
TEKNISK RAPPORT

BP AMOCO, STATOIL, PHILLIPS

MILJØOVERVÅKING- REGION I, 1999
SAMMENDRAGSRAPPORT

RAPPORT NR. 2000 - 3245

REVISJON NR. 01

DET NORSKE VERITAS
SINTEF APPLIED CHEMISTRY

TEKNISK RAPPORT

Dato for første utgivelse: 22. mai 2000	Prosjekt nr.: 59000060
Godkjent av: Christian L. S. Rafn Avdelingsleder	Organisasjonsenhet: Miljørådgivning
Oppdragsgiver: BP Amoco, Statoil, Phillips	Oppdragsgiver ref.: Hans Grüner

DET NORSKE VERITAS
REGION NORGE AS*Miljørådgivning*Veritasveien 1,
1322 HØVIK, Norge
Tel: +47 67 57 99 00
Fax: +47 67 57 99 11
<http://www.dnv.com>
Org. No: NO 945 748 931 MVA

Sammendrag:

Rapporten presenterer resultater fra miljøovervåkingen i Region I, Ekofisk, 1999.

Sedimentene ble samlet inn fra følgende felt: Ula, Gyda, Valhall, Hod, Ekofisk centre og 2/4 B&K, Ekofisk 2/4 Alfa, Eldfisk 2/7 A/FTP, Eldfisk 2/7 B, Embla, Tor, Yme Gamma, Yme Beta og Tambar.

Totalt ble 144 stasjoner prøvetatt for kjemiske og biologiske analyser.

Rapporten består av tre deler: Hovedrapport, Sammendragsrapport og Appendix rapport.

Rapport nr.: 2000 - 3245	Emnegruppe:	
Rapporttittel: Miljøovervåking- Region I, 1999 Sammendragsrapport		
Utført av: Tor Jensen, Nina Gjøs, Sam-Arne Nøland, Frøydis Oreld, Thomas Møskeland, Frøydis Oreld, Siri M. Bakke, Liv Guri Faksness		
Verifisert av: Egil Dragsund		
Dato for denne revisjon: 19.05.00	Rev. nr.: 01	Antall sider: 65

Indekseringstermer

Miljøovervåking

Sedimenter

Makrofauna

Hydrokarboner

☒ Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdrags-
giver eller ansvarlig organisasjonsenhet☐ Begrenset distribusjon innen
Det Norske Veritas☐ Fri distribusjon

<i>Innholdsfortegnelse</i>	<i>Side</i>
1 RESYMÉ	3
2 INNLEDNING	7
2.1 Region I Ekofisk	7
3 FELTARBEID OG METODER	9
4 RESULTATER OG DISKUSJON	11
4.1 Region I	11
4.2 Regionale stasjoner	15
4.3 Ula	23
4.3 Gyda	26
4.4 Valhall	29
4.5 Hod	33
4.6 Ekofisk Centre and 2/4 B&K	36
4.7 Ekofisk 2/4 A	40
4.8 Eldfisk 2/7 A/FTP	44
4.9 Eldfisk 2/7 B	47
4.10 Embla	50
4.11 Tor	53
4.12 Yme Gamma	56
4.13 Yme Beta	59
4.14 Tambar	61
5 ANBEFALINGER	65

TEKNISK RAPPORT

Forord

Miljøundersøkelsen på Region I i 1999 er utført i fellesskap av Det Norske Veritas og SINTEF Kjemipå oppdrag fra BP-Amoco, Phillips and Statoil.

Oljeselskapene har vært representert av:

BP-Amoco: Hans Grüner
Phillips: Eimund Garpestad
Statoil: Arne Myhrvold/Karin Stokke

Personell

Felt arbeid: Tor Jensen (felt leder), Sam-Arne Nøland, Erik Bjørnbom, Thomas Møskeland and Tormod Hansen (all DNV) and Liv-Guri Faksness and Knut Ødegård (begge SINTEF)

Sediment analyser:

Hydrokarboner, estere and total organisk stoff:

Opparbeidelse sediments

THC/ester/TOM analyses:

Ingvild Kindem, Frøydis Oreld, Tone Øfsti
Liv-Guri Faksness, Frode Leirvik

Utvalgte hydrokarbon analyses:

Hilde Drangsholt
Liv-Guri Faksness, Frode Leirvik

Metall analyser:

Grete Haug, Øivind Kvalvåg, Knut Ødegård

Kornstørrelsesfordeling:

Oddveig M. Bakken, Liv-Guri Faksness,
Leif Husvik

Multivariate analyser:

Bente Vigerust

Biologiske analyser:

Siri Mordal Bakke (analyser and biologi)
Inger Dagny Saanum (Lindesnes Biolab) – polychaeter
Peter Gibson (innleid) – polychaeter
Tormod Hansen – polychaeter
Sam-Arne Nøland – echinodermata
Thomas Møskeland – crustacea
Per Bie Wikander (innleid) – mollusca
Tor Jensen – mollusca
Sortering har foregått ved DNVs Biologiske
Laboratorium

Rapportering

- kjemi:



Nina Gjøs, Frøydis Oreld
Liv-Guri Faksness

- biologi

Tor Jensen, Sam-Arne Nøland, Thomas Møskeland and
Siri M. Bakke

TEKNISK RAPPORT

Kornstørrelsesfordeling er analysert ved SINTEF Kjemi, avd Miljø. Hoveddelen av de kjemiske analysene er utført ved SINTEF Kjemi, avd Miljøteknologi og analyse. Hydrokarbonanalysene på Ula, Gyda og Embla er utført av SINTEF Kjemi, avd Miljø.

 <p>NORSK AKKREDITERING Nr. P 032</p>	<p>De to laboratoriene - SINTEF Kjemi, avdelingene Miljøteknologi & analyse og Miljø- er begge akkreditert av Norsk Akkreditering til å utføre kjemiske analyser, akkrediteringsnr. P032 og P091. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN 45001 og ISO/IEC Guide 25.</p> <p>Akkrediteringen omfatter metoder for bestemmelse av totalmengde hydrokarboner (THC), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), utvalgte hydrokarboner (NPD) og metaller i sedimenter. Kornstørrelsesfordeling er også inkludert.</p>
 <p>NORSK AKKREDITERING NR: P083</p>	<p>Biologiske laboratorium (DNV, Avd. Miljørådgivning) er akkreditert av by Norsk Akkreditering for prøvetaking av marine sedimenter for kjemiske og biologiske analyser, og for å utføre biologiske analyser, akkrediteringsnummer P083. Akkreditering I henhold til ND-ES 45001 og ISO/IEC Guide 25.</p>

1 RESYMÉ

Denne rapporten presenterer resultater fra miljøundersøkelsen av EKOFISK regionen (Region I) i 1999. Undersøkelsen er utført i fellesskap av Det Norske Veritas og SINTEF Kjemipå vegne av BP-Amoco, Phillips and Statoil.

Rapporten presenterer resultater fra de regionale stasjoner og fra følgende feltinstallasjoner: Ula, Gyda, Valhall, Hod, Ekofisk Senter and 2/4 B&K, Ekofisk 2/4A, Eldfisk 2/7 A/FTP, Eldfisk 2/7B, Embla, Tor, Yme Gamma og Beta og Tambar.

Feltarbeidet ble utført fra 2. til 10. juni fra fartøyet *Far Spirit*. Ti av stasjonene var regionale stasjoner. Feltarbeidet ble utført uten noen problemer. Følgende kjemiske analyser ble utført: totalt hydrokarbon innhold (THC), NPD, decalins, 3-6 ring aromater, metaller, og olefiner på enkelte stasjoner.

Sedimentprøvene ble også analysert for TOM (totalt organisk innhold), kornstørrelsesfordeling og sammensetningen av makrofauna.

Miljøundersøkelsen 1999 på Region I viser:

- Sedimentene på Region I består hovedsakelig av fin sand med maksimum 4,9 % pelit (silt og leire).
- Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt og varierer fra 0,4 % til 1,7 %.
- De kjemiske resultatene er med noen unntak, 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, likt med eller har avtatt i forhold til 1996. Dette illustrerer den langsomme nedbrytningshastigheten for hydrokarboner. Sedimentene på Region I er fremdeles forurensset av hydrokarboner ut til 2000m på Ekofisk området og på Valhall/Hod området.
- Når dekaliner finnes i sedimentene, indikerer dette at det også finnes boreslamsolje.
- Basevæskene fra pseudøljebasert slam (olefiner) er funnet på alle stasjoner på felt hvor det har vært boret med disse systemene, unntatt for Valhall.
- Basevæskene fra esterbasert boreslam (Petrofree og Finagreen) er analysert på Yme feltene. Det er funnet en nedgang siden 1996, og resultatene stemmer overens med at estere nedbrytes lettere enn hydrokarboner.
- Spredning av borekaks og slam illustreres av barium resultatene. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på de fleste stasjonene ut til 2000m på 9 av 12 felt. Generelt har Ba konsentrasjonene avtatt siden 1999, bortsett fra på Yme feltene.

TEKNISK RAPPORT

- Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, og forhøyde verdier er bare funnet på noen stasjoner.
- Forurensning av Cd og Hg er ikke funnet.
- I tillegg til de ordinære feltene på Region I er sedimentene i gamle borekakkshauger på Ekofisk 2/4 A analysert. Forhøyde nivåer av hydrokarboner, Ba, Pb og Zn er funnet på alle stasjonene. "Olefin topper" kan ses i alle gasskromatogrammene.

De viktigste parametrene og variasjonen på hvert felt:

Regionale stasjoner	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	1,4 - 5,5	Konsentrasjonen av hydrokarboner, barium og metaller er lav, og ingen forhøyde verdier er funnet. Faunaen på alle regionale stasjoner kan karakteriseres som uforstyrret. Polychaeten <i>Myriochele oculata</i> dominerte faunaen, spesielt i Ula/Gyda området.
Ba (mg/kg)	5,0 - 67	
Ant. arter	53 - 92	
Antall individer	386 - 1510	
Individer (ekskl. <i>M. oculata</i>)	371 - 665	
Diversitet	2,5 - 5,7	
Diversitet (ekskl. <i>M. oculata</i>)	4,4 - 5,6	

Ula	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	3,3 - 5,0	Ingen utslipp siden 1996. Forhøyde THC nivåer innen 1000m, og forhøyde Ba nivåer ut til 2000m. Konsentrasjonene har avtatt siden 1996. Faunaen var dominert av <i>M. oculata</i> og undersøkte stasjoner ble karakterisert som uforstyrret.
Ba (mg/kg)	33 - 612	
Ant. arter	65 - 96	
Antall individer	662 - 1241	
Individer (ekskl. <i>M. oculata</i>)	513 - 832	
Diversitet	3,1 - 5,0	
Diversitet (ekskl. <i>M. oculata</i>)	4,4 - 5,2	

Gyda	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	3,4 - 9,2	Forhøyde THC nivåer innen 1000m, og forhøyde Ba nivåer ut til 2000m. Konsentrasjonene er likt med 1996, eller de har avtatt i samsvar med redusert boreaktivitet. Faunaen var dominert av <i>M. Oculata</i> og tre av de undersøkte stasjonene (ut til 2000 m) ble karakterisert som forstyrret.
Ba (mg/kg)	29 - 379	
Ant. arter	61 - 87	
Antall individer	1037 - 4160	
Individer (ekskl. <i>M. oculata</i>)	359 - 1387	
Diversitet	1,7 - 3,1	
Diversitet (ekskl. <i>M. oculata</i>)	3,2 - 5,0	

Valhall	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	5,1 - 65	Forhøyde THC nivåer ut til 2000m, og forhøyde Ba nivåer ut til 6000m. Olefiner er ikke funnet, selv om utslipp er rapportert. Faunaen var dominert av <i>M. oculata</i> og ingen av de undersøkte stasjonene ble karakterisert som forstyrret.
Ba (mg/kg)	47 - 2160	
Ant. arter	48 - 80	
Antall individer	572 - 1684	
Individer (ekskl. <i>M. oculata</i>)	361 - 663	
Diversitet	2,9 - 4,7	
Diversitet (ekskl. <i>M. oculata</i>)	4,4 - 5,1	

Hod	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	3,9 - 135	Forhøyde THC nivåer ut til 2000m, og forhøyde Ba nivåer ut til 4000m. Olefiner er funnet på alle
Ba (mg/kg)	31 - 1600	

TEKNISK RAPPORT

Ant. arter	55 – 83	stasjoner, selv om ingen boreaktivitet er rapportert.
Antall individer	388 – 1438	Faunaen var dominert av <i>M. oculata</i> , og er vurdert å
Individer (ekskl. <i>M. oculata</i>)	308 – 677	være ufortyrret.
Diversitet	2,9 – 5,1	
Diversitet (ekskl. <i>M. oculata</i>)	4,5 – 5,3	

Ekofisk Centre og 2/4 B&K	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	5,5 - 51,6	Forhøyde THC nivåer likt med 1996 ut til 4400m.
Ba (mg/kg)	41 - 1920	Forhøyde Ba nivåer ut til 5800m, konsentrasjonene
Ant. arter	66 – 78	har avtatt siden 1996. Olefiner funnet på alle
Antall individer	548 – 1507	stasjonene, i samsvar med rapporterte utslipp.
Individer (ekskl. <i>M. oculata</i>)	412 – 765	Faunaen var dominert av <i>M. oculata</i> . På to av de
Diversitet	2,6 – 4,8	undersøkte stasjonene ble det observert indikasjoner
Diversitet (ekskl. <i>M. oculata</i>)	4,7 – 5,2	på forstyrrelse.

Ekofisk 2/4 A	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	8,6 - 384	Hauger med borekaks på havbunnen. Forhøyde nivåer
Ba (mg/kg)	567 – 5680	av hydrokarboner, Ba, Pb og Zn på alle stasjoner.
Ant. arter	60 – 84	”Olefin topper” i alle kromatogrammene.
Antall individer	969 – 1946	Mange av stasjonene var dominert av <i>M. oculata</i> . To
Individer (ekskl. <i>M. oculata</i>)	502 – 922	stasjoner (100m og 250m) ble karakterisert som
Diversitet	2,2 – 4,3	fortyrret.
Diversitet (ekskl. <i>M. oculata</i>)	3,3 – 5,2	

Eldfisk 2/7 A/FTP	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	8,9 - 16,3	Forhøyde THC nivåer likt med 1996 uttil 2000m.
Ba (mg/kg)	189 – 1130	Forhøyde Ba nivåer ut til 2000m, konsentrasjonene
Ant. arter	62 – 74	har avtatt siden 1996. Olefiner på alle stasjoner, i
Antall individer	475 – 743	samsvar med rapporterte utslipp.
Individer (ekskl. <i>M. oculata</i>)	420 – 632	Ensartet fauna, karakterisert som ufortyrret eller svakt
Diversitet	4,4 – 5,1	fortyrret.
Diversitet (ekskl. <i>M. oculata</i>)	4,8 – 5,0	

ELDFISK 2/7 B	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	6,7 - 22,0	Forhøyde THC nivåer likt med 1996 ut til 2000m.
Ba (mg/kg)	221 – 1740	Forhøyde Ba nivåer likt med 1996 ut til 2000m.
Ant. arter	65 – 85	Olefiner funnet på alle stasjonene, i samsvar med
Antall individer	721 – 1311	rapporterte utslipp.
Individer (ekskl. <i>M. oculata</i>)	433 – 1104	Ensartet bentisk fauna, ansett som ufortyrret. Høy
Diversitet	3,9 – 5,1	forekomst av <i>M. oculata</i> .
Diversitet (ekskl. <i>M. oculata</i>)	4,8 – 5,3	

Embla	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	6,6 - 10,9	Laveste THC verdier (lukt med 1996) på Ekofisk
Ba (mg/kg)	92 - 655	området, forhøyde nivåer ved 500m Forhøyde Ba
Ant. arter	60 – 79	nivåer ut til 2000m, konsentrasjonene har avtatt siden
Antall individer	648 – 1798	1996. Ingen utslipp siden 1996.
Individer (ekskl. <i>M. oculata</i>)	408 – 554	

TEKNISK RAPPORT

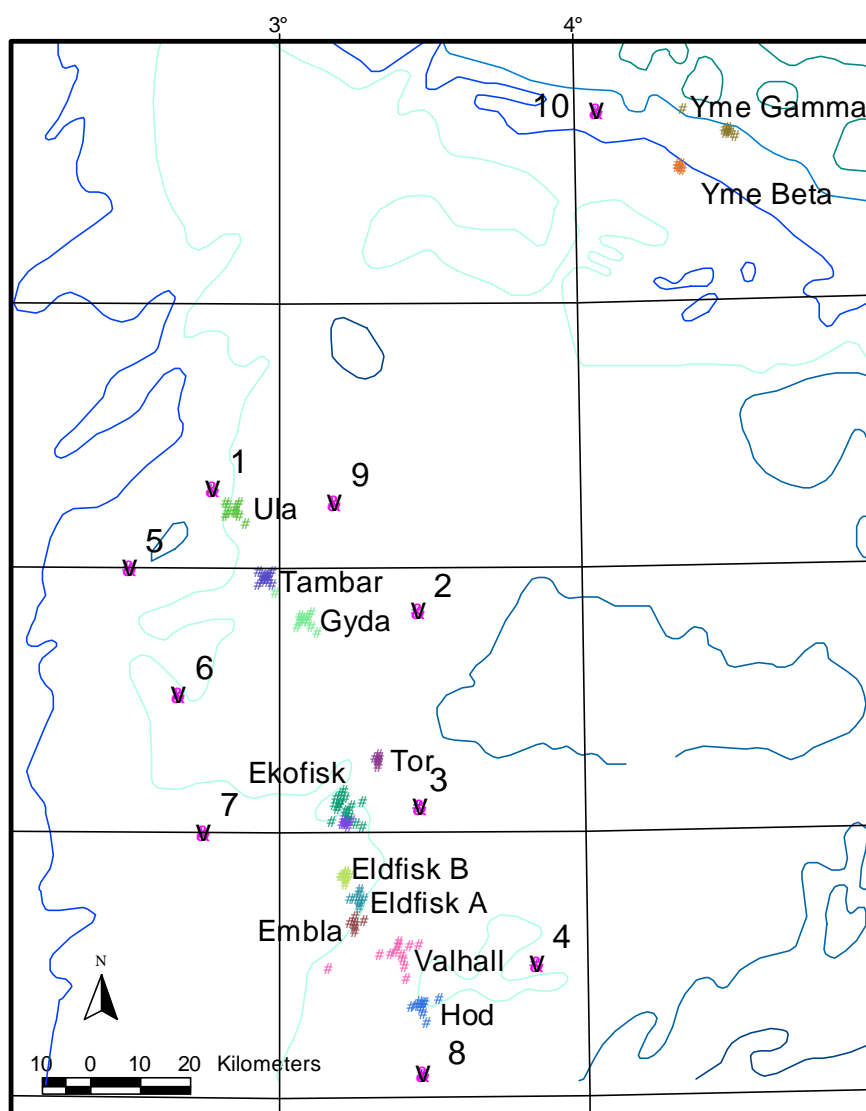
Diversitet	2,2 – 4,5	Faunaen er forholdsvis uforandret siden 1996. Høy tetthet av <i>Myriochele oculata</i> på noen stasjoner.
Diversitet (ekskl. <i>M. oculata</i>)	4,8 – 5,2	
Tor	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	6,7 - 46,0	Forhøyde THC nivåer likt med 1996 ut til 1000m.
Ba (mg/kg)	92 - 1470	Forhøyde Ba nivåer ut til 1000m, konsentrasjonene har avtatt siden 1996. "Olefin topper" i alle kromatogrammene, selv om ingen bore-aktivitet er rapportert.
Ant. arter	67 – 90	Fauna dominert av <i>Myriochele oculata</i> . En stasjon (250 m) karakterisert som uforstyrret.
Antall individer	975 – 2424	
Individer (ekskl. <i>M. oculata</i>)	558 – 886	
Diversitet	2,4 – 3,9	
Diversitet (ekskl. <i>M. oculata</i>)	4,0 – 5,2	
Yme Gamma	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	1,9 – 173	Prøver er tatt fra stasjoner ved 250m til 2000m.
Ba (mg/kg)	6,0 – 4520	Forhøyde THC nivåer ut til 500m, og forhøyde Ba nivåer ut til 2000m, konsentrasjonene har økt siden 1996. Olefiner på alle stasjonene i samsvar med utslipp. Petrofree funnet ved 250m og 500m, konsentrasjonene har avtatt siden 1996. Finagreen er ikke funnet.
Ant. arter	61 – 105	Mangfoldig og uforstyrret fauna, bortsett fra to stasjoner (250m og 500m).
Antall individer	421 – 601	
Diversitet	4,3 – 5,7	
Yme Beta	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	0,5 - 1,6	Prøver tatt fra 250m til 1000m. Forhøyde THC konsentrasjoner er ikke funnet. Petrofree og Finagreen er ikke funnet. Forhøyde Ba nivåer ut til 500m. 250m stasjoner med de høyeste nivåene i 1996 er ikke analysert, og utviklingen kan ikke vurderes. Fauna lik 1996 undersøkelsen, alle prøvetatte stasjoner ble karakterisert som uforstyrret.
Ba (mg/kg)	7,0 – 103	
Ant. arter	79 – 97	
Antall individer	592 – 839	
Diversitet	4,9 – 5,3	
Tambar	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	3,2 – 107	Grunnlagsundersøkelse. Boring av en letebrønn er rapportert. Forhøyde THC nivåer ved 250m. Forhøyde Ba nivåer ut til 1000m.
Ba (mg/kg)	24 - 4040	
Ant. arter	59 – 81	Fauna dominert av <i>Myriochele oculata</i> , en mulig mindre påvirkning ved tre stasjoner (250, og 500m).
Antall individer	806 – 2988	
Individer (ekskl. <i>M. oculata</i>)	408 – 583	
Diversitet	1,5 – 4,1	
Diversitet (ekskl. <i>M. oculata</i>)	4,4 – 5,1	

2 INNLEDNING

2.1 Region I Ekofisk

Overordnet formål med regional overvåking er å studere mulige miljøeffekter fra petroleumsaktiviteter i et stort område. Regional overvåking er blitt gjennomført siden 1996.

Denne rapporten presenterer resultater fra miljøovervåkingen av 13 forskjellige felt/installasjoner innen EKO FISK regionen i 1999. En oversikt av regionen inkludert installasjoner og felt er vist i Figur 2.1.



Figur 2.1. Prøvestasjoner i Region I – Ekofisk område.

TEKNISK RAPPORT

Navn på felt som er inkludert i den regionale overvåkingen og operatør av feltet, er presentert i Tabell 2.1.

Tabell 2.1. Felt og installasjoner inkludert i 1999 undersøkelsen.

Felt/Installasjon	Operatør
Ula	BP-Amoco
Gyda	BP-Amoco
Valhall	BP-Amoco
Hod	BP-Amoco
Ekofisk Centre and 2/4B&K	Phillips
Ekofisk 2/4 A	Phillips
Eldfisk 2/7 A/FTP	Phillips
Eldfisk 2/7 B	Phillips
Embla	Phillips
Tor	Phillips
Yme Gamma	Statoil
Yme Beta	Statoil
Tambar	BP-Amoco

Rapporten er delt i tre hoveddeler; Summary Report (rep. no. 2000-3241 (eng.) og rep. No 2000-32xx (norsk)), Hovedrapport (rep. no. 2000-3238) og Appendix Rapport (rep. no. 2000-3235). Utbrettskart er vedlagt hovedrapporten for å vise lokalisering av stasjoner for hvert enkelt felt.

Region I inkluderer den sydligste delen av Norsk Sektor i Nordsjøen. Dybdene varierer fra omtrent 65m i sør til 90m i nord. Dominerende strømretninger er NØ– SV mens reststrømmen går i sørøstlig retning.

3 FELTARBEID OG METODER

Feltarbeidet i tilknytning til Ekofisk Region overvåking 1999 ble gjennomført i perioden 2.– 10. juni fra fartøyet *‘Far Spirit* uten noen problemer. Prøvetakingen ble utført i henhold til SFT (99:01) og DNVs interne prosedyrer for denne typen arbeid. Detaljert informasjon om feltarbeidet er gitt i en egen rapport (no. 2000-3236), som er inkludert i Appendix rapporten. En fullstendig oversikt over prøvetakingen er vedlagt bak i denne rapporten.

Sedimentene er analysert i henhold til metoderuten nedenfor.

Analyse	Parameter
Sediment karakterisering	
• 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
• Metaller	- Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, Al og Li oppslutning med salpetersyre og med fluss-syre /kongevann/ borsyre

TEKNISK RAPPORT

4 RESULTATER OG DISKUSJON

4.1 Region I

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

Samletabell Region I 1999

Parameter	Regionale stasjoner	Ula	Gyda	Valhall	Hod	Ekofisk Centre 2/4 B&K	Ekofisk 2/4 A
	(10 stasjoner)	(11 stasjoner)	(10 stasjoner)	(12 stasjoner)	(10 stasjoner)	(18 stasjoner)	(15 stasjoner)
Pelit %	1,4 - 5,3	2,6 - 6,0	1,7 - 4,8	1,3 - 6,1	1,8 - 6,6	3,0 - 7,7	2,4 - 9,9
TOM %	0,7 - 1,1	0,7 - 0,8	0,6 - 0,8	0,4 - 1,1	0,5 - 1,1	0,8 - 1,2	0,7 - 1,7
THC mg/kg	1,4 - 5,5	3,3 - 5,0	3,4 - 9,2	5,1 - 65	3,9 - 135	5,5 - 51,6	8,6 - 384
Olefiner mg/kg	na	na	na	nd	1,2 - 7,8	0,9 - 2,9	na
Estere mg/kg	na	na	na	na	na	na	na
NPD* µg/kg	4 - 22	20 - 36	18 - 78	11 - 84	13 - 221	10 - 60	47 - 147
PAH* µg/kg	16 - 51	29 - 34	28 - 40	34 - 80	38 - 74	35 - 60	65 - 90
Dekalin*µg/kg	nd	nd	nd - 401	nd - 782	nd - 4710	nd - 233	79 - 382
Ba mg/kg	5,0 - 67	33 - 612	29 - 379	47 - 2160	31 - 1600	41 - 1920	567 - 5680
Cr mg/kg	5,8 - 9,2	5,5 - 6,9	5,7 - 7,1	7,3 - 9,2	6,2 - 8,0	5,0 - 9,0	6,3 - 13,4
Cu mg/kg	0,3 - 0,8	0,5 - 0,8	0,3 - 1,0	0,4 - 1,9	0,4 - 1,1	0,5 - 2,0	0,7 - 19,4
Pb mg/kg	3,9 - 7,3	5,6 - 9,2	6,0 - 7,4	7,2 - 11,6	6,2 - 11,7	6,1 - 16,3	9,9 - 74,7
Zn mg/kg	2,7 - 6,7	4,9 - 17,2	4,1 - 5,6	5,4 - 12,2	5,3 - 11,2	3,4 - 17,6	8,6 - 132
Cd mg/kg	nd	nd	nd - 0,03	nd - 0,03	nd - 0,02	nd - 0,02	nd - 0,33
Hg* mg/kg	nd - 0,02	0,01 - 0,02	nd - 0,02	0,02	0,01 - 0,03	nd - 0,02	0,03 - 0,05

* to til fire stasjoner analysert, alle de regionale stasjonene

na: ikke analysert

nd: ikke funnet

kvantifiseringsgrenser: olefiner 0,2 mg/kg, estere: 0,3 mg/kg, dekaliner 0,050 mg/kg, Cd 0,02 mg/kg, Hg 0,01mg/kg

Samletabell Region I 1999 forts..

Parameter	Eldfisk 2/7 A / FTP	Eldfisk 2/7 B	Embla	Tor	Yme Gamma	Yme Beta	Tambar (grunnlag)
	(8 stasjoner)	(9 stasjoner)	(6 stasjoner)	(7 stasjoner)	(8 stasjoner)	(6 stasjoner)	(16 stasjoner)
Pelit %	2,6 - 5,9	3,3 - 8,0	4,0 - 4,8	2,4 - 4,8	1,9 - 5,6	1,6 - 3,7	1,6 - 5,3
TOM %	0,5 - 0,9	0,7 - 1,1	0,7 - 0,9	0,7 - 0,8	0,5 - 0,9	0,4 - 0,5	0,7 - 0,8
THC mg/kg	8,9 - 16,3	6,7 - 22,0	6,6 - 10,9	6,7 - 46,0	1,9 - 173	0,5 - 1,6	3,2 - 107
Olefiner* mg/kg	0,4 - 0,9	0,7 - 3,8	na	na	nd - 34,5	na	na
Estere mg/kg	na	na	na	na	nd - 16,4	nd	na
NPD* µg/kg	26 - 62	22 - 444	31 - 40	99 - 131	5 - 1770	3 - 7	11 - 32
PAH µg/kg	64 - 69	55 - 858	41 - 77	166 - 271	15 - 292	6 - 10	25 - 36
Dekalin*µg/kg	nd - 84	nd - 91	nd - 129	nd - 148	nd - 1870	nd	nd - 3450
Ba mg/kg	189 - 1130	221 - 1740	92 - 655	92 - 1470	6,0 - 4520	7,0 - 103	24 - 4040
Cr mg/kg	7,1 - 8,0	5,7 - 7,6	7,2 - 8,3	6,6 - 7,7	4,6 - 9,8	7,5 - 9,2	6,5 - 8,0
Cu mg/kg	0,6 - 1,4	0,5 - 1,4	0,5 - 1,2	0,5 - 2,1	0,3 - 7,2	<0,3	0,4 - 3,5
Pb mg/kg	9,1 - 14,5	7,7 - 17,3	7,6 - 12,7	6,6 - 15,3	5,0 - 11,9	6,4 - 8,2	5,6 - 8,5
Zn mg/kg	6,5 - 13,7	5,8 - 13,1	5,4 - 8,3	5,5 - 26,5	4,9 - 19,7	3,9 - 19,1	5,1 - 12,8
Cd mg/kg	nd	nd - 0,02	nd	nd - 0,06	nd - 0,03	nd	nd
Hg* mg/kg	nd - 0,02	0,03	0,02	nd - 0,03	0,02 - 0,05	nd - 0,02	nd

* to til fire stasjoner analysert

na: ikke analysert

nd: ikke funnet

kvantifiseringsgrenser: olefiner 0,2 mg/kg, estere: 0,3 mg/kg, dekaliner 0,050 mg/kg, Cd 0,02 mg/kg, Hg 0,01mg/kg

TEKNISK RAPPORT

Kornstørrelsefordeling

Sedimentene på de fleste feltene på Region I består av kakigrå fin sand. Stasjonene på Yme Gamma og Yme Beta har en mer gulbrun farge, og sedimentene på Yme Beta er grovere enn på Yme Gamma.

Innholdet av sand dominerer på alle stasjonene. På de regionale stasjonene er gjennomsnittlig sandinnhold 96,4 %, og gjennomsnittlig pelittinnhold (silt og leire) er 3,6 %. Denne middelverdien er representativ for regionen.

Innholdet av pelitt varierer fra 1,3 % (Valhall stasjon 5, 74°/4000m) til 9,9 % (Ekofisk 2/4 A stasjon 5, 67°/100m). Det laveste gjennomsnittsinholdet er funnet på Yme Beta og Yme Gamma, henholdsvis 2,5 % og 3,2 % (nordøst i regionen). På Ula, Gyda, Tambar og Tor er pelittinnholdet ca. 3,6 %. Det høyeste innholdet er funnet på Valhall, Hod og i Ekofisk området, med gjennomsnittsverdier fra 4,1 % til 4,9 %.

Generelt er det bare funnet små forskjeller i gjennomsnittlig pelittinnhold sammenlignet med den forrige undersøkelsen i 1996. I tillegg er det funnet en nedgang på Hod, fra 6,8 % til 4,4 %, og en økning på Yme Beta, fra 0,4 % til 2,5 %.

Totalt organisk materiale (TOM)

Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt. Bare små variasjoner er funnet, fra 0,4 % (Yme Beta) til 1,7 % (Ekofisk 2/4 A). Resultatene er sammenlignbare med den forrige undersøkelsen i 1996.

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 1,4 mg/kg til 5,5 mg/kg. Ingen økning er funnet siden den siste undersøkelsen i 1996.

På Ula og Gyda ligger mesteparten av stasjonene utenfor 500m fra plattformene. THC konsentrasjonene er lave, 3,3 mg/kg til 9,2 mg/kg, og konsentrasjonene er tilsvarende eller lavere sammenlignet med 1996 undersøkelsen. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet ved og utenfor 1000m. På Embla er situasjonen lignende, forhøyde THC konsentrasjoner er ikke funnet på 1000m stasjonene, og resultatene er tilsvarende som i 1996.

På Valhall og Hod ligger mesteparten av stasjonene også utenfor 500m, men her er THC konsentrasjonene høyere, opp til 65 mg/kg på Valhall og opp til 135 mg/kg på Hod. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet ut til 2000m. Nedgang/økning er funnet sammenlignet med 1996. Olefiner fra pseudo-oljebasert boreslamsvæsker er funnet på alle stasjonene på Hod, unntagen på referansestasjonen, men ikke på noen av Valhall stasjonene. Sammenlignet med 1996 er dette en nedgang på Valhall og status quo på Hod.

På Ekofisk området (Ekofisk Centre, Eldfisk 2/7 A/FTP, Eldfisk 2/7 B, Tor) er THC konsentrasjonene tilsvarende som i 1996, opp til 52 mg/kg. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet ut til 4400m på Ekofisk Centre, ut til 2000m på Eldfisk 2/7 A og B, og ut til 1000m på Tor. Olefiner er funnet på alle stasjonene, unntagen på referansestasjonen.

TEKNISK RAPPORT

Yme feltene ligger nord-øst i Region I. Disse feltene er nyere enn de andre, med grunnlagsundersøkelser i 1994. Her er det tatt prøver på stasjoner nærmere plattformene enn på de andre feltene. På Yme Gamma er det funnet forhøyde THC konsentrasjoner ut til 500m, og det er blitt en økning siden 1996. Olefiner er funnet på alle stasjonene, unntagen på referansestasjonen. På Yme Beta er det ikke funnet forhøyde THC konsentrasjoner. Fordi det ikke er tatt prøver fra de 250m stasjonene som var mest forurensset i 1996, kan utviklingen på feltet ikke vurderes. Imidlertid vil spredningsområdet på Yme Beta være innenfor 500m, og området har ikke økt siden 1996.

En grunnlagsundersøkelse på Tambar er inkludert i 1999 undersøkelsen. THC konsentrasjonene varierer fra 3,2 mg/kg til 107 mg/kg. Forhøyde THC nivåer er funnet på to av de fire 250m stasjonene på grunn av boring av en letebrønn. Generelt virker sedimentene på Tambar å være uforstyrrete med lave bakgrunnsverdier. Ekstra "bulker" med THC kan derfor lett ses i kromatogrammene fra 500m stasjonene.

Sedimentene nær Ekofisk 2/4 A, fra 100m til 1000m, er inkludert i undersøkelsen. Hensikten er å undersøke forurensningsnivået i gamle hauger med borekaks som ligger på havbunnen. Som ventet er THC nivået relativt høyt, fra 8,6 mg/kg til 384 mg/kg, og bidraget av olefiner er betydelig.

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

Estere

Estere fra boreslamsvæskene Petrofree og Finagreen er bare analysert på Yme feltene. På Yme Gamma er Petrofree funnet ved 250m og 500m, og det er en nedgang siden 1996. Finagreen er ikke funnet i sedimentene, også en nedgang siden 1996. På Yme Beta er Petrofree og Finagreen ikke funnet i årets undersøkelse. Disse forbindelsene ble ikke analysert i 1996.

Barium

Ba er funnet i sedimentene på grunn av baritt som brukes under boringen både med vannbasert boreslam, oljebasert boreslam og pseudooljebasert 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.

På de Regionale stasjonene og på referansestasjonene er Ba konsentrasjonene lave, og de varierer fra 5,0 mg/kg til 67 mg/kg. Ingen økning er funnet siden den forrige undersøkelsen i 1996.

Ba konsentrasjonene varierer fra bakgrunnsnivåer til 4500 mg/kg (Ekofisk 2/4 A ikke medregnet). De høyeste konsentrasjonene som er funnet 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 stasjonene. Dette betyr ut til ca. 600m på Valhall og Ekofisk Centre, ut til 4000m på Hod, ut til 2000m på Ula, Gyda, Eldfisk 2/7 A/FTP, Eldfisk B, Embla og Yme Gamma, ut til 1000m på Tor og Tambar og ut til 500m på Yme Beta. Bortsett fra Yme feltene er det funnet en nedgang eller en liten reduksjon i Ba konsentrasjonene

TEKNISK RAPPORT

siden 1996. På Yme Gamma har Ba konsentrasjonene økt siden 1996, og på Yme Beta kan utviklingen ikke vurderes.

På Tambar varierer Ba konsentrasjonene fra 24 mg/kg til 4040 mg/kg i denne grunnlagsundersøkelsen. Forhøyde Ba nivåer er funnet ut til 1000m, på grunn av boring av en letebrønn.

På Ekofisk 2/4 A er Ba konsentrasjonene høye. Alle stasjonene som er analysert, ut til 1000m, har forhøyde Ba konsentrasjoner, med et maksimumsnivå på 5700 mg/kg på en av 100m stasjonene.

Metaller

Det er funnet lave konsentrasjoner av tungmetaller i sedimentene. Bare noen stasjoner har forhøyde verdier. De høyeste konsentrasjonene som er funnet, er 9,8 mg/kg Cr, 7,2 mg/kg Cu, 17,3 mg/kg Pb, og 26,5 mg/kg Zn. Cd og Hg er funnet på noen stasjonær, imidlertid er konsentrasjonene like over deteksjonsgrensen.

Ekofisk 2/4 A er et unntak. Alle stasjonene har forhøyde konsentrasjoner av Pb og Zn. Forhøyde konsentrasjoner av Cd, Cr, og Cu er funnet på flere stasjoner, og Hg er også funnet på de to stasjonene som er analysert. Metall transport nedover i sedimentet er også funnet, og konsentrasjonene er for det meste høyere enn i det øverste 01 cm laget.

Biologi

En summarisk oversikt over biologiske indekser fra Region I er vist i tabellen under.

Biologiske resultater (ekskl. *M. oculata*), Region I 1999.

Parameter	Regionale stasjoner (10 stasjoner)	Ula (11 stasjoner)	Gyda (10 stasjoner)	Valhall (12 stasjoner)	Hod (10 stasjoner)	Ekofisk Centre 2/4 B&K (18 stasjoner)	Ekofisk 2/4 A (15 stasjoner)
Arter	53 – 92	65 – 96	61 – 87	48 – 80	55 – 83	66 – 78	60 – 84
Individer	371 – 665	513 – 832	359 – 1387	361 – 663	308 – 677	412 – 765	502 – 922
Diversitet	4,4 – 5,6	4,4 – 5,2	3,2 – 5,0	4,4 – 5,1	4,5 – 5,3	4,7 – 5,2	3,3 – 5,2
Jevnhet	0,7 – 0,9	0,7 – 0,8	0,6 – 0,8	0,8 all st.	0,7 – 0,9	0,8 – 0,9	0,7 – 0,8
ES ₁₀₀	28,1 – 47,8	29,6 – 37,9	22,8 – 36,1	28,3 – 38,9	32,7 – 39,4	31,5 – 39,2	23,1 – 38,4
	Eldfisk 2/7 A / FTP (8 stasjoner)	Eldfisk 2/7 B (9 stasjoner)	Embla (6 stasjoner)	Tor (7 stasjoner)	Yme Gamma (8 stasjoner)	Yme Beta (6 stasjoner)	Tambar (baseline) (16 stasjoner)
Arter	62 – 74	65 – 85	60 – 79	67 – 90	61 – 105	79 – 97	59 – 81
Individer	420 – 632	433 – 1104	408 – 554	558 – 886	421 – 601	592 – 839	408 – 583
Diversitet	4,8 – 5,0	4,8 – 5,3	4,8 – 5,2	4,0 – 5,2	4,3 – 5,7	4,9 – 5,3	4,4 – 5,1
Jevnhet	0,8 all st.	0,8 all st.	0,8 all st.	0,7 – 0,8	0,7 – 0,9	0,8 all st.	0,8 all st.
ES ₁₀₀	33,6 – 36,1	32,4 – 39,0	33,5 – 39,7	28,1 – 37,8	30,4 – 46,6	35,0 – 39,4	31,2 – 37,7

Polychaeten *Myriochele oculata* dominerte faunaen i hele Ekofisk Region (bortsett fra Yme) i 1999. Denne arten kan bli funnet med stor tetthet i mange miljøer. Når man ekskluderer denne

TEKNISK RAPPORT

arten fgra analysene, blir diversitetsindeksene høye I hele regionen og bare små områder kan betraktes som påvirket. Mer enn 73% av stasjonene har høyere diversitet enn gjennomsnittet for de regionale stasjonene (4,7) (og mer enn 85% har høyere enn 4,5 som er innenfor intervallet til de regionale stasjonene 4.7 ± 0.2). Diversiteten var lavest nær installasjonene på Ekofisk A and Gyda, se Figur 5.2.1.

4.2 Regionale stasjoner

Sedimentene på de Regionale stasjonene består i gjennomsnitt av 3,6 % pelit ($< 63 \mu\text{m}$) og 96,4 % sand ($> 63 \mu\text{m}$). Den samme gjennomsnittlige fordelingen ble funnet i 1996. Forandringer er funnet på noen stasjoner, en økning fra 2,9 % til 5,3 % på Regional 3 og en nedgang fra 5,8 % til 2,8 % på Regional 8. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet, fra 0,7 % til 1,1 %.

Konsentrasjonen av hydrokarboner, barium og tungmetaller er lave, og sedimentene er ikke forurensset. Innholdet av THC i sedimentene varierer fra 1,4 mg/kg til 5,5 mg/kg. Konsentrasjonen av Ba varierer fra 5 mg/kg til 67 mg/kg.

Tilleggsanalyse av metallene med bruk av fluss-syre /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 235 mg/kg. Konsentrasjonene av tungmetaller er de samme som med bruk av salpetersyre.

For hver parameter er det beregnet en grense for forurensning (LSC) på Region I. Data fra regionale stasjoner og referansestasjoner tilbake til 1993 er brukt. For alle parametrene, unntatt Ba, refererer LSC verdien til hele regionen. For Ba er regionen delt i to sub-regioner, og to forskjellige LSC verdier er beregnet.

Tabell 4.1.1. Regionale stasjoner, pelit og TOM (%), THC, NPD og PAH (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Pelit		TOM		THC		NPD		PAH	
	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996
Regional 1, Ula ref	3,5	2,5	1,06	0,82	4,1	3,9	0,022	0,012	0,034	0,054
Regional 2	3,5	3,6	0,94	0,95	2,6	4,3	0,008	-	0,023	-
Regional 3, Ekofisk ref	5,3	2,9	0,95	0,86	5,5	5,4	0,010	0,026	0,035	0,045
Regional 4	2,9	3,8	0,93	0,95	5,3	6,3	0,016	-	0,041	-
Regional 5	4,4	3,4	1,14	0,94	3,6	6,8	0,016	-	0,051	-
Regional 6	3,7	4,7	1,13	0,95	4,1	6,5	0,012	-	0,047	-
Regional 7	3,3	3,1	1,11	0,93	4,3	4,2	0,012	-	0,043	-
Regional 8, Hod ref	2,8	5,8	0,71	0,92	3,9	5,3	0,013	0,020	0,038	0,081
Regional 9	1,4	na	0,78	-	1,4	-	0,004	-	0,016	-
Regional 10	3,2	na	0,85	-	1,9	-	0,005	-	0,018	-

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

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

Stasjon	Ba		Cr		Cu		Hg		Pb		Zn	
	1999	1996	1999	1999	1996	1999	1999	1996	1999	1996	1999	1996
Regional 1, Ula ref	33	52	6,9	0,6	0,7	0,01	7,3	6,6	5,6	5,9		
Regional 2	13	23	6,1	0,4	0,6	0,01	4,5	4,5	3,6	2,6		

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.1.2. Fortsetter

Regional 3, Ekofisk ref	41	68	7,1	0,8	<0,6	nd	5,8	6,2	4,7	3,0
Regional 4	67	102	7,5	0,6	0,7	0,02	7,2	7,6	6,7	5,2
Regional 5	28	42	6,2	0,5	<0,6	0,02	6,8	7,3	5,3	4,3
Regional 6	31	35	7,0	0,6	<0,6	0,02	6,9	6,4	5,9	4,1
Regional 7	31	58	7,4	0,5	<0,6	0,02	7,3	7,2	5,4	4,2
Regional 8, Hod ref	31	51	6,6	0,4	0,8	0,01	6,2	6,4	5,3	3,7
Regional 9	6	-	5,8	<0,3	-	nd	3,9	-	2,7	-
Regional 10	5	-	9,2	0,5	-	nd	6,4	-	6,7	-

:- ikke analysert Cd er ikke funnet Cr er ikke analysert i 1996

Tabell 4.1.3. Regionale stasjoner, Metaller – oppslutning med HF /kongevann/borsyre 1999 (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Ba	Cd	Cr	Cu	Pb	Zn	Al	Li
Regional 1, Ula ref	223	<0,02	12,6	1,4	10,1	9,6	15810	3,7
Regional 2	208	<0,02	10,3	1,3	7,7	10,7	15350	3,0
Regional 3, Ekofisk ref	218	<0,02	10,7	1,2	9,5	8,0	14410	3,4
Regional 4	235	<0,03	12,3	1,9	9,8	18,6	15320	4,6
Regional 5	231	<0,02	13,2	1,5	10,8	11,8	17290	4,1
Regional 6	221	<0,02	11,9	1,2	9,8	23,0	15120	3,9
Regional 7	229	<0,02	10,9	1,1	10,7	8,4	14230	3,7
Regional 8, Hod ref	198	<0,02	9,8	1,2	9,6	7,8	12970	3,5
Regional 9	206	<0,02	9,3	1,3	7,1	5,7	15100	2,4
Regional 10	162	<0,03	11,3	1,0	9,6	8,9	11380	2,8

Tabell 4.1.4. Region I, LSC verdier ved 99 % konfidensnivå, ensidig t-test (mg/kg tørt sediment)

Parameter	Antall stasjoner	Antall målinger	t verdi	x middel	SD	LSC
THC	13	129	2,36	4,0	1,9	9
Ba, Region I untatt Yme	10	113	2,36	53	24	110
Ba, Yme feltene	3	21	2,52	5,5	1,3	10
Cr	13	74	2,38	8,0	1,6	12
Cu	13	129	2,36	0,6	0,3	2
Pb	13	129	2,36	6,8	1,3	10
Zn	13	129	2,36	5,7	2,1	11
NPD	13	108	2,36	0,014	0,009	0,040
PAH	13	109	2,36	0,038	0,019	0,090

LSC : limit of contamination, $LSC = x_{\text{mean}} + SD \times t_{0,01, n-1}$

x_{mean} : mean of regional stations and reference stations (uncontaminated stations)

SD : standard deviation, $SD^2 = \sum (x - x_{\text{mean}})^2 / (n-1)$

t : t-value, from tables with degree of freedom (n-1) and confidence level (99 %)

n : number of samples

Biologi

Totalt 191 arter og 7321 individer ble samlet på 10 regional stasjoner. Polychaetene hadde størst utbredelse (47%). Polychaeten *Myriochele oculata* (en deposit feeder) dominerte på de fleste stasjonene (16-68%). De 10 vanligste artene utgjør fra 45 til 84%, se tabell under.

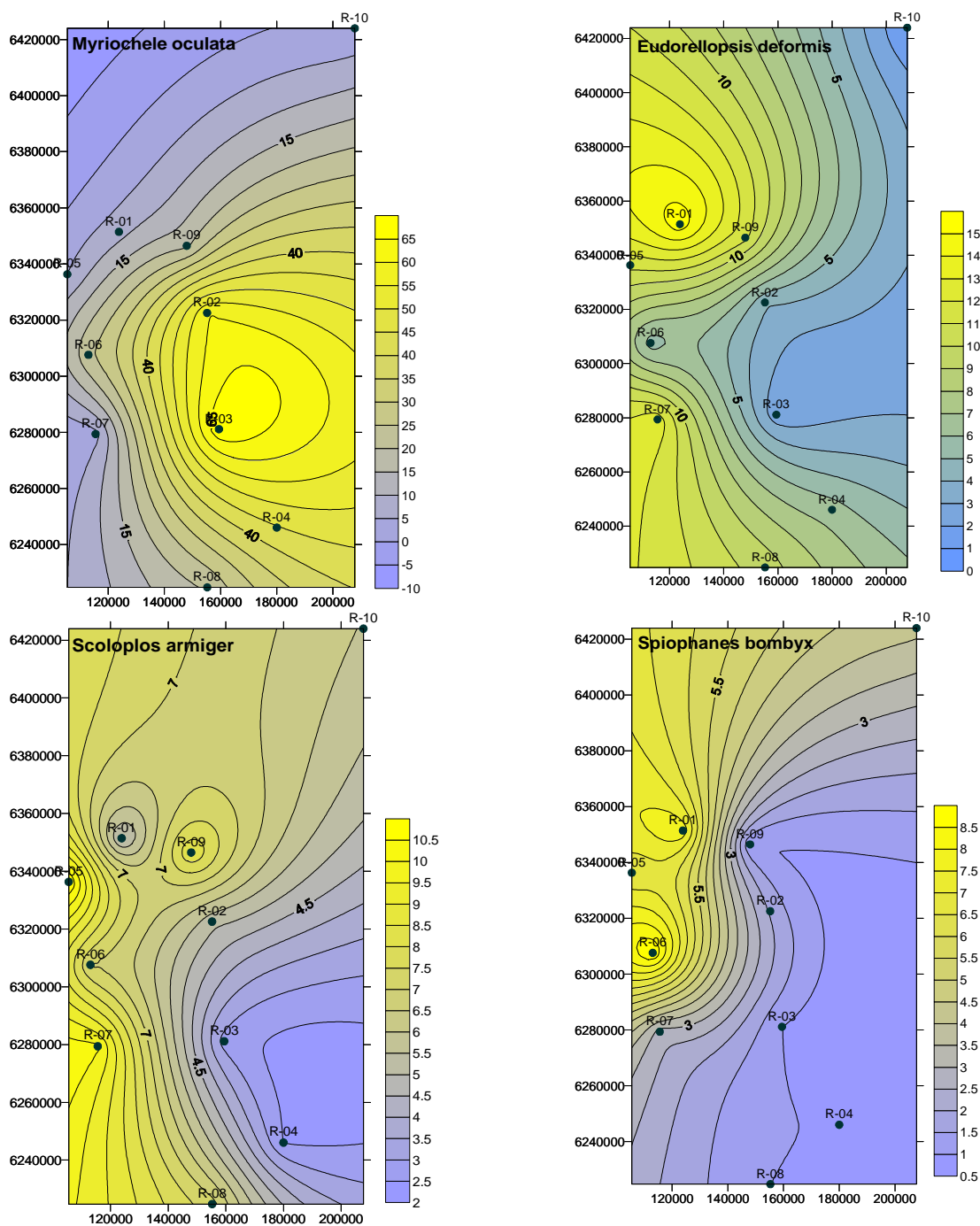
TEKNISK RAPPORT

De 10 vanligste artene på hver stasjon, Regional stasjoner, Ekofisk 1999.

St.1	Number	%	Cum.%	St.2	Number	%	Cum.%
1. Eudorellopsis deformis	113	15.61	15.61	1. Myriochele oculata	901	59.67	59.67
2. Amphiuira filiformis	78	10.77	26.38	2. Amphiuira filiformis	82	5.43	65.10
3. Paramphionome jeffreysii	68	9.39	35.77	3. Scoloplos armiger	78	5.17	70.26
4. Myriochele oculata	59	8.15	43.92	4. Eudorellopsis deformis	63	4.17	74.44
5. Spiophanes bombyx	57	7.87	51.80	5. Goniada maculata	35	2.32	76.75
6. Ophiuroidea spp. juv	41	5.66	57.46	6. Spiophanes bombyx	29	1.92	78.68
7. Scoloplos armiger	35	4.83	62.29	7. Nephtys longosetosa	23	1.52	80.20
8. Owenia fusiiformis	29	4.01	66.30	8. Owenia fusiiformis	22	1.46	81.66
9. Goniada maculata	24	3.31	69.61	9. Pholoe inornata	16	1.06	82.72
10. Echinoida spp. juv	19	2.62	72.24	10. Ophelia borealis	14	0.93	83.64
St.3	Number	%	Cum.%	St.4	Number	%	Cum.%
1. Myriochele oculata	1037	68.81	68.81	1. Myriochele oculata	379	44.59	44.59
2. Amphiuira filiformis	66	4.38	73.19	2. Amphiuira filiformis	81	9.53	54.12
3. Scoloplos armiger	42	2.79	75.98	3. Eudorellopsis deformis	55	6.47	60.59
4. Eudorellopsis deformis	36	2.39	78.37	4. Edwardsia sp.	41	4.82	65.41
5. Goniada maculata	33	2.19	80.56	5. Goniada maculata	32	3.76	69.18
6. Ampelisca macrocephala	22	1.46	82.02	6. Scoloplos armiger	21	2.47	71.65
7. Ophiura affinis	19	1.26	83.28	7. Cerianthus lloydii	19	2.24	73.88
8. Pholoe inornata	18	1.19	84.47	8. Nephtys longosetosa	14	1.65	75.53
9. Sphaerodorum gracilis	17	1.13	85.60	9. Owenia fusiiformis	13	1.53	77.06
10. Nephtys longosetosa	14	0.93	86.53	10. Diplocirrus glaucus	12	1.41	78.47
St.5	Number	%	Cum.%	St.6	Number	%	Cum.%
1. Amphiuira filiformis	74	16.05	16.05	1. Myriochele oculata	116	23.82	23.82
2. Eudorellopsis deformis	52	11.28	27.33	2. Amphiuira filiformis	58	11.91	35.73
3. Scoloplos armiger	51	11.06	38.39	3. Spiophanes bombyx	44	9.03	44.76
4. Spiophanes bombyx	30	6.51	44.90	4. Scoloplos armiger	34	6.98	51.75
5. Goniada maculata	23	4.99	49.89	5. Eudorellopsis deformis	27	5.54	57.29
6. Myriochele oculata	23	4.99	54.88	6. Nephtys longosetosa	22	4.52	61.81
7. Nephtys longosetosa	20	4.34	59.22	7. Goniada maculata	15	3.08	64.89
8. Chaetoderma spp.	18	3.90	63.12	8. Paradoneis lyra	14	2.87	67.76
9. Spiophanes kroeyeri	12	2.60	65.73	9. Phoronis muelleri	11	2.26	70.02
10. Owenia fusiiformis	12	2.60	68.33	10. Nemertea spp.	8	1.64	71.66
St.7	Number	%	Cum.%	St.8	Number	%	Cum.%
1. Amphiuira filiformis	70	17.68	17.68	1. Myriochele oculata	80	20.62	20.62
2. Goniada maculata	57	14.39	32.07	2. Eudorellopsis deformis	37	9.54	30.15
3. Eudorellopsis deformis	50	12.63	44.70	3. Echinoida spp. juv	34	8.76	38.92
4. Scoloplos armiger	40	10.10	54.80	4. Scoloplos armiger	28	7.22	46.13
5. Myriochele oculata	13	3.28	58.08	5. Amphiuira filiformis	28	7.22	53.35
6. Nemertea spp.	11	2.78	60.86	6. Goniada maculata	26	6.70	60.05
7. Spiophanes bombyx	11	2.78	63.64	7. Phaxos pellucidus	12	3.09	63.14
8. Phoronis muelleri	10	2.53	66.16	8. Phoronis muelleri	11	2.84	65.98
9. Levinsonia gracilis	9	2.27	68.43	9. Nephtys longosetosa	10	2.58	68.56
10. Chaetozona setosa	7	1.77	70.20	10. Chaetoderma nitidulum	10	2.58	71.13
St.9	Number	%	Cum.%	St.10	Number	%	Cum.%
1. Myriochele oculata	116	18.95	18.95	1. Amphiuira filiformis	40	10.36	10.36
2. Eudorellopsis deformis	69	11.27	30.23	2. Paramphionome jeffreysii	27	6.99	17.36
3. Amphiuira filiformis	54	8.82	39.05	3. Scoloplos armiger	23	5.96	23.32
4. Goniada maculata	52	8.50	47.55	4. Spiophanes bombyx	16	4.15	27.46
5. Scoloplos armiger	52	8.50	56.05	5. Nemertea spp.	13	3.37	30.83
6. Paramphionome jeffreysii	39	6.37	62.42	6. Nephtys longosetosa	13	3.37	34.20
7. Bathyporeia sp.	26	4.25	66.67	7. Goniada maculata	12	3.11	37.31
8. Edwardsia sp.	25	4.08	70.75	8. Aonides paucibranchiata	12	3.11	40.41
9. Mysella bidentata	18	2.94	73.69	9. Edwardsia sp.	10	2.59	43.01
10. Nephtys longosetosa	16	2.61	76.31	10. Tunicata spp.	10	2.59	45.60

Fordelingen (i %) av seks av de vanligste artene i regionen er vist i figur 4.1.1. *M. oculata* ble funnet i store antall i sentrale deler av de undersøkte områder. Størst antall ble observert på regional stasjon 3 og 2, som er lokalisert nær henholdsvis Tor og Gyda (som alle domineres av *M. oculata*). *Eudorellopsis deformis*, *Scoloplos armiger*, *Spiophanes bombyx*, *Amphiuira filiformis* og *Goniada maculata*, alle typiske for dette området, var jevnere fordelt i regionen og ble også funnet i mindre antall der *M. oculata* dominerte.

TEKNISK RAPPORT



Figur 4.1.1. Fordeling av *Myriochele oculata*, *Eudorellopsis deformis*, *Scoloplos armiger* og *Spiophanes bombyx* (antall individer/0.5 m²) på regional stasjoner, Region I 1999.

Figur 4.1.1 og 4.1.2 viser isolin-plott basert på antall individer på 0,5m². Det må understrekes at i disse plottene er det, avhengig av antall stasjoner, gjort noen justeringer og noen antagelser er tatt,. Dette betyr at i områder med få stasjoner er usikkerheten større enn i områder med mange stasjoner. Plottene gir likevel et overblikk over utvalgte arter i Ekofiskområdet.

TEKNISK RAPPORT

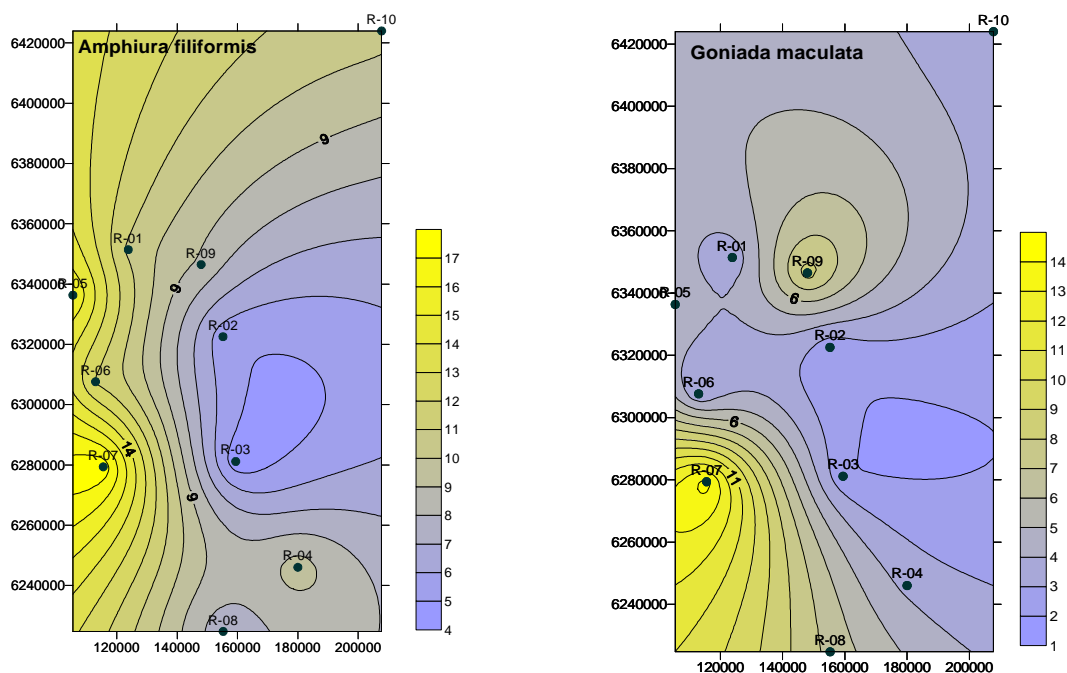
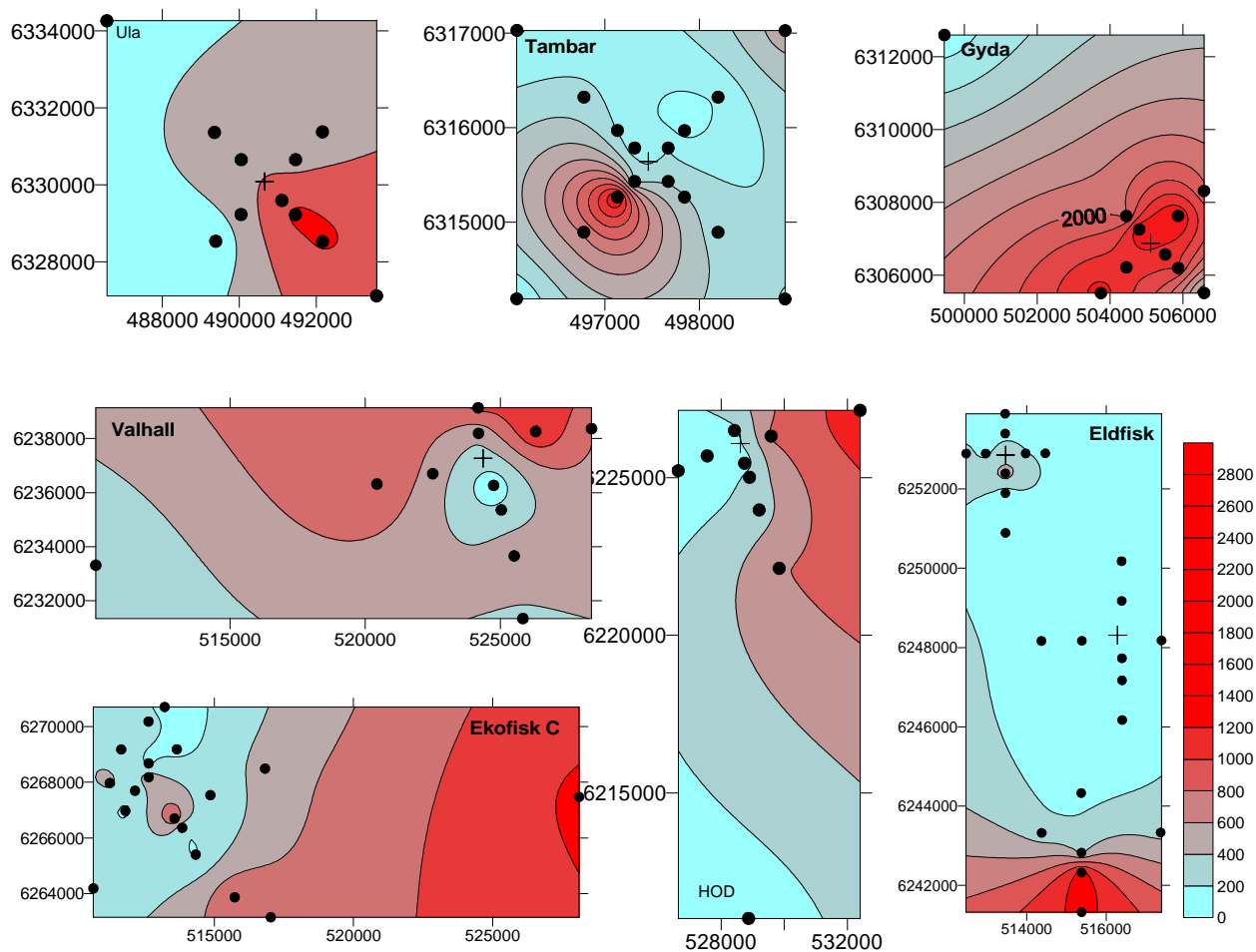


Figure 4.1.2. Distribution of *Amphiura filiformis* and *Goniada maculata* (numbers of ind./0.5 m²) at Regional stations, Region I 1999.

I dette området, som domineres av sand, er den tilgjengelige mengden av organisk materiale mindre enn i områder hvor pelit dominerer sedimentene. Dette fordi mestepartene av det organiske materialet i vannsøylen transporteres ut av området med strømmer (sand indikerer mer vannbevegelse). Selv om deposit feeders dominerer faunaen (dvs. *M. oculata* og *S. bombyx*) inneholder denne type sediment en høyere andel arter som også tar til seg føde som suspension feeders og carnivore feeders enn den fauna som lever på/i pelitisk sediment.

M. oculata har et pelagisk larvestadium og larvene kan sannsynligvis finne temporært ledige nisjer med lite predasjon og konkurranse. Når de er etablert vokser det opp midlertidige populasjoner med veldig høyt antall individer. Det har ikke vært observert noen korrelasjoner mellom antall individer på hver stasjon og nivået av hydrokarboner, metaller, dekaliner eller organisk materiale i sedimentene. De store mengdene av denne arten antas derfor å være tilfeldig og midlertidig. I områder hvor *M. oculata* dominerer, er utregningen av de forskjellige indekser og forskjellige analyser gjort på data med og uten *M. oculata*. I figur 4.1.3 er fordelingen av *M. oculata* for alle områder i regionen vist (untatt Yme, hvor *M. oculata* er skjelden), og det er ingen tydelig korrelasjon mellom avstand fra et felts sentrum og utbredelsen av *M. oculata*.

TEKNISK RAPPORT



Figur 4.1.3. Fordeling av *M. oculata* (antall individer./0.5 m²) på forskjellige felt i Region I, Ekofisk 1999.

De makrobentiske indekser fra regional stasjonene er listet i tabellen under.

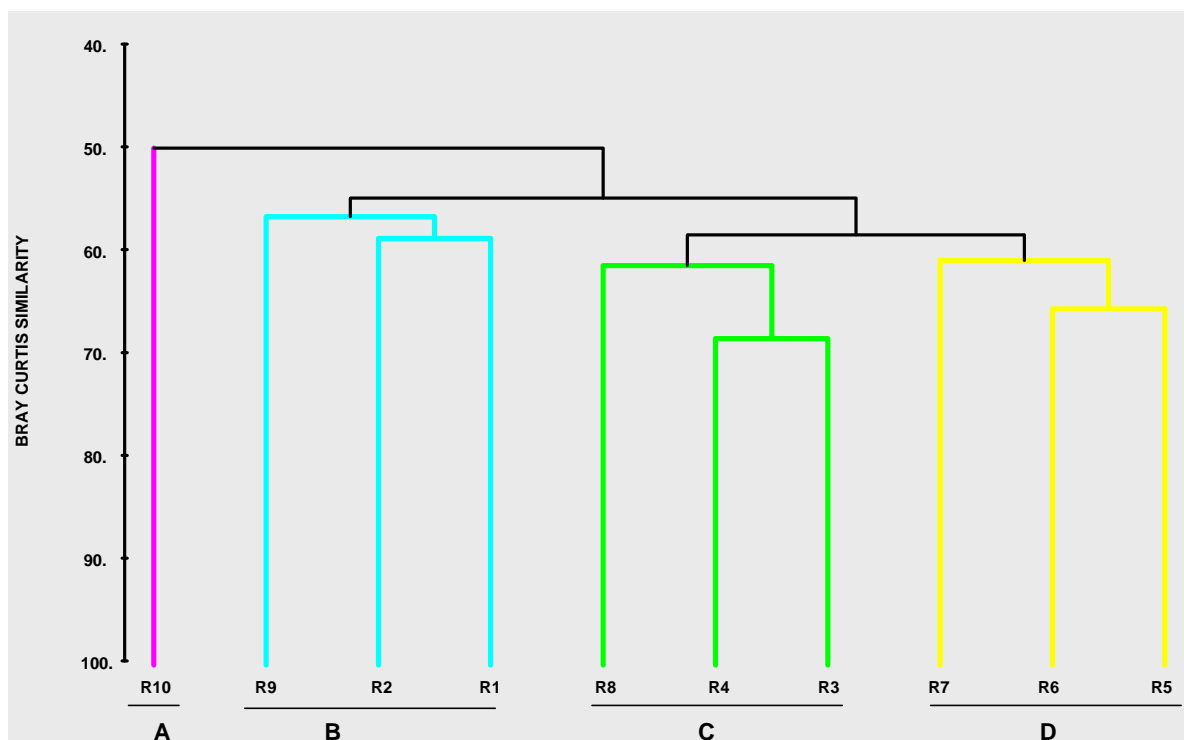
Antall individer (*N*) og arter (*S*), dybde, Shannon-Wiener diversitetsindeks (*H'*), Pielou's jevnhetsindeks (*J'*), og forventet antall arter pr. 100 individer (*ES*₁₀₀) for hver stasjon på Regional stasjoner, 1999. Incl. / excl. *M. oculata*.

Stasjon	Dybde	N	S	H'	J'	ES ₁₀₀
1	71	725/665	83	4.6/4.6	0.7/0.7	30.2/30.6
2	65	1510/609	85	3.0/5.0	0.5/0.8	22.6/37.4
3	69	1507/470	70	2.5/5.0	0.4/0.8	19.6/35.9
4	70	850/471	76	3.7/4.9	0.6/0.8	26.6/36.1
5	72	461/438	65	4.7/4.7	0.8/0.8	32.9/32.8
6	72	487/371	65	4.4/4.8	0.7/0.8	31.1/34.9
7	72	396/383	58	4.7/4.4	0.8/0.8	31.8/32.1
8	71	388/308	55	4.5/4.7	0.8/0.8	30.4/33.1
9	66	612/496	53	4.3/4.5	0.8/0.8	26.5/28.1
10	86	386/376	92	5.7/5.6	0.9/0.9	48.0/47.8

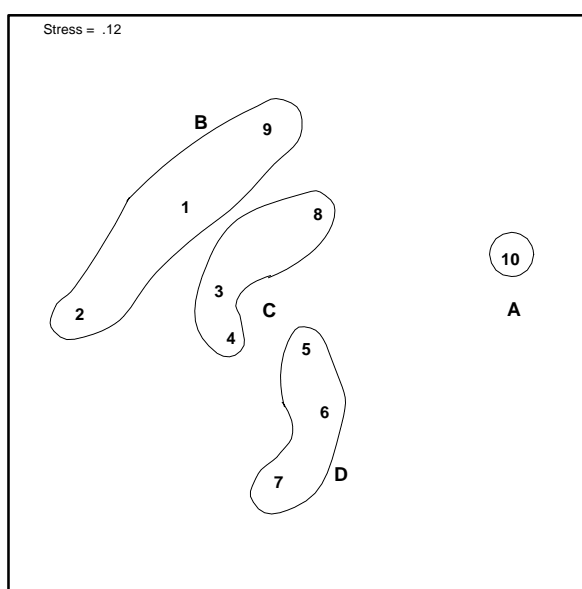
TEKNISK RAPPORT

Sammenlignet med 1996 undersøkelsen er diversitetsindeksen ganske lik (eks. *M. oculata*), men noe høyere i 1999 på regional stasjon 5 og 8. Ingen klar trend er synlig.

Figur 4.1.4 og 4.1.5 viser dendrogrammet fra clusteranalysene og MDS plottet. Resultatene er veldig like når den samme analysen gjøres uten den dominante arten *M. oculata* (ikke vist).



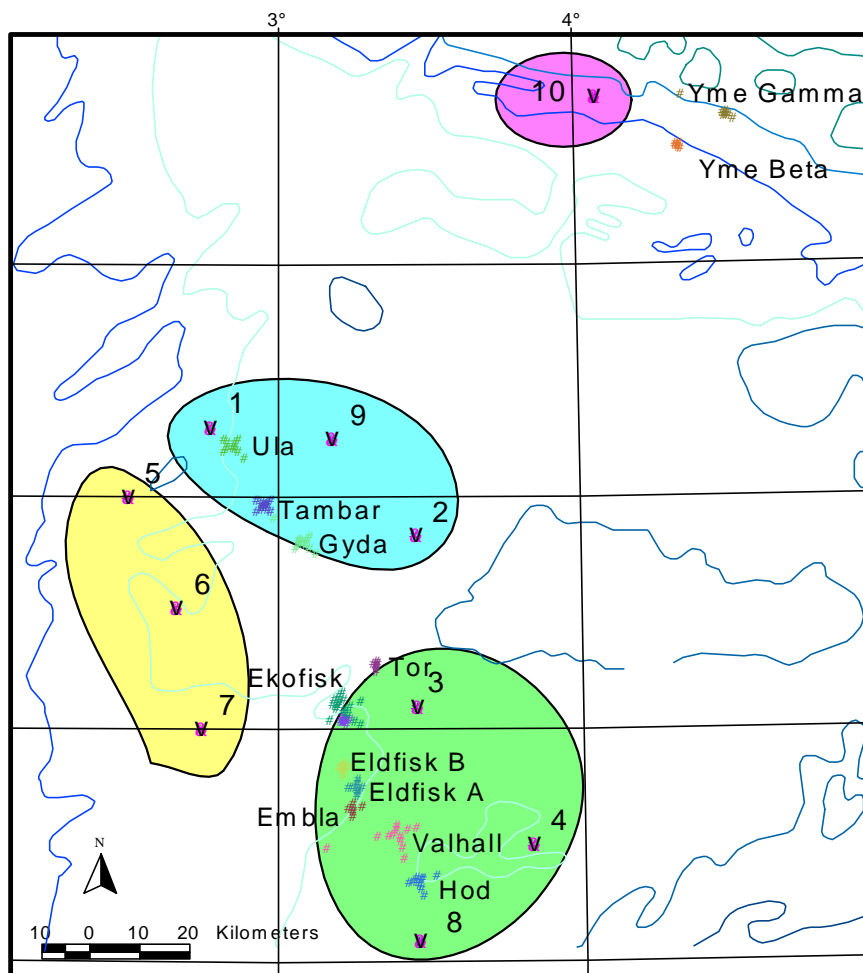
Figur 4.1.4. Dendrogram på stasjonsnivå, Regional stasjoner 1999. 4. rot transformasjon.



Figur 4.1.5. MDS-plott på stasjonsnivå, Regional stasjoner, 1999.

TEKNISK RAPPORT

Likhetene mellom gruppene B, C og D er stor. Utbredelsen av *M. oculata*, sammen med noen andre arter som er fraværende i en gruppe og funnet i ganske lite antall i andre, er hovedårsaken til at disse gruppene skiller seg fra hverandre.



Figur 4.1.6. Regional stasjoner separert i henhold til klassifikasjonsanalysen.

En sammenligning mellom 1996 og 1999 makrofaunaen avslørte at hovedforskjellen er høyt antall *M. oculata* i 1999 og *Heatozone setosa* i 1996.

Faunaen i Yme området er ganske forskjellig fra resten av Ekofisk regionen, hvor polychaeten *M. oculata* fantes i høyt antall og dominerte faunaen i noen områder, f.eks. Ula/Gyda området. Denne arten er likevel ikke en god indikatorart og på grunn av en tilsynelatende flekkvis fordeling vil tilstedeværelse av *M. oculata* overskygge andre mønstre i fauna dataene.

Alle regional stasjonene kan anses som uforstyrrete med en artssammensetning som er typisk for de sedimenttyper man finner i regionen.

TEKNISK RAPPORT

4.3 Ula

Sedimentene på Ula består i gjennomsnitt av 3,6 % pelit. Den gjennomsnittlige pelit konsentrasjonen er omtrent den samme som i den forrige undersøkelsen i 1996. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,65 % til 0,81 %. Resultatene er tilsvarende som i 1996.

THC nivåene er lave, og middelveiden varierer fra 3,3 mg/kg til 5,0 mg/kg. Bare en stasjon ved 500 m er analysert, stasjon 19, 135°/500m. Denne stasjonen er fremdeles forurensset av hydrokarboner siden litt forhøyde THC nivåer er funnet nedover i sedimentet i 36 cm laget. Forhøyde nivåer av dekaliner er også funnet i denne sedimentprøven. THC konsentrasjonene fra 1000 m og utover er lave, og forhøyde THC nivåer er ikke funnet. Området som er forurensset av hydrokarboner rundt Ula, ligger derfor innenfor 1000m fra plattformen. THC nivåene har avtatt siden 1996. NPD og PAH nivåene er lave på de tre stasjonene som er analysert, og forhøyde konsentrasjoner er ikke funnet.

Ba konsentrasjonene varierer fra 36 mg/kg på referansestasjonen til 612 mg/kg på stasjon 19, 135°/500m. Stasjonene med de høyeste verdier i 1996 er ikke analysert nå. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på 1000m stasjonene i alle fire retninger, og også på 2000m stasjonen i 135° og 225° retningene. Ba nivåene har avtatt på 1000m stasjonene siden 1996. Det er funnet en vertikal transport av Ba nedover i sedimentet. Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, og bare på en stasjon er det funnet en litt forhøyd Zn verdi.

De kjemiske resultater er i overensstemmelse med boreaktivitetene. Det har ikke vært utslipp på Ula siden undersøkelsen i 1996.

Tabell 4.2.1. Ula, pelit og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Pelit		TOM		THC		NPD		PAH		Dekaliner	
		1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.3	45°/2000 m	3,8	-	0,67	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-
St.4	45°/1000 m	2,6	3,0	0,71	0,81	4,4	10,2	-	-	-	-	-	-
St.9	225°/1000 m	2,7	3,2	0,70	0,89	3,3	9,2	-	-	-	-	-	-
St.10	225°/2000 m	3,4	-	0,78	-	4,3	-	-	-	-	-	-	-
St.14	315°/2000 m	2,9	-	0,75	-	4,7	-	-	-	-	-	-	-
St.15	315°/1000 m	6,0	3,3	0,65	0,84	4,6	9,8	-	-	-	-	-	-
St.19	135°/ 500 m	3,8	3,0	0,74	0,88	5,0	17,3	0,020	0,125	0,029	0,080	nd	0,629
	1-3 cm					6,8	16,5	0,022	0,047	0,038	0,040	nd	0,198
	3-6 cm					10,4	11,0	0,035	0,030	0,065	0,217	0,198	0,192
St.20	135°/1000 m	3,8	2,1	0,81	1,16	4,7	11,0	-	-			-	-
St.21	135°/2000 m	3,4	2,7	0,70	0,80	4,4	4,7	0,036	0,013	0,033	0,036	nd	0,064
	1-3 cm					4,8	7,1	0,019	0,026	0,032	0,067	nd	0,206
	3-6 cm					4,6	9,6	0,022	0,047	0,038	0,154	nd	0,156
St.22	135°/4000 m	3,3	-	0,71	-	4,1	-	-	-	-	-	-	-
Ref.	315°/6000 m	3,5	2,5	0,71	0,82	4,1	4,2	0,022	0,012	0,034	0,054	nd	nd
	1-3 cm					5,0	2,6	0,021	0,021	0,040	0,080	nd	0,082
	3-6 cm					4,6	7,1	0,026	0,028	0,057	0,157	nd	0,077

:- ikke analysert nd: ikke funnet, deteksjonsgrensen for dekaliner er 50 µg/kg

TEKNISK RAPPORT

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

Stasjon		Ba		Cr		Cu		Hg		Pb		Zn	
		1999	1996	1999	1999	1996	1999	1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.3	45°/2000 m	55	-	5,7	0,5	-	-	6,3	-	5,2	-		
St.4	45°/1000 m	135	378	5,8	0,6	0,9	-	7,3	8,7	5,5	6,6		
St.9	225°/1000 m	162	626	5,9	0,5	0,6	-	5,6	8,3	5,7	7,5		
St.10	225°/2000 m	130	-	6,2	0,5	-	-	7,4	-	5,7	-		
St.14	315°/2000 m	56	-	6,2	0,7	-	-	7,0	-	6,1	-		
St.15	315°/1000 m	187	253	6,3	0,7	0,3	-	8,1	7,7	17,2	6,7		
St.19	135°/ 500 m	612	704	6,2	0,8	1,4	0,02	9,2	10,8	8,4	10,9		
	1-3 cm	1150	-	5,8	1,1	-	0,02	9,6	-	9,1	-		
	3-6 cm	1210	-	6,1	0,9	-	0,01	8,6	-	7,0	-		
St.20	135°/1000 m	279	417	5,8	0,6	1,2	-	6,7	8,3	5,7	7,3		
St.21	135°/2000 m	50	131	5,5	0,6	1,4	0,02	6,2	6,8	4,9	5,9		
	1-3 cm	117	-	5,8	0,7	-	nd	6,7	-	5,4	-		
	3-6 cm	338	-	6,5	1,0	-	0,04	7,6	-	7,0	-		
St.22	135°/4000 m	36	-	6,7	0,6	-	-	7,0	-	5,3	-		
Ref.	315°/6000 m	33	60	6,9	0,6	0,5	0,01	7,3	6,9	5,6	6,0		
	1-3 cm	41	-	6,9	0,6		0,01	7,4	-	5,9	-		
	3-6 cm	160	-	7,8	0,8		0,02	8,4	-	7,4	-		

-: ikke analysert Cd er ikke funnet Cr er ikke analysert i1996

Biologi

Vanndybden og sedimentstrukturen i det undersøkte området gjenspeiles i en relativ uniform fauna. Polychaeten *M. oculata* dominerte de fleste av stasjonene (6-51%), mens *E. deformis*, *D. arietina* og *A. filiformis* utgjorde 3 til 16% på enkelte stasjoner.

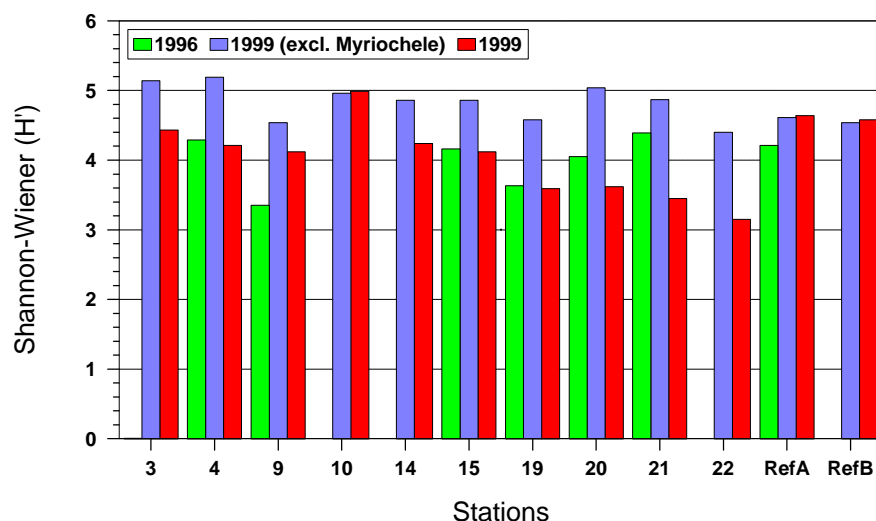
Utbredelsen av *M. oculata* var størst i 135° retningen på 1000, 2000 og 4000m stasjonene. Denne arten hadde stor påvirkning på diversiteten, som vist i tabellen under.

Antall individer (N) og arter (S), dybde, Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Pielou's jevnhetsindeks (J) og forventet antall arter pr. 100 individer (ES₁₀₀) for hver stasjon på Ula 1999. Incl / eks. *M. oculata*.

Stasjon	Dyp	N	S	H'	J'	ES ₁₀₀
3 - 45°/2000m	72	876/603	80	4.4/5.1	0.7/0.8	31.8/37.5
4 - 45°/1000m	70	872/548	83	4.2/5.2	0.6/0.8	30.6/37.9
9 - 225°/1000m	69	1046/753	82	4.1/4.5	0.6/0.7	27.2/31.1
10 - 225°/2000m	72	884/832	85	5.0/5.0	0.8/0.8	34.2/34.2
14 - 315°/1000m	69	1089/748	90	4.2/4.9	0.6/0.7	29.0/34.2
15 - 315°/2000m	70	1091/714	84	4.1/4.9	0.6/0.8	27.9/33.7
19 - 135°/500m	72	1202/682	80	3.6/4.6	0.6/0.7	23.1/29.6
20 - 135°/1000m	72	1326/691	96	3.6/5.0	0.5/0.8	26.2/36.6
21 - 135°/2000m	70	1241/625	77	3.4/4.9	0.5/0.8	24.3/33.4
22 - 135°/4000m	70	1047/513	65	3.1/4.4	0.5/0.7	21.0/30.3
RefA- 315°/6000m	71	725/665	83	4.6/4.6	0.7/0.7	30.2/30.6
RefB	71	662/655	78	4.6/4.5	0.7/0.7	30.8/30.3

TEKNISK RAPPORT

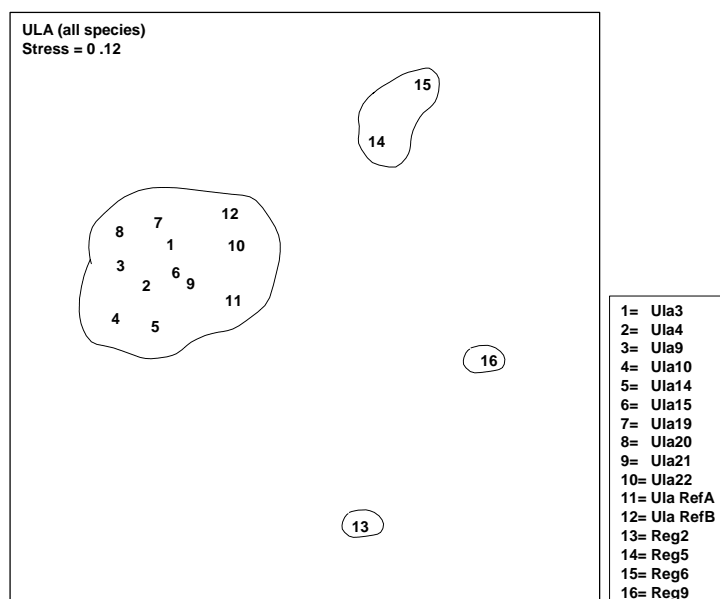
Antall arter har økt på alle stasjoner siden 1996 og diversiteteten (eks. *M. oculata*) er generelt høyere i 1999 enn i 1996.



Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på Ula, 1996 and 1999.

Ingen jevnlig utslipp har vært rapportert siden 1996 og den eneste stasjonen med forhøyet THC og Ba nivå var stasjon 19 (135/500m). Biologisk var ikke denne stasjonen forskjellig fra de andre.

Polychaeten *Myriochele oculata* dominerer faunaen på Ula og dermed "kontrollerer" diversiteten. Det virker ikke som fordelingen av denne arten følger noen gradient fra noe installasjonsentrum på Ekofisk. Den kan dominere nær en installasjon like godt som 2000 eller 4000m fra et sentrum. Bortsett fra *Myriochele oculata* regnes faunaen i det undersøkte området (bare en stasjon er nærmere enn 1000m fra installasjonen) som uforstyrret. De multivariate analysene støtter inntrykket av et upåvirket makrobentisk samfunn.



MDS-plott på stasjonsnivå, Ula 1999. 4. rot transformasjon.

TEKNISK RAPPORT

4.3 Gyda

Sedimentene på Gyda består i gjennomsnitt av 3,5 % pelit. Pelit konsentrasjonen har økt litt siden den forrige undersøkelsen i 1996, men ligner gjennomsnittet på de Regionale stasjonene. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,61 % til 0,78 %. Resultatene er tilsvarende som i 1996.

THC nivåene er lave, og middelerverdiene varierer fra 3,4 mg/kg til 9,2 mg/kg. Bare en stasjon har forhøyde THC konsentrasjoner, stasjon 19, 135°/500m. På denne stasjonen har den vertikale transporten av hydrokarboner økt siden 1996. 15,0 mg/kg og 16,6 mg/kg er funnet i henholdsvis 1-3 cm laget og i 3-6 cm laget. Forhøyde nivåer er ikke funnet på stasjon 9, 225°/1000m, den mest forurensede stasjonen i 1996. Bortsett fra nedgangen i THC konsentrasjonen på stasjon 9 og den vertikale transporten på stasjon 19, er det bare mindre forandringer siden 1996. NPD konsentrasjonene er litt forhøyde på begge stasjonene som er analysert, stasjon 19 og stasjon 21, og en økning er funnet siden 1996. Forhøyde NPD og PAH konsentrasjoner er også funnet i 43 cm sedimentlaget på stasjon 19. Dekaliner er også funnet på stasjon 19, med de høyeste konsentrasjonene i 3-6 cm laget. Dette resultatet er det samme som i 1996.

Ba konsentrasjonene varierer fra 29 mg/kg på stasjon 3, 45°/2000m til 379 mg/kg på stasjon 19, 135°/500m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på tre stasjoner i 135° retningen, ved 500m, 1000m og 2000m. Ba nivåene har avtatt siden 1996. En vertikal transport av Ba ned i sedimentet er funnet. Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, og forhøyde verdier er ikke funnet.

De kjemiske resultater er i overensstemmelse med reduserte boreaktiviteter på Gyda siden forrige undersøkelse. Imidlertid er NPD og dekalin konsentrasjonene fremdeles forholdsvis høye, og dette kan tyde på at utslipp er foretatt.

Tabell 4.3.1. Gyda, pelit og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Pelit		TOM		THC		NPD		PAH		Decalins	
		1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.3	45°/2000 m	4,0	1,3	0,65	0,68	3,4	3,9	-	-	-	-	-	-
St.4	45°/1000 m	4,5	1,9	0,62	0,68	3,6	6,6	-	-	-	-	-	-
St.9	225°/1000 m	1,7	2,9	0,68	0,80	4,4	25,7	-	-	-	-	-	-
St.10	225°/2000 m	3,7	2,8	0,67	0,80	3,4	7,3	-	-	-	-	-	-
St.15	315°/1000 m	3,3	3,2	0,69	0,75	4,0	8,5	-	-	-	-	-	-
St.16	315°/ 500 m	3,3	2,1	0,78	0,71	4,1	3,0	-	-	-	-	-	-
St.19	135°/ 500 m	2,5	2,8	0,61	0,65	9,2	7,4	0,043	0,012	0,028	0,028	0,401	0,304
	1-3 cm					15,0	2,2	0,187	0,010	0,155	0,023	0,456	0,504
	3-6 cm					16,6	9,9	0,025	0,035	0,010	0,174	0,834	1,720
St.20	135°/1000 m	3,3	2,4	0,72	0,70	7,4	5,5	-	-	-	-	-	-
St.21	135°/2000 m	4,8	1,4	0,73	0,84	4,3	3,6	0,078	0,007	0,040	0,044	nd	0,091
	1-3 cm					4,8	3,8	0,021	0,006	0,040	0,047	nd	0,133
	3-6 cm					5,5	8,4	0,026	0,033	0,040	0,158	0,060	0,249
Ref.	315°/8000 m	3,7	3,0	0,74	0,97	3,7	5,6	0,018	0,015	0,038	0,056	nd	0,075
	1-3 cm					3,0	4,4	0,016	0,026	0,031	0,093	nd	0,136
	3-6 cm					4,6	7,0	0,018	0,019	0,037	0,078	nd	0,074

-: ikke analysert nd: ikke funnet

TEKNISK RAPPORT

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

Stasjon		Ba		Cd	Cr	Cu		Hg	Pb		Zn	
		1999	1996	1999	1999	1999	1996	1999	1999	1996	1999	1996
St.3	45°/2000 m	29	111	nd	6,0	<0,3	<0,6	-	6,2	6,4	4,4	4,9
St.4	45°/1000 m	60	290	nd	5,7	1,0	<0,6	-	6,3	6,1	4,1	8,1
St.9	225°/1000 m	105	482	nd	6,2	0,7	1,2	-	6,3	5,6	4,7	11,7
St.10	225°/2000 m	42	226	nd	6,5	0,4	0,9	-	6,0	6,3	4,3	7,1
St.15	315°/1000 m	60	215	nd	6,5	0,8	<0,6	-	7,0	6,6	4,6	5,3
St.16	315°/ 500 m	84	218	nd	6,6	0,6	1,1	-	7,4	6,5	5,6	6,2
St.19	135°/ 500 m	379	935	nd	6,1	0,7	1,0	nd	6,2	5,7	5,3	5,7
	1-3 cm	382	-	nd	6,0	0,6	-	0,01	5,7	-	4,6	-
	3-6 cm	320	-	0,03	6,5	0,5	-	0,03	5,6	-	6,8	-
St.20	135°/1000 m	189	219	0,03	6,4	0,5	<0,6	-	6,5	5,9	4,7	5,0
St.21	135°/2000 m	159	167	0,02	7,0	0,5	<0,6	0,02	7,1	6,2	4,7	5,0
	1-3 cm	103	-	0,02	7,2	0,5	-	0,02	6,9	-	4,6	-
	3-6 cm	276	-	0,02	7,4	0,7	-	0,02	8,5	-	7,2	-
Ref.	315°/8000 m	47	63	nd	7,1	0,5	0,6	0,02	6,5	6,0	5,5	5,8
	1-3 cm	46	-	nd	6,9	0,5	-	0,01	6,7	-	4,5	-
	3-6 cm	112	-	0,02	7,7	0,7	-	0,02	7,1	-	6,7	-

-: ikke analysert nd: ikke funnet Cr er ikke analysert i 1996

Biologi

De ti mest forekommende artene utgjør mellom 52% og 79,6% av totalt antall individer. Polychaeten *Myriochele oculata* var ekstremt dominerende på alle stasjoner, mens *Eudorellopsis deformis*, *Ditrupa arietina* og *Amphiura filiformis* forekom vanlig på de fleste stasjoner. Antallet av *M. oculata* var ekstremt høyt og mer enn 2000 individer ble samlet på hver stasjon bortsett fra referansestasjonen hvor tettheten var noe lavere. *M. oculata* påvirker åpenbart diversitetsindeksene til stasjonene og i området (se tabell under).

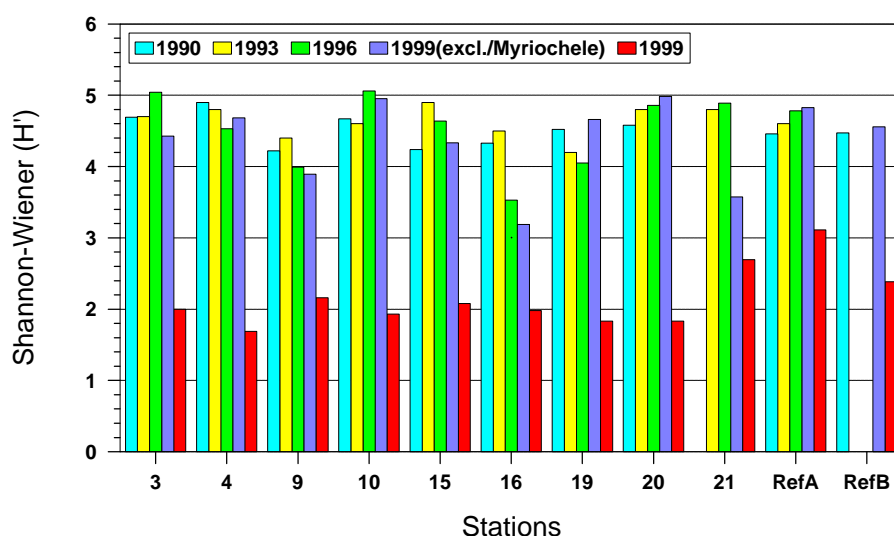
Antall individer (N) og arter (S), dyp, Shannon-Wiener diversitet indeks (H'), Pielou's evenness indeks (J) og forventet artsantall pr. 100 individer (ES₁₀₀) for hver stasjon på Gyda 1999.

Stasjon	Dyp	N	S	H'	J'	ES ₁₀₀
3 - 45° /2000	66	2762/727	69	2.0/4.4	0.3/0.7	15.3/31.5
4 - 45° /1000	67	3535/723	77	1.7/4.7	0.3/0.8	13.7/31.5
9 - 225° /1000	65	3579/1154	81	2.2/3.9	0.3/0.6	14.9/26.7
10 - 225° /2000	67	3516/817	83	1.9/5.0	0.3/0.8	15.9/34.2
15 - 315° /1000	67	2750/775	73	2.1/4.3	0.3/0.7	15.4/30.4
16 - 315° /500	67	4160/1387	76	2.0/3.2	0.3/0.5	12.7/22.8
19 - 135° /500	67	3194/726	70	1.8/4.7	0.3/0.8	14.7/31.1
20 - 135° /1000	67	3077/665	82	1.8/5.0	0.3/0.8	15.3/35.3
21 - 135° /2000	67	2244/1064	87	2.7/3.6	0.4/0.6	17.6/26.9
RefA - 315°/8000	67	1037/456	74	3.1/4.8	0.5/0.8	23.0/36.1
RefB - 315°/8000	67	1108/359	61	2.4/4.6	0.4/0.8	17.8/33.0

TEKNISK RAPPORT

Diversiteten (inkl. *M. oculata*) var svært lav på alle stasjoner, selv på referansestasjonen. Når *M. oculata* ble utelatt fra data ved beregning av diversitet varierte denne mellom 3,2 to 5,0.

Antall arter funnet i denne undersøkelsen har økt sammenlignet med tidligere undersøkelser. Imidlertid følger ikke diversiteten (ekskl. *M. oculata*) samme tendens. På noen stasjoner har den økt, mens den har gått ned på andre stasjoner. Nedgangen i diversitet var spesielt påfallende på stasjon 16 og 21.



Shannon-Wiener diversitets indeks (H') at Gyda, 1990, 1993, 1996 and 1999.

De multivariate analyser støtter inntrykket av et ensartet makrobenthisk samfunn, og stasjonene 16, 21 og 9 (hvor diversiteten var noe lavere) skilte seg ikke ut i analysene.

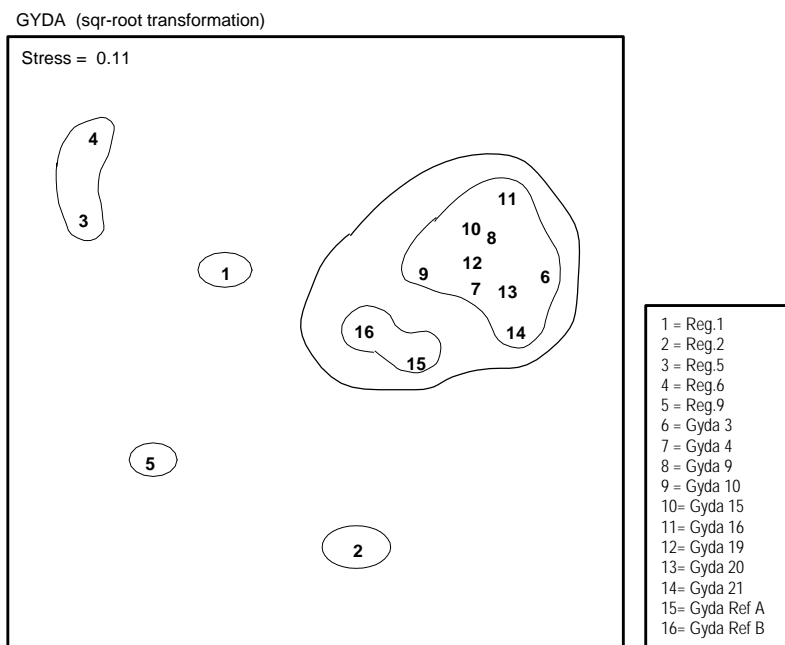
THC og metall innholdet er generelt lav med noe kontaminering av THC og Ba på stasjon 19. Imidlertid var bunndyrssamfunnet på denne stasjonen overveiende likt de øvrige stasjoner og skilte seg ikke ut i de multivariate analysene.

Dendrogrammer og MDS plott ga sammenlignbare resultater når den dominante arten *M. oculata* ble ekskludert fra analysene og når andre transformasjoner ble benyttet. Resultatene er i samsvar med 1996 undersøkelsen hvor CCA-analysene viste en gradient som ikke kunne relateres til en gradient i kontamineringen (Mannvik et. al.1997).

Siden 1996 har utslippene fra installasjonene blitt redusert, og konsentrasjonene av THC og metaller har gått ned. De tre nærmeste stasjonene ble ansett som moderat forstyrret i 1996, og to av disse stasjonene som også ble undersøkt i år (stasjon 9 og 16) kan fortsatt betraktes som forstyrret.

Totalt sett er makrofaunaen på Gyda dominert av polychaeten *M. oculata*. Denne arten "kontrollerer" diversiteten. Hvis denne arten utelukkes fra analysene, får man relativt høye diversitetsindekser på samtlige stasjoner. Imidlertid har stasjon 16 (315°/500m), 21 (135°/2000m) og 9 (225°/1000m) noe redusert diversitet, men bare stasjon 21 har forhøyet konsentrasjon av NPD. Konklusjonen fra denne undersøkelsen er at makrofaunaen kan betraktes som uforstyrret, bortsett fra tre stasjoner hvor redusert diversitet indikerer påvirkning.

TEKNISK RAPPORT



MDS-plott av stasjoner, Gyda 1999. Fjerderot rot transformasjon.

4.4 Valhall

Sedimentene på Valhall består i gjennomsnitt av 4,1 % pelit. Den gjennomsnittlige pelit konsentrasjonen er den samme som i den forrige undersøkelsen i 1996, men en liten nedgang er funnet på referansestasjonen. Innholdet av totalt organisk materiale er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,4 % til 1,1 %. Resultatene er tilsvarende som i 1996.

Middelverdien av THC varierer fra 5,1 mg/kg på referansestasjonen til 65 mg/kg på stasjon 9, 164°/1000m. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet ut til 2000 m.

Olefiner er ikke funnet i noen av prøvene. Dette er en nedgang siden 1996, hvor de høyeste konsentrasjonene var 88 mg/kg på stasjon 16*, 254°/1000m.

Sammenlignet med undersøkelsen i 1996, er det funnet en betydelig nedgang i THC konsentrasjonen på stasjon 16*, 254°/1000m, fra 137 mg/kg i 1996 til 34 mg/kg i 1999. Dette skyldes sannsynligvis nedgangen i olefin konsentrasjonene, siden olefiner er inkludert i THC resultatene. En liten økning i THC innholdet er funnet på stasjon 9, 164°/1000m, fra 42 mg/kg i 1996 til 65 mg/kg i 1999. På de andre stasjonene er THC konsentrasjonene tilsvarende som i 1996. Forurensning av THC er også funnet i de vertikale sedimentlagene på stasjon 9, 164°/1000m, og konsentrasjonene har økt siden 1996.

Forhøyde nivåer av NPD, PAH og alkaliner er funnet på stasjon 9, 164°/1000m, både i det øverste 0-1 cm laget og i 1-3 cm og 3-6 cm lagene. Konsentrasjonene er hovedsakelig de samme som i 1996.

Ba konsentrasjonene varierer fra 47 mg/kg på referansestasjonen til 2160 mg/kg på stasjon 9, 164°/1000m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene, bortsett fra

TEKNISK RAPPORT

referansestasjonen. Dette betyr ut til 2000m i 344° retningen, ut til 4000m i 74° og 254° retningene og ut til 6000m i 164° retningen. Det er funnet en liten nedgang siden 1996, men konsentrasjonene er fremdeles relativt høye. Det er funnet en vertikal transport av Ba ned i sedimentene. Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, og litt forhøyde verdier av Zn og Pb er funnet på noen stasjoner.

De kjemiske resultatene stemmer ikke helt med boreaktivitetene på Valhall. Olefiner er ikke funnet i sedimentene, noe som kunne forventes ut fra utslipp av store mengder pseudo-oljebasert borekaks.

Tabell 4.4.1. Valhall, pelit og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Pelit		TOM		THC		Olefiner		NPD		PAH		Dekaliner	
		1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.4	74°/2000 m	5,5	4,0	0,41	0,87	10,8	14,9	nd	1,7	-	-	-	-	-	-
St.5	74°/4000 m	1,3	4,5	0,74	0,86	7,9	7,6	-	-	-	-	-	-	-	-
St.9	164°/1000 m	4,1	4,7	0,90	1,09	65,0	41,8	nd	3,0	0,084	0,078	0,080	0,074	0,782	0,476
	1-3 cm					80,5	50,7	nd		0,105	0,141	0,156	0,096	2,040	1,310
	3-6 cm					48,7	11,4	nd		0,090	0,054	0,165	0,122	1,320	0,192
St.10	164°/2000 m	3,4	3,6	0,76	0,89	11,0	13,2	nd	0,3	-	-	-	-	-	-
St.11	164°/4000 m	4,5	5,3	0,79	0,87	8,5	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-
St.12	164°/6000 m	2,4	3,6	0,71	0,81	5,7	5,7	-	-	0,011	0,020	0,034	0,035	nd	nd
	1-3 cm					6,2	6,1			0,012	0,024	0,036	0,139	nd	nd
	3-6 cm					8,7	8,2			0,026	0,029	0,064	0,054	nd	nd
St.16*	254°/1000 m	4,5	3,6	0,90	1,15	34,0	137	nd	88,2	-	-	-	-	-	-
St.16	254°/2000 m	4,7	-	0,69	-	10,2	-	nd	-	-	-	-	-	-	-
St.17	254°/4000 m	4,2	4,3	0,71	0,84	6,7	6,8	nd	-	-	-	-	-	-	-
St.22	344°/1000 m	4,8	5,4	0,84	0,99	14,9	22,4	-	1,4	-	-	-	-	-	-
St.23	344°/2000 m	6,1	4,1	1,13	0,95	8,2	8,7	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref.	254°/15000 m	3,2	4,7	0,74	0,81	5,1	6,1	-	-	0,015	0,028	0,048	0,049	nd	0,055
	1-3 cm					6,4	3,7			0,020	0,054	0,063	0,059	nd	0,119
	3-6 cm					7,2	5,5			0,026	0,051	0,085	0,085	nd	0,056

-: ikke analysert nd: ikke funnet

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

Stasjon		Ba		Cd	Cr	Cu		Hg	Pb		Zn	
		1999	1996	1999	1999	1999	1996	1999	1999	1996	1999	1996
St.4	74°/2000 m	578	1040	nd	7,5	0,8	0,8	-	9,8	8,9	7,6	3,7
St.5	74°/4000 m	139	182	nd	7,7	0,6	0,7	-	9,0	7,6	6,2	3,4
St.9	164°/1000 m	2160	2420	nd	7,8	1,2	1,2	0,02	10,8	10,3	8,7	6,1
	1-3 cm	1910	-	nd	8,0	1,1	-	0,02	11,3	-	10,0	-
	3-6 cm	989	-	0,02	9,6	1,2	-	0,03	11,4	-	11,7	-
St.10	164°/2000 m	533	756	nd	7,5	0,7	<0,6	-	11,5	11,5	7,0	3,5
St.11	164°/4000 m	129	159	nd	8,1	0,6	<0,6	-	9,5	8,0	6,6	2,9
St.12	164°/6000 m	52	94	nd	7,3	0,4	<0,6	0,02	7,2	6,4	5,4	2,5
	1-3 cm	90	-	nd	7,6	0,5	-	0,08	7,7	-	6,2	-
	3-6 cm	201	-	nd	8,0	0,6	-	0,02	8,0	-	6,8	-
St.16*	254°/1000 m	1050	2070	nd	9,2	1,9	1,6	-	11,5	10,9	12,2	7,8
St.16	254°/2000 m	405	-	nd	7,3	0,6	-	-	9,3	-	7,0	-

TEKNISK RAPPORT

St.17 254°/4000 m	102	179	nd	7,8	0,5	0,6	-	9,3	7,8	6,4	3,0
St.22 344°/1000 m	1150	774	nd	8,3	1,2	0,9	-	11,6	11,0	10,7	5,5
St.23 344°/2000 m	220	452	0,03	8,7	1,2	0,8	-	8,5	10,0	10,4	3,6
Ref. 254°/15000 m	47	67	nd	8,1	0,5	0,6	0,02	8,1	7,0	6,1	3,3
1-3 cm	68	-	nd	8,1	0,5	-	0,02	8,3	-	6,4	-
3-6 cm	139	-	nd	8,8	1,0	-	0,02	9,3	-	8,1	-

:- ikke analysert nd: ikke funnet Cr er ikke analysert i 1996

Biologi

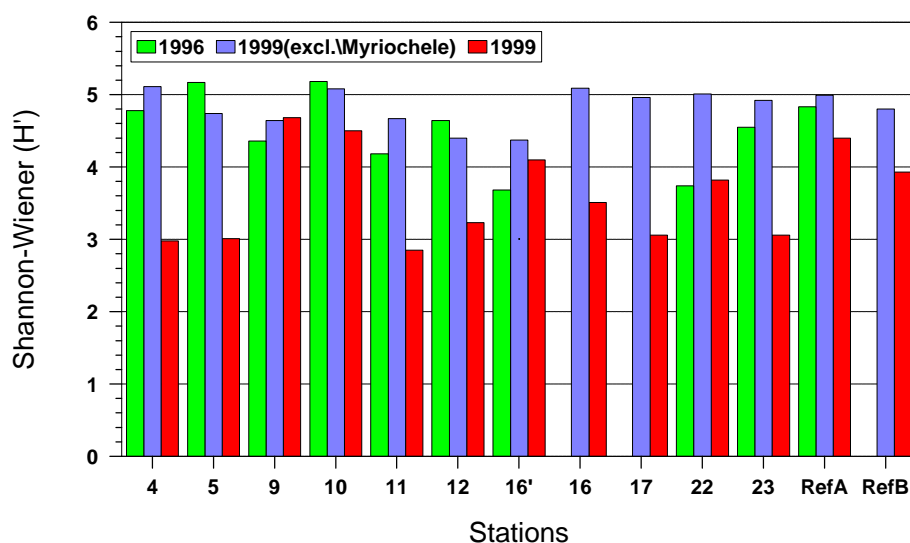
De ti vanligste artene utgjorde mellom 65% og 85% av det totale individantallet. Polychaeten *Myriochele oculata* dominerte på nesten alle stasjoner, mens *Eudorellopsis deformis*, *Ditrupa arietina* og *Amphiura filiformis* ble funnet å være vanlige på de fleste stasjoner. *M. oculata* påvirker i stor grad diversiteten på stasjonene (se tabell under).

Dybde, antall individer (N) og arter (S), Shannon-Wiener diversity indeks (H'), Pielou's evenness indeks (J) og forventet artsantall pr. 100 individer (ES₁₀₀) for hver stasjon, VALHALL 1999. inkl./ ekskl. *M. oculata*.

Srasjon	Dyp	N	S	H'	J'	ES ₁₀₀
4 – 74°/2000m	69	1684/663	71	3.0/5.1	0.5/0.8	23.3/35.4
5 – 74°/4000m	68	1046/447	60	3.0/4.7	0.5/0.8	22.1/32.7
9 – 164°/1000m	71	679/632	66	4.7/4.6	0.8/0.8	32.7/32.8
10 – 164°/2000m	72	879/630	67	4.5/5.1	0.7/0.8	32.2/36.5
11 – 164°/4000m	71	900/361	57	2.9/4.7	0.5/0.8	20.9/32.4
12 – 164°/6000m	71	726/367	49	3.2/4.4	0.6/0.8	21.8/29.0
16* - 254°/1000m	70	861/651	58	4.1/4.4	0.7/0.8	25.8/28.3
16 – 254°/2000m	69	1042/514	68	3.5/5.1	0.6/0.8	26.5/36.9
17 – 254°/4000m	69	1341/562	71	3.1/5.0	0.5/0.8	23.6/35.9
22 – 344°/1000m	72	1036/586	67	3.8/5.0	0.6/0.8	27.5/35.1
23 – 344°/2000m	72	1470/620	80	3.1/4.9	0.5/0.8	23.1/36.2
RefA – 254°/15000m	70	572/404	75	4.4/5.0	0.7/0.8	32.7/38.9
RefB – 254°/15000m	70	700/433	69	3.9/4.8	0.6/0.8	26.9/33.6

Diversitetsindeksen (inkl. *M. oculata*) varierte fra 2,9 to 4,7. Når *M. oculata* ble fjernet fra analysene, ble imidlertid diversitetsindeksen i området fra 4,4 to 5,1. Antall arter og individer har sunket på nesten alle stasjoner sammenlignet med 1996, men diversitetsindeksen (eks. *M. oculata*) er sammenlignbar med tidligere undersøkelser.

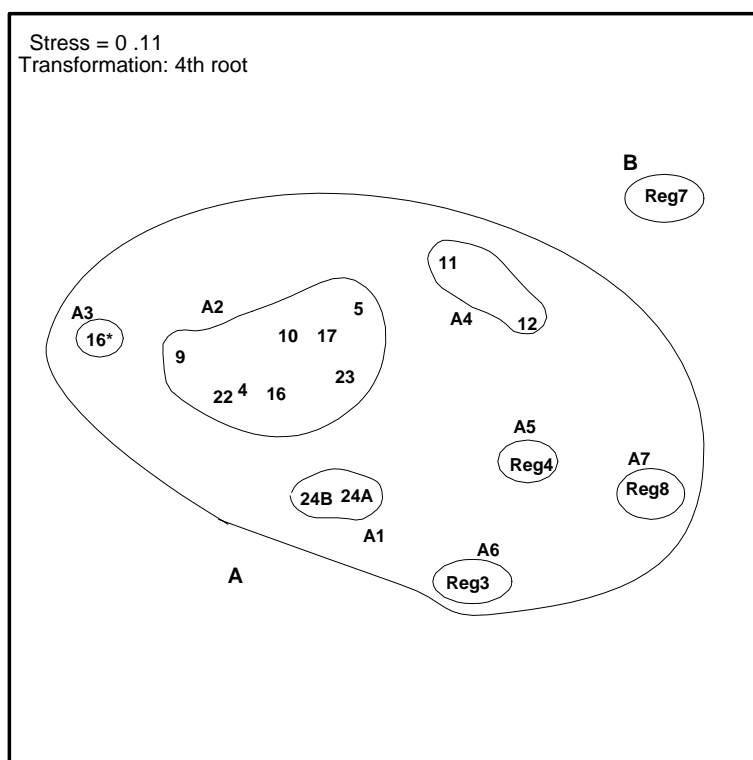
TEKNISK RAPPORT



Shannon-Wiener diversitets indeks (H') at Valhall, 1996 og 1999.

Flere stasjoner hadde forhøyede verdier av THC og Ba. Imidlertid kunne det ikke påvises klare sammenhenger mellom denne kontamineringen og diversitetsindekser.

Resultatene indikerer en forholdsvis ensartet makrobentisk fauna i 1000 og 2000 m avstand fra plattformen. På tross av forhøyede verdier av Ba og THC konsentrasjoner på stasjonene 16*, 9 og 22, avvek faunaen i liten grad fra de øvrige stasjonene, og en signifikant miljøpåvirkning har ikke vært mulig å påvise på Valhall.



MDS-plott på stasjonsnivå, Valhall 1999.

TEKNISK RAPPORT

4.5 Hod

Sedimentene på Hod består i gjennomsnitt av 4,4 % pelit. Konsentrasjonen av pelit har avtatt på alle stasjonene siden 1996, bortsett fra stasjon 8, 164°/500m. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,5 % til 1,1 %. Resultatene er tilsvarende som i 1996.

Middelverdien av THC varierer fra 3,9 mg/kg på referansestasjonen til 135 mg/kg på stasjon 8, 164°/500m. Forhøyde THC konsentrasjonen er funnet ut til 2000 m i en av retningene. På de to andre 2000m stasjonene og på 4000m stasjonen er det ikke forhøyde THC nivåer, men olefiner ses tydelig i kromatogrammene. Det er derfor hydrokarboner i sedimentene på alle stasjonene. Sammenlignet med undersøkelsen i 1996 er det funnet en økning i THC konsentrasjonen på stasjon 8, 164°/500, fra 65 mg/kg i 1996 til 135 mg/kg i 1999. En nedgang i THC konsentrasjonen er funnet på stasjon 9, 164°/1000m, fra 39 mg/kg i 1996 til 13 mg/kg i 1999. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet i de vertikale sedimentlagene på stasjon 8, 164°/500m, samme nivå som i 1996.

Olefiner er funnet på de fire stasjonene som er analysert, fra 1,2 mg/kg til 7,8 mg/kg. Dette er omtrent samme nivå som i 1996. Olefiner er også funnet i sedimentlagene på stasjon 8, 164°/500m.

Forhøyde nivåer av NPD, PAH og dekaliner er funnet på stasjon 8, 164°/500m, ned til 6 cm i sedimentlaget. Konsentrasjonen av dekaliner er høy, og bekrefter dermed at boreslamsolje er tilstede i sedimentene. Konsentrasjonen er hovedsakelig den samme som i 1996. På referansestasjonen, 180°/15000m er forhøyde nivåer av NPD og PAH funnet i 36 cm laget på grunn av innholdet av fenantren/antracen. I denne prøven ble forhøyde PAH nivåer også funnet i 1996.

Ba konsentrasjonene varierer fra 31 mg/kg på referansestasjonen, 180°/15000m til 1600 mg/kg på stasjon 8, 164°/500m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på alle stasjoner, bortsett fra stasjon 16, 254°/2000m og referansestasjonen. Dette betyr ut til 1000m i 254° retningen, ut til 2000m i 74° retningen og ut til 4000m i 164° retningen. En liten nedgang er funnet siden 1996. En vertikal transport av Ba ned i sediment er funnet. Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, og litt forhøyde konsentrasjoner av Pb og Zn er funnet på en stasjon.

Det er ikke rapportert noen boreaktivitet på Hod siden den forrige undersøkelsen i 1996. Imidlertid er hydrokarboner funnet på stasjon 8, 164°/500m og olefiner er funnet i alle sedimentprøvene, og dette kan tyde på at det har vært boreutslipp.

Tabell 4.5.1. Hod, pelit og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Pelit		TOM		THC		Olefiner		NPD		PAH		Dekaliner	
	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.3 74°/1000 m	6,5	7,6	0,94	1,29	13,2	7,6	1,2	0,3	-	-	-	-	-	-
St.4 74°/2000 m	4,8	-	0,84	-	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.8 164°/ 500 m	6,6	6,2	1,05	1,18	135,1	64,7	7,8	2,2	0,221	0,329	0,074	0,089	4,710	3,390
1-3 cm					58,5	54,0	2,37	-	0,130	0,427	0,160	0,085	2,110	4,340
3-6 cm					46,5	88,7	1,61	-	0,141	0,470	0,201	0,139	1,480	2,110
St.9 164°/1000 m	4,7	9,7	0,95	1,02	12,6	39,0	1,5	3,6	-	-	-	-	-	-
St.10 164°/2000 m	4,3	7,9	0,88	0,94	8,6	7,4	-	0,2	-	-	-	-	-	-
St.11 164°/4000 m	4,1	4,9	0,89	0,91	6,6	6,1	-	0,1	0,018	0,026	0,056	0,054	nd	0,072
1-3 cm					5,8	8,3		-	0,016	0,035	0,043	0,220	nd	0,089
3-6 cm					7,7	10,7		-	0,022	0,042	0,056	0,173	nd	0,094

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.5.1. Fortsetter

St.15 254°/1000 m	2,4	4,7	0,76	0,89	9,2	7,3	1,3	0,3	-	-	-	-	-	-
St.16 254°/2000 m	1,8	-	0,47	-	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.20 344°/ 500 m	4,6	6,5	0,51	1,17	10,3	12,7	-	0,6	-	-	-	-	-	-
Ref. 180°/15000 m	3,6	5,8	0,71	0,92	3,9	5,3	-	-	0,013	0,020	0,038	0,081	nd	nd
1-3 cm					3,8	6,2	-	-	0,014	0,024	0,040	0,104	nd	0,061
3-6 cm					6,2	7,2	-	-	0,245	0,029	0,323	0,114	nd	0,075

-: ikke analysert nd: ikke funnet

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

Stasjon	Ba		Cd		Cr		Cu		Hg		Pb		Zn	
	1999	1996	1999	1999	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.3 74°/1000 m	318	400	nd	7,7	0,7	0,6	-	-	7,8	9,2	8,0	5,6		
St.4 74°/2000 m	117	-	nd	7,3	0,5	-	-	-	6,3	-	7,2	-		
St.8 164°/ 500 m	1600	1990	0,02	7,8	1,1	1,2	0,03	11,7	14,9	11,2	7,9			
1-3 cm	1680	-	0,03	8,8	1,3	-	0,03	12,9	-	13,1	-			
3-6 cm	1780	-	0,04	9,9	1,4	-	0,04	13,3	-	17,4	-			
St.9 164°/1000 m	332	515	nd	7,8	0,6	0,8	-	7,3	8,7	7,5	4,3			
St.10 164°/2000 m	152	356	nd	8,0	0,6	0,8	-	7,4	9,0	7,7	4,9			
St.11 164°/4000 m	106	298	nd	8,0	0,6	0,6	0,02	6,3	7,2	7,3	3,9			
1-3 cm	150	-	nd	8,2	0,6	-	0,02	6,5	-	7,7	-			
3-6 cm	147	-	nd	7,9	0,6	-	0,02	6,2	-	7,1	-			
St.15 254°/1000 m	200	376	nd	6,8	0,6	0,7	-	6,7	8,3	6,6	3,8			
St.16 254°/2000 m	82	-	nd	6,2	0,5	-	-	7,8	-	5,8	-			
St.20 344°/ 500 m	321	284	nd	6,8	0,7	0,7	-	9,1	8,9	6,5	3,5			
Ref. 180°/15000 m	31	48	nd	6,6	0,4	0,7	0,01	6,2	6,4	5,3	3,6			
1-3 cm	29	-	nd	6,8	0,4	-	0,01	6,3	-	5,3	-			
3-6 cm	53	-	nd	7,2	0,5	-	0,02	6,7	-	5,9	-			

-: ikke analysert nd: ikke funnet Cr er ikke analysert i 1996

Biologi

Antallet arter pr. stasjon varierte fra 55 til 83 mens antall individer pr. stasjon varierte fra 388 til 1438. Totalt 9074 individer ble identifisert til 183 taxa. Polychaeten *Myriochele oculata* dominerte på de fleste stasjoner (12 to 63%), mens *Eudorellopsis deformis*, *Ditrupea arietina* og *Amphiura filiformis* utgjorde fra 3 til 21% ved enkelte stasjoner.

Antall *M. oculata* var størst i 74°-retningen ved 1000 og 2000m og i 164°- retningen ved 1000, 2000 og 4000m. Den store mengden av denne arten påvirker tydelig diversiteten, se tabell under.

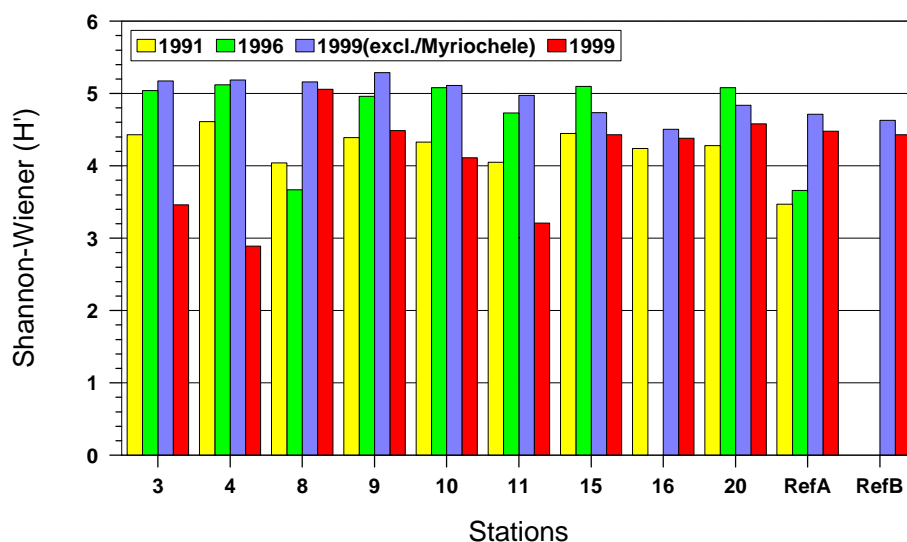
Diversitetsindeksen (inkl. *M. oculata*) varierte fra 2.9 til 5.1 og fra 4.5 to 5.3 når denne arten ble ekskludert.

Antall arter har økt ved enkelte stasjoner sammenlignet med undersøkelsen i 1996 og ved alle stasjoner (utenom RefA). Diversiteten (eks. *M. oculata*) er generelt høyere i 1999 enn i 1991 og 1996.

Antall individer (*N*) og arter (*S*), dybde, Shannon-Wiener diversitetsindeks (*H'*), Pielou's jevnhetsindeks (*J*) forventet antall arter pr. 100 individer (*ES*₁₀₀) for hver stasjon ved Hod 1999.

TEKNISK RAPPORT

Stasjon	Dybde	N	S	H'	J'	ES ₁₀₀
3 – 74°/1000m	72	1211/576	77	3.5/5.2	0.6/0.8	26.2/37.4
4 – 74°/2000m	71	1438/538	76	2.9/5.2	0.5/0.8	23.1/39.0
8 – 164°/500m	71	771/677	82	5.1/5.2	0.8/0.8	36.1/37.5
9 – 164°/1000m	72	845/572	83	4.5/5.3	0.7/0.8	33.2/39.4
10 – 164°/2000m	72	766/472	80	4.1/5.1	0.7/0.8	30.1/38.6
11 – 164°/4000m	70	1061/473	72	3.2/5.0	0.5/0.9	23.9/35.4
15 – 254°/1000m	72	701/540	74	4.4/4.7	0.7/0.8	31.2/35.1
16 – 254°/2000m	72	567/465	69	4.4/4.5	0.7/0.7	30.3/32.7
20 – 344°/500m	72	802/639	83	4.6/4.8	0.7/0.8	32.1/35.3
RefA – 180°/15000m	71	388/308	55	4.5/4.7	0.8/0.8	30.4/33.1
RefB – 180°/15000m	71	524/420	67	4.4/4.6	0.7/0.8	30.4/33.3



Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ved Hod, 1996 og 1999.

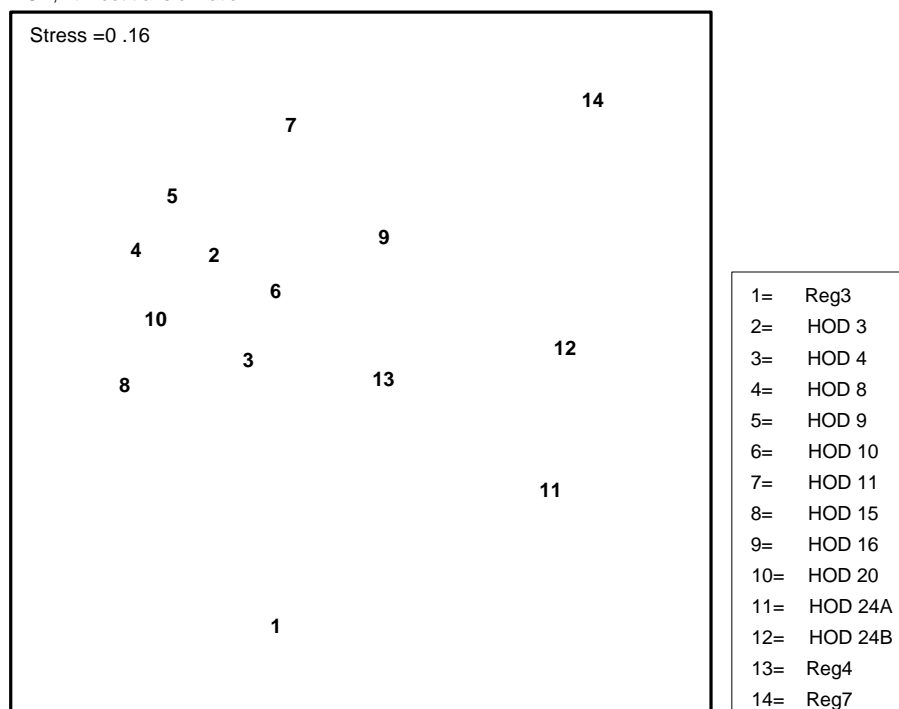
Når man ekskluderer *M. oculata* fra datasettet gir diversitetsindeksene en indikasjon på et sunt bløtbunnssamfunn i Hod området. Økte nivåer av THC og Ba ble observert på stasjon 8 (164°/500m). Til tross for dette var stasjonen biologisk sett ikke forskjellig fra de andre. Diversitetsindeksen var en av de høyeste i Ekofisk undersøkelsen.

Multivariate analyser viste ingen store forskjeller mellom Hod stasjonene og det var ingen sterk korrelasjon mellom faunasammensetningen og miljøvariabler som sedimentkjemisk (THC, metaller), dybde, kornstørrelse og organisk innhold.

I 1996 undersøkelsen ble stasjon 8 karakterisert som moderat forstyrret og alle andre som svakt forstyrret. Ingen av stasjonene i 1999 undersøkelsen kan karakteriseres som moderat forstyrret. Stasjon 3, 8, 9 og 20 grupperes sammen som en undergruppe (likhetsgrad ca. 75%) og disse er lokalisert rundt sentrum av installasjonen. Hverken diversiteten eller artssammensetningen indikerer at disse stasjonene er forstyrret. Diversitetsindeksene er høyere på disse stasjonene enn på referansestasjonene.

TEKNISK RAPPORT

HOD, 4th root transformation



MDS-plott på stasjonsnivå, Hod 1999. 4. rot transformasjon.

4.6 Ekofisk Centre and 2/4 B&K

Sedimentene på Ekofisk Centre 2/4 B&K består i gjennomsnitt av 4,9 % pelit, og denne konsentrasjonen er den samme i 1999 som i 1996, men mengden pelit på referansestasjonen har økt siden 1996. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,8 % til 1,2 %. Resultatene er tilsvarende som i 1996.

Middelverdien for THC varierer fra 5,5 mg/kg på referansestasjonen, Ref. 42 90°/15000m til 51,6 mg/kg på stasjon 14, 140°/850m. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene bortsett fra to stasjoner ved 3900m og 5800m, imidlertid kan olefiner tydelig ses i gasskromato-grammene. Hydrokarboner er derfor funnet i alle sedimentprøvene. THC nivåene er tilsvarende som i 1996. En tendens til høyere THC konsentrasjoner nedover i lagene enn i det øverste 0-1 cm laget er observert.

Olefiner er funnet på de fire stasjonene som er analysert, fra 0,9 mg/kg til 2,9 mg/kg.

En tendens til høyere konsentrasjoner nedover i lagene er også observert for NPD, PAH og dekaliner. På stasjon 11, 144°/4400m, stasjon 14, 140°/850m og stasjon 32, 180°/500m er det noen forhøyde verdier.

Middelverdien for Ba varierer fra 41 mg/kg på referansestasjonen, Ref 42 90°/15000m til 1920 mg/kg på stasjon 32, 180°/500m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene, bortsett fra referansestasjonen. Det er funnet en nedgang siden 1996, men konsentrasjonene er fremdeles høye. På 11 av de 18 stasjonene er Ba konsentrasjonene over 1000 mg/kg, og forhøyde

TEKNISK RAPPORT

konsentrasjoner er funnet ut til 5800m. De høyeste Ba konsentrasjonene er funnet i 1-3 cm laget og 3-6 cm laget på stasjon 14, 140°/850m, henholdsvis 2740 mg/kg og 3700 mg/kg. Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, men noen forhøyde verdier er funnet på flere stasjoner.

De kjemiske resultatene er i overensstemmelse med boreaktivitetene på Ekofisk Centre 2/4 B&K. Pseudo-oljebasert borevæske (olefinør) og baritt er sluppet ut siden den forrige undersøkelsen i 1996. Utslipet av baritt er redusert i 1999 sammenlignet med tidligere år.

Tabell 4.6.1. Ekofisk Centre og 2/4 B&K, pelit og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Pelit		TOM		THC		Olefin	NPD		PAH		Dekaliner	
	1999	1996	1999	1996	1999	1996		1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.2 3°/3300 m 2/4 T	4,1	-	0,91	-	12,2	-	-	-	-	-	-	-	-
St.7 74°/3900 m 2/4 T	4,9	-	0,77	-	6,9	-	-	-	-	-	-	-	-
St.8 84°/1800 m 2/4 T	6,3	4,6	1,03	1,06	12,2	10,4	-	-	-	-	-	-	-
St.10 137°/5800 m 2/4 T	4,4	-	0,85	-	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-
St.11 144°/4400 m 2/4 T	4,1	3,5	1,18	0,86	9,7	8,3	-	0,017	0,019	0,060	0,042	nd	0,065
1-3 cm					10,8	17,8	-	0,022	0,051	0,070	0,111	nd	0,131
3-6 cm					15,9	21,6	-	0,040	0,055	0,158	0,142	0,082	0,174
St.12 148°/2500 m 2/4 T	7,7	5,7	1,17	1,11	16,4	15,9	-	-	-	-	-	-	-
St.13 146°/1300 m 2/4 T	5,3	5,1	1,14	1,11	16,0	15,3	-	-	-	-	-	-	-
St.14 140°/ 850 m 2/4 T	3,2	5,6	0,99	1,31	51,6	25,8	-	0,026	0,252	0,055	0,500	0,233	0,172
1-3 cm					47,4	204	-	0,058	0,123	0,100	0,163	0,871	0,204
3-6 cm					100,0	246	-	0,168	0,072	0,291	0,335	0,642	0,246
St.17 217°/4000 m 2/4 T	4,3	-	0,84	-	9,0	-	-	-	-	-	-	-	-
St.18 208°/2500 m 2/4 T	5,0	4,7	0,94	1,04	12,3	18,3	-	-	-	-	-	-	-
St.22 288°/1900 m 2/4 T	5,9	-	1,04	-	15,7	-	-	-	-	-	-	-	-
St.23 290°/1000 m 2/4 T	5,3	4,9	0,93	1,16	13,8	20,9	-	-	-	-	-	-	-
St.28 360°/1000 m 2/4 K	3,0	-	0,91	-	12,0	-	-	-	-	-	-	-	-
St.32 180°/ 500 m 2/4 K	4,3	5,2	1,07	1,29	19,4	37,8	2,9	0,060	0,153	0,042	0,124	0,157	0,454
1-3 cm					4,0	54,2	-	0,010	0,173	0,008	0,098	nd	1,120
3-6 cm					5,7	30,2	-	0,043	0,068	0,008	0,117	0,115	0,541
St.33 180°/1000 m 2/4 K	6,0	3,2	0,90	1,45	13,3	43,8	1,5	-	-	-	-	-	-
St.34 270°/1000 m 2/4 K	4,5	4,7	0,94	0,98	11,9	12,3	0,9	-	-	-	-	-	-
St 39 90°/1000 m 2/4 K	5,0	5,5	1,09	1,15	16,7	16,7	1,2	-	-	-	-	-	-
Ref.42 90°/15000 m 2/4 T	5,3	2,9	0,95	0,86	5,5	6,4	-	0,010	0,026	0,035	0,045	nd	0,053
1-3 cm					9,0	10,0	-	0,032	0,079	0,094	0,091	nd	0,075
3-6 cm					5,9	8,7	-	0,015	0,049	0,048	0,187	nd	0,088

:- ikke analysert nd: ikke funnet Olefiner er ikke analysert i 1996

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.6.2. Ekofisk Centre og 2/4 B&K, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Ba		Cd	Cr	Cu		Hg	Pb		Zn	
		1999	1996	1999	1999	1999	1996	1999	1999	1996	1999	1996
St.2	3°/3300 m 2/4 T	568	-	nd	8,1	0,9	-	-	11,8	-	6,2	-
St.7	74°/3900 m 2/4 T	168	-	nd	7,7	0,6	-	-	7,7	-	3,4	-
St.8	84°/1800 m 2/4 T	1030	1510	nd	8,0	1,1	1,1	-	13,4	13,2	7,1	8,9
St.10	137°/5800 m 2/4 T	196	-	nd	7,4	0,7	-	-	8,7	-	6,2	-
St.11	144°/4400 m 2/4 T	362	890	nd	7,8	0,6	1,1	0,02	9,1	10,3	6,9	5,4
	1-3 cm	920	-	nd	8,4	0,7	-	0,02	11,0	-	8,1	-
	3-6 cm	906	-	0,03	9,1	1,1	-	0,02	10,4	-	11,0	-
St.12	148°/2500 m 2/4 T	1430	2150	0,02	8,3	1,5	3,2	-	15,4	13,9	11,7	9,0
St.13	146°/1300 m 2/4 T	1310	1540	nd	9,0	1,4	1,4	-	16,3	12,5	11,5	8,2
St.14	140°/ 850 m 2/4 T	1490	2410	nd	7,4	2,0	1,9	0,02	9,2	14,9	12,2	11,0
	1-3 cm	2740	-	0,02	8,0	2,1	-	0,02	10,6	-	15,0	-
	3-6 cm	3700	-	0,04	6,7	1,9	-	0,02	14,0	-	17,6	-
St.17	217°/4000 m 2/4 T	304	-	nd	7,0	1,4	-	-	9,0	-	6,7	-
St.18	208°/2500 m 2/4 T	778	738	nd	6,6	0,9	1,4	-	9,0	15,3	8,1	8,0
St.22	288°/1900 m 2/4 T	1360	-	nd	8,3	1,3	-	-	14,6	-	10,2	-
St.23	290°/1000 m 2/4 T	1190	2140	nd	7,6	1,1	1,4	-	11,8	14,4	10,1	9,3
St.28	360°/1000 m 2/4 K	1080	-	nd	8,1	1,2	-	-	14,6	-	9,8	-
St.32	180°/ 500 m 2/4 K	1920	3700	0,02	7,2	1,8	3,2	0,02	11,8	25,0	17,6	24,3
	1-3 cm	563	-	0,02	4,6	0,5	-	<0,01	3,3	-	5,5	-
	3-6 cm	357	-	nd	4,6	0,4	-	<0,01	3,2	-	4,0	-
St.33	180°/1000 m 2/4 K	1210	1400	nd	5,0	1,1	1,0	-	7,2	8,4	7,5	6,6
St.34	270°/1000 m 2/4 K	1030	1550	nd	8,1	1,2	1,2	-	12,7	12,3	11,1	7,3
St 39	90°/1000 m 2/4 K	1060	2830	nd	8,5	1,4	1,3	-	13,5	16,5	11,1	8,5
Ref.42	90°/15000 m 2/4 T	41	67	nd	7,1	0,5	<0,6	<0,01	6,1	6,2	4,7	3,0
	1-3 cm	50	-	nd	7,2	0,5	-	<0,01	6,0	-	5,1	-
	3-6 cm	141	-	nd	7,8	0,8	-	<0,01	7,3	-	5,8	-

-: ikke analysert nd: ikke funnet Cr er ikke analysert i 1996

Biologi

Antallet arter pr. stasjon varierte fra 66 to 78 mens antall individer varierte fra 548 til 1507. Totalt 18931 individer ble identifisert til 184 taxa. De 10 vanligste artene utgjorde fra 62% til 87%.

Polychaeten *Myriochele oculata* dominerte på alle stasjoner (18-69%) mens *Eudorellopsis deformis*, *Levinsenia gracilis* og *Amphiura filiformis* utgjorde opp til 11% på enkelte stasjoner.

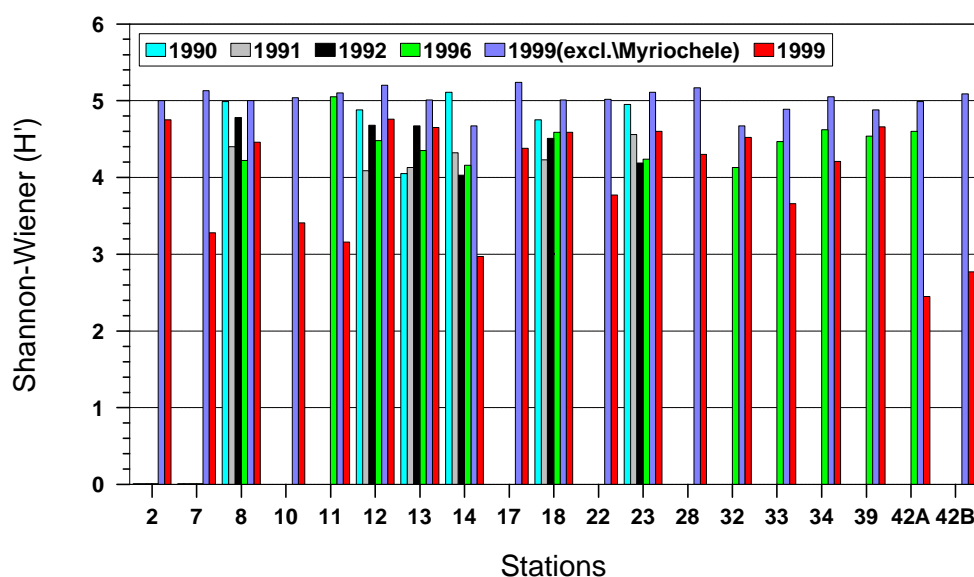
Antall *M. oculata* var høyest i 90° retning ved 15000m og i 144° retning ved 4400m. Det store antallet av denne arten påvirker diversitetsindeksen tydelig, se tabell under. Når man ekskluderer *M. oculata* fra datasettet er diversitetsindeksene på alle Ekofisk Centre stasjoner ganske like; dvs. ingen stasjoner fremstår som tydelig forstyrret.

I hovedtrekk var antall individer høyere i 1996 enn i 1999 undersøkelsen. Diversitetsindeksene (eks. *M. oculata*) er generelt høyere i 1999 enn i tidligere år.

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.6.8. Dybde, antall individer (N) og arter (S), Shannon-Wiener diversitets indeks (H'), Pielou's jevnhetsindeks (J) og forventet antall arter pr. 100 (ES_{100}) for hver stasjon ved Ekofisk Centre 1999. Inkl. / eks. *M. oculata*.

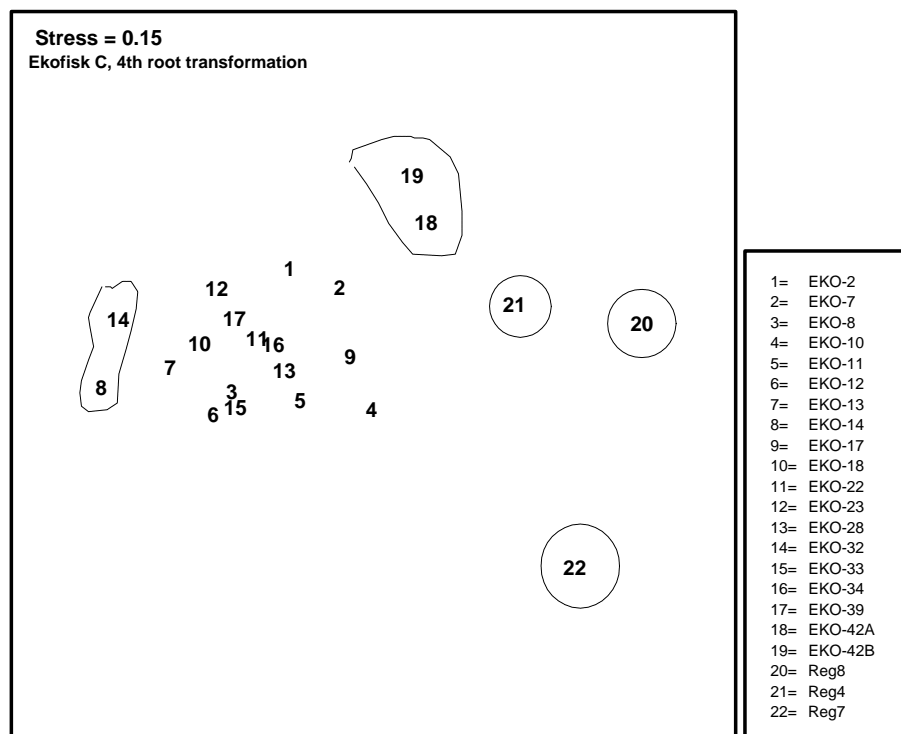
Stasjon	Dybde	N	S	H'	J'	ES_{100}
2 – 3°/3300m	69	548/443	70	4.8/5.0	0.8/0.8	32.9/35.7
7 – 74°/3900m	69	922/412	66	3.3/5.1	0.5/0.9	25.5/37.2
8 – 84°/1800m	75	871/625	75	4.5/5.0	0.7/0.8	31.4/35.9
10 – 137°/5800m	70	1170/561	76	3.4/5.0	0.6/0.8	25.0/34.7
11 – 144°/4400m	70	1411/602	74	3.2/5.1	0.5/0.8	24.3/35.8
12 – 148°/2500m	74	804/614	73	4.8/5.2	0.8/0.8	34.0/37.3
13 – 146°/1300m	75	988/765	74	4.7/5.0	0.8/0.8	31.8/35.0
14 – 140°/850m	74	1376/585	66	3.0/4.7	0.5/0.8	21.1/31.5
17 – 217°/4000m	71	811/535	78	4.4/5.2	0.7/0.8	32.5/39.2
18 – 208°/2500m	74	666/503	72	4.6/5.0	0.7/0.8	31.7/35.4
22 – 288°/1900m	74	983/544	70	3.8/5.0	0.6/0.8	27.7/36.5
23 – 290°/1000m	72	874/644	76	4.6/5.1	0.7/0.8	32.6/36.7
28 – 0°/1000m	72	880/574	77	4.3/5.2	0.7/0.8	31.0/37.2
32 – 180°/500m	75	873/718	71	4.5/4.7	0.7/0.8	29.5/31.5
33 – 180°/1000m	72	1152/627	76	3.7/4.9	0.6/0.8	25.5/33.9
34 – 270°/1000m	73	921/596	70	4.2/5.1	0.7/0.8	29.7/35.6
39 – 90°/1000m	72	802/652	69	4.7/4.9	0.8/0.8	31.3/33.4
42A – 90°/15000m		1507/470	70	2.6/5.0	0.4/0.8	19.6/35.9
42B – 90°/15000m		1372/492	78	2.8/5.1	0.4/0.8	21.7/38.1



Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ved Ekofisk Centre, 1990, 1991, 1992, 1996 og 1999.

TEKNISK RAPPORT

Resultatene indikerer noe forstyrrelse på stasjonene 14 og 32 (Ekofisk Centre T-140°/850m og K-180°/500m), hvor man fant de høyeste nivåer av THC og Ba. Stasjon 14 ble karakterisert som moderat forstyrret i 1996. Siden da har THC nivået økt og barium nivået har gått ned. Stasjon 32 ble karakterisert som moderat forstyrret i 1996, men forholdene ser ut til å ha bedret seg ved denne lokaliteten. Dette er også i overensstemmelse med reduserte nivåer av både THC og barium i sedimentene.



MDS-plott på stasjonsnivå, Ekofisk Centre 1999.

4.7 Ekofisk 2/4 A

Sedimentene på Ekofisk 2/4 A består av mer enn 90 % sand. Innholdet av pelit varierer fra 2.4 % til 9.9 % med en middelerdi på 6,8 %. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,7 % til 1,7 %.

Alle stasjonene, fra 100m til 1000m i fire retninger, er forurensset av THC, og bidraget av olefiner er betydelig. THC nivået er relativt høyt, og gjennomsnittsnivåene varierer fra 8,6 mg/kg til 384 mg/kg. De høyeste konsentrasjonene er funnet på de innerste stasjonene i alle retninger, ved 100 m i 67°, 157° og 337° retningene (stasjonene 5, 9 og 1), og ved 250 m i 247° retningen (stasjon 14).

En vertikal transport av hydrokarboner nedover i sedimentlagene er observert. På stasjon 10, 157°/250m er det funnet høyere THC nivåer nedover i sedimentet enn i det øverste 0-1 cm laget. Dette gjelder også NPD, PAH og decaliner.

Alle stasjonene er også forurensset av Ba, Pb og Zn. Ba nivåene er høye, og gjennomsnitts konsentrasjonene varierer fra 567 mg/kg til 5680 mg/kg. Som for THC, er de høyeste konsentrasjonene funnet på de innerste stasjonene i alle retninger.

TEKNISK RAPPORT

Forhøyde nivåer av Cd, Cr, og Cu er funnet på flere stasjoner, og Hg er også funnet på de to stasjonene som er analysert. Transport av metaller nedover i sedimentet er også funnet, og konsentrasjonene er for det meste høyere enn i det øverste 01 cm laget.

Tabell 4.7.1. Ekofisk 2/4 A 1999, Totalt organisk materiale (%), totalmengde hydrokarboner, NPD, PAH, dekaliner og metaller (mg/kg tørt sediment).

Stasjon	TOM	THC	NPD	PAH	Dekaliner	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
St.1 337°/ 100 m	1,0	49,1	-	-	-	3750	0,05	9,4	2,7	-	26,7	28,3
St.2 337°/ 250 m	0,9	11,7	-	-	-	2430	0,02	7,9	1,3	-	15,8	11,8
St.3 337°/ 500 m	0,9	11,1	-	-	-	739	<0,02	7,8	1,0	-	11,9	9,2
St.4 337°/1000 m	1,0	13,8	-	-	-	1170	0,02	9,4	1,5	-	14,7	12,5
St.5 67°/ 100 m	1,7	384	-	-	-	5680	0,33	13,4	19,4	-	74,7	132
St.6 67°/ 250 m	1,2	57,6	-	-	-	4340	0,05	10,4	3,6	-	36,2	29,8
St.7 67°/ 500 m	1,0	8,6	-	-	-	1860	<0,02	6,8	1,3	-	12,8	10,5
St.8 67°/1000 m	1,1	12,8	-	-	-	1310	<0,02	8,9	1,3	-	16,3	10,9
St.9 157°/ 100 m	1,3	311	-	-	-	4710	0,24	10,3	15,8	-	51,5	106
St.10 157°/ 250 m	1,3	59,3	0,147	0,065	0,382	2990	0,03	8,3	2,4	0,05	27,7	23,2
1-3 cm	-	114	0,169	0,067	1,140	5240	0,10	8,9	5,3	0,22	45,7	49,6
3-6 cm	-	68,8	0,197	0,367	2,610	4810	0,12	10,8	3,6	0,08	45,6	53,1
St.11 157°/ 500 m	1,0	15,5	-	-	-	1670	<0,02	8,9	1,4	-	20,1	14,5
St.12 157°/1000 m	1,4	13,6	0,047	0,090	0,079	605	<0,02	8,7	1,3	0,03	11,0	9,2
1-3 cm	-	13,1	0,041	0,109	0,083	901	nd	8,8	1,2	0,03	11,9	10,3
3-6 cm	-	16,1	0,042	0,139	0,073	1220	0,03	9,8	1,4	0,03	13,1	12,0
St.14 247°/ 250 m	1,2	189	-	-	-	4540	0,17	9,6	9,4	-	63,6	96,6
St.15 247°/ 500 m	1,1	18,2	-	-	-	2900	<0,02	8,9	1,5	-	22,7	14,7
St.16 247°/1000 m	0,7	10,2	-	-	-	567	<0,02	6,3	0,7	-	9,9	8,6
Ref. 42 Ekofisk Centre	1,0	5,5	0,010	0,035	nd	41	<0,02	7,1	0,8	<0,01	5,8	4,7
1-3 cm	-	9,0	0,032	0,094	nd	50	nd	7,2	0,7	nd	5,7	5,1
3-6 cm	-	5,9	0,015	0,048	nd	141	nd	7,8	1,0	nd	6,8	5,8

:- ikke analysert

nd: ikke funnet

Tabell 4.7.2. Ekofisk 2/4A, Variasjonen i middelkonsentrasjonene i 0-1 cm sedimentlaget.

Parameter	Ekofisk 2/4 A 1999	Ekofisk Centre referansestasjon 1999
Pelit	%	2,4 - 9,9
TOM	%	0,7 - 1,7
THC	mg/kg	8,6 - 384
NPD*	mg/kg	0,047 - 0,147
PAH*	mg/kg	0,065 - 0,090
Dekaliner*	mg/kg	0,079 - 0,382
Ba	mg/kg	567 - 5680
Cd	mg/kg	<0,02 - 0,33
Cr	mg/kg	6,3 - 13,4
Cu	mg/kg	1,0 - 19,4
Hg*	mg/kg	0,03 - 0,05
Pb	mg/kg	9,9 - 74,7
Zn	mg/kg	8,6 - 132

* to stasjoner analysert

nd: ikke funnet

TEKNISK RAPPORT

Biologi

Antall arter varierte fra 60 to 84 mens antall individer varierte fra 969 to 1946. Polychaeten *Myriochele oculata* dominerte på alle stasjoner (27 to 73%) mens *Scoloplos armiger*, *Levinsenia gracilis* og *Nemertea* spp. fantes i mengder over 10% på enkelte stasjoner.

Antall *M. oculata* var høyt i alle retninger med maksimum antall på 500m og 1000m fra Ekofisk A installasjonen. Det store antallet av denne arten påvirker diversitetsindeksene tydelig, se tabell under. Artssammensetningen på stasjonene 1, 9 og 14 indikerer forstyrrelse. Flere av de gjenværende stasjonene viser også tegn på forstyrrelse.

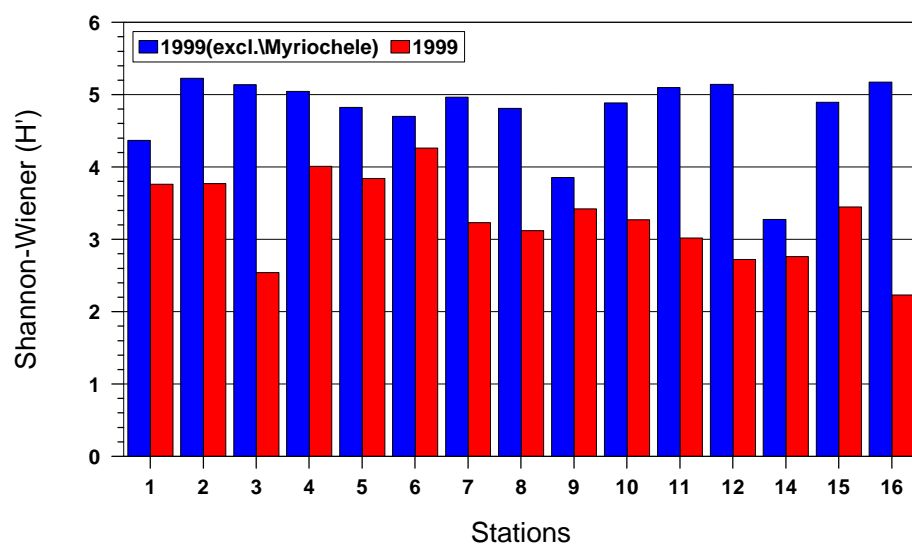
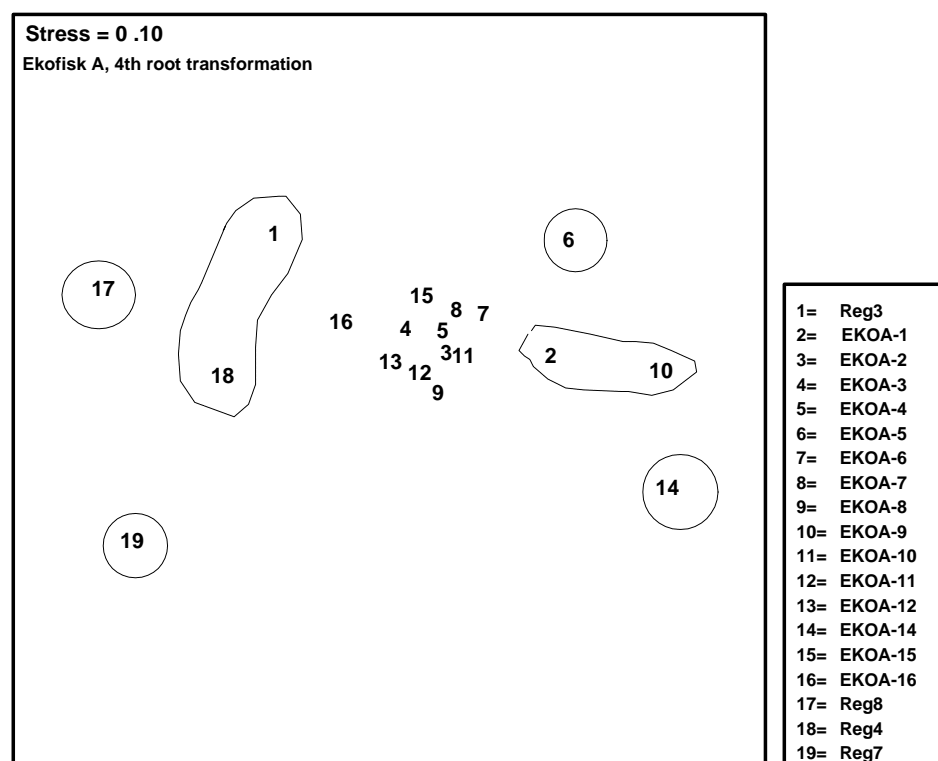
Dybde, antall individer (N) og arter (S), Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Pielou's jevnhetsindeks (J) og forventet antall arter pr. 100 individer (ES₁₀₀) for hver stasjon ved Ekofisk A 1999. Inkl. / eks. *M. oculata*.

Stasjon	Dybde	N	S	H'	J'	ES ₁₀₀
1 – 337°/100m	74	992/642	68	3.8/4.4	0.6/0.7	24.0/29.1
2 – 337°/250m	75	1130/600	77	3.8/5.2	0.6/0.8	28.5/38.4
3 – 337°/500m	74	1572/502	69	2.5/5.1	0.4/0.8	20.9/36.7
4 – 337°/1000m	75	1001/604	72	4.0/5.1	0.7/0.8	28.5/35.3
5 – 67°/100m	74	1117/663	73	3.8/4.8	0.6/0.8	26.0/32.8
6 – 67°/250m	75	1109/805	84	4.3/4.7	0.7/0.7	28.2/32.4
7 – 67°/500m	74	1734/780	82	3.2/5.0	0.5/0.8	23.9/35.7
8 – 67°/1000m	72	1409/623	60	3.1/4.8	0.5/0.8	22.8/32.7
9 – 157°/100m	72	969/624	63	3.4/3.9	0.6/0.7	23.5/28.5
10 – 157°/250m	74	1418/660	76	3.3/4.9	0.5/0.8	23.6/34.5
11 – 157°/500m	71	1816/730	81	3.0/5.1	0.5/0.8	23.1/36.7
12 – 157°/1000m	74	1946/675	81	2.7/5.1	0.4/0.8	21.5/37.4
14 – 247°/250m	73	1713/922	67	2.8/3.3	0.6/0.5	16.7/23.1
15 – 247°/500m	74	1757/879	83	3.5/4.9	0.5/0.8	24.9/34.9
16 – 247°/1000m	75	1835/494	73	2.2/5.2	0.4/0.8	18.8/38.2

Diversitetsindeksen (inkl. *M. oculata*) varierte fra 2.2 til 4.3, og fra 3.3 til 5.2 når *M. oculata* var fjernet fra datasettet.

Resultatene fra de biologiske analysene indikerer forstyrrelse på stasjon 14 og 9 (247°/250m og 157°/100m). Faunaen på stasjon 5 (67°/100m) er mer divers, men har også mye til felles med stasjon 9.

TEKNISK RAPPORT

Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ved Ekofisk A, 1999.

MDS-plott på stasjonsnivå, Ekofisk A 1999.

TEKNISK RAPPORT

4.8 Eldfisk 2/7 A/FTP

Sedimentene på Eldfisk 2/7 A/FTP består i gjennomsnitt av 4,6 % pelit, og konsentrasjonen er den samme i 1999 som i 1996. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,5 % til 1,0 %. Sammenlignet med den forrige undersøkelsen i 1996 er det funnet en liten nedgang på stasjon 8.

Middelverdien for THC varierer fra 8,9 mg/kg på stasjon 15, 90°/1000m til 16,3 mg/kg på stasjon 6, 180°/500m. Alle tre stasjonene ved 2000m har forhøyde THC konsentrasjoner, og nivåene er tilsvarende 1996.

Olefiner er også funnet på de tre stasjonene som er analysert, fra 0,4 mg/kg på stasjon 7, 180°/1000m og stasjon 15, 90°/1000m til 0,9 mg/kg på stasjon 6, 180°/500m. Olefin konsentrasjoner så lave som 0,24 mg/kg, er funnet i sedimentene.

Forhøyde nivåer av NPD og dekaliner er funnet på stasjon 6, 180°/500m. På stasjon 8, 180°/2000m er forhøyde konsentrasjoner av NPD, PAH og dekaliner bare funnet i 1-3 cm og 3-6 cm lagene, på samme nivå som i 1996.

Ba konsentrasjonene varierer fra 189 mg/kg på stasjon 1, 360°/2000m til 1130 mg/kg på stasjon 6, 180°/500m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene. Dette betyr ut til 1000m i 90° retningen og ut til 2000m i 180°, 270° og 360° retningene. Det er funnet en nedgang siden 1996. De høyeste Ba konsentrasjonene er funnet i 1-3 cm laget og 3-6 cm laget på stasjon 6, 180°/500m, henholdsvis 1280 mg/kg og 2740 mg/kg. Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, men forhøyde konsentrasjoner er funnet på noen stasjoner.

De kjemiske resultatene er i overensstemmelse med boreaktivitetene på Eldfisk 2/7 A/FTP. Pseudo-oljebasert borevæske (olefiner) og baritt ble sluppet ut like etter undersøkelsen i 1996.

Tabell 4.8.1. Eldfisk 2/7 A/FTP, pelit og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Pelit		TOM		THC		Olefin	NPD		PAH		Dekaliner	
	1999	1996	1999	1996	1999	1996		1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.1 360°/2000 m	4,9	5,2	0,85	1,01	9,6	9,3	-	-	-	-	-	-	-
St.2 360°/1000 m	4,0	4,9	0,76	0,84	9,4	9,0	-	-	-	-	-	-	-
St.6 180°/ 500 m	5,7	4,2	0,81	0,86	16,3	18,8	0,9	0,062	0,076	0,064	0,042	0,084	0,165
1-3 cm					16,0	10,3	0,9	0,043	0,080	0,049	0,083	0,104	0,121
3-6 cm					15,9	33,9	0,9	0,042	0,144	0,053	0,076	0,120	0,202
St.7 180°/1000 m	5,9	4,1	0,87	0,87	11,8	10,2	0,4	-	-	-	-	-	-
St.8 180°/2000 m	4,5	5,0	0,54	0,79	9,8	10,8	-	0,026	0,034	0,069	0,180	nd	0,089
1-3 cm					14,0	13,3	-	0,043	0,068	0,120	0,109	0,060	0,124
3-6 cm					16,7	13,8	-	0,049	0,064	0,141	0,128	0,088	0,126
St.9 270°/2000 m	4,6	3,8	0,85	1,13	11,8	9,7	-	-	-	-	-	-	-
St.10 270°/1000 m	4,6	4,5	0,87	0,86	11,6	11,4	-	-	-	-	-	-	-
St.15 90°/1000 m	2,6	3,8	0,80	0,87	8,9	12,0	0,4	-	-	-	-	-	-

:- ikke analysert nd: ikke funnet Olefiner er ikke analysert i 1996

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.8.2. Eldfisk 2/7 A/FTP, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Ba		Cd		Cr		Cu		Hg		Pb		Zn	
	1999	1996	1999	1999	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.1 360°/2000 m	189	567	nd	7,8	0,7	0,8	-	9,4	9,9	6,5	9,2			
St.2 360°/1000 m	363	561	nd	7,5	0,6	0,9	-	9,8	10,0	7,5	9,2			
St.6 180°/ 500 m	1130	2390	nd	7,8	1,4	2,1	0,02	14,5	14,2	13,7	13,2			
1-3 cm	1280	-	nd	7,2	1,1	-	0,04	14,3	-	12,1	-			
3-6 cm	2740	-	0,03	8,0	1,9	-	0,03	17,5	-	20,7	-			
St.7 180°/1000 m	455	659	nd	8,0	0,8	0,8	-	10,5	9,9	8,2	6,9			
St.8 180°/2000 m	294	397	nd	7,9	0,8	1,4	<0,02	9,1	8,2	7,2	6,9			
1-3 cm	535	-	nd	8,3	0,9	-	0,02	9,6	-	8,0	-			
3-6 cm	1018	-	0,02	8,6	1,0	-	0,02	10,8	-	9,2	-			
St.9 270°/2000 m	372	1910	nd	7,7	0,8	1,0	-	12,3	15,2	7,3	7,7			
St.10 270°/1000 m	549	927	nd	7,2	1,0	0,9	-	11,7	12,4	8,3	7,6			
St.15 90°/1000 m	772	909	nd	7,1	0,8	0,9	-	11,5	12,6	8,2	8,0			

:- ikke analysert nd: ikke funnet Cr er ikke analysert i 1996

Biologi

Antall arter pr. stasjon varierte fra 62 to 76, mens antall individer varierte fra 475 to 743. Totalt 4826 individer ble identifisert til 138 taxa. De 10 vanligste artene utgjorde fra 60% til 71%.

Polychaeten *Myriochele oculata* dominerte på de fleste stasjoner (6-27%), mens *Eudorellopsis deformis*, *Ditrupa arietina*, *Scoloplos armiger* og *Amphiura filiformis* utgjorde fra 4 til 11% på enkelte stasjoner.

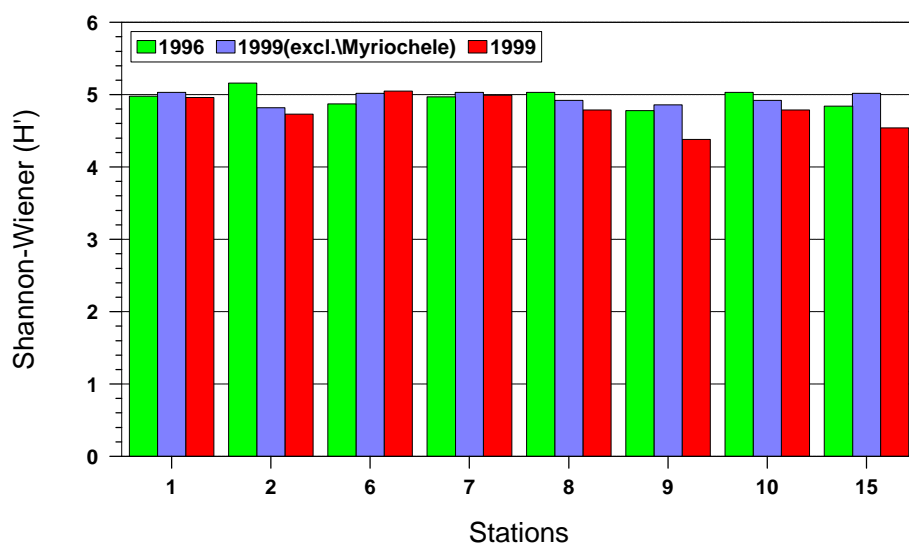
Mengden *M. oculata* størst i 90° retningen ved 1000m og i 270° ved 1000m og 2000m stasjonene. På disse stasjonene påvirker *M. oculata* diversitetsindeksene tydelig (henholdsvis 4.5/5.0 og 4.4/4.9) mens på de andre stasjonene vareffekten ganske liten, se tabell under.

Dybde, antall individer (N) og arter (S), Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Pielou's jevnhetsindeks (J) og forventet antall arter pr. 100 individer (ES100), Eldfisk A 1999. Inkl. / eks. *M. oculata*.

Station	Depth	N	S	H'	J'	ES ₁₀₀
1 – 0°/2000m	71	475/420	71	5.0/5.0	0.8/0.8	34.9/36.1
2 – 0°/1000m	70	498/428	64	4.7/4.8	0.8/0.8	32.3/33.8
6 – 180/500m	72	669/632	76	5.1/5.0	0.8/0.8	35.0/34.9
7 – 180°/1000m	72	569/511	73	5.0/5.0	0.8/0.8	34.6/35.4
8 – 180°/2000m	70	621/526	66	4.8/4.9	0.8/0.8	32.1/33.6
9 – 270°/2000m	72	606/441	62	4.4/4.9	0.7/0.8	30.0/33.9
10 – 270°/1000m	71	645/548	71	4.8/4.9	0.8/0.8	32.6/34.1
15 – 90°/1000m	71	743/548	74	4.5/5.0	0.7/0.8	31.2/35.0

Antall arter og individer (eks. *M. oculata*) er i hovedtrekk noe lavere i 1999 enn i 1996, men diversitetsindeksen er relativt uforandret. På grunn av det store antallet av *M. Oculatae* er allikevel diversiteten noe redusert på stasjon 9 og 15.

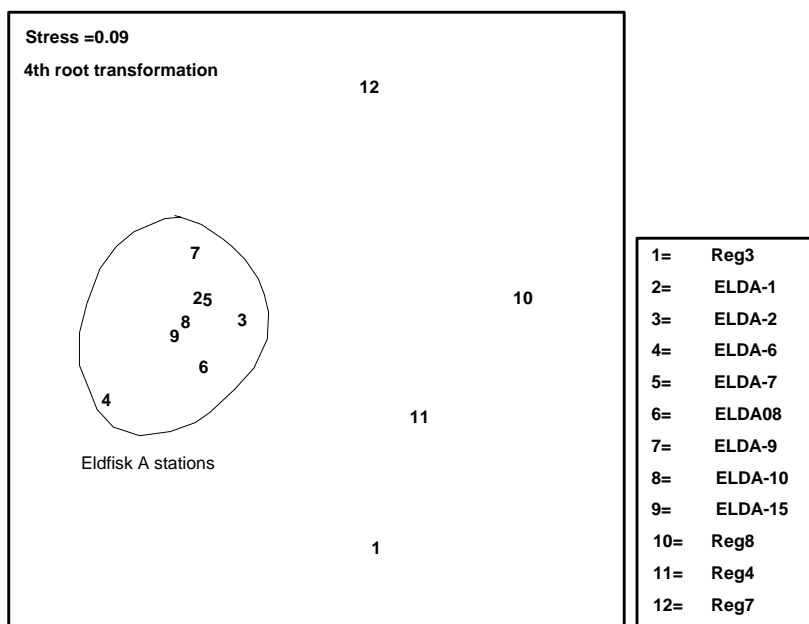
TEKNISK RAPPORT



Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ved Eldfisk A, 1996 og 1999.

Samfunnsstrukturen innen feltstasjonen er ganske lik og helhetsinntrykket er at Eldfisk stasjonen virker uforstyrret eller bare svakt forstyrret. Stasjon 6 skiller seg noe ut fra de andre stasjonene, men samfunnssammensetningen indikerer ikke forstyrrelse.

Nesten alle Eldfisk A stasjonene har forhøyede nivåer av THC og Ba. Fordelingen av THC og Ba virker ganske jevn og det forventes ikke å se forskjeller i bunndyrssamfunnet som en følge av (mangel på) variasjon i kjemiske parametre. Spørsmålet om alle de undersøkte stasjoner er svakt forstyrret oppstår dermed.



MDS-plott på stasjons nivå, Eldfisk A 1999.

TEKNISK RAPPORT

4.9 Eldfisk 2/7 B

Sedimentene på Eldfisk 2/7 B består i gjennomsnitt av 4,8 % pelit, og konsentrasjonen er den samme i 1999 som i 1996. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,7 % til 1,1 %. Sammenlignet med den forrige undersøkelsen i 1996 er det en liten økning på stasjon 2 og på stasjon 6.

Middelverdien for THC varierer fra 6,7 mg/kg på stasjon 2, 360°/1000m til 22,0 mg/kg på stasjon 180°/500m, og nivåene er tilsvarende som i 1996. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet på de fleste stasjonene, ut til 2000m i 180° retningen og ut til 1000m i 90° og 270° retningene. De laveste THC konsentrasjonene er funnet i 360° retningen ved 500m og 1000 m. THC nivåene er ikke forhøyet på disse stasjonene, imidlertid kan olefiner tydelig ses i kromatogrammene. Alle sedimentene er derfor påvirket av hydrokarboner.

Konsentrasjonen av olefiner på de fire stasjonene som er analysert, varierer fra 0,7 mg/kg på stasjon 7, 180°/1000m og stasjon 11, 270°/500m til 3,8 mg/kg på stasjon 6, 180°/500m.

Forhøyde nivåer av NPD, PAH og dekaliner er funnet på stasjon 6, 180°/500m. I en av de parallelle prøvene er det funnet spesielt høye konsentrasjoner av NPD og PAH, henholdsvis 1,2 mg/kg og 2,3 mg/kg, og disse forbindelsene utgjør ca. 10% av THC innholdet. For de andre parallellene og lagprøvene er konsentrasjonene tilsvarende som i 1996. På stasjon 8, 180°/2000m er det funnet litt forhøyde NPD, PAH og dekaliner konsentrasjoner i 3-6 cm laget.

Ba konsentrasjonene varierer fra 432 mg/kg på stasjon 2, 360°/1000m til 1740 mg/kg på stasjon 14, 90°/500m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene. Forhøyde nivåer er altså funnet ut til 1000m i 90°, 270° og 360 retningene og ut til 2000m i 180° retningen. Ba nivåene er i hovedsak tilsvarende som i tidligere undersøkelser. De høyeste Ba konsentrasjonene er funnet i 3-6 cm laget på stasjon 6, 180°/500m, 2930 mg/kg. Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, men forhøyde konsentrasjoner er funnet på noen stasjoner.

De kjemiske resultatene er i overensstemmelse med boreaktivitetene på Eldfisk 2/7 B. Pseudo-oljebasert borevæske (olefiner) og baritt er sluppet ut siden den forrige undersøkelsen i 1996.

Tabell 4.9.1. Eldfisk 2/7 B, pelit og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner(mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Pelit		TOM		THC		Olefin	NPD		PAH		Dekaliner	
		1999	1996	1999	1996	1999	1996		1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.2	360°/1000 m	4,0	2,8	0,74	0,56	6,7	4,9	-	-	-	-	-	-	-
St.3	360°/ 500 m	5,6	-	0,75	-	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-
St.6	180°/ 500 m	5,1	4,7	1,07	0,78	22,0	12,7	3,8	0,444	0,062	0,858	0,058	0,091	0,088
	1-3 cm					13,9	18,9	2,2	0,070	0,095	0,114	0,068	0,058	0,161
	3-6 cm					19,2	26,3	2,6	0,078	0,093	0,129	0,095	0,111	0,533
St.7	180°/1000 m	3,3	6,1	0,89	0,87	11,1	13,4	0,7	-	-	-	-	-	-
St.8	180°/2000 m	8,0	4,4	1,09	0,94	7,7	14,8	-	0,022	0,038	0,055	0,068	nd	0,108
	1-3 cm					8,1	23,0	-	0,028	0,054	0,069	0,084	nd	0,216
	3-6 cm					11,6	13,6	-	0,042	0,064	0,116	0,099	0,052	0,154
St.10	270°/1000 m	5,1	4,7	0,84	0,86	10,7	8,8	-	-	-	-	-	-	-
St.11	270°/ 500 m	4,5	-	0,81	-	11,9	-	0,7	-	-	-	-	-	-
St.14	90°/ 500 m	3,6	-	0,81	-	14,1	-	1,2	-	-	-	-	-	-
St.15	90°/1000 m	3,8	4,9	0,90	0,99	12,0	12,7	-	-	-	-	-	-	-

-: ikke analysert nd: ikke funnet Olefiner er ikke analysert i 1996

TEKNISK RAPPORT

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

Stasjon		Ba		Cd	Cr	Cu		Hg	Pb		Zn	
		1999	1996	1999	1999	1999	1996	1999	1999	1996	1999	1996
St.2	360°/1000 m	432	186	nd	5,7	0,5	<0,6	-	7,7	7,2	5,8	4,4
St.3	360°/ 500 m	1000	-	nd	6,2	0,6	-	-	8,7	-	6,2	-
St.6	180°/ 500 m	1460	1630	nd	7,1	1,2	1,2	0,03	12,6	13,5	13,1	8,6
	1-3 cm	1500	-	0,02	6,6	1,1	-	0,02	12,3	-	12,3	-
	3-6 cm	2930	-	0,03	6,9	1,2	-	0,04	13,5	-	12,1	-
St.7	180°/1000 m	389	445	nd	7,1	0,8	1,2	-	10,6	10,1	7,3	6,1
St.8	180°/2000 m	221	404	0,02	7,5	0,8	1,0	0,03	9,2	9,4	7,5	5,7
	1-3 cm	468	-	nd	7,7	0,7	-	0,02	9,8	-	7,4	-
	3-6 cm	709	-	nd	8,2	0,8	-	0,02	11,1	-	8,2	-
St.10	270°/1000 m	593	1270	nd	7,6	0,8	0,8	-	11,7	11,9	7,3	8,1
St.11	270°/ 500 m	1450	-	nd	7,5	1,1	-	-	12,8	-	9,3	-
St.14	90°/ 500 m	1740	-	nd	7,3	1,4	-	-	17,3	-	11,4	-
St.15	90°/1000 m	986	783	nd	7,8	0,9	0,8	-	12,4	13,4	8,6	8,3

-: ikke analysert nd: ikke funnet Cr er ikke analysert i 1996

Biologi

Antall arter pr. stasjon varierte fra 71 til 85, mens antall individer varierte fra 581 til 1311. Totalt 8460 individer ble identifisert til 159 taxa. De 10 vanligste artene utgjorde fra 57% to 74%.

Polychaeten *Myriochele oculata* dominerte på de fleste stasjoner (12-63%) mens *Eudorellopsis deformis*, *Scoloplos armiger* og *Amphiura filiformis* utgjorde 4 to 12% ved enkelte stasjoner.

Antall *M. oculata* var høyest i 180° retningen ved 500m, i 270° retningen ved 1000m, og i 90° retningen ved 500m. Det store antallet av denne arten påvirker tydelig diversiteten ved enkelte stasjoner, se tabell under.

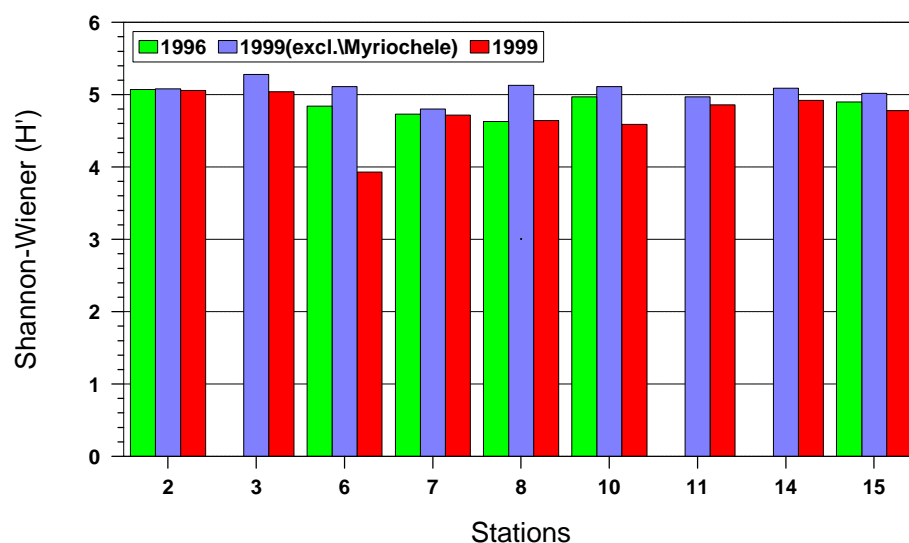
Dybde, antall individer (N) og arter (S), Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Pielou's jevnhetsindeks (J) og forventet antall arter pr. 100 individer (ES₁₀₀), Eldfisk B 1999. Inkl. / eks. *M. oculata*.

Stasjon	Dybde	N	S	H'	J'	ES ₁₀₀
2 – 0°/1000m	73	721/654	72	5.1/5.1	0.8/0.8	35.1/35.6
3 – 0°/500m	74	1016/845	85	5.0/5.3	0.8/0.8	35.4/37.5
6 – 180°/500m	71	1239/716	82	3.9/5.1	0.6/0.8	28.1/36.0
7 – 180°/1000m	73	726/629	65	4.7/4.8	0.8/0.8	31.4/32.5
8 – 180°/2000m	72	581/433	77	4.6/5.1	0.7/0.8	34.1/39.0
10 – 270°/1000m	70	907/667	80	4.6/5.1	0.7/0.8	33.2/37.7
11 – 270°/500m	72	1106/951	71	4.9/5.0	0.8/0.8	31.4/32.4
14 – 90°/500m	73	1311/1104	78	4.9/5.1	0.8/0.8	34.1/36.0
15 – 90°/1000m	73	853/694	79	4.8/5.0	0.8/0.8	33.0/35.6

Diversitetsindeksen (inkl. *M. oculata*) varierte fra 3.9 til 5.1, og fra 4.8 til 5.3 eks. *M. oculata*.

Antall arter og individer har økt sammenlignet med undersøkelsen I 1996. Det er bare mindre forandringer i diversiteten (eks. *M. oculata*) mellom 1996 og 1999.

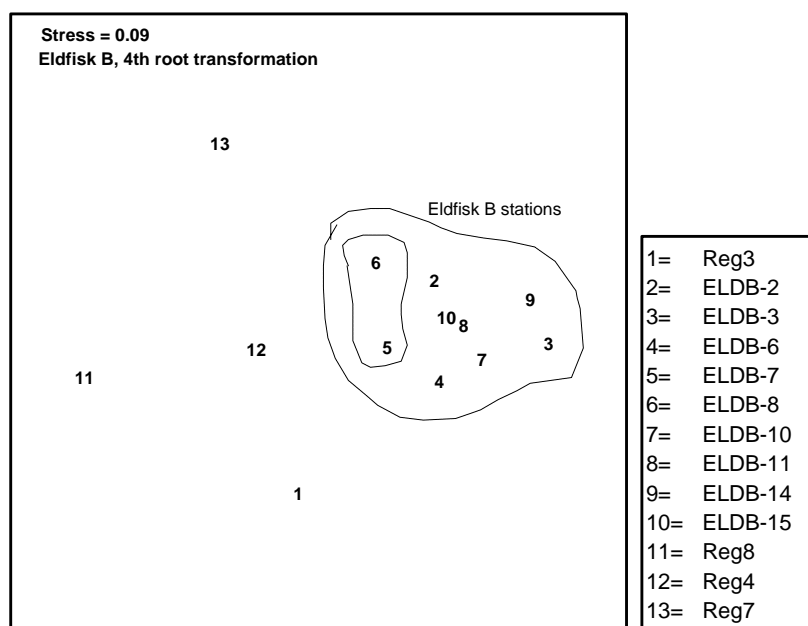
TEKNISK RAPPORT



Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') at Eldfisk B, 1996 og 1999.

I 1996 var stasjon 6 (180°/500m) den eneste stasjonen karakterisert som svakt forstyrret, antageligvis på grunn av stort antall av *M. oculata*. I 1999 var denne polychaeten påvist i stort antall på alle feltstasjonene. Det er ikke sannsynlig at alle stasjonene har forandret seg til det verre i løpet av de siste tre år siden det ikke har vært noen utslipp i 1998 og 1999 og THC og Ba nivået har minnet på flere stasjoner.

Bunndyrssamfunnet innen Eldfisk B området viser ingen signifikante indikasjoner på forskjeller mellom stasjoner som følge av boreaktiviteter. Bortsett fra de store mengder *M. oculata* på stasjon 6, anses faunaen på Eldfisk B som uforstyrret.



MDS-plott på stasjonsnivå, Eldfisk B 1999.

TEKNISK RAPPORT

4.10 Embla

Sedimentene på Embla består i gjennomsnitt av 4,4 % pelit. Pelit konsentrasjonen har økt litt på alle stasjoner sammenlignet med den forrige undersøkelsen i 1996. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,7 % til 0,9 %. Resultatene er tilsvarende som i 1996.

Middelverdien for THC varierer fra 6,6 mg/kg på stasjon 8, 180°/2000m til 10,9 mg/kg på stasjon 6, 180°/500m. På bare en av de seks stasjonene som er analysert, ligger middelverdien over grensen for forurensning, stasjon 6, 180°/500m. Imidlertid er litt forhøyde THC konsentrasjoner også funnet i noen av prøvene fra andre stasjoner. De høyeste konsentrasjonene, 18,8 mg/kg er funnet i 1-3 cm laget på stasjon 6. THC nivåene er tilsvarende som i 1996.

NPD, PAH og dekalin konsentrasjonene er høyere i lagprøvene enn i det øverste 01 cm laget. Dette ble også funnet i 1996. Forhøyde nivåer er bare funnet på stasjon 6, 180°/500m, i lagprøvene.

Ba konsentrasjonene varierer fra 92 mg/kg på stasjon 2, 360°/1000m til 655 mg/kg på stasjon 6, 180°/500m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på fem av de seks stasjonene som er analysert. Dette betyr ut til 1000m i 270° retningen og ut til 2000m i 90° og 180° retningene. En nedgang er funnet siden 1996. En vertikal transport av Ba nedover i sedimentene er funnet, og konsentrasjonene er høyere enn i det øverste sedimentlaget. Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, og bare litt forhøyde konsentrasjoner av Pb er funnet på en stasjon.

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

Tabell 4.10.1. Embla, pelit og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Pelit		TOM		THC		NPD		PAH		Dekaliner	
		1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.2	360°/1000 m	4,8	3,1	0,68	0,83	6,8	7,2	-	-	-	-	-	-
St.6	180°/ 500 m	4,0	3,0	0,86	0,87	10,9	11,4	0,040	0,037	0,077	0,046	0,129	0,169
	1-3 cm					18,8	18,5	0,078	0,075	0,111	0,145	0,209	0,934
	3-6 cm					9,3	4,9	0,036	0,082	0,051	0,265	0,071	0,114
St.7	180°/1000 m	4,1	3,5	0,82	0,90	7,2	6,6	-	-	-	-	-	-
St.8	180°/2000 m	4,0	3,3	0,79	0,93	6,6	7,5	0,031	0,048	0,041	0,072	nd	0,074
	1-3 cm					7,8	4,5	0,036	0,047	0,032	0,099	nd	0,107
	3-6 cm					9,9	19,8	0,051	0,059	0,111	0,116	nd	0,133
St.10	270°/1000 m	4,6	3,7	0,85	0,85	7,2	6,6	-	-	-	-	-	-
St.16	90°/2000 m	4,7	2,4	0,85	1,07	8,7	7,8	-	-	-	-	-	-

-: ikke analysert nd: ikke funnet

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.10.2. Embla, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Ba		Cd		Cr		Cu		Hg		Pb		Zn	
		1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.2	360°/1000 m	92	254	nd		7,2		0,5	0,7	-		7,6	7,8	5,4	6,0
St.6	180°/ 500 m	655	2210	nd		7,9		1,2	1,2	0,02		12,7	12,7	8,3	8,5
	1-3 cm	939	-	nd		7,9		0,9	-	0,03		13,3	-	8,6	-
	3-6 cm	1681	-	0,02		8,1		1,1	-	0,02		12,6	-	8,8	-
St.7	180°/1000 m	144	486	nd		7,9		0,6	0,9	-		9,6	8,9	6,4	5,5
St.8	180°/2000 m	108	339	nd		8,3		0,6	0,9	0,02		8,8	7,6	6,3	6,1
	1-3 cm	192	-	nd		8,5		0,7	-	0,03		8,9	-	6,8	-
	3-6 cm	294	-	0,02		8,3		0,8	-	0,02		9,5	-	7,4	-
St.10	270°/1000 m	227	487	nd		7,5		0,7	0,7	-		9,2	9,0	6,3	5,8
St.16	90°/2000 m	197	247	nd		7,7		0,7	0,7	-		8,8	7,5	6,4	5,7

-: ikke analysert nd: ikke funnet Cr er ikke analysert i 1996

Biologi

Antall arter varierte fra 60 til 79, mens antall individer varierte fra 648 til 1798. Totalt 6525 individer ble identifisert til 141 taxa. De 10 vanligste artene utgjorde fra 68% til 89%.

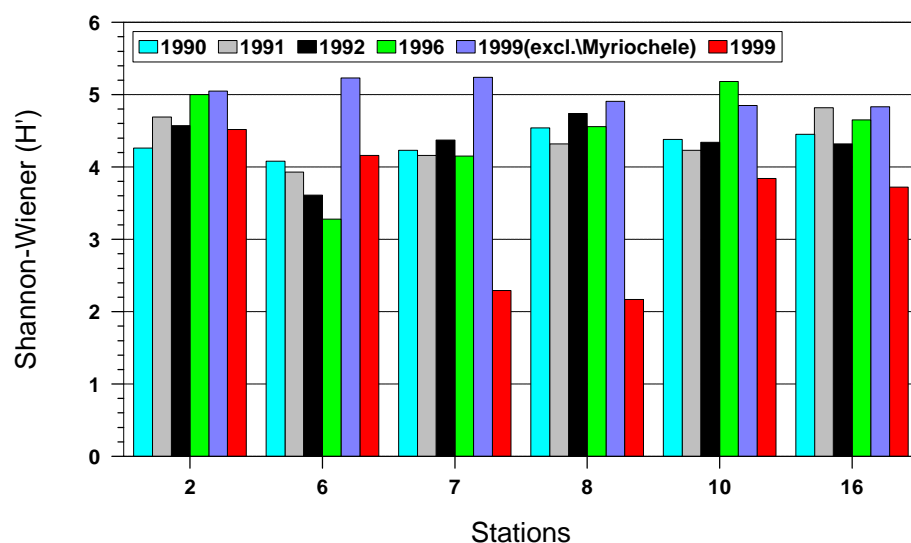
Polychaeten *M. oculata* dominerte på de fleste stasjoner (27-73%) og hadde en tydelig innvirkning på diversitetsindeksene, se tabell under. Antallet var høyest i 180° retningen ved 1000m og 2000m stasjonene.

Dybde, antall individer (N) og arter (S), Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Pielou's jevnhetsindeks (J) og forventet antall arter pr. 100 individer (ES100) for hver stasjon (inkl. / eks. *M. oculata*), Embla 1999.

Stasjon	Dybde	N	S	H'	J'	ES ₁₀₀
2 – 0°/1000m	72	648/472	75	4.5/5.1	0.7/0.8	33.4/38.5
6 – 180°/500m	71	908/554	75	4.2/5.2	0.7/0.8	31.2/38.8
7 – 180°/1000m	72	1798/493	79	2.3/5.2	0.4/0.8	19.2/39.7
8 – 180°/2000m	72	1684/456	70	2.2/4.9	0.4/0.8	17.5/34.8
10 – 270°/1000m	70	691/408	65	3.8/4.9	0.6/0.8	27.7/35.6
16 – 90°/2000m	69	796/449	60	3.7/4.8	0.6/0.8	26.4/33.5

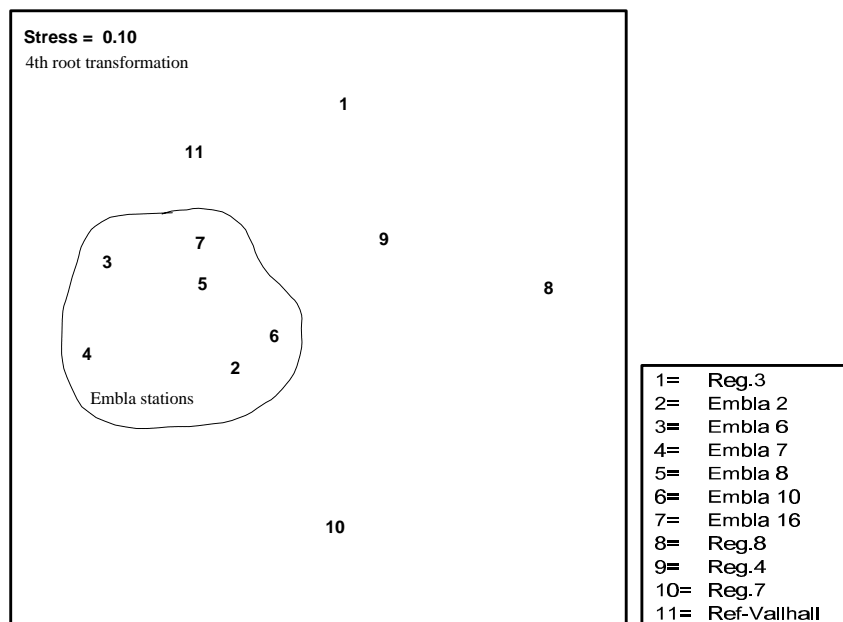
Shannon-Wiener diversitetsindeks (inkl. *M. oculata*) varierte fra 2.2 til 4.5. Fjerning av *M. oculata* fra datasettet resulterte i høyere diversitetsindekser på alle stasjoner; fra 4.8 til 5.2. Når *M. oculata* fjernes fra datasettet er diversitetsindeksene generelt høyere i 1999 enn i tidligere undersøkelser.

TEKNISK RAPPORT



Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Embla, 1990, 1991, 1992, 1996 and 1999.

Det er ikke noe mønster i dataene som tilsier en korrelasjon mellom tilstedeværelse av *M. oculata* og forhøyede konsentrasjoner av hydrokarboner/metaller i sedimentene. Bortsett fra en forflytning av *M. oculata* innen området er faunasammensetningen ganske lik det den var i 1996.



MDS-plott på stasjonsnivå, Embla 1999.

TEKNISK RAPPORT

4.11 Tor

Sedimentene på Tor består i gjennomsnitt av 3,6 % pelit. Pelit konsentrasjonen har økt litt på de fleste stasjonene sammenlignet med 1996. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og likt over hele feltet, fra 0,71 % til 0,82 %, og også likt med 1996.

Middelverdien av THC varierer fra 6,7 mg/kg på stasjon 7, 180°/1000m til 46,0 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 174 mg/kg og 192 mg/kg. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet ut til 1000m i 180° retningen. Middelverdiene av THC er tilsvarende som i 1996, men det er funnet en økning i 1-3 cm og 3-6 cm lagene på stasjon 5, 180°/250m.

Olefiner er ikke analysert i sedimentene fra Tor. Gasskromatogrammene viser imidlertid de samme "olefintopper" som er funnet på Ekofisk Centre 2/4 B&K, Eldfisk 2/7 A/FTP og Eldfisk 2/7 B hvor pseudo-oljebasert borevæske Novaplus(olefiner) er sluppet ut.

Forhøyde NPD og PAH konsentrasjoner er funnet på de to stasjonene som er analysert, og også i 1-3 cm og 3-6 cm lagene. Forhøyde dekaliner konsentrasjoner er funnet på stasjon 5, 180°/250m og i 3-6 cm laget på stasjon 7, 180°/1000m. Store forskjeller er funnet mellom de parallelle prøvene. Nivåene er tilsvarende eller noe høyere enn i 1996.

Ba konsentrasjonene varierer fra 92 mg/kg på stasjon 8, 180°/2000m til 1470 mg/kg på stasjon 5, 180°/250m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på seks av de sju stasjonene som er analysert. Dette betyr ut til 500m i 90°, 270° og 360° retningene og ut til 1000m i 180° retningen. En nedgang er funnet siden 1996. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet i sedimentlagene på stasjon 5, 180°/250m og på stasjon 7, 180°/1000m. Konsentrasjonene er høyere enn i det øverste 01 cm laget, og de høyeste Ba konsentrasjonene på feltet, 2350 mg/kg, er funnet i 1-3 cm laget på stasjon 5. Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, men det er funnet noen forhøyde konsentrasjoner, spesielt på stasjon 5, 180°/250m. De høyeste konsentrasjonene er funnet i 1-3 cm og 3-6 cm lagene på denne stasjonene.

Det er ikke rapportert boreaktiviteter på Tor siden den forrige undersøkelsen, og heller ikke i perioden 1993 til 1996. Imidlertid er det funnet forbindelser i gasskromatogrammene som ligner det som er funnet på de andre feltene i Ekofisk området hvor utslipp av borevæsker er rapportert.

Tabell 4.11.1. Tor, pelit og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Pelit		TOM		THC		NPD		PAH		Dekaliner	
		1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.3	360°/ 500 m	4,8	3,3	0,82	0,94	8,6	8,8	-	-	-	-	-	-
St.5	180°/ 250 m	3,5	1,9	0,80	0,80	46,0	35,4	0,131	0,285	0,166	0,303	0,148	0,186
	1-3 cm					174	69,4	0,158	0,189	0,097	0,029	0,384	0,391
	3-6 cm					192	32,6	0,203	0,112	0,050	0,042	0,462	0,244
St.6	180°/ 500 m	3,6	3,7	0,77	0,84	18,8	12,6	-	-	-	-	-	-
St.7	180°/1000 m	4,6	2,9	0,74	0,92	6,7	7,1	0,099	0,030	0,271	0,064	nd	0,061
	1-3 cm					10,7	7,4	0,029	0,028	0,093	0,063	nd	0,083
	3-6 cm					12,7	13,0	0,058	0,055	0,210	0,157	0,121	0,193
St.8	180°/2000 m	2,8	-	0,80	-	7,8	-	-	-	-	-	-	-
St.11	270°/ 500 m	2,4	2,1	0,82	1,07	9,1	8,0	-	-	-	-	-	-
St.14	90°/ 500 m	3,5	2,0	0,71	0,77	7,1	5,2	-	-	-	-	-	-

-: ikke analysert nd: ikke funnet

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.11.2. Tor, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Ba		Cd		Cr		Cu		Hg		Pb		Zn	
		1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996	1999	1996
St.3	360°/ 500 m	277	308	nd		7,4		0,7	0,7	-		8,6	7,8	6,7	5,4
St.5	180°/ 250 m	1470	2590	0,06		6,6		2,1	2,2	0,03		15,3	14,9	26,5	21,6
	1-3 cm	2350	-	0,20		8,0		3,1	-	0,06		21,0	-	40,2	-
	3-6 cm	2190	-	0,22		8,9		5,2	-	0,04		31,3	-	125,9	-
St.6	180°/ 500 m	385	1300	nd		7,2		0,9	1,2	-		11,9	14,6	9,5	11,5
St.7	180°/1000 m	169	269	nd		7,2		0,6	0,8	nd		6,6	8,5	5,8	7,2
	1-3 cm	778	-	0,02		7,8		0,8	-	nd		8,5	-	8,3	-
	3-6 cm	1350	-	0,04		9,9		1,3	-	0,05		11,2	-	12,7	-
St.8	180°/2000 m	92	-	nd		7,5		0,5	-	-		6,7	-	5,5	-
St.11	270°/ 500 m	269	668	nd		7,7		0,9	0,9	-		9,0	8,9	9,1	6,6
St.14	90°/ 500 m	244	301	nd		7,2		0,8	0,8	-		9,5	9,4	12,6	7,2

:- ikke analysert nd: ikke funnet Cr er ikke analysert i 1996

Biologi

Antall arter varierte fra 67 til 90, mens antall individer varierte fra 975 til 2424. Totalt 9147 individer ble identifisert til 148 taxa. De 10 vanligste artene utgjorde fra 76% til 90%.

Polychaeten *Myriochele oculata* dominerte på de fleste stasjoner (38 to 64%), mens *Eudorellopsis deformis*, *Ditrupa arietina* og *Amphiura filiformis* var vanlige.

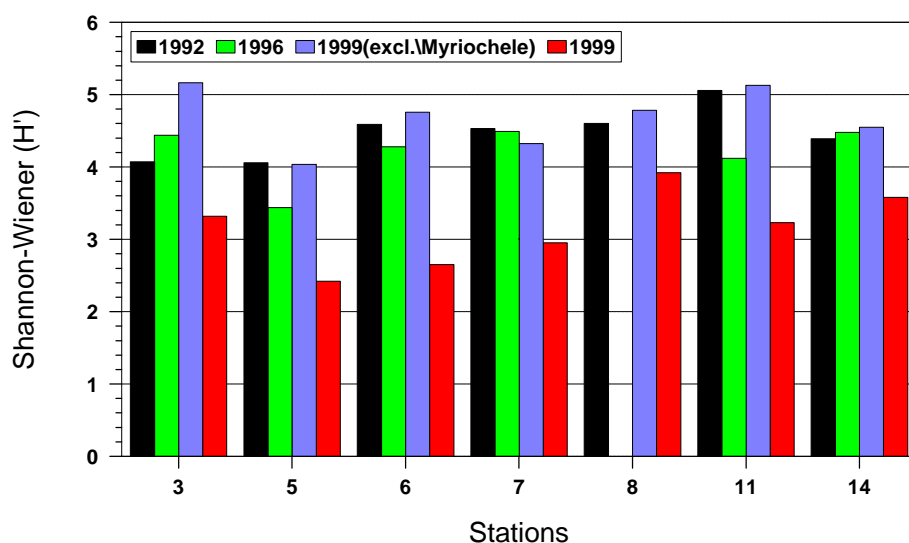
Antall *M. oculata* var høyest på stasjon 5 (180°/250m) og 6 (180°/500m). De store mengdene av denne arten påvirker tydelig diversiteten, se tabell under.

Antall individer (N) og arter (S), dybde, Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Pielou's jevnhetsindeks (J) og forventet antall arter pr. 100 individer (ES100) for hver stasjon på Tor 1999.

Stasjon	Dybde	N	S	H'	J'	ES ₁₀₀
3 – 0°/500m	67	1366/615	81	3,3/5.2	0,5/0.8	25,3/37.8
5 – 180°/250m	66	2424/886	67	2,4/4.0	0,4/0.7	16,9/28.1
6 – 180°/500m	67	2117/759	77	2,7/4.8	0,4/0.8	19,9/33.7
7 – 180°/1000m	67	1477/668	73	3,0/4.3	0,5/0.7	20,9/31.9
8 – 180°/2000m	68	975/603	76	3,9/4.8	0,6/0.8	27,8/35.1
11 – 270°/500m	67	1278/558	76	3,2/5.1	0,5/0.8	24,8/37.0
14 – 90°/500m	67	1265/720	90	3,6/4.6	0,6/0.7	24,8/33.3

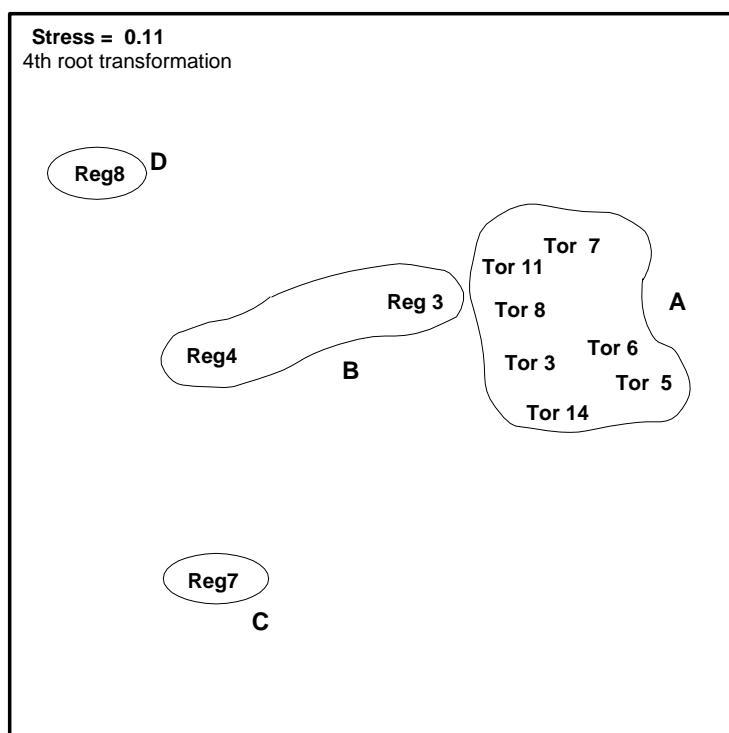
Diversitetsindeksen varierte fra 2.4 til 3.9 inkludert *M. oculata*, og fra 4.0 til 5.2 eksklusiv denne arten. Antall arter har økt på alle stasjoner utenom en stasjon (stasjon 5) sammenlignet med undersøkelsene i 1992 og 1996. Diversitetsindeksen (eks. *M. oculata*) er generelt noe høyere eller lik for resultatene fra 1992 og 1996.

TEKNISK RAPPORT



Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på Tor, 1996 and 1999.

Når man ekskluderte *M. oculata* fra datasettet var diversitetsindeksene enda ganske høye, men redusert på stasjon 5. Faunaen på stasjon 5 regnessom forstyrret.



MDS-plot på stasjonsnivå, Tor 1999. 4. rot transformasjon.

4.12 Yme Gamma

Sedimentene på Yme Gamma består i gjennomsnitt av 3,2 % pelit. Den gjennomsnittlige pelit konsentrasjonen og mengden pelit på referansestasjonen har økt litt siden 1996. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,5 % til 0,9 %. Sammenlignet med den forrige undersøkelsen er det funnet en liten økning på noen stasjoner.

Middelverdien for THC varierer fra 1,9 mg/kg på referansestasjonen til 173 mg/kg på stasjon 5, 120°/250m. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet på tre av de innerste stasjonene, stasjon 5, 120°/250m, stasjon 6, 120°/500m og stasjon 15, 300°/500m. En økning er funnet siden 1996.

Olefiner er funnet på alle stasjonene bortsett fra referansestasjonen. De høyeste konsentrasjonene, 34,5 mg/kg, er funnet på stasjon 5, 120°/250m.

Olefiner er også funnet i 1-3 cm lagene på stasjon 5, men ikke i 3-6 cm laget. På de to stasjonene ved 1000m og 2000m er olefiner bare funnet i en av parallellene på hver stasjon. Olefinene som er funnet, stemmer overens med innholdet i den pseudo-oljebaserte borevæsken Ultidril, C14 og C16 olefiner. Siden olefiner er funnet, er sedimentene på alle stasjonene påvirket av hydrocarboner.

Forhøyde nivåer av NPD, PAH og dekaliner er funnet på stasjon 5, 120°/250m. Middelverdiene for NPD og dekaliner er høye, henholdsvis 1,77 mg/kg og 1,87 mg/kg, hovedsakelig på grunn av høye konsentrasjoner i en av parallellene. Konsentrasjonene i de vertikale lagene er også relativt høye. Nivåene har økt siden 1996.

Estrene i Petrofree er funnet på tre stasjoner, de samme stasjonene som har de høyeste THC konsentrasjonene. Resultatene er 16,4 mg/kg på stasjon 5, 120°/250m, 0,9 mg/kg på stasjon 6, 120°/500m og 0,4 mg/kg på stasjon 15, 300°/500m. En nedgang er funnet siden 1996. Petrofree er også funnet i 1-3 cm laget og 3-6 cm laget på stasjon 5. Estrene i Finagreen er ikke funnet på noen stasjoner, og dette er en nedgang siden 1996.

Ba konsentrasjonene varierer fra 6 mg/kg på referansestasjonen, stasjon 18 300°/10000m til 4520 mg/kg på stasjon 5, 120°/250m. Høye Ba konsentrasjoner, 994 mg/kg, er også funnet på stasjon 6, 120°/500m. Sammenlignet med 1996 har Ba konsentrasjonene økt på de fleste stasjonene, spesielt på stasjon 5, 120°/250m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene bortsett fra referansestasjonen. Dette er ut til 2000m i 120° retningen og ut til 500m i de andre retningene. Konsentrasjonene av tungmetaller er lave. Forhøyde verdier av Cu, Pb og Zn er funnet på stasjon 5, og Cd og Hg er også funnet på denne stasjonen.

De kjemiske resultatene er hovedsakelig i overensstemmelse med boreaktivitetene på Yme Gamma. Boring med vannbaserte, esterbaserte og pseudo-oljebaserte borevæsker er foretatt siden den forrige undersøkelsen. Dette forklarer innholdet av Ba, estere (Petrofree) og olefiner (Ultidril) i sedimentene. Imidlertid tyder innholdet av THC, NPD, PAH og dekaliner på at det også har vært andre utslipp. Utslipp av olje i produsert vann er rapportert, 3 tonn i 1997 og 9 tonn i 1998.

Tabell 4.12.1. Yme Gamma, pelit og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Pelit		TOM		THC		Olefin	Petrofree		Finagreen		NPD	PAH	Dekaliner	
	99	96	99	96	99	96	99	99	96	99	96			1999	1996

TEKNISK RAPPORT

St.2	30°/ 500 m	1,9	2,5	0,58	0,63	3,7	4,2	0,3	nd	-	nd	-	-	-	-	-	-	-
St.5	120°/ 250 m	5,6	2,0	0,86	0,96	173	24,6	34,5	16,4	312	nd	17,8	1,770	0,192	0,292	0,066	1,870	0,366
	1-3 cm					72,7	7,2	1,60	12,8	-	nd	-	0,410	0,047	0,120	0,059	0,983	0,118
	3-6 cm					25,8	6,5	nd	4,5	-	nd	-	0,191	0,086	0,068	0,033	0,298	0,094
St.6	120°/ 500 m	2,9	2,2	0,64	0,90	18,1	8,4	2,3	0,9	9,0	nd	0,4	-	-	-	-	-	-
St.7	120°/1000 m	2,5	2,7	0,62	0,72	3,3	4,9	nd	nd	1,2	nd	nd	-	-	-	-	-	-
St.8	120°/2000 m	3,2	2,2	0,58	0,72	2,7	4,2	nd	nd	0,3	nd	0,1	0,009	0,011	0,020	0,041	nd	0,058
	1-3 cm					2,01	2,7	nd	nd	-	nd	-	0,008	0,009	0,015	0,033	nd	0,043
	3-6 cm					1,84	4,2	nd	nd	-	nd	-	0,007	0,011	0,018	0,034	nd	0,053
St.11	210°/ 500 m	2,7	2,0	0,46	0,71	3,3	4,0	0,7	nd	-	nd	-	-	-	-	-	-	-
St.15	300°/ 500 m	3,4	2,3	0,57	0,70	14,6	3,9	9,2	0,4	-	nd	-	-	-	-	-	-	-
St.18 Ref.	300°/10000m	2,8	0,9	0,59	0,67	1,9	3,6	nd	nd	nd	nd	0,02	0,005	0,018	0,015	0,039	nd	0,039
	1-3 cm					1,78	4,0	nd	nd	-	nd	-	0,004	0,005	0,015	0,020	nd	0,034
	3-6 cm					2,45	1,4	nd	nd	-	nd	-	0,007	0,005	0,025	0,018	nd	0,039

:- ikke analysert nd: ikke funnet Olefiner er ikke analysert i 1996

Tabell 4.12.2. Yme Gamma, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Ba		Cd		Cr		Cu		Hg		Pb		Zn	
	1999	1996	1999	1999	1999	1996	1999	1996	1999	1999	1996	1999	1996	1996
St.2	30°/ 500 m	214	98	nd	4,6	1,0	<0,6	-	-	6,4	5,7	6,4	4,8	
St.5	120°/ 250 m	4520	1110	0,03	6,9	7,2	1,4	0,02	11,9	5,0	19,7	5,9		
	1-3 cm	4760	-	0,05	7,4	6,6	-	0,02	11,8	-	27,6	-		
	3-6 cm	4690	-	0,02	7,5	3,6	-	0,02	9,0	-	10,1	-		
St.6	120°/ 500 m	994	426	nd	5,9	2,1	0,9	-	6,7	6,8	10,1	5,6		
St.7	120°/1000 m	149	88	nd	5,8	0,7	0,8	-	6,1	5,9	6,3	5,5		
St.8	120°/2000 m	39	46	nd	5,4	0,5	0,8	0,02	6,2	6,7	5,9	5,6		
	1-3 cm	52	-	nd	5,1	0,4	-	0,02	5,8	-	4,8	-		
	3-6 cm	51	-	0,02	5,5	0,4	-	0,02	6,2	-	5,3	-		
St.11	210°/ 500 m	63	90	nd	4,7	0,5	0,9	-	5,0	5,7	4,9	5,6		
St.15	300°/ 500 m	202	84	nd	5,2	0,5	0,7	-	5,9	5,7	5,4	5,9		
St.18 Ref.	300°/10000m	6	6	nd	9,8	0,3	0,9	0,05	9,9	9,1	7,4	6,7		
	1-3 cm	9	-	nd	9,7	0,4	-	0,03	10,1	-	7,6	-		
	3-6 cm	14	-	nd	9,2	0,7	-	0,03	9,2	-	7,8	-		

:- ikke analysert nd: ikke funnet Cr er ikke analysert i 1996

Biologi

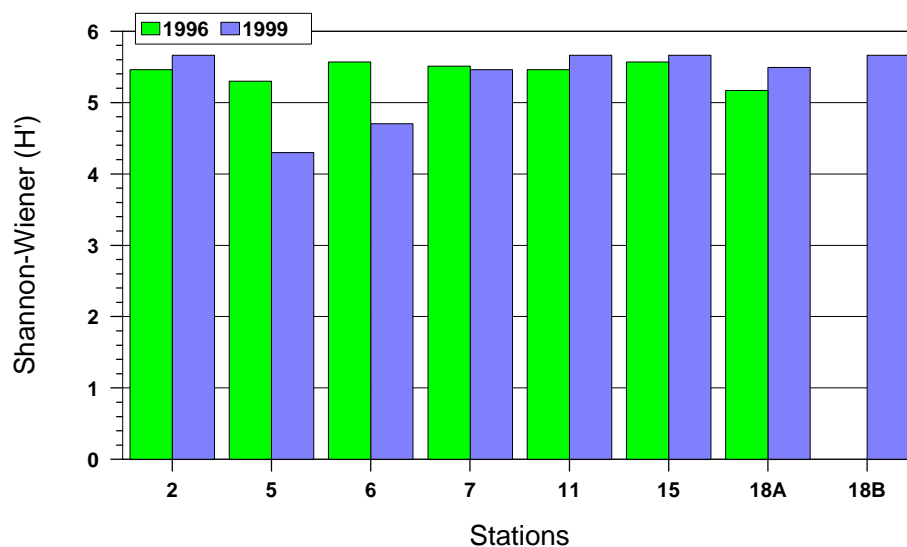
Antall arter pr. stasjon varierte fra 61 til 105, mens antall individer varierte fra 421 til 601. Totalt 4316 individer ble identifisert til 182 taxa. De 10 vanligste artene utgjorde fra 47% til 73%. På Yme Gamma er ikke *Myriochele oculata* en dominerende art slik som på de fleste andre områder i Ekofisk regionen.

TEKNISK RAPPORT

Dybde, antall individer (N) og arter (S), Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Pielou's jevnhetsindeks (J') og forventet antall arter pr. 100 individer (ES_{100}) for hver stasjon, Yme Gamma 1999.

Stasjon	Dybde	N	S	H'	J'	ES_{100}
2 – 30°/500m	92	550	105	5.7	0.8	46.6
5 – 120°/250m	90	421	61	4.3	0.7	30.4
6 – 120°/500m	92	459	78	4.7	0.8	37.9
7 – 120°/1000m	91	593	96	5.5	0.8	43.5
11 – 210°/500m	91	556	104	5.7	0.9	46.1
15 – 300°/500m	92	557	93	5.7	0.9	45.8
18A – 300°/10000m	90	601	97	5.5	0.8	43.2
18B – 300°/10000m	90	579	91	5.7	0.9	45.9

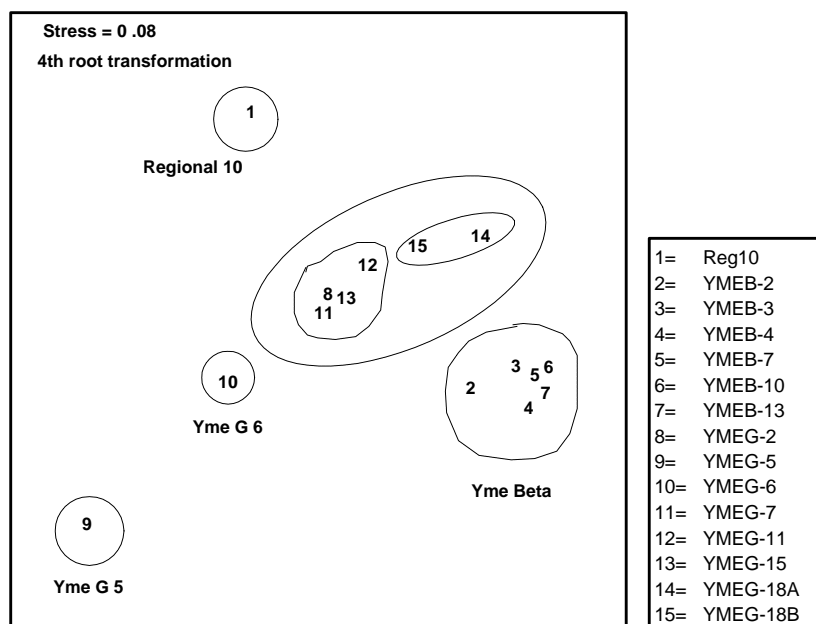
På stasjon 5 (120°/250m) og 6 (120°/500m) er antall arter og individer redusert i 1999 sammenlignet med 1996. Artssammensetningen på de samme stasjonene indikerer en påvirket fauna på disse to stasjonene.



Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ved Yme Gamma, 1996 and 1999.

Macrofaunaen ved Yme Gamma er divers og uforstyrret. To unntak ble funnet. Oljeboring og utslipp har skapt en svak forstyrrelse i macrofaunaen på stasjon 5. Stasjon 6 kan også regnes som forstyrret, men ikke i samme grad som stasjon 5.

TEKNISK RAPPORT



MDS-plott på stasjonsnivå, Yme Gamma and Beta 1999

4.13 Yme Beta

Sedimentene på Yme Beta består i gjennomsnitt av 2,5 % pelit. Pelit konsentrasjonen har økt siden 1996. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,38 % to 0,47 %. Dette er de laveste TOM konsentrasjonene som er funnet på Region I i 1999. Innholdet er sammenlignbart med resultatene fra den forrige undersøkelsen i 1996 og med grunnlagsundersøkelsen i 1994.

Middelverdien for THC varierer fra 0,5 mg/kg på stasjon B13, 330°/500m til 1,6 mg/kg på stasjon B4, 150°/250m. THC innholdet på Yme Beta er åpenbart svært lavt, og forhøyde verdier er ikke funnet. Imidlertid er de to stasjonene ved 250m som hadde forhøyde THC konsentrasjoner i 1996, ikke tatt med i år. Utviklingen nær plattformen siden 1996 kan derfor ikke vurderes. Konklusjonen er at spredningsområdet ikke har økt siden 1996, og dette området ligger innenfor 500m, men THC nivåene nær plattformen er ikke kjent. Forhøyde nivåer av NPD, PAH og dekaliner er ikke funnet.

Forbindelser fra de esterbaserte borevæskene Finagreen og Petrofree er ikke funnet i sedimentene på Yme Beta. Deteksjonsgrensen er 0,3 mg/kg.

Ba konsentrasjonene varierer fra 7 mg/kg på stasjonene B6, 150°/1000m og B13, 330°/500m til 103 mg/kg på stasjon B4, 150°/250m. Litt forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet ut til 500m i 60°, 150° og 240° retningene. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet ut til 500m i 330° retningen og ved 1000m i 150° retningen. De to stasjonene ved 250m som viste de høyeste konsentrasjonene i 1996, mer enn 1000 mg/kg, er ikke med i år. Utviklingen siden 1996 kan derfor ikke vurderes. Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, og bare litt forhøyde nivåer av Zn er funnet på en stasjon.

TEKNISK RAPPORT

Resultatene hittil tyder ikke på at spredningsområdet for kjemikaliene har økt siden 1996. De kjemiske resultatene er hovedsakelig i overensstemmelse med boreaktivitetene på Yme Beta.

Tabell 4.13.1. Yme Beta, pelit og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Pelit		TOM		THC		Estere	NPD			PAH		Dekaliner	
		1999	1996	1999	1996	1999	1996		1999	1999	1996	1999	1996	1999	1996
B 2	60°/ 500 m	2,3	-	0,41	-	1,1	-	nd	-	-	-	-	-	-	-
B 4	150°/ 250 m	2,9	0,4	0,42	0,41	1,6	4,5	nd	0,003	0,012	0,006	0,013	nd	0,099	
	1-3 cm					1,1	<1,2	nd	0,004	0,008	0,004	0,028	nd	nd	
	3-6 cm					1,5	<1,2	nd	0,005	0,008	0,006	0,032	nd	nd	
B 5	150°/ 500 m	3,7	0,4	0,40	0,47	1,1	1,9	nd	-	-	-	-	-	-	-
B 6	150°/ 1000 m	2,2	0,3	0,47	0,43	1,1	1,2	nd	0,007	-	0,010	-	nd	-	
	1-3 cm					2,6	-	nd	0,006	-	0,010	-	nd		
	3-6 cm					1,6	-	nd	0,006	-	0,010	-	nd		
B 10	240°/ 500 m	1,6	-	0,38	-	0,8	-	nd	-	-	-	-	-	-	-
B 13	330°/ 500 m	2,5	-	0,41	-	0,5	-	nd	-	-	-	-	-	-	-

:- ikke analysert nd: ikke funnet Estere (Petrofree og Finagreen) er ikke analysert i 1996

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

Stasjon	Ba		Cd	Cr	Cu		Hg	Pb		Zn	
	1999	1996	1999	1999	1999	1996	1999	1999	1996	1999	1996
B 2 60°/ 500 m	18	-	nd	8,2	nd	-	-	7,3	-	4,9	-
B 4 150°/ 250 m	103	87	nd	8,6	nd	<0,6	<0,01	7,1	5,7	4,5	4,5
1-3 cm	81	-	nd	8,5	nd	-	<0,01	6,9	-	4,0	-
3-6 cm	94	-	nd	8,6	nd	-	<0,01	6,9	-	4,2	-
B 5 150°/ 500 m	20	64	nd	9,0	nd	<0,6	-	7,8	6,3	5,3	4,8
B 6 150°/ 1000 m	7	41	nd	9,2	nd	0,9	0,02	8,2	6,4	5,0	5,2
1-3 cm	18	-	nd	9,7	nd	-	0,03	8,5	-	5,1	-
3-6 cm	46	-	nd	9,9	nd	-	<0,01	8,7	-	5,1	-
B 10 240°/ 500 m	14	-	nd	8,3	nd	-	-	7,1	-	19,1	-
B 13 330°/ 500 m	7	-	nd	7,5	nd	-	-	6,4	-	3,9	-

:- ikke analysert nd: ikke funnet Cr er ikke analysert i 1996

Biologi

Antall arter pr. stasjon varierte fra 79 til 97, mens antall individer varierte fra 592 til 839. Totalt 4156 individer ble identifisert til 148 taxa. De 10 vanligste artene utgjorde fra 56% til 63%.

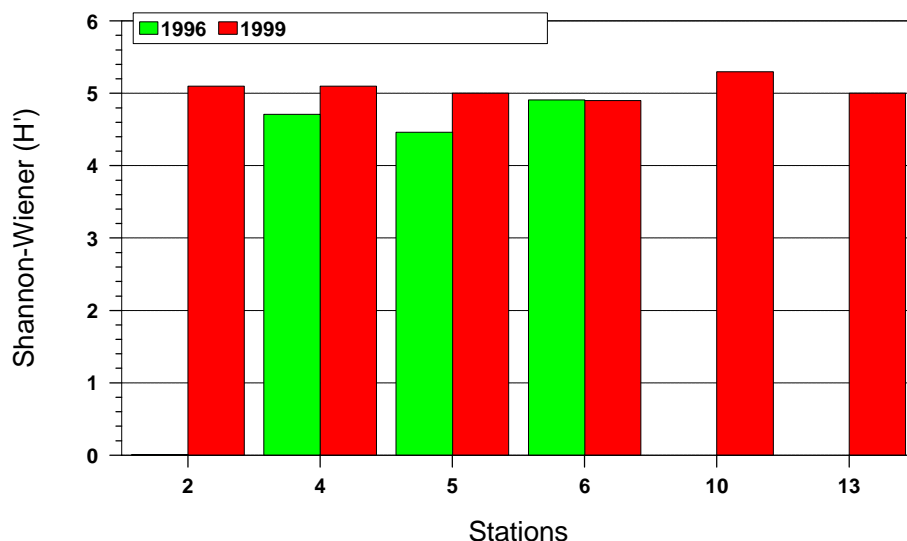
Polychaeten *Spiophanes bombyx* og *Aricidea simonae/cerrutii* dominerte på de fleste stasjonene (14 to 17%) mens *Spiophanes kroeyeri* og *Myriochele oculata* fantes i mengder opp til 18% på enkelte stasjoner. *M. oculata* var ikke en dominerende art på Yme Beta og denne arten har liten innflytelse på diversitetsindeksen.

TEKNISK RAPPORT

Dybde, antall individer (N) og arter (S), Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Pielou's jevnhetsindeks (J) og forventet antall arter pr. 100 individer (ES_{100}) for hver stasjon på Yme Beta 1999.

Stasjon	Dybde	N	S	H'	J'	ES_{100}
2 – 60°/500m	76	666	86	5.1	0.8	38.6
4 – 150°/250m	76	656	88	5.0	0.8	37.9
5 – 150°/500m	78	592	81	5.0	0.8	37.1
6 – 150°/1000m	79	834	84	4.9	0.8	35.0
10 – 240°/500m	76	759	97	5.3	0.8	40.8
13 – 330°/500m	78	540	79	5.2	0.8	39.4

Diversitetsindeksen varierte fra 4.9 til 5.3. Antall arter og individer og diversitetsindekser var generelt høyere i 1999 enn i 1996.



Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på Yme Beta, 1996 and 1999.

I samsvar med resultatene fra 1996 undersøkelsen kan makrofaunaen på stasjoner undersøkt på Yme Beta karakteriseres som typisk for uforstyrrede sedimenter (se Yme Gamma for MDS plott).

4.14 Tambar

I denne grunnlagsundersøkelsen på Tambar er det tatt prøver ut til 2000m i de fire retningene 45°, 135°, 225° og 315°.

På Tambar dominerer innholdet av fin sand på alle stasjonene. Sedimentene består i gjennomsnitt av 3,7 % pelit (< 63 µm) og 96,3 % sand (> 63 µm).

Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,71 % til 0,84 %.

TEKNISK RAPPORT

Sedimentene rundt Tambar synes hovedsakelig å være "uforstyrrede" med lave bakgrunnsverdier av THC. Ekstra mengder med mineral olje er derfor lett å oppdage i gasskromatogrammene, og spormengder så lave som 4,1 mg/kg er funnet. Middelerdien av THC varierer fra 3,2 mg/kg på stasjon 8, 135°/2000m til 107 mg/kg på stasjon 9, 225°/250m. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet ved 250m i 135° og 225° retningene. Ekstra THC "bulker" er også funnet ved 500m stasjonene i disse retningene. Ingen forhøyde THC konsentrasjoner eller ekstra THC "bulker" er funnet ved og utenfor 1000m. Resultatene tyder på at borekaks er sluppet ut. En letebrønn er boret med bruk av HDF 200 baseolje i den nederste seksjonen, men utslipp er ikke rapportert.

Forhøyde nivåer av NPD og PAH er ikke funnet. Forhøyde nivåer av dekaliner er funnet på stasjon 5, 135°/250m. Konsentrasjonene er høye med en middelerdi på 3,45 mg/kg. Resultatene for dekaliner bekrefter THC resultatene og antagelsen om at borekaks er sluppet ut.

Ba konsentrasjonene varierer fra 24 mg/kg på stasjon 8, 135°/2000m til 4040 mg/kg på stasjon 9, 225°/250m. Høye Ba konsentrasjoner, 1590 mg/kg, er også funnet på stasjon 10, 225°/500m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet ut til 250m i 135° retningen, ut til 500m i 315° retningen og ut til 1000 m i 45° og 225° retningene. Ba resultatene stemmer overens med at baritt er sluppet ut under leteboringen.

Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, og bare litt forhøyde nivåer av Cu og Zn er funnet i noen få prøver.

Tabell 4.14.1. Tambar, pelit og TOM (%), THC, NPD, PAH, dekaliner, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Pelit	TOM	THC	NPD	PAH	Dekaliner	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
		1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999
St.1	45°/ 250 m	4,2	0,76	5,6	-	-	-	276	nd	6,9	0,7	-	6,2	5,1
St.2	45°/ 500 m	4,2	0,76	4,1	-	-	-	261	nd	6,8	1,8	-	5,9	6,3
St.3	45°/1000 m	4,7	0,75	3,8	-	-	-	132	nd	6,8	2,3	-	5,9	5,6
St.4	45°/2000 m	3,5	0,74	3,3	-	-	-	50	nd	6,5	2,6	-	5,9	12,8
St.5	135°/ 250 m	4,9	0,75	49,5	0,032	0,036	3,450	677	nd	7,5	0,8	nd	6,3	5,7
	1-3 cm			9,6	0,024	0,053	0,363	1894	nd	7,3	0,9	nd	7,6	5,6
	3-6 cm			11,5	0,027	0,062	0,409	489	nd	8,0	1,2	nd	6,4	6,2
St.6	135°/ 500 m	3,4	0,73	5,3	-	-	-	107	nd	6,9	0,6	-	5,8	5,3
St.7	135°/1000 m	2,8	0,75	3,6	-	-	-	44	nd	7,2	1,4	-	6,1	7,0
St.8	135°/2000 m	3,1	0,71	3,2	0,011	0,025	nd	24	nd	6,9	0,5	nd	5,8	5,2
	1-3 cm			3,1	0,009	0,028	nd	48	nd	6,8	0,4	nd	5,6	5,3
	3-6 cm			4,6	0,020	0,061	nd	123	nd	8,0	0,8	nd	6,8	8,0
St.9	225°/ 250 m	5,3	0,84	107	-	-	-	4040	nd	8,0	3,5	-	8,5	7,5
St.10	225°/ 500 m	2,6	0,76	5,3	-	-	-	1590	nd	7,0	0,8	-	6,8	5,5
St.11	225°/1000 m	4,8	0,80	3,9	-	-	-	253	nd	7,3	1,0	-	6,7	6,3
St.12	225°/2000 m	2,8	0,79	3,9	-	-	-	66	nd	7,3	0,7	-	6,4	5,9
St.13	315°/ 250 m	5,2	0,72	3,5	-	-	-	280	nd	6,9	2,1	-	5,7	5,3
St.14	315°/ 500 m	1,6	0,80	4,0	-	-	-	118	nd	6,9	0,8	-	6,8	10,5
St.15	315°/1000 m	2,6	0,72	3,3	-	-	-	88	nd	6,5	0,5	-	5,6	5,8
St.16	315°/2000 m	4,0	0,74	3,4	-	-	-	32	nd	6,8	0,4	-	6,1	6,5

TEKNISK RAPPORT

Biologi

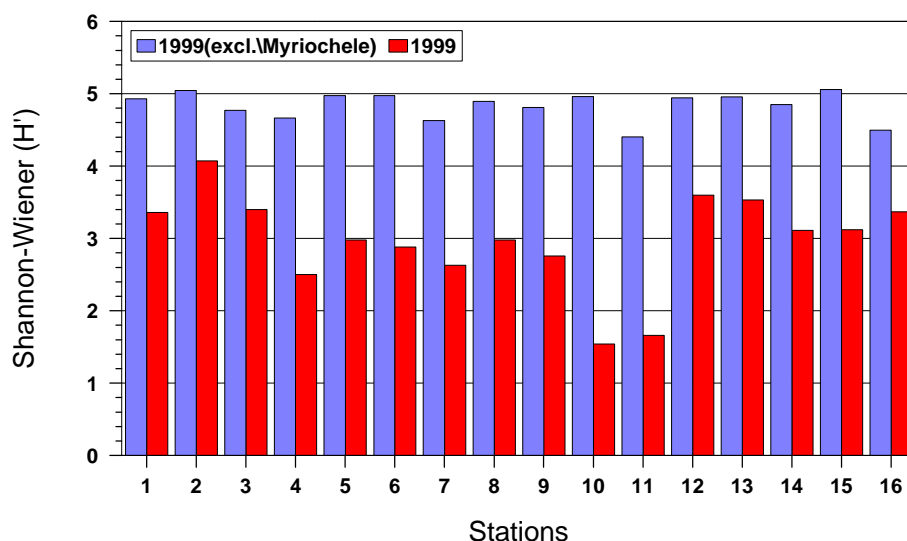
Antall arter pr. stasjon varierte fra 59 til 81, mens antall individer varierte fra 806 til 2988. Totalt 20158 individer ble identifisert til 162 taxa. De 10 vanligste artene utgjorde fra 72% til 93%.

Polychaeten *Myriochele oculata* dominerte på alle stasjoner (38 til 82%) mens *Eudorellopsis deformis* og *Amphiura filiformis* fantes i mengder fra 2 til 10% på enkelte stasjoner. Antallet var størst i 225° retningen på 250, 500 og 1000m stasjonene. Denne arten har en tydelig påvirkning på diversiteten, se tabell under.

Antall individer (*N*), arter (*S*), dybde, Shannon-Wiener diversitetsindeks (*H'*), Pielou's jevnhetsindeks (*J*) og forventet antall arter pr. 100 individer (*ES100*) for hver stasjon på Tambar 1999.

Stasjon	Dybde	N	S	H'	J'	ES ₁₀₀
1 – 45°/250m	69	1160/556	70	3.4/4.9	0.6/0.8	24.5/34.2
2 – 45°/500m	68	863/532	74	4.1/5.1	0.7/0.8	29.4/36.2
3 – 45°/1000m	68	852/428	68	3.4/4.8	0.6/0.8	24.5/34.4
4 – 45°/2000m	68	1727/583	74	2.5/4.7	0.4/0.8	18.2/31.2
5 – 135°/250m	67	1292/521	76	3.0/5.0	0.5/0.8	22.6/35.5
6 – 135°/500m	66	1322/510	75	2.9/5.0	0.5/0.8	21.9/35.1
7 – 135°/1000m	67	1087/396	60	2.6/4.6	0.5/0.8	19.7/33.0
8 – 135°/2000m	68	998/408	66	3.0/4.9	0.5/0.8	22.6/35.7
9 – 225°/250m	67	1229/461	65	2.8/4.8	0.5/0.8	20.9/34.9
10 – 225°/500m	69	2988/526	68	1.5/5.0	0.3/0.8	13.5/35.0
11 – 225°/1000m	69	1798/377	59	1.7/4.4	0.3/0.8	13.2/31.2
12 – 225°/2000m	70	841/443	81	3.6/4.9	0.6/0.8	26.6/37.7
13 – 315°/250m	67	979/500	75	3.5/5.0	0.6/0.8	26.1/36.7
14 – 315°/500m	68	1044/456	75	3.1/4.9	0.5/0.8	22.9/35.9
15 – 315°/1000m	68	1172/496	76	3.1/5.1	0.5/0.8	23.9/37.5
16 – 315°/2000m	69	806/425	60	3.4/4.5	0.6/0.8	22.7/31.2

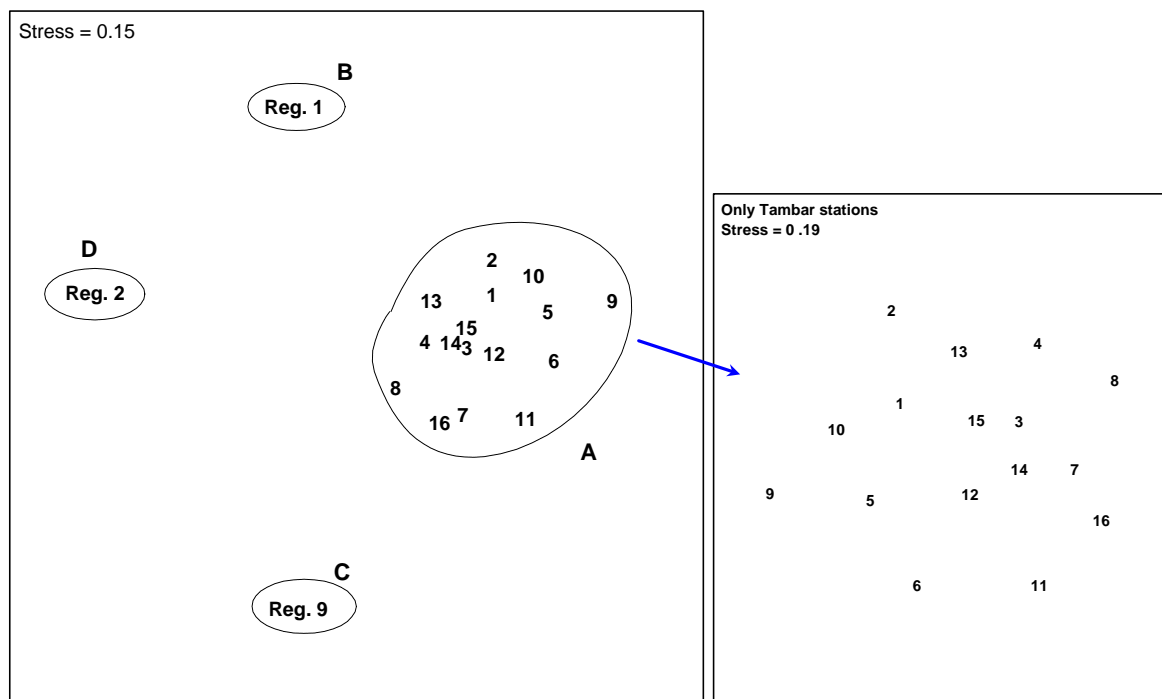
Diversitetsindeksen, inkludert *M. oculata* varierte fra 1.5 til 4.1, og fra 4.4 til 5.1 når *M. oculata* ble ekskludert.



Shannon-Wiener diversitetsindeks (*H'*) at Tambar, 1999. Med og uten *M. oculata*.

TEKNISK RAPPORT

Polychaeten *Myriochele oculata* dominerte på alle stasjoner, med størst antall på stasjon 10 (225°/500m). Diversitetsindeksen var lav på stasjoner hvor *M. oculata* fantes i store antall, men diversitetsindeks, jevnhet og ES₁₀₀ var alle høye når *M. oculata* ble ekskludert fra datasettet. Multivariatanalysene støtter inntrykket av en uforstyrt makrobentisk fauna, med en mulig mindre påvirkning på de tre kjemisk forurensede stasjonene 5, 9 og 10.



MDS-plott på stasjonsnivå, Tambar 1999. MDS plottet til høyre viser bare Tambar stasjonene.

5 ANBEFALINGER

Felt stasjoner

Ved utvelgelsen av stasjoner i 1999 undersøkelsen, ble resultatene fra 1996 benyttet som underlag. Intensjonen var å identifisere overgangssonen mellom kontaminert og ikke-kontaminert område rundt installasjonene. Dette formålet er innfridd, men for enkelte felt ligger kontamineringen nærmere installasjonen enn de benyttede stasjonene. Det bør derfor benyttes stasjoner nærmere installasjonene ved neste regionale undersøkelse.

Representative analyser

I følge SFTs Retningslinjer (99:01) skal alle stasjoner bli analysert for de hovedbestanddelene i de syntetiske borevæskene som er benyttet ved boring i området. Formålet med dette er å gi grunnlag for en vurdering av eventuelle endringer i konsentrasjoner og utbredelse av disse stoffene. Overvåkingsprogrammet i 1999 for Region I ble imidlertid utarbeidet før utgivelsen av SFT 99:01. Ved neste Regionale undersøkelse i Region I, bør alle stasjoner ved installasjoner hvor syntetiske borevæsker har blitt benyttet, bli analysert for disse forbindelsene

Ikke-opplarte resultater

I den foreliggende undersøkelsen er det funnet spor av forbindelser i sedimentprøvene fra Tor som ikke er i samsvar med utslippshistorikken fra feltet. Profilene fra gasskromatografi analysene er sammenlignbare med resultater fra andre områder i Ekofisk-området hvor pseudoolje baserte borevæsker er benyttet. Imidlertid har den syntetiske borevæskens av eter-type (Aquamul B) en lignende profil. Tilleggsanalyser for å identifisere utslippet bør gjennomføres. .

- o0o -