



TEKNISK RAPPORT

NORSK DYPVANNSPROGRAM

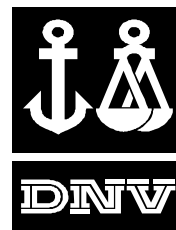
GRUNNLAGSUNDERSØKELSE VØRING
MILJØUNDERSØKELSE PÅ DYPT VANN 1998



RAPPORT NR. 99-3135

REVISJON NR. 01

DET NORSKE VERITAS



TEKNISK RAPPORT

Dato for første utgivelse: 10. mai 1999	Prosjekt nr.: 69010340
Godkjent av: Christian Rafn Avdelingsleder	Organisasjonsenhet: Miljørådgivning
Oppdragsgiver: Norsk Dypvannsprogram	Oppdragsgiver ref.: Gerd Olaus Vikeså, Karl Henrik Bryne og Hans Jacob Beck

DET NORSKE VERITAS AS
Divisjon Norden
Miljørådgivning

Veritasveien 1
N-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 grunnlagsundersøkelsen på dypt vann på Vøring, 1998. Totalt ble 16 stasjoner undersøkt. Det ble benyttet bokscorer og multicorer til prøvetakingen. De viktigste undersøkelsesparametrene har vært:

- makrofauna
- kornstørrelse og organisk innhold
- THC, PAH, NPD
- Metaller

Undersøkelsen har vist at Vøring ikke er forurensset fra oljeaktiviteten med hensyn på THC eller metaller, og at bløtbunnsfaunaen reflekteres av dyp og type bunnsedimenter i området.

This report presents results from the baseline study at Vøring deep-sea area in 1998. A total of 16 stations were investigated. The sampling equipment was a boxcorer and a multicorer. The main parameters have been:

- macrofauna
- grain size distribution and total organic content
- THC, PAH and NPD
- Metals

The study has shown that the Vøring area is not significantly polluted by THC and metals from the oil activity. The macrofauna community generally reflects the depth and type of bottom sediment in the area.

Rapport nr.: 99-3135	Emnegruppe: Miljøovervåking	
Rapporttittel: Grunnlagsundersøkelse Vøring Miljøundersøkelse på dypt vann 1998		
Utført av: Tor Jensen (prosjektleder), Siri M. Bakke, Liv- Guri Faksness, Nina Gjøs og Frøydis Oreld		
Verifisert av: Sam-Arne Nøland		
Dato for denne revisjon: 10.05.1999	Rev. nr.: 01	Antall sider: 61

Indekseringstermer

Miljøundersøkelse

Bløtbunnssamfunn

Hydrokarboner

☒ Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdrags-giver eller ansvarlig organisasjonsenhet

☐ Begrenset distribusjon innen
Det Norske Veritas

☐ Fri distribusjon

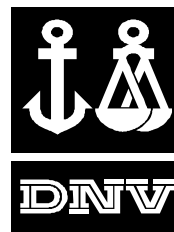
***Innholdsfortegnelse******Side***

1	SAMMENDRAG	3
2	INNLEDNING	5
2.1	Beskrivelse av Vøring området	5
3	MATERIALE OG METODER.....	8
3.1	Feltarbeid	8
3.1.1	Prøvetakingsstrategi	8
3.1.2	Prøvetaking/-utstyr	8
3.1.3	Kvalitetssikring av prøvetaking	13
3.1.4	Gjennomføringen av toktet	13
3.2	Kjemiske analyser og fysisk karakterisering av sedimentene	14
3.2.1	Sedimentkarakterisering	14
3.2.2	Kjemiske analysemetoder	16
3.2.3	Kvalitetskontroll	20
3.3	Bløtbunnssamfunn	22
3.3.1	Biologiske analyser - en introduksjon	22
3.3.2	Sortering og artsbestemmelse	22
3.3.3	Analyser	24
3.3.4	Kvalitetskontroll	24
3.3.5	Kvalitetskontroll av rapporteringen	24
3.4	Avvik fra SFT manual 97:01	25
4	RESULTATER OG DISKUSJON	26
4.1	Kjemiske analyser og fysisk karakterisering av sedimentene	26
4.1.1	Sedimentkarakterisering	27
4.1.2	Kjemiske analyser	30
4.1.3	Konklusjon	38
4.2	Biologiske analyser	39
4.2.1	Resultater boks-corer	39
4.2.1.1	Faunasammensetning	39
4.2.1.2	Likhetsanalyser	45
4.2.1.3	Konklusjon bløtbunnssamfunn prøvetatt med bokscorer	50
4.2.2	Resultater multicorer	51
4.2.2.1	Faunasammensetning og multivariate analyser	51
4.2.2.2	Konklusjon multicorer	52
4.2.3	Sammenligning multicorer og bokscorer-rør	53
4.2.4	Konklusjon bløtbunnsfauna	56
5	SAMLET VURDERING OG KONKLUSJONER	57
6	REFERANSER	59

Side i



Appendiks A	Feltrapport
Appendiks B	Bløtbunnsanalyser
Appendiks C	Stasjonskart
Appendiks D	Analyseresultater



FORORD

Miljøundersøkelsen på Vøring i 1998 er utført i fellesskap av Det Norske Veritas og SINTEF Kjemi.

Rapporten beskriver resultatene fra kjemiske/fysiske analyser og biologiske bløtbunnsanalyser av sjøbunnsedimenter fra Vøring.

Medarbeidere

Feltarbeid:

Tor Jensen (DNV, toktleder)
Sam-Arne Nøland (DNV, skiftleder)
Thomas Møskeland (DNV)
Erik Bjørnbom (DNV)
Oddveig Bakken (SINTEF)
Line Sunde (SINTEF)

Hydrokarbonanalyser:

Opparbeiding av sedimentene
og THC analyser:

Frøydis Oreld
Tone Øfsti

NPD, PAH og dekaliner:

Hilde Drangsholt

Kornstørrelsefordeling:

Liv-Guri Faksness

Metallanalyser og TOM:

Tove Kristin Dokka Torstensen
Grete Haug
Knut Ødegaard

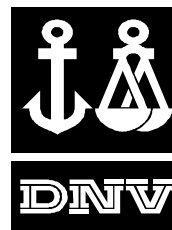
Biologiske analyser:

Siri M. Bakke (børstemark, varia)
Inger D. Saanum (børstemark, varia)
Thomas Møskeland (krepsdyr, pigghuder)
Erik Bjørnbom (krepsdyr, børstemark)
Sam-Arne Nøland (pigghuder)
Per Bie Wikander (mollusker)

Utarbeidelse av rapporten:

Siri M. Bakke (bløtbunn)
Tor Jensen (hovedrapportering)
Liv-Guri Faksness (kornstørrelse)
Nina Gjøs (kjemi)
Frøydis Oreld (kjemi)

De kjemiske analysene er utført ved SINTEF Kjemi, avd Miljøteknologi og analyse. Analyse av kornstørrelsefordeling er utført ved SINTEF Kjemi, avd Miljø.

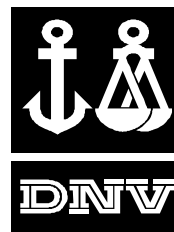


Laboratoriene - SINTEF Kjemi, avd. Miljøteknologi og analyse og SINTEF Kjemi, avd. Miljø - er begge akkreditert av Norsk Akkreditering for å utføre kjemiske analyser under akkrediterings nr. P032 og nr. P091. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN 45 001 og ISO/IEC Guide25.

Akkrediteringen omfatter metoder for bestemmelse av kornstørrelsefordeling, totalmengde hydrokarboner (THC), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), utvalgte hydrokarboner (NPD) og metaller i sedimenter.



De biologiske analysene er utført ved DNVs Biolaboratorium, avd. for miljørådgivning. Biolaboratoriet er akkreditert av Norsk Akkreditering for å utføre prøvetaking av marine sedimenter og bløtbunnsanalyser under akkreditings nr. P083.



1 SAMMENDRAG

Denne rapporten presenterer resultatene fra grunnlagsundersøkelse på Vøring bassenget i 1998. Undersøkelsen er utført av Det Norske Veritas i samarbeid med SINTEF-kjemi. Det er utarbeidet en separat sammendragsrapport på norsk og engelsk (DNV rapport nr.: 99-3136).

Feltarbeidet ble gjennomført i perioden 28. mai til 3. juni 1998 fra fartøyet *Geograph*. Totalt ble det samlet inn sedimenter fra 16 stasjoner fra 591 til 1520m dyp, for analyse av bløtbunnsfauna, total organisk materiale og kornstørrelses-fordeling. Følgende kjemiske analyser er utført: Total hydrokarboner (THC), NPD, dekaliner, PAHer, metaller (Ba, Cd, Cu, Hg, Pb og Zn), og på enkelte stasjoner metaller med totaloppslutning. Sedimentene ble samlet inn med to forskjellige prøvetakere, bokscorer og multicorer.

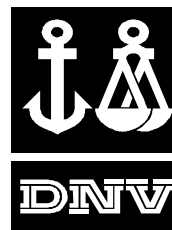
Konklusjonene fra grunnlagsundersøkelsen er:

- Det er ikke funnet forurensning av hydrokarboner, barium eller tungmetaller i sedimentene.
- Leire og siltholdig sediment dominerer området.
- Nivåer av THC, PAH/NPD og metaller kan karakteriseres som det naturlige bakgrunnsnivået for området.
- Dyp, kornstørrelsesfordeling og bløtbunnsamfunn følger hverandre.
- Resultatene fra de kjemiske analysene er ikke påvirket av hvilken type prøvetaker som er benyttet.
- Bokscorer er å foretrekke fremfor multicorer når det gjelder innsamling av sedimenter til bløtbunnsfaunaanalyser på store dyp.

Totalt ble det funnet 265 arter fordelt på 7840 individer. I tabell 1.1.1, på neste side, er de viktigste resultatene gitt.

**Tabell 1.1.1. Hovedresultater Vøring, 1998.**

Parameter		Variasjon	
Dyp (m)		591	- 1520
Sedimentkarakterisering			
Kornstørrelsefordeling (%)	Silt & leire:	34	- 95
	Sand:	5	- 62
	Grus:	0	- 6
Median partikkel diameter (ϕ)	Md:	2,0	- 5,9
Totalt organisk materiale (%)	TOM:	5,6	- 13,4
Kjemiske analyser			
Hydrokarboner (mg/kg)	THC:	2,3	- 12,8
	NPD:	0,097	- 0,186
	PAH:	0,154	- 0,397
	Dekaliner:	ikke påvist	
Metaller (mg/kg)	Ba:	76	- 315
	Cr:	11,5	- 27,5
	Cu:	8,0	- 31,8
	Pb:	13,0	- 39,3
	Zn:	28,8	- 72,1
	Cd:	0,1	- 0,2
	Hg:	0,03	- 0,05
Biologiske analyser			
Diversitet	H'	3,3	- 5,9
Antall arter pr. stasjon	S	40	- 122
Antall individer pr. stasjon	N	154	- 1940
Jevnhet	J'	0,6	- 0,9
Forventet ant. arter pr. 100 ind.	ES ₁₀₀	20,2	- 49,3



2 INNLEDNING

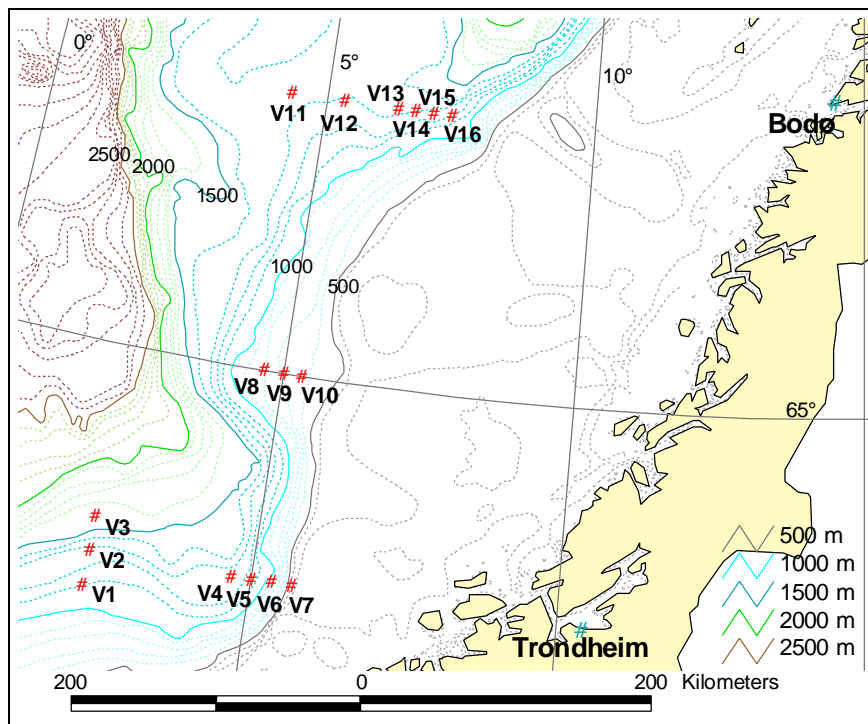
Denne rapporten presenterer resultatene fra dypvannsundersøkelsen på Vøring i 1998. Hensikten med undersøkelsen er å gi bakgrunnsnivåer av et utvalg av kjemiske komponenter i sedimentet iht. SFTs retningslinjer (SFT, 97:01) og en karakterisering over bløtbunssamfunnet før utnyttelse av dette området. Siden dette er første gang det gjennomføres en slik miljøundersøkelse på dypt vann på Norsk sektor har hensikten videre vært å teste ut forskjellig prøvetakingsutstyr for prøvetaking på dypt vann.

Et ble utarbeidet et eget program for miljøundersøkelsen på dypt vann, på oppdrag av Norsk Dypvannsprogram. Programmet ble sendt SFTs ekspertgruppe for vurdering. Det ble avholdt et møte i Koordineringsgruppen tidlig i 1998 der ekspertgruppens uttalelser ble presentert. Disse uttalelsene berørte i hovedsak stasjonsplassering og innsamlingsstrategi, og rådene fra ekspertgruppen ble fulgt.

Rapporteringen er inndelt i tre deler. I sammendragsrapporten er de viktigste resultatene presentert, og i hovedrapporten blir resultatene kommentert og diskutert. Vedleggsrapporten inneholder toktrapport, prøvingsrapport for de biologiske analysene, en detaljert kjemisk rapport samt et stort kart over det undersøkte området.

2.1 Beskrivelse av Vøring området

Vøring er et dypområde som strekkes seg fra Trondheim i sør til omtrent Bodø i nord. Regionen varierer i dyp fra nesten 600m på stasjon 7 lengst sør-øst til over 1500m på stasjon 3 lengst vest, se figur 2.1.1.



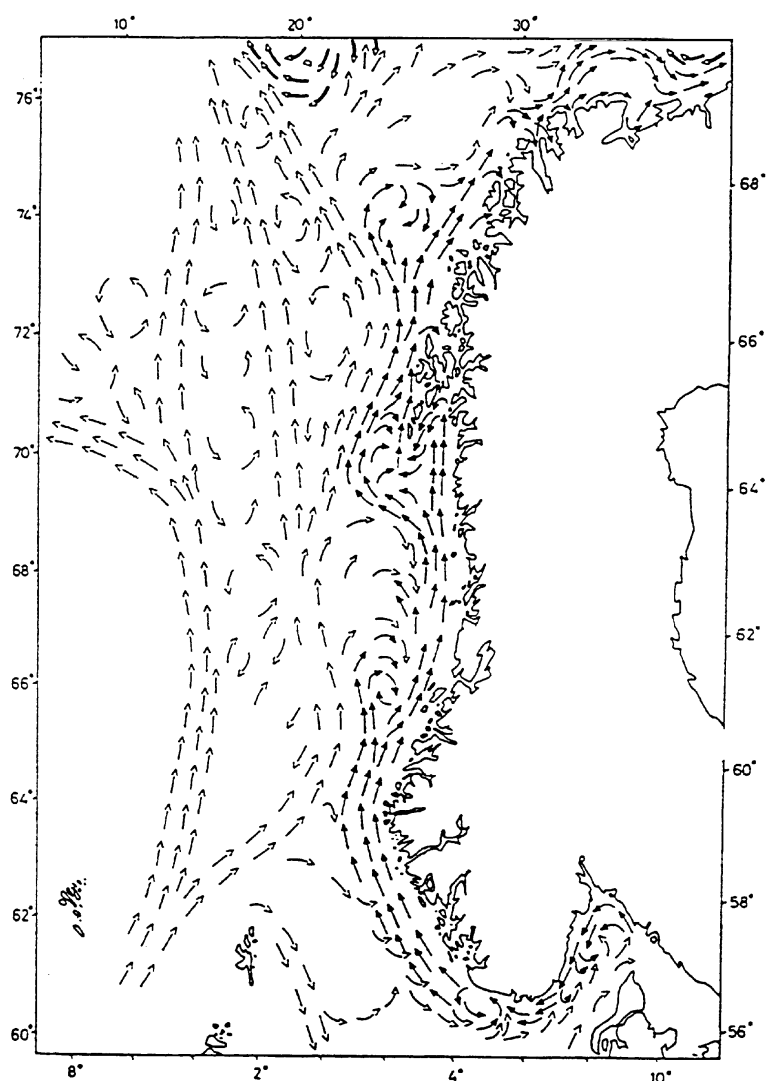
Figur 2.1.1. Stasjonsplassering Vøring.



Området karakteriseres med stort dyp og med sediment som i hovedsak består av silt.

Fremherskende strømretning

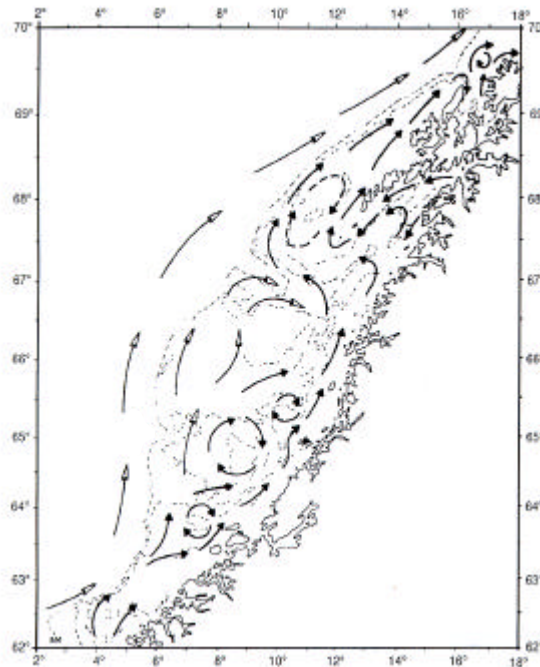
Fremherskende strøm på Vøring er langs eggakanten i nord-nordøstlig retning, se figur 2.1.2, og 2.1.3. Men det er store lokale variasjoner, både i styrke og retning (Oceanor pers. med., Oceanor har forøvrig gjennomført en rekke strømmålinger i området).



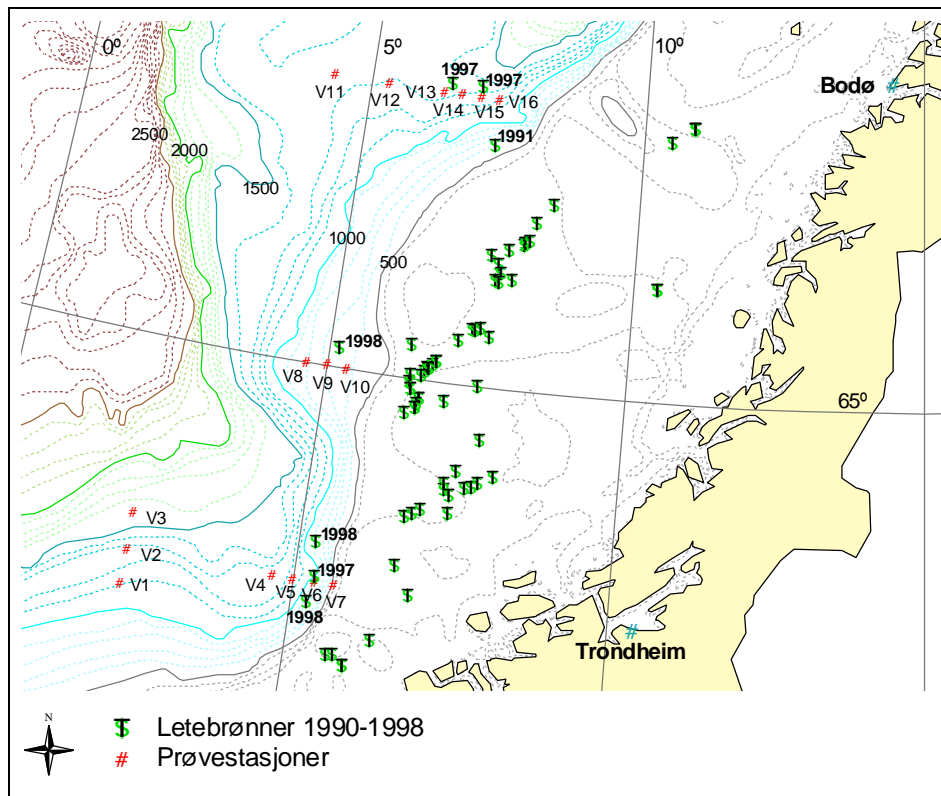
Figur 2.1.2. Den norske kyststrøm.

Prøveboringer i området

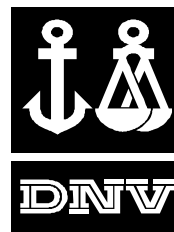
Det er gjennomført enkelte prøveboringer, alle etter 1990. I figur 2.1.4 er det gitt en oversikt over disse boringene. Alle prøveboringene er så langt vi erfarer utført med vannbasert borevæske.



Figur 2.1.3. Detaljer av strømsystemet (etter Sætre 1983).



Figur 2.1.4. Utbredelse av letebrønner i Vøring området 1990-98.



3 MATERIALE OG METODER

3.1 Feltarbeid

Feltarbeidet for miljøovervåking av Vøring ble gjennomført fra fartøyet *M/S Geograph* av DNV i samarbeid med SINTEF, Oslo i perioden 28. mai til 3. juni. Vøring er et flere felt som ble prøvetatt på tokt i perioden 19. mai til 4. juni. Prøvetaking og analyser er utført i henhold til SFTs retningslinjer for overvåking av bunnsediment rundt offshore installasjoner (SFT 1997) (se forøvrig avvik fra manualen i kapittel 3.4), og iht. interne DNV prosedyrer for slikt arbeid. Det er utarbeidet en egen toktrapport (DNV, 1999, se VEDLEGG A) som inneholder stasjonskoordinater (både UTM og grader/minutter), dyp, dato og klokkeslett for prøvetaking, volum av sedimenter til bløtbunnsanalyser, antall bomskudd, farge og enkelte kommentarer. Stasjonsplasseringen er gitt i figur 3.1.1 – 3.1.3.

3.1.1 Prøvetakingsstrategi

I samsvar med anbefalinger fra ekspertgruppen ble stasjonene plassert iht. dybdetransekt. Stasjonsnettet avviker derfor fra SFTs retningslinjer. Retningslinjene omfatter generell overvåking og tar ikke hensyn til spesielle undersøkelser som f.eks. Vøring. Denne undersøkelsen foregikk på svært dypt vann og må regnes som et spesialtilfelle i forhold til retningslinjene.

Stasjonene ble lokalisert ved hjelp av differensiell GPS (Global Positioning System). I tillegg var båten utstyrt med dynamisk posisjoneringssystem, slik at den automatisk ble holdt i samme posisjon. Posisjonene ble registrert hvert minutt og avvik fra posisjonene ble oppgitt å være innenfor ± 2 m.

Detaljer vedrørende instrumentering er gitt i toktrapporten i VEDLEGG A.

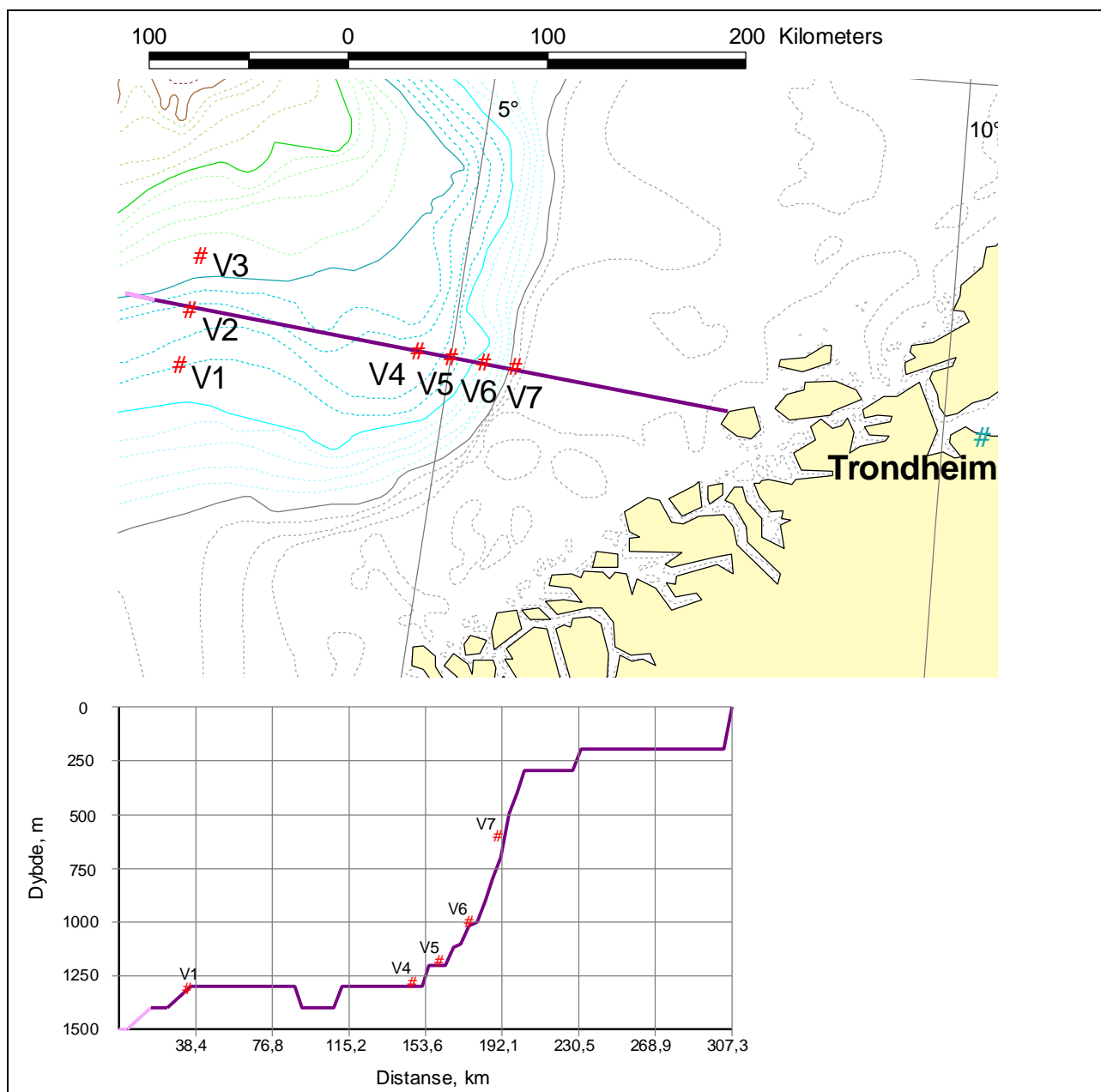
Prøvetakingsprogrammet er vist i tabell 3.1.1. Stasjonskart (til å brette ut) er gitt i VEDLEGG C.

3.1.2 Prøvetaking/-utstyr

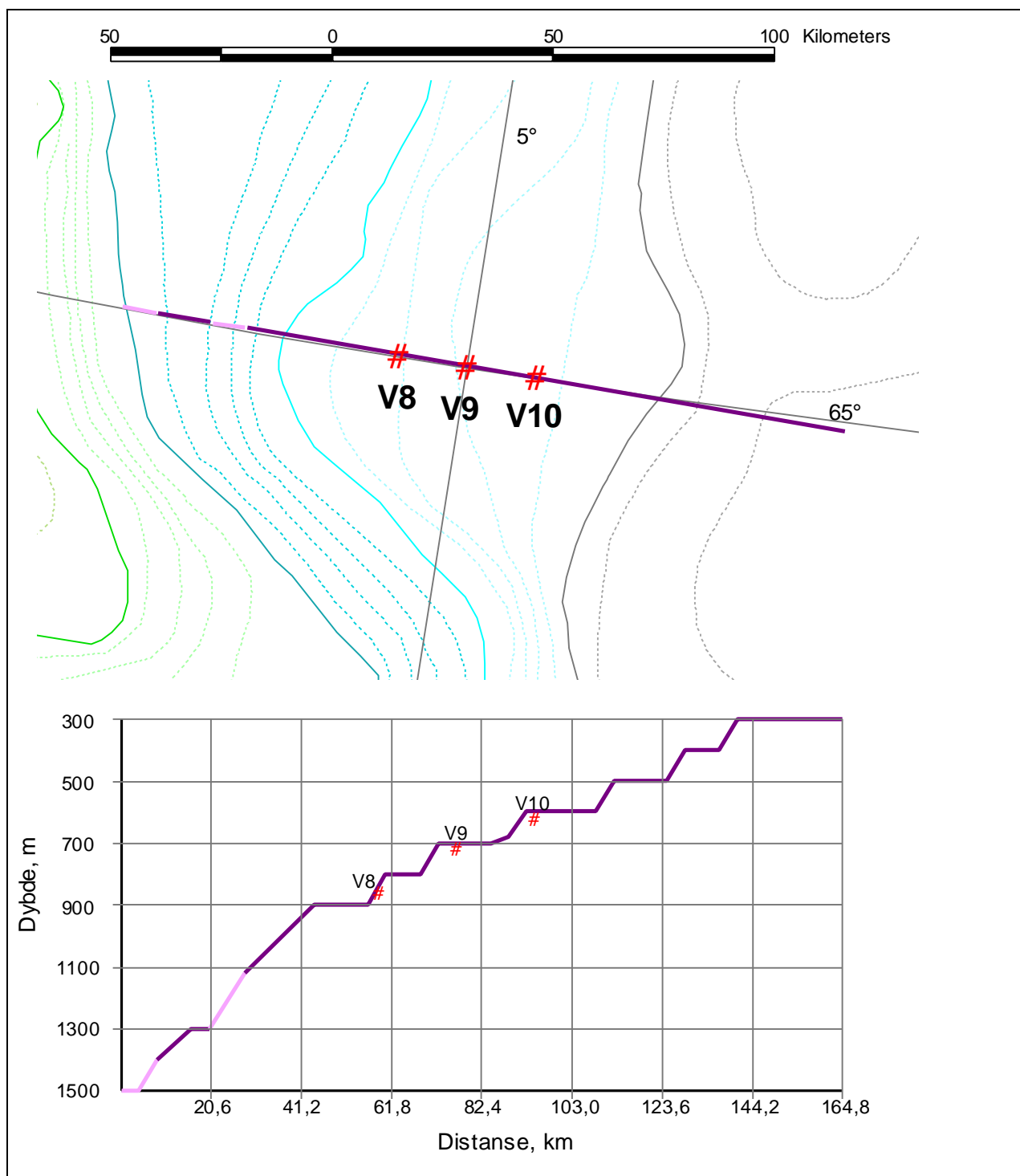
Prøver til kjemiske og biologiske analyser ble samlet inn med en Bokscorer og en firerørs multicorer med diameter 10cm (illustrert i figur 3.1.4 og 3.1.5).

For kjemiske analyser ble 0-1 cm av det øverste sedimentlaget hentet fra to forskjellige bokscorer-skudd på hver lokalitet, samt fra tre multicorer-rør. I tillegg ble det på utvalgte stasjoner tatt seksjonerte prøver (1-3 og 3-6 cm).

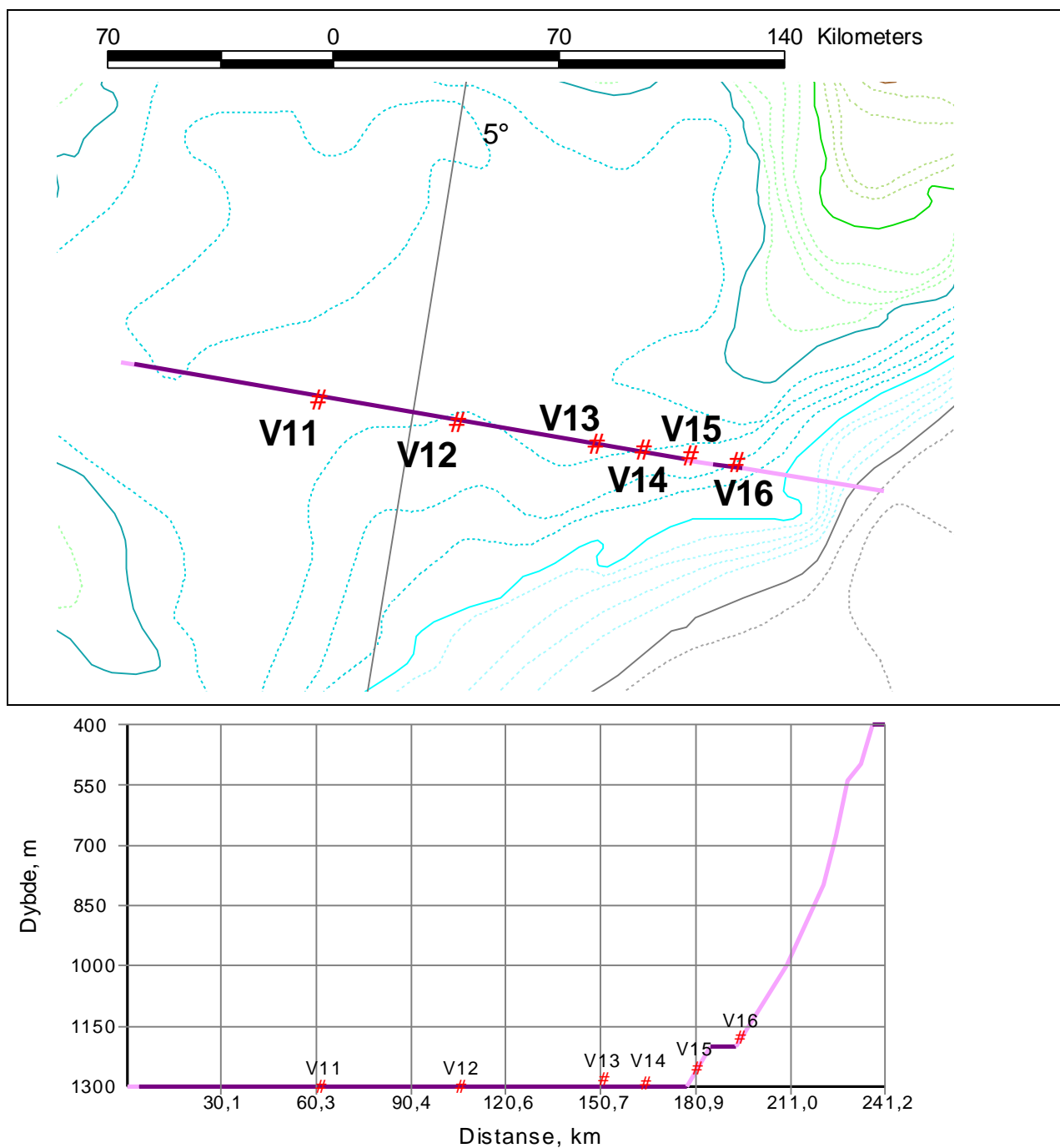
For fauna analysene ble det tatt to replikate prøver (bokscorer) fra hver lokalitet, hver med et areal på 0,25 m². I hver grabb ble fire rør med sediment tatt for sammenligning med multicorer rør. Prøvetakingen av disse rørene er vist i figur 3.1.6. I tillegg ble det på 13 stasjoner tatt multicorer prøver til biologiske analyser.



Figur 3.1.1. Plassering av stasjoner i det sørligste transektet. Vøring 1998.



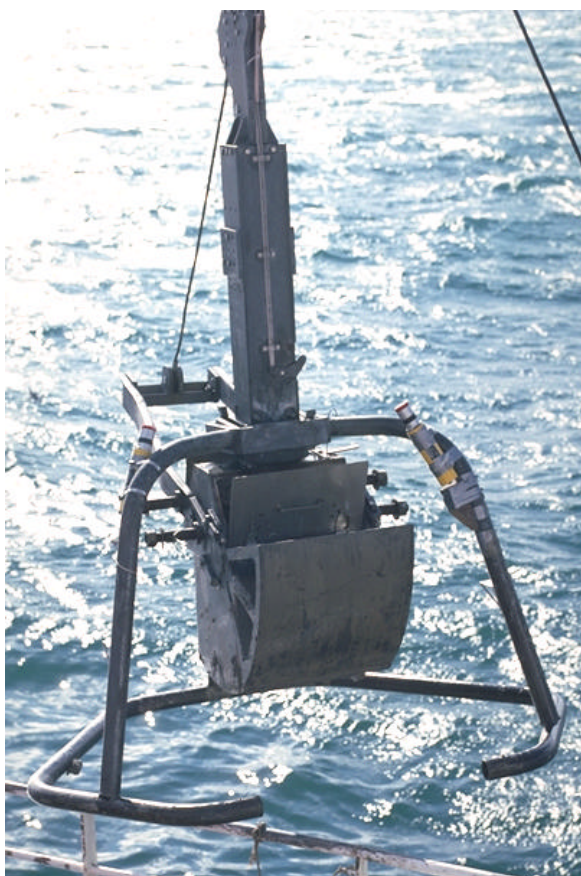
Figur 3.1.2. Plassering av stasjoner i det midtre transekt, Vøring 1998.



Figur 3.1.3. Plassering av stasjoner i det nordlige transekt, Vøring 1998

Hovedutstyret som ble benyttet var:

- bokscorer
- multicorer
- målesylinder for måling av prøvevolum
- vaskebord for biologiske prøver
- to sett med sikter for biologiske analyser
- Munsel's fargekart
- konserveringsmiddel (formalin) til de biologiske prøvene



Figur 3.1.5. Bokscorer, Vøring 1998.



Figur 3.1.4. Multicorer, Vøring 1998.



Figur 3.1.6. Rør plassert i bokscorer, Vøring 1998.

**Tabell 3.1.1.** Prøvingsoversikt for hver stasjon med antall analyser, Vøring 1998.

Stasjoner	Dyp	Koordinater (UTM-31)		Bio			Kjemi		
		East	North	Boks- corer	Rør fra bokscorer	Multi- corer	THC/ Metaller	PAH/ NPD	Korn/ TOM
1	1 132	466521	7013781	2	4	8	5*	3	2
2	1 325	466807	7041637	2	4		3		1
3	1 520	467108	7069488	2	4		3		1
4	1 224	583078	7042544	2	4	7	3		2
5	1 180	599567	7043014	2	4	7	5*	3	2
6	913	616157	7043583	2	4	8	3		2
7	591	631995	7044241	2			3		1
8	895	578581	7209671	2	4	8	5*	3	2
9	757	594305	7210126	2	4	8	3		2
10	665	610018	7210665	2	4	7	3		2
11	1 351	558135	7432193	2	4	8	5*	3	2
12	1 330	601723	7433481	2	4	8	3		2
13	1 118	645290	7435460	2	4	8	3		2
14	1 224	659812	7436274	2	4	8	3		2
15	1 193	674318	7437174	2	4	8	3		2
16	1 174	688821	7438138	2	4	7	3		2
TOTALT				32	60	252	56	12	

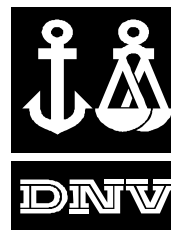
*) THC 3 x 0-1cm + 1-3 og 3-6cm; metaller kun 3 x 0-1 cm.

3.1.3 Kvalitetssikring av prøvetaking

Prøvetaking ble utført i henhold til prosedyrer beskrevet i Håndbok for Biolaboratoriets Kvalitetssystem; *Prøvetaking av marint sediment og bløtbunnsanalyser*. Det ble spesielt lagt vekt på at sedimentoverflaten i prøven var uforstyrret og at vasking/sikting av faunaprøvene ble utført skånsomt. Dyrene ble fiksert i formalin (4%, nøytralisert med Hexamin), tilsatt rosa bengal og oppbevart på 4 liters plastbøtter. Alle prøvene ble dobbeltmerket og pakket i solide kasser for å unngå skade på prøveemballasjen.

3.1.4 Gjennomføringen av toktet

Gjennomføring av toktet foregikk uten problemer. I toktrapporten, som er gitt i VEDLEGG A, er det gitt detaljerer vedrørende feltarbeidet .



3.2 Kjemiske analyser og fysisk karakterisering av sedimentene

I tabell 3.2.1 er det gitt en oversikt over analyse metoder benyttet.

Tabell 3.2.1 En oversikt over ulike metoder benyttet til sedimentkarakterisering og kjemiske analyser, Vøring 1998.

Parameter	Analyse
Sedimentkarakterisering	
• Kornstørrelsefordeling	- Fordeling av silt & leire / sand / grus - Kumulativ vekt% fordeling fra 63-2000µm - Median partikkel diameter (Md), avvik (SD), skjevhet (Sk) og kurtosis (K)
• Totalt organisk materiale	- % TOM i sedimentet
Kjemiske analyser	
• Hydrokarboner	- THC, sum C12-C35 - NPD, naftalener, fenantrener og dibenzotiofener både sum og enkeltforbindelser - PAH, 16 EPA forbindelser både sum og enkeltforbindelser - Dekaliner, sum av C5-C8 alkyldekaliner
• Metaller	- Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, Al og Li oppslutning både med salpetersyre og med flussyre/kongevann/borsyre

3.2.1 Sedimentkarakterisering

Kornstørrelsefordeling

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

Prøvene ble homogenisert og ca. 20 g ble veid ut til nærmeste 0,01 g før våtsikting på 63 µm sikt. Den gjenværende sandfraksjonen (> 63 µm) ble tørket ved 80°C, og siktet på nytt i tørr tilstand. Siktene som ble brukt, var en serie Wentworth graderte sikter (Endecott Test Sieves, London) med mesh størrelser fra 2000 til 63 µm. Størrelsene på de enkelte siktene kan sees i tabellene for hver stasjon, se vedlegget. Prøven ble ristet på en Retsch KG testing sieve shaker i ti minutter. Vekten oppnådd på hver sikt ble bestemt til nærmeste 0,01 g.

Vekten av alle fraksjonene ble bestemt, og en kumulativ vekt % fordeling ble beregnet for hver stasjon. Beregningene ble videre benyttet for å bestemme median partikkel diameter og avvik, skjevhet og kurtosis til partikkelstørrelsefordelingen.

Fordi partikkelstørrelsefordelingen for fraksjonen < 63 µm ikke ble bestemt, ble ϕ - verdien for denne sandfraksjonen satt lik 8 på følgende måte: I tidligere kornstørrelsebestemmelser (på Region VI i 1997) ble partikkelfordelingen i fraksjonen < 63 µm bestemt eksperimentelt ved



bruk av Malvern Partikkelanalysator, og verdier for $Md\phi$, $SD\phi$, $Sk\phi$ og $K\phi$ ble beregnet m.h.p de eksperimentelle resultatene. Resultatene fra seks av disse prøvene ble brukt for å bestemme en teoretisk ϕ -verdi som ga en god ekstrapolasjon for $Md\phi$, $SD\phi$, $Sk\phi$ og $K\phi$ ved å variere ϕ -verdien for $< 63 \mu\text{m}$ -fraksjonen fra 4.5 til 10. De teoretiske parametrene ble sammenlignet med de eksperimentelle verdiene ("m/Malvern"), og etter en vurdering av disse resultatene ble ϕ -verdien for silt og leirefraksjonen satt lik 8. Verdiene for $Md\phi$, $SD\phi$, $Sk\phi$ og $K\phi$ må derfor betraktes som ekstrapolerte resultater. De matematiske formlene for beregningene er gitt i vedlegget.

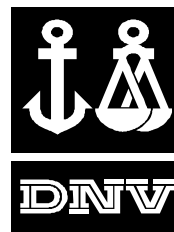
Tabell 3.2.2 angir siktenes mesh-diameter med tilhørende ϕ -verdi, samt en beskrivelse av sedimentet.

Tabell 3.2.2. Kornstørrelsefordeling, Mesh størrelser.

Mesh diameter (μm)	ϕ	Beskrivelse
4000	-2	grus
2000	-1	
1000	0	grov sand
500	1	
355	1.5	medium sand
250	2	
180	2.5	fin sand
125	3	
90	3.5	veldig fin sand
63	4	
44	4.5	silt
31	5	
22	5.5	
15	6	
8	7	
4	8	
2	9	leire
<1.8	10	

Totalt organisk materiale

30 g vått sediment ble veid inn i en porselensdigel. Digelen ble oppvarmet til konstant vekt ved 105°C (i minst 48 timer), og deretter oppvarmet til 480°C i 16 timer. Prosent vekttap etter forbrenningen (glødetap) ble regnet ut, og dette utgjør totalt organisk materiale (TOM). For en kontroll ble standarder av kalsium karbonat varmet opp sammen med sedimentprøvene, og vekttap som skyldes forbrenning av karbonat, ble bestemt.

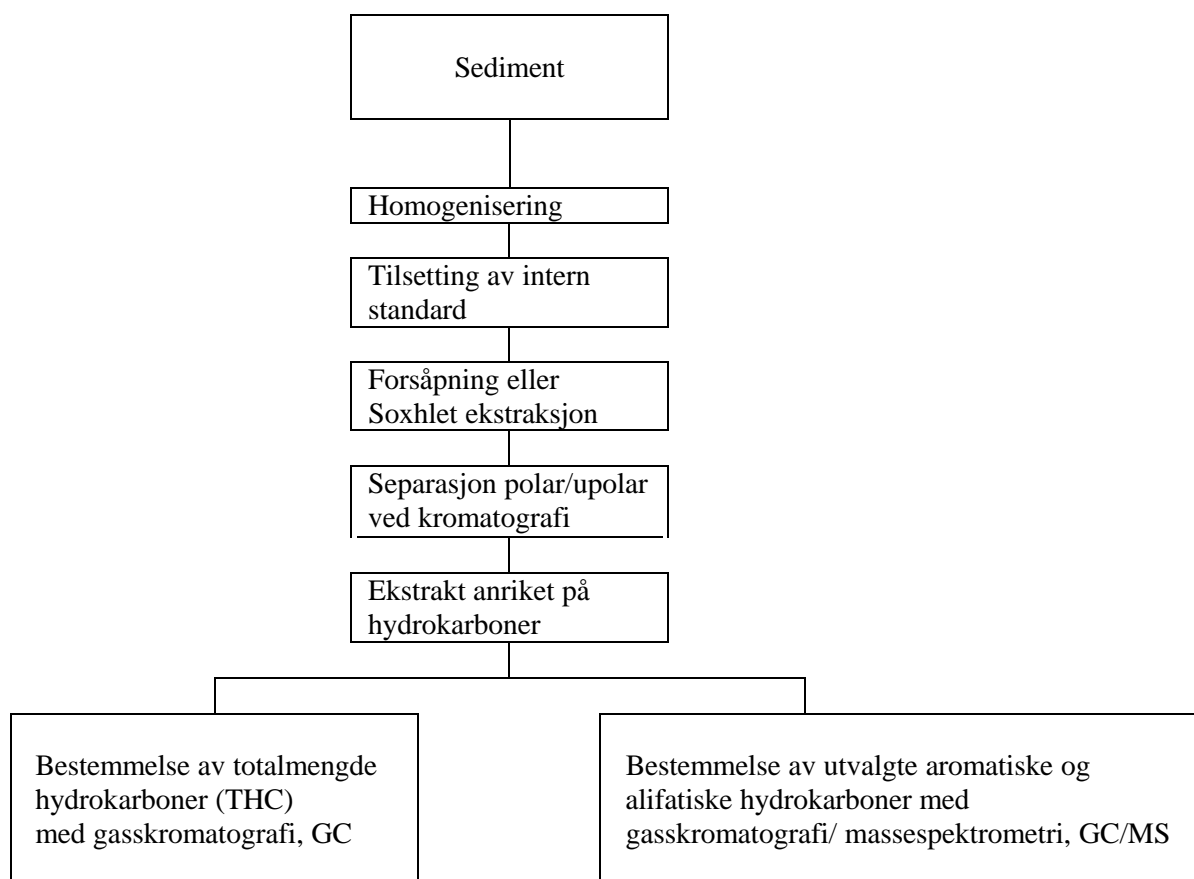


3.2.2 Kjemiske analysemetoder

Hydrokarboner

Den kjemiske analysen av organiske forbindelser omfatter bestemmelse av totalmengde hydrokarboner fra $n\text{-C}_{12}$ til $n\text{-C}_{35}$ (THC) og mengden av utvalgte hydrokarboner (NPD, PAH og dekaliner). De viktigste trinnene i analyseprosedyren er vist i figur 3.2.1. Sedimentprøvene ble opparbeidet med forsåpning og ekstraksjon med diklormetan. Den upolare fraksjonen ble isolert og analysert mhp. hydrokarboner med bruk av gasskromatografi (GC) og gasskromatografi/massespektrometri (GC/MS).

100 g sedimentprøve ble homogenisert og veid inn. Interne standarder ble tilsatt, 5 μg av bifenyl- d_{10} , fenantren- d_{10} , pyren- d_{10} , krysen- d_{12} og perylen- d_{12} . Prøven ble deretter forsåpet i 80 ml 0.5 M metanolisk KOH under refluks i 2 timer. Blandingen ble ekstrahert med 125 ml diklormetan.



Figur 3.2.1. De viktigste trinnene ved analyse av hydrokarboner i sedimenter.



Ekstraktet ble inndampet til ca 1 ml, tilsatt heksan, diklormetanen ble dampet av, og den resterende heksanoløsningen ble rensert på Bond-Elut silika kolonner (Isolute, International Sorbent Technology). Heksaneluaet ble konsentrert og analysert med hensyn på THC og utvalgte hydrokarboner. En del av det våte, homogeniserte sedimentet ble veid inn, tørket i 48 timer ved 105°C og tørrvekten ble bestemt.

Innholdet av THC ble bestemt med bruk av gasskromatografi. Kvantifiseringen ble foretatt i forhold til eksterne standarder av en referanseolje, Statoils boreslamsolje HDF 200, i konsentrasjonsområdet 0,1-10 mg olje/ml heksan. Verdiene ble korrigert for bakgrunnsnivåer fra løsningsmidlene (blindprøver).

GC analysen ble utført under følgende betingelser:

Gasskromatograf	: HP 5880 med HP auto sampler Mod 7673B1
Kolonne	: 12.5 meter x 0.20 mm i.d., fused silica, cross-linked with dimethyl silicone
Temperaturer	
Kolonne	: 50°C (3 min) - 20°C/min - 350°C (10 min)
Injektor	: 280°C
Detektor	: 350°C
Bæregass	: Hydrogen
Injisert mengde	: 1 µl
Datasystem	: Turbochrom 6.1

NPD, PAH og dekaliner ble bestemt med bruk av gasskromatografi/massespektrometri og registrering av enkeltioner (MID). Kvantifiseringen ble foretatt i forhold til de tilsatte interne standardene med integrering av molekyllionene. Følgende forbindelser ble bestemt: Naftalen, fenantren/antracen, dibenzotiofen og deres C₁-, C₂- og C₃-alkylerte derivater, acenaften, acenaftylen, fluoren, pyren/fluoranten, krysen/trifenylen, benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten/benzo(j)fluoranten/benzo(k)fluoranten, benzo(g,h,i)perylene, indeno(1,2,3-cd)pyren og dibenzo(a,h)antracen. I tillegg ble summen av utvalgte bicykliske alkaner, C₅ - C₈ alkyldekaliner, bestemt.

Referanseforbindelser var tilgjengelig for de fleste aromatene, og de ble opparbeidet likt med prøvene på 4 konsentrasjonsnivåer. Referanseforbindelser manglet for C₁₋₃-alkyl dibenzotiofener og C₃-alkyl fenantrener. Fordi responsfaktorer i en homolog serie avtar gradvis, ble responsfaktorene til disse forbindelsene antatt å ha samme fallende tendens som C₁₋₃-alkyl naftalener. For de bicykliske alkanene, C₅- til C₈-alkyl dekaliner, var referanseforbindelser heller ikke tilgjengelige. Responsfaktoren ble beregnet ut fra den antagelse at molekyllionene har samme respons som molekyllionet til n-oktylcykloheksan. De oppgitte verdiene er korrigert for bidrag fra løsningsmidlene (blindverdier).



GC/MS analysen ble utført under følgende betingelser:

Massespektrometer	:	Finnigan SSQ 700
Data system	:	DecStation 5000/133
Gasskromatograf	:	Varian 3400
Kolonne	:	30 m fused silica, 0.25 µm DB-5ms
Temperaturer:		
Kolonne	:	60°C (1 min) - 5°C/min - 300°C (10 min)
Injektor	:	250°C
Ionekilde	:	150°C
Bæregass	:	Helium
Ionisering	:	Elektronstøt, 70 eV
Scan frekvens	:	1 scan/0.6 sec
Masser (m/z)		
C ₀ -C ₃ naftalen	:	128, 142, 156, 170
C ₀ -C ₃ fenantren	:	178, 192, 206, 220
C ₀ -C ₃ dibenzotiofen	:	184, 198, 212, 226
PAH	:	152, 154, 166, 202, 228, 252, 276, 278
C ₅ -C ₈ dekaliner	:	208, 222, 236, 250
n-oktylcykloheksan	:	196
Deutererte standarder	:	164, 188, 212, 240, 264
Injeksjonsvolum	:	2 µl

Metaller

Den kjemiske analysen av metaller omfatter to forskjellige opparbeidingsteknikker, med salpetersyre og med flussyre/kongevann.

1) Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn er bestemt etter opparbeiding med salpetersyre (NS 4770).

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

Ba, Cr, og Zn ble bestemt med bruk av induktiv koplet plasma atomemmisjons-spektroskopi (ICP-AES). Cd, Cu og Pb ble bestemt med atomabsorpsjonsspektrofotometri med elektrotermisk atomisering i grafittovn (GFAAS). Hg ble bestemt med atomabsorpsjon kalddamp-teknikk (CVAAS) basert på NS 4768.

2) Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Li, Pb og Zn er bestemt etter opparbeiding med flussyre/kongevann/borsyre i henhold til D.H. Loring et al. (1992).

Sedimentprøven ble tørket ved 105°C til konstant vekt, og siktet gjennom en 2 mm sikt. Fraksjonene større og mindre enn 2 mm ble veid. 0,2 og 1 g av fraksjonen < 2mm ble overført til en oppslutningsbombe av teflon, og 1 ml kongevann og 6 ml flussyre ble tilsatt. Oppslutningsbomben ble varmet i kokende vannbad i minst 1 time. Den ble deretter avkjølt noe, 5,6 g borsyre ble tilsatt og blandingen ble ristet godt. Ved oppnådd romtemperatur ble prøven fortynnet til 100 ml med destillert vann og overført til en polyetylenflaske.



Al, Ba, Cr, Li og Zn ble bestemt med bruk av induktiv koplet plasma atomemisjonspektroskopi (ICP-AES). Cd, Cu og Pb ble bestemt med atomabsorpsjon med grafittovnsteknikk (GFAAS).

Instrumentbetingelser:

ICP-AES:

Instrument: Thermo Jarrel Ash Iris Advantage

Analyselinjer:

NS 4770: Ba: 455,4 / 493,4 nm Cr: 267,7 nm Zn: 213,8 nm

HF/aq. reg./borsyre: Al: 256,8 nm Ba: 233,5 / 455,4 / 493,4 nm Cr: 267,7 nm Li: 670,8 nm
Zn: 202,5 / 206,2 / 213,8 nm

GFAAS:

Instrument: Perkin Elmer 4100 ZL.

Analyselinjer: Cd: 228,8 nm Cu: 324,8 nm Pb: 283,3 nm.

Elementene ble målt med bruk av en hulkatode lampe. Ammonium fosfat ble brukt som modifikator for Cd og Pb bestemmelsen.

CVAAS:

Instrument: Perkin Elmer 3100, utstyrt med FIAS 400 hydrid generator og standard betingelser. Kvikksølv ble bestemt ved 253,7 nm med tinnklorid (SnCl_2) i saltsyre som reduksjonsmiddel.

Deteksjonsgrense og kvantifiseringsgrense

Deteksjonsgrensen (limit of detection LOD) og kvantifiseringsgrensen (limit of quantitation LOQ) er beregnet som henholdsvis 3 og 10 SD over gjennomsnittsverdien for blindprøvene, se tabell 3.2.3 – 3.2.5. Dette er kriterier gitt av *ACS Committee on Environmental Improvements* ("Guidelines for Data Acquisition and Data Quality Evaluation in Environmental Chemistry", Anal.chem. 52 (1980) p. 2242-2249).

Tabell 3.2.3. Deteksjonsgrenser (LOD) og kvantifiseringsgrenser (LOQ), hydrokarboner.

Analyseparameter	LOD mg/kg	LOQ mg/kg	Blindprøver antall
THC	0,18	0,60	5
Sum NPD	0,0012	0,0039	3
Sum PAH	0,0004	0,0012	3
Sum dekaliner	-	0,050*	3

*anslått ut fra analyse av blindprøver

Tabell 3.2.4. Deteksjonsgrenser (LOD) og kvantifiseringsgrenser (LOQ), metaller – salpetersyre.

	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
	ICP	GFAAS	ICP	GFAAS	CVAAS	GFAAS	ICP
LOD mg/kg	0,5	0,03	0,5	0,5	0,01	0,5	0,5
LOQ mg/kg	1,5	0,1	1,5	1,5	0,03	1,5	1,5

**Tabell 3.2.5. Deteksjonsgrenser (LOD) og kvantifiseringsgrenser (LOQ), metaller - flussyre/kongevann.**

	Ba	Cd	Cr	Cu	Pb	Zn	Al	Li
	ICP	GFAAS	ICP	GFAAS	GFAAS	ICP	ICP	ICP
LOD mg/kg	1	0,05	0,5	0,5	0,7	0,5	30*	1
LOQ mg/kg	3	0,15	1,5	1,5	2.1	1,5	90	3

* Høy deteksjonsgrense fordi det er valgt en lite følsom linje for bestemmelsen av Al. Dette er hensiktsmessig pga. de høye nivåene i prøvene.

3.2.3 Kvalitetskontroll

Akkreditering

Laboratoriene - SINTEF Kjemi, avd Miljøteknologi og analyse i Oslo og SINTEF Kjemi, avd Miljø i Trondheim - er begge akkreditert av Norsk Akkreditering for å utføre kjemiske analyser under akkrediterings nr. P032 og nr. P091. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN 45 001 og ISO/IEC Guide25.

Kvalitetskontroll for kornstørrelsefordeling

Analysene ble utført i henhold til SINTEF Kjemis kvalitetssikringssystem. Siktene ble kontrollert med sertifisert referansemateriale, og en husstandard ble analysert etter samme prosedyre som de reelle prøvene. Ni prøver av husstandarden ble analysert i løpet av prosjektperioden. Resultatene er gitt i vedlegget.

Kvalitetskontroll for bestemmelse av totalt organisk materiale

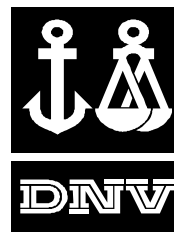
Som en kvalitetskontroll, ble kalsium karbonat varmet opp ved 480 °C sammen med sedimentprøvene. Resultatene viser at vekttapet som kan skyldes innhold av karbonater i sedimentene, er minimalt, idet 99,76 % ble gjenvunnet (for 6 målinger var midlere vekttap 0,25% og SD 0,21)

Kvalitetskontroll for hydrokarbonanalyser

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

Husstandarder analyseres regelmessig, og resultatene plottes inn på kontrollkort.

Nøyaktigheten av THC analysen kontrolleres ved å tilsette kjente mengder av referanseoljen HDF 200 til et rent sediment, og gjenvinningen beregnes. Dessuten deltar vi regelmessig i den internasjonale ringtesten SETOC.



Nøyaktigheten av NPD analysene kontrolleres ved analyse av en skiferolje som inneholder sertifiserte mengder av pyren og fluoranten.

Repeterbarheten kontrolleres ved analyse av tre parallelle sedimentprøver tilsatt kjente mengder av referanseoljene.

Dokumentasjon er gitt i VEDLEGG D.

Kvalitetskontroll for metallanalyser

Alle reagenser er av graden pro analyse.

Et sertifisert referansemateriale og blindprøver blir analysert sammen med prøvene i hver analyserunde.

De sertifiserte verdiene gjelder total oppslutning. Sertifiserte verdier for NS 4770 (partiell oppslutning) finnes ikke. På laboratoriet er det imidlertid etablert en "referanseverdi" for partiell oppslutning ved analyse av det sertifiserte referansematerialet i perioden 1996-1998.

Prøvene blir analysert på nytt dersom resultatene for referansematerialet ligger utenfor visse krav (se vedlegget)

Resultater fra analyse av det sertifiserte referansematerialet samtidig med sedimentprøvene er gitt i vedlegget.

Nøyaktighet og reproducerbarhet kontrolleres ved analyse av det sertifiserte referansematerialet.



3.3 Bløtbunnssamfunn

3.3.1 Biologiske analyser - en introduksjon

Bunnfauna er dyr som lever på og i sediment (her sand, silt eller leire) og inkluderer følgende taksonomiske dyregrupper: børstemark (Polychaeta), krepsdyr (Crustacea), bløtdyr (Mollusca), pigghuder (Echinodermata) og Varia (samlegruppe for øvrige grupper). Kun dyr større enn 1 mm (makrobenthos) ble tatt med i undersøkelsen iht. SFTs retningslinjer (SFT, 1997). Se for øvrig faktaboksen til høyre for mer detalj.

Metodene som er benyttet er i overensstemmelse med SFTs retningslinjer for biologisk overvåking av offshore installasjoner (SFT, 1997) og prosedyrene er beskrevet i DNVs biolaboratoriets kvalitetssystem: "Prøvetaking av marint sediment og bløtbunnssanalyser". Innholdsfortegnelsen til kvalitetssystemet er gitt i VEDLEGG B.

Et flytdiagram som viser de forskjellige trinn i opparbeidelsen av makrofauna er vist i figur 3.3.1.

3.3.2 Sortering og artsbestemmelse

I felt ble prøvene vasket og siktet på 1 mm sikt. På laboratoriet ble prøvene vasket i 0,5 mm sikt for å fjerne formalin og rester av sedimentet.

Sikteresten ble så overført til en bakk, for å bli plukket ut for hånd under lupe.

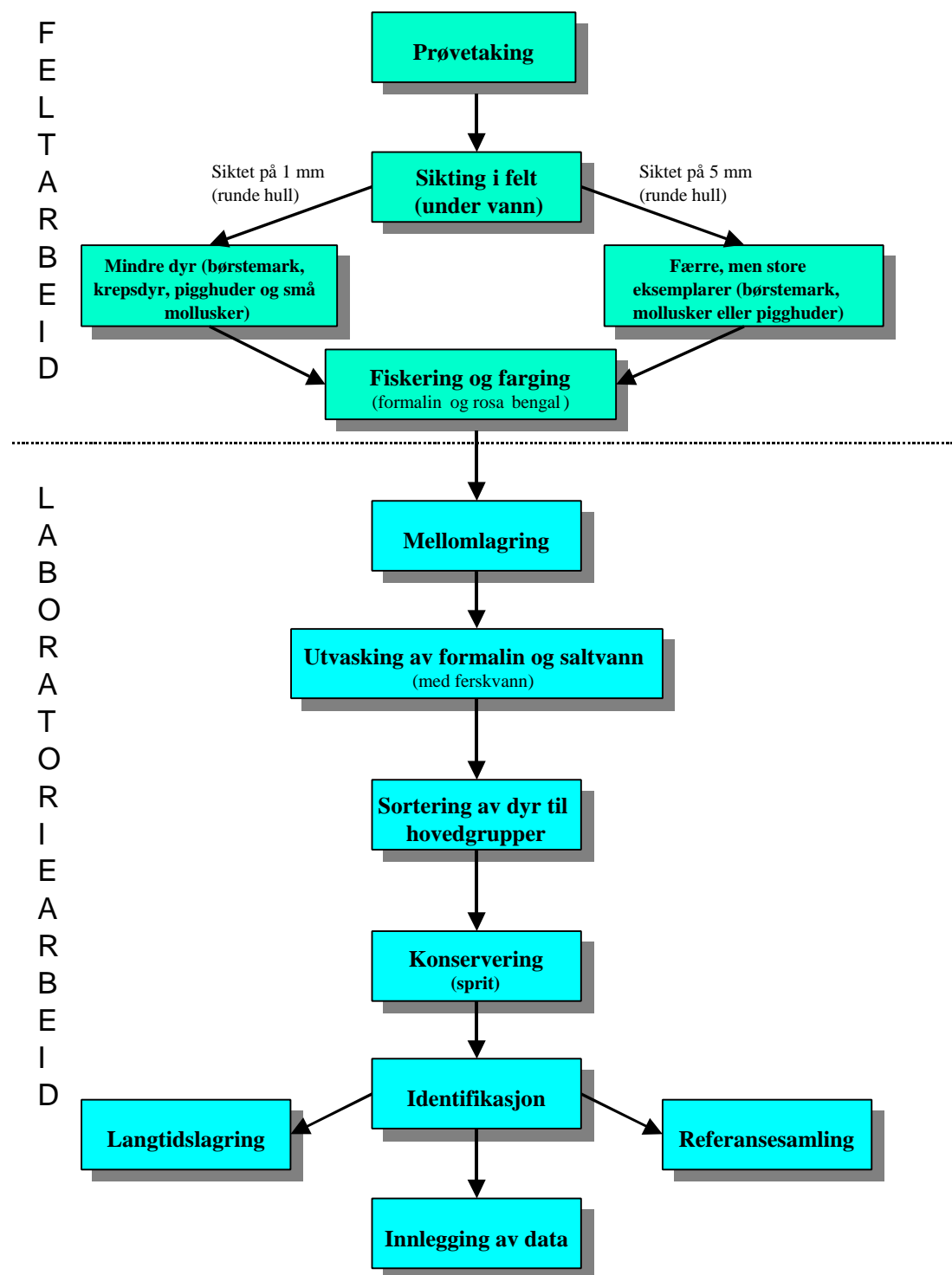
Dyrene ble delt inn i sine taksonomiske hovedgrupper og oppbevart i 70% sprit inntil artsbestemmelse.

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

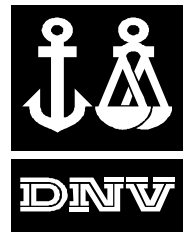
Små individer som ikke lot seg artsbestemme fordi karaktertegn manglet, ble registrert som juvenile. Det ble utarbeidet en egen referansesamling for undersøkelsen.

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

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



Figur 3.3.1. Flytdiagram fra prøvetaking til innlegging av artsdata i programvare.



3.3.3 Analyser

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

- Antall arter pr. arealenhet.
- Antall individer pr. art.
- Shannon-Wieners diversitetsindeks, H' (Shannon & Weaver 1963).
- Sanders "rarefaction" metode (Sanders 1968).
- Jevnhetsindeks kalkulert ved hjelp av Pielous evenness, J' (Pielou 1966).
- Log-normal fordelingsplott (Gray & Mirza 1979, Gray & Pearson 1982).
- Forventet antall arter i en prøve med 100 individer (ES_{100}).
- Faunalikhet mellom stasjonene ved hjelp av Bray-Curtis likhets indeks d (Bray & Curtis 1957). Dataene ble analysert både med og uten transformasjon. Likhetsmatrisen som fremkom ble benyttet i multivariate analyser for å se på gradienter og grupperinger stasjonene i mellom. Metodene som ble brukt var hierarkisk grupperingsteknikk som grupperer stasjoner etter gjennomsnittlig likhet ("hierarchical agglomerative classification") (Lance & Williams 1967), og ordinasjon med "non-metric Multi-Dimensjonal Scaling" (MDS) (Kruskal et al. 1978).
- Klassifikasjon, MDS- og PCA-ordinasjon samt BIOENV og SIMPER ble gjennomført med programpakken PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research).
- Tabell over de 10 tallmessig dominerende arter ved hver stasjon.

Både de statistiske metodene og de multivariate analysene er nærmere beskrevet i VEDLEGG B.

Alle rådata er lagret i DNVs miljøovervåkningsdatabase (MOD) og finnes i VEDLEGG B.

3.3.4 Kvalitetskontroll

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

I korte trekk ble følgende gjennomført: I laboratoriet ble all sortering loggført (hvem som sorterte når, tidsforbruk for hver prøve, antall glass til oppbevaring). Hver prøve ble kontrollert av en på forhånd godkjent kontrollør. Hver artsbestemmer utarbeidet en egen referansesamling som ved tvil ble sammenlignet med DNVs referansesamling. Ved tvil i artsbestemmelsen er dette påpekt i artslisten. For å oppnå sporbarhet har hver artsbestemmer signert ut hvilke prøver og dyregrupper vedkommende har bestemt. Referansesamlingen er lagret hos DNV.

3.3.5 Kvalitetskontroll av rapporteringen

Det ble utarbeidet en egen kvalitetsplan for prosjektet. Et av kapitlene omhandler kvalitetssikring av rapportering. Kvalitetssikringen av rapporten er basert på egensjekk, samt intern verifikasjon av rapporten. Rapporten er også gjennomgått av oppdragsgivere.



3.4 Avvik fra SFT manual 97:01

Strategi for valg av stasjoner er gitt i kapittel 3.1.1. Stasjonsvalget er gitt i programmet som ble oversendt SFT før prøvetaking ble gjennomført.

Undersøkelsen er utført i henhold til SFTs retningslinjer for miljøovervåking av petroleumsvirksomheten på norsk sokkel, 97:01 med følgende unntak:

- NPD, dekaliner og PAH er analysert på noen få utvalgte stasjoner.
- Sjuktninger av metaller er ikke inkludert i analysene
- Annet prøvetakingsutstyr.



4 RESULTATER OG DISKUSJON

4.1 Kjemiske analyser og fysisk karakterisering av sedimentene

En oversikt over resultatene på Vøring i 1998 er gitt nedenfor sammen med det naturlige nivået på Region VI. Det naturlige nivået på Region VI er representert ved resultatene fra de regionale stasjonene og referansestasjonene i grunnlagsundersøkelsen i 1997.

Alle verdiene som er funnet i denne første miljøundersøkelsen på Vøring, må anses å ligge innenfor det naturlige nivået på feltet.

Konsentrasjonene av hydrokarboner og metaller i sedimentene er på samme nivå eller litt høyere enn nivået på Region VI.

En oversikt over resultatene er gitt i tabell 4.1.1.

Tabell 4.1.1. Oversikt over resultater, Vøring 1998.

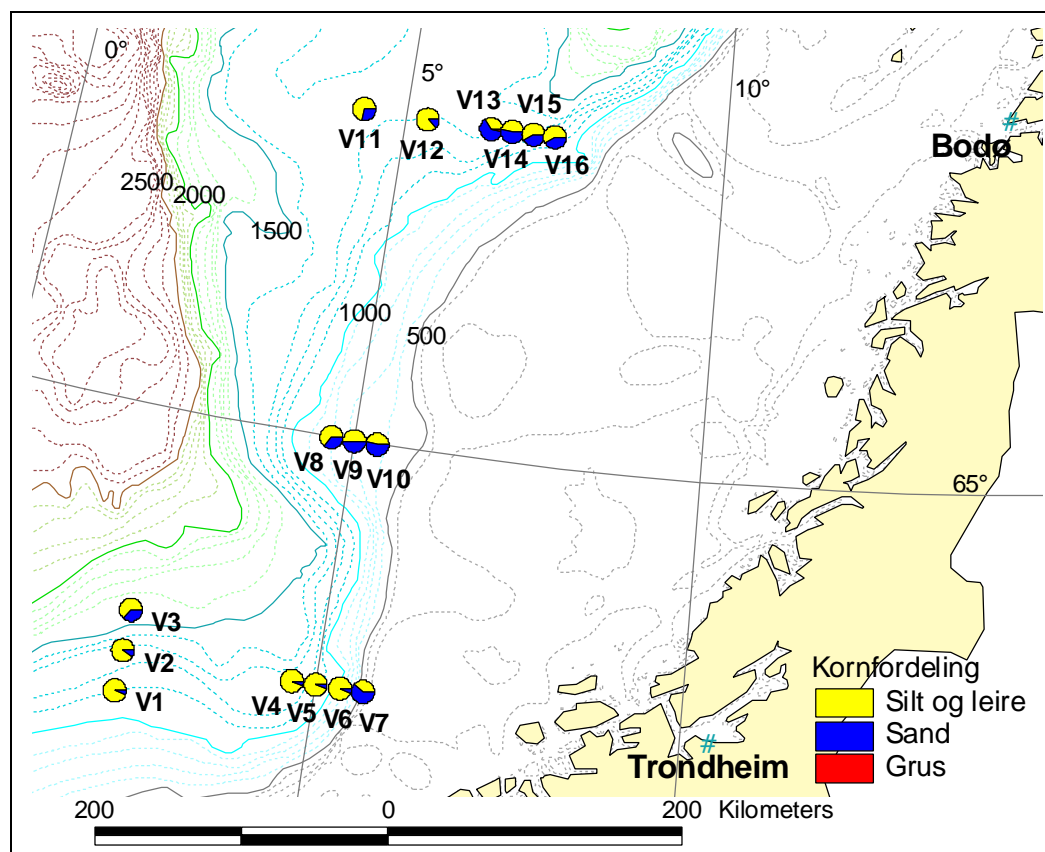
Analyse		Variasjon på Vøring 1998 grunnlag (16 stasjoner)		Variasjon på Region VI 1997 (10 regionale + 6 ref.stasjoner)	
Dyp (m)		591	- 1520	212	- 434
Sedimentkarakterisering					
Kornstørrelsefordeling (%)	Silt & leire:	34	- 95	25	- 96
	Sand:	5	- 62	4	- 74
	Grus:	0	- 6	0	- 15
Median partikkel diameter (ϕ)	Md:	2,0	- 5,9	3,0	- 6,4
Totalt organisk materiale (%)	TOM:	5,6	- 13,4	2,9	- 10,4
Kjemiske analyser					
Hydrokarboner (mg/kg)	THC:	2,3	- 12,8	1,1	- 4,9
	NPD:	0,097	- 0,186	0,043	- 0,085
	PAH:	0,154	- 0,397	0,090	- 0,145
	Dekaliner:	ikke påvist		ikke påvist	
Metaller (mg/kg)	Ba:	76	- 315	48	- 220
	Cr:	11,5	- 27,5	ikke analysert	
	Cu:	8,0	- 31,8	3,1	- 14,7
	Pb:	13,0	- 39,3	9,2	- 28,0
	Zn:	28,8	- 72,1	22,5	- 71,6
	Cd:	0,1	- 0,2	< 0,1	
	Hg:	0,03	- 0,05	0,03	

4.1.1 Sedimentkarakterisering

Kornstørrelsefordeling

På Vøring ble prøvetakingen foretatt både med bokscorer (BC) og med multicorer (MC). For kornstørrelsebestemmelsen kan det ikke ses at type prøvetaker har hatt innvirkning på resultatene.

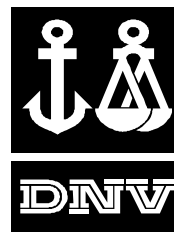
Verdiene for median kornstørrelse på Vøring varierer fra 2.0 ϕ (stasjon 13) til 5.9 ϕ . Gjennomsnittsverdien for alle stasjonene er 4.84 ϕ , noe som indikerer at silt dominerer på de fleste stasjonene. Silt og leire varierer fra 34 % til 95 % og innholdet av sand varierer fra 5 % til 62 %. Innholdet av grus er lavt, bortsett fra stasjon 13 som består av 6 % grus. I figur 4.1.1 er det gitt en grafisk fremstilling av kornstørrelsesfordelingen.



Figur 4.1.1. Kornstørrelsesfordeling, inndelt i tre hovedkategorier. Vøring 1998.

En stor variasjon i kornstørrelsefordeling er ikke uventet siden stasjonene er spredd over et stort havområde hvor dypet varierer fra 591 m til 1520 m. Stasjonene er lokalisert i 4 hovedområder (se figur 4.1.1).

Stasjonene 1, 2 og 3 ligger lengst sørvest, og dypet er på ca 1100 til 1500 m. Verdiene for median kornstørrelse varierer fra 4,8 ϕ til 5,9 ϕ , og silt & leire dominerer. Grus er ikke påvist.



Stasjonene 4, 5, 6 og 7 ligger lenger øst i en skråning hvor dypet varierer fra 591 m (stasjon 7) til 1224 m (stasjon 4). Silt & leire dominerer på stasjonene 4, 5 og 6 med median kornstørrelse rundt 5,9 ϕ . På stasjon 7 er det mest sand (62 %), med median kornstørrelse på 3,4 ϕ . Grus er ikke påvist.

Stasjonene 8, 9 og 10 ligger ca 150 km nord for stasjonene 4 til 7. Dypet varierer fra 665 til 895 m. På stasjonene 8 og 9 dominerer silt & leire. På stasjon 10, den grunneste stasjonen, dominerer innholdet av sand (54 %) og verdien for median kornstørrelse er 3,9 ϕ . Både på stasjon 9 og 10 er det funnet litt grus, 0,2 %.

Stasjonene 11, 12, 13, 14, 15 og 16 ligger lengst mot nord ca 200 km fra stasjonene 8 til 10. Dypet varierer fra ca 1100 til 1350 m. På stasjonene 11, 12, 15 og 16 dominerer som ventet silt & leire. På stasjon 13 (1118 m) er verdien for median kornstørrelse 2,0 ϕ . Dette er den laveste verdien som er funnet på Vøring, og innholdet av sand dominerer. Innholdet av grus er også høyt, 6 %. Sand dominerer også på stasjon 14 (1224 m), og median kornstørrelse er 3,5 ϕ . Grus er ikke funnet på denne stasjonen.

De lave verdiene for median kornstørrelse på stasjonene 13 og 14 er uventet siden de ligger så dypt som 1100 - 1200 m. Innholdet av totalt organisk materiale er også lavt på disse stasjonene. En mulig forklaring kan være at stasjonene ligger på flaten etter en bratt skråning, se figur 3.1.3. og at sand og grus kan ha blitt avsatt her.

Grad av sortering (standard avvik) indikerer fra dårlig til svært dårlig sortert sediment. Gjennomsnittlig skjevhet var symmetrisk, men resultatene fra enkelt-stasjonene varierte fra meget skjev forskyvning mot finkornig til skjev forskyvning mot grovkornig fordeling. Verdiene for kurtosis varierte fra 0,74 til 1,06. Fem av stasjonene hadde nærmest normalfordeling, mens resultatene fra de øvrige stasjonene indikerte flat-toppet (platykuritisk) fordeling.

Resultatene med hovedinndeling er gitt i tabell 4.1.2.

I vedlegget er det gitt tabeller med 1) median partikkeldiameter, standardavvik, skjevhet og kurtosis og 2) vekt av størrelsefraksjon og kumulativ vekt% fordeling.

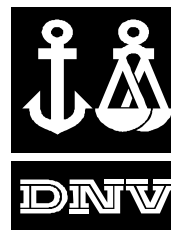
Totalt organisk materiale (TOM)

Innholdet av totalt organisk materiale varierer mellom 5,6 % på stasjon 15 og 13,4 % på stasjon 6 (middel av bokscorer og multicorer). Som for kornstørrelsefordelingen ser det ut til at prøvetakingsmetoden har liten innflytelse på resultatet. Innholdet av totalt organisk materiale følger stort sett verdien for median kornstørrelse. På stasjon 13 som har den laveste verdien for median kornstørrelse (2,0 ϕ), er også innholdet av TOM lavt (5,8 %).

**Tabell 4.1.2.** Vøring, Kornstørrelsefordeling og totalt organisk materiale (% av tørt sediment).

Stasjon	Dyp m	Fordelingsparametre		Kornfordeling			TOM				
		Median diam.	Klassifisering	Silt og leire	Sand	Grus	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Middel 1998	SD 1998
Vøring 1 BC	1132	5,87	Silt og leire	94,1	6,0	0,0	12,7	12,7	12,3	12,6	0,3
Vøring 1 MC		5,90	Silt og leire	95,1	4,9	0,0	13,8	14,0	14,1	14,0	0,1
Vøring 2 BC	1325	5,77	Silt og leire	89,7	10,3	0,0	10,8	11,8	12,7	11,8	0,9
Vøring 3 BC	1520	4,83	Silt og leire	63,0	37,0	0,0	9,4	9,1	8,9	9,1	0,3
Vøring 4 BC	1224	5,84	Silt og leire	92,6	7,4	0,0	14,0	13,4	13,5	13,6	0,4
Vøring 4 MC		-					12,8	11,6	12,9	12,4	0,8
Vøring 5 BC	1180	5,90	Silt og leire	95,1	4,9	0,0	13,0	12,7	13,1	12,9	0,2
Vøring 5 MC		-					13,2	12,7	12,2	12,7	0,5
Vøring 6 BC	913	5,87	Silt og leire	93,8	6,2	0,0	12,4	14,1	14,2	13,6	1,0
Vøring 6 MC		5,73	Silt og leire	87,9	12,1	0,0	13,6	13,4	12,6	13,2	0,6
Vøring 7 BC	591	3,42	Sand	37,8	62,2	0,0	7,3	7,0	6,2	6,8	0,6
Vøring 8 BC	895	4,85	Silt og leire	63,4	36,6	0,0	8,4	8,7	8,7	8,6	0,2
Vøring 8 MC		-					9,4	8,0	9,0	8,8	0,7
Vøring 9 BC	757	4,08	Silt og leire	51,0	48,8	0,2	5,6	5,3	5,0	5,3	0,3
Vøring 9 MC		3,97	Sand	49,4	50,7	0,0	6,0	5,3	6,0	5,8	0,4
Vøring 10 BC	665	3,88	Sand	46,3	53,6	0,2	5,0	5,1	5,6	5,2	0,3
Vøring 10 MC		-					4,7	5,3	5,4	5,1	0,4
Vøring 11 BC	1351	5,23	Silt og leire	72,1	27,9	0,0	8,6	10,7	10,3	9,8	1,1
Vøring 11 MC		5,37	Silt og leire	76,2	23,8	0,0	11,1	11,5	10,7	11,1	0,4
Vøring 12 BC	1330	5,73	Silt og leire	88,2	11,8	0,0	11,4	13,9	14,7	13,3	1,7
Vøring 12 MC		5,84	Silt og leire	92,4	7,6	0,0	11,6	11,7	11,4	11,6	0,2
Vøring 13 BC	1118	2,02	Sand	34,5	59,6	5,9	5,4	4,4	6,6	5,5	1,1
Vøring 13 MC		-					6,1	5,8	6,1	6,0	0,2
Vøring 14 BC	1224	3,47	Sand	47,0	53,0	0,0	6,0	6,8	7,0	6,6	0,5
Vøring 14 MC		-					6,0	5,5	5,3	5,6	0,4
Vøring 15 BC	1193	4,53	Silt og leire	57,70	42,1	0,2	6,0	6,2	5,0	5,7	0,6
Vøring 15 MC		3,85	Sand	48,9	51,1	0,0	5,9	4,0	6,6	5,5	1,4
Vøring 16 BC	1174	4,59	Silt og leire	58,7	40,9	0,4	7,1	6,6	6,3	6,6	0,4
Vøring 16 MC		-					7,2	6,8	6,3	6,8	0,4
Gjennomsnitt		4,84	Silt og leire	69,8	29,9	0,3					
Standard avvik		1,08		21,3	20,8	1,3					

- ikke analysert BC: bokscorer MC: multicorer



4.1.2 Kjemiske analyser

Følgende analyser er utført:

- THC
- NPD, PAH og dekaliner
- Metallene Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, Al og Li.

De kjemiske resultatene er gitt i tabell 4.1.3 til 4.1.6. Gasskromatogram er gitt i vedlegget.

THC

I denne grunnlagsundersøkelsen i 1998 på Vøringfeltet varierer THC konsentrasjonene fra 2,3 mg/kg til 12,8 mg/kg (middel av bokscorer og multicorer), se tabell 4.1.3. Den laveste konsentrasjonen er funnet på stasjon 13. De høyeste konsentrasjonene, 7,6 mg/kg til 12,8 mg/kg, er funnet i det sørøstlige området på stasjonene 4 til 7. Forurensning av hydrokarboner fra bore-slamsoljen HDF 200 er ikke påvist i noen av prøvene. Det er ikke funnet noen forskjell mellom bruk av bokscorer eller multicorer.

Stasjonene 1, 2 og 3 som ligger lengst sørvest ved dyp på ca 1100 til 1500 m, har lave THC verdier fra 3,3 mg/kg til 4,2 mg/kg. På stasjon 1 er også sedimentlagene fra 1-3 cm og fra 3-6 cm analysert. THC konsentrasjonen er 8,2 mg/kg ved 1-3cm og 4,1 mg/kg ved 3-6cm. Karakteristiske gasskromatogram er vist i vedlegget. Bore-slamsoljen HDF 200 er ikke funnet i noen av prøvene. I gasskromatogrammet fra prøven ved 1-3 cm kan vi se et ekstra bidrag fra en forbindelse med lenger retensjonstid enn HDF 200.

Tabell 4.1.3. Vøring, Totalmengde hydrokarboner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Middel 1998	SD 1998
Vøring 1 BC	4,47	4,50	4,14	4,4	0,2
1-3 cm	8,15				
3-6 cm	4,08				
Vøring 1 MC	3,50	4,55	4,30	4,1	0,6
Vøring 2 BC	4,26	3,80	3,83	4,0	0,3
Vøring 3 BC	3,29	3,63	2,98	3,3	0,3
Vøring 4 BC	8,62	8,27	6,79	7,9	1,0
Vøring 4 MC	7,90	6,61	7,39	7,3	0,7
Vøring 5 BC	9,17	9,49	9,22	9,3	0,2
1-3 cm	10,24				
3-6 cm	10,51				
Vøring 5 MC	7,96	9,95	9,28	9,1	1,0
Vøring 6 BC	12,99	13,50	13,92	13,5	0,5
Vøring 6 MC	12,84	11,97	11,57	12,1	0,7
Vøring 7 BC	9,19	9,60	8,65	9,1	0,5
Vøring 8 BC	4,70	4,09	4,05	4,3	0,4
1-3 cm	4,99				
3-6 cm	4,36				
Vøring 8 MC	4,58	4,34	4,37	4,4	0,1
Vøring 9 BC	3,77	3,07	3,12	3,3	0,4
Vøring 9 MC	3,02	3,15	4,36	3,5	0,7
Vøring 10 BC	2,70	3,37	3,54	3,2	0,4
Vøring 10 MC	3,00	3,56	3,67	3,4	0,4
Vøring 11 BC	2,52	3,12	3,31	3,0	0,4
1-3 cm		2,70			
3-6 cm		1,97			
Vøring 11 MC	2,49	2,28	1,91	2,2	0,3
Vøring 12 BC	3,30	3,94	2,83	3,4	0,6
Vøring 12 MC	3,17	2,78	3,27	3,1	0,3
Vøring 13 BC	1,93	2,28	2,50	2,2	0,3
Vøring 13 MC	2,00	2,96	2,24	2,4	0,5
Vøring 14 BC	2,82	2,79	2,79	2,8	0,0
Vøring 15 BC	3,46	3,82	5,68	4,3	1,2
Vøring 15 MC	3,07	3,02	3,01	3,0	0,0
Vøring 16 BC	2,95	2,86	3,76	3,2	0,5
Vøring 16 MC	3,18	2,60	2,51	2,8	0,4



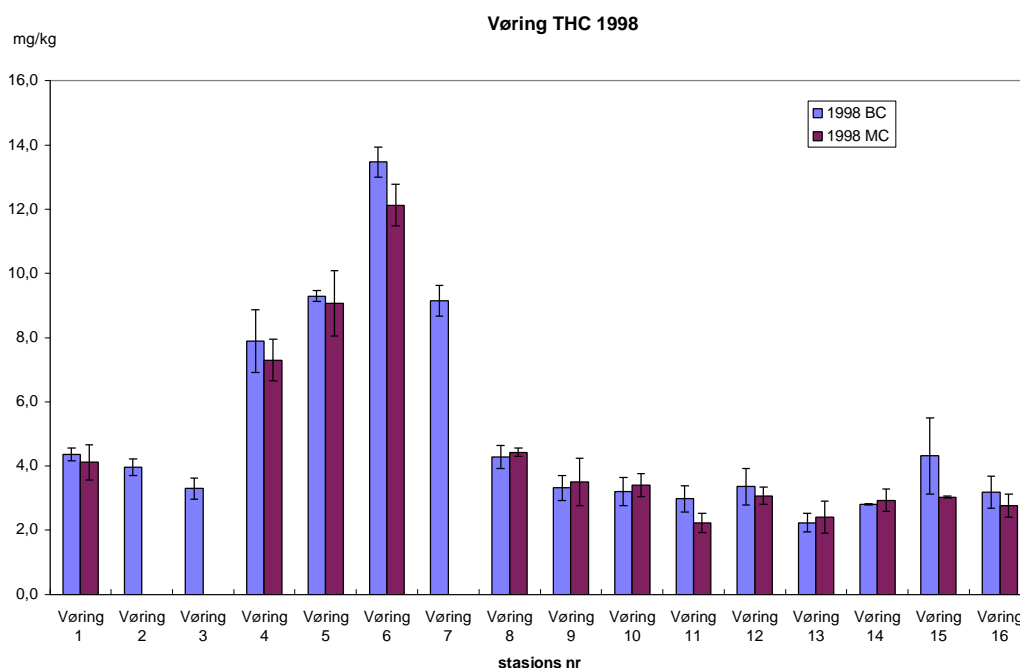
Denne prøven har også en spesiell stikkende lukt.

Stasjonene 4, 5, 6 og 7 ligger lenger øst i en skråning hvor dypet varierer fra ca 600 til 1200 m. De høyeste THC konsentrasjonene på Vøring er funnet i dette området, og de varierer mellom 7,6 mg/kg på stasjon 4 og 12,8 mg/kg på stasjon 6. På stasjon 5 er det også tatt prøver fra sedimentlagene, men her er det ingen forskjell i THC konsentrasjonene for de ulike lagene. Gasskromatogram fra stasjon 5 og fra stasjon 6 er vist i vedlegget. Kromatogrammene fra stasjon 6 viser prøver tatt både med bokscorer og med multicorer. Boreslamsoljen HDF 200 eller liknende baseolje er ikke funnet i noen av prøvene.

Stasjonene 8, 9 og 10 ligger på det grunneste området, og dypet varierer fra 665 til 895 m. THC konsentrasjoner fra 3,3 mg/kg til 4,4 mg/kg er funnet.

Stasjonene 11, 12, 13, 14, 15 og 16 ligger lengst mot nord, og dypet varierer fra ca 1100 til 1350 m. THC konsentrasjonene er lave på alle stasjonene og varierer fra 2,3 mg/kg til 3,7 mg/kg. Gasskromatogrammene for prøvene 15 BC skiller seg litt ut idet det er en liten bulk i kromatogrammet mellom retensjonstiden for HDF 200 og den vanlige bakgrunnsbulken. Tilsvarende er ikke funnet i prøvene 15 MC. Mengdene er imidlertid svært små, og dette kan ikke betraktes som noen forurensning.

Stolpediagram av THC innholdet i sedimentene er gitt i figur 4.1.1. Karakteristiske gasskromatogram fra stasjonene 1, 5, 6 og 15 er vist i vedlegget.



Figur 4.1.1. Stolpediagram av THC innholdet i sedimentene på Vøring 1998



Dette THC nivået som er funnet på Vøring i 1998, må anses som det naturlige bakgrunnsnivået på feltet. THC konsentrasjonene fra 2,3 mg/kg til 12,8 mg/kg er noe høyere enn det som ble funnet på Region VI i 1997 hvor den høyeste konsentrasjonen var 4,9 mg/kg.

Det er imidlertid stor forskjell i bunnforholdene på de to feltene. På Vøring varierer dypet fra 590 til 1500 m, mens Region VI ligger på 200 til 400 m. I det sørøstlige området på Vøring (stasjon 4, 5, 6 og 7) er det en forandring fra 1200 m til 600 m innenfor en avstand på ca 45 km. Det er i denne bratte skråningen de høyeste THC verdiene er funnet, og ikke på de dypeste stasjonene

NPD, PAH og dekaliner

Sedimentene på 4 stasjoner er undersøkt for innhold av NPD, PAH og dekaliner. NPD konsentrasjon varierer fra 0,097 på stasjon 11 til 0,186 mg/kg på stasjon 5. PAH konsentrasjonen varierer fra 0,154 på stasjon 11 til 0,397 mg/kg på stasjon 5. Dekaliner er ikke påvist.

Stasjon 5 har også de høyeste THC verdiene av disse 4 stasjonene.

Som for THC er konsentrasjonene av NPD og PAH noe høyere enn det som ble funnet på Region VI i 1997.

Dette nivået av NPD og PAH som er funnet på Vøring i 1998, må anses som det naturlige bakgrunnsnivået på feltet.

Tabell 4.1.4. Vøring, Sum NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment).

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Middel 1998	SD 1998
NPD					
Vøring 1 BC	0,138	0,121	0,116	0,125	0,012
Vøring 5 BC	0,187	0,181	0,189	0,186	0,004
Vøring 8 BC	0,145	0,118	0,122	0,128	0,015
Vøring 11 BC	0,104	0,094	0,092	0,097	0,006
Dekaliner					
Vøring 1 BC	*	*	*	*	
Vøring 5 BC	*	*	*	*	
Vøring 8 BC	*	*	*	*	
Vøring 11 BC	*	*	*	*	
PAH					
Vøring 1 BC	0,244	0,210	0,196	0,217	0,025
Vøring 5 BC	0,399	0,403	0,390	0,397	0,007
Vøring 8 BC	0,215	0,160	0,177	0,184	0,028
Vøring 11 BC	0,168	0,148	0,147	0,154	0,012

* ikke påvist Detaljer er gitt i vedlegget



Metaller

Oppslutning etter NS 4770 (salpetersyre):

Ba konsentrasjonene på Vøring varierer fra 76 mg/kg på stasjon 10 til 315 mg/kg på stasjon 12 (middel av bokscorer og multicorer). Forurensning av barium er ikke påvist i noen av prøvene. Det er ikke funnet noen forskjell mellom bruk av bokscorer eller multicorer.

Ba nivåene stemmer bra overens med kornstørrelsefordelingen. På de fleste stasjonene dominerer silt & leire, og på 13 av de 16 stasjonene er Ba nivået > 100 mg/kg. På en av stasjonene, stasjon 12, er Ba nivået > 300 mg/kg. De laveste verdiene (< 100 mg/kg) er funnet på stasjonene 7, 9 og 10 hvor det er mye sand.

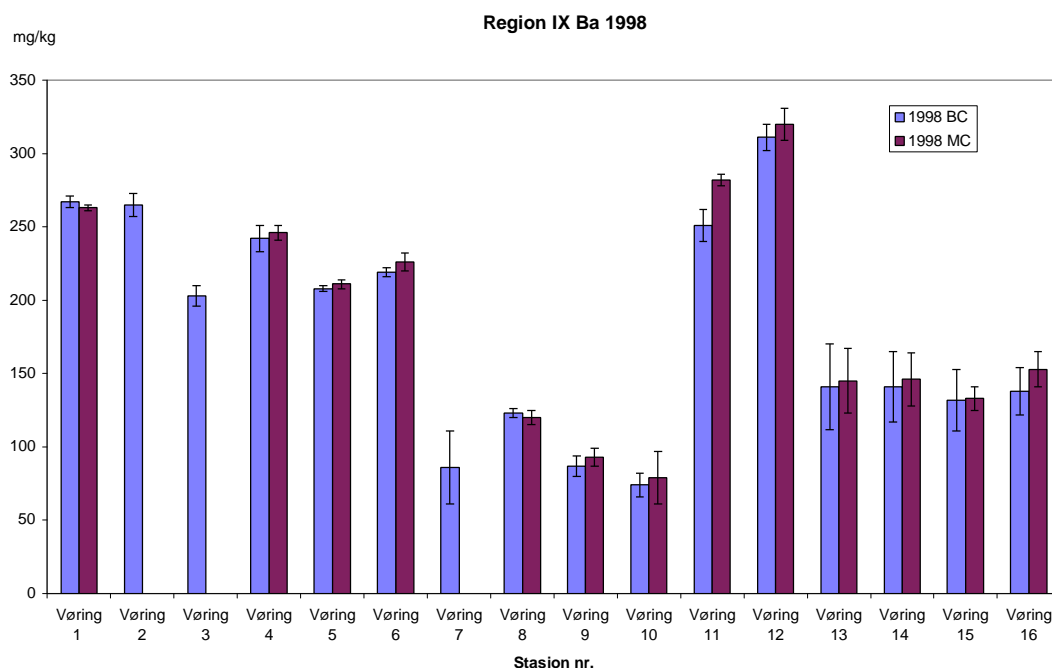
Det er liten forskjell mellom de fire hovedområdene på feltet. Stasjonene 4 til 7 i det sørøstre området, som har de høyeste THC konsentrasjonene, skiller seg ikke ut når det gjelder innholdet av Ba i sedimentene.

Nivået av Ba er sammenlignbart med bakgrunnsnivået på Region VI i 1997.

Konsentrasjonene av Cr, Cu, Pb og Zn er lave. Konsentrasjonene av Cd og Hg ligger rundt kvantifiseringsgrensen. På stasjon 16 er det imidlertid funnet en Hg verdi på 0,18 mg/kg i en av de seks prøvene, mens de andre fem har 0,03 mg/kg.

Konsentrasjonsnivået av Pb og Zn er sammenlignbart med bakgrunnsnivåene på Region VI i 1997. Nivået av Cu ligger noe høyere på Vøring med 8,0 mg/kg til 31,8 mg/kg, mens Region VI i 1997 hadde 3,1 mg/kg til 14,7 mg/kg.

Stolpediagram av Ba innholdet i sedimentene er gitt i figur 4.1.2.



Figur 4.1.2. Stolpediagram av Ba innholdet i sedimentene på Vøring 1998



Oppslutning med flussyre/kongevann/borsyre:

Bare 4 stasjoner er oppsluttet med denne metoden, stasjonene 1, 5, 8 og 11.

Konsentrasjonene av Ba er som ventet noe høyere enn med NS 4770. Verdiene for Ba varierer mellom 353 mg/kg og 427 mg/kg. Variasjonen med NS 4770 for de samme fire stasjonene er 123 mg/kg til 267 mg/kg.

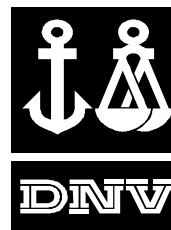
Konsentrasjonene av Cd, Cr, Cu, Pb og Zn er lave. Verdiene for Cd, Cr og Cu er også litt høyere enn med NS 4770, mens for Pb og Zn er verdiene de samme. Cd konsentrasjonen ligger rundt 0,3 mg/kg, Cr rundt 40-50 mg/kg, Cu fra 30 til 60 mg/kg, Pb fra 8-22 mg/kg og Zn fra 50 til 70 mg/kg.

Resultatene er gitt i tabell 4.1.5. I tabellen er også mengdene av fraksjonene mindre og større enn 2 mm tatt med. Det er fraksjonen mindre enn 2 mm som er analysert.

I tillegg til de elementene som skal overvåkes (Ba og tungmetaller), er Al og Li også analysert. Al og Li kan brukes til å normalisere de andre metalldataene (ref. Loring & Rantala 1992), noe som kan være hensiktsmessig når nivået på Vøringfeltet skal sammenlignes med nivået på andre områder.

Tabell 4.1.5. Vøring, Metaller med NS 4770 (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Prøve	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
Vøring 1 BC	1	265	0,17	20,30	26,1	0,03	23,1	64,0
	2	265	0,15	20,24	26,1	0,03	23,7	63,9
	3	272	0,19	22,28	27,9	0,04	22,1	66,7
	middel	267	0,17	21	26,7	0,04	23,0	64,9
	SD	4	0,02	1	1,0	0,01	0,8	1,6
Vøring 1 MC	1	264	0,15	20,38	38,0	0,04	25,8	61,6
	2	261	0,13	20,32	34,2	0,03	23,7	61,4
	3	264	0,12	19,98	37,1	0,03	25,9	61,6
	middel	263	0,13	20	36,4	0,03	25,1	61,5
	SD	2	0,01	0	2,0	0,00	1,2	0,1
Vøring 2 BC	1	259	0,08	18,41	33,2	0,03	21,1	60,9
	2	262	0,10	18,73	34,0	0,03	21,9	61,2
	3	274	0,10	20,61	33,8	0,03	23,4	60,8
	middel	265	0,09	19	33,7	0,03	22,1	60,9
	SD	8	0,01	1	0,4	0,00	1,2	0,2
Vøring 3 BC	1	200	0,07	14,88	28,0	0,03	18,3	44,8
	2	198	0,09	14,01	27,4	0,04	17,3	45,0
	3	210	0,08	15,77	29,4	0,03	19,2	60,6
	middel	203	0,08	15	28,3	0,03	18,3	50,1
	SD	7	0,01	1	1,0	0,01	1,0	9,1
Vøring 4 BC	1	244	0,11	24,88	29,9	0,04	35,4	70,3
	2	232	0,10	25,48	28,3	0,05	35,5	78,8
	3	250	0,11	26,40	34,6	0,04	36,6	70,6
	middel	242	0,11	26	31,0	0,04	35,8	73,2
	SD	9	0,01	1	3,3	0,00	0,7	4,8
Vøring 4 MC	1	241	0,12	30,99	36,9	0,04	34,0	72,4
	2	247	0,11	28,79	31,8	0,05	33,0	69,5
	3	250	0,10	26,96	29,1	0,04	36,2	71,0
	middel	246	0,11	29	32,6	0,04	34,4	70,9
	SD	5	0,01	2	4,0	0,00	1,7	1,5



TEKNISK RAPPORT

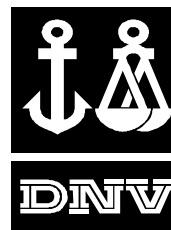
Tabell 4.1.5. forts.

Stasjon	Prøve	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
Vøring 5 BC	1	209	0,06	23,28	24,9	0,03	34,2	66,9
	2	207	0,09	22,12	29,1	0,04	35,8	64,4
	3	209	0,08	23,06	25,6	0,05	34,2	68,9
	middel	208	0,07	23	26,5	0,04	34,8	66,7
	SD	2	0,01	1	2,2	0,01	0,9	2,3
Vøring 5 MC	1	210	0,10	22,85	32,0	0,05	32,6	66,3
	2	214	0,06	22,21	32,3	0,03	34,1	66,2
	3	208	0,08	22,00	31,0	0,04	35,2	64,4
	middel	211	0,08	22	31,8	0,04	34,0	65,6
	SD	3	0,02	0	0,7	0,01	1,3	1,1
Vøring 6 BC	1	216	0,12	25,63	28,2	0,04	37,5	69,9
	2	221	0,11	23,69	29,3	0,07	39,7	41,0
	3	221	0,11	23,17	28,6	0,03	38,2	67,3
	middel	219	0,11	24	28,7	0,04	38,5	59,4
	SD	3	0,01	1	0,5	0,02	1,1	15,9
Vøring 6 MC	1	233	0,04	26,46	25,8	0,03	40,7	69,4
	2	225	0,12	23,89	29,8	0,03	39,2	68,3
	3	221	0,05	25,67	32,0	0,03	40,2	71,4
	middel	226	0,07	25	29,2	0,03	40,1	69,7
	SD	6	0,04	1	3,2	0,00	0,7	1,6
Vøring 7 BC	1	61	0,03	10,93	6,9	0,03	16,0	28,6
	2	111	0,10	15,45	11,0	0,03	27,0	47,5
	3	85	0,04	12,79	8,3	0,02	21,9	32,6
	middel	86	0,06	13	8,7	0,03	21,6	36,2
	SD	25	0,04	2	2,1	0,01	5,5	10,0
Vøring 8 BC	1	125	0,05	17,43	20,7	0,02	20,5	48,3
	2	119	0,06	16,54	16,9	0,02	19,9	43,9
	3	125	0,07	17,91	17,6	0,03	20,5	47,3
	middel	123	0,06	17	18,4	0,02	20,3	46,5
	SD	3	0,01	1	2,0	0,00	0,4	2,3
Vøring 8 MC	1	115	0,06	16,90	17,0	0,02	19,7	42,6
	2	121	0,06	19,09	21,9	0,02	19,6	46,8
	3	125	0,04	18,30	23,4	0,02	21,2	49,5
	middel	120	0,05	18	20,8	0,02	20,2	46,3
	SD	5	0,01	1	3,4	0,00	0,9	3,5
Vøring 9 BC	1	84	0,04	12,32	9,6	0,01	14,1	32,0
	2	81	0,05	12,61	9,4	0,01	13,8	31,9
	3	95	0,05	13,65	10,4	0,02	15,9	33,8
	middel	87	0,05	13	9,8	0,01	14,6	32,6
	SD	7	0,01	1	0,5	0,00	1,1	1,1
Vøring 9 MC	1	90	0,05	14,08	10,7	0,02	14,3	33,0
	2	89	0,05	13,38	10,2	0,02	13,6	31,3
	3	99	0,05	12,91	10,4	0,02	15,4	31,3
	middel	93	0,05	13	10,4	0,02	14,4	31,9
	SD	6	0,00	1	0,2	0,00	0,9	1,0
Vøring 10 BC	1	82	0,05	12,68	8,1	0,01	12,8	32,7
	2	74	0,04	11,56	7,6	0,01	11,6	28,4
	3	65	0,04	9,91	6,4	0,01	10,8	25,0
	middel	74	0,04	11	7,4	0,01	11,7	28,7
	SD	8	0,00	1	0,9	0,00	1,0	3,9



Tabell 4.1.5. forts.

Stasjon	Prøve	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
Vøring 10 MC	1	58	0,04	9,87	6,4	0,01	11,1	22,7
	2	84	0,04	12,27	8,9	0,01	15,8	29,7
	3	94	0,05	14,45	10,4	0,01	16,2	34,1
	middel	79	0,04	12	8,6	0,01	14,3	28,8
	SD	18	0,01	2	2,0	0,00	2,9	5,7
Vøring 11 BC	1	254	0,06	19,24	23,0	0,03	18,9	65,0
	2	260	0,08	19,21	21,7	0,03	18,9	53,6
	3	239	0,08	17,41	21,4	0,03	18,0	53,5
	middel	251	0,07	19	22,0	0,03	18,6	57,3
	SD	11	0,01	1	0,8	0,00	0,5	6,6
Vøring 11 MC	1	280	0,09	19,15	23,3	0,03	21,0	54,4
	2	280	0,09	20,04	23,8	0,03	20,0	55,6
	3	287	0,08	20,10	23,4	0,03	18,6	55,3
	middel	282	0,09	20	23,5	0,03	19,9	55,1
	SD	4	0,00	1	0,3	0,00	1,2	0,6
Vøring 12 BC	1	320	0,06	21,19	26,8	0,04	20,0	64,8
	2	310	0,14	19,98	31,2	0,03	25,6	62,7
	3	302	0,13	19,92	31,2	0,03	24,4	65,9
	middel	311	0,11	20	29,7	0,03	23,3	64,5
	SD	9	0,05	1	2,5	0,00	2,9	1,6
Vøring 12 MC	1	309	0,06	23,24	26,9	0,03	23,3	63,3
	2	319	0,07	23,62	28,8	0,03	21,3	63,0
	3	330	0,07	23,10	27,3	0,03	21,6	64,9
	middel	320	0,07	23	27,7	0,03	22,1	63,7
	SD	11	0,00	0	1,0	0,00	1,1	1,0
Vøring 13 BC	1	142	0,08	14,04	12,9	0,03	15,5	38,7
	2	169	0,07	18,70	14,8	0,03	18,0	67,1
	3	112	0,06	14,58	11,5	0,02	13,1	53,0
	middel	141	0,07	16	13,1	0,03	15,5	52,9
	SD	29	0,01	3	1,7	0,00	2,4	14,2
Vøring 13 MC	1	122	0,08	13,11	11,3	0,02	13,0	33,7
	2	150	0,07	15,45	14,0	0,02	14,5	39,6
	3	164	0,08	18,27	14,9	0,02	16,8	51,2
	middel	145	0,07	16	13,4	0,02	14,8	41,5
	SD	22	0,01	3	1,9	0,00	1,9	8,9
Vøring 14 BC	1	167	0,09	13,69	14,3	0,03	17,3	51,2
	2	138	0,04	12,26	12,4	0,02	14,6	40,4
	3	119	0,05	10,49	10,7	0,02	13,9	31,1
	middel	141	0,06	12	12,5	0,03	15,3	40,9
	SD	24	0,02	2	1,8	0,00	1,8	10,0
Vøring 14 MC	1	126	0,06	10,82	10,8	0,03	14,1	32,1
	2	148	0,09	12,37	13,7	0,03	15,4	35,9
	3	163	0,07	14,01	14,6	0,03	15,3	38,3
	middel	146	0,07	12	13,0	0,03	14,9	35,4
	SD	18	0,01	2	2,0	0,00	0,7	3,1
Vøring 15 BC	1	132	0,09	14,32	14,9	0,03	13,9	45,5
	2	110	0,06	14,56	16,8	0,02	11,6	47,8
	3	152	0,07	17,06	18,6	0,03	14,9	52,7
	middel	132	0,07	15	16,8	0,03	13,5	48,6
	SD	21	0,02	2	1,9	0,00	1,7	3,7



TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.1.5. forts.

Stasjon	Prøve	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
Vøring 15 MC	1	132	0,11	14,02	14,6	0,03	15,8	41,0
	2	142	0,08	15,36	14,7	0,03	16,7	41,0
	3	126	0,06	13,88	15,3	0,03	12,6	37,1
	middel	133	0,09	14	14,9	0,03	15,0	39,7
	SD	8	0,03	1	0,4	0,00	2,2	2,3
Vøring 16 BC	1	156	0,08	12,73	15,0	0,03	15,0	40,1
	2	132	0,09	11,48	13,7	0,03	15,1	39,1
	3	125	0,09	11,18	12,9	0,02	13,4	40,0
	middel	138	0,09	12	13,9	0,03	14,5	39,7
	SD	16	0,01	1	1,0	0,00	1,0	0,6
Vøring 16 MC	1	158	0,07	13,99	15,8	0,03	13,8	39,8
	2	162	0,09	14,57	16,8	0,03	16,0	41,3
	3	139	0,08	13,17	14,0	0,18	13,5	36,8
	middel	153	0,08	14	15,5	0,08	14,5	39,3
	SD	12	0,01	1	1,4	0,08	1,4	2,3

Tabell 4.1.6. Vøring, Metaller med HF/aqua regia/borsyre (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Prøve	Ba	Cd	Cr	Cu	Pb	Zn	Al	Li	Størrelsefordeling (g)		
										< 2 mm	> 2 mm	Forhold
Vøring 1 BC	1	421	0,40	48,0	63,0	7,5	61,2	42427	20	3,064	0,421	7,28
	2	382	0,32	44,1	59,7	9,4	57,3	44144	19	4,564	0,370	12,3
	3	399	0,28	45,9	61,5	8,4	59,6	41925	19	5,035	0,833	6,04
	middel	400	0,33	46,0	61,4	8,4	59,4	42800	19			
	SD	20	0,06	1,9	1,6	1,0	2,0	1160	1			
Vøring 5 BC	1	375	0,35	48,5	54,4	25,5	60,1	43322	21	6,451	2,216	2,91
	2	371	0,320	48,6	58,3	22,0	94,8	45502	21	6,368	3,011	2,11
	3	389	0,265	50,6	54,5	19,0	62,3	44789	22	4,798	1,401	3,42
	middel	379	0,31	49,2	55,7	22,2	72,4	44500	21			
	SD	9	0,04	1,2	2,2	3,3	19,4	1110	1			
Vøring 8 BC	1	347	0,217	41,1	27,9	21,6	45,8	39737	17	8,570	2,486	3,45
	2	363	0,243	42,1	27,4	21,2	48,4	40076	16	10,331	2,881	3,59
	3	348	0,214	41,6	28,7	21,0	46,3	42513	16	5,690	1,153	4,93
	middel	353	0,23	41,6	28,0	21,2	46,8	40800	17			
	SD	9	0,02	0,5	0,7	0,3	1,4	1510	0			
Vøring 11 BC	1	442	0,352	37,6	33,5	9,0	53,6	42582	18	10,051	2,233	4,50
	2	432	0,257	38,9	32,9	9,7	50,1	42164	18	10,666	4,234	2,52
	3	407	0,354	35,3	30,7	9,5	46,7	37808	16	11,434	3,331	3,43
	middel	427	0,32	37,3	32,4	9,4	50,1	40900	17			
	SD	18	0,06	1,8	1,4	0,3	3,5	2640	1			



4.1.3 Konklusjon

I sedimentene på Vøring dominerer innholdet av silt. Innholdet av grus er lavt, bortsett fra en stasjon som består av 6 % grus. Verdiene for median kornstørrelse varierer fra 2.0 til 5.9 ϕ .

Innholdet av totalt organisk materiale er relativt høyt og varierer fra 5,6 % til 13,4 %.

Det er ikke funnet forurensning av hydrokarboner, barium eller tungmetaller i sedimentene.

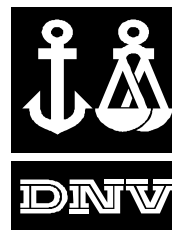
Konsentrasjonen av totalmengde hydrokarboner (THC) varierer fra 2,3 mg/kg til 12,8 mg/kg. De høyeste verdiene er funnet i det sørøstlige området på feltet, på stasjonene 4 til 7. Konsentrasjonene av NPD og PAH er lave, med høyeste verdier på 0,186 mg/kg for NPD og 0,397 mg/kg for PAH. Dekaliner er ikke påvist.

Konsentrasjonen av barium varierer fra 76 mg/kg til 315 mg/kg. Det er liten forskjell mellom de fire hovedområdene på feltet. Stasjonene i det sørøstre området, hvor THC nivået er høyest, skiller seg ikke ut når det gjelder innholdet av Ba i sedimentene.

Konsentrasjonene av de andre metallene er også lave, og kadmium og kvikksølv er såvidt påvist.

Ved sammenligning med bakgrunnsnivået på Region VI i 1997 er konsentrasjonene av barium, bly, sink, kadmium og kvikksølv på samme nivå, mens konsentrasjonene av totalmengde hydrokarboner og kopper ligger noe høyere på Vøring (ca faktor 2).

For sedimentene på Vøring har bruk av bokscorer eller multicorer til prøvetakingen gitt de samme analyseresultatene.



4.2 Biologiske analyser

4.2.1 Resultater boks-corer

4.2.1.1 Faunasammensetning

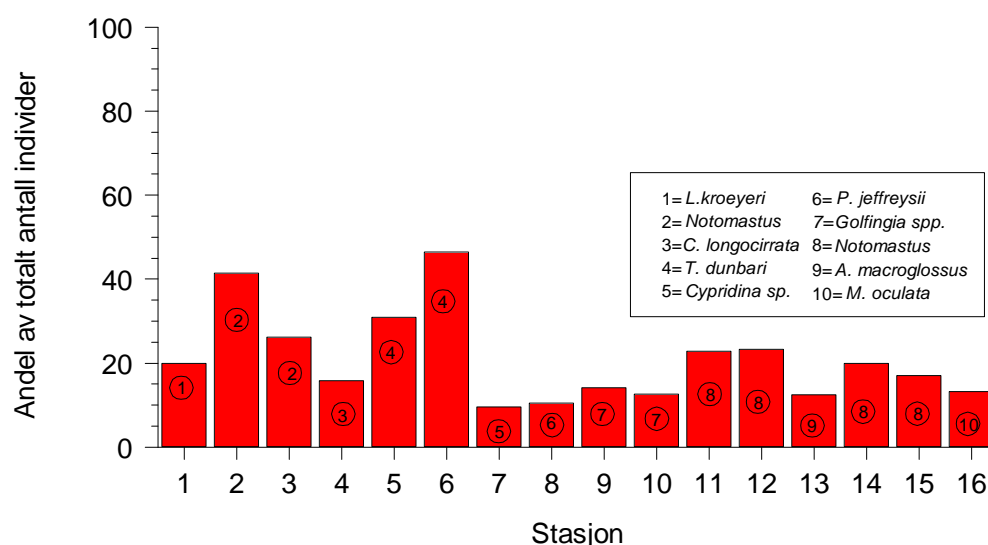
Fra de 32 undersøkte bokscorer prøvene (2 prøver pr. stasjon) ble det funnet totalt 7840 individer som ble identifisert til 265 arter. Artsliste er gitt i prøvingsrapport i VEDLEGG B. Børstemark utgjorde ca. 45 % av artene og 58 % av individene. Fordelingen mellom hovedgrupper er vist i tabell 4.2.1.

Tabell 4.2.1. Antall arter og individer fordelt mellom hovedgrupper, Vøring 1998.

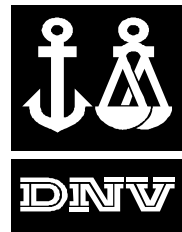
Hovedgrupper	Arter		Individer	
	Antall	%	Antall	%
Varia	11	4,2	626	8,0
Børstemark	119	44,9	4549	58,0
Krepsdyr	85	32,1	913	11,6
Bløtdyr	38	14,3	1573	20,1
Pigghuder	12	4,5	179	2,3
TOTALT	265	100,0	7840	100,0

Antall arter per stasjon varierte fra 40 (stasjon 3) til 122 (stasjon 7). Antall individer varierte fra 154 (stasjon 8) til 1940 (stasjon 6), se tabell 4.2.3. De ti dominerende artene utgjorde fra 42 % (stasjon 7) til 86 % (stasjon 6), se tabell 4.2.2.

Den dominante arten på hver stasjon utgjorde fra 9,5 % (stasjon 7) til 46 % (stasjon 6). Stasjon 2, 6 og tildels stasjon 5 skiller seg ut ved at en enkelt art utgjør en forholdsvis stor andel av faunaen, fra 31 % (stasjon 5) til hhv. 41,5 % og 46 % på stasjon 2 og 6, se figur 4.2.1.



Figur 4.2.1. Andel av dominant art på hver stasjon, Vøring, 1998.



På stasjon 5 og 6 dominerte muslingen *Thyasira dunbari*, mens faunaen på stasjon 2 var dominert av børstemarken *Notomastus* spp.. Faunaen varierer noe mellom stasjonene, men de fleste artene går igjen på alle stasjoner. Generelt er det børstemark som dominerer faunaen i området. Arter som går hyppig igjen er *Notomastus* spp., arter i slekten *Myriochele*, *Cossura longocirrata*, *Paramphinome jeffreysii*, *Aricidea albatrossa* og *A. catharina*, *Levinsenia gracilis* og *Lumbrineris scopa*. Også pølseormene *Golfingia* spp., slimorm (*Nemertea* spp.) og pigghuden *Ophiocten* sp. går hyppig igjen blant de ti dominante.

Blant de 10 dominante ble det registrert flere krepsdyr (stasjon 7, 8 og 10) og muslinger (*Thyasira*-arter) (stasjon 4, 5 og 6).

Flere av disse artene er kjent å være tolerante overfor påvirkning (Pearson & Rosenberg, 1978) men det er kun på stasjon 2, 5 og 6 at en enkelt art utgjør en stor andel av det totale individantallet. *Notomastus* sp., en art som ikke er kjent for å være tolerant overfor forurensning (Rygg, 1985), dominerer faunaen på stasjon 2, mens *T. dunbari* dominerer på stasjon 5 og 6. Arter i *Thyasira* slekten er kjent for å forekomme i store mengder på stasjoner som er moderat påvirket og indikerer en overgangssone (Pearson & Rosenberg, 1978 og Rygg, 1985).

De nevnte artene er kjent fra Nordatlanteren, trives på mudderbunn og har en dybdeutbredelse fra strandsonen ned til flere tusen meters dyp. Unntaket er *L. scopa* som er kjent å ha en dybdeutbredelse ned til ca. 400 m og som trives best på blandet bunn (Kirkegaard, 1992 og 1996; Gibbs, 1977; Paterson, 1985, Gage & Tyler, 1991; Hartley, 1981; NEAT, 1996; Santa Barbara Museum of Natural History, 1996).

Tabell 4.2.2. Ti på topp liste, Vøring 1998.

Stasjon 1	Antall	%	cum. %	Stasjon 2	Antall	%	cum. %
Laonome kroeyeri	83	20,0	20,0	Notomastus spp.	86	41,5	41,5
Myriochele oculata	72	17,3	37,3	Myriochele oculata	13	6,3	47,8
Paramphinome jeffreysii	68	16,4	53,7	Aricidea catherinae	8	3,9	51,7
Notomastus spp.	62	14,9	68,7	Cossura longocirrata	8	3,9	55,6
Nemertea sp..	14	3,4	72,0	Sphyrapus anomalus	6	2,9	58,5
Euchone incolor	11	2,7	74,7	Onesismus sp.	6	2,9	61,4
Terebellides stroemi	7	1,7	76,4	Ophiocten sp.	6	2,9	64,3
Thyasira dunbari	7	1,7	78,1	Nemertea sp..	5	2,4	66,7
Cossura longocirrata	6	1,4	79,5	Golfingia spp.	4	1,9	68,6
Heteromastus filiformis	6	1,4	81,0	Laonice sarsi	4	1,9	70,5
Stasjon 3	Antall	%	cum. %	Stasjon 4	Antall	%	cum. %
Notomastus spp.	78	26,2	26,2	Cossura longocirrata	58	15,8	15,8
Golfingia spp.	43	14,4	40,6	Paramphinome jeffreysii	42	11,4	27,2
Myriochele oculata	27	9,1	49,7	Thyasira sp	32	8,7	35,9
Acanthotrochus sp.	15	5,0	54,7	Notomastus spp.	28	7,6	43,5
Ophiocten sp.	12	4,0	58,7	Myriochele oculata	15	4,1	47,6
Cossura longocirrata	11	3,7	62,4	Golfingia spp.	13	3,5	51,1
Caulleriella serrata	11	3,7	66,1	Myriochele fragilis	13	3,5	54,6
Chaetozone setosa	8	2,7	68,8	Terebellides stroemi	12	3,3	57,9
Yoldiella lucida	8	2,7	71,5	Aricidea catherinae	11	3,0	60,9
Nemertea sp..	7	2,3	73,8	Aricidea albatrossa	9	2,4	63,3
Stasjon 5	Antall	%	cum. %	Stasjon 6	Antall	%	cum. %
Thyasira dunbari	312	30,9	30,9	Thyasira dunbari	900	46,4	46,4
Paramphinome jeffreysii	148	14,7	45,5	Paramphinome jeffreysii	198	10,2	56,6
Cossura longocirrata	103	10,2	55,7	Aricidea albatrossa	127	6,5	63,1
Caulleriella serrata	66	6,5	62,3	Levinsenia gracilis	107	5,5	68,7
Laonome kroeyeri	60	5,9	68,2	Caulleriella serrata	93	4,8	73,5
Aricidea albatrossa	58	5,7	74,0	Cossura longocirrata	69	3,6	77,0
Myriochele oculata	54	5,3	79,3	Nemertea sp..	43	2,2	79,2
Lumbrineris scopa	28	2,8	82,1	Ophelina abbranchiata	43	2,2	81,4
Golfingia spp.	19	1,9	84,0	Yoldiella fraterna	42	2,2	83,6
Nemertea sp..	15	1,5	85,4	Scalibregma spp.	37	1,9	85,5



Figur 4.2.2 forts.

Stasjon 7	Antall	%	cum. %	Stasjon 8	Antall	%	cum. %
Cypridina sp.	72	9,5	9,5	Paramphionome jeffreysii	16	10,4	10,4
Heteromastus filiformis	39	5,2	14,7	Golfingia spp.	14	9,1	19,5
Golfingia spp.	30	4,0	18,6	Nemertea sp..	14	9,1	28,6
Paramphionome jeffreysii	29	3,8	22,5	Myriochele oculata	12	7,8	36,4
Lanassa venusta	28	3,7	26,2	Hyperidae sp.	12	7,8	44,2
Autonoe megacheir	28	3,7	29,9	Lumbrineris scopa	8	5,2	49,4
Tryphosa sp.	28	3,7	33,6	Caulleriella serrata	8	5,2	54,5
Notomastus spp.	22	2,9	36,5	Maldane sarsi	6	3,9	58,4
Harpinia pectinata	22	2,9	39,4	Harpinia mucronata	6	3,9	62,3
Lumbrineris magnidentata	20	2,6	42,0	Thyasira dunbari	6	3,9	66,2
Stasjon 9	Antall	%	cum. %	Stasjon 10	Antall	%	cum. %
Golfingia spp.	53	14,1	14,1	Golfingia spp.	58	12,6	12,6
Spiophanes krøyeri	19	5,1	19,1	Paramphionome jeffreysii	35	7,6	20,2
Clymenura borealis	14	3,7	22,9	Lumbrineris scopa	30	6,5	26,7
Paramphionome jeffreysii	13	3,5	26,3	Unciola planipes	30	6,5	33,3
Scalibregma spp.	13	3,5	29,8	Samytha sexcirrata	26	5,7	38,9
Lumbrineris scopa	12	3,2	33,0	Byblis sp.	23	5,0	43,9
Onuphis conchylega	11	2,9	35,9	Spiophanes krøyeri	19	4,1	48,0
Chaetozone setosa	11	2,9	38,8	Myriochele oculata	18	3,9	52,0
Tharyx sp.	11	2,9	41,8	Caulleriella serrata	16	3,5	55,4
Harpinia antennaria	11	2,9	44,7	Harpinia antennaria	16	3,5	58,9
Stasjon 11	Antall	%	cum. %	Stasjon 12	Antall	%	cum. %
Notomastus spp.	75	22,8	22,8	Notomastus spp.	59	23,3	23,3
Myriochele oculata	48	14,6	37,4	Ophiuroidea spp. juv	23	9,1	32,4
Golfingia spp.	29	8,8	46,2	Myriochele oculata	18	7,1	39,5
Myriochele danielsseni	21	6,4	52,6	Myriochele fragilis	12	4,7	44,3
Caulleriella serrata	17	5,2	57,8	Ophiocten sp.	12	4,7	49,0
Myriochele fragilis	14	4,3	62,0	Laonome kroeyeri	10	4,0	53,0
Harmothoe spp.	11	3,3	65,3	Levensenia gracilis	7	2,8	55,7
Paramphionome jeffreysii	9	2,7	68,1	Nemertea sp..	6	2,4	58,1
Chaetozone setosa	9	2,7	70,8	Paradoneis lyra	6	2,4	60,5
Hyperidae sp.	9	2,7	73,6	Caulleriella serrata	6	2,4	62,8
Stasjon 13	Antall	%	cum. %	Stasjon 14	Antall	%	cum. %
Amythasides macroglossus	33	12,4	12,4	Notomastus spp.	64	19,9	19,9
Golfingia spp.	24	9,0	21,3	Golfingia spp.	45	14,0	34,0
Notomastus spp.	23	8,6	30,0	Myriochele oculata	35	10,9	44,9
Myriochele oculata	22	8,2	38,2	Amythasides macroglossus	25	7,8	52,6
Myriochele fragilis	15	5,6	43,8	Myriochele fragilis	16	5,0	57,6
Myriochele heeri	13	4,9	48,7	Chaetozone setosa	10	3,1	60,7
Ophiuroidea spp. juv	13	4,9	53,6	Tharyx sp.	6	1,9	62,6
Dacrydium ockelmanni	10	3,7	57,3	Byblis sp.	6	1,9	64,5
Terebellides stroemi	9	3,4	60,7	Cossura longocirrata	5	1,6	66,0
Unciola planipes	8	3,0	63,7	Lumbriclymene minor	5	1,6	67,6
Stasjon 15	Antall	%	cum. %	Stasjon 16	Antall	%	cum. %
Notomastus spp.	41	17,1	17,1	Myriochele oculata	59	13,2	13,2
Amythasides macroglossus	30	12,5	29,6	Notomastus spp.	45	10,0	23,2
Golfingia spp.	23	9,6	39,2	Golfingia spp.	24	5,4	28,6
Myriochele oculata	22	9,2	48,3	Amythasides macroglossus	23	5,1	33,7
Paramphionome jeffreysii	15	6,3	54,6	Myriochele fragilis	21	4,7	38,4
Myriochele heeri	10	4,2	58,8	Paramphionome jeffreysii	15	3,3	41,7
Unciola planipes	9	3,8	62,5	Terebellides stroemi	15	3,3	45,1
Tharyx sp.	7	2,9	65,4	Cossura longocirrata	14	3,1	48,2
Praxillella affinis	7	2,9	68,3	Laonome kroeyeri	14	3,1	51,3
Cossura longocirrata	6	2,5	70,8	Lumbriclymene minor	13	2,9	54,2

Diversitet og jevnhet

Tabell 4.2.3 gir en oversikt over dyp, antall arter (S) og individer (N), diversitet (H'), jevnhet (J) og forventet antall arter per 100 individer (ES_{100}).

Diversitetsindeksene varierte fra 3,3 (stasjon 6) til 5,9 (stasjon 7). Jevnhetsindeksene var relativt høye (fra 0,7 til 0,9). Både diversitet-, jevnhet- og ES_{100} indeksene varierer noe. Fire stasjoner har diversitetsindekser under 4 (stasjon 1, 2, 5 og 6), fire stasjoner har diversitetsindekser over 5



(stasjon 7, 9, 10 og 16), mens den høyeste diversiteten ble funnet på stasjon 7 (5,9) på 591 m. Stasjon 16 som er vesentlig dypere (1174 m), hadde også diversitetsindeks over 5.

Det ble utført en Pearson korrelasjons-analyse mellom diversitet og faktorene dyp, median kornstørrelse og finstoff, se tabell 4.2.5 og figur 4.2.2 – 4.2.4. Det ble funnet en signifikant sammenheng mellom diversitet og alle disse faktorene. Diversitet og finstoff korrelerte best, $R = -0,727$. Fysiske faktorer som dyp, sirkulasjon og sedimenttype henger sammen og styrer i høy grad de store mønstrene i faunadistribusjonen (f.eks Thorson, 1957; Gray, 1974; Warwick & Davies; 1977; Barry & Dayton 1991). Derfor finner man generelt sammenhenger mellom fauna og andre faktorer som ofte er styrt av sedimenttype og dyp.

Bløtbunnssamfunnet blir vanligvis betraktet som uforstyrret når diversiteten ligger over 4, mens verdier mellom 3 og 4 ofte tyder på moderat forurensningspåvirkning eller andre forstyrrende faktorer. Verdier mellom 2 og 3 er unaturlig lave og tyder på en forstyrret bunnfauna. Indeksverdier under 2 viser en klart påvirket bunnfauna (Aschan & Skullerud, 1990).

Antall arter i en "rarefaction" kurve representert med 100 individer (dvs. forventet antall arter i en prøve på 100 individer, kalt ES_{100}) brukes som et standardisert diversitetsmål. Generelt vil verdier under 20 indikere at bunnfaunasamfunnet er forstyrret. ES_{100} verdiene basert på Hurlberts rarefaction beregninger er gitt i tabell 4.2.3 og varierer fra 20 (stasjon 6) til 49 (stasjon 7).

Diversitet målt ved Sanders "rarefaction" metode er vist i figur 4.2.5. Generelt viser kurvene en forholdsvis rask økning i antall arter med økende antall individer opp til et nivå hvor kurvene begynner å flate ut. Stasjon 5, 6 og 8 skiller seg imidlertid noe ut. Stasjon 8 har en relativt høy ES_{100} verdi, men skiller seg ut p.g.a. lite antall individer i forhold til de øvrige. Stasjon 5 og 6 har lav ES_{100} verdi p.g.a. av stor dominans av enkelt arter.

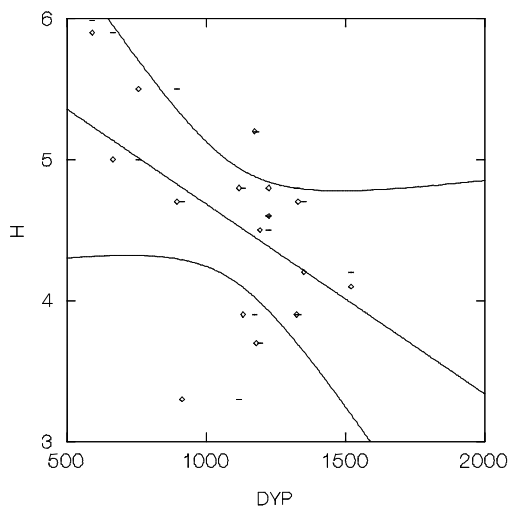
Tabell 4.2.3. Dyp, antall arter (S) og individer (N), Shannon Wieners diversitetsindeks (H'), Pielous jevnhetsindeks (J) og ES_{100} . Vøring 1998.

Stasjon	Dyp	N	S	H'	J	ES_{100}
1	1 132	415	55	3,9	0,7	25,6
2	1 325	207	43	3,9	0,7	30,7
3	1 520	298	40	4,1	0,8	26,9
4	1 224	368	61	4,8	0,8	35,0
5	1 180	1010	59	3,7	0,6	21,3
6	913	1940	61	3,3	0,6	20,2
7	591	757	122	5,9	0,9	49,3
8	895	154	44	4,7	0,9	35,3
9	757	376	83	5,5	0,9	45,7
10	665	460	66	5,0	0,8	35,3
11	1 351	329	49	4,2	0,8	28,2
12	1 330	253	59	4,7	0,8	37,0
13	1 118	267	51	4,8	0,8	33,2
14	1 224	321	62	4,6	0,8	34,6
15	1 193	240	50	4,5	0,8	32,0
16	1 174	448	73	5,2	0,8	38,6

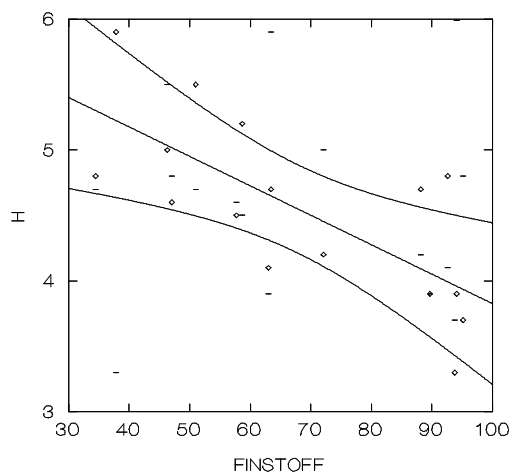


Tabell 4.2.4. Korrelasjonskoeffisienten (R) og signifikans (P), mellom diversitet og faktorene dyp, finstoff og median kornstørrelse (Md).

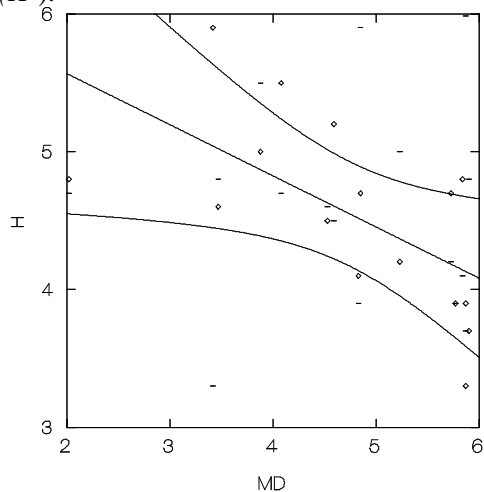
Variable	Dyp		Finstoff		Md	
	R	P	R	P	R	P
Diversitet	-0,519	0,039	-0,727	0,002	-0,610	0,011



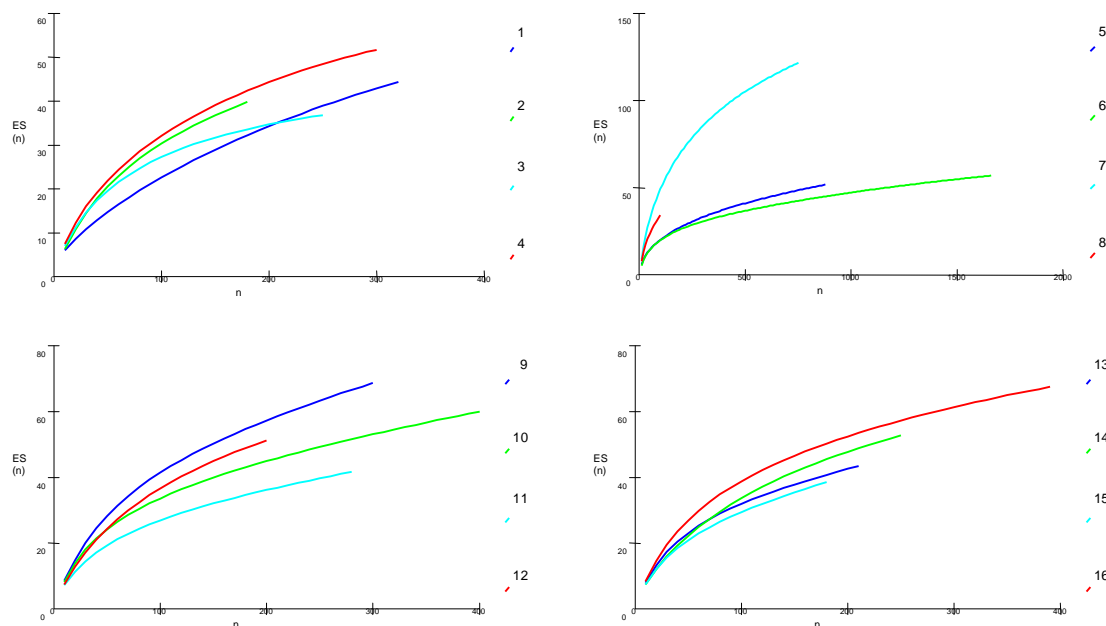
Figur 4.2.2. Korrelasjon dyp og diversitet (H').



Figur 4.2.3. Korrelasjon diversitet (H') og finstoff (silt og leire).



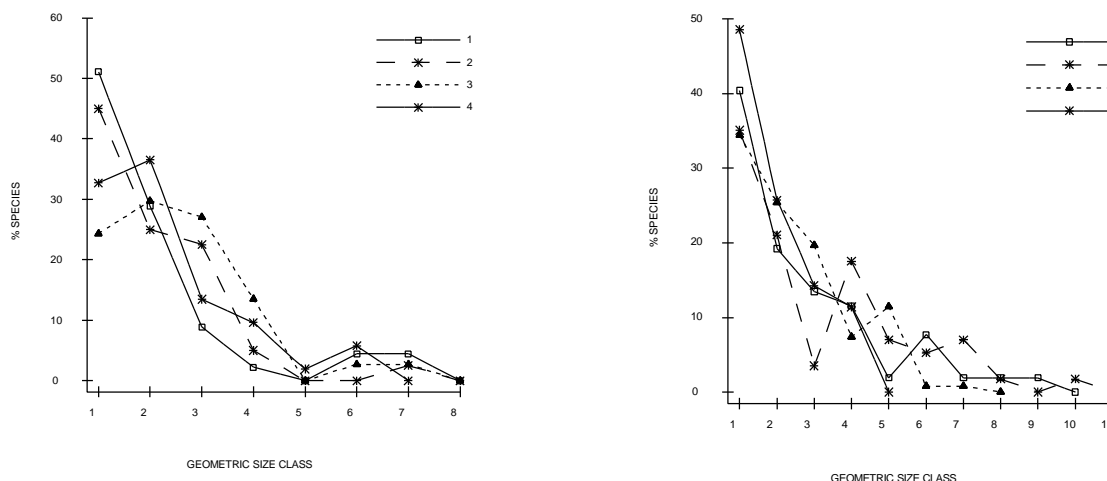
Figur 4.2.4. Korrelasjon median kornstørrelse (Md) og diversitet (H').



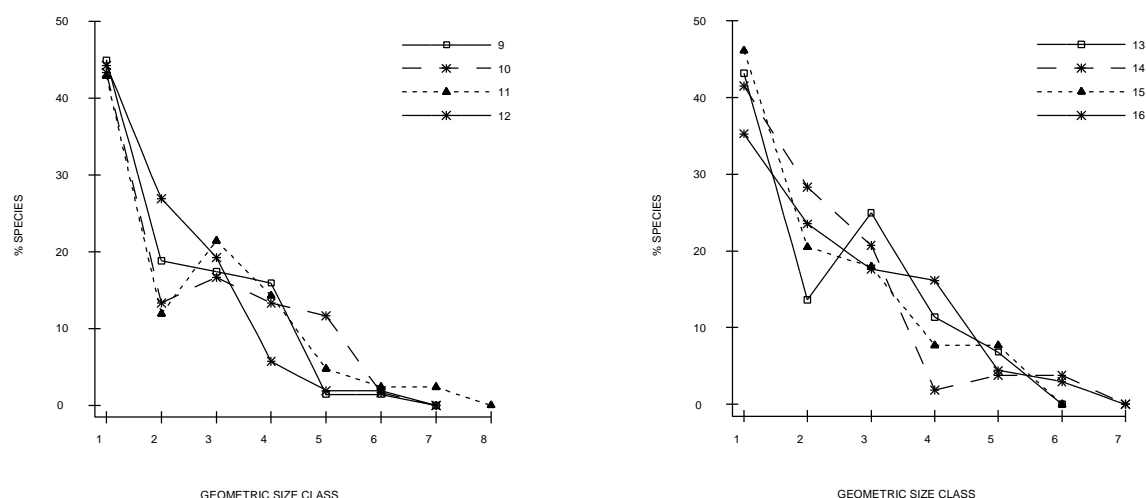
Figur 4.2.5. Sanders "rarefaction" kurver, Vøring 1998. Merk at det er ulike dimensjoner på aksene.

Log-normal fordeling

Log-normal plott er vist i figur 4.2.6. Generelt er kurvene karakteristiske for et uforstyrret samfunn med et høyt startpunkt på Y-aksen og rask tilnærming mot X-aksen med økende geometrisk klasse. Stasjon 5 og 6 skiller seg imidlertid ut ved at kurven strekker seg betydelig lenger mot høyre enn på de øvrige stasjonene.



Figur 4.2.6. Log-normal plott, Vøring 1998



Figur 4.2.6. forts. Log-normal plott. Vøring 1998.

Oppsummering univariate metoder

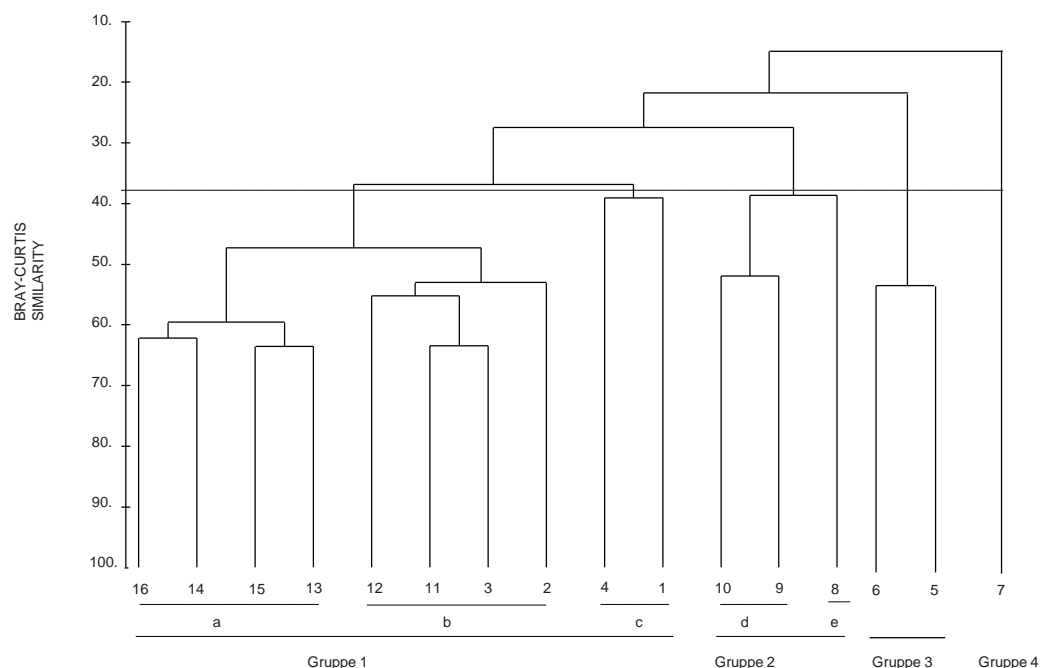
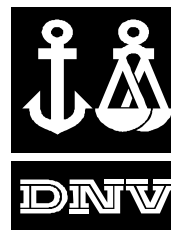
Med unntak av stasjon 5 og 6 er det ikke påvist forstyrret bunnfauna på Vøring. Stasjon 5 og 6 skiller seg tydelig ut med en relativt lav diversitet og ES_{100} verdi samt at log-normal fordelingen og artssammensetningen viser en noe forstyrret bunnfauna. Det er lokalisert en letebrønn i nærheten av stasjon 6, men nivåene av THC, NPD og tungmetaller i sedimentet var lave på denne stasjonen (selv om de høyeste verdiene i denne undersøkelsen ble funnet i dette området). Forstyrrelsen kan også skyldes fysiske forhold, f.eks. tilslamming av sedimentet, noe som vil påvirke faunaen.

4.2.1.2 Likhetsanalyser

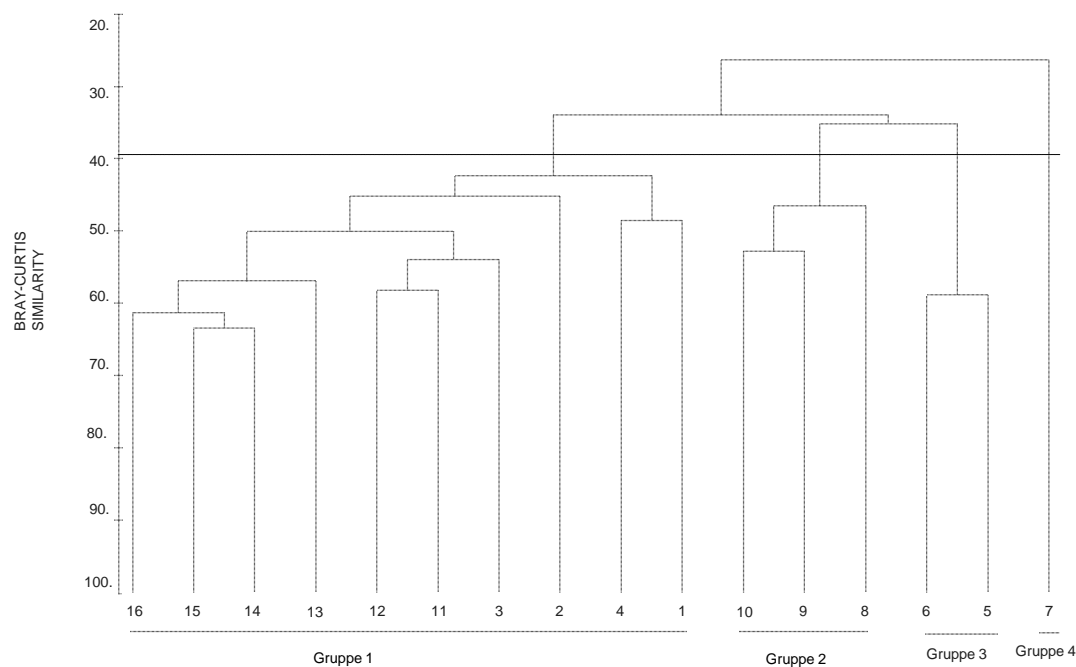
Klassifikasjons- og ordinasjonsanalyse ble utført på stasjonsnivå. Analysene ble utført både på et transformert og ikke transformert datamateriale. Dendrogram fra analysene av v-transformerte og ikke-transformerte data er vist i figur 4.2.7 og 4.2.8 (dobbel v-transformering viste seg ikke hensiktsmessig på dette datamaterialet). MDS plott er vist i figur 4.2.8. Ved en likhet på ca. 40 % deler stasjonene seg i 4 grupper (stasjon 7 skiller seg ut fra de øvrige). En finere inndeling (se figur 4.2.7) viser at gruppe 1 kan deles i undergruppene A, B og C og gruppe 2 i undergruppene D og E. Inndelingen underbygges av ordinasjonsplottet.

Gruppe 1:	Stasjon 1, 2, 3, 4, 11,12, 13, 14, 15 og 16	(dyp:1132-1520 m).
Gruppe 2:	Stasjon 8, 9, 10	(dyp: 665 - 895 m).
Gruppe 3:	Stasjon 5 og 6	(dyp: 913-1180 m).
Gruppe 4:	Stasjon 7	(dyp: 591 m).

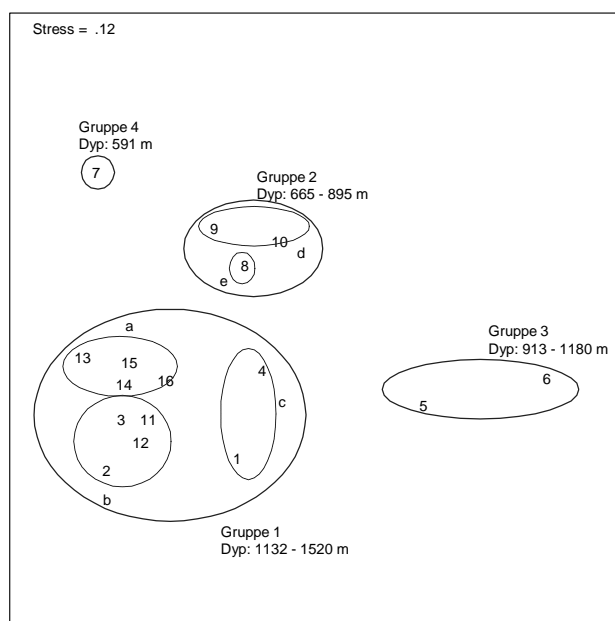
Stasjonene grupperes i stor grad etter dyp, men i liten grad geografisk. Kornstørrelsen varierte noe mellom stasjonene og innen de ulike gruppene, men tilsvarte et sediment karakterisert fra fin sand til fin silt. De dypeste stasjonene tilhører gruppe 1 (uavhengig av posisjon og transekt), mens stasjonene i gruppe 2 ligger på samme transekt. Det gjør også stasjon 5 og 6 i gruppe 3. Stasjon 7 skiller seg mest ut fra de øvrige og er den grunneste stasjonen med en del stein i bunn sedimentet.



Figur 4.2.7. Dendrogram stasjonsnivå (ikke transformerte data, Vøring 1998).



Figur 4.2.8. Dendrogram stasjonsnivå (transformerte data). Vøring 1998.



Figur 4.2.9. MDS-plott stasjonsnivå (ikke transformerte data), Vøring 1998.

SIMPER, et program for sammenligning mellom gruppene, beregner gjennomsnittlig ulikhet mellom grupperingene og angir hvilke arter som bidrar mest til forskjellen mellom gruppene.

I tabell 4.2.5 er ulikheten i prosent mellom de ulike gruppene gitt.

Bunnfaunaen på stasjon 5 og 6 i gruppe 3 er mest ulik de øvrige gruppene. Disse stasjonene hadde også den laveste diversitetsindeksen.

Overvekt av børstemarken *Notomastus* spp. bidro mest til å skille gruppe 1 fra de øvrige gruppene. Artene i denne slekten er alminnelige i hele Nordsjøen, Kattegat og Skagerrak og har en vid dybdeutbredelse (10-4000 m i følge Kirkegaard, 1996).

Forskjellen mellom gruppe 2 (stasjon 8, 9 og 10) og de øvrige skyldtes hovedsakelig tilstedeværelsen av pølseormene *Golfingia* spp. Pølseormene har en dybdeutbredelse fra strandsonen ned til flere tusen meter (Gibbs, 1977).

I gruppe 3 (stasjon 5 og 6) var det hovedsakelig muslingen *Thyasira dunbari* og børstemarkene *Paramphinoe jeffreysii* og *Aricidea albatrossa* som bidro til å skille gruppen fra de øvrige gruppene. De nevnte artene har en vid dybdeutbredelse (Kirkegaard, 1996, Hayward & Ryland, 1990).

Krepsdyrene *Cypridina* sp., *Autonoe megacheir*, *Tryphosa* sp. og *Harpinia pectinata* samt børstemarkene *Heteromastus filiformis* og *Lanassa venusta* bidro mest til at Stasjon 7 skilte seg t som egen gruppe. Alle de nevnte artene lever på mudderbunn. *H. filiformis* har en vid dybdeutbredelse, men for de øvrige artene er dybdeutbredelsen ukjent (Kirkegaard, 1996, Enckell, 1980).

**Tabell 4.2.6.** Ulikhet (%) mellom de ulike gruppene og stasjonene.

Gruppe/stasjon	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 4
Gr. 1	71,4	85,0	75,9
Gr. 2		83,6	75,7
Gr. 3			88,0

Faktorer som påvirker faunasammensetningen

Selv om sedimentets innhold av metaller, organisk materiale og hydrokarboner var lavt, ble disse parametrene samt kornparametre (Md og Sk) og dyp (se tabell 4.2.6) vurdert opp mot faunasammensetningen ved at det ble utført en BIOENV analyse. Dekaliner ble ikke tatt med i denne analysen da denne parameteren kun ble analysert på fire stasjoner.

I analysen undersøkes en eventuell sammenheng mellom målte miljøfaktorer (miljøfaktor-ordinasjon) og resultater fra likhetsanalysene (faunaordinasjon). Resultatene finnes i tabell 4.2.7 og 4.2.8. Korrelasjonstallet r_w ordner tallene på en slik måte at de best tilpassede verdiene er de høyeste.

Tabell 4.2.6. Miljøfaktorer, Vøring 1998.

Stasjon	Dyp m	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn	TOM	THC	Korn	
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	Md	Sk
BC 1	1 132	267	0,17	21	26,7	0,04	23,0	64,9	12,6	4,4	5,87	-0,05
BC 2	1 325	265	0,09	19	33,7	0,03	22,1	60,9	11,8	4,0	5,77	-0,13
BC 3	1 520	203	0,08	15	28,3	0,03	18,3	50,1	9,1	3,3	4,83	-0,20
BC 4	1 224	242	0,11	26	31,0	0,04	35,8	73,2	13,6	7,9	5,84	-0,09
BC 5	1 180	208	0,07	23	26,5	0,04	34,8	66,7	12,9	9,3	5,90	0,00
BC 6	913	219	0,11	24	28,7	0,04	38,5	59,4	13,6	13,5	5,87	-0,03
BC 7	591	86	0,06	13	8,7	0,03	21,6	36,2	6,8	9,1	3,42	0,46
BC 8	895	123	0,06	17	18,4	0,02	20,3	46,5	8,6	4,3	4,85	0,09
BC 9	757	87	0,05	13	9,8	0,01	14,6	32,6	5,3	3,3	4,08	0,24
BC 10	665	74	0,04	11	7,4	0,01	11,7	28,7	5,2	3,2	3,88	0,49
BC 11	1 351	251	0,07	19	22,0	0,03	18,6	57,3	9,8	3,0	5,23	-0,24
BC 12	1 330	311	0,11	20	29,7	0,03	23,3	64,5	13,3	3,4	5,73	-0,13
BC 13	1 118	141	0,07	16	13,1	0,03	15,5	52,9	5,5	2,2	2,02	0,34
BC 14	1 224	141	0,06	12	12,5	0,03	15,3	40,9	6,6	2,8	3,47	0,22
BC 15	1 193	132	0,07	15	16,8	0,03	13,5	48,6	5,7	4,3	4,53	-0,05
BC 16	1 174	138	0,09	12	13,9	0,03	14,5	39,7	6,6	3,2	4,59	0,04

**Tabell 4.2.7. Ulike miljøfaktors korrelasjon til fauna, Vøring 1998.**

Miljøfaktor	Korrelasjon, r_w
Kvikksølv (Hg)	0,51
Hydrokarboner (THC)	0,42
Dyp	0,35
Bly (Pb)	0,35
Krom (Cr)	0,22
Barium (Ba)	0,16
Organisk materiale (TOM)	0,16
Kobber (Cu)	0,14
Sink (Zn)	0,13
Gj. sn. kornstørrelse (Md)	0,09
Skjevhet i kornfordelingen (Sk)	0,09
Kadmium (Cd)	0,04

Tabell 4.2.8. Miljøfaktorer og kombinasjoner som korrelerer best med fauna, Vøring 1998.

Miljøfaktor	Korrelasjon, r_w
Dyp, Hg, Pb og THC	0,78
Dyp, Hg og THC	0,77
Dyp og THC	0,76

Analysen viste en god korrelasjon mellom faunasammensetningen og miljøfaktorene dyp, kvikksølv, bly og hydrokarboner. Dvs. at variasjonen mellom stasjonene for disse miljøfaktorene og variasjonen i faunasammensetningen mellom stasjonene var relativt lik.

Fordi man ofte finner sammenhenger mellom fauna og andre faktorer som er styrt av sedimenttype og dyp, ble det i tillegg utført en Pearson korrelasjonsanalyse på forholdet mellom kornstørrelse (Md og finstoff) og faktorene som korrelerte best med fauna i BIOENV analysen, se tabell 4.2.9.

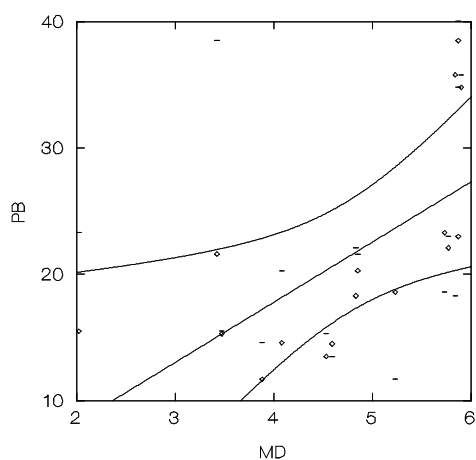
Det ble funnet en signifikant sammenheng mellom Md og finstoff og faktorene bly og kvikksølv, se figur 4.2.10 – 4.2.13.

Fysiske faktorer som dyp, sirkulasjon og sedimenttype henger sammen og styrer i høy grad de store mønstrene i faunadistribusjonen (f.eks Thorson, 1957; Gray, 1974; Warwick & Davies; 1977; Barry & Dayton 1991).

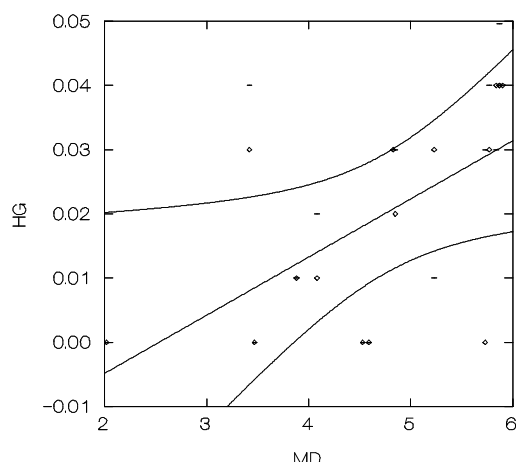
Metaller, organisk materiale etc. som kan påvirke faunaen bindes generelt i større grad til finere partikler, derfor vil sediment med større andel finstoff inneholde høyere konsentrasjon av disse stoffene enn grovere sediment (Burford et. al. 1994, Clarke, 1986, Pearson & Rosenberg, 1978).

Tabell 4.2.9. Korrelasjonskoeffisient (R) og signifikans (P) mellom Md og finstoff og faktorene Pb, Hg og THC.

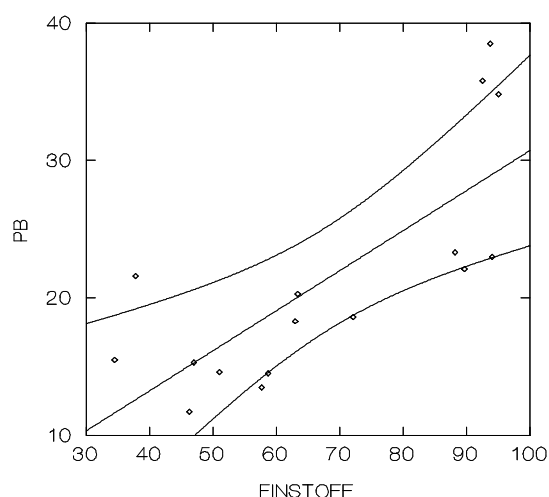
Sediment	Pb		Hg		THC	
	R	P	R	P	R	P
Md	0,615	0,011	0,655	0,006	0,396	0,129
Finstoff (silt og leire)	0,763	0,009	0,632	0,001	0,437	0,090



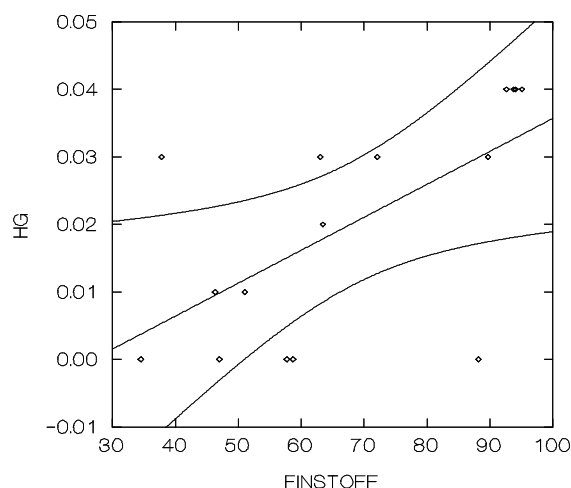
Figur 4.2.10. Korrelasjon median kornstørrelse (Md) og bly (Pb).



Figur 4.2.11. Korrelasjon median kornstørrelse (Md) og kvikksølv (Hg).



Figur 4.2.12. Korrelasjon finstoft og bly (Pb).



Figur 4.2.13. Korrelasjon finstoft og kvikksølv (Hg).

4.2.1.3 Konklusjon bløtbunnssamfunn prøvetatt med bokscorer

Resultatene viser at dyp og sedimentstruktur hadde en stor betydning for faunasammensetningen og at det er en klar sammenheng mellom de ulike miljøparametrene.

Sedimentets innhold av metaller, organisk materiale og hydrokarboner var lavt, men BIOENV-analysen viste en god korrelasjon mellom fauna og miljøparametrene bly, kvikksølv og THC, som alle "styres" av andel finstoft i sedimentet. Det ble påvist en signifikant sammenheng mellom diversitet og faktorene dyp og sedimentets kornstørrelse samt mellom kornstørrelse og faktorene bly og kvikksølv. Dette viser altså at dyp og spesielt sedimentets sammensetning har stor innvirkning både på fauna og de øvrige faktorene.

Diversitetsindeksen var over 4 på de fleste stasjoner med unntak av stasjon 1, 2, 5 og 6.



Årsakene til en noe lavere diversitet på stasjon 1 og 2 er vanskelig å forklare, da både metall- og hydrokarboninnholdet var lavt (bakgrunnsnivå), og antas å skyldes naturlige tilfeldige endringer.

Stasjon 5 og 6 skilte seg ut i både de univariate og multivariate metodene. Diversitetsindeksene, ES₁₀₀-verdiene, og log-normal fordelingen tyder på en noe forstyrret bunnfauna på de to stasjonene. Disse stasjonene skilte seg også ut med høyest dominans av en enkelt art og høyest dominans av de ti dominante arter. Det er lokalisert en letebrønn i nærheten av stasjon 6, men nivåene av THC, NPD og tungmetaller i sedimentet var lave (selv om de høyeste verdiene i denne undersøkelsen ble funnet i dette området). Forstyrrelsen kan imidlertid være fysisk, f.eks. tilslamming av sedimentet, som vil påvirke faunaen som lever her. Det ble ikke funnet boreslamsolje (HDF 200) i noen av prøvene.

4.2.2 Resultater multicorer

4.2.2.1 Faunasammensetning og multivariate analyser

På 13 av de 16 undersøkte stasjonene ble det benyttet multicorer i tillegg til bokscorer. I disse prøvene ble det totalt funnet 106 arter og 884 individer. Børstemark utgjorde ca. 48 % av artene og 61 % av individene, se tabell 4.2.10..

Tabell 4.2.10. Antall arter og individer fordelt mellom hovedgrupper, Vøring 1998.

Hovedgrupper	Arter		Individer	
	Antall	%	Antall	%
Varia	5	4,7	51	5,8
Børstemark	51	48,1	539	61,0
Krepsdyr	30	28,3	75	8,5
Bløtdyr	17	16,0	187	21,2
Pigghuder	3	2,8	32	3,6
TOTALT	106	100,0	884	100,0

I tabell 4.2.11 er det gitt en oversikt over dyp, antall arter og individer, diversitet (H') og jevnhet.

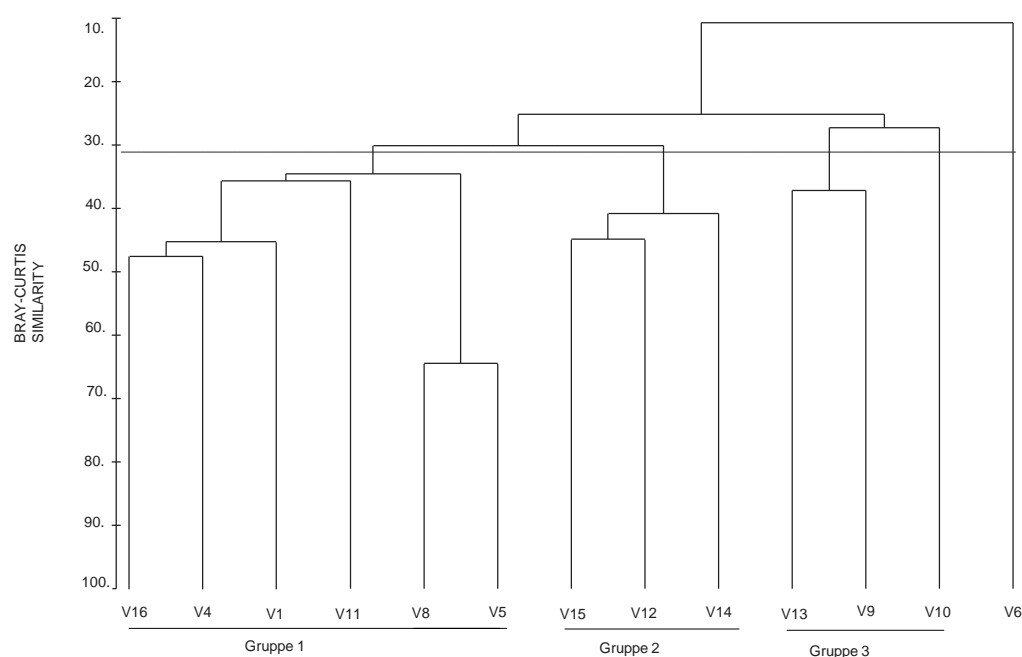
Diversitet- og jevnhetsindeksene varierte fra hhv. 2,2 (stasjon 6) til 4,7 (stasjon 9 og 10) og 0,5 (stasjon 6) til 1 (stasjon 9). Seks stasjoner (4, 5, 6, 14, 15 og 16) har diversitetsindekser under 4), mens på 7 stasjoner (1, 8, 9, 10, 11, 12 og 13) ligger indeksen over 4). Den høyeste diversiteten ble funnet på stasjon 9 og 10 (4,7) som har et dyp på hhv. 757 og 665 m.

Likhetsanalysen (se dendrogram i figur 4.2.14) viser at ved ca. 30 % likhet kan stasjonene deles inn i 3 hovedgrupper. Stasjon 6 skiller seg betydelig fra de øvrige. Grupperingen viser ikke noe mønster mhp. dyp, kornstørrelse eller geografi.



Tabell 4.2.11.. Dyp, antall arter (S) og individer (N), Shannon Wieners diversitetsindeks (H') og Pielous jevnhetsindeks (J), Vøring 1998.

Stasjon	Dyp	N	S	H'	J'
1	1132	73	26	4,0	0,9
4	1224	49	19	3,8	0,9
5	1180	90	22	3,7	0,8
6	913	172	23	2,2	0,5
8	895	93	27	4,2	0,9
9	757	40	29	4,7	1,0
10	665	60	31	4,7	0,9
11	1 351	79	25	4,0	0,9
12	1 330	39	21	4,1	0,9
13	1 118	46	24	4,2	0,9
14	1 224	49	11	2,7	0,8
15	1 193	59	23	3,7	0,8
16	1 174	35	16	3,5	0,9



Figur 4.2.14. Dendrogram multicorer, Vøring 1998.

4.2.2.2 Konklusjon multicorer

Syv av 13 stasjoner hadde diversitetsindekser over 4. Av de 6 øvrige stasjonene skilte stasjon 6 seg spesielt ut i analysene med et forstyrret bunnfaunasamfunn. Likhetsanalysene viser ikke noe mønster mhp. dyp, kornstørrelse og geografi.

I forhold til mengde prøvemateriale fra en hel bokscorer må mengde prøvemateriale fra multicorer (4 rør) anses som tilstrekkelig for å kunne gi et godt nok bilde av tilstanden i området.



4.2.3 Sammenligning multicorer og bokscorer-rør

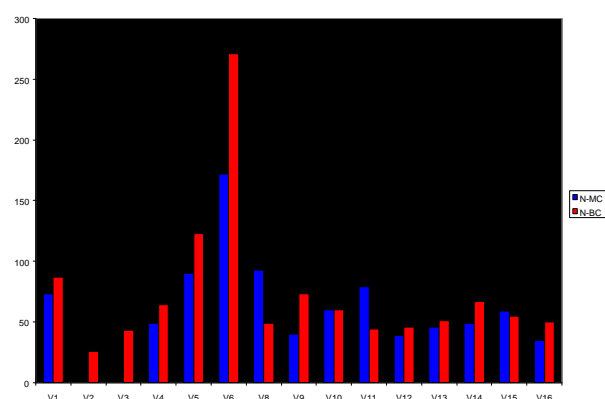
I sammenligningen mellom de to prøvetakingsmetodene er resultatene fra multicorer (4 x 2 rør) sammenlignet med resultatene fra tilsvarende rørprøver (4 x 2) tatt fra bokscorer (se kapittel 3.1.2). Totalt antall arter fra 13 stasjoner var det samme ved bruk av multicorer og samme antall rør fra bokscorer. Totalt individantall var derimot noe høyere i prøvene fra bokscorer-materialet, se tabell 4.2.12.

Det ble utført en SIMPER analyse på faunalistene fra multicorer og bokscorer. Det ble ikke funnet noe mønster mhp. på fordeling av type arter og antall individer ved de to metodene

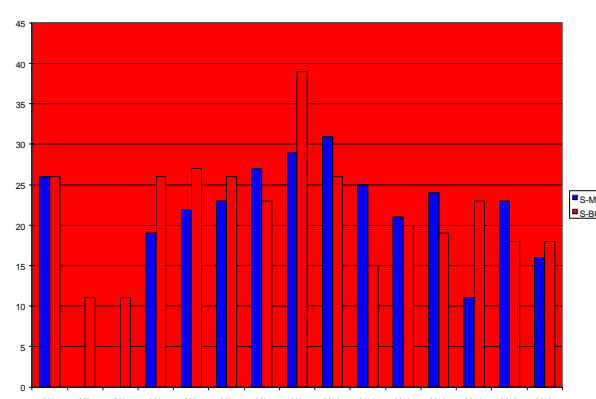
Tabell 4.2.12. Antall arter og individer fordelt mellom hovedgrupper for bokscorer og multicorer, Vøring 1998.

Hovedgrupper	Multicorer				Bokscorer -rør			
	Arter		Individer		Arter		Individer	
	Antall	%	Antall	%	Antall	%	Antall	%
Varia	5	4,7	51	5,8	4	3,8	73	7,0
Børstemark	51	48,1	539	61,0	54	50,9	641	61,6
Krepsdyr	30	28,3	75	8,5	28	26,4	84	8,1
Bløtdyr	17	16,0	187	21,2	16	15,1	231	22,2
Pigghuder	3	2,8	32	3,6	4	3,8	11	1,1
TOTALT	106	100,0	884	100,0	106	100,0	1040	100,0

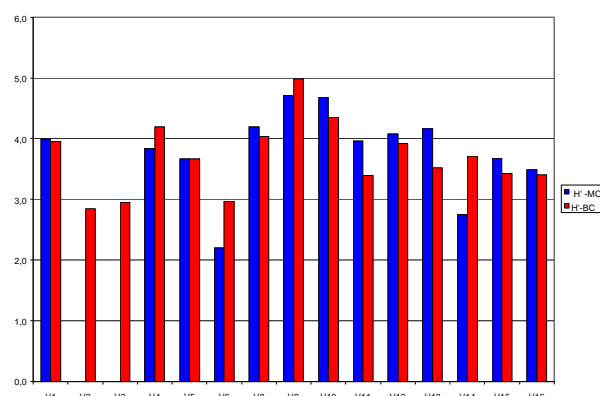
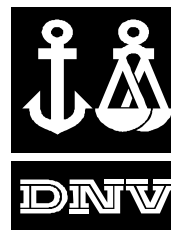
I figur 4.2.15 - 4.2.17 er antall arter og individer samt diversitetsindekser for multicorer og bokscorer-rør (lik prøvemengde) vist. Figuren viser ingen entydig sammenheng mellom forskjell i antall arter/individer eller diversitet mellom de to datasettene (multicorer vs. bokscorer-rør).



Figur 4.2.15. Antall individer fra multicorer og fra rør tatt ut av bokscorer, Vøring 1998.

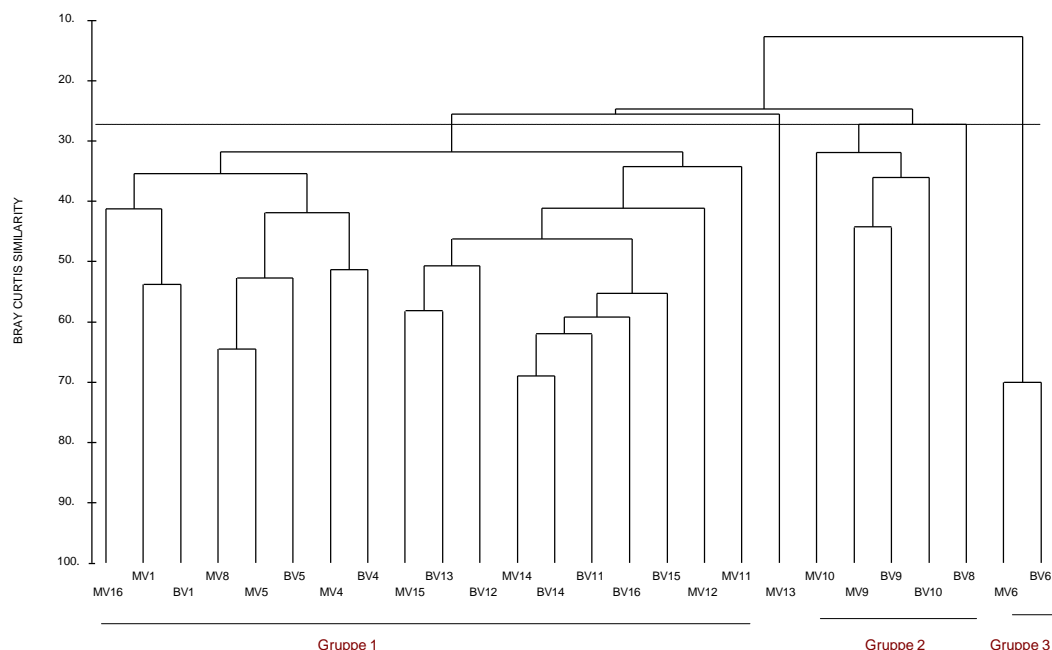


Figur 4.2.16. Antall arter fra multicorer og fra rør tatt ut av bokscorer, Vøring 1998.



Figur 4.2.17. Diversitet (H') fra multicorer og fra rør tatt ut av bokscorer, Vøring 1998.

I figur 4.2.18 er dendrogram over alle rørene vist (multicorer og rør fra bokscorer koblet). Ved en likhet på ca. 30 % kan stasjonene deles inn i 3 grupper, stasjon MV 13 (multicorer) skiller seg ut og grupperes ikke. Stasjon 6 (gruppe 3, både for multicorer og bokscorer) skiller seg tydelig ut i analysen.



Figur 4.2.18. Dendrogram bokscorer-rør og multicorer (ikke transformert), Vøring 1998.

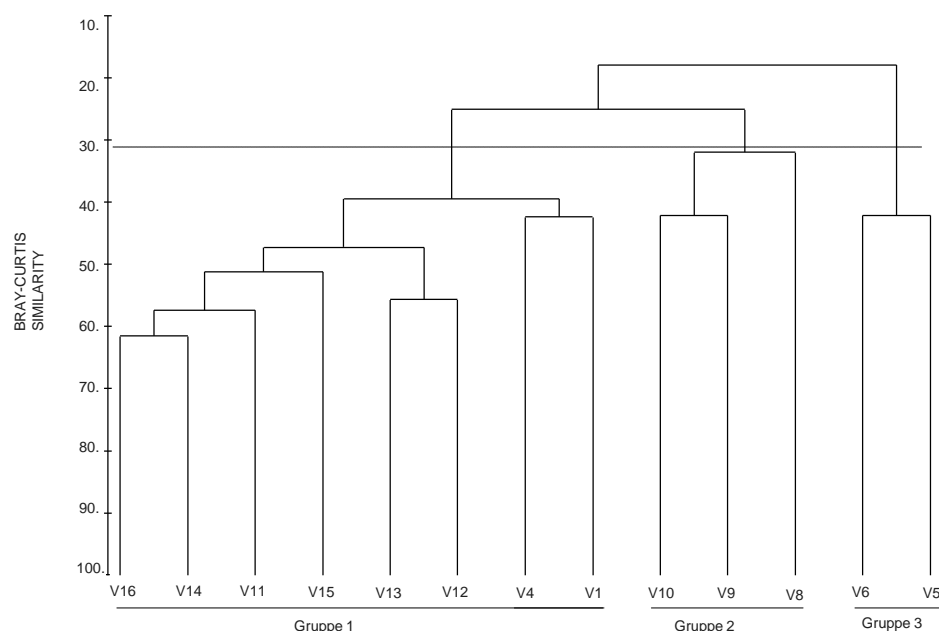
Den grove grupperingen som er vist i figur 4.2.18 viser samme mønster som materialet fra hele bokscorer prøven (og som er vist i figur 4.2.7), med unntak av stasjon MV 13.

I figur 4.2.19 og 4.2.20 er dendrogram for prøver fra multicorer og bokscorer-rør vist. Prøvene fra bokscorer deler seg på samme måte som prøvene fra hele bokscorer-materialet, mens resultatene fra multicorer viser en noe annen fordeling.

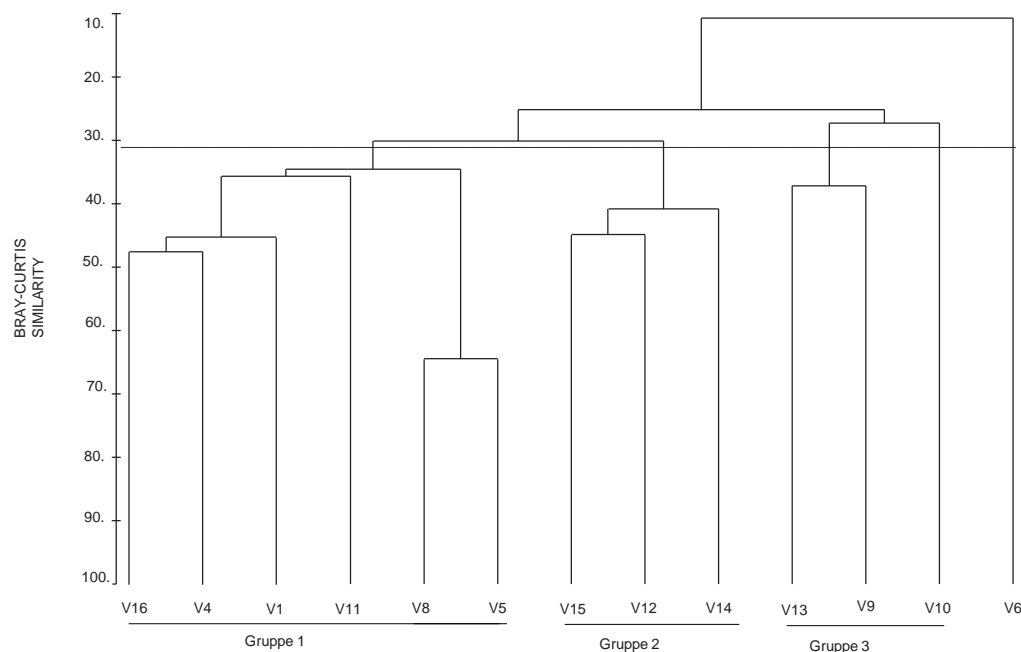


Resultatene er noe forskjellig ved de to prøvetakingsmetodene. Stasjon 6 skiller seg imidlertid ut i alle analysene uavhengig av prøvetakingsmetode og prøvemengde. Resultatene tyder på at forskjeller i selve prøvetakingsmetoden- og utstyret (f.eks. frontbølge, prøvedyp, forstyrrelse av sedimentet etc.) ikke er årsaken til de forskjeller som ble påvist ettersom det ikke ble funnet noe mønster i forskjellene i antall individer, arter og diversitet mellom de to metodene.

Mengde prøvemateriale ser imidlertid ut til å ha en stor betydning. Bunnfauna har en flekkvis fordeling i sedimentet og materiale fra rørene er for lite i areal til å kunne gi noe godt bilde av heterogeniteten i bunnfaunasamfunnet.



Figur 4.2.19. Dendrogram bokscorer-rør, Vøring 1998.



Figur 4.2.20. Dendrogram multicorer, Vøring 1998.

4.2.4 Konklusjon bløtbunnsfauna

Bløtbunnsamfunnet på Vøring reflekteres av dyp og type bunnsediment. På stasjon 5 og 6 ble det funnet et noe forstyrret bunndyrssamfunn. Det er lokalisert en letebrønn i nærheten av stasjon 6, men nivåene av THC, NPD og tungmetaller i sedimentet var lave (selv om de høyeste verdiene i denne undersøkelsen ble funnet i dette området) og forstyrrelsen kan være av fysisk karakter, f.eks tilslamming av sedimentet som vil påvirke faunaen som lever her. Det ble ikke funnet spor av boreslamsoljen HD 200 i sedimentet på disse stasjonene.

Undersøkelsen har også vist at bokscorer er å foretrekke fremfor multicorer mht. vurdering av bløtbunnsamfunnet. Dette fordi mengde prøvemateriale anses å ha en stor betydning. Bunnfauna har en flekkvis fordeling i sedimentet og prøvematerialet fra rørene er for lite til å kunne gi noe godt bilde av heterogeniteten i bunnfaunasamfunnet.



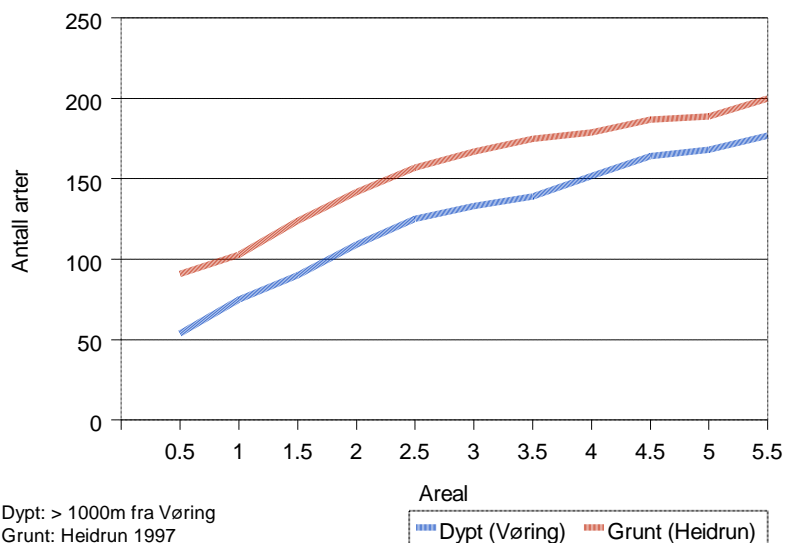
5 SAMLET VURDERING OG KONKLUSJONER

Stasjonene på Vøring ble valgt ut i fra ulike dyp og geografisk fordeling. Vøringområdet har en noe "uryddig" topografi, og det er påvist store lokale variasjoner i strømrretning og styrke (Oceanor, pers. med). Dette er reflektert i resultatene fra miljøundersøkelsen ved at enkelte stasjoner som ligger relativt nær hverandre har store forskjeller f.eks. i arts mangfoldet.

Resultater

Det er ikke funnet forurensning av hydrokarboner, barium eller tungmetaller i sedimentene. Grunnlagsundersøkelsen på Vøring har vist nivåer som kan karakteriseres som det naturlige bakgrunnsnivået for THC, PAH/NPD og metaller. Generelt er det påvist noe høyere konsentrasjoner enn det som ble observert på Haltenbanken som ligger sørøst for Vøring.

Bløtbunnsanalyser av prøver hentet opp ved hjelp av bokscorer viser at dyp og sedimentstruktur har stor betydning for faunasammensetningen. Diversiteten var relativt lav sammenlignet med undersøkelser gjennomført på grunnere vann. I figur 5.1.1 er det vist en sammenligning mellom antall arter og areal fra Vøring dypere enn 1000m, og fra Heidrun, som også har fint sediment, med en dybde på 350m.



Dypt: > 1000m fra Vøring
Grunt: Heidrun 1997

Figur 5.1.1. Antall arter vs. prøvetakingsareal fra Vøring (dypere enn 1000m, og Heidrun (ca. 350m))

coren er stor og tung, og tar et prøveareal på 0,25 m². Fordelen er nettopp at den tar et stort areal/volum. Grabbkjeften er vid med god vanngjennomstrømming når den sendes ned, dvs. liten frontbølge. Ulempen er størrelsen og at den er noe problematisk å håndtere på dekk uten at prøven blir "ristet". Multicoreren har den fordelen at prøvene blir særdeles pene, dvs. overflaten er inntakt helt til uttak av prøver. Ved flere tilfeller inneholdt prøver fra over 1000m dyp store børstemark med tentakkelkransen fortsatt ute.. Ulempen med multicorer når det gjelder prøvetaking av biologiske prøver er at hvert rør tar et lite areal i forhold til bokscorer/grabb.

Antall arter er lavere på dyptvann, men økningen mellom Heidrun og Vøring følger hverandre. Arts mangfoldet synes å være lavere på dypt vann (Vøring) enn på Heidrun (grunt vann).

Prøvetakingsstyr

Undersøkelsen har vist at selve innsamling av prøver ikke medførte problemer. Selv ved store dyp fungerer det valgte prøvetakingsutstyret utmerket, men det tar tid å samle inn prøver. På Vøring ble prøvetakingen foretatt både med bokscorer (BC) og med multicorer (MC). Boks-

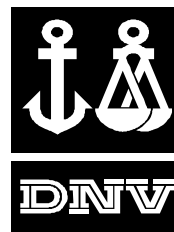


Undersøkelsen har vist at de kjemiske resultatene ikke er påvirket av hvilken type prøvetaker som er benyttet. Når det gjelder biologiske forhold er det forskjeller mellom multicorer og bokscorer. Resultatene fra bokscoreren viser en sammenheng mellom bløtbunnsfauna og sedimenttype/prøvetakingsdyp. Denne sammenhengen er ikke fremtredende når en benytter multicorer. Årsaken antas å være for lite prøveareal med multicorer.

Anbefaling ved videre miljøovervåking

Det kreves et relativt stort areal for vurdering av effekter på bløtbunnsamfunn. Med bokscorer får en tilfredstillende areal med 2 replikate prøver. Multicorer har en klar fordel når det gjelder å ta uforstyrrede prøver, samt at en kan arbeide i noe høyere sjø med multicorer. Imidlertid må en ta 5 replikate prøver (12 rørs multicorer med 10cm diameter rør) for å få et tilfredstillende areal på ca. 0,5 m². På bakgrunn av dette vil boxcorer anbefales for denne type undersøkelser. Ut i fra at en ikke finner forskjeller i de kjemiske analysene basert på prøvetakingsutstyr kan en også benytte bokscorer for innsamling av sedimenter til kjemiske analyser, men multicorer (12 rørs) vil være å foretrekke (uforstyrret overflate er svært viktig når en skal ta ut sjikninger av sedimentet for kjemiske analyser).

For å sikre at prøvetakingsutstyret settes forsiktig ned på bunnen anbefales det at transponder benyttes (transponderen festes til prøvetakingsutstyret og sender signaler til båten slik at posisjon og dyp kan følges). Transponder ble benyttet på Vøring, og en hadde da kontroll på når grabben nærmet seg bunnen.



6 REFERANSER

Aschan M.M. & Skullerud A.M. 1990: Effects of changes in sewage pollution on softbottom macrofauna communities in the inner Oslofjord, Norway. *Sarsia* 75: 169-190

Barry, J.P. & P.K. Dayton 1991: Physical Heterogeneity and the Organisation of Marine Communities. In: Kolasa, J. & S.T.A. Pickett (eds.) *Ecological heterogeneity*. Springer Verlag, New York: 270-320.

Bray, J.R. & J.T. Curtis 1957: An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325-349.

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

Burford M.A., Long, B.G. & Rothlisberg, P.C. 1994: Sedimentary pigments and organic carbon in relation to microalgal and benthic faunal abundance in the Gulf of Carpentaria. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Vol. 103:111-117.

Clarke, R.B. 1986: *Marine pollution*. New York. USA.

DNV 1997: Miljøundersøkelse av Tampen området – region IV 1996.

DNV 1998: Miljøundersøkelse – Haltenbanken, 1997.

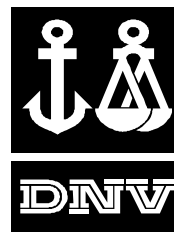
Faksness, L.G. (1997). Miljøundersøkelse på Region VI. Kornstørrelsefordeling. SINTEF rapport STF66 F97122

Gage, J.D. & Tyler, P.A. 1991: *Deep Sea Biology. A natural history of organisms at the Deep Sea Floor*. Cambridge University Press.

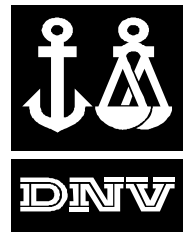
Gray, J.S. 1974: Animal- sediment relationships. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann.Rev.* 12: 223-261.

Gray, J.S. & F.B. Mirza 1979: A possible method for the detection of pollution –induced change in benthic communities. *Mar. Poll. Bull.* 10: 142-146.

Gray, J.S. & T.H. Pearson 1982: Objective selection of sensitive species indicative of pollution induced change in benthic communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 12: 237-255.



- Gibbs, P.E. 1977: British sipunculans. The Linnean Society of London. Academic press.
- Hartley, J.P. 1981: The Paraonidae family (polychaeta) of British waters. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 61, 133-149.
- Kirkegaard, J.B. 1992: Havbørsteorme. I. Errantia. Danmarks fauna. Dansk naturhistorisk forening. Bd. 83.
- Kirkegaard, J.B. 1996: Havbørsteorme. II. Sedentaria. Danmarks fauna. Dansk naturhistorisk forening. Bd. 86.
- Kruskal, J.B. & M. Wish. 1978: Multidimensional scaling. Sage Publishers. California. 93s.
- Lance, G. N. & W.T. Williams, 1967: A general theory of classificatory sorting strategies. II. Clustering systems. -Computer Jour. 10: 271-277.
- Loring, D.H. and Rantala, R.T.T. (1992). Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. Earth-Science Reviews, 32 (1992) 235-283.
- Miljøundersøkelse på Haltenbanken Region VI 1997, DNV rapport 98-3106. 17.04.98.
- NEAT, 1996: North East Atlantic Taxa (NEAT). Check-list. Tjärnö Marine Biological Laboratory.
- Paterson, G. 1985: The deep-sea Ophiuroidea of the North Atlantic Ocean. British museum.
- Pearson, T.H. & Rosenberg, R., 1978: Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., Vol. 16: 229-311.
- Pielou, E.C., 1969: An introduction to mathematical ecology. Wiley-Interscience, New York.
- Sanders, H.L. 1968: Marine benthic diversity: A comparative study. Am. Nat., Vol. 102: 243-282.
- Santa Barbara Museum of Natural History, 1996: Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara channel. Vol 6.
- SFT 97:01, 1997: Retningslister for miljøovervåking av petroleumsvirksomheten på norsk sokkel..
- Shannon, C.E. & W.W. Weaver 1963: The mathematical theory of communities. University of Illinois Press. Urbana, Illinois. 117 s.



Thorson, G. 1957: In, Treaties on Marine Ecology and Paleoecology, Vol. 1, Hedgpeth, J. W. (ed.), Geol. Soc. Am. Mem. No. 67, 461-534.

Warwick, R.M. & Davies, J.R. 1977: The distribution of sublittoral macrofauna communities in the Bristol Channel in relation to the substrat. Estuar. Coast. Mar. Sci. 5: 267-288.

Vennligst *ikke* slett Bokmerket “numPages” på denne siste siden i rapporten.

- o0o -

APPENDIKS

A

FELTRAPPORT

- o0o -

- o0o -

APPENDIKS

B

BLØTBUNNSANALYSER

- o0o -

APPENDIKS

C

STASJONSKART

- o0o -

APPENDIKS

D

ANALYSERESULTATER

Analyserapport



Laboratoriene - SINTEF Kjemi, avd Miljøteknologi og analyse og SINTEF Kjemi, avd Miljø - er begge akkreditert av Norsk Akkreditering for å utføre kjemiske analyser under akkrediterings nr. P032 og nr. P091. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN 45 001 og ISO/IEC Guide25.

Analysene er utført av:

Kornstørrelsefordeling:	Oddveig Bakken og Liv-Guri Faksness i sept./okt. 1998.
TOM:	Tove Kristin D. Torstensen i perioden 2 okt. til 21 des. 1998.
THC:	Frøydis Oreld og Tone Øfsti i perioden 15 sept. til 16 nov.1998.
NPD:	Hilde Drangsholt i perioden 15 sept. til 6 nov. 1998.
Metaller:	Tove Kristin D. Torstensen i perioden 2 okt. til 21 des. 1998.

KS-ansvarlige:

Kornstørrelsefordeling:	Alf G. Melbye
Kjemiske analyser:	Nina Gjøs

INNHOLDSFORTEGNELSE

1. Kvalitetskontroll og beregninger

1.1 Kornstørrelsefordeling

1.2 Kjemiske analyser

2. Resultater

2.1 Kornstørrelsefordeling og totalt organisk materiale

Tabeller

2.2 Kjemiske analyser

Tabeller

Gasskromatogram

1. Kvalitetskontroll og beregninger

1.1 Kornstørrelsefordeling

Beregninger og beskrivelse av parametrene

Matematiske formler for beregning av parametre for beskrivelse av kornstørrelsefordeling er gitt nedenfor:

Md ϕ , median partikkel diameter, er ϕ verdien til midtpunktet (dvs. 50 %) til den kumulative % vekt kurve.

$$\text{SD}\phi, \phi \text{ standard avvik, estimeres ved: } \text{SD}\phi = \frac{\phi(84) - \phi(16)}{4} + \frac{\phi(95) - \phi(5)}{6.6}$$

SD ϕ gir et mål for spredningen i partikkel størrelse rundt Md ϕ .

$$\text{Sk}\phi, \text{skjevhet, estimeres ved: } \text{Sk}\phi = \frac{1/2 \times (\phi(84) + \phi(16)) - \text{Md}\phi}{\phi(84) - \phi(16)} + \frac{1/2 \times (\phi(95) + \phi(5)) - \text{Md}\phi}{\phi(95) - \phi(5)}$$

Sk ϕ beskriver symmetrien av spredningen i fordelingen rundt Md ϕ . En fullstendig symmetrisk fordeling vil ha Sk ϕ verdi 0, negative verdier indikerer forskyvning av fordelingskurven mot grovere sediment, og positive Sk ϕ verdier indikerer forskyvning mot finere sediment.

$$\text{K}\phi, \text{Kurtosis, estimeres ved } \text{K}\phi = \frac{\phi(95) - \phi(5)}{2.44 \times (\phi(75) - \phi(25))}$$

K ϕ beskriver toppetheten til fordelingen dvs. hvor tung halene er (uttrykt ved $\phi(5)$ og $\phi(95)$) sammenlignet med den sentrale delen av fordelingen. For en normalfordeling vil uttrykket over gi en K ϕ verdi på 1,00.

Tabell 1.1. Kornstørrelsefordeling. Tolkning av beskrivende størrelser.

	Indeks verdi	Tolkning
Standardavvik (SD ϕ)	<0.35	svært godt sortert
	0.25-0.50	godt sortert
	0.50-0.70	moderat godt sortert
	0.70-1.00	moderat sortert
	1.00-2.00	dårlig sortert
	2.00-4.00	svært dårlig sortert
	>4.00	ekstremt dårlig sortert
Skjevhet (Sk ϕ)	+1.00 til +0.30	meget skjev mot finkornig
	+0.30 til +0.10	skjev mot finkornig
	+0.10 til -0.10	symmetrisk
	-0.10 til -0.30	skjev mot grovkornig
	-0.30 til -1.00	meget skjev mot grovkornig
Kurtosis (K ϕ)	<0.67	meget platykuritisk
	0.67-0.90	platykuritisk (flat-toppet)
	0.90-1.11	mesokuritisk (nærmest normal)
	1.11-1.50	leptokuritisk (overdreven toppet)
	1.50-3.00	meget leptokuritisk

Kvalitetskontroll

Analysene ble utført i henhold til SINTEF Kjemis kvalitetssikringssystem :

Det ble benyttet sertifisert referansemateriale fra NIST (SRM 1004a: 40-170 μm og SRM 1018b: 220-750 μm) for å kontrollere siktene. Ved oppstart av prosjektet ble det analysert to paralleller av hver SRM-standard:

SRM 1004a: Kontrollerte sikt 500, 355, 250 og 180 μm

SRM 1018b: Kontrollerte sikt 180, 125, 90 og 63 μm

I tillegg ble en husstandard (sand fra Ekle Sandtak) opparbeidet etter samme prosedyre som de reelle prøvene. I løpet av prosjektperioden ble det siktet tre husstandarder ved oppstart, en husstandard ved omtrent hver 10. prøve og en husstandard til slutt.

Resultater fra husstandardanalysene er gitt i det følgende:

Tabell 1.2. Kornstørrelsefordeling i husstandard, 1998.

Husstandard 1998		Fordelingsparametre		Kornfordeling (% tørrvekt)		
Dato analysert	Prøve-id	Md	Klassifisering	Silt og leire	Sand	Grus
13/10/98	HUSstd 1	2,03	Sand	6,08	92,88	1,04
13/10/98	HUSstd 2	1,97	Sand	5,90	93,40	0,69
13/10/98	HUSstd 3	1,97	Sand	5,34	94,08	0,57
13/10/98	HUSstd 4	2,03	Sand	5,74	93,11	1,15
13/10/98	HUSstd 5	1,99	Sand	5,91	92,75	1,34
13/10/98	HUSstd 6	2,02	Sand	6,29	93,30	0,41
13/10/98	HUSstd 7	1,98	Sand	5,63	92,91	1,46
13/10/98	HUSstd 8	2,00	Sand	5,76	93,79	0,45
13/10/98	HUSstd 9	2,02	Sand	6,49	92,92	0,59
Gjennomsnitt		1,99	Sand	5,77	93,46	0,77
Standardavvik		0,04		0,38	0,60	0,24

Tabell 1.3. Oppsummering av kornstørrelsefordeling for husstandarden.

Dato	Prøve-id	Md	SD	Sk	K
13/10/98	HUSstd 1	2,03	1,21	0,15	1,31
13/10/98	HUSstd 2	1,97	1,18	0,17	1,27
13/10/98	HUSstd 3	1,97	1,13	0,13	1,18
13/10/98	HUSstd 4	2,03	1,19	0,12	1,26
13/10/98	HUSstd 5	1,99	1,21	0,15	1,28
13/10/98	HUSstd 6	2,02	1,22	0,19	1,30
22/10/98	HUSstd 7	1,98	1,20	0,12	1,24
22/10/98	HUSstd 8	2,00	1,17	0,15	1,25
22/10/98	HUSstd 9	2,02	1,24	0,18	1,35
Gjennomsnitt		2,00	1,19	0,15	1,27
Standardavvik		0,03	0,03	0,03	0,05

Tabell 1.4. Vekt av størrelsesfraksjon og kumulativ vekt % for husstanden, 1998.

HUSstd 1					HUSstd 2				
Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,20	1,04	1,04	2000	-1	0,14	0,69	0,69
1000	0	0,37	1,92	2,96	1000	0	0,38	1,88	2,58
500	1	1,95	10,12	13,08	500	1	2,20	10,91	13,49
355	1,5	2,91	15,11	28,19	355	1,5	3,47	17,21	30,70
250	2	4,00	20,77	48,96	250	2	4,17	20,68	51,39
180	2,5	3,36	17,45	66,41	180	2,5	3,38	16,77	68,15
125	3	2,70	14,02	80,42	125	3	2,70	13,39	81,55
90	3,5	1,71	8,88	89,30	90	3,5	1,65	8,18	89,73
63	4	0,89	4,62	93,92	63	4	0,88	4,37	94,10
<63	8	1,17	6,08	100,00	<63	8	1,19	5,90	100,00
		19,26	100,00				20,16	100,00	
HUSstd 3					HUSstd 4				
Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,12	0,57	0,57	2000	-1	0,23	1,15	1,15
1000	0	0,38	1,81	2,39	1000	0	0,44	2,20	3,34
500	1	2,40	11,45	13,84	500	1	2,08	10,38	13,72
355	1,5	3,42	16,32	30,15	355	1,5	2,93	14,62	28,34
250	2	4,43	21,14	51,29	250	2	4,14	20,66	49,00
180	2,5	3,61	17,22	68,51	180	2,5	3,44	17,17	66,17
125	3	2,80	13,36	81,87	125	3	2,91	14,52	80,69
90	3,5	1,75	8,35	90,22	90	3,5	1,82	9,08	89,77
63	4	0,93	4,44	94,66	63	4	0,90	4,49	94,26
<63	8	1,12	5,34	100,00	<63	8	1,15	5,74	100,00
		20,96	100,00				20,04	100,00	
HUSstd 5					HUSstd 6				
Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,26	1,34	1,34	2000	-1	0,08	0,41	0,41
1000	0	0,39	2,00	3,34	1000	0	0,34	1,74	2,15
500	1	2,16	11,10	14,44	500	1	2,01	10,28	12,43
355	1,5	2,95	15,16	29,60	355	1,5	3,18	16,27	28,70
250	2	4,08	20,97	50,57	250	2	4,06	20,77	49,46
180	2,5	3,29	16,91	67,47	180	2,5	3,33	17,03	66,50
125	3	2,65	13,62	81,09	125	3	2,64	13,50	80,00
90	3,5	1,68	8,63	89,72	90	3,5	1,76	9,00	89,00
63	4	0,85	4,37	94,09	63	4	0,92	4,71	93,71
<63	8	1,15	5,91	100,00	<63	8	1,23	6,29	100,00
		19,46	100,00				19,55	100,00	

forts.

Tabell 1.4. forts.

HUSstd 7					HUSstd 8				
Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,29	1,46	1,46	2000	-1	0,09	0,45	0,45
1000	0	0,53	2,67	4,13	1000	0	0,40	2,00	2,45
500	1	2,19	11,02	15,15	500	1	2,19	10,97	13,43
355	1,5	2,97	14,95	30,10	355	1,5	3,08	15,43	28,86
250	2	4,15	20,89	50,98	250	2	4,25	21,29	50,15
180	2,5	3,29	16,56	67,54	180	2,5	3,39	16,98	67,13
125	3	2,72	13,69	81,23	125	3	2,75	13,78	80,91
90	3,5	1,71	8,61	89,84	90	3,5	1,76	8,82	89,73
63	4	0,90	4,53	94,37	63	4	0,90	4,51	94,24
<63	8	1,12	5,63	100,00	<63	8	1,15	5,76	100,00
		19,87	100,00				19,96	100,00	

HUSstd 9				
Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,12	0,59	0,59
1000	0	0,39	1,93	2,53
500	1	2,17	10,75	13,27
355	1,5	3,00	14,86	28,13
250	2	4,25	21,05	49,18
180	2,5	3,43	16,99	66,17
125	3	2,83	14,02	80,19
90	3,5	1,76	8,72	88,91
63	4	0,93	4,61	93,51
<63	8	1,31	6,49	100,00
		20,19	100,00	

1.2. Kjemiske analyser

Middelverdi og standard avvik

Tre parallelle grabbprøver av det øverste 0-1 cm laget er analysert på hver stasjon, og for noen parametre er fem paralleller analysert på referansestasjonen. Både de enkelte resultatene og det aritmetiske middelet med standard avvik er gitt i tabeller. I tillegg er sedimentlagene ved 1-3 cm og 3-6 cm på utvalgte stasjoner analysert for innhold av THC. De rapporterte verdiene er forskjellen mellom de målte verdiene for hver parallell og middelverdien for blindprøvene. Usikkerheten i nivåene på hver stasjon, det estimerte standard avviket, SD, ble beregnet på følgende måte, hvor N er antall parallelle målinger: $SD^2 = \sum (x - x \text{ middel})^2 / (N-1)$.

THC forurensning

THC forurensningen i sedimentene har litt lenger retensjonstid (er litt tyngre forbindelser) enn referanseoljen HDF 200. Ved lave nivåer er det ikke noe klart skille mellom rene sedimenter og sedimenter som har et ekstra bidrag av olje (forhøyet THC verdi). I gasskromatogrammet kan bidrag fra boreslamsoljen ofte ses som en skulder i forkant av bakgrunnsprofilen for THC. Det kan derfor bli en vurderingssak hvor grensen settes for forurenset / ikke forurenset. Ofte er det en tendens til THC skulder ned mot 10 mg/kg, men det hender også at det er mulig å identifisere baseolje ved lavere konsentrasjoner.

Kvalitetskontroll for hydrokarbonanalyser**Husstandard**

For å sikre gode THC resultater, analyseres en husstandard sammen med de aktuelle prøvene. Analyseresultatene blir godkjent dersom de ligger innenfor to standard avvik fra middelverdien (alarmgrensen). I løpet av prosjektperioden er husstanden på ca 100 mg/kg analysert 15 ganger.

I tillegg er en ny husstandard med lave THC konsentrasjoner analysert 7 ganger i løpet av prosjektperioden. Følgende resultater er oppnådd: $7,9 \pm 0,5$ mg/kg.

Nøyaktighet

Nøyaktigheten på analysene kontrolleres ved analyse av sertifisert referansemateriale, gjenvinning av referanseoljen HDF 200 tilsatt sedimentprøver og ved deltagelse i SETOC, International Sediment Exchange for Tests on Organic Contaminants Wageningen Agricultural University Wageningen, Nederland.

Vi deltar jevnlig i SETOC programmet med analyse av THC. 16 sedimentprøver sendes ut pr. år (4 prøver hvert kvartal). Resultatene vurderes fortløpende, og tiltak igangsettes dersom de ikke er tilfredsstillende. Vi godtar alle analyseresultater som ikke er anmerket som "outlier" i SETOC rapporten. Suksesskriteriet er at tallverdien av Z-score skal være mindre enn 2.

I løpet av prosjektperioden er en av SETOC prøvene også analysert for innhold av PAH forbindelser.

Resultatene fra 1998 er gitt nedenfor i tabell 1.5 til 1.7.

Tabell 1.5. Sertifiserte referansematerialer og gjenvinning

Prøve	Resultater		Anmerkning
Sertifisert referansemateriale "TPH in soil".	Sertifisert verdi for THC	199-426 mg/kg	Sertifisert verdi er etablert med en gravimetrisk metode.
	Målt verdi	345 mg/kg	
NBS Ref. Mat. 1580	Sertifisert verdi for pyren	104 ± 18 µg/g	3 paralleller er analysert
	Målt verdi	91 ± 1 µg/g	
	Sertifisert verdi for fluoranten	54 ± 10 µg/g	3 paralleller er analysert
	Målt verdi	56 ± 4 µg/g	
Gjenvinning av tilsatt olje	Tilsatt mengde HDF 200	250 mg/kg	3 paralleller er analysert
	Målt verdi (gjenvinning)	$80,3 \% \pm 1,6$	

Tabell 1.6. SETOC interkalibrering, THC (mg/kg tørt sediment).

SETOC runde	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 4	Antall lab
98.1					
Prøvekode	(713)	(717)	(728)	(701)	
Median (GC)	48,2	125	15,0	86,0	14
SINTEF	11,5	131	8,90	69	
z-score	*	0,48	*	-0,53	
98.2					
Prøvekode	(737)	(715)	(701)	(720)	
Median (GC)	618	14,7	69,0	689	22
SINTEF	532	2,70	82,4	689	
z-score	-0,09	*	0,80	0,04	
98.3					
Prøvekode	(735)	(701)	(733)	(734)	
Median (GC)	2830	89	731	1750	17
Median (andre)	2410	67,6	587	1362	11
SINTEF	2410	82,7	587	1570	
z-score	0,09	0,96	0,10	0,52	

* Få laboratorier oppgir resultater når det er lave verdier, og middelværdi og standard avvik er ikke beregnet

Tabell 1.7. SETOC interkalibrering, PAH enkeltforbindelser (µg/kg tørt sediment).

Forbindelse	SINTEF	SETOC medianverdier for tre runder, prøve 701		
	Prøve 701	SETOC 98.1	SETOC 98.2	SETOC 98.3
Naftalen	210	210	210	225
Acenaften	19	21	20	21
Acenaftylen	14	38	26	38
Fluoren	47	29	25	27
Fenantren/antracen	646	459	428	431
Pyren/fluoranten	1370	1150	1120	1140
Benzo(a)antracen	464	389	379	380
Krysen/trifenylen	668	*447	*434	*433
Benzo(a)pyren	453	363	360	360
Benzo(b,j,k)fluoranten	1020	**328	**310	**315
Benzo(g,h,i)perylene	297	328	310	315
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	397	343	352	350
Dibenzo(a,h)antracen	62	71	70	78
Sum PAH	3980	3400	3300	3370
(uten forbind. merket * og **)				

* kun krysen

** kun benzo(b,k)fluoranten

Kvalitetskontroll for metallanalyser (NS 4770)

Et sertifisert referansemateriale, Standard Reference Material 1646a Estuarine sediment fra National Institute of Standard & Technology, blir brukt. Referansematerialet og blindprøver blir analysert sammen med prøvene i hver analyserunde.

De sertifiserte verdiene gjelder total oppslutning. Sertifiserte verdier med bruk av partiell oppslutning (NS 4770) finnes ikke.

Ved den instrumentelle bestemmelsen blir en standardprøve og en blindprøve analysert for hver sjuende prøve. Verdiene blir ikke korrigert for blindverdiene. Prøvene blir analysert på nytt dersom resultatene for SRM 1646a standarden ligger utenfor visse krav. Våre krav til resultatene for hvert metall er gitt i tabell 1.8. Variasjonen gjelder forskjellen mellom resultatene for SRM 1646a standarden analysert sammen med prøvene og en "referanseverdi" for partiell oppslutning som er etablert på laboratoriet ved analyse av SRM 1646a i 1996-1997.

Tabell 1.8. *Krav til analysemetoden.*

Element	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
Metode	ICP	GFAAS	ICP	GFAAS	CVAAS	GFAAS	ICP
Variasjon	±10 %	±15 %	±10 %	±10 %	±40 %	±15 %	±15 %

Resultater fra analyse av det sertifiserte referansematerialet SRM 1646a "Estuarine Sediment" som er analysert sammen med prøvene, er gitt i tabell 1.9.

Tabell 1.9. *Sertifisert referansemateriale SRM 1646a (mg/kg tørt sediment)*

Element	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
Metode	ICP	GFAAS	ICP	GFAAS	CVAAS	GFAAS	ICP
1646a sert. referanseverdi, total oppslutning	210*	0,148 ±0,007	40,9 ±1,9	10,01 ±0,34	0,04*	11,7 ±1,2	48,9 ±1,6
1646a målt verdi, NS 4770 partiell oppslutning	19,6	0,129	20,0	9,91	0,032	8,59	37,6
SD	0,8	0,007	0,4	0,76	0,004	0,35	0,6
n	6	7	6	8	7	7	6
Etablerte ref.verdier på SINTEF i 1997, NS 4770	21,2	0,125	22,1	9,4	0,036	8,6	38,6
SD	1,3	0,015	0,2	0,7	0,013	0,9	1,7
n	46	28	14	28	25	27	36

* ikke sertifiserte verdier

Kvalitetskontroll for metallanalyser med fluss-syre og kongevann

Et sertifisert referansemateriale, Standard Reference Material 1646a Estuarine sediment fra National Institute of Standard & Tecnology, blir brukt. Referansematerialet og blindprøver blir analysert sammen med prøvene i hver analyserunde.

Nøyaktigheten av analysene ble kontrollert ved analyse av det sertifiserte referansematerialet SRM 1646a "Estuarine Sediment". Resultatene er gitt i tabell 1.10.

Tabell 1.10. *Sertifisert referansemateriale SRM 1646a (mg/kg tørt sediment)*

Element	Ba	Cd	Cr	Cu	Pb	Zn	Al	Li
Metode	ICP	GFAAS	ICP	GFAAS	GFAAS	ICP	ICP	ICP
1646a målt verdi	204	0,137	32,5	8,5	11,9	39,0	21320	12
1646a referanseverdi	210*	0,148	40,9	10,01	11,7	48,9	22970	18*
Gjenvinning i %	97	93	79	85	102	80	93	67

* ikke sertifiserte verdier

2. Resultater 1998

2.1 Kornstørrelsefordeling og totalt organisk materiale

Tabell 2.1. Vøring, Kornstørrelsefordeling og totalt organisk materiale 1998 (% av tørt sediment).

Stasjon	Dyp m	Fordelingsparametre		Kornfordeling *			TOM				
		Median diam.	Klassifisering	Silt og leire	Sand	Grus	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Middel 1998	SD 1998
Vøring 1 BC	1132	5.87	Silt og leire	94.1	6.0	0.0	12,7	12,7	12,3	12,6	0,3
Vøring 1 MC		5.90	Silt og leire	95.1	4.9	0.0	13,8	14,0	14,1	14,0	0,1
Vøring 2 BC	1325	5.77	Silt og leire	89.7	10.3	0.0	10,8	11,8	12,7	11,8	0,9
Vøring 3 BC	1520	4.83	Silt og leire	63.0	37.0	0.0	9,4	9,1	8,9	9,1	0,3
Vøring 4 BC	1224	5.84	Silt og leire	92.6	7.4	0.0	14,0	13,4	13,5	13,6	0,4
Vøring 4 MC		-					12,8	11,6	12,9	12,4	0,8
Vøring 5 BC	1180	5.90	Silt og leire	95.1	4.9	0.0	13,0	12,7	13,1	12,9	0,2
Vøring 5 MC		-					13,2	12,7	12,2	12,7	0,5
Vøring 6 BC	913	5.87	Silt og leire	93.8	6.2	0.0	12,4	14,1	14,2	13,6	1,0
Vøring 6 MC		5.73	Silt og leire	87.9	12.1	0.0	13,6	13,4	12,6	13,2	0,6
Vøring 7 BC	591	3.42	Sand	37.8	62.2	0.0	7,3	7,0	6,2	6,8	0,6
Vøring 8 BC	895	4.85	Silt og leire	63.4	36.6	0.0	8,4	8,7	8,7	8,6	0,2
Vøring 8 MC		-					9,4	8,0	9,0	8,8	0,7
Vøring 9 BC	757	4.08	Silt og leire	51.0	48.8	0.2	5,6	5,3	5,0	5,3	0,3
Vøring 9 MC		3.97	Sand	49.4	50.7	0.0	6,0	5,3	6,0	5,8	0,4
Vøring 10 BC	665	3.88	Sand	46.3	53.6	0.2	5,0	5,1	5,6	5,2	0,3
Vøring 10 MC		-					4,7	5,3	5,4	5,1	0,4
Vøring 11 BC	1351	5.23	Silt og leire	72.1	27.9	0.0	8,6	10,7	10,3	9,8	1,1
Vøring 11 MC		5.37	Silt og leire	76.2	23.8	0.0	11,1	11,5	10,7	11,1	0,4
Vøring 12 BC	1330	5.73	Silt og leire	88.2	11.8	0.0	11,4	13,9	14,7	13,3	1,7
Vøring 12 MC		5.84	Silt og leire	92.4	7.6	0.0	11,6	11,7	11,4	11,6	0,2
Vøring 13 BC	1118	2.02	Sand	34.5	59.6	5.9	5,4	4,4	6,6	5,5	1,1
Vøring 13 MC		-					6,1	5,8	6,1	6,0	0,2
Vøring 14 BC	1224	3.47	Sand	47.0	53,0	0.0	6,0	6,8	7,0	6,6	0,5
Vøring 14 MC		-					6,0	5,5	5,3	5,6	0,4
Vøring 15 BC	1193	4.53	Silt og leire	57.70	42.1	0.2	6,0	6,2	5,0	5,7	0,6
Vøring 15 MC		3.85	Sand	48.9	51.1	0.0	5,9	4,0	6,6	5,5	1,4
Vøring 16 BC	1174	4.59	Silt og leire	58.7	40.9	0.4	7,1	6,6	6,3	6,6	0,4
Vøring 16 MC		-					7,2	6,8	6,3	6,8	0,4
Gjennomsnitt		4.84	Silt og leire	69.8	29.9	0.3					
Standard avvik		1.08		21.3	20.8	1.3					

- ikke analysert BC: bokscorer MC: multicorer

Tabell 2.2. Vøring , Median partikkeldiameter ($Md\phi$), standardavvik ($SD\phi$), skjevhet ($Sk\phi$) og kurtosis ($K\phi$) 1998.

Dato analysert	Stasjon	Prøve-id	$Md\phi$	$SD\phi$	$Sk\phi$	$K\phi$
22/10/98	Vøring 1 BC	98-064	5.87	1.37	-0.05	0.82
22/10/98	Vøring 1 MC	98-065	5.90	1.29	0.00	0.74
22/10/98	Vøring 2 BC	98-066	5.77	1.57	-0.13	0.99
22/10/98	Vøring 3 BC	98-067	4.83	2.43	-0.20	0.76
22/10/98	Vøring 4 BC	98-068	5.84	1.45	-0.09	0.89
22/10/98	Vøring 5 BC	98-069	5.90	1.29	0.00	0.74
22/10/98	Vøring 6 BC	98-070	5.87	1.35	-0.03	0.79
16/10/98	Vøring 6 MC	98-071	5.73	1.62	-0.14	1.01
16/10/98	Vøring 7 BC	98-072	3.42	1.83	0.46	0.91
16/10/98	Vøring 8 BC	98-073	4.85	1.76	0.09	0.75
16/10/98	Vøring 9 BC	98-074	4.08	1.94	0.24	0.80
16/10/98	Vøring 9 MC	98-075	3.97	1.90	0.29	0.80
21/10/98	Vøring 10 BC	98-076	3.88	1.66	0.49	0.79
21/10/98	Vøring 11 BC	98-077	5.23	2.22	-0.24	0.89
21/10/98	Vøring 11 MC	98-078	5.37	2.15	-0.25	1.06
21/10/98	Vøring 12 BC	98-079	5.73	1.60	-0.13	0.99
21/10/98	Vøring 12 MC	98-080	5.84	1.46	-0.09	0.90
21/10/98	Vøring 13 BC	98-081	2.02	2.76	0.34	0.82
21/10/98	Vøring 14 BC	98-082	3.47	2.30	0.22	0.77
21/10/98	Vøring 15 BC	98-083	4.53	2.24	-0.05	0.74
21/10/98	Vøring 15 MC	98-084	3.85	2.23	0.15	0.75
21/10/98	Vøring 16 BC	98-085	4.59	2.00	0.04	0.82
Gjennomsnitt			4.84	1.84	0.04	0.84
Standardavvik			1.08	0.41	0.22	0.10

Tabell 2.3. Vøring , Vekt av størrelsesfraksjon og kumulativ vektprosent for sedimentene 1998.

Vøring 1 BC					Vøring 1 MC				
Diameter (μm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0.00	0.00	0.00	2000	-1	0.00	0.00	0.00
1000	0	0.00	0.00	0.00	1000	0	0.00	0.00	0.00
500	1	0.01	0.35	0.35	500	1	0.01	0.35	0.35
355	1.5	0.01	0.35	0.70	355	1.5	0.02	0.70	1.04
250	2	0.03	1.05	1.75	250	2	0.03	1.04	2.09
180	2.5	0.04	1.40	3.15	180	2.5	0.03	1.04	3.13
125	3	0.03	1.05	4.20	125	3	0.03	1.04	4.18
90	3.5	0.02	0.70	4.90	90	3.5	0.01	0.35	4.52
63	4	0.03	1.05	5.95	63	4	0.01	0.35	4.87
<63	8	2.69	94.05	100.00	<63	8	2.73	95.13	100.00
		2.86	100.00				2.87	100.00	

forts.

Tabell 2.3. forts.

Vøring 2 BC

Vøring 3 BC

Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0.00	0.00	0.00	2000	-1	0.00	0.00	0.00
1000	0	0.00	0.00	0.00	1000	0	0.02	0.50	0.50
500	1	0.02	0.61	0.61	500	1	0.43	10.82	11.33
355	1.5	0.03	0.91	1.51	355	1.5	0.14	3.52	14.85
250	2	0.06	1.82	3.33	250	2	0.15	3.78	18.63
180	2.5	0.07	2.12	5.45	180	2.5	0.25	6.29	24.92
125	3	0.04	1.21	6.66	125	3	0.20	5.03	29.96
90	3.5	0.07	2.12	8.78	90	3.5	0.15	3.78	33.73
63	4	0.05	1.51	10.29	63	4	0.13	3.27	37.01
<63	8	2.96	89.71	100.00	<63	8	2.50	62.99	100.00
		3.30	100.00				3.97	100.00	

Vøring 4 BC

Vøring 5 BC

Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0.00	0.00	0.00	2000	-1	0.00	0.00	0.00
1000	0	0.00	0.00	0.00	1000	0	0.00	0.00	0.00
500	1	0.02	0.57	0.57	500	1	0.01	0.38	0.38
355	1.5	0.01	0.28	0.85	355	1.5	0.01	0.38	0.75
250	2	0.02	0.57	1.42	250	2	0.01	0.38	1.13
180	2.5	0.06	1.71	3.13	180	2.5	0.01	0.38	1.51
125	3	0.06	1.71	4.83	125	3	0.03	1.13	2.64
90	3.5	0.04	1.14	5.97	90	3.5	0.02	0.75	3.39
63	4	0.05	1.42	7.39	63	4	0.04	1.51	4.90
<63	8	3.26	92.61	100.00	<63	8	2.52	95.10	100.00
		3.52	100.00				2.65	100.00	

Vøring 6 BC

Vøring 6 MC

Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0.00	0.00	0.00	2000	-1	0.00	0.00	0.00
1000	0	0.00	0.00	0.00	1000	0	0.02	0.54	0.54
500	1	0.01	0.27	0.27	500	1	0.06	1.61	2.15
355	1.5	0.02	0.54	0.81	355	1.5	0.05	1.34	3.49
250	2	0.02	0.54	1.34	250	2	0.04	1.07	4.56
180	2.5	0.03	0.81	2.15	180	2.5	0.05	1.34	5.91
125	3	0.02	0.54	2.69	125	3	0.05	1.34	7.25
90	3.5	0.06	1.61	4.30	90	3.5	0.07	1.88	9.13
63	4	0.07	1.88	6.18	63	4	0.11	2.95	12.08
<63	8	3.49	93.82	100.00	<63	8	3.28	87.92	100.00
		3.72	100.00				3.73	100.00	

Tabell 2.3. forts.

Vøring 7 BC					Vøring 8 BC				
Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0.00	0.00	0.00	2000	-1	0.00	0.00	0.00
1000	0	0.01	0.24	0.24	1000	0	0.00	0.00	0.00
500	1	0.04	0.97	1.22	500	1	0.02	0.42	0.42
355	1.5	0.08	1.95	3.17	355	1.5	0.02	0.42	0.84
250	2	0.19	4.63	7.80	250	2	0.09	1.88	2.72
180	2.5	0.34	8.29	16.09	180	2.5	0.16	3.34	6.06
125	3	0.73	17.79	33.88	125	3	0.24	5.02	11.08
90	3.5	0.78	19.01	52.89	90	3.5	0.68	14.21	25.29
63	4	0.38	9.26	62.16	63	4	0.54	11.29	36.58
<63	8	1.55	37.84	100.00	<63	8	3.03	63.42	100.00
		4.10	100.00				4.78	100.00	

Vøring 9 BC					Vøring 9 MC				
Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0.01	0.18	0.18	2000	-1	0.00	0.00	0.00
1000	0	0.01	0.18	0.36	1000	0	0.00	0.00	0.00
500	1	0.09	1.63	2.00	500	1	0.07	1.37	1.37
355	1.5	0.09	1.63	3.63	355	1.5	0.08	1.57	2.94
250	2	0.21	3.81	7.44	250	2	0.19	3.73	6.68
180	2.5	0.37	6.72	14.16	180	2.5	0.32	6.28	12.96
125	3	0.60	10.89	25.05	125	3	0.60	11.78	24.74
90	3.5	0.71	12.89	37.93	90	3.5	0.70	13.74	38.48
63	4	0.61	11.07	49.01	63	4	0.62	12.17	50.65
<63	8	2.81	50.99	100.00	<63	8	2.51	49.35	100.00
		5.51	100.00				5.09	100.00	

Vøring 10 BC					Vøring 11 BC				
Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0.01	0.19	0.19	2000	-1	0.00	0.00	0.00
1000	0	0.00	0.00	0.19	1000	0	0.01	0.30	0.30
500	1	0.01	0.19	0.37	500	1	0.18	5.34	5.64
355	1.5	0.02	0.37	0.74	355	1.5	0.09	2.67	8.31
250	2	0.05	0.93	1.67	250	2	0.12	3.56	11.87
180	2.5	0.17	3.15	4.82	180	2.5	0.18	5.34	17.20
125	3	0.53	9.82	14.64	125	3	0.15	4.45	21.65
90	3.5	1.25	23.17	37.81	90	3.5	0.12	3.56	25.21
63	4	0.86	15.94	53.74	63	4	0.09	2.67	27.88
<63	8	2.50	46.26	100.00	<63	8	2.43	72.12	100.00
		5.40	100.00				3.37	100.00	

forts.

Tabell 2.3. forts.

Vøring 11 MC					Vøring 12 BC				
Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0.00	0.00	0.00	2000	-1	0.00	0.00	0.00
1000	0	0.01	0.28	0.28	1000	0	0.00	0.00	0.00
500	1	0.18	4.99	5.27	500	1	0.03	0.89	0.89
355	1.5	0.07	1.94	7.21	355	1.5	0.04	1.18	2.07
250	2	0.10	2.77	9.98	250	2	0.06	1.77	3.84
180	2.5	0.17	4.71	14.69	180	2.5	0.07	2.07	5.91
125	3	0.14	3.88	18.57	125	3	0.07	2.07	7.97
90	3.5	0.11	3.05	21.62	90	3.5	0.07	2.07	10.04
63	4	0.08	2.22	23.84	63	4	0.06	1.77	11.81
<63	8	2.75	76.16	100.00	<63	8	2.99	88.19	100.00
		3.61	100.00				3.39	100.00	

Vøring 12 MC					Vøring 13 BC				
Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0.00	0.00	0.00	2000	-1	0.35	5.92	5.92
1000	0	0.00	0.00	0.00	1000	0	0.29	4.91	10.83
500	1	0.03	1.14	1.14	500	1	1.04	17.60	28.44
355	1.5	0.01	0.38	1.52	355	1.5	0.68	11.51	39.95
250	2	0.02	0.76	2.27	250	2	0.58	9.82	49.77
180	2.5	0.05	1.89	4.17	180	2.5	0.42	7.11	56.87
125	3	0.02	0.76	4.92	125	3	0.27	4.57	61.44
90	3.5	0.03	1.14	6.06	90	3.5	0.16	2.71	64.15
63	4	0.04	1.52	7.58	63	4	0.08	1.35	65.51
<63	8	2.44	92.42	100.00	<63	8	2.04	34.49	100.00
		2.64	100.00				5.91	100.00	

Vøring 14 BC					Vøring 15 BC				
Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0.00	0.00	0.00	2000	-1	0.01	0.22	0.22
1000	0	0.03	0.67	0.67	1000	0	0.03	0.66	0.88
500	1	0.33	7.35	8.02	500	1	0.21	4.60	5.48
355	1.5	0.24	5.34	13.36	355	1.5	0.17	3.73	9.21
250	2	0.36	8.02	21.37	250	2	0.28	6.14	15.34
180	2.5	0.51	11.36	32.73	180	2.5	0.42	9.21	24.55
125	3	0.54	12.02	44.75	125	3	0.46	10.08	34.63
90	3.5	0.25	5.57	50.32	90	3.5	0.21	4.60	39.24
63	4	0.12	2.67	52.99	63	4	0.14	3.07	42.31
<63	8	2.11	47.01	100.00	<63	8	2.63	57.69	100.00
		4.49	100.00				4.56	100.00	

forts.

Tabell 2.3. *forts.*

Vøring 15 MC					Vøring 16 BC				
Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0.00	0.00	0.00	2000	-1	0.02	0.42	0.42
1000	0	0.02	0.40	0.40	1000	0	0.00	0.00	0.42
500	1	0.26	5.23	5.63	500	1	0.12	2.52	2.94
355	1.5	0.22	4.43	10.06	355	1.5	0.11	2.31	5.25
250	2	0.42	8.45	18.51	250	2	0.17	3.57	8.82
180	2.5	0.59	11.87	30.38	180	2.5	0.21	4.41	13.22
125	3	0.58	11.67	42.05	125	3	0.35	7.35	20.57
90	3.5	0.27	5.43	47.48	90	3.5	0.54	11.33	31.90
63	4	0.18	3.62	51.11	63	4	0.45	9.45	41.35
<63	8	2.43	48.89	100.00	<63	8	2.79	58.65	100.00
		4.97	100.00				4.76	100.00	

2.2 Kjemiske analyser

Tabell 2.4. Vøring, Totalmengde hydrokarboner 1998 (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Middel 1998	SD 1998
Vøring 1 BC	4,47	4,50	4,14	4,4	0,2
1-3 cm	8,15				
3-6 cm	4,08				
Vøring 1 MC	3,50	4,55	4,30	4,1	0,6
Vøring 2 BC	4,26	3,80	3,83	4,0	0,3
Vøring 3 BC	3,29	3,63	2,98	3,3	0,3
Vøring 4 BC	8,62	8,27	6,79	7,9	1,0
Vøring 4 MC	7,90	6,61	7,39	7,3	0,7
Vøring 5 BC	9,17	9,49	9,22	9,3	0,2
1-3 cm	10,24				
3-6 cm	10,51				
Vøring 5 MC	7,96	9,95	9,28	9,1	1,0
Vøring 6 BC	12,99	13,50	13,92	13,5	0,5
Vøring 6 MC	12,84	11,97	11,57	12,1	0,7
Vøring 7 BC	9,19	9,60	8,65	9,1	0,5
Vøring 8 BC	4,70	4,09	4,05	4,3	0,4
1-3 cm	4,99				
3-6 cm	4,36				
Vøring 8 MC	4,58	4,34	4,37	4,4	0,1
Vøring 9 BC	3,77	3,07	3,12	3,3	0,4
Vøring 9 MC	3,02	3,15	4,36	3,5	0,7
Vøring 10 BC	2,70	3,37	3,54	3,2	0,4
Vøring 10 MC	3,00	3,56	3,67	3,4	0,4
Vøring 11 BC	2,52	3,12	3,31	3,0	0,4
1-3 cm		2,70			
3-6 cm		1,97			
Vøring 11 MC	2,49	2,28	1,91	2,2	0,3
Vøring 12 BC	3,30	3,94	2,83	3,4	0,6
Vøring 12 MC	3,17	2,78	3,27	3,1	0,3
Vøring 13 BC	1,93	2,28	2,50	2,2	0,3
Vøring 13 MC	2,00	2,96	2,24	2,4	0,5
Vøring 14 BC	2,82	2,79	2,79	2,8	0,0
Vøring 14 MC	2,68	3,33	2,80	2,9	0,4
Vøring 15 BC	3,46	3,82	5,68	4,3	1,2
Vøring 15 MC	3,07	3,02	3,01	3,0	0,0
Vøring 16 BC	2,95	2,86	3,76	3,2	0,5
Vøring 16 MC	3,18	2,60	2,51	2,8	0,4

Tabell 2.5. Vøring, NPD, PAH og dekaliner, enkeltkomponenter 1998*I denne tabellen er verdiene i µg/kg tørt sediment.*

Forbindelse	Vøring 1 BC # 1	Vøring 1 BC # 2	Vøring 1 BC # 3	Vøring 5 BC # 1	Vøring 5 BC # 2	Vøring 5 BC # 3
Naftalen	3,8	2,9	2,5	3,2	4,4	4,8
C1-alkylnaftalener	11,7	9,6	9,8	12,2	14,0	14,7
C2-alkylnaftalener	21,7	20,8	19,8	28,9	27,8	28,1
C3-alkylnaftalener	20,1	21,0	23,1	30,5	31,1	29,7
Fenantren/antracen	19,4	16,5	15,0	27,4	23,6	25,6
C1-alkylfenantren/antracen	18,7	16,1	14,0	26,8	23,9	26,3
C2-alkylfenantren/antracen	16,9	13,9	13,1	24,5	22,7	23,8
C3-alkylfenantren/antracen	14,3	11,4	9,9	18,9	18,7	19,2
Dibenzotiofen	1,5	1,3	1,2	2,2	2,0	2,4
C1-alkyldibenzotiofen	2,9	2,2	2,1	3,9	3,6	3,9
C2-alkyldibenzotiofen	3,5	2,6	2,9	4,8	4,4	5,5
C3-alkyldibenzotiofen	3,6	2,4	2,2	3,8	4,9	5,3
Sum NPD	138	121	116	187	181	189
C5-alkyldekaliner	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C6-alkyldekaliner	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C7-alkyldekaliner	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C8-alkyldekaliner	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sum dekaliner						
Acenaften	0,3	0,1	0,1	0,5	0,7	0,5
Acenaftylen	0,3	0,3	0,2	0,5	0,5	0,6
Fluoren	1,5	1,5	1,6	2,2	2,2	2,3
Fenantren/antracen	19,4	16,5	15,0	27,4	23,6	25,6
Pyren/fluoranten	23,1	19,4	18,1	39,2	39,2	41,2
Benzo(a)antracen	7,3	6,0	5,7	11,3	12,8	13,3
krysen/trifenylen	19,8	18,4	17,9	32,5	31,5	33,2
Benzo(a)pyren	10,7	9,0	7,6	18,9	19,2	16,8
Benzo(b,j,k)fluoranten	73,4	60,1	57,2	110,1	118,5	113,1
Benzo(g,h,i)perylene	28,4	24,2	23,2	52,5	49,4	48,1
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	51,5	47,2	43,0	92,0	93,2	82,6
Dibenzo(a,h)antracen	4,5	4,1	3,9	9,2	8,6	7,8
Sum 3-6 ring aromater	240	207	193	396	399	385

Dekaliner er ikke påvist. Deteksjongrensen er 50 µg/kg.

forts.

PAH: sum 3-6 ring aromater + naftalen

Tabell 2.5. forts.

Forbindelse	Vøring 8 BC # 1	Vøring 8 BC # 2	Vøring 8 BC # 3	Vøring 11 BC # 1	Vøring 11 BC # 2	Vøring 11 BC # 3
Naftalen	3,7	2,9	3,0	3,0	3,4	2,9
C1-alkylnaftalener	13,1	10,2	10,8	9,5	9,4	9,5
C2-alkylnaftalener	23,6	20,0	20,0	16,8	16,0	15,2
C3-alkylnaftalener	24,9	22,0	20,0	15,6	13,9	13,4
Fenantren/antracen	17,9	13,5	16,2	15,3	13,8	13,8
C1-alkylfenantren/antracen	20,1	15,5	16,9	14,8	13,4	12,7
C2-alkylfenantren/antracen	17,2	13,7	14,8	12,5	10,5	11,0
C3-alkylfenantren/antracen	13,0	10,6	11,7	8,7	6,9	7,5
Dibenzotiofen	1,8	1,3	1,4	1,5	1,1	1,1
C1-alkyldibenzotiofen	3,3	2,5	2,2	2,2	1,9	1,6
C2-alkyldibenzotiofen	3,6	2,8	2,8	2,1	2,1	1,9
C3-alkyldibenzotiofen	3,1	2,5	2,7	2,0	1,8	1,4
Sum NPd	145	118	122	104	94	92
C5-alkyldekaliner	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C6-alkyldekaliner	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C7-alkyldekaliner	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C8-alkyldekaliner	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sum dekaliner						
Acenaften	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Acenaftylen	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
Fluoren	1,5	1,2	1,4	1,0	1,1	0,9
Fenantren/antracen	17,9	13,5	16,2	15,3	13,8	13,8
Pyren/fluoranten	20,7	16,3	17,1	12,6	12,9	11,5
Benzo(a)antracen	6,8	5,2	6,0	4,5	3,3	3,9
krysen/trifenylen	18,9	14,6	14,6	18,5	14,8	13,5
Benzo(a)pyren	7,7	6,3	8,0	6,0	6,2	5,4
Benzo(b,j,k)fluoranten	63,0	44,9	50,6	50,7	45,0	44,1
Benzo(g,h,i)perylene	27,4	17,6	21,1	19,7	15,4	17,4
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	43,5	34,4	34,9	33,4	30,2	31,0
Dibenzo(a,h)antracen	3,1	2,5	3,3	2,7	1,9	2,5
Sum 3-6 ring aromater	211	157	174	165	145	144

Dekaliner er ikke påvist. Deteksjongrensen er 50 µg/kg.

PAH: sum 3-6 ring aromater + naftalen

Tabell 2.6. Vøring, Metaller med NS 4770 1998 (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Prøve	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn	Størrelsefordeling (g)		
									< 0,5 mm	> 0,5 mm	Forhold
Vøring 1 BC	1	265	0,17	20,30	26,1	0,03	23,1	64,0	1,145	3,574	0,32
	2	265	0,15	20,24	26,1	0,03	23,7	63,9	1,222	1,773	0,69
	3	272	0,19	22,28	27,9	0,04	22,1	66,7	0,470	4,142	0,11
	middel	267	0,17	21	26,7	0,04	23,0	64,9			
	SD	4	0,02	1	1,0	0,01	0,8	1,6			
Vøring 1 MC	1	264	0,15	20,38	38,0	0,04	25,8	61,6	1,201	3,573	0,34
	2	261	0,13	20,32	34,2	0,03	23,7	61,4	0,964	4,438	0,22
	3	264	0,12	19,98	37,1	0,03	25,9	61,6	1,040	3,260	0,32
	middel	263	0,13	20	36,4	0,03	25,1	61,5			
	SD	2	0,01	0	2,0	0,00	1,2	0,1			
Vøring 2 BC	1	259	0,08	18,41	33,2	0,03	21,1	60,9	0,999	2,267	0,44
	2	262	0,10	18,73	34,0	0,03	21,9	61,2	1,468	3,212	0,46
	3	274	0,10	20,61	33,8	0,03	23,4	60,8	0,763	3,814	0,20
	middel	265	0,09	19	33,7	0,03	22,1	60,9			
	SD	8	0,01	1	0,4	0,00	1,2	0,2			
Vøring 3 BC	1	200	0,07	14,88	28,0	0,03	18,3	44,8	1,638	5,184	0,32
	2	198	0,09	14,01	27,4	0,04	17,3	45,0	1,321	4,890	0,27
	3	210	0,08	15,77	29,4	0,03	19,2	60,6	2,030	4,672	0,43
	middel	203	0,08	15	28,3	0,03	18,3	50,1			
	SD	7	0,01	1	1,0	0,01	1,0	9,1			
Vøring 4 BC	1	244	0,11	24,88	29,9	0,04	35,4	70,3	0,644	4,144	0,16
	2	232	0,10	25,48	28,3	0,05	35,5	78,8	0,531	3,065	0,17
	3	250	0,11	26,40	34,6	0,04	36,6	70,6	0,710	4,537	0,16
	middel	242	0,11	26	31,0	0,04	35,8	73,2			
	SD	9	0,01	1	3,3	0,00	0,7	4,8			
Vøring 4 MC	1	241	0,12	30,99	36,9	0,04	34,0	72,4	0,641	4,186	0,15
	2	247	0,11	28,79	31,8	0,05	33,0	69,5	0,670	4,211	0,16
	3	250	0,10	26,96	29,1	0,04	36,2	71,0	0,582	4,394	0,13
	middel	246	0,11	29	32,6	0,04	34,4	70,9			
	SD	5	0,01	2	4,0	0,00	1,7	1,5			
Vøring 5 BC	1	209	0,06	23,28	24,9	0,03	34,2	66,9	0,553	3,617	0,15
	2	207	0,09	22,12	29,1	0,04	35,8	64,4	0,768	2,994	0,26
	3	209	0,08	23,06	25,6	0,05	34,2	68,9	0,573	2,720	0,21
	middel	208	0,07	23	26,5	0,04	34,8	66,7			
	SD	2	0,01	1	2,2	0,01	0,9	2,3			
Vøring 5 MC	1	210	0,10	22,85	32,0	0,05	32,6	66,3	1,035	6,213	0,17
	2	214	0,06	22,21	32,3	0,03	34,1	66,2	0,726	5,371	0,14
	3	208	0,08	22,00	31,0	0,04	35,2	64,4	0,851	4,752	0,18
	middel	211	0,08	22	31,8	0,04	34,0	65,6			
	SD	3	0,02	0	0,7	0,01	1,3	1,1			
Vøring 6 BC	1	216	0,12	25,63	28,2	0,04	37,5	69,9	0,878	5,377	0,16
	2	221	0,11	23,69	29,3	0,07	39,7	41,0	0,890	4,507	0,20
	3	221	0,11	23,17	28,6	0,03	38,2	67,3	1,492	4,100	0,36
	middel	219	0,11	24	28,7	0,04	38,5	59,4			
	SD	3	0,01	1	0,5	0,02	1,1	15,9			
Vøring 6 MC	1	233	0,04	26,46	25,8	0,03	40,7	69,4	0,419	4,091	0,10
	2	225	0,12	23,89	29,8	0,03	39,2	68,3	0,949	2,955	0,32
	3	221	0,05	25,67	32,0	0,03	40,2	71,4	0,455	4,641	0,10
	middel	226	0,07	25	29,2	0,03	40,1	69,7			
	SD	6	0,04	1	3,2	0,00	0,7	1,6			
Vøring 7 BC	1	61	0,03	10,93	6,9	0,03	16,0	28,6	4,501	5,738	0,78
	2	111	0,10	15,45	11,0	0,03	27,0	47,5	2,821	6,386	0,44
	3	85	0,04	12,79	8,3	0,02	21,9	32,6	5,408	6,218	0,87
	middel	86	0,06	13	8,7	0,03	21,6	36,2			
	SD	25	0,04	2	2,1	0,01	5,5	10,0			

forts.

Tabell 2.6. forts.

Stasjon	Prøve	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn	Størrelsefordeling (g)		
									< 0,5 mm	> 0,5 mm	Forhold
Vøring 8 BC	1	125	0,05	17,43	20,7	0,02	20,5	48,3	3,351	5,520	0,61
	2	119	0,06	16,54	16,9	0,02	19,9	43,9	2,335	7,785	0,30
	3	125	0,07	17,91	17,6	0,03	20,5	47,3	2,885	5,397	0,53
	middel	123	0,06	17	18,4	0,02	20,3	46,5			
	SD	3	0,01	1	2,0	0,00	0,4	2,3			
Vøring 8 MC	1	115	0,06	16,90	17,0	0,02	19,7	42,6	2,034	5,160	0,39
	2	121	0,06	19,09	21,9	0,02	19,6	46,8	2,174	5,123	0,42
	3	125	0,04	18,30	23,4	0,02	21,2	49,5	1,763	6,070	0,29
	middel	120	0,05	18	20,8	0,02	20,2	46,3			
	SD	5	0,01	1	3,4	0,00	0,9	3,5			
Vøring 9 BC	1	84	0,04	12,32	9,6	0,01	14,1	32,0	4,228	7,254	0,58
	2	81	0,05	12,61	9,4	0,01	13,8	31,9	4,421	5,938	0,74
	3	95	0,05	13,65	10,4	0,02	15,9	33,8	3,386	6,156	0,55
	middel	87	0,05	13	9,8	0,01	14,6	32,6			
	SD	7	0,01	1	0,5	0,00	1,1	1,1			
Vøring 9 MC	1	90	0,05	14,08	10,7	0,02	14,3	33,0	3,508	4,238	0,83
	2	89	0,05	13,38	10,2	0,02	13,6	31,3	3,917	4,221	0,93
	3	99	0,05	12,91	10,4	0,02	15,4	31,3	3,467	6,332	0,55
	middel	93	0,05	13	10,4	0,02	14,4	31,9			
	SD	6	0,00	1	0,2	0,00	0,9	1,0			
Vøring 10 BC	1	82	0,05	12,68	8,1	0,01	12,8	32,7	8,679	6,571	1,32
	2	74	0,04	11,56	7,6	0,01	11,6	28,4	7,516	4,323	1,74
	3	65	0,04	9,91	6,4	0,01	10,8	25,0	7,993	5,593	1,43
	middel	74	0,04	11	7,4	0,01	11,7	28,7			
	SD	8	0,00	1	0,9	0,00	1,0	3,9			
Vøring 10 MC	1	58	0,04	9,87	6,4	0,01	11,1	22,7	5,912	4,899	1,21
	2	84	0,04	12,27	8,9	0,01	15,8	29,7	5,300	3,944	1,34
	3	94	0,05	14,45	10,4	0,01	16,2	34,1	6,173	5,070	1,22
	middel	79	0,04	12	8,6	0,01	14,3	28,8			
	SD	18	0,01	2	2,0	0,00	2,9	5,7			
Vøring 11 BC	1	254	0,06	19,24	23,0	0,03	18,9	65,0	2,621	4,193	0,63
	2	260	0,08	19,21	21,7	0,03	18,9	53,6	2,003	4,321	0,46
	3	239	0,08	17,41	21,4	0,03	18,0	53,5	2,289	4,144	0,55
	middel	251	0,07	19	22,0	0,03	18,6	57,3			
	SD	11	0,01	1	0,8	0,00	0,5	6,6			
Vøring 11 MC	1	280	0,09	19,15	23,3	0,03	21,0	54,4	2,035	4,153	0,49
	2	280	0,09	20,04	23,8	0,03	20,0	55,6	2,860	4,855	0,59
	3	287	0,08	20,10	23,4	0,03	18,6	55,3	2,017	4,138	0,49
	middel	282	0,09	20	23,5	0,03	19,9	55,1			
	SD	4	0,00	1	0,3	0,00	1,2	0,6			
Vøring 12 BC	1	320	0,06	21,19	26,8	0,04	20,0	64,8	2,112	4,378	0,48
	2	310	0,14	19,98	31,2	0,03	25,6	62,7	1,153	3,071	0,38
	3	302	0,13	19,92	31,2	0,03	24,4	65,9	0,990	3,921	0,25
	middel	311	0,11	20	29,7	0,03	23,3	64,5			
	SD	9	0,05	1	2,5	0,00	2,9	1,6			
Vøring 12 MC	1	309	0,06	23,24	26,9	0,03	23,3	63,3	1,263	3,007	0,42
	2	319	0,07	23,62	28,8	0,03	21,3	63,0	1,236	2,332	0,53
	3	330	0,07	23,10	27,3	0,03	21,6	64,9	1,420	3,124	0,45
	middel	320	0,07	23	27,7	0,03	22,1	63,7			
	SD	11	0,00	0	1,0	0,00	1,1	1,0			

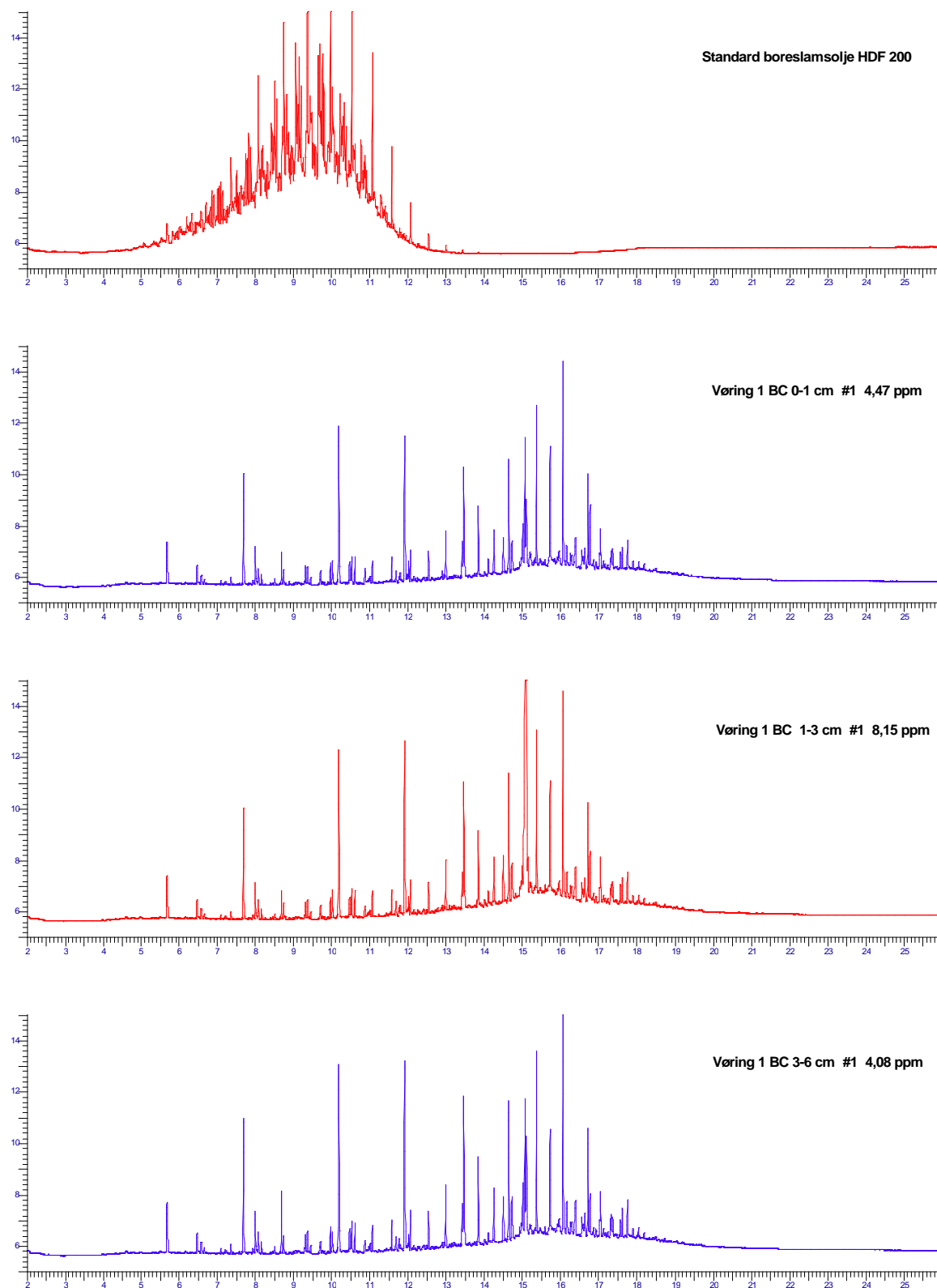
forts.

Tabell 2.6. forts.

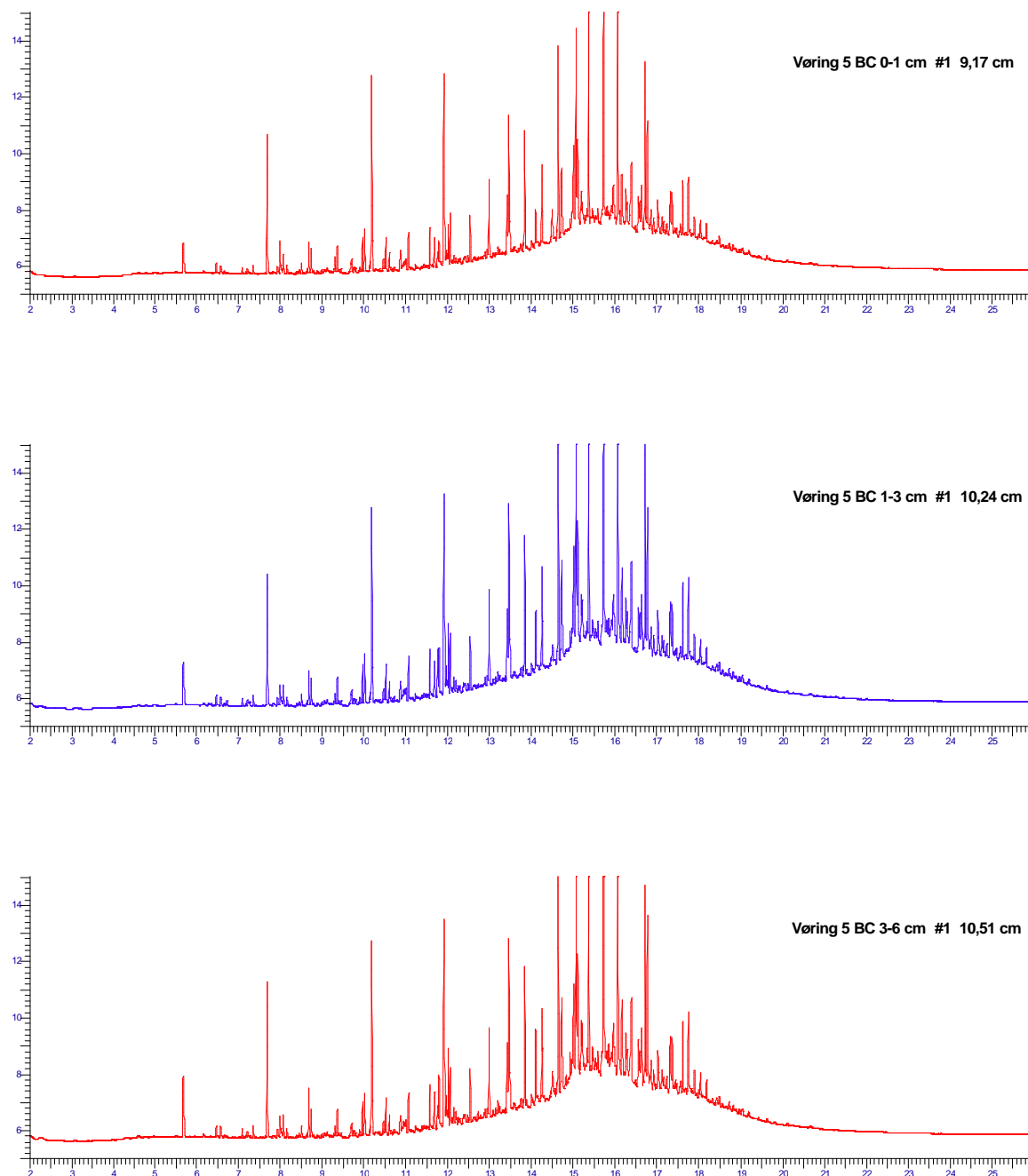
Stasjon	Prøve	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn	Størrelsefordeling (g)		
									< 0,5 mm	> 0,5 mm	Forhold
Vøring 13 BC	1	142	0,08	14,04	12,9	0,03	15,5	38,7	2,312	14,016	0,16
	2	169	0,07	18,70	14,8	0,03	18,0	67,1	2,960	11,686	0,25
	3	112	0,06	14,58	11,5	0,02	13,1	53,0	3,104	16,352	0,19
	middel	141	0,07	16	13,1	0,03	15,5	52,9			
	SD	29	0,01	3	1,7	0,00	2,4	14,2			
Vøring 13 MC	1	122	0,08	13,11	11,3	0,02	13,0	33,7	1,803	17,577	0,10
	2	150	0,07	15,45	14,0	0,02	14,5	39,6	1,568	8,928	0,18
	3	164	0,08	18,27	14,9	0,02	16,8	51,2	1,017	11,923	0,09
	middel	145	0,07	16	13,4	0,02	14,8	41,5			
	SD	22	0,01	3	1,9	0,00	1,9	8,9			
Vøring 14 BC	1	167	0,09	13,69	14,3	0,03	17,3	51,2	3,679	7,942	0,46
	2	138	0,04	12,26	12,4	0,02	14,6	40,4	3,731	9,525	0,39
	3	119	0,05	10,49	10,7	0,02	13,9	31,1	3,903	9,141	0,43
	middel	141	0,06	12	12,5	0,03	15,3	40,9			
	SD	24	0,02	2	1,8	0,00	1,8	10,0			
Vøring 14 MC	1	126	0,06	10,82	10,8	0,03	14,1	32,1	2,621	7,415	0,35
	2	148	0,09	12,37	13,7	0,03	15,4	35,9	2,386	4,755	0,50
	3	163	0,07	14,01	14,6	0,03	15,3	38,3	2,497	6,912	0,36
	middel	146	0,07	12	13,0	0,03	14,9	35,4			
	SD	18	0,01	2	2,0	0,00	0,7	3,1			
Vøring 15 BC	1	132	0,09	14,32	14,9	0,03	13,9	45,5	5,198	8,989	0,58
	2	110	0,06	14,56	16,8	0,02	11,6	47,8	3,646	10,578	0,35
	3	152	0,07	17,06	18,6	0,03	14,9	52,7	4,109	8,616	0,48
	middel	132	0,07	15	16,8	0,03	13,5	48,6			
	SD	21	0,02	2	1,9	0,00	1,7	3,7			
Vøring 15 MC	1	132	0,11	14,02	14,6	0,03	15,8	41,0	4,195	5,477	0,77
	2	142	0,08	15,36	14,7	0,03	16,7	41,0	4,273	7,054	0,61
	3	126	0,06	13,88	15,3	0,03	12,6	37,1	4,227	7,474	0,57
	middel	133	0,09	14	14,9	0,03	15,0	39,7			
	SD	8	0,03	1	0,4	0,00	2,2	2,3			
Vøring 16 BC	1	156	0,08	12,73	15,0	0,03	15,0	40,1	5,348	4,400	1,22
	2	132	0,09	11,48	13,7	0,03	15,1	39,1	4,924	4,941	1,00
	3	125	0,09	11,18	12,9	0,02	13,4	40,0	6,434	5,571	1,15
	middel	138	0,09	12	13,9	0,03	14,5	39,7			
	SD	16	0,01	1	1,0	0,00	1,0	0,6			
Vøring 16 MC	1	158	0,07	13,99	15,8	0,03	13,8	39,8	4,040	4,249	0,95
	2	162	0,09	14,57	16,8	0,03	16,0	41,3	4,460	3,999	1,12
	3	139	0,08	13,17	14,0	0,18	13,5	36,8	4,848	3,505	1,38
	middel	153	0,08	14	15,5	0,08	14,5	39,3			
	SD	12	0,01	1	1,4	0,08	1,4	2,3			

Tabell 2.7. Vøring, Metaller med HF/aqua regia/borsyre 1998 (mg/kg tørt sediment)

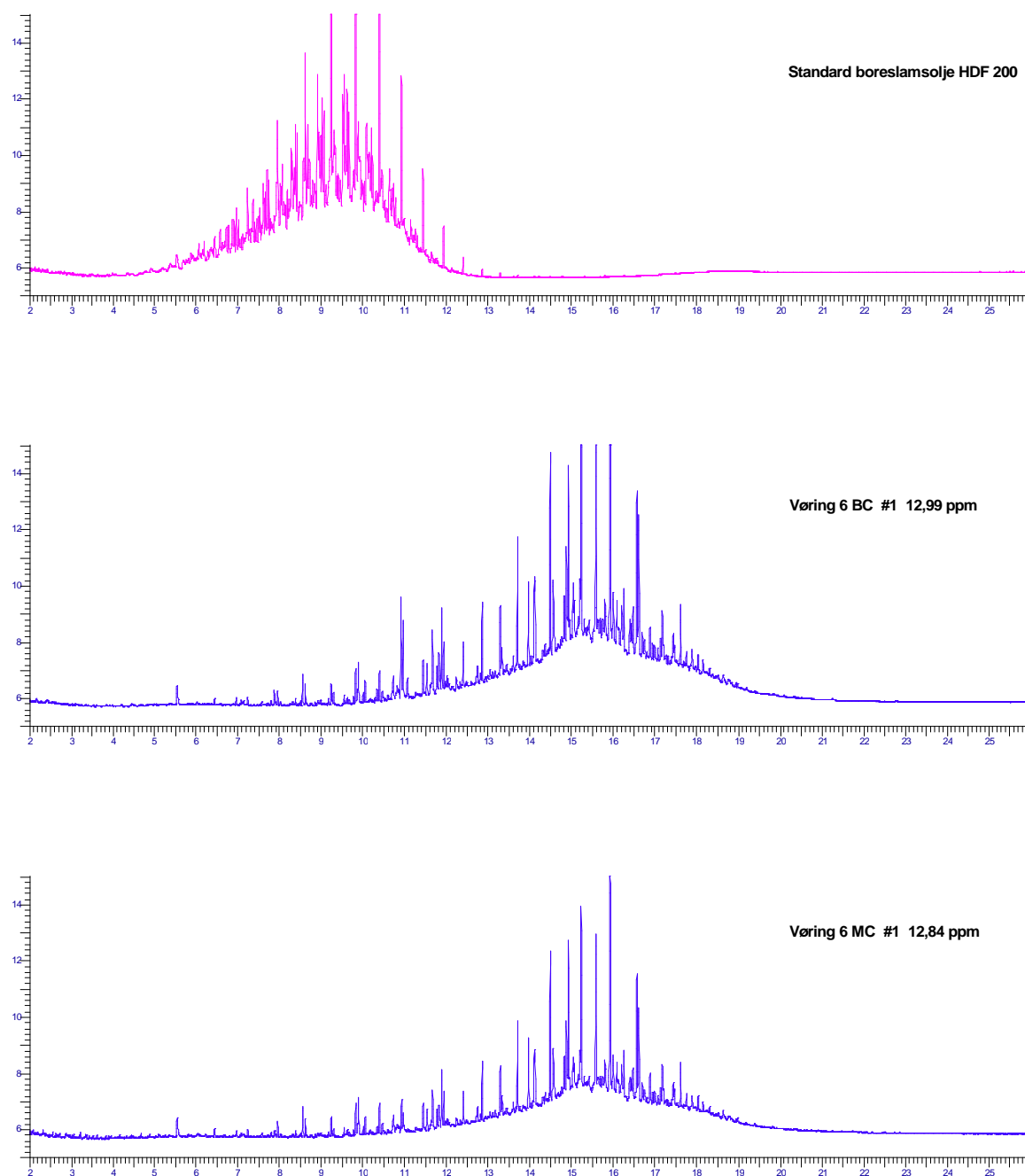
Stasjon	Prøve	Ba	Cd	Cr	Cu	Pb	Zn	Al	Li	Størrelsefordeling (g)		
										< 2 mm	> 2 mm	Forhold
Vøring 1 BC	1	421	0,40	48,0	63,0	7,5	61,2	42427	20	3,064	0,421	7,28
	2	382	0,32	44,1	59,7	9,4	57,3	44144	19	4,564	0,370	12,3
	3	399	0,28	45,9	61,5	8,4	59,6	41925	19	5,035	0,833	6,04
	middel	400	0,33	46,0	61,4	8,4	59,4	42800	19			
	SD	20	0,06	1,9	1,6	1,0	2,0	1160	1			
Vøring 5 BC	1	375	0,35	48,5	54,4	25,5	60,1	43322	21	6,451	2,216	2,91
	2	371	0,320	48,6	58,3	22,0	94,8	45502	21	6,368	3,011	2,11
	3	389	0,265	50,6	54,5	19,0	62,3	44789	22	4,798	1,401	3,42
	middel	379	0,31	49,2	55,7	22,2	72,4	44500	21			
	SD	9	0,04	1,2	2,2	3,3	19,4	1110	1			
Vøring 8 BC	1	347	0,217	41,1	27,9	21,6	45,8	39737	17	8,570	2,486	3,45
	2	363	0,243	42,1	27,4	21,2	48,4	40076	16	10,331	2,881	3,59
	3	348	0,214	41,6	28,7	21,0	46,3	42513	16	5,690	1,153	4,93
	middel	353	0,23	41,6	28,0	21,2	46,8	40800	17			
	SD	9	0,02	0,5	0,7	0,3	1,4	1510	0			
Vøring 11 BC	1	442	0,352	37,6	33,5	9,0	53,6	42582	18	10,051	2,233	4,50
	2	432	0,257	38,9	32,9	9,7	50,1	42164	18	10,666	4,234	2,52
	3	407	0,354	35,3	30,7	9,5	46,7	37808	16	11,434	3,331	3,43
	middel	427	0,32	37,3	32,4	9,4	50,1	40900	17			
	SD	18	0,06	1,8	1,4	0,3	3,5	2640	1			



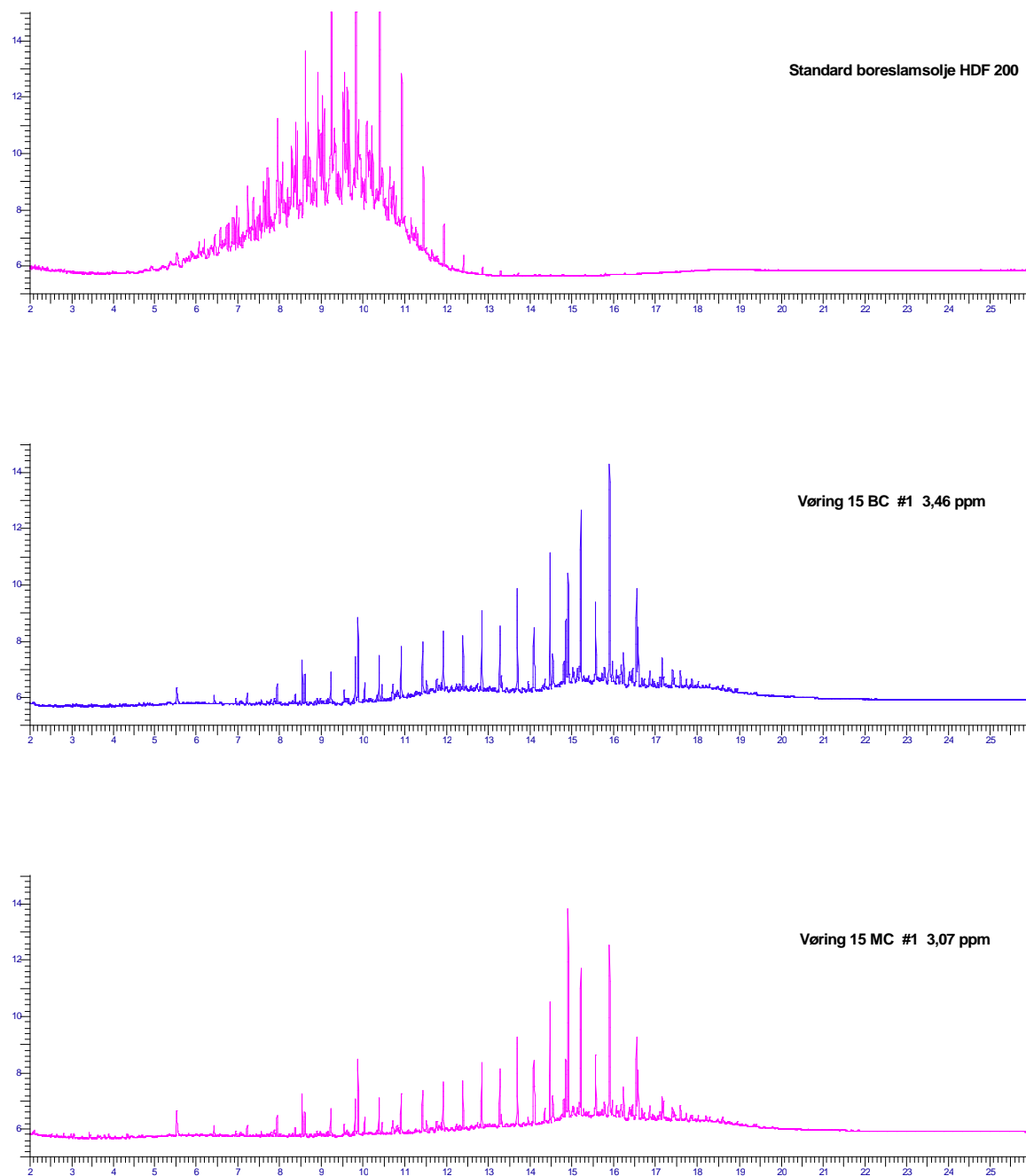
Figur 2.1. Gasskromatogram av sedimentprøver fra Vøring i 1998



Figur 2.1. *forts. Gasskromatogram av sedimentprøver fra Vøring i 1998*



Figur 2.1. *forts. Gasskromatogram av sedimentprøver fra Vøring i 1998*



Figur 2.1. forts. Gasskromatogram av sedimentprøver fra Vøring i 1998

- o0o -