



TEKNISK RAPPORT

NORSK HYDRO ASA

GRUNNLAGSUNDERSØKELSE CASTOR
2001

RAPPORT NR. 2002-0029

REVISJON NR. 01

DET NORSKE VERITAS

TEKNISK RAPPORT

Dato for første utgivelse: 2002-03-18	Prosjekt nr.: 59000384
Godkjent av: Christian L. S. Rafn Avdelingsleder	Organisasjonsenhet: Miljørådgivning
Oppdragsgiver: Norsk Hydro ASA	Oppdragsgiver ref.: Hans Jacob Beck

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

Sammendrag:

Rapporten presenterer resultater fra grunnlagsundersøkelsen på Castor 2001. Totalt ble det samlet inn sedimenter fra 17 stasjoner. Prøvetaking og analyser ble utført i henhold til SFT Manual 99:01. De viktigste undersøkelsesparametrene har vært:

- Makrofauna
- Kornstørrelsesfordeling og organisk innhold
- THC, PAH, NPD
- Metaller

The report presents the results from the baseline survey at Castor in 2001. A total of 17 stations were investigated. The sampling and analyses were performed according to SFT's Guidelines (99:01). The main parameters were:

- Macrofauna
- Grain size distribution and organic content
- THC, PAH, NPD
- Metals

Rapport nr.: 2002-0029	Emnegruppe: Marin overvåking	
Rapporttittel: Grunnlagsundersøkelse Castor		
Utført av: Siri Bakke, Nina Gjøs, Sam Arne Nøland, Thomas Møskeland, Erik Bjørnbom, Liv Guri Faksness		
Verifisert av: Egil Dragsund		
Dato for denne revisjon: 18.03.02	Rev. nr.: 01	Antall sider: 45

Indekseringstermer

Miljøovervåking
Grunnlagsundersøkelse
Bløtbunnssamfunn
Sedimentkjemi

Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet, dvs. fri distribusjon innen DNV etter 3 år

Strengt konfidensiell

Fri distribusjon

<i>Innholdsfortegnelse</i>		<i>Side</i>
1	SAMMENDRAG / SUMMARY	3
1.1	Sammendrag	3
1.2	Summary	6
1.3	RESUMÉ	9
2	INNLEDNING	10
2.1	Kort beskrivelse av Norland VI (området rundt Castor)	10
3	MATERIALE OG METODER	11
3.1	Feltarbeid	11
3.1.1	Prøvetakingsstrategi	11
3.1.2	Prøvetaking/-utstyr	13
3.2	Biologiske metoder/analyser	14
3.2.1	Sortering og artsbestemmelse	15
3.2.2	Databehandling - analyser	15
3.3	Kjemiske analyser og fysisk karakterisering av sedimentene	16
3.3.1	Sedimentkarakterisering	16
3.3.2	Kjemiske analyser	18
3.4	Avvik fra SFTs retningslinjer 99:01	22
3.5	Kvalitetssikring	22
3.5.1	Biologi	22
3.5.2	Kjemiske analyser og fysisk karakterisering av sedimentene	23
4	RESULTATER OG DISKUSJON	25
4.1	Kjemiske analyser	25
4.1.1	Sediment karakteristikk	25
4.1.1.1	Kornstørrelsefordeling	25
4.1.1.2	Totalt organisk materiale (TOM)	26
4.1.2	Kjemiske analyser	27
4.1.2.1	THC	27
4.1.2.2	NPD, PAH og dekaliner	27
4.1.2.3	Metaller	29
4.1.3	Konklusjon kjemi	32
4.2	Biologiske analyser	36
4.2.1	Prøvetakingseffektivitet	36
4.2.2	Antall arter, fordeling mellom dyregrupper, diversitet og jevnhet	36
4.2.3	Artssammensetning og tetthet av individer	37
4.2.4	Log-normal fordeling	40
4.2.5	Likhetsanalyser	41
4.2.6	Konklusjon biologi	43
4.3	Samlet vurdering	44
		Side i

TEKNISK RAPPORT

5	REFERANSER	45
Appendiks A	Utdrag av Toktrapport	
Appendiks B	DNV Prøvingsrapport (biologi)	
Appendiks C	Analyserapport - kjemi	
Appendiks D	Biologisk Databehandling	
Appendiks E	Dendrogram på "grabbnivå"	
Appendiks F	Stasjonskart	

TEKNISK RAPPORT

FORORD

Miljøundersøkelsen på Castor i 2001 er utført i fellesskap av Det Norske Veritas og SINTEF Kjemi. Rapporten beskriver resultatene fra kjemiske/fysiske analyser og biologiske bløtbunnsanalyser av sjøbunnsedimenter fra regionen.

MedarbeidereFeltarbeid:

Tor Jensen (DNV, toktleder)
Sam-Arne Nøland (DNV, skiftleder)
Erik Bjørnbom (DNV)
Tormod Hansen (DNV)
Liv Guri Faksness (SINTEF)
Knut Ødegård (SINTEF)

Organiske analyser og totalt organisk materiale:Opparbeiding av sedimentene og
THC /TOM analyser:

Frøydis Oreld, Tone Øfsti

NPD/PAH/dekalin analyser:

Hilde Drangsholt

Metallanalyser:

Øivind Kvalvåg, Knut Ødegård

Kornstørrelsefordeling:

Oddveig M. Bakken, Liv-Guri Faksness

Biologiske analyser:

Inger D. Saanum, Lindesnes Biolab (børstemark, varia)
Øystein Stokland, (børstemark, varia)
Siri M. Bakke (børstemark, varia)
Thomas Rostad (børstemark, varia)
Thomas Møskeland (krepsdyr)
Erik Bjørnbom (krepsdyr)
Sam-Arne Nøland (pigghuder)
Tor Jensen (bløtdyr)
Per-Bie Wikander (bløtdyr)

Utarbeidelse av rapporten:

Siri M. Bakke
Sam-Arne Nøland
Thomas Møskeland
Erik Bjørnbom
Liv-Guri Faksness
Nina Gjøs

Prosjektleder:

Sam-Arne Nøland (DNV)

Verifikatør:

Egil Dragsund

TEKNISK RAPPORT

De fleste kjemiske analysene er utført ved SINTEF Kjemi, avd Miljøteknologi og analyse. Hydrokarbonanalysene på Castor i 2001 og bestemmelse av kornstørrelsefordeling er utført ved SINTEF Kjemi, avd Miljø.

Laboratoriene - SINTEF Kjemi, avd Miljøteknologi og analyse og avd Miljø - er begge akkreditert av Norsk Akkreditering for å utføre kjemiske analyser under akkrediteringsnummer P032 og P091. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN 45001 og ISO/IEC Guide 25.



Akkrediteringen omfatter metoder for bestemmelse av totalmengde hydrokarboner (THC), naftalener og fenantrener (NP), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), metaller og totalt organisk materiale (TOM) i sedimenter. Bestemmelse av kornstørrelsefordeling inngår også i akkrediteringen.



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 analyser av bløtbunnsamfunn under akkreditering nr. P083.

1 SAMMENDRAG / SUMMARY

1.1 Sammendrag

Dette sammendraget presenterer de viktigste resultatene fra grunnlagsundersøkelsen på Castor i 2001.

Sedimentene er analysert i henhold til oversikten i ruten nedenfor. Resultatene er gitt i tabell 1.1.

Metodeoversikt

Analyse	Parameter
Sedimentkarakterisering	
• Kornstørrelsefordeling	- Fordeling av pelit (< 63µm) og sand (>63µm) - Kumulativ vekt% fordeling fra 63-2000µm - Median partikkel diameter (Md), standard avvik (SD), skjevhet (Sk) og kurtosis (K)
• Totalt organisk materiale	- % TOM i sedimentet
Kjemiske analyser	
• Hydrokarboner	- THC, sum C12-C35 - NPD, naftalener, fenantrener og dibenzotiofener sum og enkeltforbindelser - PAH, 16 EPA forbindelser sum og enkeltforbindelser - Dekaliner, sum av C5-C8 alkyldekaliner
• Metaller	- Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn
Biologiske analyser	
• Bløtbunnsfauna	- Antall arter og individer, diversitet, artssammensetning, multivariate analyser.

Sedimentene består hovedsakelig av medium fin sand i grenseområdet mot fin sand. Innholdet av silt og leire varierer fra 9 % på referansestasjonen CA 13 Ref 180°/8000m til 14 % på stasjon CA 08 90°/2000m. Det er lite grus i sedimentene med maksimalt 2 %.

Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt på hele feltet. Konsentrasjonene varierer fra 1,0 % på stasjonene CA 10 180°/500m og referansestasjonen CA 13 Ref 180°/8000m til 1,4 % på stasjonene CA 03 0°/1000m og CA 17 270°/2000m.

Konsentrasjonene av hydrokarboner, barium og metaller er lave, og sedimentene er ikke forurenset.

THC konsentrasjonene varierer fra 0,9 mg/kg på referansestasjonen CA 13 Ref 180°/8000m til 2,0 mg/kg på stasjonene CA 02 0°/500m, CA 03 0°/1000m og CA 17 270°/2000m.

Ba konsentrasjonene varierer fra 14 mg/kg på referansestasjonen CA 13 Ref 180°/8000m til 29 mg/kg på stasjon CA 08 90°/2000m.

TEKNISK RAPPORT

Sedimentlaget ved 1-3 cm og 3-6 cm er analysert på to stasjoner og på referansestasjonen. Konsentrasjonene av hydrokarboner, Ba og metaller er på samme nivå som i det øverste 0-1 cm laget.

Tabell 1.1 Castor, Totalt organisk materiale (%), totalmengde hydrokarboner, NPD, PAH, dekaliner og metaller (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	TOM	THC	NPD	PAH	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
CA 01 0°/ 250 m	1,2	1,6	0,011	0,037	23	0,02	6,7	2,1	0,02	6,6	13
1-3 cm	-	1,6	0,011	0,046	22	0,02	9,4	2,8	0,02	8,1	17
3-6 cm	-	1,5	0,011	0,056	16	0,02	7,4	2,0	0,02	5,8	13
CA 02 0°/ 500 m	1,3	2,0	-	-	27	0,03	7,8	2,6	-	7,4	15
CA 03 0°/1000 m	1,4	2,0	-	-	27	0,02	7,7	2,5	-	7,3	15
CA 04 0°/2000 m	1,1	1,6	0,011	0,048	18	0,02	7,1	2,2	0,02	6,8	14
1-3 cm	-	1,4	0,012	0,048	23	0,02	8,4	2,3	0,02	6,9	15
3-6 cm	-	1,4	0,010	0,049	17	0,02	7,3	2,0	0,02	6,1	14
CA 05 90°/ 250 m	1,3	1,5	-	-	17	0,02	6,8	2,1	-	6,4	13
CA 06 90°/ 500 m	1,2	1,4	-	-	21	0,02	7,1	2,3	-	6,5	14
CA 07 90°/1000 m	1,3	1,7	-	-	22	0,02	8,0	2,6	-	7,6	16
CA 08 90°/2000 m	1,3	1,9	-	-	29	0,03	9,0	3,0	-	8,1	17
CA 09 180°/ 250 m	1,2	1,6	-	-	21	0,02	7,3	2,2	-	6,8	14
CA 10 180°/ 500 m	1,0	1,4	-	-	18	0,03	6,7	2,0	-	6,1	13
CA 11 180°/1000 m	1,3	1,8	-	-	19	0,03	7,3	2,3	-	6,7	14
CA 12 180°/2000 m	1,1	1,3	-	-	19	0,02	5,9	1,6	-	5,1	11
CA 13 Ref 180°/8000m	1,0	0,9	0,006	0,032	14	0,02	5,9	1,5	0,02	5,2	11
1-3 cm	-	1,2	0,007	0,047	15	0,02	7,2	1,9	0,02	6,5	13
3-6 cm	-	1,1	0,007	0,054	19	0,02	7,3	2,2	0,02	6,5	14
CA 14 270°/ 250m	1,2	1,9	-	-	21	0,02	8,0	2,4	-	7,1	15
CA 15 270°/ 500m	1,1	1,7	-	-	20	0,02	8,1	2,3	-	6,9	15
CA 16 270°/1000m	1,1	1,4	-	-	22	0,05	7,5	2,1	-	6,5	14
CA 17 270°/2000m	1,4	2,0	-	-	26	0,03	8,5	2,6	-	7,7	16

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

Høye diversitetsindekser og artssammensetningen indikerer en uforstyrret frisk fauna i Castor området. De multivariate analysene viser at sedimenttype har innvirkning på faunasamfunnet i Castorområdet.

TEKNISK RAPPORT

En oversikt over resultatene på *Castor* i 2001 er gitt i ruten nedenfor.

Resultatene på *Castor* i 2001

		Variasjon på <i>Castor</i> 2001 grunnlag (17 stasjoner)		
Dyp (m)		172 – 180		
Sedimentkarakterisering				
• Kornstørrelsefordeling (%)	Silt & leire:	9	- 14	
	Sand:	86	- 90	
	Grus:	0	- 2	
• Median partikkel diameter (ϕ)	Md:	2,2	- 2,5	
• Totalt organisk materiale (%)	TOM:	1,0	- 1,4	
Kjemiske analyser				
• Hydrokarboner (mg/kg)	THC:	0,9	- 2,0	
	NPD:	0,006	- 0,011	
	PAH:	0,032	- 0,048	
	Dekaliner:	ikke påvist		
	• Metaller (mg/kg)	Ba:	14	- 29
		Cr:	5,9	- 9,0
		Cu:	1,5	- 3,0
Pb:		5,1	- 8,1	
Zn:		11	- 17	
	Cd:	0,02	- 0,05	
	Hg:	0,02		
Biologiske analyser				
• Bløtbunnsfauna	Diversitet (H')	5,2-6,0		

1.2 Summary

This summary presents the main results from the baseline survey at Castor in 2001.

No contamination of hydrocarbons, barium or heavy metals is found in the sediments at Castor.

The sediments are analysed according to the method box given below. The results are given in Table 1.2.

Method summary

Analytical method	Parameter
Sediment characterization	
• Grain size distribution	- Distribution of pelit (< 63µm) and sand (>63µm) - Cumulative weight% distribution 63-2000µm - Median particle diameter (Md), deviation (SD), skewness (Sk) and kurtosis (K)
• Total organic matter	- % TOM in the sediment
Chemical analyses	
• Hydrocarbons	- THC, sum C12-C35 - NPD, naphthalenes, phenanthrenes and dibenzothiophenes sum and individual compounds - PAH, 16 EPA compounds sum and individual compounds - Decalins, sum of C5-C8 alkyl decalins
• Metals	- Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn
Biology	
• Soft benthos macrofauna	-Number of individuals and species, diversity, species composition and multivariate analysis

The sediments consist mainly of medium fin sand towards fine sand. The silt and clay content varies from 9 % at the reference station CA 13 Ref 180°/8000m to 14 % at station CA 08 90°/2000m. The gravel content is low, and the highest concentration found is 2 %.

The total organic matter content is low throughout the field. The concentrations vary from 1,0 % at station CA 10 180°/500m and the reference station CA 13 Ref 180°/8000m to 1,4 % at the stations CA 03 0°/1000m and CA 17 270°/2000m.

The concentrations of hydrocarbons, barium and metals are very low, and the sediments are not contaminated.

The THC concentrations vary from 0,9 mg/kg at the reference station CA 13 Ref 180°/8000m to 2,0 mg/kg at the stations CA 02 0°/500m, CA 03 0°/1000m and CA 17 270°/2000m.

The Ba concentrations vary from 14 mg/kg at the reference station CA 13 Ref 180°/8000m to 29 mg/kg at station CA 08 90°/2000m.

TEKNISK RAPPORT

The sediment layers at 1-3 cm and 3-6 cm depth are analysed at two of the stations and at the reference station. The concentrations of hydrocarbons, Ba and metals are at the same level as in the top 0-1 cm layer.

Table 1.2 *Castor, Total organic matter (%), total hydrocarbon content, NPD, PAH, decalins and metals (mg/kg dry sediment)*

Station	TOM	THC	NPD	PAH	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
CA 01 0°/ 250 m	1,2	1,6	0,011	0,037	23	0,02	6,7	2,1	0,02	6,6	13
1-3 cm	-	1,6	0,011	0,046	22	0,02	9,4	2,8	0,02	8,1	17
3-6 cm	-	1,5	0,011	0,056	16	0,02	7,4	2,0	0,02	5,8	13
CA 02 0°/ 500 m	1,3	2,0	-	-	27	0,03	7,8	2,6	-	7,4	15
CA 03 0°/1000 m	1,4	2,0	-	-	27	0,02	7,7	2,5	-	7,3	15
CA 04 0°/2000 m	1,1	1,6	0,011	0,048	18	0,02	7,1	2,2	0,02	6,8	14
1-3 cm	-	1,4	0,012	0,048	23	0,02	8,4	2,3	0,02	6,9	15
3-6 cm	-	1,4	0,010	0,049	17	0,02	7,3	2,0	0,02	6,1	14
CA 05 90°/ 250 m	1,3	1,5	-	-	17	0,02	6,8	2,1	-	6,4	13
CA 06 90°/ 500 m	1,2	1,4	-	-	21	0,02	7,1	2,3	-	6,5	14
CA 07 90°/1000 m	1,3	1,7	-	-	22	0,02	8,0	2,6	-	7,6	16
CA 08 90°/2000 m	1,3	1,9	-	-	29	0,03	9,0	3,0	-	8,1	17
CA 09 180°/ 250 m	1,2	1,6	-	-	21	0,02	7,3	2,2	-	6,8	14
CA 10 180°/ 500 m	1,0	1,4	-	-	18	0,03	6,7	2,0	-	6,1	13
CA 11 180°/1000 m	1,3	1,8	-	-	19	0,03	7,3	2,3	-	6,7	14
CA 12 180°/2000 m	1,1	1,3	-	-	19	0,02	5,9	1,6	-	5,1	11
CA 13 Ref 180°/8000m	1,0	0,9	0,006	0,032	14	0,02	5,9	1,5	0,02	5,2	11
1-3 cm	-	1,2	0,007	0,047	15	0,02	7,2	1,9	0,02	6,5	13
3-6 cm	-	1,1	0,007	0,054	19	0,02	7,3	2,2	0,02	6,5	14
CA 14 270°/ 250m	1,2	1,9	-	-	21	0,02	8,0	2,4	-	7,1	15
CA 15 270°/ 500m	1,1	1,7	-	-	20	0,02	8,1	2,3	-	6,9	15
CA 16 270°/1000m	1,1	1,4	-	-	22	0,05	7,5	2,1	-	6,5	14
CA 17 270°/2000m	1,4	2,0	-	-	26	0,03	8,5	2,6	-	7,7	16

-: not analysed

Decalins are not found, the detection limit is 50 µg/kg

The high diversity and the species composition at Castor indicate an undisturbed and healthy fauna. The multivariate analysis show that the sediment does affect the fauna composition in the Castor area.

TEKNISK RAPPORT

A summary of the results at *Castor* in 2001 is given below.

The results at Castor in 2001

		Variation at Castor 2001 baseline (17 stations)	
Depth (m)		172 – 180	
Sediment characterization			
• Grain size distribution (%)	Silt & clay:	9	- 14
	Sand:	86	- 90
	Gravel:	0	- 2
• Median particle diameter (ϕ)	Md:	2,2	- 2,5
• Total organic matter (%)	TOM:	1,0	- 1,4
Chemical analyses			
• Hydrocarbons (mg/kg)	THC:	0,9	- 2,0
	NPD:	0,006	- 0,011
	PAH:	0,032	- 0,048
	Decalins:	not found	
• Metals (mg/kg)	Ba:	14	- 29
	Cr:	5,9	- 9,0
	Cu:	1,5	- 3,0
	Pb:	5,1	- 8,1
	Zn:	11	- 17
	Cd:	0,02	- 0,05
	Hg:	0,02	
Biology			
• Soft benthos macrofauna	Diversity (H')	5,2-6,0	

1.3 RESUMÉ

Sedimentene er karakterisert ved kornstørrelsefordeling og innhold av totalt organisk materiale (TOM). Sedimentene er analysert for innhold av totalmengde hydrokarboner (THC) og metaller og dessuten NPD, PAH og dekaliner på utvalgte stasjoner.

En rekke matematiske og statistiske metoder er brukt som verktøy til å tolke de biologiske prøvene (biologisk databehandling er nærmere beskrevet i kap. 3.3.2 og Appendiks D).

Grunnlagsundersøkelsen 2001 på Castor viser:

- Sedimentene består hovedsakelig av medium fin sand i grenseområdet mot fin sand. Konsentrasjonen av silt og leire (pelitt) varierer fra 9 % til 14 %.
- Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene varierer fra 1,0 % til 1,4 %.
- Det er ikke funnet forurensning av hydrokarboner, barium eller metaller i sedimentene.
- THC konsentrasjonene varierer fra 0,9 mg/kg til 2,0 mg/kg.
- Ba konsentrasjonene varierer fra 14 mg/kg til 29 mg/kg.
- Bunnfaunasamfunnet kan beskrives som uforstyrret. Endringer i fauna mellom stasjoner kan i stor grad tilskrives sedimentet på de enkelte stasjoner. Shannon-Wieners diversitetsindeks, H' varierer fra 5,2 til 6,0.

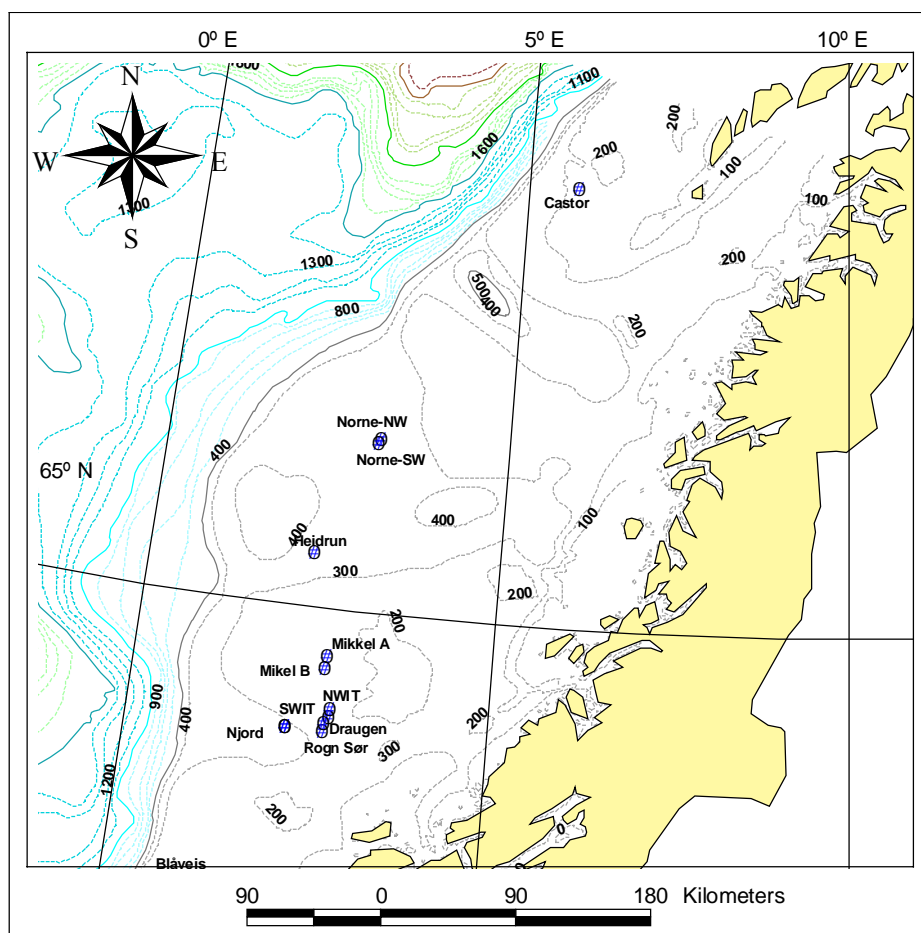
2 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra grunnlagsundersøkelsen gjennomført på Castor som ligger utenfor Lofoten. Hensikten med undersøkelsene er å fremskaffe godt grunnlag for fremtidig studier av miljøeffekter fra petroleumsaktiviteter. Senere undersøkelser av Castor vil inngå i de fremtidige regionale undersøkelsene av området. Hensikten med disse regionale undersøkelsene er å studere miljøeffekter fra petroleumsaktiviteter over et større område enn de tidligere plattformspesifikke undersøkelsene.

2.1 Kort beskrivelse av Norland VI (området rundt Castor)

Castor prospektet ligger i region Nordland VI og er lokalisert omtrent rett vest for øya Røst på sydspissen av Lofoten. Vanddypet på borelokasjonen er 179 meter.

Hydro har gjennomført en havbunnsundersøkelse ved hjelp av av ROV, flerstråle ekkolodd og sidesøkende sonar i området hvor brønnen skal bores. Undersøkelsen påviste ikke koraller eller revlignende strukturer i området.



Figur 2.1. Kart over som viser Castors plassering.

3 MATERIALE OG METODER

Metodene som ble benyttet i undersøkelsen er i overensstemmelse med SFTs retningslinjer for biologisk og kjemisk overvåking av offshore installasjoner (SFT, 1999) og prosedyrene er beskrevet i DNVs Biolaboratoriets kvalitetssystem (*Prøvetaking av marint sediment og bløtbunnsanalyser*) og SINTEFs Analyseforskrifter (KS 66-40-A-50(2,3,6,7)).

3.1 Feltarbeid

Feltarbeidet ble gjennomført fra fartøyet *Seaway Commander* av DNV i samarbeid med SINTEF, Oslo, i perioden 22. mai – 6. juni. Stasjonene på Castor ble prøvetatt i perioden 27 – 28. mai. Det er utarbeidet en egen tokrapport (DNV, 2001), som inneholder fullstendig oversikt over prøvetakingen, bl.a. stasjonskoordinater (UTM og grader/minutter), dyp, dato og klokkeslett for prøvetaking, volum av sedimenter til bløtbunnsanalyser, antall bomsudd, farge og enkelte kommentarer. Et utdrag fra tokrapporten som inneholder informasjon om Castor er gjengitt i Appendiks A.

3.1.1 Prøvetakingsstrategi

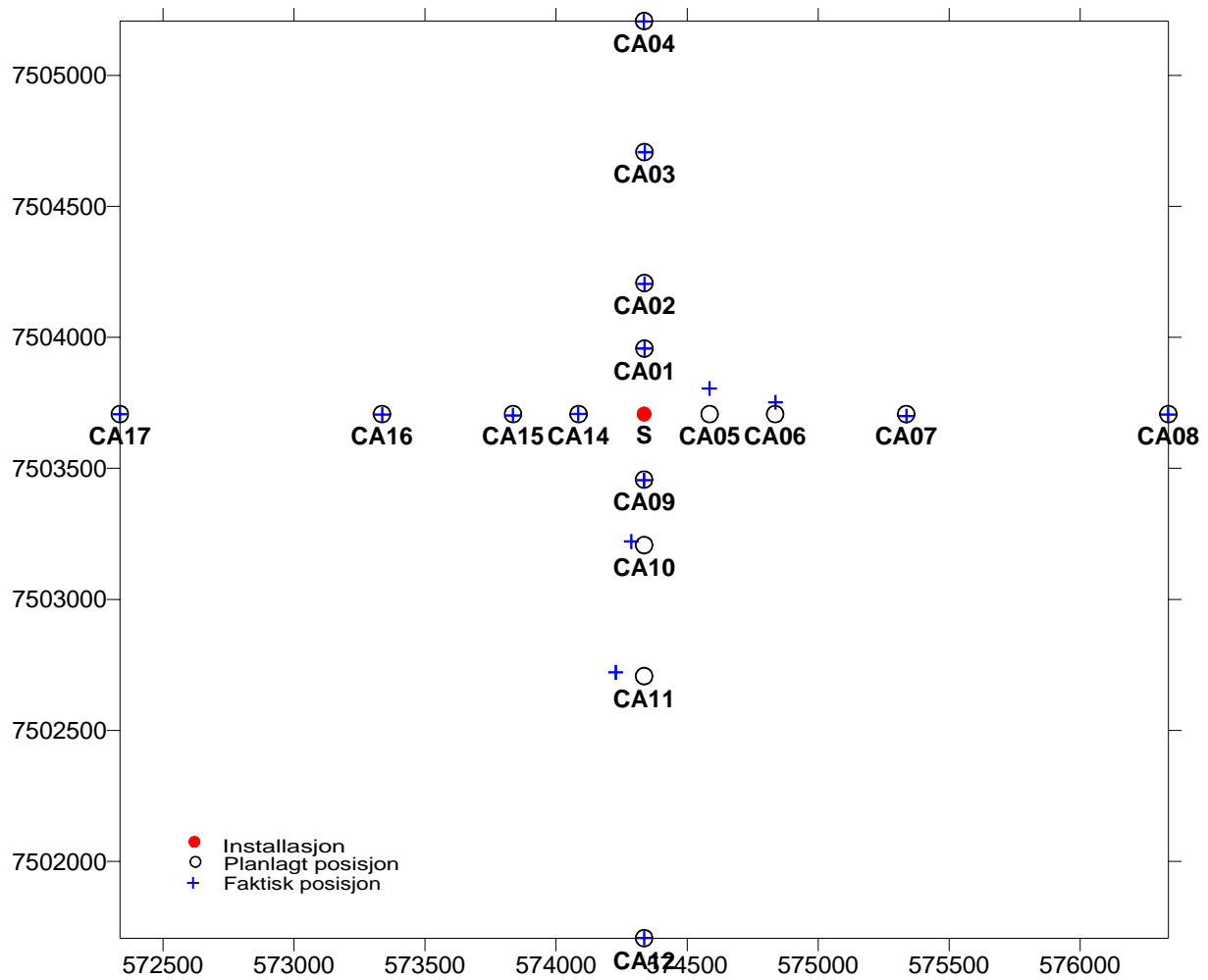
Undersøkelsen på Castor er en grunnlagsundersøkelse. Det er foretatt enkelte justeringer i forhold til planlagte stasjonsplasseringer p.g.a. problemer med prøvetakingen (se tokrapport, DNV 2001). Totalt ble det innhentet prøver fra 17 stasjoner på Castor (figur 3.1).

Tabell 3.1 gir en oversikt over antall stasjoner og analyser (kjemiske og biologiske).

Tabell 3.1. Totalt antall stasjoner og analyser, Castor 2001.

Parametre	Castor
Stasjoner	17
Kornstørrelsesfordeling	17
TOM	51
Metaller eks. Hg	59
Hg	17
THC	59
NPD/decaliner	17
Biologi	90

TEKNISK RAPPORT



Figur 3.1. Oversikt over prøvetakingspunkter på Castor 2001 (koordinater er i UTM sone 32, ED50). Se figur 4.8 i Appendiks A for kart som også viser plasseringen av referansestasjonen (6000 m syd for CA12).

TEKNISK RAPPORT

3.1.2 Prøvetaking/-utstyr

Prøver til kjemiske og biologiske analyser ble samlet inn med en langarmet van Veen grabb (prøve-areal 0,1 m²). Deler av prøvetakingsutstyret er vist i figur 3.2.

Hovedutstyret som ble benyttet var:

- langarmet van Veen grabb
- mottaksbord for grabb i rustfritt stål
- målesylinder for måling av prøvevolum
- vaskebord for biologiske prøver
- to sett med sikter for biologiske analyser
- Munsel's fargekart



Figur 3.2. Grabb, mottaksbord, målesylinder og vaskebord benyttet på Castor (bildet er fra feltarbeid gjennomført på Haltenbanken i 2000).

For kjemiske analyser ble 0-1 cm av det øverste sedimentlag hentet fra tre forskjellige grabber på hver lokalitet (5 grabber på referansestasjonen). I tillegg ble det på utvalgte stasjoner tatt seksjonerte prøver (1-3 og 3-6 cm). Prøver til sedimentkarakterisering (kornstørrelse) ble innhentet som en blandprøve (0-5 cm) fra 3 grabber.

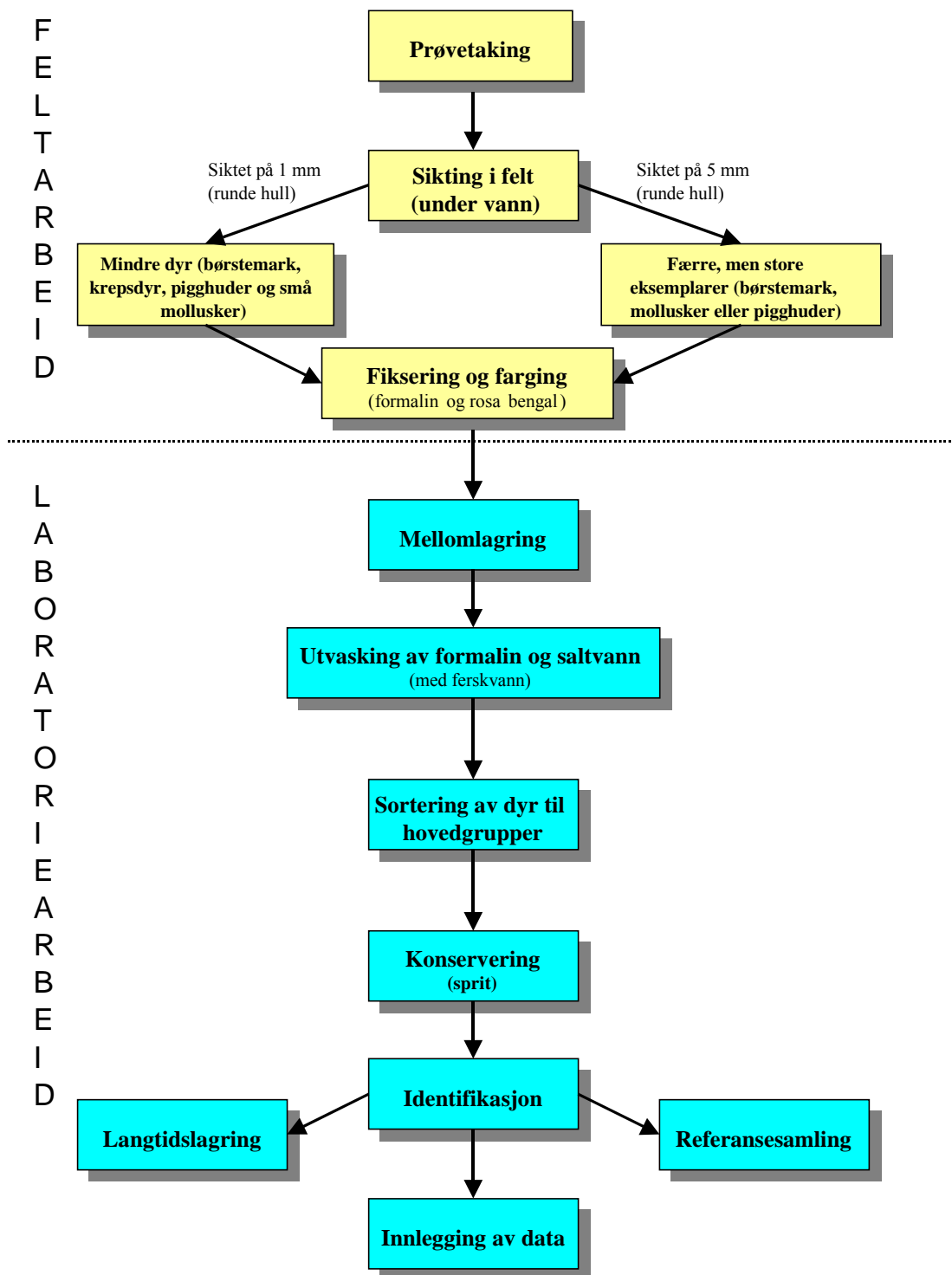
For fauna-analysene ble det innhentet fem replikater (grabber) fra hver lokalitet (stasjon) med unntak av referansestasjonen, hvor det ble innhentet 10 grabber. I felt ble prøvene vasket og siktet på 1mm sikter.

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

Et utdrag av toktrapporten er gjengitt i Appendiks A (toktet bestod av flere felter enn Castor). Sedimentene på Castor bestod av sand med noe stein og leire. Gjennomsnittlig tidsforbruk per stasjon på Castor var 1 time og 20 minutter.

3.2 Biologiske metoder/analyser

Et flytdiagram som viser de forskjellige trinn i opparbeidelsen av makrofauna er vist i figur 3.3.



Figur 3.3. Flytdiagram fra prøvetaking til innlegging av artsdata i programvare.

3.2.1 Sortering og artsbestemmelse

På laboratoriet ble prøvene vasket i 1 mm sikter for å fjerne formalin og rester av sedimentet.

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

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

Med unntak av dyregruppene som er nevnt under ble alle individer bestemt til lavest mulig taksonomisk nivå (fortrinnsvis til artsnivå). 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 ble tatt med i analysene. Noen grupper (f.eks. Platyhelminthes, Nemertini, Tunicata, Tanaidacea) ble kvantifisert, men ikke bestemt videre til art.

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

3.2.2 Databehandling - 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 per 100 individer (ES_{100}).
- Faunalikhet mellom stasjonene ved hjelp av Bray-Curtis likhets indeks δ_{jk} (Bray & Curtis 1957). Likhetsmatrisen ble benyttet i multivariate analyser for å se på gradienter og grupperinger stasjonene i mellom. Metodene som ble brukt var hierarkisk grupperingsteknikk som grupperer stasjoner etter gjennomsnittlig likhet (hierarchical agglomerative classification) (Lance & Williams 1967), og ordinasjon med "non-metric Multi-Dimensjonal Scaling (MDS), (Kruskal 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.

Statistiske metoder og multivariate analyser er nærmere beskrevet i Appendiks D

Alle rådata er lagret i DNVs miljøovervåkingsdatabase (MOD) og finnes i Appendiks B.

3.3 Kjemiske analyser og fysisk karakterisering av sedimentene

Oversikt over analyseparametrene

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

3.3.1 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 tørkes og siktes gjennom et sett med graderte sikter.

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

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

TEKNISK RAPPORT

Formlene for beregningene er gitt nedenfor.

Median partikkel diameter, $Md\Phi$

$Md\Phi$ = Φ -verdien til midtpunktet (dvs. 50 %) til den kumulative % vektkurven.

 Φ Standard avvik, $SD\Phi$

$SD\Phi$ estimeres ved:

$$SD\Phi = \frac{\Phi(84) - \Phi(16)}{4} + \frac{\Phi(95) - \Phi(5)}{6.6}$$

$SD\Phi$ gir et mål for spredningen i partikkelstørrelse rundt $Md\Phi$, og således et mål for sorteringsgraden.

Skevhet, $Sk\Phi$

$Sk\Phi$ estimeres ved:

$$Sk\Phi = \frac{1/2x(\Phi(84) + \Phi(16)) - Md\Phi}{\Phi(84) - \Phi(16)} + \frac{1/2x(\Phi(95) + \Phi(5)) - Md\Phi}{\Phi(95) - \Phi(5)}$$

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

Kurtosis, $K\Phi$

$K\Phi$ estimeres ved:

$$K\Phi = \frac{\Phi(95) - \Phi(5)}{2.44x(\Phi(75)) - \Phi(25)}$$

$K\Phi$ beskriver toppetheten til fordelingen, dvs. hvor tung halene er (uttrykt ved $\Phi(5)$ og $\Phi(95)$ fraksjonene) sammenlignet med den sentale delen av fordelingen. For en normal fordeling vil $K\Phi$ verdien være 1.00.

Oversikt over meshverdier og kornstørrelseparametre er gitt i Tabell 3.2 og 3.3.

Tabell 3.2 Kornstørrelsefordeling. Mesh størrelser og Wentworth klassifisering (Buchanan, 1984).

Mesh diameter (μm)	ϕ	Beskrivelse
4000	-2	Grus
2000	-1	
1000	0	Grov sand
500	1.0	
355	1.5	Medium sand
250	2.0	
180	2,5	Fin sand
125	3.0	
90	3.5	Veldig fin sand
63	4.0	
<63	>4.5	Silt og leire (pelitt)

TEKNISK RAPPORT

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

Tabell 3.3 Kornstørrelsefordeling. Tolkning av beskrivende størrelser.

	Indeks verdi	Tolkning
Standardavvik (SD ϕ)	<0.35	svært godt sortert
	0.35-0.50	godt sortert
	0.50-0.71	moderat godt sortert
	0.71-1.00	moderat sortert
	1.00-2.00	dårlig sortert
	2.00-4.00	svært dårlig sortert
	>4.00	ekstremt dårlig sortert
Skjevhet (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

Totalt organisk materiale

20 g vått sediment ble veid inn i en porselensdigel. Prøven ble oppvarmet ved 105 °C i minst 20 timer, avkjølt og veid, og deretter oppvarmet til 480 °C i minst 16 timer. Prosent vekttap etter forbrenningen (glødetap) ble regnet ut, og dette utgjør totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet. For å kontrollere at karbonater ikke forsvinner ved glødingen, ble standarder av kalsium karbonat varmet opp sammen med sedimentprøvene.

3.3.2 Kjemiske analyser

Hydrokarboner

Den kjemiske analysen av organiske forbindelser i sedimentene omfatter bestemmelse av totalmengde hydrokarboner fra n-C₁₂ til n-C₃₅ (THC) og utvalgte hydrokarboner (NPD, PAH og dekaliner). De viktigste trinnene i analyseprosedyren er vist i Figur 3.4. Sedimentprøvene ble opparbeidet med forsåpning og deretter ekstraksjon med diklormetan. Ekstraktene ble så kromatografert på en silica kolonne. Den upolare fraksjonen ble analysert med bruk av gasskromatografi (GC) og gasskromatografi/ massespektrometri (GC/MS).

Opparbeiding:

100 g våt sedimentprøve ble homogenisert og veid inn. Interne standarder ble tilsatt, 5 μ g hver av naftalen-d₈, bifenyl-d₁₀, fenantren-d₁₀, pyren-d₁₀, krysen-d₁₂ og perylen-d₁₂. Prøven ble kokt med 80 ml 0.5 M metanolisk KOH under reflux i 2 timer. Blandingen ble så ekstrahert med 125 ml diklormetan. Ekstraktet ble inndampet til ca. 1 ml, løst opp i heksan og kromatografert på en Bond-Elut silica kolonne (Isolute, International Sorbent Technology) med heksan som elueringsmiddel. Heksanløsningen ble konsentrert og analysert for innhold av hydrokarboner.

TEKNISK RAPPORT

En aliquot av det våte homogeniserte sedimentet ble veid inn, tørket ved 105°C i 48 timer og tørrvekten ble bestemt.

Kvantifisering:

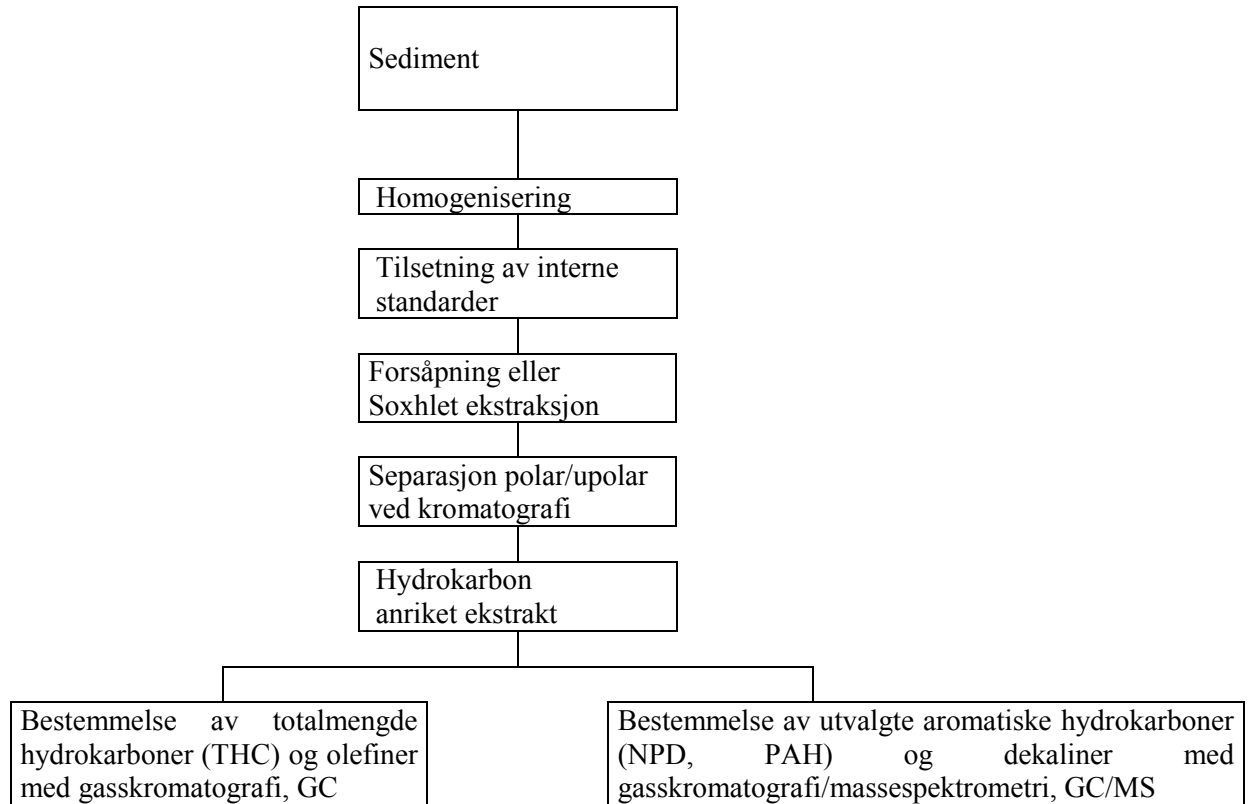
THC (totalmengde hydrokarboner) ble bestemt med gasskromatografi i kokepunktområdet n-C12 alkan til n-C35 alkan. Kvantifiseringen ble utført med bruk av en ekstern standard av referanseoljen, boreslamsolje HDF 200 fra Statoil.

NPD, PAH og dekaliner ble bestemt med gasskromatografi/massespektrometri og registrering av enkeltioner. Kvantifiseringen ble foretatt i forhold til de tilsatte interne standardene med integrering av molekylionene. Følgende forbindelser ble bestemt: Naftalen, fenantren/antracen, dibenzotiofen og deres C₁-, C₂- og C₃-alkylerte derivater, acenaften, acenaftalen, fluoren, pyren/fluoranten, krysen/trifenylene, 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 de bicykliske alkanene C₅ - C₈ alkyl dekaliner bestemt (intern standard fenantren-d₁₀).

Referanseforbindelser var tilgjengelige for de fleste aromatiske forbindelsene. Referanseforbindelser manglet for C₃-alkyl fenantrener og for C₁-og C₃-alkyl dibenzotiofener.

I en alkyl homolog serie avtar responsfaktoren gradvis, og responsfaktoren for disse forbindelsene ble antatt å ha samme avtagende tendens som for C₁ - C₃-alkyl naftalener. For de bicykliske alkanene, C₅ - C₈ -alkyl dekaliner, var referanseforbindelser heller ikke tilgjengelige. Responsfaktoren ble beregnet ut fra den antagelse at molekylionene har samme respons som molekylionet til n-oktylcykloheksan.

De oppgitte verdiene er korrigert for bidrag fra løsningsmidlene (blindverdier).



Figur 3.4 Oversikt over de viktigste trinnene ved bestemmelse av hydrokarboner i sedimenter.

GC betingelser:

Gasskromatograf	:	HP 5880 med HP auto sampler Mod 7673B1
Kolonne	:	12.5 meter x 0.20 mm i.d., fused silica, cross-linked med dimetylsilicon
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
HDF 200	:	0,1 - 10 mg/ml heksan

GC/MS betingelser:

Massespektrometer	:	Finnigan SSQ 700
Datasystem	:	DecStation 5000/133
Gasskromatograf	:	Varian 3400
Kolonne:	:	30 m fused silica, 0.25 µm DB-5ms
Temperaturer:	Kolonne	: 60°C (1 min) - 8°C/min - 320°C (20 min)
	Injektor	: 280°C
	Ionekilde	: 150°C

TEKNISK RAPPORT

Bæregass		: Helium
Ionisasjon		: 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	: 136, 164, 188, 212, 240, 264
	Injisert mengde	: 2 µl

Metaller

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

ICP-AES:

Instrument: Thermo Jarrel Ash Iris Advantage

Analyselinjer:

Al: 396,152 nm Ba: 455,403 og 493,409 nm Cr: 267,716 nm Cu: 324,754 nm Li: 670,784 nm

Pb: 220,353 nm Zn: 202,548, 206,200 og 213,856 nm

GFAAS:

Instrument: Perkin Elmer 4100 ZL.

Analyselinjer: Cd: 228.8 nm Cu: 324.8 nm Pb: 283,3 nm.

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

CVAAS:

Instrument: Perkin Elmer 3100, med system for manuell hydridgenerering.

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

TEKNISK RAPPORT

Deteksjonsgrense og kvantifiseringsgrense

Deteksjonsgrensen (limit of detection LOD) og kvantifiseringsgrensen (limit of quantitation LOQ) er beregnet som henholdsvis 3 og 10 standard avvik over gjennomsnittsverdien for blindprøvene. 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 3.4 Deteksjonsgrenser (LOD) og kvantifiseringsgrenser (LOQ), hydrokarboner

Analyseparameter	LOD mg/kg	LOQ mg/kg	Blindprøver antall
THC	0,24	0,79	12
Sum NPD	0,002	0,007	6
Sum PAH	0,002	0,005	6
Sum dekaliner	-	0,050*	6

* anslått ut fra analyse av blindprøver

Tabell 3.5 Deteksjonsgrenser (LOD) og kvantifiseringsgrenser (LOQ), metaller –salpetersyre .

	Ba ICP	Cd GFAAS	Cr ICP	Cu GFAAS/ICP	Hg CVAAS	Pb GFAAS/ICP	Zn ICP
LOD mg/kg	0,5	0,01	0,1	0,5	0,01	0,5	0,1
LOQ mg/kg	2	0,03	0,3	2	0,03	2	0,4

3.4 Avvik fra SFTs retningslinjer 99:01

Undersøkelsen er utført uten avvik fra SFTs retningslinjer for miljøovervåking av petroleumsvirksomheten på norsk sokkel, 99:01.

3.5 Kvalitetssikring

Det er utarbeidet en egen kvalitetsplan for prosjektet. Kvalitetssikringen av feltarbeid, resultater og rapportering er basert på egensjekk og intern verifikasjon. Rapporten er også gjennomgått av oppdragsgivere.

3.5.1 Biologi**Akkreditering**

Laboratoriet - DNVs Biolaboratorium, er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking av marint sediment og bløtbunnsanalyser under akkrediteringsnr. P083. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN 45001 (1989) og ISO/IEC Guide 25 (1990).

Kvalitetskontroll for biologisk prøvetaking

I felt ble alle prøver dobbeltmerket og journalført. Prøvene ble fraktet i spesialkasser som var plassert i en stålcontainer.

Kvalitetskontroll for biologisk opparbeiding

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 grabber og dyregrupper vedkommende har bestemt. Referansesamlingen er lagret hos DNV.

3.5.2 Kjemiske analyser og fysisk karakterisering av sedimentene***Akkreditering***

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 akkrediteringsnr. P032 og nr. P091. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.

Kvalitetskontroll for kornstørrelsefordeling

To sertifiserte referansematerialer fra NIST ble brukt for å kontrollere siktene, SRM 1004a og SRM 1018b. Disse standardene ble analysert både i starten og ved avslutningen av prosjektet. En egen referanseprøve på laboratoriet (Baskarp 15) ble analysert 10 ganger i løpet av prosjektperioden.

Kvalitetskontroll for totalt organisk materiale

Kalsiumkarbonat ble varmet opp til 480 °C sammen med sedimentprøvene. Resultatene viser at vekttapet som kan skyldes innhold av karbonater i sedimentene, er minimalt, idet 99.86 % ble gjenvunnet (for 4 målinger var midlere vekttap 0,14% og SD 0,01) .

Kvalitetskontroll for hydrokarboner

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.

TEKNISK RAPPORT

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 beregne gjenvinningen. Dessuten deltar vi regelmessig i den internasjonale ringtesten SETOC.

Nøyaktigheten av NPD og PAH analysene kontrolleres ved analyse av et sertifisert referansemateriale, og også ved analyse av en skiferolje som inneholder sertifiserte mengder av pyren og fluoranten. I tillegg analyseres sedimentprøver fra ringtesten SETOC.

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

Dokumentasjon er gitt i Appendiks C.

Kvalitetskontroll for metaller

Alle reagenser er av graden pro analyse.

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

De sertifiserte verdiene gjelder total opplutning. Sertifiserte verdier for NS 4770 (partiell opplutning) finnes ikke. På laboratoriet er det imidlertid etablert en "referanseverdi" for partiell opplutning ved analyse av det sertifiserte referansematerialet i perioden 1999-2000. Prøvene blir analysert på nytt dersom resultatene for referansematerialet ligger utenfor visse krav.

Nøyaktighet og reproduserbarhet kontrolleres ved analyse av det sertifiserte referansematerialet.

Dokumentasjon er gitt i Appendiks C.

4 RESULTATER OG DISKUSJON

4.1 Kjemiske analyser

En oversikt over resultatene fra grunnlagsundersøkelsen på Castor i 2001 er gitt i ruten nedenfor. Stasjonskart (som utbrettsside) finnes i Appendiks F.

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

Oversikt over resultatene

		Variasjon på Castor 2001 grunnlag (17 stasjoner)		
Dyp (m)		172 – 180		
Sedimentkarakterisering				
• Kornstørrelsefordeling (%)	Silt & leire:	9	- 14	
	Sand:	86	- 90	
	Grus:	0	- 2	
	Md:	2,2	- 2,5	
• Median partikkel diameter (ϕ)	TOM:	1,0	- 1,4	
• Totalt organisk materiale (%)				
Kjemiske analyser				
• Hydrokarboner (mg/kg)	THC:	0,9	- 2,0	
	NPD:	0,006	- 0,011	
	PAH:	0,032	- 0,048	
	Dekaliner:	ikke påvist		
	• Metaller (mg/kg)	Ba:	14	- 29
		Cr:	5,9	- 9,0
		Cu:	1,5	- 3,0
		Pb:	5,1	- 8,1
		Zn:	11	- 17
		Cd:	0,02	- 0,05
	Hg:	0,02		

4.1.1 Sediment karakteristik

4.1.1.1 Kornstørrelsefordeling

Kornstørrelsefordelingen i sedimentene fra Castor er gitt i tabell 4.1. Sedimentene består hovedsakelig av medium fin sand i grenseområdet mot fin sand.

Innholdet av silt og leire varierer fra 9,9 % på stasjon CA 01 0°/250m til 13,7 % på stasjon CA 08 90°/2000m. Median partikkeldiameter varierer fra 2,20 ϕ på stasjon CA 01 0°/250m til 2,50 ϕ på stasjonene CA 02 0°/500m og CA 17 270°/2000m. Gjennomsnittsverdien er 2,35 \pm 0,09 ϕ . Det er lite grus i sedimentene med maksimalt 2,4 %.

På referansestasjonen CA 13 Ref 180°/8000m er sedimentet også karakterisert som medium sand med median partikkeldiameter 2,16 ϕ . De detaljerte resultatene er gitt i Appendiks C.

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.1. *Castor, kornstørrelsefordeling*

Stasjon	Fordelingsparametre 2001		Kornfordeling (% tørrvekt) 2001			
	Median diameter	Klassifisering	Silt og leire	Sand	Grus	
CA 01	0°/ 250 m	2,20	Medium sand	9,9	89,3	0,9
CA 02	0°/ 500 m	2,50	Fin sand	13,0	86,8	0,2
CA 03	0°/1000 m	2,31	Medium sand	12,2	86,1	1,7
CA 04	0°/2000 m	2,30	Medium sand	11,0	89,0	0,0
CA 05	90°/ 250 m	2,49	Medium sand	12,5	87,5	0,0
CA 06	90°/ 500 m	2,36	Medium sand	12,1	86,9	1,0
CA 07	90°/1000 m	2,43	Medium sand	12,8	86,9	0,2
CA 08	90°/2000 m	2,47	Medium sand	13,7	85,9	0,4
CA 09	180°/ 250 m	2,38	Medium sand	12,5	86,9	0,6
CA 10	180°/ 500 m	2,27	Medium sand	10,1	87,4	2,4
CA 11	180°/1000 m	2,44	Medium sand	12,3	86,8	0,9
CA 12	180°/2000 m	2,28	Medium sand	10,4	89,6	0,0
CA 13 Ref 180°/8000m	2,16	Medium sand	8,9	90,4	0,7	
CA 14 270°/ 250m	2,31	Medium sand	11,1	88,8	0,1	
CA 15 270°/ 500m	2,34	Medium sand	11,5	87,5	1,0	
CA 16 270°/1000m	2,28	Medium sand	10,4	89,6	0,0	
CA 17 270°/2000m	2,50	Fin sand	13,0	87,0	0,0	
Gjennomsnitt (uten ref.)	2,35	Medium sand	11,6	87,8	0,6	
Standard avvik	0,09		1,2	1,2	0,7	

4.1.1.2 Totalt organisk materiale (TOM)

Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt på hele feltet. Konsentrasjonene varierer fra 1,0 % på stasjonene CA 10 180°/500m og referansestasjonen CA 13 Ref 180°/8000m til 1,4 % på stasjonene CA 03 0°/1000m og CA 17 270°/2000m. Resultatene er gitt i tabell 4.2.

Tabell 4.2. *Castor, totalt organisk materiale (% av tørt sediment)*

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Middel 2001	SD 2001	
CA 01	0°/ 250 m	1,29	1,36	0,91	1,2	0,24
CA 02	0°/ 500 m	1,54	1,23	1,16	1,3	0,20
CA 03	0°/1000 m	1,43	1,42	1,36	1,4	0,04
CA 04	0°/2000 m	1,14	1,09	1,15	1,1	0,03
CA 05	90°/ 250 m	1,30	1,38	1,29	1,3	0,05
CA 06	90°/ 500 m	1,15	1,26	1,30	1,2	0,08
CA 07	90°/1000 m	1,39	1,37	1,24	1,3	0,08
CA 08	90°/2000 m	1,37	1,37	1,29	1,3	0,05
CA 09	180°/ 250 m	1,26	1,12	1,36	1,2	0,12
CA 10	180°/ 500 m	1,00	1,09	0,88	1,0	0,11
CA 11	180°/1000 m	1,39	1,25	1,25	1,3	0,08
CA 12	180°/2000 m	1,03	1,12	1,11	1,1	0,05
CA 13 Ref 180°/8000m	0,96	0,92	1,03	1,0	0,06	
CA 14 270°/ 250m	1,22	1,43	1,01	1,2	0,21	
CA 15 270°/ 500m	1,14	1,11	1,16	1,1	0,03	
CA 16 270°/1000m	1,10	1,23	1,02	1,1	0,11	
CA 17 270°/2000m	1,52	1,34	1,44	1,4	0,09	

TEKNISK RAPPORT

4.1.2 Kjemiske analyser

I sedimentene fra Castor er følgende parametre bestemt:

THC

NPD, PAH, dekaliner

Metaller (Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn)

Tre parallelle sedimentprøver fra 0-1 cm av topplaget er analysert på hver stasjon og fem paralleller på referansestasjonen. I tillegg er en prøve av 1-3 cm laget og av 3-6 cm laget analysert på fire stasjoner og på referansestasjonen.

4.1.2.1 THC

THC innholdet i sedimentene er lavt på alle stasjonene. Konsentrasjonene varierer fra 0,9 mg/kg på referansestasjonen CA 13 Ref 180°/8000m til 2,0 mg/kg på stasjonene CA 02 0°/500m, CA 03 0°/1000m og CA 17 270°/2000m. Resultatene er gitt i tabell 4.3.

Ingen av stasjonene er forurenset av THC.

Sedimentlaget ved 1-3 cm og 3-6 cm er analysert på to stasjoner og på referansestasjonen. THC konsentrasjonene er på samme nivå som i det øverste 0-1 cm laget.

Stolpediagram av THC innholdet i sedimentene er gitt i figur 4.1. Representative gasskromatogram er gitt i figur 4.3.

4.1.2.2 NPD, PAH og dekaliner

Nivåene av NPD, PAH og dekaliner er lave, og ingen stasjoner er forurenset. NPD verdiene varierer fra 0,006 mg/kg til 0,011 mg/kg. PAH verdiene varierer fra 0,032 mg/kg til 0,048 mg/kg. Dekaliner er ikke påvist. Resultatene er gitt i tabell 4.4.

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.3. Castor, totalmengde hydrokarboner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Prøve #4	Prøve #5	Middel 2001	SD 2001
CA 01 0°/ 250 m	1,77	1,87	1,30			1,6	0,3
1-3 cm	1,64						
3-6 cm	1,51						
CA 02 0°/ 500 m	2,28	1,54	2,09			2,0	0,4
CA 03 0°/1000 m	1,89	1,89	2,22			2,0	0,2
CA 04 0°/2000 m	1,62	1,48	1,62			1,6	0,1
1-3 cm	1,41						
3-6 cm	1,38						
CA 05 90°/ 250 m	1,57	1,54	1,51			1,5	0,0
CA 06 90°/ 500 m	1,25	1,23	1,59			1,4	0,2
CA 07 90°/1000 m	1,74	1,80	1,69			1,7	0,1
CA 08 90°/2000 m	1,88	1,96	1,81			1,9	0,1
CA 09 180°/ 250 m	1,66	1,46	1,81			1,6	0,2
CA 10 180°/ 500 m	1,17	1,93	1,19			1,4	0,4
CA 11 180°/1000 m	1,87	1,59	1,86			1,8	0,2
CA 12 180°/2000 m	1,23	1,35	1,32			1,3	0,1
CA 13 Ref 180°/8000m	1,02	0,73	1,06	0,80	0,71	0,9	0,2
1-3 cm					1,23		
3-6 cm					1,05		
CA 14 270°/ 250m	1,70	2,32	1,67			1,9	0,4
CA 15 270°/ 500m	1,46	1,60	2,00			1,7	0,3
CA 16 270°/1000m	1,36	1,52	1,24			1,4	0,1
CA 17 270°/2000m	2,10	2,04	2,00			2,0	0,1

Tabell 4.4. Castor, sum NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Prøve #4	Prøve #5	Middel 2001	SD 2001
NPD							
CA 01 0°/ 250 m	0,013	0,013	0,008			0,011	0,003
1-3 cm	0,011						
3-6 cm	0,011						
CA 04 0°/2000 m	0,011	0,012	0,011			0,011	0,001
1-3 cm	0,012						
3-6 cm	0,010						
CA 13 Ref 180°/8000m	0,009	*0,006	0,007	*0,006	*0,004	*0,006	0,002
1-3 cm	0,007						
3-6 cm	0,007						
PAH							
CA 01 0°/ 250 m	0,041	0,043	0,028			0,037	0,008
1-3 cm	0,046						
3-6 cm	0,056						

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.4. forts.

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Prøve #4	Prøve #5	Middel 2001	SD 2001
PAH forts.							
CA 04 0°/2000 m	0,047	0,051	0,045			0,048	0,003
1-3 cm	0,048						
3-6 cm	0,049						
CA 13 Ref 180°/8000m	0,033	0,026	0,040	0,026	0,035	0,032	0,006
1-3 cm	0,047						
3-6 cm	0,054						

* mindre enn kvantifiseringsgrensen (0,007 mg/kg), men over deteksjonsgrensen (0,002 mg/kg)

Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50 µg/kg

4.1.2.3 Metaller

Ba konsentrasjonene på Castor varierer fra 14 mg/kg på referansestasjonen CA 13 Ref 180°/8000m til 29 mg/kg på stasjon CA 08 90°/2000m.

Resultatene er gitt i tabell 4.5. Ingen av stasjonene er forurenset av Ba.

Sedimentlaget ved 1-3 cm og 3-6 cm er analysert på to stasjoner og på referansestasjonen. Ba konsentrasjonene er på samme nivå som i det øverste 0-1 cm laget.

Stolpediagram av Ba innholdet i sedimentene er gitt i figur 4.2.

Konsentrasjonene av tungmetallene er lave, og forhøyde verdier er ikke funnet. Cd er påvist på alle stasjonene, men verdiene er lave og ligger fra 0,01 til 0,05 mg/kg. Hg er bare analysert på to stasjoner og på referansestasjonen. Konsentrasjonene er lave, 0,02 mg/kg.

Følgende variasjon er funnet på Castor (øverste 0-1 cm laget), verdiene er gitt i mg/kg:

	Castor	Referansestasjon
Ba	14 - 29	14
Cr	5,9 - 9,0	5,9
Cu	1,5 - 3,0	1,5
Pb	5,1 - 8,1	5,2
Zn	11 - 17	11
Cd	0,02 - 0,05	0,02
Hg	0,02	0,02

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.5. Castor, metaller (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Prøve	Ba 2001	Cd 2001	Cr 2001	Cu 2001	Hg 2001	Pb 2001	Zn 2001
CA 01 0°/250 m	1	27	0,03	7,3	2,3	0,02	7,0	14
	2	19	0,03	7,1	2,3	0,02	7,0	14
	3	23	0,02	5,9	1,7	0,02	5,8	11
	middel	23	0,02	6,7	2,1	0,02	6,6	13
	SD	4	0,00	0,8	0,4	0,00	0,7	2
	1-3cm, #1	22	0,02	9,4	2,8	0,02	8,1	17
CA 02 0°/500 m	3-6cm, #1	16	0,02	7,4	2,0	0,02	5,8	13
	1	25	0,03	8,4	3,0		8,4	17
	2	34	0,02	6,8	2,1		6,2	13
	3	21	0,03	8,2	2,7		7,8	16
	middel	27	0,03	7,8	2,6	na	7,4	15
	SD	6	0,00	0,9	0,4	-	1,1	2
CA 03 0°/1000 m	1	25	0,02	7,3	2,4		7,5	14
	2	37	0,02	8,4	2,8		7,5	16
	3	19	0,02	7,4	2,4		6,9	14
	middel	27	0,02	7,7	2,5	na	7,3	15
CA 04 0°/2000 m	SD	9	0,00	0,6	0,3	-	0,3	1
	1	17	0,02	6,6	2,1	0,02	6,5	13
	2	19	0,02	7,7	2,5	0,02	7,3	15
	3	18	0,02	7,0	2,1	0,02	6,6	13
	middel	18	0,02	7,1	2,2	0,02	6,8	14
	SD	1	0,00	0,6	0,2	0,00	0,4	1
CA 05 90°/250 m	1-3cm, #1	23	0,02	8,4	2,3	0,02	6,9	15
	3-6cm, #1	17	0,02	7,3	2,0	0,02	6,1	14
	1	18	0,02	7,1	2,3		7,2	14
	2	17	0,02	6,8	2,1		6,3	13
	3	17	0,02	6,6	1,9		5,7	12
	middel	17	0,02	6,8	2,1	na	6,4	13
CA 06 90°/500 m	SD	1	0,00	0,3	0,2	-	0,7	0,7
	1	24	0,02	7,0	2,4		6,5	13
	2	20	0,02	7,2	2,1		6,4	13
	3	19	0,03	7,2	2,5		6,6	14
	middel	21	0,02	7,1	2,3	na	6,5	14
CA 07 90°/1000 m	SD	2	0,01	0,1	0,2	-	0,1	0,5
	1	24	0,03	8,3	2,8		7,6	17
	2	19	0,02	7,6	2,4		7,1	15
	3	22	0,02	8,3	2,7		8,0	16
	middel	22	0,02	8,0	2,6	na	7,6	16
CA 08 90°/2000 m	SD	3	0,00	0,4	0,2	-	0,5	1
	1	27	0,03	8,2	2,7		7,8	16
	2	23	0,02	9,4	3,0		8,0	18
	3	38	0,03	9,4	3,2		8,5	18
	middel	29	0,03	9,0	3,0	na	8,1	17
	SD	8	0,00	0,7	0,2	-	0,4	1

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.5 forts.

Stasjon	Prøve	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
		2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001
CA 09 180°/250 m	1	20	0,02	7,1	2,3		6,8	13
	2	15	0,02	6,4	1,7		5,9	12
	3	28	0,02	8,3	2,5		7,6	16
	middel	21	0,02	7,3	2,2	na	6,8	14
	SD	7	0,00	0,9	0,4	-	0,8	2
CA 10 180°/500 m	1	14	0,02	5,9	1,7		5,6	11
	2	18	0,03	7,2	2,3		6,7	14
	3	22	0,02	7,0	2,0		6,1	13
	middel	18	0,03	6,7	2,0	na	6,1	13
	SD	4	0,00	0,7	0,3	-	0,5	1
CA 11 180°/1000 m	1	20	0,03	7,4	2,3		6,7	14
	2	18	0,02	7,1	2,1		6,5	14
	3	20	0,03	7,4	2,4		7,0	15
	middel	19	0,03	7,3	2,3	na	6,7	14
	SD	1	0,01	0,2	0,2	-	0,3	0,5
CA 12 180°/2000 m	1	27	0,03	6,5	1,9		6,4	13
	2	15	0,01	5,9	1,6		5,1	10
	3	16	0,02	5,4	1,4		4,0	9,4
	middel	19	0,02	5,9	1,6	na	5,1	11
	SD	7	0,01	0,6	0,3	-	1,2	2
CA 13 Ref 180°/8000m	1	14	0,02	6,0	1,6	0,02	5,2	11
	2	11	0,02	5,3	1,2	0,01	4,6	9,3
	3	15	0,01	5,6	1,5	0,02	5,2	10
	4	16	0,02	6,9	2,0	0,02	5,8	12
	5	12	0,02	5,5	1,4	0,02	5,0	9,7
	middel	14	0,02	5,9	1,5	0,02	5,2	11
	SD	2	0,00	0,6	0,3	0,00	0,4	1
	1-3cm, #5	15	0,02	7,2	1,9	0,02	6,5	13
3-6cm, #5	19	0,02	7,3	2,2	0,02	6,5	14	
CA 14 270°/250m	1	19	0,02	7,6	2,2		6,7	14
	2	23	0,02	8,3	2,5		7,3	16
	3	19	0,02	8,1	2,4		7,3	15
	middel	21	0,02	8,0	2,4	na	7,1	15
	SD	2	0,00	0,4	0,1	-	0,3	1
CA 15 270°/500m	1	19	0,02	7,8	2,2		7,0	14
	2	21	0,02	8,3	2,1		6,6	14
	3	21	0,03	8,2	2,5		7,1	17
	middel	20	0,02	8,1	2,3	na	6,9	15
	SD	1	0,00	0,3	0,2	-	0,3	1
CA 16 270°/1000m	1	19	0,10	8,0	2,3		6,9	15
	2	31	0,02	8,2	2,4		7,3	15
	3	17	0,02	6,4	1,7		5,3	11
	middel	22	0,05	7,5	2,1	na	6,5	14
	SD	7	0,04	1,0	0,3	-	1,1	2

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.5 forts.

Stasjon	Prøve	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
		2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001
CA 17 270°/2000m	1	30	0,05	8,4	2,5		7,9	16
	2	25	0,02	8,8	2,7		8,0	16
	3	22	0,02	8,3	2,5		7,3	15
	middel	26	0,03	8,5	2,6	na	7,7	16
	SD	4	0,02	0,3	0,1	-	0,4	0,5

na: ikke analysert

4.1.3 Konklusjon kjemi

En grunnlagsundersøkelse er gjennomført på Castor i 2001 med sedimentprøver fra 17 stasjoner.

Sedimentene består hovedsakelig av medium fin sand i grenseområdet mot fin sand. Innholdet av silt og leire varierer fra 9 % på referansestasjonen CA 13 Ref 180°/8000m til 14 % på stasjon CA 08 90°/2000m. Det er lite grus i sedimentene med maksimalt 2 %.

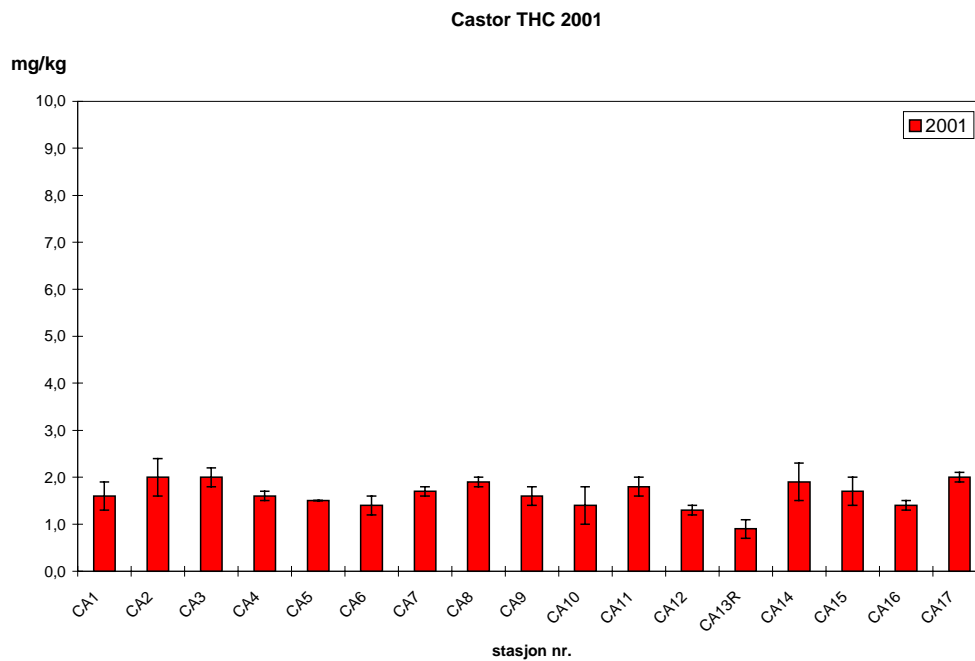
Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt på hele feltet. Konsentrasjonene varierer fra 1,0 % på stasjonene CA 10 180°/500m og referansestasjonen CA 13 Ref 180°/8000m til 1,4 % på stasjonene CA 03 0°/1000m og CA 17 270°/2000m.

Konsentrasjonene av hydrokarboner, barium og metaller er lave, og sedimentene er ikke forurenset.

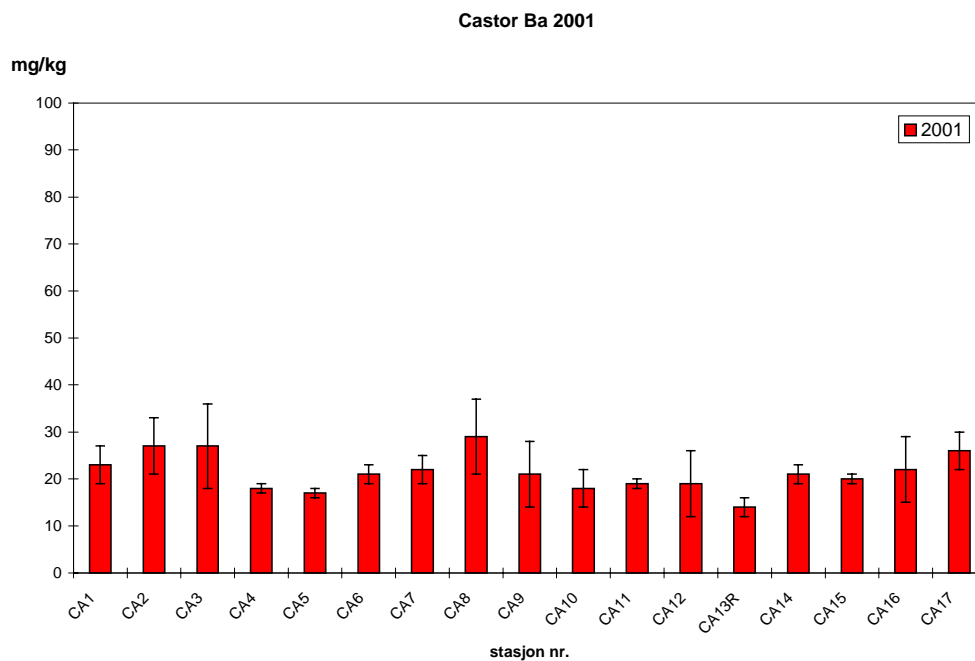
THC konsentrasjonene varierer fra 0,9 mg/kg på referansestasjonen CA 13 Ref 180°/8000m til 2,0 mg/kg på stasjonene CA 02 0°/500m, CA 03 0°/1000m og CA 17 270°/2000m.

Ba konsentrasjonene varierer fra 14 mg/kg på referansestasjonen CA 13 Ref 180°/8000m til 29 mg/kg på stasjon CA 08 90°/2000m.

Sedimentlaget ved 1-3 cm og 3-6 cm er analysert på to stasjoner og på referansestasjonen. Konsentrasjonene av hydrokarboner, Ba og metaller er på samme nivå som i det øverste 0-1 cm laget.

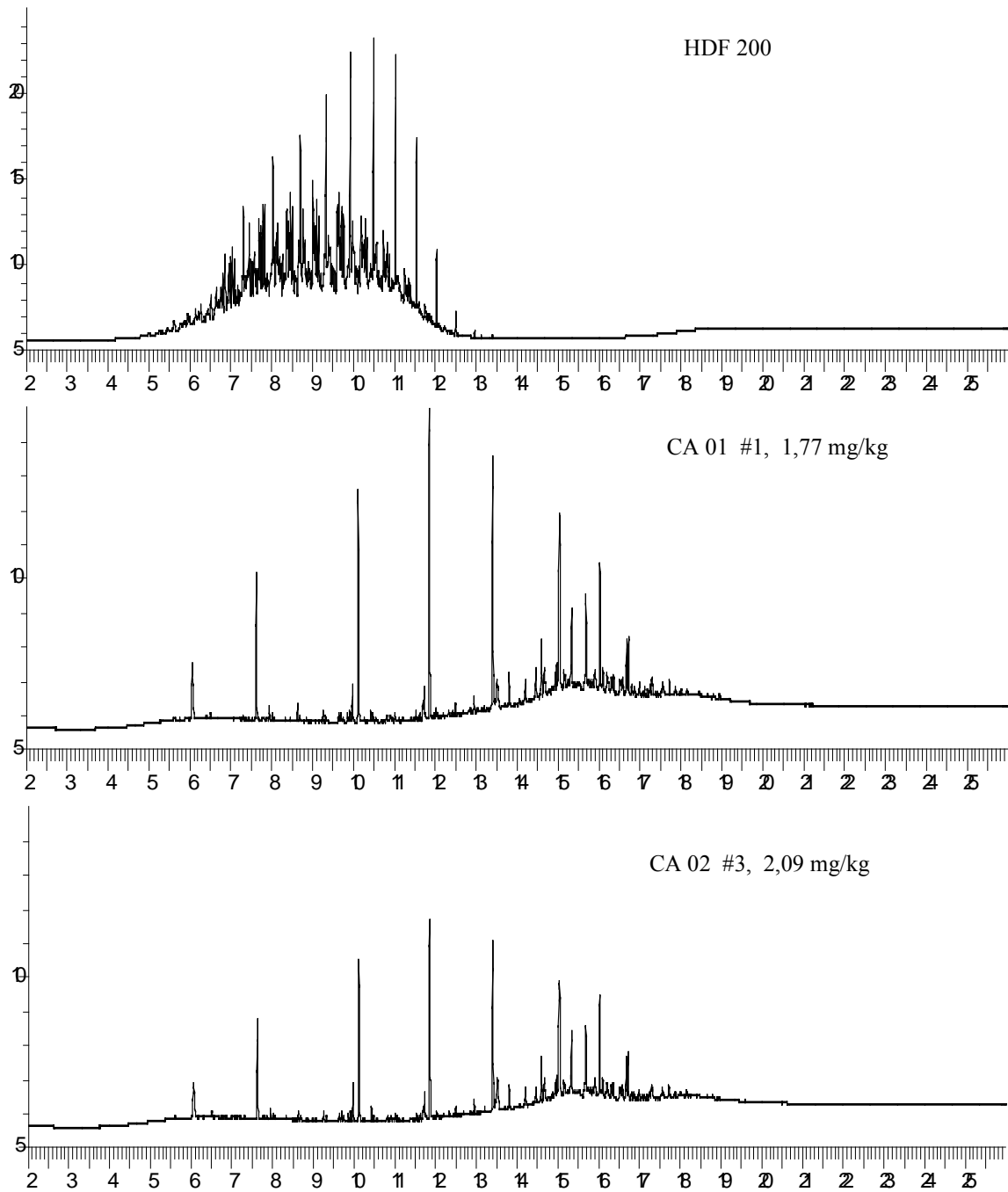


Figur 4.1. Stolpediagram av THC innholdet i sedimentene på Castor 2001



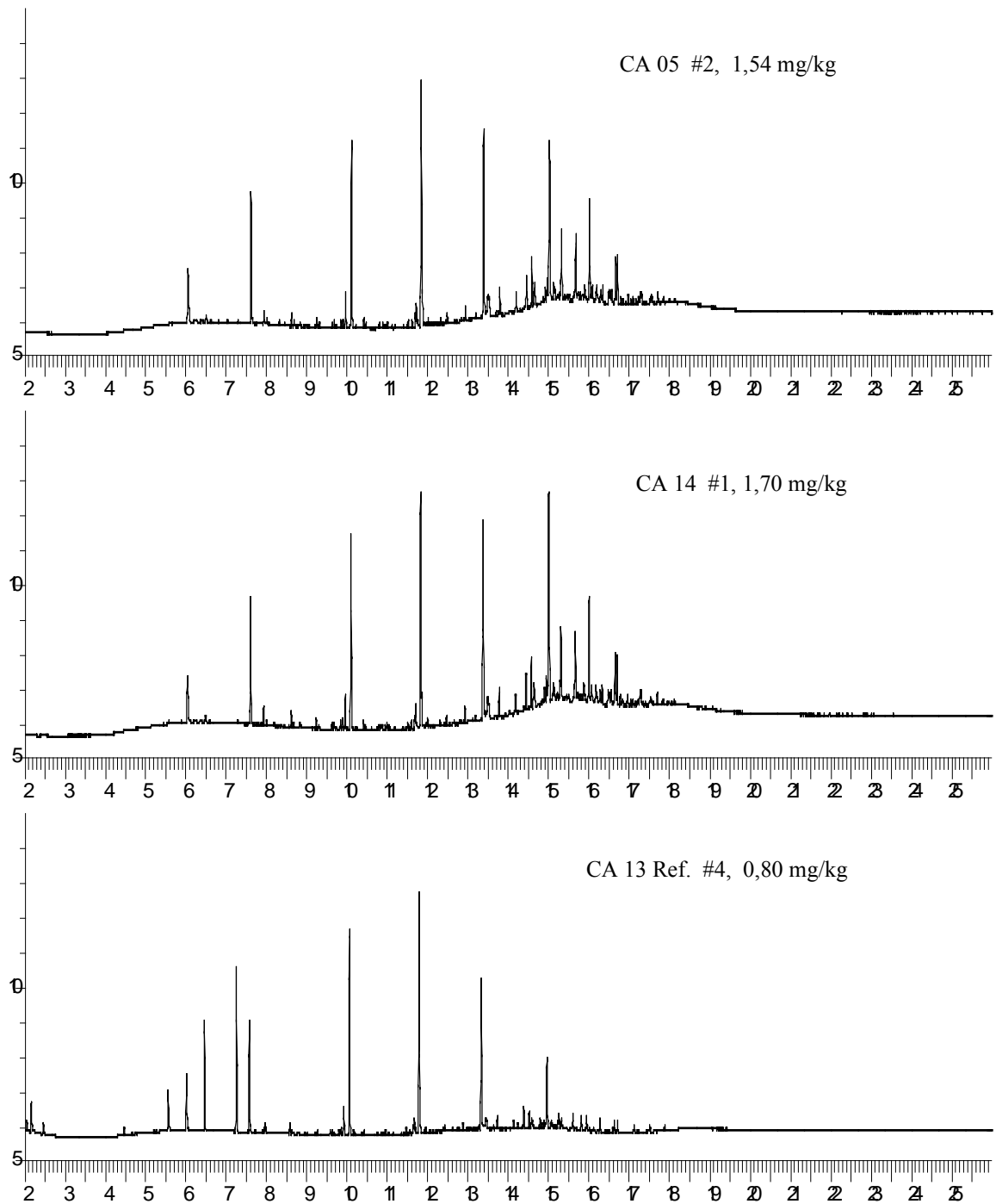
Figur 4.2. Stolpediagram av Ba innholdet i sedimentene på Castor 2001

TEKNISK RAPPORT



Figur 4.3. Gasskromatogram av sedimentprøver fra Castor i 2001

TEKNISK RAPPORT

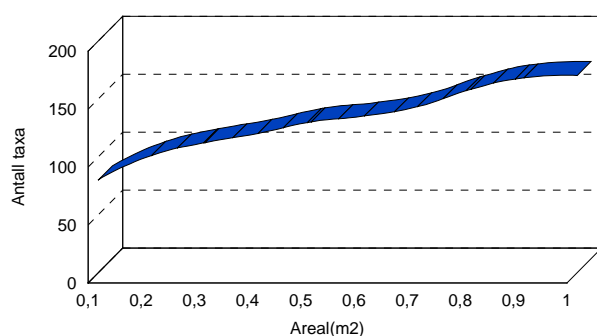


Figur 4.3. forts.

4.2 Biologiske analyser

4.2.1 Prøvetakingseffektivitet

Kumulativt antall arter* plottet mot antall grabber for referansestasjonen er vist i figur 4.4. Arealet øker med 0,1m² per grabb. Kurven viser en fortsatt stigning opp til 10 grabber, dvs. at 10 grabber ikke er nok til å dekke det totale antall arter i området. Kurven viser også at antall arter økte med ca. 40 arter fra 5 til 10 grabber.



Figur 4.4. Kumulativt antall arter plottet mot antall grabber på referansestasjon, Castor 2001.

4.2.2 Antall arter, fordeling mellom dyregrupper, diversitet og jevnhet

Det ble samlet prøver fra i alt 17 stasjoner. Stasjonskart (som utbredtsside) finnes i Appendiks F. Totalt ble det funnet 21399 individer som ble identifisert til 369 arter. Artsliste er gitt i Appendiks B. Fordelingen mellom hovedgrupper er vist i tabell 4.6.

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

Sammensetningen av faunaen kan relateres til naturlig variasjon av miljøparametre som dyp og sediment-type, samtidig som den kan relateres til forurensningsparametre som f.eks. metall- og hydrokarboninnhold i sedimentet. Bunnfauna nær olje- og gassinntallinger 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.

Tabell 4.6. Antall arter fordelt mellom hovedgruppen, Castor 2001.

Dyregrupper	Arter		Individer	
	Antall	%	Antall	%
Varia	17	4,6	822	3,8
Børstemark	146	39,6	15694	73,3
Krepsdyr	102	27,6	2719	12,7
Bløtdyr	86	23,3	1940	9,1
Pigghuder	18	4,9	224	1,0
Totalt	369	100,0	21399	100,0

I tabell 4.7 er det gitt en oversikt over dyp, antall arter og individer (per 0,5 m²), diversitet (H'), jevnhet (J) og forventet antall arter per 100 individer (ES₁₀₀).

* Med arter menes ulike taxa dvs. laveste nivå et individ er bestemt til.

TEKNISK RAPPORT

Antall arter per stasjon (0,5 m²) varierer fra 126 (Ca 10) til 165 (Ca 15). Antall individer per stasjon varierte fra 836 (Ca 13B) til 1498 (Ca 7).

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') varierte fra 5,2 (Ca 4) til 6,0 (Ca 11, 15 og 13B). Pielous jevnhetsindeks var 0,8 på de fleste stasjoner med unntak av stasjon Ca 4 som hadde en jevnhetsindeks på 0,7.

Antall arter i en "rarefaction" kurve representert med 100 individer (dvs. forventet antall arter i en prøve på 100 individer, kalt ES₁₀₀) brukes som et standardisert diversitetsmål. Generelt vil verdier under 20 indikere at bunnfaunasamfunnet er forstyrret. ES₁₀₀ verdiene basert på Hurlberts rarefaction beregninger varierte fra 40 (Ca 4) til 51 (Ca 13B).

Indeksverdiene er høye og generelt sett indikerer høye diversitets- og jevnhetsindekser et uforstyrret bunnfaunasamfunn.

Tabell 4.7. Dyp, antall arter (S) og antall individer (N) per 0,5 m², Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), Pielous jevnhetsindeks (J) og ES₁₀₀, Castor 2001.

Stasjon	Retning/avstand	Dyp	S	N	H'	J	ES ₁₀₀
CA 1	0°/250	173	127	918	5,8	0,8	48
CA 2	0°/500	177	148	1211	5,9	0,8	49
CA 3	0°/1000	177	161	1145	5,7	0,8	46
CA 4	0°/2000	179	140	1371	5,2	0,7	40
CA 5	90°/250	177	148	1299	5,7	0,8	46
CA 6	90°/500	177	161	1430	5,8	0,8	47
CA 7	90°/1000	178	142	1498	5,6	0,8	44
CA 8	90°/2000	174	146	1201	5,7	0,80	47
CA 9	180°/250	179	148	1277	5,5	0,8	44
CA 10	180°/500	180	126	1088	5,4	0,8	43
CA 11	180°/1000	172	143	911	6,0	0,8	50
CA 12	180°/2000	178	137	1085	5,7	0,8	45
CA 14	270°/250	175	161	1424	5,9	0,8	48
CA 15	270°/500	177	165	1295	6,0	0,8	49
CA 16	270°/1000	180	145	1207	5,6	0,8	44
CA 17	270°/2000	180	144	1241	5,5	0,8	44
CA 13A (REF.)	180°/8000	173	130	962	5,9	0,8	48
CA 13B (REF.)	180°/8000	173	141	836	6,0	0,8	51

4.2.3 Artssammensetning og tetthet av individer

På Castor utgjorde de ti dominerende arter på hver stasjon fra 42 % (Ca 11) til 60 % (Ca 4). Den dominante arten utgjorde fra 8 % (Ca 13A) til 17 % (Ca 9), se "ti på topp liste" i tabell 4.8.

TEKNISK RAPPORT

Arter som gikk hyppig igjen var bl.a. børstemarkene *Spiophanes kroyeri*, *Paramphinome jeffreysii*, *Exogone verugera* og *Euchone incolor* samt krepsdyret *Vargula norvegica*. Alle artene nevnt ovenfor er blandingsstrateger med unntak av børstemarken *E. incolor* som er en suspensjonstrateg. Disse artene trives på leire- og sandbunn (blandingsbunn).

Tabell 4.8. Ti på topp liste, Castor 2001.

Ca 1	Antall	%	Cum.%	Ca 2	Antall	%	Cum.%
<i>Spiophanes kroyeri</i>	144	15,69	15,69	<i>Spiophanes kroyeri</i>	134	11,07	11,07
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	49	5,34	21,03	<i>Myriochele fragilis</i>	102	8,42	19,49
<i>Exogone verugera</i>	40	4,36	25,39	<i>Exogone verugera</i>	62	5,12	24,61
<i>Phisidia aurea</i>	32	3,49	28,88	<i>Chone spp.</i>	60	4,95	29,56
<i>Chone spp.</i>	31	3,38	32,26	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	48	3,96	33,52
<i>Scionella lornensis</i>	25	2,72	34,98	<i>Jasmineira spp.</i>	36	2,97	36,49
<i>Tharyx sp.</i>	24	2,61	37,59	<i>Macrocypriis minna</i>	30	2,48	38,97
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	23	2,51	40,10	<i>Tharyx sp.</i>	27	2,23	41,20
<i>Aricidea spp.</i>	22	2,40	42,50	<i>Euchone incolor</i>	26	2,15	43,35
<i>Heteromastus filiformis</i>	19	2,07	44,57	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	24	1,98	45,33
Ca 3	Antall	%	Cum.%	Ca 4	Antall	%	Cum.%
<i>Spiophanes kroyeri</i>	125	10,92	10,92	<i>Euchone incolor</i>	219	15,97	15,97
<i>Euchone incolor</i>	120	10,48	21,40	<i>Myriochele fragilis</i>	166	12,11	28,08
<i>Myriochele fragilis</i>	105	9,17	30,57	<i>Spiophanes kroyeri</i>	153	11,16	39,24
<i>Exogone verugera</i>	57	4,98	35,55	<i>Vargula norvegica</i>	80	5,84	45,08
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	49	4,28	39,83	<i>Exogone verugera</i>	66	4,81	49,89
<i>Jasmineira spp.</i>	33	2,88	42,71	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	30	2,19	52,08
<i>Vargula norvegica</i>	28	2,45	45,16	<i>Phisidia aurea</i>	29	2,12	54,20
<i>Thyasira obsoleta</i>	27	2,36	47,52	<i>Chone spp.</i>	27	1,97	56,17
<i>Aricidea spp.</i>	26	2,27	49,79	<i>Chaetozone sp.</i>	26	1,90	58,07
<i>Chaetozone setosa</i>	26	2,27	52,06	<i>Aricidea spp.</i>	24	1,75	59,82
Ca 5	Antall	%	Cum.%	Ca 6	Antall	%	Cum.%
<i>Euchone incolor</i>	147	11,32	11,32	<i>Spiophanes kroyeri</i>	141	9,86	9,86
<i>Spiophanes kroyeri</i>	133	10,24	21,56	<i>Euchone incolor</i>	131	9,16	19,02
<i>Myriochele fragilis</i>	79	6,08	27,64	<i>Myriochele fragilis</i>	83	5,80	24,82
<i>Vargula norvegica</i>	64	4,93	32,57	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	80	5,59	30,41
<i>Exogone verugera</i>	61	4,70	37,27	<i>Exogone verugera</i>	77	5,38	35,79
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	54	4,16	41,43	<i>Vargula norvegica</i>	50	3,50	39,29
<i>Chone spp.</i>	37	2,85	44,28	<i>Phisidia aurea</i>	42	2,94	42,23
<i>Aricidea spp.</i>	34	2,62	46,90	<i>Chaetozone sp.</i>	36	2,52	44,75
<i>Phisidia aurea</i>	30	2,31	49,21	<i>Chone spp.</i>	35	2,45	47,20
<i>Polycirrus spp.</i>	24	1,85	51,06	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	31	2,17	49,37
Ca 7	Antall	%	Cum.%	Ca 8	Antall	%	Cum.%
<i>Spiophanes kroyeri</i>	169	11,28	11,28	<i>Spiophanes kroyeri</i>	174	14,49	14,49
<i>Euchone incolor</i>	149	9,95	21,23	<i>Euchone incolor</i>	82	6,83	21,32
<i>Myriochele fragilis</i>	118	7,88	29,11	<i>Vargula norvegica</i>	71	5,91	27,23
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	84	5,61	34,72	<i>Exogone verugera</i>	53	4,41	31,64
<i>Vargula norvegica</i>	72	4,81	39,53	<i>Jasmineira spp.</i>	41	3,41	35,05
<i>Exogone verugera</i>	50	3,34	42,87	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	39	3,25	38,30
<i>Thyasira obsoleta</i>	37	2,47	45,34	<i>Chone spp.</i>	37	3,08	41,38
<i>Pseudopolydora paucibranch.</i>	31	2,07	47,41	<i>Thyasira obsoleta</i>	33	2,75	44,13
<i>Lanassa venusta</i>	30	2,00	49,41	<i>Myriochele fragilis</i>	27	2,25	46,38
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	29	1,94	51,35	<i>Chaetozone sp.</i>	26	2,16	48,54

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.8. forts.

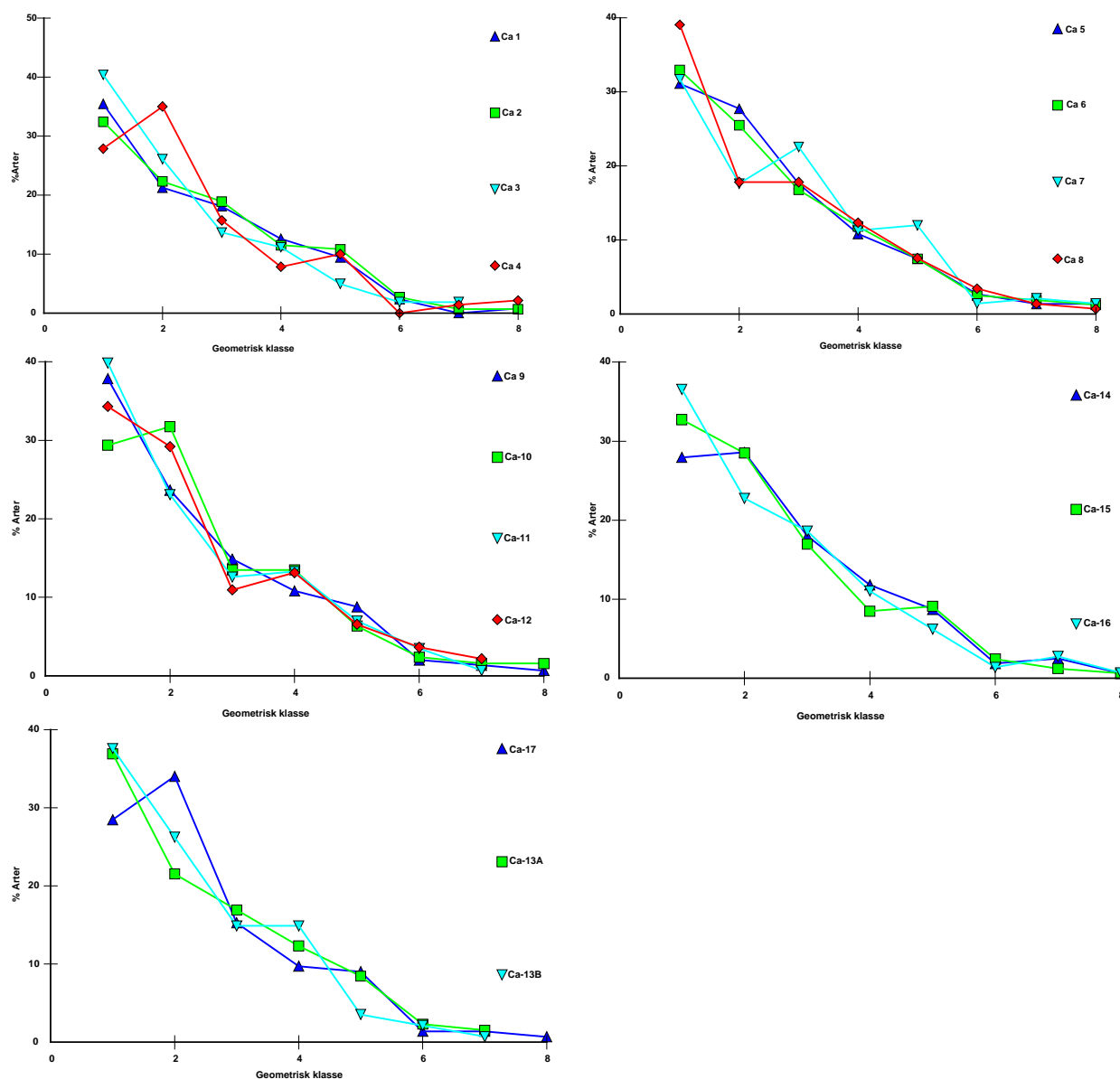
Ca 9	Antall	%	Cum.%	Ca 10	Antall	%	Cum.%
Euchone incolor	216	16,91	16,91	Spiophanes kroyeri	150	13,79	13,79
Spiophanes kroyeri	122	9,55	26,46	Euchone incolor	136	12,50	26,29
Myriochele fragilis	81	6,34	32,80	Myriochele fragilis	79	7,26	33,55
Exogone verugera	54	4,23	37,03	Exogone verugera	66	6,07	39,62
Vargula norvegica	54	4,23	41,26	Vargula norvegica	37	3,40	43,02
Paramphinome jeffreysii	42	3,29	44,55	Onchnesoma steenstrupi	34	3,13	46,15
Jasmineira spp.	30	2,35	46,90	Paramphinome jeffreysii	34	3,13	49,28
Chaetozone sp.	28	2,19	49,09	Chone spp.	26	2,39	51,67
Onchnesoma steenstrupi	25	1,96	51,05	Terebellides stroemi	20	1,84	53,51
Polycirrus spp.	25	1,96	53,01	Lanassa venusta	20	1,84	55,35
Ca 11	Antall	%	Cum.%	Ca 12	Antall	%	Cum.%
Spiophanes kroyeri	93	10,21	10,21	Spiophanes kroyeri	121	11,15	11,15
Exogone verugera	50	5,49	15,70	Euchone incolor	86	7,93	19,08
Myriochele fragilis	44	4,83	20,53	Paramphinome jeffreysii	73	6,73	25,81
Euchone incolor	39	4,28	24,81	Exogone verugera	61	5,62	31,43
Chone spp.	33	3,62	28,43	Chone spp.	47	4,33	35,76
Vargula norvegica	32	3,51	31,94	Jasmineira spp.	47	4,33	40,09
Scalibregma inflatum	25	2,74	34,68	Onchnesoma steenstrupi	34	3,13	43,22
Chaetozone sp.	23	2,52	37,20	Myriochele fragilis	33	3,04	46,26
Paramphinome jeffreysii	22	2,41	39,61	Levinsenia gracilis	25	2,30	48,56
Aricidea spp.	18	1,98	41,59	Thyasira obsoleta	23	2,12	50,68
Ca 14	Antall	%	Cum.%	Ca 15	Antall	%	Cum.%
Spiophanes kroyeri	169	11,87	11,87	Spiophanes kroyeri	141	10,89	10,89
Euchone incolor	101	7,09	18,96	Euchone incolor	89	6,87	17,76
Myriochele fragilis	96	6,74	25,70	Myriochele fragilis	88	6,80	24,56
Exogone verugera	69	4,85	30,55	Paramphinome jeffreysii	60	4,63	29,19
Paramphinome jeffreysii	67	4,71	35,26	Exogone verugera	54	4,17	33,36
Vargula norvegica	44	3,09	38,35	Vargula norvegica	45	3,47	36,83
Aricidea spp.	37	2,60	40,95	Pseudopolydora paucibranch.	44	3,40	40,23
Thyasira obsoleta	35	2,46	43,41	Phisidia aurea	27	2,08	42,31
Myriochele danielsseni	28	1,97	45,38	Jasmineira spp.	26	2,01	44,32
Chone spp.	28	1,97	47,35	Chaetozone sp.	24	1,85	46,17
Ca 16	Antall	%	Cum.%	Ca 17	Antall	%	Cum.%
Spiophanes kroyeri	149	12,34	12,34	Spiophanes kroyeri	200	16,12	16,12
Euchone incolor	121	10,02	22,36	Myriochele fragilis	115	9,27	25,39
Myriochele fragilis	77	6,38	28,74	Euchone incolor	92	7,41	32,80
Exogone verugera	71	5,88	34,62	Exogone verugera	58	4,67	37,47
Vargula norvegica	66	5,47	40,09	Paramphinome jeffreysii	48	3,87	41,34
Paramphinome jeffreysii	45	3,73	43,82	Chaetozone sp.	31	2,50	43,84
Jasmineira spp.	41	3,40	47,22	Onchnesoma steenstrupi	30	2,42	46,26
Aricidea spp.	30	2,49	49,71	Chone spp.	30	2,42	48,68
Chone spp.	28	2,32	52,03	Vargula norvegica	30	2,42	51,10
Harpinia pectinata	23	1,91	53,94	Thyasira obsoleta	26	2,10	53,20
Ca 13A	Antall	%	Cum.%	Ca 13B	Antall	%	Cum.%
Euchone incolor	76	7,90	7,90	Spiophanes kroyeri	108	12,92	12,92
Spiophanes kroyeri	67	6,96	14,86	Exogone verugera	45	5,38	18,30
Exogone verugera	57	5,93	20,79	Myriochele fragilis	39	4,67	22,97
Vargula norvegica	53	5,51	26,30	Vargula norvegica	37	4,43	27,40
Paramphinome jeffreysii	37	3,85	30,15	Paramphinome jeffreysii	30	3,59	30,99
Chone spp.	31	3,22	33,37	Jasmineira spp.	30	3,59	34,58
Myriochele fragilis	30	3,12	36,49	Euchone incolor	26	3,11	37,69
Lanassa venusta	25	2,60	39,09	Aricidea spp.	18	2,15	39,84
Harpinia pectinata	25	2,60	41,69	Chone spp.	17	2,03	41,87
Chaetozone sp.	24	2,49	44,18	Onchnesoma steenstrupi	15	1,79	43,66

TEKNISK RAPPORT

4.2.4 Log-normal fordeling

Log-normal plott er vist i figur 4.5. Kurvene viser en log-normal distribusjon av individer blant arter (i geometriske klasser). I følge Gray (1982) gir log-normal plott en god statistisk beskrivelse av faunamønsteret og i upåvirkede områder finnes et stort antall arter representert med ett individ og kurvens hale får form som en normalkurve. I moderat påvirkede områder passer ikke dataene lenger normalkurven og klare artsgrupper blir fremtredende. Fortsatt påvirkning resulterer i en nedgang av sjeldne arter og flere fremtredende artsgrupper.

Kurvene i figur 4.5 viser et relativt uforstyrret samfunn, med et høyt startpunkt på Y-aksen og rask tilnærming mot X-aksen med økende geometrisk klasse.



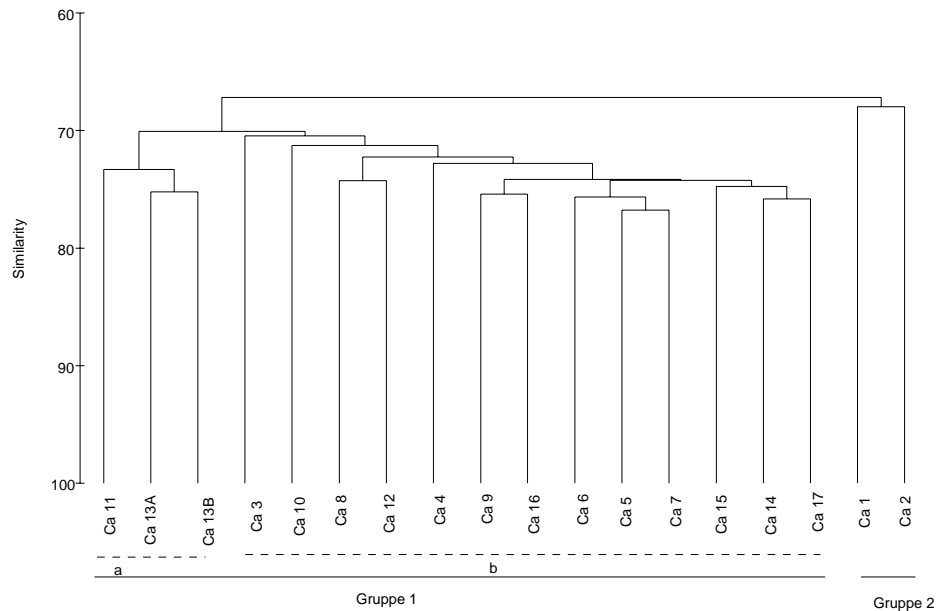
Figur 4.5. Log-normal plott, Castor 2001.

4.2.5 Likhetsanalyser

Klassifikasjon og ordinasjon

Klassifikasjon og ordinasjon er gjennomført både på grabbnivå og på stasjonsnivå.

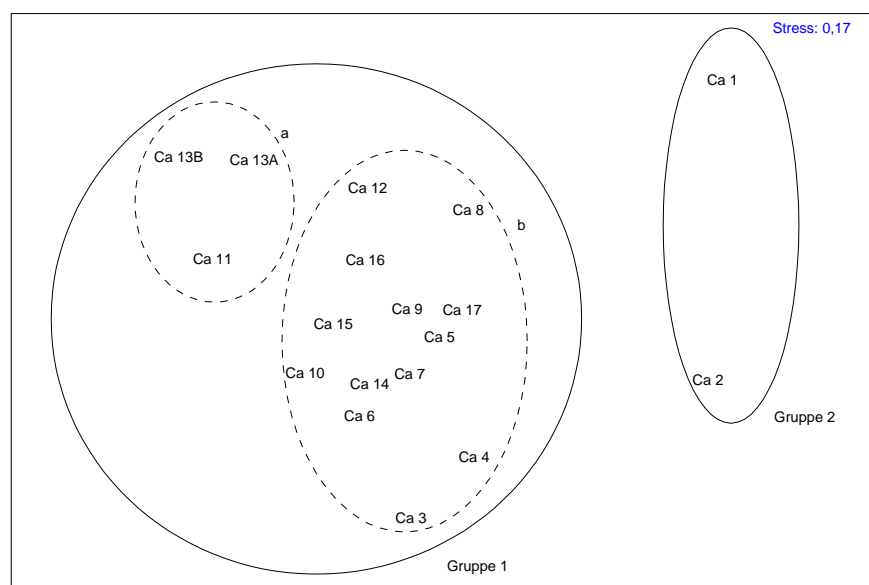
Dendrogrammet på grabbnivå er vist i Appendiks E og viser at de fleste grabbene inndeler seg ved en likhet på ca. 50 %. Dendrogrammet på stasjonsnivå er vist i figur 4.6. Stasjonene kan grovt inndeles i 2 hovedgrupper ved ca. 67 %. Stasjon Ca 1 (0°/ 250 m) og Ca 2 og (0°/500 m) danner gruppe 2, mens de øvrige stasjonene utgjør gruppe 1 ved en likhet på ca. 70 %. Gruppe 1 kan videre deles i to undergrupper; a og b, hvorav a består av referansestasjonen Ca 13 180°/8000 m og Ca 11 180°/ 1000m.



Figur 4.6. Dendrogram stasjonsnivå, Castor 2001.

MDS-plottet i figur 4.7 underbygger inndelingen i dendrogrammet.

TEKNISK RAPPORT



Figur 4.7. MDS-plott stasjonsnivå, Castor 2001.

SIMPER, et program for sammenligning mellom gruppene, beregner gjennomsnittlig ulikhet/likhet mellom grupperingene (og stasjonene) og angir hvilke arter som bidrar mest til ulikheten mellom gruppene. Den gjennomsnittlige likhet i %, innen og mellom gruppene, er vist i tabell 4.9 og 4.10.

Tabell 4.9. Gjennomsnittlig faunalikhet i % innen og mellom gruppene, Castor 2001.

	Gruppe 1	Gruppe 2
Gruppe 1	68	
Gruppe 2	67	72

Tabell 4.10. Gjennomsnittlig faunalikhet i % innen og mellom undergruppene 1a og 1b, Castor 2001.

	Gruppe 1a	Gruppe 1b
Gruppe 1a	74	
Gruppe 1b	70	73

Stasjonene i gruppe 1 skiller seg fra stasjonene i gruppe 2 bl.a. p.g.a. en gjennomsnittlig større mengde av børstemarkene *E. incolor* og *Pseudopolydora paucibranchiata* samt krepsdyret *V. norvegica*. Stasjonene i gruppe 2 har en gjennomsnittlig større mengde av pølseormen *Sipuncula norvegica* og børstemarkene *Tharyx* sp. og *Chone* spp.. *E. incolor* og *Chone* spp. er typiske suspensjonstrategier.

TEKNISK RAPPORT

De øvrige artene som er nevnt er blandingsstrateger. *Tharyx* sp. og *P. paucibranchiata* er typiske indikatorarter for belastning, og *P. paucibranchiata* er kjent som en sterk indikator, men antallet er for lite til at dette kan tilskrives belastning. Imidlertid kan dette samt det relativt høye antallet *E. incolor* (som ofte øker i mengde med en viss organisk belastning) i gruppe 1 skyldes en større tilgang på organisk materiale og forskjeller i sedimenttype. Alle artene nevnt ovenfor trives på denne type bunn.

En videre analyse mellom undergruppe a og b i gruppe 1 viser at det er en sterk dominans av børstemarkene *E. incolor*, *Myriochele fragilis* og *S. kroyeri* i undergruppe b som bidrar til å skille disse to undergruppene fra hverandre. Undergruppe a består av referansestasjonen (13A og B) samt Ca 11.

Korrelasjon mellom fauna og miljøfaktorer ble undersøkt ved hjelp av en Bioenv-analyse. Høyeste korrelasjonsverdi (0,43) ble funnet mellom fauna og en kombinasjon av faktorene dyp, gjennomsnittlig kornstørrelse (MD), andel silt og leire og barium. Faunaen på feltet var relativt lik (de fleste stasjonene hadde en likhet på ca. 70 %), noe som bidrar til at dyp (som også varierer lite på feltet) kommer frem i analysen som en av faktorene som korrelerer med fauna. I følge Clarke & Ainsworth (1993) kan en korrelasjonsverdi på 0,8 betraktes som optimal.

4.2.6 Konklusjon biologi

Artssammensetningen og høye diversitetsindekser indikerer en uforstyrret frisk fauna i Castorområdet. De multivariate analysene viser at sedimenttype har innvirkning på faunasamfunnet i Castorområdet.

4.3 Samlet vurdering

Sedimentene på Castor består hovedsakelig av medium fin sand i grenseområdet mot fin sand. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt på hele feltet. Konsentrasjonene av hydrokarboner, barium og metaller er lave, og sedimentene er ikke forurenset.

Bunnfaunasamfunnet kan beskrives som uforstyrret. Endringer i fauna mellom stasjoner kan i stor grad tilskrives sedimentet på de enkelte stasjoner.

5 REFERANSER

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

Clarke, K.R. and M. Ainsworth, 1993: A method of linking multivariate community structure to environmental variables. Mar. Ecol. Prog. Ser., Vol. 92. pp. 205-219.

Det Norske Veritas og SINTEF, 2001. Miljøundersøkelse på Haltenbanken Region IV 2000, rapport nr. 2001-0376.

Det Norske Veritas, 2001. Toktrappreport. Regional miljøundersøkelse i region III og Haltenbanken, rapport nr. 2001-0910.

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

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.

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.

Kruskal, J.B. & Wish, M., 1978: Multidimensional scaling. Sage Publishers. California. 93 s.

Lance, G. N. & W.T. Williams, 1967: A general theory of classificatory sorting strategies. II. Clustering systems. -Computer Jour. 10: 271-277.

Statens forurensningstilsyn, retningslinjer 99:01. Miljøovervåking av petroleumsvirksomheten på norsk sokkel.

Stevenson, W. 1973. Proc. Soc. Qd, 84:73-86

Warwick, R.M. & Clarke, K.R., 1992. Comparing the severity of disturbance: a metaanalysis of marine macrobenthic community data. Mar.ecol.Prog.Ser. 92:221-231

Warwick, R.M. & Clarke, K.R., 1991. A comparison of some methods for analysing changes in benthic community structure. Jour.Mar.Biol.Ass U.K. 71:225-244

- o0o -

APPENDIKS

A UTDRAG AV TOKTRAPPORT

\\osl20\RN590\SANO\59000384\Rapport\Endelig rapport\utdrag_av_toktrapport_castor_2001.doc

- o0o -

APPENDIKS

B

DNV PRØVINGSRAPPORT (BIOLOGI)

[\\osl20\rn590\compan\2002_01\02aaaamh.doc](#)

- o0o -

Castor	Ca 1	Ca 2	Ca 3	Ca 4	Ca 5	Ca 6	Ca 7	Ca 8	Ca 9	Ca 10	Ca 11	Ca 12	Ca 14	Ca 15	Ca 16	Ca 17	Ca 13A	Ca 13B
CNIDARIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HYDROZOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrozoa sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
Acaulis primarius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Corymorpha nutans	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
PHORONIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phoronis muelleri	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANTHOZOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Edwardsia sp.	5	5	1	4	4	1	10	5	3	8	2	2	3	6	2	5	2	3
Cerianthus lloydii	0	2	1	4	3	8	3	1	4	3	2	1	2	6	1	0	2	2
Isidella lofotensis	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SIPUNCULIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Golfingia spp.	0	1	1	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0
Phascolion strombi	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Onchnesoma steenstrupi	23	24	24	22	19	31	29	23	25	34	17	34	17	16	18	30	11	15
Onchnesoma squamatum	3	4	2	7	2	2	5	5	2	6	2	3	2	2	4	7	1	1
Sipunculus norvegicus	11	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aspidosiphon muelleri	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ASCIDIACEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asciacea spp.	3	1	1	2	0	5	0	3	1	4	0	0	0	0	0	2	0	0
NEMERTINI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nemertea spp.	8	16	11	11	6	4	7	10	7	7	3	10	9	7	9	6	3	9
PLATYHELMINTHES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Platyhelminthes spp.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANNELIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OLIGOCHAETA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta spp.	1	2	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	8	2	1	2	1	1
POLYCHAETA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aphroditidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hermonia hystrix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Polynoidea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Harmothoe fragilis/impar	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Harmothoe sp.	0	0	1	1	1	1	3	0	2	2	2	1	3	0	1	0	0	1
Sigalionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phloe inornata	0	3	4	2	2	1	2	0	1	0	0	5	1	0	2	1	1	1
Phyllocidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protomystides exigua	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
Pseudomystides limbata	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyllococe groenlandica	2	0	2	3	3	2	4	2	0	0	1	0	6	0	6	4	4	4
Phyllococe rosea	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Chaetoparia nilssoni	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Nereiphylla lutea	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paranaitis wahlbergi	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Eumida sp. (arctica ?)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Eteone longa	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Eteone barbata	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sige oliveri	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sige fusigera	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyllococe laminosa	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyllococidae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
Glyceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glycera lapidum	7	4	3	6	11	5	5	7	6	3	15	11	9	7	6	5	10	9
Goniadidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Goniada maculata	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	3	1	2	2	0	1	1
Goniada norvegica	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Goniadella bobretzkii	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Sphaerodoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaerodorum gracilis	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Hesionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nereimyra punctata	0	2	0	0	1	1	2	1	0	1	2	1	1	0	0	0	0	1
Kefersteinia cirrata	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Syllidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Typosyllis variegata	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Typosyllis armillaris	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Langerhansia cornuta	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trypanosyllis coeliaca	0	0	1	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Pionosyllis sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0
Exogone verugeta	40	62	57	66	61	77	50	53	54	66	50	61	69	54	71	58	57	45
Exogone hebes	0	1	0	2	3	3	2	1	1	3	1	3	2	2	1	1	2	0
Exogone sp.(lang antenne)	1	3	2	5	2	4	1	0	4	3	3	2	6	3	6	3	2	1
Nephtyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nephtys hystericis	4	6	4	3	4	3	5	7	4	3	4	4	11	5	4	9	6	4
Nephtys longosetosa	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Nephtys paradoxa	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphinomidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hermodice carunculata	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paramphinome jeffreysii	49	48	49	30	54	80	84	39	42	34	22	73	67	60	45	48	37	30
Onuphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nothria conchylega	0	0	1	0	0	1	4	2	0	0	0	2	0	1	1	0	1	2
Paradiopatra quadricuspis	0	8	1	3	5	2	3	7	6	3	2	2	3	3	4	4	0	1
Rhamphobranchium brevibrachiatum	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
Eunice pennata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1	0
Aponuphis bilineata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
Lumbrineridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Castor	Ca 1	Ca 2	Ca 3	Ca 4	Ca 5	Ca 6	Ca 7	Ca 8	Ca 9	Ca 10	Ca 11	Ca 12	Ca 14	Ca 15	Ca 16	Ca 17	Ca 13A	Ca 13B
Augeneria tentaculata	4	13	4	5	6	5	4	2	6	2	8	4	7	8	5	2	3	5
Lumbrineris aniara	6	4	6	3	7	5	5	8	4	5	2	4	7	6	5	6	7	1
Abyssoninoe hibernica	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lumbrineris magnidentata	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arabellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drilonereis filum	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	1	1	0	0
Dorvilleidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protodorvillea kefersteini	6	16	5	9	11	11	8	7	8	10	10	6	4	6	12	7	2	9
Dorvilleidae sp.	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orbiinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phylo norvegica	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orbinia foetida	1	1	2	0	0	1	0	0	1	1	1	0	2	2	1	0	0	0
Paraonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aricidea spp.	22	22	26	24	34	26	29	17	22	16	18	21	37	22	30	19	16	18
Levinsenia gracilis	8	21	9	19	8	9	24	17	7	11	4	25	8	11	16	15	6	5
Paradoneis lyra	0	1	2	2	2	2	9	0	2	2	1	0	5	1	3	1	0	0
Paraonidae sp. (antenne)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0
Apistobranchidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apistobranchus tullbergi	3	0	3	3	0	6	4	2	1	0	1	3	5	1	10	1	0	2
Poecilochaetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poecilochaetus serpens	1	1	2	0	1	2	1	1	2	3	1	0	2	1	2	2	0	0
Spionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laonice cirrata	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laonice sarsi	6	2	9	3	5	5	2	9	6	3	5	3	5	3	3	5	15	6
Aonides paucibranchiata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Pseudopolydora paucibranchiata	1	5	6	2	21	19	31	12	13	8	10	12	4	44	22	3	5	6
Prionospio cirrifera	11	7	3	8	8	9	14	6	6	2	10	9	8	11	9	9	6	8
Prionospio steenstrupi	0	3	0	2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Malacoceros vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	2	0	1	1	1
Scolecopsis tridentata	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Spiophanes kroyeri	144	134	125	153	133	141	169	174	122	150	93	121	169	141	149	200	67	108
Spiophanes wigleyi	5	2	3	3	4	2	1	3	1	1	1	3	2	0	4	2	1	1
Polydora coeca	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Cirratulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caulleriella spp.	3	0	4	1	6	3	8	0	1	9	4	4	6	5	7	2	7	3
Dodecaceria dicera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetozone setosa	14	9	26	16	18	27	14	18	11	13	4	8	21	12	8	13	13	7
Chaetozone sp.	18	6	4	26	23	36	26	26	18	14	23	16	27	24	10	31	24	15
Tharyx sp.	24	27	19	5	10	14	10	6	10	3	3	10	12	8	11	8	7	8
Cirratulus cirratus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Flabelligeridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brada villosa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diplocirrus glaucus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Therochaeta flabellata	4	9	6	3	2	8	6	6	6	6	5	2	8	2	4	8	4	0
Pherusa falcata	3	5	3	0	4	4	1	2	1	3	1	2	4	1	0	3	0	5
Flabelligera affinis	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acrocirridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macrochaeta clavicornis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Macrochaeta sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Capitellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heteromastus filiformis	19	9	11	3	13	5	10	13	18	18	10	11	13	6	12	12	12	15
Notomastus spp.	18	12	10	18	16	14	19	13	15	10	14	15	14	16	19	13	16	14
Capitella capitata	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maldanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asychis biceps	4	3	1	1	0	2	1	5	3	0	1	2	2	3	1	1	1	1
Clymenura borealis	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Praxillella affinis	4	1	4	1	4	0	5	0	1	0	3	4	4	2	0	3	2	4
Lumbriclymene cylindricaudata	2	3	2	0	1	3	4	1	3	5	0	1	2	2	3	2	4	3
Maldanidae sp.	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Notoproctus sp.	0	3	2	3	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
Clymenella sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nicomache lumbricalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Nicomache sp. (?)	0	0	0	0	0	2	3	0	0	3	1	3	3	0	0	4	3	1
Opheliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ophelina acuminata	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ophelina cylindricaudata	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Ophelina abbranchiata	0	0	2	2	0	3	3	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1	1
Scalibregmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scalibregma inflatum	15	11	10	20	7	16	12	12	3	10	25	11	14	17	22	5	14	11
Lipobranchus jeffreysii	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spintheridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spinther sp.	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oweniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myriochele oculata	7	5	15	3	3	12	5	7	9	18	9	1	2	7	13	3	4	2
Myriochele fragilis	15	102	105	166	79	83	118	27	81	79	44	33	96	88	77	115	30	39
Myriochele danielsseni	2	13	11	7	5	8	4	9	12	0	4	1	28	5	6	5	6	4
Myriochele heeri	0	0	2	3	0	3	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0
Pectinariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pectinaria auricoma	1	5	2	2	1	3	3	2	5	3	1	0	1	2	1	0	0	1
Ampharetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amage auricula	1	1	1	1	2	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0
Ampharete falcata	0	0	1	5	5	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4	0	0
Ampharete lindstroemi	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3
Ampharete goesi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Castor	Ca 1	Ca 2	Ca 3	Ca 4	Ca 5	Ca 6	Ca 7	Ca 8	Ca 9	Ca 10	Ca 11	Ca 12	Ca 14	Ca 15	Ca 16	Ca 17	Ca 13A	Ca 13B
Amphitecis gunneri	1	0	3	1	0	5	3	7	1	4	2	2	1	2	3	3	1	1
Amythasides macroglossus	3	4	10	2	8	15	9	8	9	2	6	5	8	3	5	3	1	3
Anobothrus gracilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	0	0
Sosane sulcata	18	17	11	16	14	11	21	23	18	12	13	18	15	19	6	24	9	9
Eclysippe vanelli	5	0	3	1	3	3	2	4	2	0	1	1	0	0	0	2	0	0
Samytha sexcirrata	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Glyphanostomum pallescens	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samythella neglecta	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mugga wahrbergi	3	5	3	3	3	4	4	1	2	1	0	2	1	2	0	1	0	0
Sabellides octocirrata	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sosanopsis wireni	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Ampharetidae sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0
Tricobranchidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Octobranchus floriceps	14	9	8	12	22	18	20	12	17	8	8	5	18	15	8	16	5	6
Terebellides stroemi	13	16	8	9	14	12	21	13	17	20	17	15	17	17	13	16	15	1
Trichobranchus roseus	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Terebellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paramphitrite tetrabranchia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scionella lornensis	25	12	12	9	14	21	21	15	9	10	14	22	18	12	7	14	14	6
Lanassa venusta	6	4	6	4	4	17	30	5	15	20	9	6	20	14	13	8	25	12
Phisidia aurea	32	18	19	29	30	42	24	20	11	8	13	10	21	27	15	17	20	14
Amaeana trilobata	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polycirrus spp.	10	14	7	19	24	20	16	19	25	8	17	12	22	19	10	18	14	8
Streblosoma intestinale	5	2	1	0	0	1	0	0	0	0	3	2	3	2	0	1	0	0
Eupolymnia nesidensis	4	2	2	0	0	0	0	2	1	2	0	1	1	1	0	2	1	0
Eupolymnia nebulosa	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Axionice maculata	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laphania boeckii	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chone spp.	31	60	15	27	37	35	27	37	25	26	33	47	28	24	28	30	31	17
Euchone sp. (southerni ?)	9	3	15	15	9	3	5	10	4	3	1	2	2	3	7	3	2	0
Euchone incolor	12	26	120	219	147	131	149	82	216	136	39	86	101	89	121	92	76	26
Euchone papillosa	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabricia sabella	0	1	2	3	1	1	5	0	8	1	3	1	7	4	2	1	1	3
Jasmineira spp.	9	36	33	19	21	24	16	41	30	17	16	47	12	26	41	25	24	30
Potamilla sp.juv.	0	23	1	4	6	6	6	9	3	3	8	10	10	9	5	6	6	8
Potamilla sp.	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laonome kroeyeri	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serpulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroides norvegica	0	0	3	2	2	4	1	1	1	0	3	0	1	2	2	2	5	3
PYCNOIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nymphon sp.	0	1	1	1	2	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CRUSTACEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OSTRACODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vargula norvegica	16	17	28	80	64	50	72	71	54	37	32	16	44	45	66	30	53	37
Macrocypris minna	2	30	1	3	0	0	1	0	0	0	2	2	5	0	1	2	0	1
Asterope sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
TANAIDACEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Typhlotanais spp.	0	0	4	0	2	2	5	3	2	0	0	1	1	3	0	4	0	3
LEPTOSTRACA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nebalia spp.	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	2
CUMACEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eudorella truncatula	0	0	0	0	3	1	0	0	3	2	0	1	0	0	1	0	0	0
Eudorella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	2
Diastylis spp.	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Diastylis lucifera	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Diastylis echinata	0	1	4	6	6	8	4	0	0	1	3	1	0	2	1	0	1	3
Diastylis rathkei	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Diastylis spinulosa	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Campylaspis undata	1	0	1	2	3	0	2	1	2	5	2	2	4	5	1	3	2	2
Campylaspis rubicunda	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
Campylaspis horrida	0	0	1	2	0	0	2	3	1	0	1	0	0	2	1	2	2	2
Campylaspis sulcata	0	2	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Leptostylis macrura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Diastylodes serrata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Diastylodes biplicata	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Cyclaspis longicaudata	2	3	2	2	2	1	1	0	0	3	0	0	2	1	0	1	0	1
Hemilamprops assimilis	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hemilamprops roseus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hemilamprops uniplicata	1	0	2	3	1	0	4	1	1	7	0	0	0	5	2	3	2	1
Hemilamprops cristata	0	0	1	2	0	2	1	1	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0
ISOPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desmosoma sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Eurycope sp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Eurydice spp.	17	16	17	13	19	21	22	18	24	14	14	16	20	17	14	15	18	15
Natatolana borealis	0	2	4	5	3	1	0	2	1	0	0	2	3	2	3	4	0	0
Gnathia oxyurea	0	5	1	0	1	5	2	5	2	2	0	1	3	1	2	2	0	2
Gnathia sp.	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Munna spp.	0	6	2	1	3	3	4	0	1	4	0	1	1	6	0	2	2	0
Iolella lacinata	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Janira maculosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Echinozone coronata	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calathura brachiata	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Ilyarachna longicornis	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0

Castor	Ca 1	Ca 2	Ca 3	Ca 4	Ca 5	Ca 6	Ca 7	Ca 8	Ca 9	Ca 10	Ca 11	Ca 12	Ca 14	Ca 15	Ca 16	Ca 17	Ca 13A	Ca 13B
Macrostylis spinifera	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macrostylis longiremis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Nannoniscus oblongus	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ischnomesus bispinosus	0	1	0	0	1	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dendrotion spinosum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	3	1	1	0	0
AMPHIPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Harpinia antennaria	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Harpinia crenulata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Harpinia pectinata	11	24	13	9	14	23	14	17	16	14	17	18	23	21	23	23	25	10
Eriopisa elongata	5	11	4	3	9	11	11	6	6	2	7	4	5	4	1	13	3	2
Ampelisca spp.	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3	1	0	0	0	0
Ampelisca aequicornis/anomala	3	0	1	0	0	2	0	1	4	1	1	0	1	1	0	1	0	0
Ampelisca gibba	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	3	0	1	1	0	1	2
Ampelisca amblyops	0	0	5	0	5	1	4	3	2	4	4	9	7	2	2	4	5	5
Ampelisca odontoplax	0	4	1	4	1	0	0	1	0	2	4	3	3	0	0	0	1	5
Ampelisca tenuicornis	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ampelisca macrocephala	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ampelisca diadema	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ischyrocerus megacheir	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liljeborgia fissicornis	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lysianassa plumosa	0	3	0	0	1	7	4	2	3	4	2	2	3	3	1	1	1	1
Amphipoda spp.	1	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Tmetonyx cicada	1	2	2	4	0	1	1	10	2	1	0	3	1	1	1	1	14	0
Tmetonyx similis	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Westwoodilla caecula	0	2	1	5	3	0	2	2	0	1	0	0	2	1	2	2	0	1
Tryphosites longipes	0	0	1	3	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	4	1	3	1
Orchomene amblyops	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bathymedon sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Cressa minuta	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paradulichia typica	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Urothoe elegans	5	8	6	6	2	4	4	7	5	4	7	10	6	6	5	2	19	6
Haploops setosa	2	0	0	0	3	4	1	5	2	0	0	2	3	3	2	3	1	0
Byblis gaimardi/longicornis	10	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	1	4
Byblis crassicornis	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0
Hippomedon denticulatus	0	1	7	1	0	1	1	1	0	2	0	0	0	5	2	0	1	1
Atylus smittii	0	2	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
Atylus nordlandicus	0	0	0	2	0	3	3	1	1	1	1	1	2	0	0	0	1	1
Dulichia spp.	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	2	2	2	0	0	1
Dulichioptis nordlandica	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Synchelidium spp.	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	0
Leptophoxus falcatus	0	1	0	1	1	2	0	2	2	3	2	0	0	0	1	0	1	0
Unciola planipes	0	0	1	3	2	2	0	1	1	0	1	3	1	1	4	2	10	7
Gitana sp.	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Laetmatophilus tuberculatus	0	0	4	4	0	3	1	0	2	3	0	0	1	2	0	0	0	3
Autoneo megacheir	0	0	4	2	0	3	1	0	1	0	1	0	3	1	1	2	1	1
Paraphoxus oculatus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Amphilocheus manudens	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	2	2	1	2	1	0
Nicippe tumida	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	4	0	0	2
Melphidippa sp.	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3	1	1	2	2	1	0	0	2
Stegoplax longirostris	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Monoculodes sp.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Monoculodes subnudus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Menigrates obtusifrons	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Themisto spp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Bruzelia tuberculata	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Ischyrocerus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Gammaropsis sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1
Themisto sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
Siphonocetes sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Orchomene sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Eusirus longipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Tryphosella nanoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Gitanopsis bispinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Syrrohoe crenulata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Perrierella audouiniana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Gammaridae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Decapoda sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
MOLLUSCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAUDOFOVEATA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caudofoveata sp.	1	4	0	2	0	0	1	0	1	1	0	0	0	2	2	3	0	0
APLACOPHORA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoderma nitidulum	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0
POLYPLACOPHORA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptochiton alveolus	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptochiton cf. sarsi	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
GASTROPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROSOBRANCHIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Admete viridula	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Anatoma crispata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Buccinidae ind. (Embr.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Capulus ungaricus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Colpodaspis pusilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Eulima bilineata	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3	1	1	1	0	0	0
Eulimidae sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Castor	Ca 1	Ca 2	Ca 3	Ca 4	Ca 5	Ca 6	Ca 7	Ca 8	Ca 9	Ca 10	Ca 11	Ca 12	Ca 14	Ca 15	Ca 16	Ca 17	Ca 13A	Ca 13B
Haliella stenostoma	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Laeocochlis sinistrata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Lunatia montagui	2	2	3	1	3	0	4	0	1	0	2	4	2	4	2	2	2	3
Lunatia pallida	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melanella sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cryptonatica affinis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Oenopota violacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Oenopota cancellata	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0
Oenopota decussata	0	0	0	1	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oenopota spitzbergensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Puncturella noachina	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Skenea basistriata	0	1	0	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Solariella amabilis	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
Trichotropis borealis	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Trophonopsis barvicensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Typhlomangelia nivalis	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vitreolina philippii	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Acteon tornatilis	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cylichna alba	1	1	1	0	0	4	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	2	3
Diaphana minuta	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Eulimella scillae	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Philine scabra	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Philine sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Scaphander lignarius	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Scaphander punctostriatus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
NUDIBRANCHIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nudibranchia sp.	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BIVALVIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abra longicallus	0	2	0	0	0	2	0	2	1	2	0	0	1	2	0	3	0	0
Abra nitida	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Abra prismatica	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Astarte cf. crenata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Astarte sulcata auct.	6	0	0	6	6	10	6	5	4	7	17	6	0	6	2	5	8	8
Astarte sp.juv.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Arctica islandica	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bathyarca pectunculoides	1	8	3	10	5	7	7	4	13	6	5	8	12	17	5	9	7	1
Cerastoderma minimum	3	4	0	3	6	2	3	1	4	0	6	1	9	2	2	2	4	2
Cuspidaria lamellosa	3	3	2	2	7	4	4	2	3	1	2	0	2	4	0	3	5	2
Cuspidaria rostrata	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Cyclopecten subimbrifer	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Dacrydium ockelmanni	8	4	8	1	11	6	8	9	11	4	5	7	5	13	5	3	14	14
Gari costulata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hiatella sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0
Kelliella miliaris	0	4	2	0	1	1	1	0	1	2	3	1	3	3	0	2	1	3
Lyonsiella abyssicola	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
Limatula gwyni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0
Limatula subauriculata	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Limatula sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limopsis cf. cristata	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Limopsis cf. minuta	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Limopsis sp.	0	0	1	0	0	0	0	2	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1
Modiolula phaseolina	2	0	3	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	3	3	1
Notolimea sarsi	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	2
Nucula tumidula	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Nuculoma corticata	1	4	3	2	8	7	4	4	4	3	11	7	6	13	3	4	8	7
Poromya granulata	0	4	0	0	2	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0
Similipecten similis	2	0	0	0	2	1	0	0	1	2	1	2	3	2	3	0	2	0
Thyasira croulinensis	4	8	9	7	9	9	10	8	6	8	13	8	14	4	7	11	8	4
Thyasira eumyaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Thyasira ferruginea	2	1	0	1	7	4	4	5	1	3	0	4	6	6	3	6	7	8
Thyasira granulosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Thyasira obsoleta	18	20	27	17	19	15	37	33	21	18	11	23	35	12	16	26	7	14
Thyasira succisa	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	1	0	1	7	0	0	0	0
Timoclea ovata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Yoldiella acuminata	0	2	3	1	2	1	3	1	2	0	0	2	2	0	2	0	0	0
Yoldiella lucida	2	2	0	4	4	5	0	5	10	2	6	15	14	20	8	0	4	2
Yoldiella nana	3	5	1	3	3	7	9	9	8	0	4	1	5	9	4	4	1	3
Yoldiella subaequilatera	5	9	6	10	6	3	14	5	1	1	3	2	5	14	1	1	3	1
Yoldiella tomlini	2	4	0	3	3	8	2	1	3	0	9	2	1	6	5	2	3	7
Yoldiella sp.juv.	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0
Bivalvia indet spp	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SCAPHOPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antalis agile	3	5	3	2	3	3	0	0	3	1	2	0	2	1	2	2	0	2
Antalis entale	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Antalis cf. occidentale	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Cadulus sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Entalina quinquangularis	0	1	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Pulsellum lofotense	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1
ECHINODERMATA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ASTEROIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asterioidea spp.juv.	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	2	0	0	1	1	0	1
Poraniomorpha sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asterias sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudarchaster parelii	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0

Castor	Ca 1	Ca 2	Ca 3	Ca 4	Ca 5	Ca 6	Ca 7	Ca 8	Ca 9	Ca 10	Ca 11	Ca 12	Ca 14	Ca 15	Ca 16	Ca 17	Ca 13A	Ca 13B
OPHIUROIDEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ophiura affinis	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ophiura sarsii	0	3	0	1	2	0	0	2	1	1	3	2	0	2	2	0	0	2
Ophiura carnea	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ophiura robusta	0	0	0	0	0	7	4	0	1	1	2	1	4	4	1	1	0	0
Ophiuroidea spp.juv	4	6	3	2	6	2	17	1	4	4	4	3	16	3	6	6	3	4
Amphipholis squamata	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	1	0
Ophiopholis aculeata	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Ophiactis abyssicola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ECHINOIDEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinocardium cordatum	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinocardium flavescens	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Spatangidae spp.juv.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brisaster fragilis	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Spatangus purpureus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Labidoplax buskii	0	2	1	0	2	0	3	4	3	2	2	2	4	4	1	1	3	3

APPENDIKS

C

ANALYSERAPPORT - KJEMI

VEDLEGG C

ANALYSERAPPORT



Begge laboratoriene - SINTEF Kjemi, avd Miljøteknologi og analyse og avd Miljø - er akkreditert av Norsk Akkreditering for å utføre kjemiske analyser under akkrediteringsnummer P032 og P091. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.

Analysene er utført av:

Kornstørrelsefordeling:	Oddveig M. Bakken og Liv-Guri Faksness september til oktober 2001
THC, TOM og opparbeiding:	Frøydis Oreld og Tone Øfsti august til desember 2001
NPD, PAH, dekaliner:	Hilde Drangsholt oktober til desember 2001
Metaller:	Øivind Kvalvåg og Knut Ødegård juni til oktober 2001

Kvalitetsansvarlige:

Kornstørrelsefordeling:	Alf G. Melbye
Kjemiske analyser:	Nina Gjøs

Analysene av dekaliner er ikke akkreditert.

Opplysninger om måleusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

Restmaterialet av sedimentprøvene oppbevares frossent i 2 år hos SINTEF Kjemi, Forskningsveien 1, Oslo.

INNHALDSFORTEGNELSE VEDLEGG C

1. KVALITETSSIKRING	32
1.1 Kornstørrelsefordeling	32
1.2 Totalt organisk materiale	34
1.3 Kjemiske analyser	34
2. ANALYSERESULTATER	37
Tabeller med: Kornstørrelsefordeling Totalt organisk materiale Hydrokarboner Metaller	
Gasskromatogram.	

1. KVALITETSSIKRING

1.1 Kornstørrelsefordeling

Sertifiserte referansematerialer fra NIST (SRM 1004a: 40-170 μm and SRM 1018b: 220-750 μm) ble benyttet for å kontrollere siktene. Disse ble analysert før og etter analysene av de aktuelle prøvene (to paralleller av hver). I tillegg ble 10 prøver av en husstandard (Baskarp 15) analysert i løpet av prosjektperioden, og resultatene er gitt i tabell 1.1 og 1.2.

Tabell 1.1. Kornstørrelsefordeling, husstandard 2001 (% av tørrvekt)

Prøve	Median diameter MD Φ	Klassifisering	Silt og leire	Sand	Grus	St. avvik SD Φ	Skjevhet Sk Φ	Kurtosis K Φ
Ny Hus-std 1	2,97	Fin sand	1,0	99,0	0,0	0,48	0,02	1,04
Ny Hus-std 2	2,98	Fin sand	0,9	99,1	0,0	0,48	0,01	1,03
Ny Hus-std 3	2,97	Fin sand	1,1	98,9	0,0	0,48	0,02	1,03
Ny Hus-std 4	2,98	Fin sand	1,6	98,4	0,0	0,48	0,00	1,05
Ny Hus-std 5	2,89	Fin sand	0,6	99,4	0,0	0,49	0,00	1,02
Ny Hus-std 6	2,93	Fin sand	1,0	99,0	0,0	0,48	0,03	1,04
Ny Hus-std 7	2,97	Fin sand	1,4	98,6	0,0	0,48	0,00	1,05
Ny Hus-std 8	3,01	Fin sand	1,3	98,7	0,0	0,49	-0,02	1,04
Ny Hus-std 9	2,94	Fin sand	1,6	98,4	0,0	0,48	0,03	1,05
Ny Hus-std 10	2,97	Fin sand	1,2	98,8	0,0	0,48	0,00	1,04
Gjennomsnitt	2,96	Fin sand	1,2	98,8	0,0	0,48	0,01	1,04
Standard avvik	0,03		0,3	0,3	0,0	0,00	0,02	0,01

Tabell 1.2. Vekt av størrelsefraksjon og kumulativ vekt% fordeling

Ny Hus-std 1					Ny Hus-std 2				
Diameter (μm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter (μm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0	2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,00	0,0	0,0	1000	0	0,00	0,0	0,0
500	1	0,01	0,1	0,1	500	1	0,01	0,1	0,1
355	1,5	0,01	0,1	0,2	355	1,5	0,00	0,0	0,1
250	2	0,19	1,9	2,1	250	2	0,20	2,0	2,1
180	2,5	1,13	11,2	13,3	180	2,5	1,12	11,2	13,3
125	3	3,94	39,1	52,4	125	3	3,86	38,6	51,8
90	3,5	3,59	35,7	88,1	90	3,5	3,63	36,3	88,1
63	4	1,10	10,9	99,0	63	4	1,10	11,0	99,1
<63	8	0,10	1,0	100,0	<63	8	0,09	0,9	100,0
		10,1	100,0				10,0	100,0	

forts.

Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0	2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,00	0,0	0,0	1000	0	0,00	0,0	0,0
500	1	0,00	0,0	0,0	500	1	0,01	0,1	0,1
355	1,5	0,01	0,1	0,1	355	1,5	0,01	0,1	0,2
250	2	0,20	2,0	2,1	250	2	0,22	2,1	2,2
180	2,5	1,19	11,8	13,9	180	2,5	1,22	11,4	13,7
125	3	3,89	38,7	52,6	125	3	4,03	37,7	51,4
90	3,5	3,60	35,8	88,4	90	3,5	3,99	37,3	88,7
63	4	1,06	10,5	98,9	63	4	1,04	9,7	98,4
<63	8	0,11	1,1	100,0	<63	8	0,17	1,6	100,0
		10,1	100,0				10,7	100,0	

husstd 5					husstd 6				
Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0	2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,01	0,1	0,1	1000	0	0,00	0,0	0,0
500	1	0,01	0,1	0,2	500	1	0,00	0,0	0,0
355	1,5	0,02	0,2	0,4	355	1,5	0,02	0,2	0,2
250	2	0,31	3,1	3,5	250	2	0,26	2,6	2,8
180	2,5	1,54	15,2	18,7	180	2,5	1,34	13,2	15,9
125	3	4,08	40,3	59,0	125	3	4,02	39,5	55,4
90	3,5	3,32	32,8	91,8	90	3,5	3,52	34,6	90,0
63	4	0,77	7,6	99,4	63	4	0,92	9,0	99,0
<63	8	0,06	0,6	100,0	<63	8	0,10	1,0	100,0
		10,1	100,0				10,2	100,0	

husstd 7					husstd 8				
Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0	2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,01	0,1	0,1	1000	0	0,00	0,0	0,0
500	1	0,00	0,0	0,1	500	1	0,00	0,0	0,0
355	1,5	0,01	0,1	0,2	355	1,5	0,01	0,1	0,1
250	2	0,21	2,0	2,2	250	2	0,20	1,9	2,0
180	2,5	1,20	11,3	13,4	180	2,5	1,17	11,1	13,1
125	3	4,11	38,6	52,0	125	3	3,83	36,4	49,5
90	3,5	3,97	37,2	89,2	90	3,5	4,00	38,0	87,5
63	4	1,00	9,4	98,6	63	4	1,18	11,2	98,7
<63	8	0,15	1,4	100,0	<63	8	0,14	1,3	100,0
		10,7	100,0				10,5	100,0	

husstd 9					husstd 10				
Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0	2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,01	0,1	0,1	1000	0	0,00	0,0	0,0
500	1	0,00	0,0	0,1	500	1	0,01	0,1	0,1
355	1,5	0,01	0,1	0,2	355	1,5	0,01	0,1	0,2
250	2	0,24	2,3	2,5	250	2	0,21	2,1	2,3
180	2,5	1,32	12,7	15,2	180	2,5	1,17	11,5	13,8
125	3	4,13	39,6	54,8	125	3	3,89	38,4	52,2
90	3,5	3,69	35,4	90,1	90	3,5	3,77	37,2	89,4
63	4	0,86	8,2	98,4	63	4	0,95	9,4	98,8
<63	8	0,17	1,6	100,0	<63	8	0,12	1,2	100,0
		10,4	100,0				10,1	100,0	

1.2. Totalt organisk materiale

Kalsiumkarbonat ble varmet opp til 480 °C sammen med sedimentprøvene. Resultatene viser at vekttapet som kan skyldes innhold av karbonater i sedimentene, er minimalt, idet 99.86 % ble gjenvunnet (for 4 målinger var midlere vekttap 0,14 % og SD 0,01). En husstandard blir analysert regelmessig, og resultatene plottet inn på kontrollkort (2 SD = 8 %).

En sammenligning med et annet laboratorium er foretatt. To sedimentprøver er analysert, og resultatene gir meget god overensstemmelse. Resultatene er gitt i tabell 1.3.

Tabell 1.3. Kvalitetskontroll for totalt organisk materiale (TOM)

Prøve	SINTEF	Eksternt laboratorium
Sedimentprøve 1, Hus-4	8,46±0,23 % (n=4)	8,08±0,28 % (n=3)
Sedimentprøve 2	0,38±0,01 % (n=17)	0,39±0,01 % (n=6)

1.3. Kjemiske analyser

Kvalitetskontroll for hydrokarboner

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

Husstandarder analyseres regelmessig, og resultatene plottes inn på kontrollkort.

Nøyaktigheten av THC analysen kontrolleres ved å tilsette kjente mengder av referanseoljen HDF 200 til et rent sediment og beregne gjenvinningen. Nøyaktigheten dokumenteres også ved deltagelse i den internasjonale ringtesten SETOC.

Nøyaktigheten av NPD og PAH analysene kontrolleres ved analyse av et sertifisert referanse-materiale, og også ved analyse av en skiferolje som inneholder sertifiserte mengder av pyren og fluoranten. I tillegg analyseres sedimentprøver fra ringtesten SETOC og en privat ringtest er utført med to eksterne laboratorier. Repeterbarheten kontrolleres ved analyse av tre parallelle sedimentprøver tilsatt kjente mengder av referanseoljene.

Resultatene er gitt i tabell 1.4 og 1.5.

Tabell 1.4. Kvalitetskontroll for Totalmengde hydrokarboner

Prøve	THC mg/kg
Husstandard	
THC-mini	8,2 ± 0,6
Hus-4	122 ± 8
Sertifisert ref.materiale	
”TPH in soil”	
THC 199-426 mg/kg	275
Sammenlignende laboratorieprøving*	
SETOC 01-1 # 1	174 (130)
# 2	571 (510)
# 3	141 (99)
# 4	116 (66)

*: SETOC medianverdi i parentes

Tabell 1.5. Kvalitetskontroll for NPD og PAH

Prøve	NPD mg/kg			PAH mg/kg		
	SINTEF	Ekstern lab. 1	Ekstern lab. 2	SINTEF	Ekstern lab. 1	Ekstern lab. 2
Husstandard						
Hus-4	4,94 ± 0,44	-	-	6,15 ± 0,41	-	-
Sertifisert ref.materiale*						
1) RTC CRM 103-100				7,30 (6,92)		
PAH	-	-	-		-	-
2) Shale oil NBS 1580						
Pyren	-	-	-	95 ± 1 (104 ± 18)	-	-
Fluoranten	-	-	-	57 ± 1 (54 ± 10)	-	-
Benzo(a)pyren	-	-	-	21 ± 1 (21 ± 6)	-	-
Sammenlignende lab.prøving**						
1) SETOC 01-2 # 1	-	-	-	14,7 (12,2)	-	-
# 2	-	-	-	3,85 (3,35)	-	-
# 3	-	-	-	7,43 (6,42)	-	-
# 4	-	-	-	0,15 (0,14)	-	-
2) Privat sammenligning						
Hus-2	4,81 ± 0,52	5,95 ± 0,04	4,13	5,55 ± 0,16	7,22 ± 0,17	5,96

*: analysert i 2000, sertifisert verdi i parentes

**: SETOC medianverdi i parentes

Kvalitetskontroll for metaller (NS 4770)

Alle reagenser er av graden pro analyse. Et sertifisert referansemateriale og blindprøver blir analysert sammen med prøvene i hver analyserunde. I de rapporterte verdiene er blindprøver ikke trukket ifra.

De sertifiserte verdiene gjelder total opplutning. Sertifiserte verdier for NS 4770 (partiell opplutning) finnes ikke. På laboratoriet er det imidlertid etablert en ”referanseverdi” for partiell opplutning ved analyse av det sertifiserte referansematerialet i perioden 1997-2000. Prøvene blir analysert på nytt dersom resultatene for referansematerialet ligger utenfor visse krav, se tabell 1.6. Variasjonen gjelder forskjellen mellom resultatene for NBS 1646a, som er analysert sammen med prøvene, og den etablerte ”referanseverdien” for partiell opplutning.

Nøyaktighet og reproduserbarhet kontrolleres ved analyse av det sertifiserte referansematerialet, se tabell 1.7.

Tabell 1.6. Analysekrav for metaller

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

Tabell 1.7. Analyse av sertifisert referansemateriale - NBS 1646a (mg/kg tørt sediment)
Oppslutning med salpetersyre (NS 4770)

Element	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
Metode	ICP	GFAAS	ICP	ICP	CVAAS	ICP	ICP
Målt verdi 2001	21,8	0,129	21,5	9,2	0,04	8,4	36,5
Etablerte referanseverdier, partiell oppslutning, SINTEF 1997-2000	23,8	0,141	21,2	9,4	0,04	8,1	38,3
“Gjenfinning”	92 %	91 %	101 %	98 %	98 %	104 %	95 %

2. ANALYSERESULTATER

Sedimentkarakterisering - Kjemiske analyser - Gasskromatogram

Tabell 2.1. Castor, Kornstørrelsefordeling

Stasjon	Fordelingsparametre 2001		Kornfordeling (% tørrvekt) 2001		
	Median diameter	Klassifisering	Silt og leire	Sand	Grus
CA 01 0°/ 250 m	2,20	Medium sand	9,9	89,3	0,9
CA 02 0°/ 500 m	2,50	Fin sand	13,0	86,8	0,2
CA 03 0°/1000 m	2,31	Medium sand	12,2	86,1	1,7
CA 04 0°/2000 m	2,30	Medium sand	11,0	89,0	0,0
CA 05 90°/ 250 m	2,49	Medium sand	12,5	87,5	0,0
CA 06 90°/ 500 m	2,36	Medium sand	12,1	86,9	1,0
CA 07 90°/1000 m	2,43	Medium sand	12,8	86,9	0,2
CA 08 90°/2000 m	2,47	Medium sand	13,7	85,9	0,4
CA 09 180°/ 250 m	2,38	Medium sand	12,5	86,9	0,6
CA 10 180°/ 500 m	2,27	Medium sand	10,1	87,4	2,4
CA 11 180°/1000 m	2,44	Medium sand	12,3	86,8	0,9
CA 12 180°/2000 m	2,28	Medium sand	10,4	89,6	0,0
CA 13 Ref 180°/8000m	2,16	Medium sand	8,9	90,4	0,7
CA 14 270°/ 250m	2,31	Medium sand	11,1	88,8	0,1
CA 15 270°/ 500m	2,34	Medium sand	11,5	87,5	1,0
CA 16 270°/1000m	2,28	Medium sand	10,4	89,6	0,0
CA 17 270°/2000m	2,50	Fin sand	13,0	87,0	0,0
Gjennomsnitt (uten ref.)	2,35	Medium sand	11,6	87,8	0,6
Standard avvik	0,09		1,2	1,2	0,7

Tabell 2.2. Castor, Median partikkeldiameter, standard avvik, skjevhet og kurtosis

Stasjon	MD Φ	SD Φ	Sk Φ	K Φ
CA 01 0°/ 250 m	2,20	1,33	0,20	1,97
CA 02 0°/ 500 m	2,50	1,35	0,26	2,07
CA 03 0°/1000 m	2,31	1,49	0,18	2,01
CA 04 0°/2000 m	2,30	1,36	0,22	1,89
CA 05 90°/ 250 m	2,49	1,34	0,26	2,12
CA 06 90°/ 500 m	2,36	1,39	0,23	2,00
CA 07 90°/1000 m	2,43	1,46	0,21	2,02
CA 08 90°/2000 m	2,47	1,52	0,22	1,83
CA 09 180°/ 250 m	2,38	1,38	0,25	2,03
CA 10 180°/ 500 m	2,27	1,39	0,14	2,00
CA 11 180°/1000 m	2,44	1,39	0,22	2,13
CA 12 180°/2000 m	2,28	1,32	0,22	1,95
CA 13 Ref 180°/8000m	2,16	1,37	0,13	1,79
CA 14 270°/ 250m	2,31	1,34	0,24	2,00
CA 15 270°/ 500m	2,34	1,37	0,22	2,16
CA 16 270°/1000m	2,28	1,35	0,20	1,89
CA 17 270°/2000m	2,50	1,37	0,27	2,03
Gjennomsnitt (uten ref.)	2,37	1,38	0,22	2,01
Standard avvik	0,09	0,06	0,03	0,09

Tabell 2.3. Castor, Vekt av størrelsesfraksjon og kumulativ vekt% fordeling

CA 01 0°/ 250 m					CA 02 0°/ 500 m				
Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,07	0,9	0,9	2000	-1	0,02	0,2	0,2
1000	0	0,14	1,7	2,6	1000	0	0,11	1,3	1,5
500	1	0,62	7,6	10,2	500	1	0,37	4,4	5,9
355	1,5	0,78	9,5	19,7	355	1,5	0,53	6,3	12,2
250	2	1,68	20,5	40,2	250	2	1,18	14,0	26,2
180	2,5	2,01	24,6	64,8	180	2,5	2,01	23,9	50,1
125	3	1,37	16,8	81,6	125	3	1,97	23,4	73,5
90	3,5	0,50	6,1	87,7	90	3,5	0,81	9,6	83,1
63	4	0,20	2,4	90,1	63	4	0,33	3,9	87,0
<63	8	0,81	9,9	100,0	<63	8	1,09	13,0	100,0
		8,18	100,0				8,42	100,0	

CA 03 0°/1000 m					CA 04 0°/2000 m				
Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,14	1,7	1,7	2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,21	2,6	4,3	1000	0	0,09	1,1	1,1
500	1	0,56	6,8	11,1	500	1	0,64	7,8	8,9
355	1,5	0,67	8,2	19,3	355	1,5	0,80	9,7	18,6
250	2	1,37	16,7	36,0	250	2	1,48	17,9	36,5
180	2,5	1,85	22,6	58,5	180	2,5	1,87	22,7	59,2
125	3	1,51	18,4	76,9	125	3	1,60	19,4	78,6
90	3,5	0,60	7,3	84,2	90	3,5	0,60	7,3	85,8
63	4	0,29	3,5	87,8	63	4	0,26	3,2	89,0
<63	8	1,00	12,2	100,0	<63	8	0,91	11,0	100,0
		8,20	100,0				8,25	100,0	

CA 05 90°/ 250 m					CA 06 90°/ 500 m				
Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0	2000	-1	0,08	1,0	1,0
1000	0	0,08	1,0	1,0	1000	0	0,11	1,4	2,4
500	1	0,44	5,2	6,2	500	1	0,47	5,9	8,2
355	1,5	0,50	6,0	12,1	355	1,5	0,65	8,1	16,4
250	2	1,15	13,7	25,8	250	2	1,33	16,6	33,0
180	2,5	2,09	24,9	50,7	180	2,5	1,88	23,5	56,4
125	3	1,95	23,2	73,9	125	3	1,58	19,7	76,2
90	3,5	0,78	9,3	83,2	90	3,5	0,69	8,6	84,8
63	4	0,36	4,3	87,5	63	4	0,25	3,1	87,9
<63	8	1,05	12,5	100,0	<63	8	0,97	12,1	100,0
		8,40	100,0				8,01	100,0	

forts.

CA 07 90°/1000 m					CA 08 90°/2000 m				
Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,02	0,2	0,2	2000	-1	0,03	0,4	0,4
1000	0	0,19	2,3	2,6	1000	0	0,16	2,0	2,4
500	1	0,57	7,0	9,6	500	1	0,56	7,1	9,5
355	1,5	0,55	6,7	16,3	355	1,5	0,57	7,2	16,8
250	2	1,16	14,2	30,5	250	2	1,14	14,5	31,2
180	2,5	1,85	22,7	53,2	180	2,5	1,56	19,8	51,1
125	3	1,72	21,1	74,3	125	3	1,62	20,6	71,6
90	3,5	0,72	8,8	83,1	90	3,5	0,78	9,9	81,6
63	4	0,33	4,0	87,2	63	4	0,37	4,7	86,3
<63	8	1,05	12,8	100,0	<63	8	1,08	13,7	100,0
		8,16	100,0				7,87	100,0	

CA 09 180°/ 250 m					CA 10 180°/ 500 m				
Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,05	0,6	0,6	2000	-1	0,20	2,4	2,4
1000	0	0,07	0,9	1,5	1000	0	0,13	1,6	4,0
500	1	0,49	6,1	7,6	500	1	0,62	7,6	11,6
355	1,5	0,62	7,8	15,4	355	1,5	0,66	8,1	19,7
250	2	1,30	16,3	31,7	250	2	1,41	17,2	36,9
180	2,5	1,92	24,0	55,7	180	2,5	1,99	24,3	61,3
125	3	1,63	20,4	76,1	125	3	1,56	19,1	80,3
90	3,5	0,64	8,0	84,1	90	3,5	0,57	7,0	87,3
63	4	0,27	3,4	87,5	63	4	0,21	2,6	89,9
<63	8	1,00	12,5	100,0	<63	8	0,83	10,1	100,0
		7,99	100,0				8,18	100,0	

CA 11 180°/1000 m					CA 12 180°/2000 m				
Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,08	0,9	0,9	2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,15	1,7	2,6	1000	0	0,12	1,4	1,4
500	1	0,46	5,2	7,8	500	1	0,62	7,3	8,7
355	1,5	0,57	6,5	14,3	355	1,5	0,77	9,1	17,7
250	2	1,27	14,4	28,8	250	2	1,56	18,3	36,1
180	2,5	2,14	24,3	53,1	180	2,5	2,11	24,8	60,9
125	3	1,91	21,7	74,8	125	3	1,61	18,9	79,8
90	3,5	0,77	8,8	83,6	90	3,5	0,57	6,7	86,5
63	4	0,36	4,1	87,7	63	4	0,26	3,1	89,6
<63	8	1,08	12,3	100,0	<63	8	0,89	10,4	100,0
		8,79	100,0				8,51	100,0	

forts.

CA 13 Ref 180°/8000m					CA 14 270°/ 250m				
Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,06	0,7	0,7	2000	-1	0,01	0,1	0,1
1000	0	0,26	3,0	3,7	1000	0	0,13	1,5	1,6
500	1	0,84	9,8	13,5	500	1	0,59	6,6	8,2
355	1,5	0,91	10,6	24,1	355	1,5	0,74	8,3	16,5
250	2	1,64	19,1	43,2	250	2	1,60	18,0	34,6
180	2,5	1,82	21,2	64,4	180	2,5	2,23	25,1	59,7
125	3	1,47	17,1	81,5	125	3	1,71	19,3	78,9
90	3,5	0,58	6,8	88,3	90	3,5	0,60	6,8	85,7
63	4	0,24	2,8	91,1	63	4	0,29	3,3	88,9
<63	8	0,77	8,9	100,0	<63	8	0,98	11,1	100,0
		8,59	100,0				8,88	100,0	

CA 15 270°/ 500m					CA 16 270°/1000m				
Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,08	1,0	1,0	2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,16	2,0	3,0	1000	0	0,11	1,4	1,4
500	1	0,48	6,0	9,0	500	1	0,65	8,0	9,4
355	1,5	0,54	6,7	15,7	355	1,5	0,76	9,4	18,8
250	2	1,27	15,8	31,5	250	2	1,47	18,1	36,9
180	2,5	2,17	27,1	58,6	180	2,5	1,87	23,1	60,0
125	3	1,58	19,7	78,3	125	3	1,56	19,3	79,2
90	3,5	0,56	7,0	85,3	90	3,5	0,59	7,3	86,5
63	4	0,26	3,2	88,5	63	4	0,25	3,1	89,6
<63	8	0,92	11,5	100,0	<63	8	0,84	10,4	100,0
		8,02	100,0				8,10	100,0	

CA 17 270°/2000m				
Diameter (um)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,11	1,3	1,3
500	1	0,43	5,0	6,2
355	1,5	0,53	6,1	12,3
250	2	1,20	13,8	26,2
180	2,5	2,06	23,8	49,9
125	3	1,98	22,8	72,8
90	3,5	0,85	9,8	82,6
63	4	0,38	4,4	87,0
<63	8	1,13	13,0	100,0
		8,67	100,0	

Tabell 2.4. Castor, Totalt organisk materiale (% av tørt sediment)

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Middel 2001	SD 2001	
CA 01	0°/ 250 m	1,29	1,36	0,91	1,2	0,24
CA 02	0°/ 500 m	1,54	1,23	1,16	1,3	0,20
CA 03	0°/1000 m	1,43	1,42	1,36	1,4	0,04
CA 04	0°/2000 m	1,14	1,09	1,15	1,1	0,03
CA 05	90°/ 250 m	1,30	1,38	1,29	1,3	0,05
CA 06	90°/ 500 m	1,15	1,26	1,30	1,2	0,08
CA 07	90°/1000 m	1,39	1,37	1,24	1,3	0,08
CA 08	90°/2000 m	1,37	1,37	1,29	1,3	0,05
CA 09	180°/ 250 m	1,26	1,12	1,36	1,2	0,12
CA 10	180°/ 500 m	1,00	1,09	0,88	1,0	0,11
CA 11	180°/1000 m	1,39	1,25	1,25	1,3	0,08
CA 12	180°/2000 m	1,03	1,12	1,11	1,1	0,05
CA 13	Ref 180°/8000m	0,96	0,92	1,03	1,0	0,06
CA 14	270°/ 250m	1,22	1,43	1,01	1,2	0,21
CA 15	270°/ 500m	1,14	1,11	1,16	1,1	0,03
CA 16	270°/1000m	1,10	1,23	1,02	1,1	0,11
CA 17	270°/2000m	1,52	1,34	1,44	1,4	0,09

Tabell 2.5. Castor, Totalmengde hydrokarboner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Prøve #4	Prøve #5	Middel 2001	SD 2001
CA 01	0°/ 250 m	1,77	1,87	1,30		1,6	0,3
	1-3 cm	1,64					
	3-6 cm	1,51					
CA 02	0°/ 500 m	2,28	1,54	2,09		2,0	0,4
CA 03	0°/1000 m	1,89	1,89	2,22		2,0	0,2
CA 04	0°/2000 m	1,62	1,48	1,62		1,6	0,1
	1-3 cm	1,41					
	3-6 cm	1,38					
CA 05	90°/ 250 m	1,57	1,54	1,51		1,5	0,0
CA 06	90°/ 500 m	1,25	1,23	1,59		1,4	0,2
CA 07	90°/1000 m	1,74	1,80	1,69		1,7	0,1
CA 08	90°/2000 m	1,88	1,96	1,81		1,9	0,1
CA 09	180°/ 250 m	1,66	1,46	1,81		1,6	0,2
CA 10	180°/ 500 m	1,17	1,93	1,19		1,4	0,4
CA 11	180°/1000 m	1,87	1,59	1,86		1,8	0,2
CA 12	180°/2000 m	1,23	1,35	1,32		1,3	0,1
CA 13	Ref 180°/8000m	1,02	0,73	1,06	0,80	0,71	0,2
	1-3 cm					1,23	
	3-6 cm					1,05	
CA 14	270°/ 250m	1,70	2,32	1,67		1,9	0,4
CA 15	270°/ 500m	1,46	1,60	2,00		1,7	0,3
CA 16	270°/1000m	1,36	1,52	1,24		1,4	0,1
CA 17	270°/2000m	2,10	2,04	2,00		2,0	0,1

Tabell 2.6. Castor, Sum NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Prøve #4	Prøve #5	Middel 2001	SD 2001	
NPD								
CA 01	0°/ 250 m	0,013	0,013	0,008		0,011	0,003	
	1-3 cm	0,011						
	3-6 cm	0,011						
CA 04	0°/2000 m	0,011	0,012	0,011		0,011	0,001	
	1-3 cm	0,012						
	3-6 cm	0,010						
CA 13 Ref	180°/8000m	0,009	*0,006	0,007	*0,006	*0,004	*0,006	0,002
	1-3 cm	0,007						
	3-6 cm	0,007						
PAH								
CA 01	0°/ 250 m	0,041	0,043	0,028		0,037	0,008	
	1-3 cm	0,046						
	3-6 cm	0,056						
CA 04	0°/2000 m	0,047	0,051	0,045		0,048	0,003	
	1-3 cm	0,048						
	3-6 cm	0,049						
CA 13 Ref	180°/8000m	0,033	0,026	0,040	0,026	0,035	0,032	0,006
	1-3 cm	0,047						
	3-6 cm	0,054						

* mindre enn kvantifiseringsgrensen (0,007 mg/kg), men over deteksjonsgrensen (0,002 mg/kg)

Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50 µg/kg

Tabell 2.7. Castor, Metaller (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Prøve	Ba 2001	Cd 2001	Cr 2001	Cu 2001	Hg 2001	Pb 2001	Zn 2001	
CA 01	0°/250 m	1	27	0,03	7,3	2,3	0,02	7,0	14
		2	19	0,03	7,1	2,3	0,02	7,0	14
		3	23	0,02	5,9	1,7	0,02	5,8	11
		middel	23	0,02	6,7	2,1	0,02	6,6	13
		SD	4	0,00	0,8	0,4	0,00	0,7	2
		1-3cm, #1	22	0,02	9,4	2,8	0,02	8,1	17
		3-6cm, #1	16	0,02	7,4	2,0	0,02	5,8	13
CA 02	0°/500 m	1	25	0,03	8,4	3,0		8,4	17
		2	34	0,02	6,8	2,1		6,2	13
		3	21	0,03	8,2	2,7		7,8	16
		middel	27	0,03	7,8	2,6	na	7,4	15
		SD	6	0,00	0,9	0,4	-	1,1	2
CA 03	0°/1000 m	1	25	0,02	7,3	2,4		7,5	14
		2	37	0,02	8,4	2,8		7,5	16
		3	19	0,02	7,4	2,4		6,9	14
		middel	27	0,02	7,7	2,5	na	7,3	15
		SD	9	0,00	0,6	0,3	-	0,3	1

forts.

Tabell 2.7. forts.

Stasjon	Prøve	Ba 2001	Cd 2001	Cr 2001	Cu 2001	Hg 2001	Pb 2001	Zn 2001
CA 04 0°/2000 m	1	17	0,02	6,6	2,1	0,02	6,5	13
	2	19	0,02	7,7	2,5	0,02	7,3	15
	3	18	0,02	7,0	2,1	0,02	6,6	13
	middel	18	0,02	7,1	2,2	0,02	6,8	14
	SD	1	0,00	0,6	0,2	0,00	0,4	1
	1-3cm, #1	23	0,02	8,4	2,3	0,02	6,9	15
	3-6cm, #1	17	0,02	7,3	2,0	0,02	6,1	14
CA 05 90°/250 m	1	18	0,02	7,1	2,3		7,2	14
	2	17	0,02	6,8	2,1		6,3	13
	3	17	0,02	6,6	1,9		5,7	12
	middel	17	0,02	6,8	2,1	na	6,4	13
	SD	1	0,00	0,3	0,2	-	0,7	0,7
CA 06 90°/500 m	1	24	0,02	7,0	2,4		6,5	13
	2	20	0,02	7,2	2,1		6,4	13
	3	19	0,03	7,2	2,5		6,6	14
	middel	21	0,02	7,1	2,3	na	6,5	14
	SD	2	0,01	0,1	0,2	-	0,1	0,5
CA 07 90°/1000 m	1	24	0,03	8,3	2,8		7,6	17
	2	19	0,02	7,6	2,4		7,1	15
	3	22	0,02	8,3	2,7		8,0	16
	middel	22	0,02	8,0	2,6	na	7,6	16
	SD	3	0,00	0,4	0,2	-	0,5	1
CA 08 90°/2000 m	1	27	0,03	8,2	2,7		7,8	16
	2	23	0,02	9,4	3,0		8,0	18
	3	38	0,03	9,4	3,2		8,5	18
	middel	29	0,03	9,0	3,0	na	8,1	17
	SD	8	0,00	0,7	0,2	-	0,4	1
CA 09 180°/250 m	1	20	0,02	7,1	2,3		6,8	13
	2	15	0,02	6,4	1,7		5,9	12
	3	28	0,02	8,3	2,5		7,6	16
	middel	21	0,02	7,3	2,2	na	6,8	14
	SD	7	0,00	0,9	0,4	-	0,8	2
CA 10 180°/500 m	1	14	0,02	5,9	1,7		5,6	11
	2	18	0,03	7,2	2,3		6,7	14
	3	22	0,02	7,0	2,0		6,1	13
	middel	18	0,03	6,7	2,0	na	6,1	13
	SD	4	0,00	0,7	0,3	-	0,5	1
CA 11 180°/1000 m	1	20	0,03	7,4	2,3		6,7	14
	2	18	0,02	7,1	2,1		6,5	14
	3	20	0,03	7,4	2,4		7,0	15
	middel	19	0,03	7,3	2,3	na	6,7	14
	SD	1	0,01	0,2	0,2	-	0,3	0,5

forts.

Tabell 2.7. forts.

Stasjon	Prøve	Ba 2001	Cd 2001	Cr 2001	Cu 2001	Hg 2001	Pb 2001	Zn 2001
CA 12 180°/2000 m	1	27	0,03	6,5	1,9		6,4	13
	2	15	0,01	5,9	1,6		5,1	10
	3	16	0,02	5,4	1,4		4,0	9,4
	middel	19	0,02	5,9	1,6	na	5,1	11
	SD	7	0,01	0,6	0,3	-	1,2	2
CA 13 Ref 180°/8000m	1	14	0,02	6,0	1,6	0,02	5,2	11
	2	11	0,02	5,3	1,2	0,01	4,6	9,3
	3	15	0,01	5,6	1,5	0,02	5,2	10
	4	16	0,02	6,9	2,0	0,02	5,8	12
	5	12	0,02	5,5	1,4	0,02	5,0	9,7
	middel	14	0,02	5,9	1,5	0,02	5,2	11
	SD	2	0,00	0,6	0,3	0,00	0,4	1
	1-3cm, #5	15	0,02	7,2	1,9	0,02	6,5	13
	3-6cm, #5	19	0,02	7,3	2,2	0,02	6,5	14
CA 14 270°/250m	1	19	0,02	7,6	2,2		6,7	14
	2	23	0,02	8,3	2,5		7,3	16
	3	19	0,02	8,1	2,4		7,3	15
	middel	21	0,02	8,0	2,4	na	7,1	15
	SD	2	0,00	0,4	0,1	-	0,3	1
CA 15 270°/500m	1	19	0,02	7,8	2,2		7,0	14
	2	21	0,02	8,3	2,1		6,6	14
	3	21	0,03	8,2	2,5		7,1	17
	middel	20	0,02	8,1	2,3	na	6,9	15
	SD	1	0,00	0,3	0,2	-	0,3	1
CA 16 270°/1000m	1	19	0,10	8,0	2,3		6,9	15
	2	31	0,02	8,2	2,4		7,3	15
	3	17	0,02	6,4	1,7		5,3	11
	middel	22	0,05	7,5	2,1	na	6,5	14
	SD	7	0,04	1,0	0,3	-	1,1	2
CA 17 270°/2000m	1	30	0,05	8,4	2,5		7,9	16
	2	25	0,02	8,8	2,7		8,0	16
	3	22	0,02	8,3	2,5		7,3	15
	middel	26	0,03	8,5	2,6	na	7,7	16
	SD	4	0,02	0,3	0,1	-	0,4	0,5

na: ikke analysert

Tabell 2.8. Castor, Enkeltforbindelser av NPDP, PAH og dekaliner ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørt sediment)

Forbindelse	CA 01	CA 01	CA 01	CA 01	CA 01	CA 04	CA 04	CA 04	CA 04
	0°/250 m	0°/250 m	0°/250 m	0°/250 m	0°/250 m	0°/2000m	0°/2000m	0°/2000m	0°/2000m
	#1	#2	#3	1-3 cm	3-6 cm	#1	#2	#3	1-3 cm
	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$
Naftalen	0,8	0,8	0,6	0,6	0,8	1,0	0,7	0,9	0,8
C1-Alkylnaftalener	1,1	1,3	1,0	1,1	1,1	1,0	1,3	0,9	1,2
C2-Alkylnaftalener	2,5	2,2	1,3	1,8	1,4	1,9	2,1	1,6	1,7
C3-Alkylnaftalener	2,6	2,6	1,5	2,4	1,7	2,2	2,3	1,7	1,9
Fenantren	1,3	1,4	0,8	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,4
Antracen	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
C1-Alkylfenantrener/Antra.	1,4	1,4	0,8	1,1	1,1	1,3	1,2	1,4	1,5
C2-Alkylfenantrener/Antra.	1,3	1,5	0,8	1,3	1,1	1,3	1,4	1,4	1,3
C3-Alkylfenantrener/Antra.	1,2	0,9	0,6	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0	1,3
Dibenzotiofen	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
C1-Alkyldibenzotiofen	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
C2-Alkyldibenzotiofen	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2
C3-Alkyldibenzotiofen	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,4	0,2
Sum NPDP	13	13	8	11	11	11	12	11	12
C5-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C6-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C7-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C8-Akyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Sum Dekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Naftalen	0,8	0,8	0,6	0,6	0,8	1,0	0,7	0,9	0,8
Acenaften	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Acenaftylen	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fluoren	0,5	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4	0,2	0,2
Fenantren	1,3	1,4	0,8	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,4
Antracen	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
Fluoranten	2,2	1,9	1,3	2,3	2,4	2,6	2,2	2,3	2,6
Pyren	1,4	1,2	0,7	1,2	1,5	1,4	1,4	1,4	1,5
Benzo(a)antracen	1,0	1,0	0,5	1,0	1,1	1,3	1,3	1,0	1,1
Krysen/Trifenylen	2,3	2,2	1,5	2,1	2,0	2,5	2,1	2,4	2,0
Benzo(a)pyren	1,3	1,6	1,0	1,5	2,0	1,5	1,7	1,6	1,7
Benzo(b,j,k)fluoranten	12,2	12,9	8,4	13,4	17,2	13,8	15,1	13,7	14,4
Benzo(g,h,i)perylen	5,8	6,3	3,6	7,3	9,5	6,8	7,8	6,3	7,1
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	10,3	11,9	8,0	13,5	16,0	12,7	15,1	12,3	13,7
Dibenzo(a,h)antracen	1	1	1	2	2	1	2	2	2
Sum PAH	41	43	28	46	56	47	51	45	48

nd: ikke påvist

forts.

NPDP og PAH. Deteksjonsgrense: 0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ C5-8 Dekaliner. Deteksjonsgrense: 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$

Tabell 2.8. forts.

Forbindelse	CA 04	CA 13 Ref	CA 13 Ref	CA 13 Ref	CA 13 Ref	CA 13 Ref	CA 13 Ref	CA 13 Ref
	0°/2000m	180°/8000	180°/8000	180°/8000	180°/8000	180°/8000	180°/8000	180°/8000
	m	m	m	m	m	m	m	m
	3-6 cm	#1	#2	#3	#4	#5	1-3 cm	3-6 cm
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Naftalen	0,8	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,6	0,5
C1-Alkylnaftalener	0,8	1,5	1,0	1,0	0,9	0,6	1,2	0,9
C2-Alkylnaftalener	1,7	1,3	0,9	0,8	0,7	0,3	0,9	1,0
C3-Alkylnaftalener	1,6	0,8	0,5	0,9	1,0	0,0	0,4	0,6
Fenantren	1,0	0,9	0,7	0,8	0,7	0,7	1,0	0,9
Antracen	0,1	0,1	nd	nd	0,1	nd	nd	0,1
C1-Alkylfenan./Antra.	1,1	1,2	0,7	1,0	0,8	0,6	0,8	1,0
C2-Alkylfenan./Antra.	1,1	1,3	0,7	0,9	0,7	0,7	0,9	1,3
C3-Alkylfenan./Antra.	1,1	1,1	0,6	0,8	0,6	0,4	0,7	0,8
Dibenzotiofen	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C1-Alkyldibenzotiofen	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
C2-Alkyldibenzotiofen	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1
C3-Alkyldibenzotiofen	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
Sum NPĐ	10	9	*6	7	*6	*4	7	7
C5-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C6-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C7-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C8-Akyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Sum Dekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Naftalen	0,8	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,6	0,5
Acenaften	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,0
Acenaftylen	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,1
Fluoren	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3
Fenantren	1,0	0,9	0,7	0,8	0,7	0,7	1,0	0,9
Antracen	0,1	0,1	nd	nd	0,1	nd	nd	0,1
Fluoranten	2,4	2,0	1,3	1,8	1,6	1,3	2,1	2,6
Pyren	1,6	1,2	0,8	1,2	1,0	1,0	1,3	1,7
Benzo(a)antracen	1,5	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,8	1,1
Krysen/Trifenylen	1,8	1,8	1,3	1,8	1,6	1,5	2,1	2,0
Benzo(a)pyren	1,6	1,1	0,8	1,1	0,7	1,1	1,5	1,7
Benzo(b,j,k)fluoranten	14,8	8,8	7,5	11,5	7,5	10,4	13,3	15,1
Benzo(g,h,i)perylene	7,1	5,2	4,2	7,3	4,1	6,5	9,0	10,5
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	14,2	9,4	7,7	12,3	7,1	10,6	13,3	16,9
Dibenzo(a,h)antracen	2	0,9	0,6	1,0	0,7	0,9	1,6	1,2
Sum PAH	49	33	26	40	26	35	47	54

nd: ikke påvist

NPĐ og PAH. Deteksjonsgrense: 0.1 µg/kg

C5-8 Dekaliner. Deteksjonsgrense: 50 µg/kg

* mindre enn LOQ (7 µg/kg)

- o0o -

APPENDIKS

D

BIOLOGISK DATABEHANDLING

Univariate analyser

Diversitetsindekser er vanlig brukt som forsøk på å integrere kompleksiteten i et samfunn ned til et enkelt mål som bl.a. kan brukes til å overvåke forandringer som skyldes forurensningspåvirkning. Ideen er at samfunn med høy diversitet er mindre påvirket av forurensning enn samfunn med lav diversitet. Høy diversitet tyder på at samfunnet er i likevekt.

Redusert diversitet kan oppstå på grunn av kjemiske eller fysiske forandringer i miljøet. Diversiteten er imidlertid også påvirket av faktorer som predasjon og konkurranse, og vil variere sesongmessig med rekruttering. Alle disse faktorene må tas med ved vurdering av indeksverdien.

De fleste diversitetsmål tar hensyn både til antall arter og til individenes fordeling mellom artene. Høyt artsantall og en jevn fordeling av individene mellom artene gir høy diversitet, mens lavt artsantall og individmessig dominans av noen få arter reduserer indeksverdien.

Det finnes en rekke forskjellige metoder til å beregne diversitet som alle tolker faunasammensetningen på noe forskjellig måte. Det er derfor vanlig å benytte flere diversitetsmål i samme undersøkelse.

I denne undersøkelsen er det brukt to anerkjente og vanlige metoder til å beregne bunnfaunaens diversitet; Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') og Sanders "rarefaction" metode (ES₁₀₀).

Shannon-Wieners diversitetsindeks er beregnet etter formelen:

$$H = - \sum_i^S p_i \log_2 p_i$$

hvor $p_i = n_i/N$, og n_i = antall individer av i'te art, N = totalt antall individer og S = totalt antall arter. Indeksen er sensitiv også for sjeldne arter. Samfunnet blir vanligvis betraktet som upåvirket av forurensning og i likevekt når indeksverdien ligger over 4,0.

ES₁₀₀. Antall arter i en "rarefaction" kurve representert med 100 individer (dvs. forventet antall arter i en prøve på 100 individer, kalt ES₁₀₀), brukes som et standardisert diversitetsmål. Generelt vil ES₁₀₀ verdier under 20 indikere at bunnfaunasamfunnet er forstyrret.

Jevnhet

Sammen med Shannon-Wieners diversitetsindeks er det også vanlig å beregne jevnhet. Jevnhet gir informasjon om bunnfaunasamfunnet er dominert av noen få arter eller om individene er jevnere fordelt mellom artene.

Jevnhet er beregnet etter formelen:

$$J = H'/H_{\max} = H'/\log_2 S$$

hvor H' er Shannon-Wieners diversitetsindeks og S er totalt antall arter. Verdien for jevnhet varierer mellom 0-1. Lav verdi viser at samfunnet er dominert av få arter noe som er vanlig ved påvirkning av forurensning.

Log-normal fordeling

Frekvensfordeling av individer mot antall arter er vurdert ved hjelp av plot for log-normal fordeling (Gray & Mirza 1979, Gray & Pearson 1982). Ved å vurdere kurveforløpet kan metoden avdekke effekter av stress som følge av påvirkning. Upåvirket fauna vil gi seg utslag i høye verdier (antall arter) for lave geometriske klasser, dvs. et høyt antall arter som er representert med kun få individer. I et påvirket samfunn vil det forekomme færre sjeldne arter, og andel arter som er til stede i høye antall vil være større.

Multivariate analyser (likhetsanalyser)

Likhetsanalyser (klassifikasjon og ordinasjon) er benyttet til å gruppere stasjoner etter grad av likhet i faunasammensetning. Likhetsanalyser er nyttige fordi de gir en objektiv oversikt over tendenser i komplekse biologiske data. Likhetsanalyser gir også mulighet til å studere sammenheng mellom faunagrupper og andre målte parametre som dyp, sedimentets kornstørrelsesfordeling, og innhold av f.eks. hydrokarboner og metaller. Dette gir muligheter til å kunne påvise eventuelle effekter av forurensning.

Multivariate analyser er mer velegnet enn univariat statistikk til å overvåke biologiske samfunn. Metodene er mer sensitive og mye mer av dataene ekstraheres slik at skadelige effekter kan påvises på et tidlig tidspunkt (Warwick & Clarke, 1991 og 1992). I følge Stevenson (1973) er likhetsanalyser den eneste objektive metode til å skille mellom små forskjeller i flerartssamfunn.

Faunalikhet mellom stasjoner ble undersøkt ved å beregne Bray-Curtis likhetsindeks, som er vanlig brukt i analyser av bunnfauna:

$$d = \sum_{i=1}^s \left| \frac{x_{1j} - x_{2j}}{x_{1j} + x_{2j}} \right|$$

hvor x_{1j} og x_{2j} er antall individer av art j på stasjon 1 og 2, og S er antall arter. d er ulikhetsindeksen mellom stasjon 1 og 2 summert for alle artene. d varierer mellom 0 og 1. Verdier nær 1 vil si at stasjonene er meget ulike med få eller ingen felles arter. Indeksen er et mål for likhet mellom hver av stasjonene i undersøkelsen og resultatene fremkommer som en likhetsmatrise.

Klassifikasjon

- Hierarchical agglomerative clustering (Lance & Williams, 1967).

Ved klassifikasjon foretas en trinnvis sortering av likhetsmatrisen. Her er brukt "group average sorting" som er en hierarkisk grupperingsteknikk som grupperer stasjoner etter gjennomsnittlig likhet mellom stasjonene. Resultatet fremkommer som et dendrogram hvor stasjonene er sortert trinnvis fra x-aksen og oppover. Jo lavere ned i dendrogrammet stasjonene sammenføres (horisontale linjer) jo likere er de i faunasammensetning.

Ordinasjon

- Non metric multidimensional scaling, MDS (Kruskal & Wish, 1978).

Utgangspunktet er likhetsmatrisen, basert på fauna mellom stasjonene. Ordinasjonen grupperer stasjonene på et annet matematisk grunnlag enn klassifikasjonen. Ordinasjonen avhenger bare av likhetsgraden i den triangulære matrix. MDS tilstreber å konstruere et "kart" over stasjonene i et gitt antall dimensjoner, i dette tilfellet todimensjonalt. Likheten mellom stasjonene vises ved avstanden mellom dem i "kartet". Liten avstand mellom punktene (stasjonene) angir stor grad av likhet, mens stor avstand angir liten grad av likhet mellom stasjonene. Når grupperingen i de to metodene stemmer overens tyder dette på at inndelingen er reell.

Bioenv

Metode hvor likhetsmatrisene til biotiske og abiotiske data lenkes sammen for å finne den optimale sammensetning av miljøfaktorer (abiotiske data) som "best forklarer" biota strukturen. Følgende trinnvise prosedyre følges:

- Likhetsmatrisen for biota konstrueres bare en gang, men den ekvivalente triangulære matrise for de abiotiske data utregnes mange ganger, for alle mulige kombinasjoner av miljøvariable.
- "Harmonic rank correlation for the weighted Spearman Coefficient" (ρ_w) mellom biota matrisen og de abiotiske triangulære matrisene kalkuleres for hvert tilfelle.
- ρ_w vil nå et maksimum for noen kombinasjoner av faktorene. Maksimum ρ på hvert nivå vil vanligvis øke monotonisk når antall faktorer øker opp til den optimale kombinasjonen og så avta monotonisk når flere faktorer legges til. Dette gjør den optimale kombinasjonen til et naturlig sett av best forklarende faktorer til det biotiske mønsteret .
- 0,8 betraktes som en optimal verdi for ρ_w .

I kontrast vil klassiske statistiske metoder som Canonical Correlation anta et liniært forhold mellom biotiske og abiotiske variable, noe som er svært urealistisk (Clarke & Ainsworth, 1993).

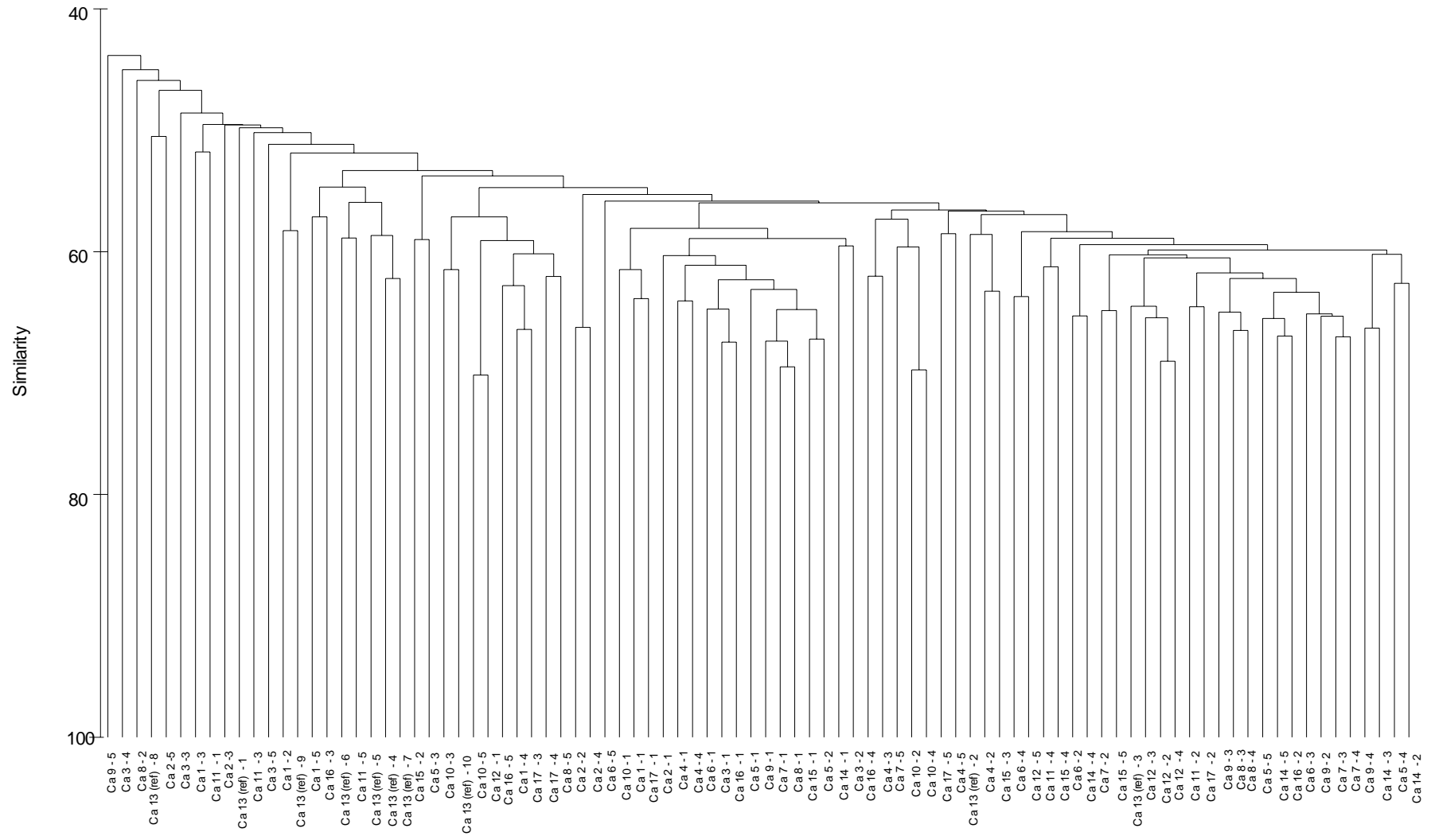
Transformasjon: Faunadata -ved bruk av Bray-Curtis likhetsindeks er transformasjon av data anbefalt for å unngå at dominerende arter blir tillagt for stor vekt. Før beregning av Bray-Curtis indeks ble derfor datamatriksen transformert ved å benytte kvadratrottransformasjon .

Miljøfaktorer- Forholdstall ble $\arcsin \sqrt{p}$ (p er forholdstallet) transformert. Dyp er log10 transformert.

APPENDIKS

E
DENDROGRAM PÅ "GRABBNIVÅ"

DENDROGRAM PÅ GRABBNIVÅ FOR CASTOR 2002

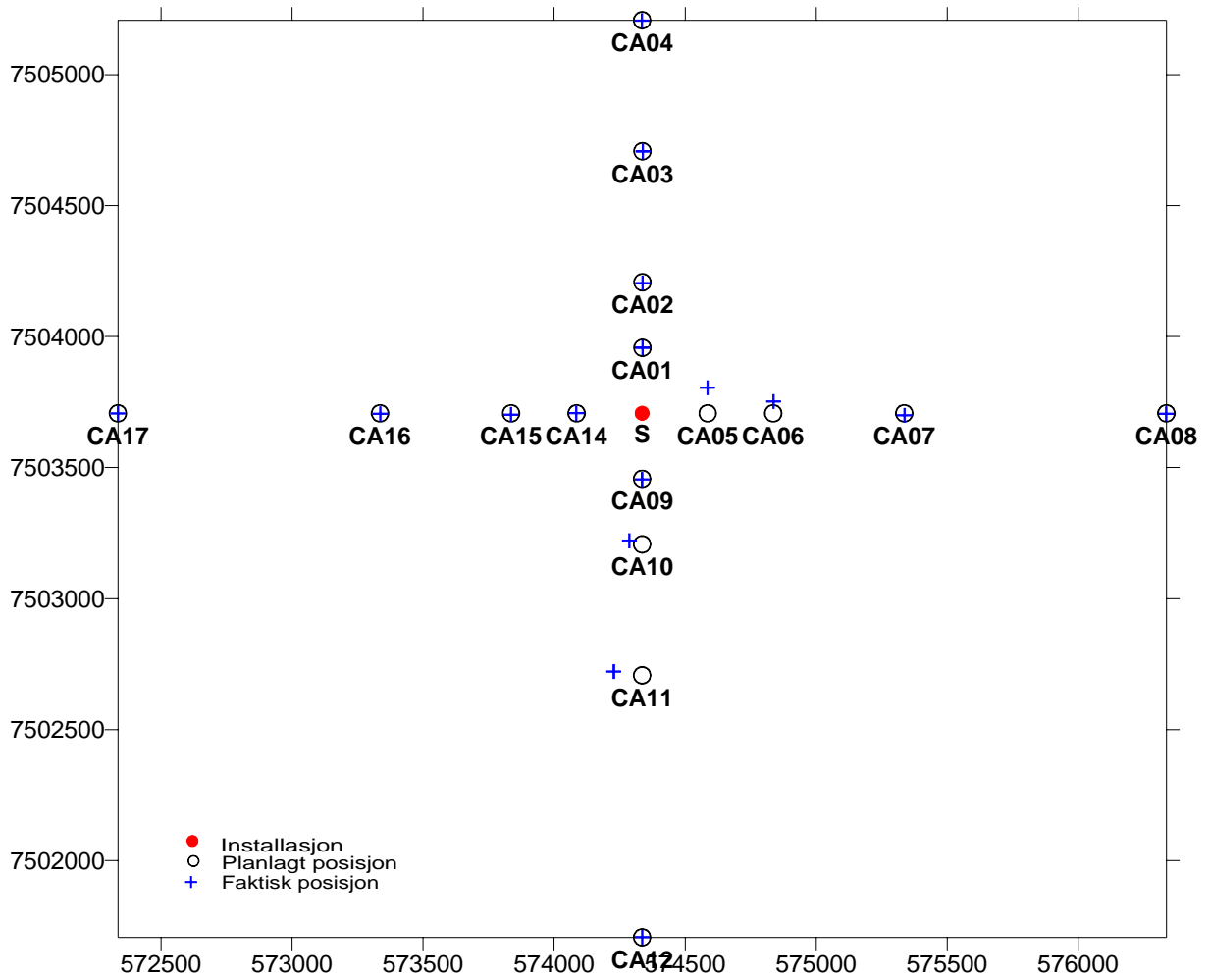


- 000 -

APPENDIKS

F

STASJONSKART



Oversikt over prøvetakingspunkter på Castor 2001 (koordinater er i UTM sone 32, ED50). Se figur 4.8 i Appendiks A for kart som også viser plasseringen av referansestasjonen (6000 m syd for CA12).

- o0o -