



---

# TEKNISK RAPPORT

---

## BP NORGE

GRUNNLAGSUNDERSØKELSE 2001  
VALHALL FLANKE NORD  
VALHALL FLANKE SØR

RAPPORT NR. 2002-0118

REVISJON NR. 01

DET NORSKE VERITAS

**TEKNISK RAPPORT**

Dato for første utgivelse: 2002-03-25	Prosjekt nr.: 59000366
Godkjent av:  Christian L. S. Rafn Avdelingsleder	Organisasjonsenhet: Miljørådgivning
Oppdragsgiver: BP Norge	Oppdragsgiver ref.: Hans Grüner

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

## Sammendrag:

Rapporten presenterer resultater fra grunnlagsundersøkelsen på Valhall Flanke Nord og Sør 2001. Totalt ble det samlet inn 13 stasjoner på Valhall Flanke Nord, og 14 stasjoner på Valhall Flanke Sør, pluss referansestasjonen på Valhall. 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 Valhall Northern Flank and Southern Flank in 2001. 13 stations at Valhall Northern Flank and 14 stations at Valhall Southern Flank in addition to the reference station 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

Rapport nr.: 2002-0118	Emnegruppe: Marin overvåking	
Rapporttittel: Grunnlagsundersøkelse Valhall Flanke Nord Valhall Flanke Sør		
Utført av: Tor Jensen, Siri M. Bakke, Nina Gjøs, Frøydis Orelid, Liv Guri Faksnes, Thomas Møskeland		
Verifisert av: Sam-Arne Nøland		
Dato for denne revisjon: 2002-03-25	Rev. nr.: 01	Antall sider: 74 + vedlegg

**Indekseringstermer**

Sedimentovervåking

Bløtbunnsfauna

Miljøundersøkelser

Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet.

Strengt konfidensiell

Fri distribusjon

<b><i>Innholdsfortegnelse</i></b>		<b><i>Side</i></b>
1	SAMMENDRAG/SUMMARY .....	4
1.1	Sammendrag	4
1.1.1	Feltarbeid	4
1.1.2	Resultater	4
1.1.3	Konklusjon	8
1.2	English Summary	8
1.2.1	Fieldwork	8
1.2.2	Results	8
1.2.3	Conclusion	12
2	INNLEDNING .....	13
3	MATERIALE OG METODER .....	14
3.1	Feltarbeid	14
3.1.1	Prøvetaking/-utstyr	19
3.2	Biologiske metoder/analyser	20
3.2.1	Sortering og artsbestemmelse	22
3.2.2	Databehandling - analyser	22
3.3	Kjemiske analyser og fysisk karakterisering av sedimentene	24
3.3.1	Sedimentkarakterisering	24
3.3.2	Kjemiske analyser	27
3.3.3	Kvalitetssikring	30
3.4	Avvik fra SFTs retningslinjer 99:01	32
4	RESULTATER OG DISKUSJON .....	33
4.1	Kjemiske analyser og sedimentkarakterisering	33
4.1.1	Sediment karakteristikk	33
4.1.2	Kjemiske analyser	36
4.1.3	Konklusjon kjemi	50
4.2	Biologiske analyser	52
4.2.1	Faunasammensetning	52
4.2.2	Diversitet og jevnhet	59
4.2.3	Likhetsanalyser	62
4.2.4	Sammenligning med tidligere undersøkelser på Valhall feltet	69
4.2.5	Konklusjon	71
5	SAMLET VURDERING .....	72
6	REFERANSER .....	73
Appendiks A: Kjemi , Appendiks B: Biologi		
Appendiks C: Stasjonsoversikt		

---

TEKNISK RAPPORT

---

## FORORD

Miljøundersøkelsen på Valhall flankene - Region I - Ekofisk området 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.

### Medarbeidere

#### Feltarbeid:

Tor Jensen (DNV, toktleder)  
Erik Bjørnbom (DNV)  
Thomas Møskeland (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 Møskeland (krepsdyr)  
Erik Bjørnbom (krepsdyr)  
Sam-Arne Nøland (pigghuder)  
Tor Jensen (bløtdyr)  
Per-Bie Wikander (bløtdyr)

#### Utarbeidelse av rapporten:

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

TEKNISK RAPPORT

---

Prosjektleder: Tor Jensen (DNV)

Verifikatør: Sam Arne Nøland

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

#### 1.1.1 Feltarbeid

Feltarbeidet ble gjennomført fra Far Spirit 25. - 29. april 2001. Det ble samlet inn 13 stasjoner på Valhall Flanke Nord, og 14 stasjoner på Valhall Flanke Sør, pluss referansestasjonen på Valhall. Sedimentene bestod av fin sand, det var liten variasjon i prøvevolum og utseende på prøvene fra stasjon til stasjon.

#### 1.1.2 Resultater

Dette sammendraget presenterer de viktigste resultatene fra grunnlagsundersøkelsen på Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør i 2001.

### Kjemi

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

Sedimentene er analysert i henhold til oversikten gitt i tabell 1.1. Resultatene er gitt i tabell 1.2.

*Tabell 1.1. Metodeoversikt for kjemiske analyser.*

Analyse	Parameter
<b>Sedimentkarakterisering</b>	
• 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
<b>Kjemiske analyser</b>	
• 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

Sedimentene på begge feltene består av homogen fin sand. Innholdet av silt og leire er lavt og varierer fra 0,7 % til 5,3 %. På Valhall referansestasjon har innholdet av silt og leire avtatt noe siden tidligere undersøkelser, 2,7 % sammenlignet med 3,2 % i 1999 og 4,7 % i 1996.

## TEKNISK RAPPORT

Innholdet av totalt organisk materiale er lavt og likt på begge områdene. Konsentrasjonene varierer fra 0,7 % til 0,9 % på Flanke Nord og fra 0,5 % til 0,8 % på Flanke Sør. Konsentrasjonene av hydrokarboner, barium og metaller er lave, og sedimentene er ikke forurenset.

På Flanke Nord varierer THC konsentrasjonene fra 6,5 mg/kg på stasjon VAN 2 74°/500m til 9,8 mg/kg på stasjon VAN 3 74°/1000m. På Flanke Sør varierer konsentrasjonene fra 3,9 mg/kg på stasjon VAS 8 164°/2000m til 7,3 mg/kg på stasjon VAS 12 254°/2000m. På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er THC konsentrasjonen 6,1 mg/kg, og dette er samme nivå som ved tidligere undersøkelser.

På Flanke Nord varierer Ba konsentrasjonene fra 69 mg/kg på stasjonene VAN 8 164°/2000m og VAN 11 254°/1000m til 133 mg/kg på stasjon VAN 6 164°/500m. På Flanke Sør varierer Ba konsentrasjonene fra 15 mg/kg på stasjon VAS 8 164°/2000m til 70 mg/kg på stasjon VAS 14 344°/500m. På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er Ba konsentrasjonen 53 mg/kg, og dette er samme nivå som ved tidligere undersøkelser.

Sedimentlaget ved 1-3 cm og 3-6 cm er analysert på noen stasjoner. For hydrokarbonene er det en tydelig tendens til økende konsentrasjoner nedover i sediment, også på referansestasjonen. For Ba er denne økningen enda tydeligere, og konsentrasjonene i 3-6 cm laget er 2 til 4 ganger høyere enn i det øverste 0-1 cm laget. Det er viktig å ta hensyn til denne observasjonen ved senere miljøundersøkelser på feltet.

Konsentrasjonene av tungmetallene er lave, på samme nivå som på referansestasjonen. For disse metallene er det ikke funnet noen økning nedover i sedimentlaget.

**Tabell 1.2.** Valhall Flanke Nord og Sør. 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
<b>Valhall Nordflanke</b>											
VAN 1 74°/ 250 m	0,9	6,7	-	-	106	0,03	7,6	0,6	-	7,4	6,3
VAN 2 74°/ 500 m	0,8	6,5	-	-	132	<0,01	7,8	0,6	-	7,9	6,5
VAN 3 74°/ 1000 m	0,8	9,8	-	-	97	<0,01	7,7	0,7	-	7,6	6,2
VAN 5 164°/ 250 m	0,9	7,8	0,017	0,053	111	<0,01	7,8	0,7	<0,01	7,6	6,4
1-3 cm	-	8,4	0,032	0,075	209	0,01	8,3	0,7	<0,01	8,4	7,7
3-6 cm	-	7,8	0,023	0,066	467	<0,01	8,8	0,8	0,01	9,2	8,1
VAN 6 164°/ 500 m	0,8	8,0	-	-	133	<0,01	8,1	0,6	-	8,0	6,8
VAN 7 164°/ 1000 m	0,8	8,2	-	-	108	<0,01	8,1	0,8	-	8,3	6,7
VAN 8 164°/ 2000 m	0,8	7,3	0,016	0,048	69	<0,01	7,9	0,7	<0,01	9,1	6,9
1-3 cm	-	7,8	0,018	0,052	89	0,01	8,3	0,7	<0,01	8,8	6,8
3-6 cm	-	12,8	0,034	0,111	189	<0,01	8,1	0,6	0,01	8,6	7,3
VAN 9 254°/ 250 m	0,8	7,6	-	-	78	<0,01	7,8	0,7	-	7,7	6,0
VAN10 254°/ 500 m	0,8	7,0	-	-	94	<0,01	7,6	0,6	-	7,3	5,8
VAN11 254°/ 1000 m	0,7	7,1	-	-	69	<0,01	7,5	0,6	-	7,3	7,4
VAN13 344°/ 250 m	0,7	7,6	-	-	100	<0,01	7,9	0,6	-	7,9	6,1
VAN14 344°/ 500 m	0,8	8,1	-	-	110	<0,01	8,1	0,7	-	7,9	6,7
VAN15 344°/ 1000 m	0,8	7,7	-	-	104	<0,01	7,8	0,7	-	7,6	6,5

Forts.

## TEKNISK RAPPORT

Forts. tabell 1.2.

<b>Valhall Sørflanke</b>	<b>TOM</b>	<b>THC</b>	<b>NPD</b>	<b>PAH</b>	<b>Ba</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Hg</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
VAS 1 74°/ 250 m	0,7	6,4	-	-	38	<0,01	6,9	0,5	-	6,2	5,2
VAS 2 74°/ 500 m	0,7	6,0	-	-	36	<0,01	6,9	0,4	-	6,3	5,3
VAS 3 74°/ 1000 m	0,7	6,4	-	-	46	<0,01	6,6	0,5	-	6,5	5,4
VAS 4 74°/ 2000 m	0,6	5,3	-	-	55	<0,01	5,9	0,4	-	6,0	5,1
VAS 5 164°/ 250 m	0,7	5,5	0,010	0,034	33	<0,02	6,8	0,4	<0,01	6,1	5,4
1-3 cm	-	6,3	0,012	0,041	51	<0,01	7,4	0,9	<0,01	6,7	6,8
3-6 cm	-	7,4	0,019	0,058	79	<0,01	7,3	0,6	<0,01	6,3	5,6
VAS 6 164°/ 500 m	0,7	6,0	-	-	36	<0,01	6,6	0,4	-	6,0	5,2
VAS 7 164°/ 1000 m	0,6	5,2	-	-	28	<0,01	6,0	0,4	-	5,4	4,6
VAS 8 164°/ 2000 m	0,5	3,9	0,005	0,018	15	<0,01	5,0	0,2	<0,01	4,8	4,0
1-3 cm	-	4,1	0,008	0,020	20	<0,01	5,2	0,4	<0,01	4,7	4,1
3-6 cm	-	4,5	0,005	0,018	46	0,01	5,2	0,4	<0,01	4,8	4,3
VAS 9 254°/ 250 m	0,6	6,2	-	-	38	0,01	7,1	0,4	-	6,5	5,4
VAS10 254°/ 500 m	0,7	6,2	-	-	41	<0,01	7,4	0,5	-	6,5	5,4
VAS12 254°/ 2000 m	0,8	7,3	-	-	47	<0,01	8,1	0,6	-	7,3	7,4
VAS13 344°/ 250 m	0,7	7,1	-	-	68	<0,01	7,3	0,5	-	6,7	6,0
VAS14 344°/ 500 m	0,7	6,9	-	-	70	<0,01	7,4	0,5	-	6,5	5,7
VAS15 344°/ 1000 m	0,8	6,4	-	-	68	<0,01	7,6	0,5	-	6,8	6,3
<b>Valhall ref. stasjon</b>											
Ref. 254°/15000m	0,7	6,1	0,011	0,040	53	<0,01	8,1	0,5	<0,01	7,7	6,6
1-3 cm	-	6,9	0,012	0,053	63	<0,01	8,4	0,5	<0,01	8,1	7,0
3-6 cm	-	9,5	0,030	0,096	195	0,01	8,8	0,6	<0,01	8,8	9,0

-: ikke analysert

Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50 µg/kg

En oversikt over resultatene fra grunnlagsundersøkelsen på Valhall Flanke Nord og Flanke Sør i 2001 er gitt i tabell 1.3.

Tabell 1.3. Resultatene på Valhall Flanke Nord og Flanke Sør i 2001.

	<b>Antall st.</b>	<b>Variasjon på Valhall Flanke Nord 2001 (0-1 cm lag)</b>	<b>Variasjon på Valhall Flanke Sør 2001 (0-1 cm lag)</b>
<b>Dyp (m)</b>		(13 stasjoner) 63 – 65	(14 stasjoner) 63 – 67
<b>Sedimentkarakterisering</b>			
• Kornstørrelsefordeling (%)	Silt & leire:	1,8 - 5,3	0,7 - 4,5
	Sand:	95 - 98	96 - 99
	Grus:	0 - 0,2	0 - 0,8
• Median partikkel diameter (φ)	Md:	2,7 - 2,7	2,6 - 2,7
• Totalt organisk materiale (%)	TOM:	0,7 - 0,9	0,5 - 0,8
<b>Kjemiske analyser</b>			
• Hydrokarboner (mg/kg)	THC:	6,5 - 9,8	3,9 - 7,3
	NPD:	0,016 - 0,017	0,005 - 0,010
	PAH:	0,048 - 0,053	0,018 - 0,034
	Dekaliner:	ikke påvist	ikke påvist
• Metaller (mg/kg)	Ba:	69 - 133	15 - 70
	Cr:	7,5 - 8,1	5,0 - 8,1
	Cu:	0,6 - 0,8	0,2 - 0,6
	Pb:	7,3 - 9,1	4,8 - 7,3
	Zn:	5,8 - 7,4	4,0 - 7,4
	Cd:	<0,01 - 0,03	<0,01 - 0,01
	Hg:	<0,01	<0,01

## TEKNISK RAPPORT

**Biologi**

Totalt ble det funnet 74453 individer som ble identifisert til 202 arter. De ti dominerende arter utgjorde fra 81 % til 97 % av det totale individantall på de enkelte stasjoner. Børstemarken *Myriochele oculata* dominerte faunaen i området og utgjorde fra 58 % til 92 % av det totale individantallet. Dominansen av denne arten er tilfeldig, dvs. ikke knyttet til påvirkning, og vil variere. Arten har pelagisk larvestadium og kan ved nedslag finnes i store mengder på bunnen. Antallet vil etterhvert justere seg til mer normale nivåer.

De øvrige artene som dominerer faunaen i området er arter som trives på denne type bunn.

Diversitetsindekser beregnet uten *M. oculata* viser et diverst uforstyrret samfunn. Diversitetsindeksen H' varierte fra 4,6 til 5,4 på Valhall Flanke Nord og fra 4,5 til 5,3 på Valhall Flanke Sør.

Multivariate analyser viser at sammensetningen av bunnfaunasamfunnet i stor grad styres av sedimenttypen i området.

En oversikt over biologieresultatene fra grunnlagsundersøkelsen på Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør i 2001 er gitt i tabell 1.4.

**Tabell 1.4.** Biologieresultater på Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør i 2001.

Parametre	Variasjon på	Variasjon på
	Valhall Flanke Nord 2001	Valhall Flanke Sør 2001
	(13 stasjoner)	(14 stasjoner)
Dyp (m)	63 – 65	63 – 67
Antall arter	51 - 88	49 - 67
Antall individer ekskl. <i>M. oculata</i>	359 - 691	240 - 412
10 dominante arter ekskl. <i>M. oculata</i>	49 - 69 %	50 - 66 %
<i>M. oculata</i>	68 - 86 %	58 - 92 %
Dominant art ekskl. <i>M. oculata</i>	9 - 20 %	8 - 18 %
Diversitet H' ekskl. <i>M. oculata</i>	4,6 - 5,4	4,5 - 5,3
Jevnhet ekskl. <i>M. oculata</i>	0,8	0,8 - 0,9
ES <sub>100</sub> ekskl. <i>M. oculata</i>	31 - 42	31 - 42

### 1.1.3 Konklusjon

Grunnlagsundersøkelsen 2001 på Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør viser:

- Sedimentene er dominert av homogen fin sand. Innholdet av silt og leire (pelitt) er lavt og varierer fra 0,7 % til 5,3 %.
- Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, fra 0,5 % til 0,9 %.
- Det er ikke funnet forurensning av hydrokarboner, barium eller metaller i sedimentene.
- THC konsentrasjonene varierer fra 3,9 mg/kg til 9,8 mg/kg.
- Ba konsentrasjonene varierer fra 15 mg/kg til 133 mg/kg.
- Bunnfaunasamfunnet er upåvirket av offshore aktivitetene i området.

## 1.2 English Summary

### 1.2.1 Fieldwork

The fieldwork was performed from the vessel Far Spirit during in the period 25. - 29. of April 2001. 13 stations at Valhall Northern Flank, 14 stations at Valhall Southern Flank, plus the reference station for Valhall, were sampled. The sediments consisted of fine sand, and there were small variations in sample volume and physical appearance between the stations.

### 1.2.2 Results

This summary presents the essential findings from the baseline survey at Valhall Northern Flank and Valhall Southern Flank for 2001.

### Chemistry

No hydrocarbon, barium, or heavy metal pollution was found in the sediments.

The analysis parameters for the sediments are shown in table 1.1. The results are shown in table 1.2.

## TEKNISK RAPPORT

**Table 1.1.** Physical/chemical parameters analysed for the sediment samples.

Analysis	Parameter
<b>Sediment characterisation</b>	
• Particle size distribution	- Distribution of pelite (< 63µm) and sand (>63µm) - Cumulative weight % from 63 – 2000 µm - Median particle diameter (Md), standard deviation (SD), skewness (Sk) and kurtosis (K)
• Total organic matter	- % TOM in the sediments
<b>Chemical analysis</b>	
• Hydrocarbons	- THC, sum C12-C35 - NPD, naphthalenes, phenanthrenes and dibenzothiophenes - sum and single species contribution - PAH, 16 EPA - sum and single species contribution - Decalines, sum of C5-C8 alkyldekalines
• Metals	- Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn

The sediments in both fields consisted of fine homogenous sand. The amount of silt and clay in the sediments was low, varying from 0.7 to 5.3 %. The amount of silt and clay at the Valhall reference station has decreased slightly since the last sampling time. It now measured 2.7 % compared with 3.2 % in 1999 and 4.7 % in 1996.

The amount of TOM is low and quite similar at both fields. The concentrations of TOM varied from 0.7 % to 0.9 % at the Northern Flank and from 0.5 % to 0.8 % at the Southern Flank.

The concentrations of hydrocarbons (THC), barium, and metals were low, and the sediments are not defined as polluted by these compounds.

At the Northern Flank the THC concentrations varied from 6.5 mg/kg at station VAN 2 74°/500m to 9.8 mg/kg at station VAN 3 74°/1000 m. At the Southern Flank, the concentrations of THC varied from 3.9 mg/kg at station VAS 8 164°/2000m to 7.3 mg/kg at station VAS 12 254°/2000m. The concentration of THC at the reference station Ref. 254°/15000m was 6.1 mg/kg, approximately the same as previous measurements.

The concentration of barium at the Northern flank varied from 69 mg/kg at stations VAN 8 164°/2000m and VAN 11 254°/1000m to 133 mg/kg at station VAN 6 164°/500m. The concentration of barium at the Southern flank varied from 15 mg/kg at station VAS 8 164°/2000m to 70 mg/kg at VAS 14 344°/500m. The concentration of barium at the reference station Ref. 254°/15000m was 53 mg/kg, approximately the same as previous measurements.

The sediment layers at 1-3 cm depth and 3-6 cm depth were measured at some stations. The concentration of THC tends to increase with increasing depths in the sediments, including the reference station. This trend is even more apparent for barium, where the concentration in the layer at 3-6 cm depth is 2-4 times higher than in the layer of 0-1 cm depth. It is important to consider this observation in future sampling at the site. The concentrations of heavy metals are low at both fields and of the same order of magnitude as at the reference station. No increases in concentration with sediment depth were found for the analysed metals.

## TEKNISK RAPPORT

**Table 1.2.** Valhall Northern Flank and Southern Flank, Total organic matter (%), total hydrocarbons (THC), NPD, PAH, decalines and metals (mg/kg dry weight).

Station	TOM	THC	NPD	PAH	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
<b>Valhall Northern Flank</b>											
VAN 1 74°/ 250 m	0.9	6.7	-	-	106	0.03	7.6	0.6	-	7.4	6.3
VAN 2 74°/ 500 m	0.8	6.5	-	-	132	<0.01	7.8	0.6	-	7.9	6.5
VAN 3 74°/ 1000 m	0.8	9.8	-	-	97	<0.01	7.7	0.7	-	7.6	6.2
VAN 5 164°/ 250 m	0.9	7.8	0.017	0.053	111	<0.01	7.8	0.7	<0.01	7.6	6.4
1-3 cm	-	8.4	0.032	0.075	209	0.01	8.3	0.7	<0.01	8.4	7.7
3-6 cm	-	7.8	0.023	0.066	467	<0.01	8.8	0.8	0.01	9.2	8.1
VAN 6 164°/ 500 m	0.8	8.0	-	-	133	<0.01	8.1	0.6	-	8.0	6.8
VAN 7 164°/ 1000 m	0.8	8.2	-	-	108	<0.01	8.1	0.8	-	8.3	6.7
VAN 8 164°/ 2000 m	0.8	7.3	0.016	0.048	69	<0.01	7.9	0.7	<0.01	9.1	6.9
1-3 cm	-	7.8	0.018	0.052	89	0.01	8.3	0.7	<0.01	8.8	6.8
3-6 cm	-	12.8	0.034	0.111	189	<0.01	8.1	0.6	0.01	8.6	7.3
VAN 9 254°/ 250 m	0.8	7.6	-	-	78	<0.01	7.8	0.7	-	7.7	6.0
VAN10 254°/ 500 m	0.8	7.0	-	-	94	<0.01	7.6	0.6	-	7.3	5.8
VAN11 254°/ 1000 m	0.7	7.1	-	-	69	<0.01	7.5	0.6	-	7.3	7.4
VAN13 344°/ 250 m	0.7	7.6	-	-	100	<0.01	7.9	0.6	-	7.9	6.1
VAN14 344°/ 500 m	0.8	8.1	-	-	110	<0.01	8.1	0.7	-	7.9	6.7
VAN15 344°/ 1000 m	0.8	7.7	-	-	104	<0.01	7.8	0.7	-	7.6	6.5
<b>Valhall Southern Flank</b>											
VAS 1 74°/ 250 m	0.7	6.4	-	-	38	<0.01	6.9	0.5	-	6.2	5.2
VAS 2 74°/ 500 m	0.7	6.0	-	-	36	<0.01	6.9	0.4	-	6.3	5.3
VAS 3 74°/ 1000 m	0.7	6.4	-	-	46	<0.01	6.6	0.5	-	6.5	5.4
VAS 4 74°/ 2000 m	0.6	5.3	-	-	55	<0.01	5.9	0.4	-	6.0	5.1
VAS 5 164°/ 250 m	0.7	5.5	0.010	0.034	33	<0.02	6.8	0.4	<0.01	6.1	5.4
1-3 cm	-	6.3	0.012	0.041	51	<0.01	7.4	0.9	<0.01	6.7	6.8
3-6 cm	-	7.4	0.019	0.058	79	<0.01	7.3	0.6	<0.01	6.3	5.6
VAS 6 164°/ 500 m	0.7	6.0	-	-	36	<0.01	6.6	0.4	-	6.0	5.2
VAS 7 164°/ 1000 m	0.6	5.2	-	-	28	<0.01	6.0	0.4	-	5.4	4.6
VAS 8 164°/ 2000 m	0.5	3.9	0.005	0.018	15	<0.01	5.0	0.2	<0.01	4.8	4.0
1-3 cm	-	4.1	0.008	0.020	20	<0.01	5.2	0.4	<0.01	4.7	4.1
3-6 cm	-	4.5	0.005	0.018	46	0.01	5.2	0.4	<0.01	4.8	4.3
VAS 9 254°/ 250 m	0.6	6.2	-	-	38	0.01	7.1	0.4	-	6.5	5.4
VAS10 254°/ 500 m	0.7	6.2	-	-	41	<0.01	7.4	0.5	-	6.5	5.4
VAS12 254°/ 2000 m	0.8	7.3	-	-	47	<0.01	8.1	0.6	-	7.3	7.4
VAS13 344°/ 250 m	0.7	7.1	-	-	68	<0.01	7.3	0.5	-	6.7	6.0
VAS14 344°/ 500 m	0.7	6.9	-	-	70	<0.01	7.4	0.5	-	6.5	5.7
VAS15 344°/ 1000 m	0.8	6.4	-	-	68	<0.01	7.6	0.5	-	6.8	6.3
<b>Valhall reference station</b>											
Ref. 254°/15000m	0.7	6.1	0.011	0.040	53	<0.01	8.1	0.5	<0.01	7.7	6.6
1-3 cm	-	6.9	0.012	0.053	63	<0.01	8.4	0.5	<0.01	8.1	7.0
3-6 cm	-	9.5	0.030	0.096	195	0.01	8.8	0.6	<0.01	8.8	9.0

-: not analysed

Decalins were not detected; detection limit 50 µg/kg

## TEKNISK RAPPORT

An overview of the results from the baseline survey at Valhall Northern Flank and Valhall Southern Flank is shown below.

**Table 1.3.** Results of the baseline survey for Valhall Northern Flank and Southern Flank in 2001.

		Variations at Valhall Northern Flank 2001 (0-1 cm layer)	Variations at Valhall Southern Flank 2001 (0-1 cm layer)
Number of stations		(13 stations)	(14 stations)
Depth (meters)		63 – 65	63 – 67
<b>Sediment characterisation</b>			
• Particle size distribution (%)	Silt & Clay:	1.8 - 5.3	0.7 - 4.5
	Sand:	95 - 98	96 - 99
	Gravel:	0 - 0.2	0 - 0.8
• Median particle diameter ( $\phi$ )	Md:	2.7 - 2.7	2.6 - 2.7
• Total organic matter (%)	TOM:	0.7 - 0.9	0.5 - 0.8
<b>Chemical analysis</b>			
• Hydrocarbons (mg/kg)	THC:	6.5 - 9.8	3.9 - 7.3
	NPD:	0.016 - 0.017	0.005 - 0.010
	PAH:	0.048 - 0.053	0.018 - 0.034
	Decalines:	Not detected	Not detected
• Metals (mg/kg)	Ba:	69 - 133	15 - 70
	Cr:	7.5 - 8.1	5.0 - 8.1
	Cu:	0.6 - 0.8	0.2 - 0.6
	Pb:	7.3 - 9.1	4.8 - 7.3
	Zn:	5.8 - 7.4	4.0 - 7.4
	Cd:	<0.01 - 0.03	<0.01 - 0.01
	Hg:	<0.01	<0.01

## Biology

A total of 74453 individual organisms, divided into 202 species, were identified on the two Flanks. The ten most dominant species contributed between 81 % and 97 % of the total amount of individuals at each station. The polychaeta *Myriochele oculata* dominated the fauna in the area, and contributed from 58 % to 92 % of the total amount of individuals. The dominance of this species is coincidental, i.e. not associated with any disturbing factors, and is expected to vary over time. This species has a pelagic larval stage, and may settle to the bottom in large amounts. The relative amount of individuals is expected to normalise itself over time.

The other dominant species in the area are typical for these types of sediments.

Diversity indices calculated without the data for *M. oculata* show a diverse, non-disturbed community. The diversity index  $H'$  varied from 4.6 to 5.4 at Valhall Northern Flank and from 4.5 to 5.3 at Valhall Southern Flank.

Multivariate analyses performed show that the composition of the benthic community in the area is mostly controlled by the sediment-type.

An overview of the biological results from the baseline survey at Valhall Northern Flank and Valhall Southern Flank for 2001 is shown in table 1.4.

## TEKNISK RAPPORT

**Table 1.4.** Results from the biological tests at Valhall Northern Flank and Valhall Southern Flank for 2001.

Parameters	Variation at Valhall Northern Flank 2001	Variation at Valhall Southern Flank 2001
	(13 stations)	(14 stations)
Depth (meters)	63 – 65	63 – 67
Number of species	51 - 88	49 - 67
No. of individuals exc. <i>M. oculata</i>	359 - 691	240 - 412
10 dominant species exc. <i>M. oculata</i>	49 - 69 %	50 - 66 %
<i>M. oculata</i>	68 - 86 %	58 - 92 %
Most dominant species exc. <i>M. oculata</i>	9 - 20 %	8 - 18 %
Diversity H' exc. <i>M. oculata</i>	4.6 - 5.4	4.5 - 5.3
Evenness exc. <i>M. oculata</i>	0.8	0.8 - 0.9
ES <sub>100</sub> exc. <i>M. oculata</i>	31 - 42	31 - 42

### 1.2.3 Conclusion

The baseline survey at Valhall Northern Flank and Valhall Southern Flank shows:

- The sediments are dominated by homogenous fine sand. The amount of silt and clay (pelite) is low, varying from 0.7 to 5.3 %.
- The amount of total organic matter (TOM) in the sediments is low, varying from 0.5 to 0.9 %.
- The concentrations of hydrocarbons (THC), barium, and metals in the sediments were low, and the sediments are not defined as polluted.
- THC concentrations varied from 3.9 to 9.8 mg/kg.
- Concentrations of barium varied from 15 to 133 mg/kg.
- The benthic community is unaffected by the offshore activities in the area.

## 2 INNLEDNING

Valhall feltet ligger i blokk 2/8 og 2/11. Produksjon av feltet startet i 1982. Olje og gass transporteres i rør til Ekofisk. Valhall ligger i EKOFISK regionen som ble undersøkt i 1999. For detaljer vedrørende feltet se hoverapporten for EKOFISK undersøkelsen (DNV, 1999).

BP-AMOCO planlegger utbygging av to nye brønnhode plattformer ved Valhall, henholdsvis Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør. På grunn av muligheten for at for-boring av produksjonsbrønner ville starte før neste regionale miljøundersøkelse, sommeren 2002, ble det gjennomført en egen grunnlagsundersøkelse for disse to installasjonene våren 2001.

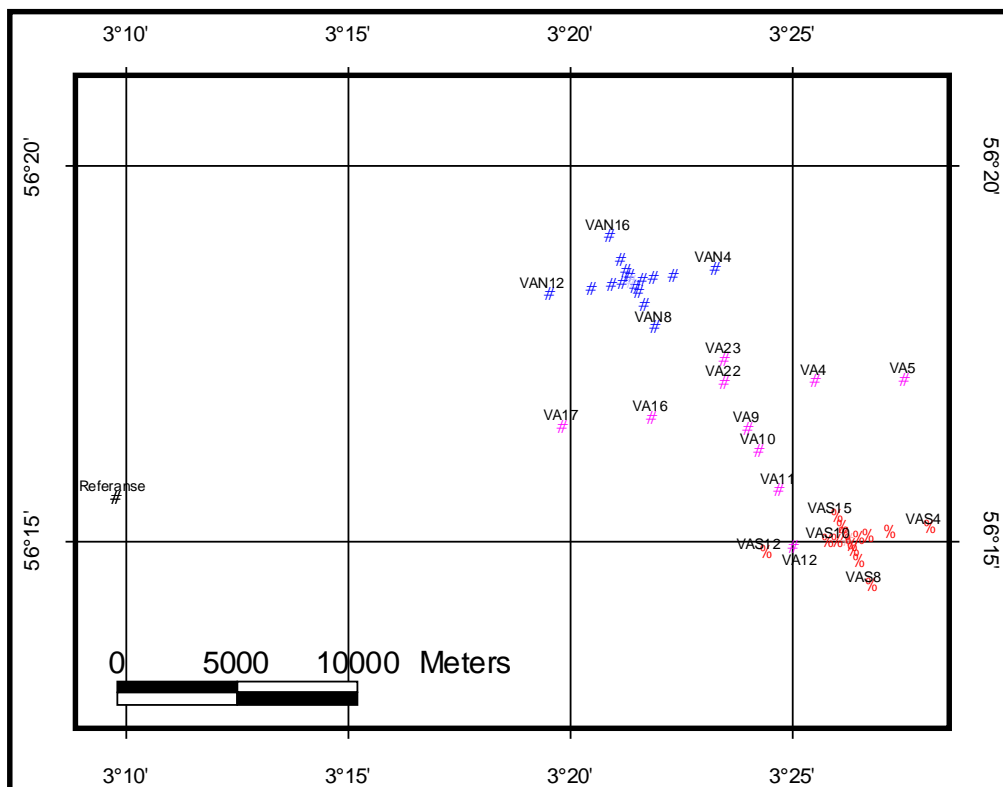
### 3 MATERIALE OG METODER

#### 3.1 Feltarbeid

Undersøkelsen ble gjennomført 25. til 29.april, 2001 av DNV og SINTEF Kjemi.

Valhall Flanke ligger nord og sør for Valhall. Prøvetakingsstasjonene ble lagt i et aksekors med samme hovedretning som for Valhall (nord-nordvestlig), og følger anbefalinger gitt i retningslinjer for offshore miljøovervåking (SFT, 99:01), med prøvetakingsstasjoner 250, 500, 1000, 2000m rundet installasjonen pluss en referansestasjon (samme som tidligere år for Valhall feltet).

Plasseringen av stasjonene er vist i figur 3.1, 3.2 og 3.3 og en oversikt over posisjoner er gitt i tabell 3.1 og 3.2.

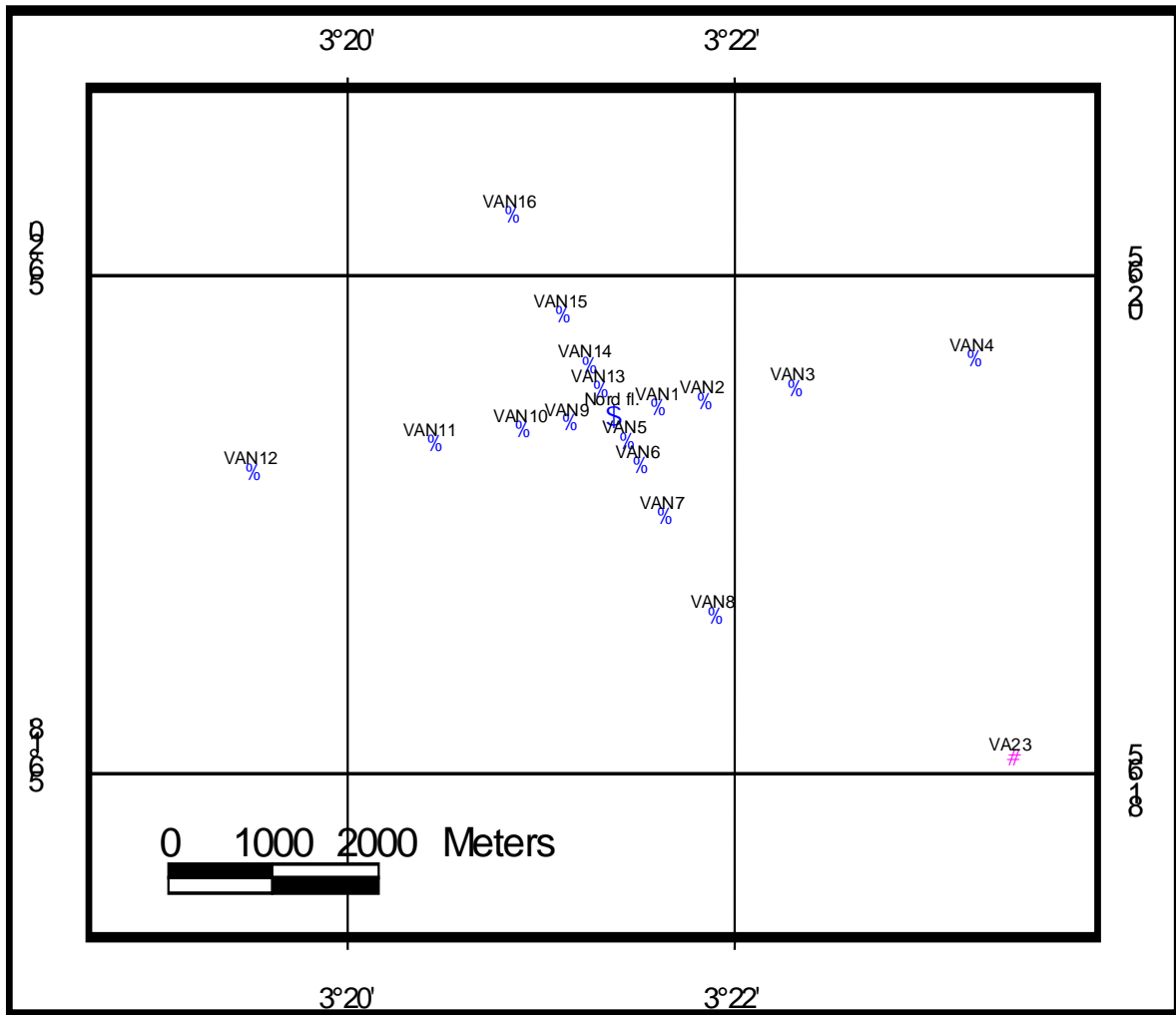


**Figur 3.1.** Stasjonplasseringen for Valhall. VA=Valhall; VAN= Valhall Flanke Nord; VAS= Valhall Flanke Sør.(VAN4, VAN12 og VAN16, samt VAS11 og VAS16 er ikke prøvetatt i 2001).

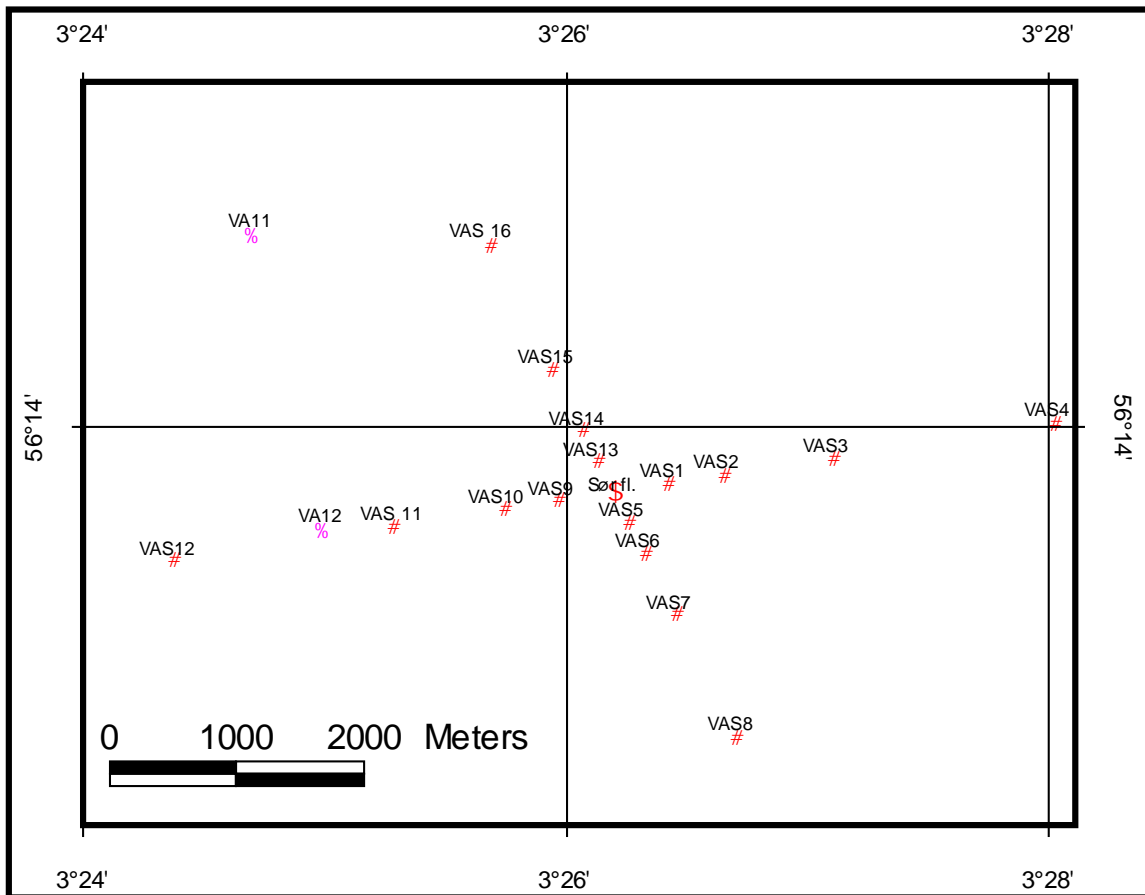
To av tidligere prøvetatte stasjoner på Valhall (stasjonene VA11 og VA12) ligger i nærheten av stasjoner som inngår i prøvetakingsnettet for flankene. Stasjon VA11 ligger ca. 1000m nord-nordvest for VAS16 (og ca. 3000m fra sentrum Valhall Flanke Sør). VA11 erstatter VAS16. VAS11 ligger under 300m sør-sørøst for VA12, og VA12 erstattet VAS11.

TEKNISK RAPPORT

Stasjonen vil da ligge 1300m i stedet for 1000m fra Valhall Flanke Sør. Fordi VA11 og VA12 ble prøvetatt i 1999 ble de ikke prøvetatt i 2001.



**Figur 3.2.** Stasjonsplassering Valhall Flanke Nord (VAN4, VAN12 og VAN16 er ikke prøvetatt i 2001).



**Figur 3.3.** Stasjonsplassering Valhall Flanke Sør (VAS11 og VAS16 ble ikke prøvetatt i 2001)

## TEKNISK RAPPORT

**Tabell 3.1.** Oversikt over prøvetatte stasjoner Valhall Flanke Nord, 2001. Rubrikken "volum sedimenter" angir antall liter sediment i en grabbprøve. Antall prøver til kjemiske analyser er oppgitt i rubrikken kjemi. Posisjoner er oppgitt i UTM, sone 31, ED50.

STASJON	GRAD.	AVST.	Beregnet posisjon		Prøvetatt posisjon		Dato	Start	Slutt	Dyp	VOLUM SEDIMENTER					Kjemi	Bom	Kommentarer
			UTM31 N	UTM31 Ø	UTM N	UTM Ø					1	2	3	4	5			
<b>VALHALL NF</b>		<b>0</b>	<b>6242377</b>	<b>521810</b>														
VAN1	74	250	6242446	522050	6242429	522082	27-apr-01	9:30	10:10	66	12	12	11	11	10	3	0	Fin sand
VAN2	74	500	6242515	522291	6242501	522317	27-apr-01	2:30	3:20	65	12	11	10	11	10	3	1	Fin sand
VAN3	74	1000	6242653	522771	6242691	522773	27-apr-01	3:45	4:40	65	11	11	11	11	11	3	2	Fin sand
VAN5	164	250	6242137	521879	6242139	521841	27-apr-01	8:40	9:15	65	12	12	10	11	14	3	0	Fin sand
VAN6	164	500	6241896	521948	6241896	521944	27-apr-01	12:05	12:55	65	11	11	11	11	12	3	2	Fin sand
VAN7	164	1000	6241416	522086	6241420	522082	27-apr-01	13:15	14:00	65	11	11	12	11	11	3	1	Fin sand
VAN8	164	2000	6240454	522361	6240464	522366	27-apr-01	14:30	15:15	65	12	11	11	12	9	3	0	Fin sand
VAN9	254	250	6242308	521570	6242300	521544	27-apr-01	11:10	11:45	65	6	11	11	11	11	3	0	Fin sand
VAN10	254	500	6242239	521329	6242193	521304	26-apr-01	23:00	23:55	65	10	10	10	12	12	3	1	Fin sand
VAN11	254	1000	6242101	520849	6242085	520850	26-apr-01	21:25	22:30	65	10	7	7	10	10	3	2	Fin sand
VAN13	344	250	6242617	521741	6242624	521710	27-apr-01	10:20	11:00	64	10	10	11	12	11	3	0	Fin sand
VAN14	344	500	6242858	521672	6242874	521689	27-apr-01	6:00	6:35	65	11	9	11	11	11	3	0	Fin sand
VAN15	344	1000	6243338	521534	6243317	521570	27-apr-01	5:05	5:50	65	11	12	11	11	12	3	0	Fin sand

## TEKNISK RAPPORT

**Tabell 3.2.** Oversikt over prøvetatte stasjoner Valhall Flanke Sør, 2001. Rubrikken "volum sedimenter" angir antall liter sediment i en grabbprøve. Antall prøver til kjemiske analyser er oppgitt i rubrikken kjemi. Posisjoner oppgitt i UTM sone 31, ED50.

STAS.	GRAD.	AVST.	Beregnet posisjon		Prøvetatt posisjon		Dato	Start	Slutt	Dyp	VOLUM SEDIMENTER					Kjemi	Bom	Kommentarer
			UTM31 N	UTM31 Ø	UTM N	UTM Ø					1	2	3	4	5			
<b>VALHALL SF</b>		<b>0</b>	<b>6231648</b>	<b>527120</b>														
VAS1	74	250	6231717	527360	6231741	527346	28-apr-01	3:50	4:30	64	15	8	10	9	10	3	0	Fin sand
VAS2	74	500	6231786	527601	6231807	527599	28-apr-01	4:35	5:20	64	10	7	9	8	8	3	0	Fin sand
VAS3	74	1000	6231924	528081	6231946	528050	28-apr-01	5:35	6:10	64	8	7	10	7	8	3	0	Fin sand
VAS4	74	2000	6232199	529043	6232101	529035	28-apr-01	6:25	7:00	64	7	8	7	8	7	3	1	Fin sand
VAS5	164	250	6231408	527189	6231387	527220	27-apr-01	23:40	0:20	66	11	9	9	7	10	3	0	Fin sand
VAS6	164	500	6231167	527258	6231163	527279	28-apr-01	0:30	1:10	64	8	10	8	8	9	3	2	Fin sand
VAS7	164	1000	6230687	527396	6230687	527401	28-apr-01	1:25	2:05	64	9	7	9	10	8	3	1	Fin sand
VAS8	164	2000	6229725	527671	6229754	527643	28-apr-01	2:20	3:30	63	8	6	8	7	7	3	5	Fin sand
VAS9	254	250	6231579	526880	6231589	526852	27-apr-01	20:37	21:20	67	11	9	9	9	9	3	0	Fin sand
VAS10	254	500	6231510	526639	6231507	526682	27-apr-01	19:53	20:25	63	11	8	11	11	9	3	0	Fin sand
VAS12	254	2000	6231097	525197	6231121	525211	27-apr-01	19:15	19:43	64	7	8	12	11	10	3	0	Fin sand
VAS13	344	250	6231888	527051	6231895	527075	27-apr-01	22:50	23:25	64	11	8	10	11	11	3	1	Fin sand
VAS14	344	500	6232129	526982	6232147	527000	27-apr-01	22:10	22:40	64	10	8	10	8	11	3	0	Fin sand
VAS15	344	1000	6232609	526844	6232600	526846	27-apr-01	21:24	21:58	66	9	11	7	10	10	3	0	Fin sand
Referanse Valhall			6233312	510041	6233322	510092	27-apr-01	16:35	18:15	68	11	11	11	11	12	5	2	Fin sand

## TEKNISK RAPPORT

Feltarbeidet ble gjennomført fra fartøyet "Far Spirit" eiet av Farstad Shipping AS. Fartøyet ble bygget i 1983 av Ulstein Hatlo AS i Ulsteinvik, og har følgende spesifikasjoner:

- Lengde: 68,70 meter
- Bredde: 17,5 meter
- Vekt: 2350 DWT
- Hovedmaskin: 2 motorer, Bergen Diesel med en effekt på 6120 HK.
- Trustere: 4 (2 i front og 2 hekk)
- Vinsj: KC - Denmark (DNV)

Utstyr benyttet: modifisert vanVeen grab, stål bord, vaskebord, sikter.

Til fartøyets differensielle Furuno GPS ble en kartplotter (PC) koblet opp. Navigasjonen ble gjennomført med programmet Visual Navigation Suite fra Nobeltec. Som backup ble en GPS48 koblet opp i mot det samme navigasjonsprogrammet. Prøvetakingen ble foretatt innenfor en sirkel av 50m fra beregnet prøvepunkt. Pga. en innstillingsfeil i fartøyets GPS ble stasjon VAS4 (74/1000m) prøvetatt ca. 100m lenger sør enn beregnet.

### 3.1.1 Prøvetaking/-utstyr

Prøver til kjemiske og biologiske analyser ble samlet inn med en langarmet van Veen grabb (prøve-areal 0,1 m<sup>2</sup>). Deler av prøvetakingsutstyret er vist i figur 3.4.



**Figur 3.4.** Grabb, mottaksbord, målesylinder og vaskebord benyttet på Mikkel A og B (bildet er fra tilsvarende feltarbeid gjennomført på Haltenbanken i 2000).

TEKNISK RAPPORT

---

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

For kjemi-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.

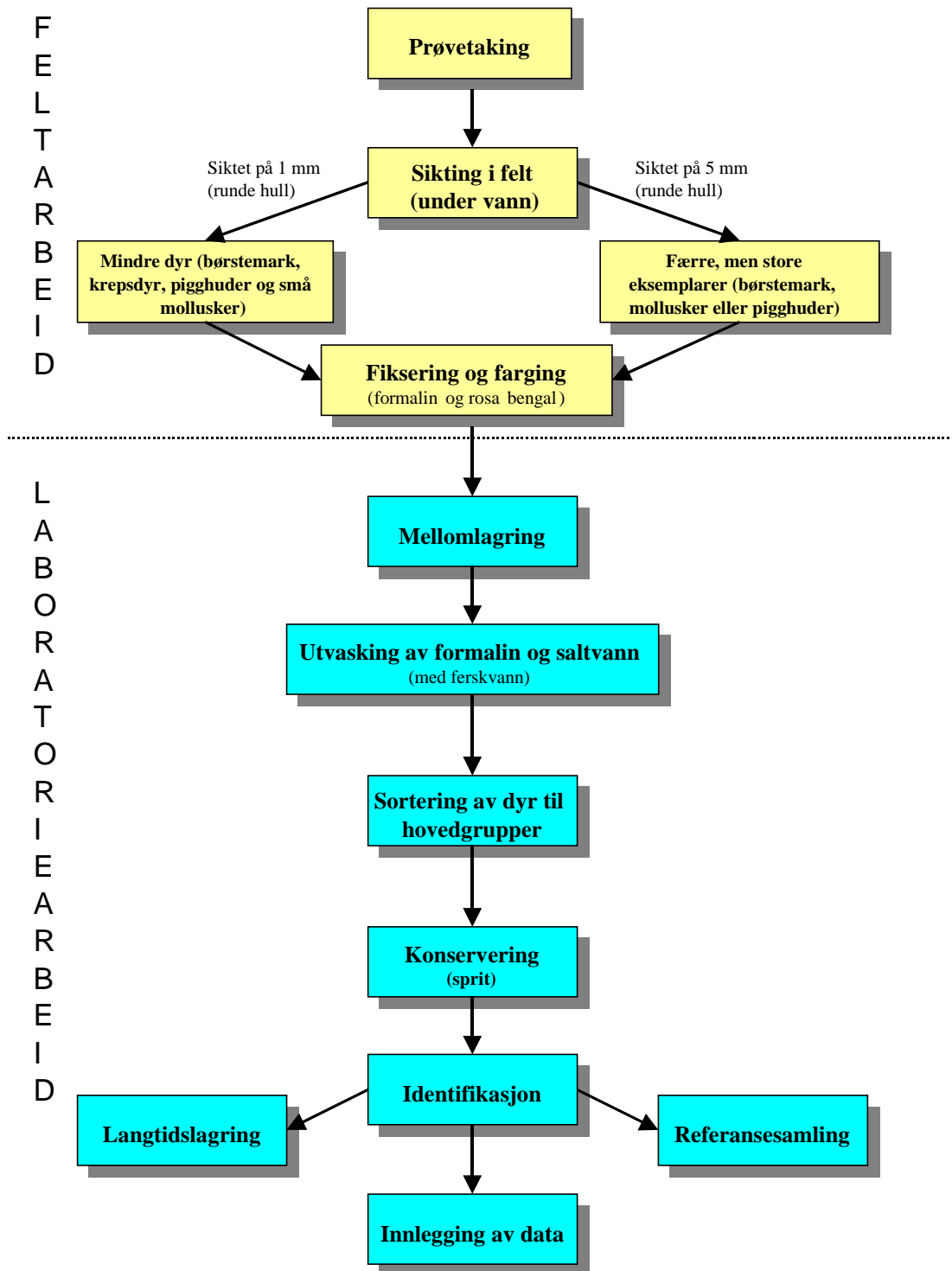
For fauna-analyser ble det innhentet fem replikater (grabber) fra hver lokalitet (stasjon) med unntak av referansestasjonen, hvor det ble innhentet 10 grabber. I felt ble prøvene vasket og siktet på 1mm sikter.

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.

### 3.2 Biologiske metoder/analyser

Et flytdiagram som viser de forskjellige trinn i opparbeidelsen av makrofauna er vist i figur 3.5.

TEKNISK RAPPORT



Figur 3.5. Flyttdiagram fra prøvetaking til innlegging av artsdata i programvare.

## TEKNISK RAPPORT

### 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 1969).
- Log-normal fordelingsplott (Gray & Mirza 1979, Gray & Pearson 1982).
- Forventet antall arter per 100 individer ( $ES_{100}$ ).
- Faunalikhet mellom stasjonene ved hjelp av Bray-Curtis likhets indeks  $\delta_{jk}$  (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 B.

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

### Akkreditering

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.

### 3.3 Kjemiske analyser og fysisk karakterisering av sedimentene

I tabell 3.3 er det gitt en oversikt over de ulike analyseparametrene.

**Tabell 3.3.** Oversikt over analyseparametrene.

Analyse	Parameter
<b>Sedimentkarakterisering</b>	
• 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
<b>Kjemiske analyser</b>	
• 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, Zn, Al og Li

#### 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.

## TEKNISK RAPPORT

Fordi partikkelstørrelsefordelingen for fraksjonen < 63µm ikke ble bestemt, ble  $\Phi$ -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.

Formlene for beregningene er gitt nedenfor.

Median partikkel diameter,  $Md\Phi$ 

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

 $\Phi$  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 3.4 og 3.5.

## TEKNISK RAPPORT

**Tabell 3.4.** Kornstørrelsefordeling. Mesh størrelser og Wentworth klassifisering (Buchanan, 1984).

Mesh diameter ( $\mu\text{m}$ )	$\phi$	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)

$\phi$ -verdien for silt og leire fraksjonen blir satt lik 8.

**Tabell 35.** Kornstørrelsefordeling. Tolkning av beskrivende størrelser.

	Indeks verdi	Tolkning
Standardavvik ( $SD\phi$ )	<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 ( $Sk\phi$ )	+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 ( $K\phi$ )	<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, og vekttapet ble bestemt.

### 3.3.2 Kjemiske analyser

#### *Hydrokarboner*

Den kjemiske analysen av organiske forbindelser i sedimentene omfatter bestemmelse av totalmengde hydrokarboner fra n-C<sub>12</sub> til n-C<sub>35</sub> (THC) og utvalgte hydrokarboner (NPD, PAH og dekaliner). De viktigste trinnene i analyseprosedyren er vist i figur 3.6. 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 µg hver av naftalen-d<sub>8</sub>, bifenyl-d<sub>10</sub>, fenantren-d<sub>10</sub>, pyren-d<sub>10</sub>, krysen-d<sub>12</sub> og perylen-d<sub>12</sub>. 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.

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

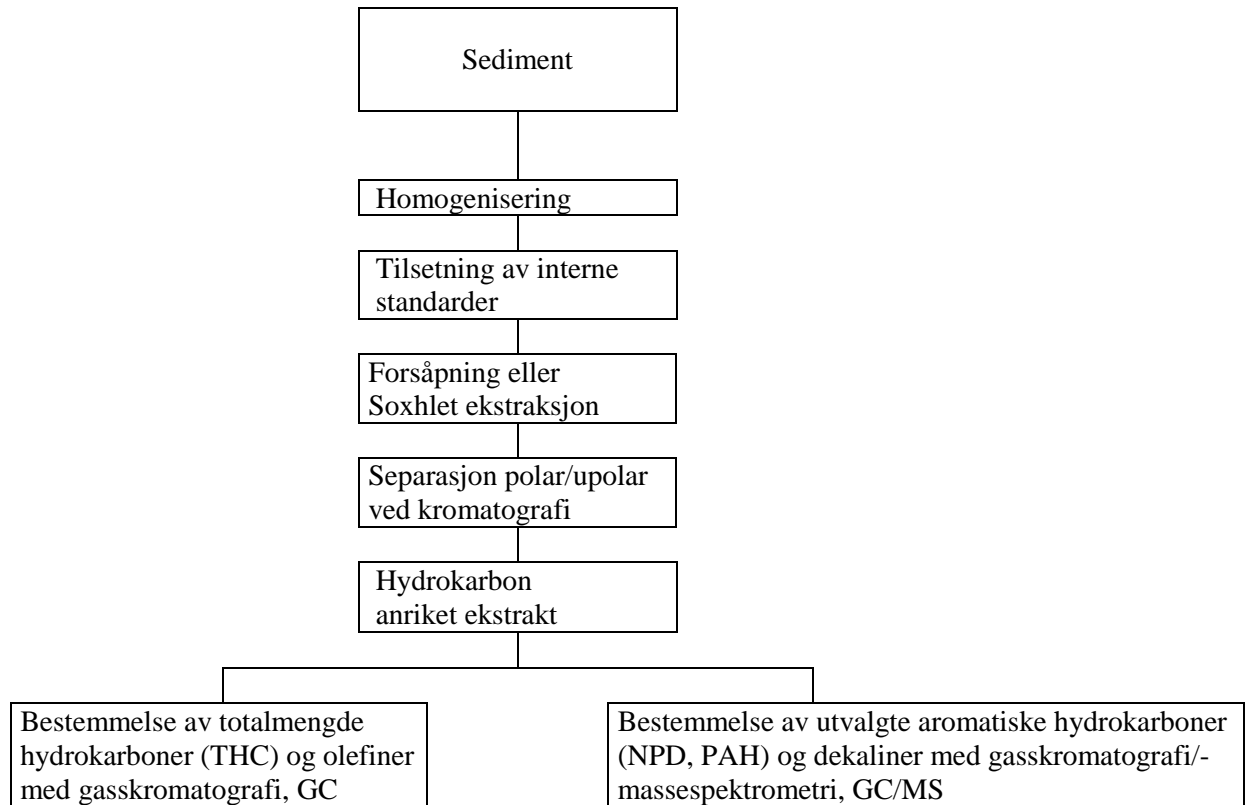
#### Kvantifisering:

THC (totalmengde hydrokarboner) ble bestemt med gasskromatografi i kokepunktområdet n-C<sub>12</sub> alkan til n-C<sub>35</sub> alkan. Kvantifiseringen ble utført med bruk av en ekstern standard av referanseolje, 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 C<sub>1</sub>-, C<sub>2</sub>- og C<sub>3</sub>-alkylerte derivater, acenaften, acenaftylen, fluoren, pyren/fluoranten, krysen/trifenylen, benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten/benzo(j)fluoranten/benzo(k)fluoranten, benzo(g,h,i)perylen, indeno(1,2,3-cd)pyren og dibenzo(a,h)antracen. I tillegg ble summen av de bicykliske alkanene C<sub>5</sub> - C<sub>8</sub> alkyl dekaliner bestemt (intern standard fenantren-d<sub>10</sub>).

Referanseforbindelser var tilgjengelige for de fleste aromatiske forbindelsene. Referanseforbindelser manglet for C<sub>3</sub>-alkyl fenantrener og for C<sub>1</sub>-og C<sub>3</sub>-alkyl dibenzotiofener. I en alkyl homolog serie avtar responsfaktoren gradvis, og responsfaktoren for disse forbindelsene ble antatt å ha samme avtagende tendens som for C<sub>1</sub> - C<sub>3</sub>-alkyl naftalener. For de bicykliske alkanene, C<sub>5</sub> - C<sub>8</sub> -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 3.6.** Oversikt over de viktigste trinnene ved bestemmelse av hydrokarboner i sedimenter.

## TEKNISK RAPPORT

## 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
Datasytem		: Turbochrom 6.1
HDF 200		: 0,1 - 10 mg/ml heksan

## GC/MS betingelser:

Massespektrometer		: Finnigan SSQ 700
Datasytem		: 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
Bæregass		: Helium
Ionisasjon		: Elektronstøt, 70 eV
Scan frekvens		: 1 scan/0.6 sec
Masser (m/z)	C <sub>0</sub> -C <sub>3</sub> naftalen	: 128, 142, 156, 170
	C <sub>0</sub> -C <sub>3</sub> fenantren	: 178, 192, 206, 220
	C <sub>0</sub> -C <sub>3</sub> dibenzotiofen	: 184, 198, 212, 226
	PAH	: 152, 154, 166, 202, 228, 252, 276, 278
	C <sub>5</sub> -C <sub>8</sub> 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.

## TEKNISK RAPPORT

## ICP-AES:

Instrument: Thermo Jarrel Ash Iris Advantage

Analyseliner:

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.

Analyseliner: 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.

**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 3.6.** Deteksjonsgrenser (LOD) og kvantifiseringsgrenser (LOQ), hydrokarboner

Analyseparameter	LOD mg/kg	LOQ mg/kg	Blindprøver antall
THC	0,15	0,51	3
Sum NPD	0,002	0,006	3
Sum PAH	0,001	0,005	3
Sum dekaliner	-	0,050*	3

\* anslått ut fra analyse av blindprøver

**Tabell 3.7.** 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

**3.3.3 Kvalitetssikring****Akkreditering**

Laboratoriene - SINTEF Kjemi, avd Miljøteknologi og analyse i Oslo og SINTEF Kjemi, avd Miljø i Trondheim - er begge akkreditert av Norsk Akkreditering for å utføre kjemiske analyser under akkrediterings nr. P032 og nr. P091. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.

TEKNISK RAPPORT

---

***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 tre 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.

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 A.

***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 A.

### **3.4 Avvik fra SFTs retningslinjer 99:01**

Undersøkelsen er utført i henhold til SFTs retningslinjer for miljøovervåking av petroleumsvirksomheten på norsk sokkel, 99:01. For bestemmelse av kornstørrelsefordelingen og de kjemiske og biologiske analysene er det ingen avvik fra disse retningslinjene.

Mindre avvik vedrørende stasjonsplassering er beskrevet i 3.1.

## 4 RESULTATER OG DISKUSJON

### 4.1 Kjemiske analyser og sedimentkarakterisering

En oversikt over resultatene fra grunnlagsundersøkelsen på Valhall Flanke Nord og Flanke Sør i 2001 er gitt i tabell 4.1, som også inkluderer resultater fra 1999 undersøkelsen på Valhall.

Det er ikke funnet forurensning av hydrokarboner, barium eller tungmetaller i sedimentene på Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør.

**Tabell 4.1.** Oversikt over de kjemiske resultatene på Valhall Flanke Nord og Sør, 2001, samt Valhall 1999. Resultatene gjelder det øverste topplaget av sedimentet (0-1cm).

		Valhall Flanke Nord (13 stasjoner)	Valhall Flanke Sør (14 stasjoner)	Valhall (1999)
<b>Dyp (m)</b>		63 – 65	63 – 67	68-72
<b>Sedimentkarakterisering</b>				
• Kornstørrelsefordeling (%)	Silt & leire:	1,8 - 5,3	0,7 - 4,5	4,5*
	Sand:	95 - 98	96 - 99	95,5
	Grus:	0 - 0,2	0 - 0,8	0
• Median partikkel diameter (φ)	Md:	2,7 - 2,7	2,6 - 2,7	2,7
• Totalt organisk materiale (%)	TOM:	0,7 - 0,9	0,5 - 0,8	0,41-1,13
<b>Kjemiske analyser</b>				
• Hydrokarboner (mg/kg)	THC:	6,5 - 9,8	3,9 - 7,3	5,1-65
	NPD:	0,016 - 0,017	0,005 - 0,010	0,011-0,084
	PAH:	0,048 - 0,053	0,018 - 0,034	0,036-0,08
	Dekaliner:	ikke påvist	ikke påvist	nd-0,782
• Metaller (mg/kg)	Ba:	69 - 133	15 - 70	47-2160
	Cr:	7,5 - 8,1	5,0 - 8,1	7,3 -9,2
	Cu:	0,6 - 0,8	0,2 - 0,6	0,4-1,9
	Pb:	7,3 - 9,1	4,8 - 7,3	7,2-11,5
	Zn:	5,8 - 7,4	4,0 - 7,4	5,4-12,2
	Cd:	<0,01 - 0,03	<0,01 - 0,01	nd-0,03
	Hg:	<0,01	<0,01	0,02

#### 4.1.1 Sediment karakteristikk

##### *Kornstørrelsefordeling*

Kornstørrelsefordelingen i sedimentene fra Valhall Flanke Nord og Sør er gitt i tabell 4.2.

Sedimentene på begge feltene består av fin sand.

På Valhall Flanke Nord varierer innholdet av silt og leire fra 1,8 % på stasjon VAN 9 254°/250m til 5,3 % på stasjon VAN 5 164°/250m. Andel sand dominerer i sedimentene på alle stasjonene (>95 %), og sedimentet kan derfor klassifiseres som fin sand.

\* data fra 1999 mht. sedimentkarakteristikk gjelder referansestasjonen.

TEKNISK RAPPORT

---

Sedimentet ser ut til å være svært homogent med en median partikkeldiameter på  $2,70 \pm 0,01\phi$ . Grus er nesten ikke påvist, 0,2 % på to av stasjonene.

På Valhall Flanke Sør varierer innholdet av silt og leire fra 0,7 % på stasjon VAS 5 164°/250m til 4,5 % på stasjon VAS 13 344°/250m. Andel sand dominerer i sedimentene på alle stasjonene (> 95 %), og sedimentet klassifiseres som fin sand. Også her er median partikkeldiameteren svært lik på hele feltet med en gjennomsnittsverdi på  $2,66 \pm 0,03\phi$ . Grus er bare funnet på en stasjon, stasjon VAS 4 74°/2000m med 0,8 %.

Referansestasjonen ved 254°/15000m er den samme som ved tidligere undersøkelser på Valhall feltet. Innholdet av silt og leire i sedimentet har avtatt noe. Innholdet i år er 2,7 %, mens det var 3,2 % i 1999 og 4,7 % i 1996.

Det er god overensstemmelse mellom årets resultater og tidligere års regionale undersøkelser på Valhall.

De detaljerte resultatene er gitt i Appendiks A.

***Totalt organisk materiale (TOM)***

Sedimentene fra Valhall Flanke Nord og Sør består av homogen fin sand. Som ventet er innholdet av totalt organisk materiale lavt med liten variasjon. Resultatene er gitt i tabell 4.3.

På Valhall Flanke Nord varierer innholdet av totalt organisk materiale fra 0,7 % til 0,9 %. På Valhall Flanke Sør varierer innholdet av totalt organisk materiale fra 0,5 % til 0,8 %.

På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er innholdet av totalt organisk materiale 0,7 %, det samme som i miljøundersøkelsen på Valhall i 1999.

## TEKNISK RAPPORT

**Tabell 4.2. Valhall Flanke Nord og Sør. Kornstørrelsefordeling**

Stasjon	Fordelingsparametre 2001		Kornfordeling (% tørrvekt) 2001		
	Median diameter	Klassifisering	Silt og leire	Sand	Grus
<b>Valhall Nordflanke</b>					
VAN 1 74°/ 250m	2,72	Fin sand	2,7	97,3	0,0
VAN 2 74°/ 500m	2,72	Fin sand	4,7	95,3	0,0
VAN 3 74°/1000m	2,70	Fin sand	4,6	95,4	0,0
VAN 5 164°/ 250m	2,69	Fin sand	5,3	94,7	0,0
VAN 6 164°/ 500m	2,72	Fin sand	4,1	95,9	0,0
VAN 7 164°/1000m	2,72	Fin sand	4,4	95,6	0,0
VAN 8 164°/2000m	2,70	Fin sand	3,9	96,1	0,0
VAN 9 254°/ 250m	2,70	Fin sand	1,8	98,2	0,0
VAN10 254°/ 500m	2,70	Fin sand	4,1	95,6	0,2
VAN11 254°/1000m	2,68	Fin sand	2,0	97,7	0,2
VAN13 344°/ 250m	2,71	Fin sand	4,0	96,0	0,0
VAN14 344°/ 500m	2,70	Fin sand	4,3	95,7	0,0
VAN15 344°/1000m	2,69	Fin sand	2,5	97,5	0,0
Gjennomsnitt	2,70	Fin sand	3,72	96,2	0,04
Standard avvik	0,01		1,08	1,06	0,09
<b>Valhall Sørflanke</b>					
VAS 1 74°/ 250m	2,67	Fin sand	2,8	97,2	0,0
VAS 2 74°/ 500m	2,66	Fin sand	3,0	97,0	0,0
VAS 3 74°/1000m	2,68	Fin sand	2,2	97,8	0,0
VAS 4 74°/2000m	2,65	Fin sand	3,0	96,1	0,8
VAS 5 164°/ 250m	2,66	Fin sand	0,7	99,3	0,0
VAS 6 164°/ 500m	2,67	Fin sand	2,0	98,0	0,0
VAS 7 164°/1000m	2,62	Fin sand	3,8	96,2	0,0
VAS 8 164°/2000m	2,63	Fin sand	3,4	96,6	0,0
VAS 9 254°/ 250m	2,65	Fin sand	0,8	99,2	0,0
VAS10 254°/ 500m	2,66	Fin sand	2,3	97,7	0,0
VAS12 254°/2000m	2,65	Fin sand	3,3	96,7	0,0
VAS13 344°/ 250m	2,70	Fin sand	4,5	95,5	0,0
VAS14 344°/ 500m	2,70	Fin sand	3,8	96,2	0,0
VAS15 344°/1000m	2,70	Fin sand	2,8	97,2	0,0
Gjennomsnitt	2,66	Fin sand	2,74	97,2	0,06
Standard avvik	0,03		1,22	1,26	0,25
<b>Valhall referanse</b>					
Ref. 254°/15000m	2,63	Fin sand	2,7	97,3	0,0

## TEKNISK RAPPORT

**Tabell 4.3.** Valhall Flanke Nord og Sør. Totalt organisk materiale (% av tørt sediment)

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Middel 2001	SD 2001
<b>Valhall Nordflanke</b>					
VAN 1 74°/ 250 m	0,82	0,89	0,84	<b>0,9</b>	0,03
VAN 2 74°/ 500 m	0,83	0,79	0,84	<b>0,8</b>	0,03
VAN 3 74°/ 1000 m	0,81	0,80	0,93	<b>0,8</b>	0,07
VAN 5 164°/ 250 m	0,85	0,82	0,93	<b>0,9</b>	0,06
VAN 6 164°/ 500 m	0,82	0,78	0,81	<b>0,8</b>	0,02
VAN 7 164°/ 1000 m	0,79	0,82	0,77	<b>0,8</b>	0,02
VAN 8 164°/ 2000 m	0,78	0,79	0,79	<b>0,8</b>	0,00
VAN 9 254°/ 250 m	0,73	0,75	0,80	<b>0,8</b>	0,04
VAN10 254°/ 500 m	0,83	0,77	0,68	<b>0,8</b>	0,07
VAN11 254°/ 1000 m	0,72	0,68	0,76	<b>0,7</b>	0,04
VAN13 344°/ 250 m	0,75	0,76	0,73	<b>0,7</b>	0,02
VAN14 344°/ 500 m	0,76	0,79	0,72	<b>0,8</b>	0,03
VAN15 344°/ 1000 m	0,82	0,79	0,80	<b>0,8</b>	0,01
<b>Valhall Sørflanke</b>					
VAS 1 74°/ 250 m	0,70	0,68	0,62	<b>0,7</b>	0,04
VAS 2 74°/ 500 m	0,63	0,71	0,62	<b>0,7</b>	0,05
VAS 3 74°/ 1000 m	0,73	0,72	0,72	<b>0,7</b>	0,01
VAS 4 74°/ 2000 m	0,63	0,57	0,60	<b>0,6</b>	0,03
VAS 5 164°/ 250 m	0,68	0,63	0,74	<b>0,7</b>	0,05
VAS 6 164°/ 500 m	0,69	0,65	0,67	<b>0,7</b>	0,02
VAS 7 164°/ 1000 m	0,62	0,60	0,60	<b>0,6</b>	0,01
VAS 8 164°/ 2000 m	0,52	0,56	0,49	<b>0,5</b>	0,03
VAS 9 254°/ 250 m	0,65	0,66	0,64	<b>0,6</b>	0,01
VAS10 254°/ 500 m	0,67	0,65	0,67	<b>0,7</b>	0,01
VAS12 254°/ 2000 m	0,77	0,74	0,81	<b>0,8</b>	0,03
VAS13 344°/ 250 m	0,70	0,64	0,77	<b>0,7</b>	0,07
VAS14 344°/ 500 m	0,72	0,70	0,76	<b>0,7</b>	0,03
VAS15 344°/ 1000 m	0,78	0,76	0,77	<b>0,8</b>	0,01
<b>Valhall referansestasjon</b>					
Ref. 254°/15000m	0,68	0,82	0,72	<b>0,7</b>	0,07

**4.1.2 Kjemiske analyser**

I sedimentene fra Valhall Flanke Nord og Flanke Sør 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 parallelle på referansestasjonen på Valhall. I tillegg er en prøve av 1-3 cm laget og av 3-6 cm laget analysert på fire stasjoner stasjoner og på referansestasjonen.

## TEKNISK RAPPORT

**THC**

I denne grunnlagsundersøkelsen på Valhall Flanke Nord og Flanke Sør i 2001 er det tatt prøver fra 13 stasjoner på Vallhall Flanke Nord, 14 stasjoner på Valhall Flanke Sør og på den etablerte referansestasjonen på Valhallfeltet. Resultatene er gitt i tabell 4.4.

THC innholdet i sedimentene er lavt på alle stasjonene både på Flanke Nord og på Flanke Sør. På Flanke Nord varierer konsentrasjonene fra 6,5 mg/kg på stasjon VAN 2 74°/500m til 9,8 mg/kg på stasjon VAN 3 74°/1000m. På Flanke Sør varierer konsentrasjonene fra 3,9 mg/kg på stasjon VAS 8 164°/2000m til 7,3 mg/kg på stasjon VAS 12 254°/2000m. På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er THC konsentrasjonen 6,1 mg/kg, og dette er samme nivå som ved tidligere undersøkelser. Verdiene på referansestasjonen var 5,1 mg/kg i 1999 og 6,1 mg/kg i 1996.

Til sammenligning ble grensen for forurensning i miljøundersøkelsen på Region I i 1999 beregnet til 9 mg/kg for THC. Det er bare en stasjon, stasjon VAN 3 74°/1000m, som har litt høyere middelverdi for THC enn denne grensen, 9,8 mg/kg. Dette skyldes en av de tre grabbprøvene, #3, hvor THC konsentrasjonen er 13,1 mg/kg. I gasskromatogrammet som er vist i figur 4.2, ser vi at THC bulken er større i denne prøven enn i gasskromatogrammet av grabbprøve #1. Det er imidlertid lite som tyder på at den litt høyere konsentrasjonen skyldes forurensning fra en boreslamsolje.

Sedimentlaget ved 1-3 cm og 3-6 cm er analysert på fire stasjoner og på referansestasjonen. Det er en tendens til litt høyere THC konsentrasjoner nedover i sedimentlaget, spesielt ser vi dette på stasjon VAN 8 164°/2000m og på referansestasjonen ved 254°/15000m. I gasskromatogrammet av prøven fra 3-6 cm laget på stasjon VAN 8 med 12,8 mg/kg, ser vi at THC profilen er mye bredere med en økning i forkant av den vanlige profilen. På referansestasjonen er den høyeste THC konsentrasjonen også funnet i 3-6 cm laget med 9,5 mg/kg. Tilsvarende økning nedover i sedimentlaget ble også funnet på referansestasjonen i 1999 hvor det var 5,8 mg/kg i 0-1 cm laget og 7,2 mg/kg i 3-6 cm laget. Vi anser disse THC konsentrasjonene å ligge innenfor det naturlige nivået på Valhall.

Resultatene tyder på at de THC konsentrasjonene som er funnet i denne grunnlagsundersøkelsen, gjenspeiler det naturlige nivået i sedimentene, og at ingen stasjoner er forurenset med THC.

Stolpediagram av THC innholdet i sedimentene er gitt i figur 4.1. Representative gasskromatogram er gitt i figur 4.2.

**NPD, PAH og dekaliner**

Nivåene av NPD, PAH og dekaliner er lave, og ingen stasjoner er forurenset. NPD verdiene varierer fra 0,005 mg/kg til 0,017 mg/kg. PAH verdiene varierer fra 0,018 mg/kg til 0,053 mg/kg. Dekaliner er bare påvist i en prøve på stasjon VAN 8 164°/2000m i 3-6 cm laget, og konsentrasjonen er lav, 0,089 mg/kg. Resultatene er gitt i tabell 4.4.

Til sammenligning ble grensen for forurensning i miljøundersøkelsen på Region I i 1999 beregnet til 0,040 mg/kg for NPD og 0,090 mg/kg for PAH. I årets undersøkelse er det ingen konsentrasjoner i det øverste 0-1 cm laget som er høyere enn disse grensene. Tendensen med høyere konsentrasjoner nedover i sedimentlaget er enda tydeligere enn for THC.

## TEKNISK RAPPORT

Størst forskjell er funnet på referansestasjonen hvor både NPD og PAH konsentrasjonene er dobbelt så høye i 3-6 cm laget som i det øverste 0-1 cm laget. Samme tendens ble funnet på referansestasjonen i 1999, men dengang var det ikke like store forskjeller. På stasjon VAN 8 164°/2000m er det også funnet lave konsentrasjoner av dekaliner i 3-6 cm laget, mens dekaliner ikke er påvist i det øverste 0-1 cm laget.

**Tabell 4.4. Valhall Flanke Nord og Sør. Totalmengde hydrokarboner (mg/kg tørt sediment)**

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Prøve #4	Prøve #5	Middel 2001	SD 2001
<b>Valhall Nordflanke</b>							
VAN 1 74°/ 250 m	7,26	6,47	6,42			<b>6,7</b>	0,5
VAN 2 74°/ 500 m	6,69	6,32	6,52			<b>6,5</b>	0,2
VAN 3 74°/ 1000 m	8,32	8,06	13,1			<b>9,8</b>	2,8
VAN 5 164°/ 250 m	8,15	7,18	8,17			<b>7,8</b>	0,6
1-3 cm			8,40				
3-6 cm			7,78				
VAN 6 164°/ 500 m	8,04	7,49	8,40			<b>8,0</b>	0,5
VAN 7 164°/ 1000 m	8,27	8,43	7,93			<b>8,2</b>	0,3
VAN 8 164°/ 2000 m	7,07	7,21	7,71			<b>7,3</b>	0,3
1-3 cm	7,83						
3-6 cm	12,8						
VAN 9 254°/ 250 m	6,82	8,02	8,03			<b>7,6</b>	0,7
VAN10 254°/ 500 m	7,33	6,98	6,65			<b>7,0</b>	0,3
VAN11 254°/ 1000 m	6,56	6,92	7,67			<b>7,1</b>	0,6
VAN13 344°/ 250 m	7,21	7,76	7,72			<b>7,6</b>	0,3
VAN14 344°/ 500 m	7,95	8,19	8,04			<b>8,1</b>	0,1
VAN15 344°/ 1000 m	8,26	7,98	6,77			<b>7,7</b>	0,8
<b>Valhall Sørflanke</b>							
VAS 1 74°/ 250 m	7,00	6,24	5,81			<b>6,4</b>	0,6
VAS 2 74°/ 500 m	5,75	6,70	5,68			<b>6,0</b>	0,6
VAS 3 74°/ 1000 m	6,77	6,47	6,08			<b>6,4</b>	0,3
VAS 4 74°/ 2000 m	5,98	4,64	5,38			<b>5,3</b>	0,7
VAS 5 164°/ 250 m	5,27	4,98	6,23			<b>5,5</b>	0,7
1-3 cm			6,30				
3-6 cm			7,44				
VAS 6 164°/ 500 m	5,73	5,71	6,46			<b>6,0</b>	0,4
VAS 7 164°/ 1000 m	5,29	5,00	5,28			<b>5,2</b>	0,2
VAS 8 164°/ 2000 m	3,90	3,99	3,68			<b>3,9</b>	0,2
1-3 cm			4,07				
3-6 cm			4,47				
VAS 9 254°/ 250 m	5,82	6,99	5,76			<b>6,2</b>	0,7
VAS10 254°/ 500 m	5,60	5,92	7,02			<b>6,2</b>	0,7
VAS12 254°/ 2000 m	7,18	7,01	7,77			<b>7,3</b>	0,4
VAS13 344°/ 250 m	6,84	6,50	8,00			<b>7,1</b>	0,8
VAS14 344°/ 500 m	6,55	6,83	7,27			<b>6,9</b>	0,4
VAS15 344°/ 1000 m	5,85	6,62	6,74			<b>6,4</b>	0,5
<b>Valhall referansestasjon</b>							
Ref. 254°/15000m	5,47	6,36	5,54	6,03	7,01	<b>6,1</b>	0,6
1-3 cm				6,88			
3-6 cm				9,45			

## TEKNISK RAPPORT

**Tabell 4.5.** Valhall Flanke Nord og Sør. Sum NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

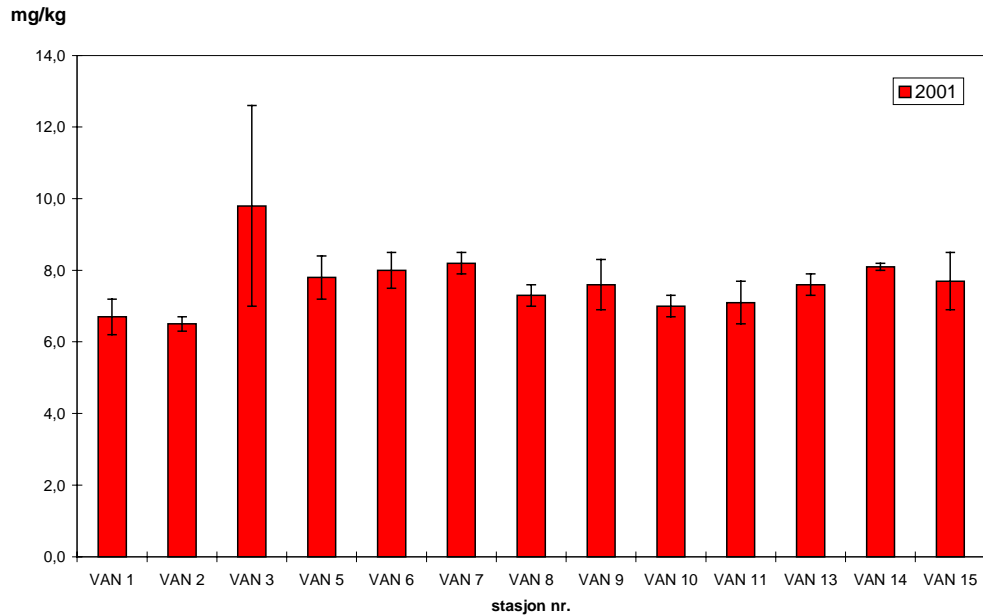
Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Prøve #4	Prøve #5	Middel 2001	SD 2001
<b>NPD</b>							
VAN 5 164°/250m	0,020	0,014	0,018			<b>0,017</b>	0,003
1-3 cm			0,032				
3-6 cm			0,023				
VAN 8 164°/2000m	0,017	0,016	0,014			<b>0,016</b>	0,002
1-3 cm	0,018						
3-6 cm	0,034						
VAS 5 164°/250m	0,011	0,009	0,011			<b>0,010</b>	0,001
1-3 cm			0,012				
3-6 cm			0,019				
VAS 8 164°/2000m	0,007	0,004	0,004			<b>0,005</b>	0,002
1-3 cm			0,008				
3-6 cm			0,005				
Ref 254°/15000m	0,008	0,015	0,009	0,013	0,012	<b>0,011</b>	0,003
1-3 cm				0,012			
3-6 cm				0,030			
<b>PAH</b>							
VAN 5 164°/250m	0,050	0,047	0,062			<b>0,053</b>	0,008
1-3 cm			0,075				
3-6 cm			0,066				
VAN 8 164°/2000m	0,047	0,048	0,049			<b>0,048</b>	0,001
1-3 cm	0,052						
3-6 cm	0,111						
VAS 5 164°/250m	0,034	0,029	0,038			<b>0,034</b>	0,005
1-3 cm			0,041				
3-6 cm			0,058				
VAS 8 164°/2000m	0,020	0,019	0,015			<b>0,018</b>	0,003
1-3 cm			0,020				
3-6 cm			0,018				
Ref 254°/15000m	0,033	0,048	0,032	0,040	0,046	<b>0,040</b>	0,007
1-3 cm				0,053			
3-6 cm				0,096			

Dekaliner er kun påvist i en prøve, 89 µg/kg i 3-6 cm laget på stasjon VAN 8 164°/2000m.

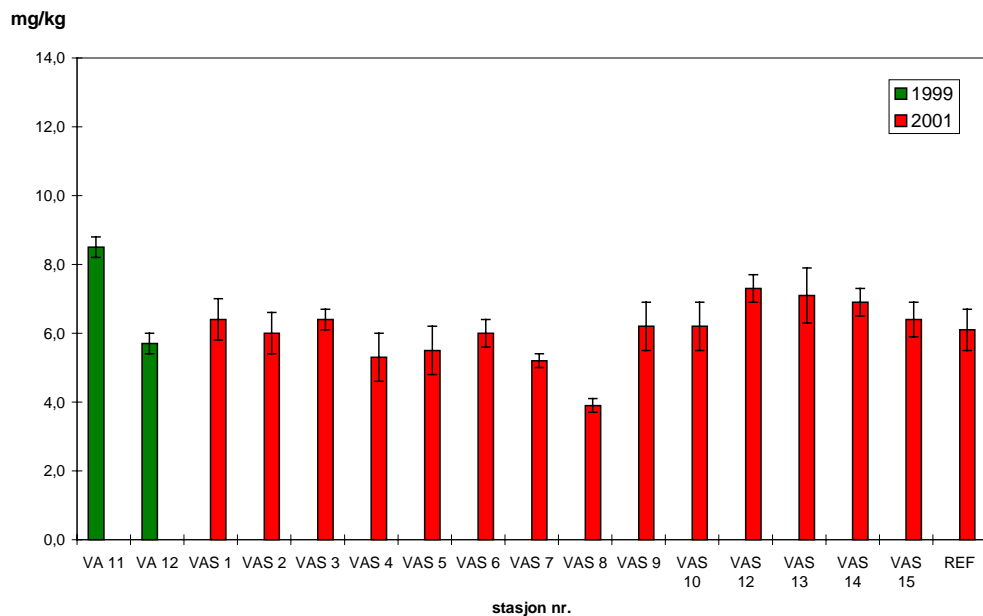
Deteksjonsgrensen er 50 µg/kg

TEKNISK RAPPORT

Valhall Flanke Nord, THC 2001

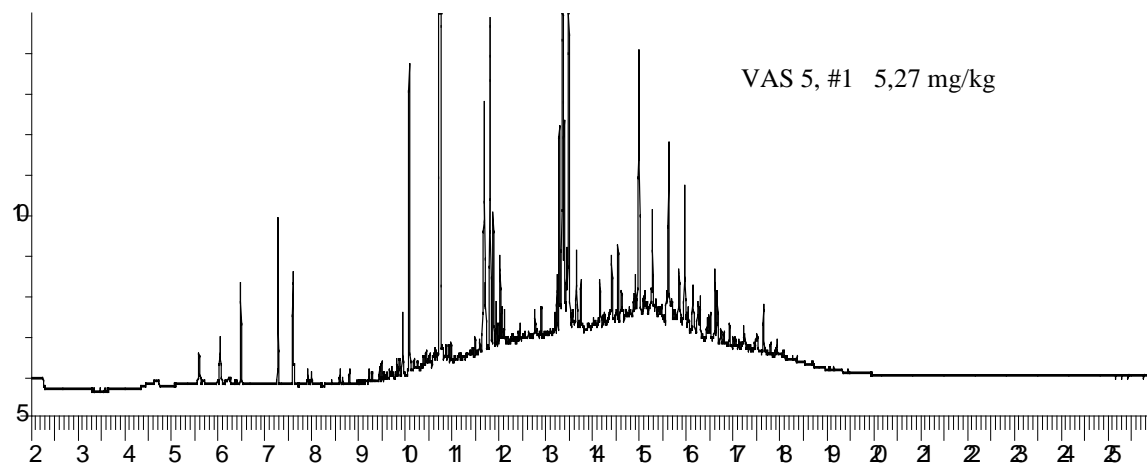
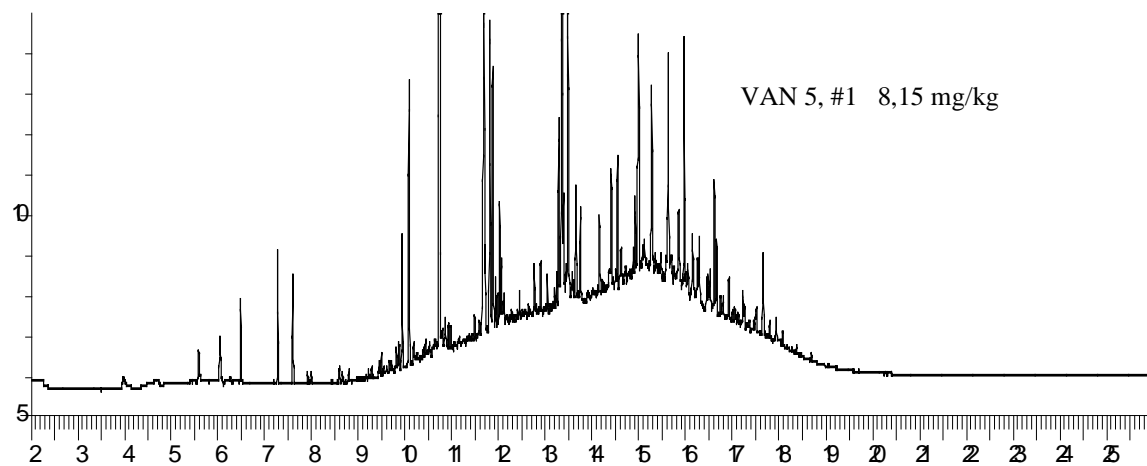
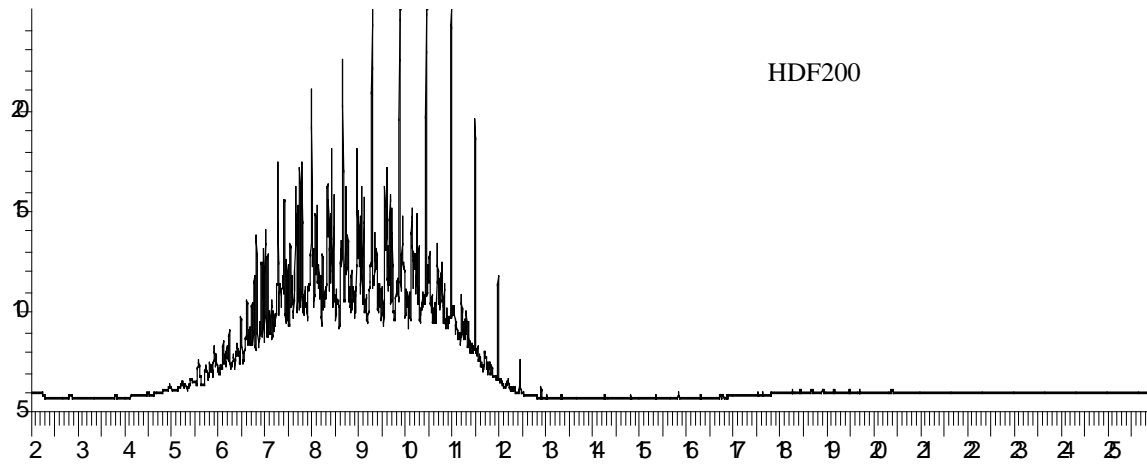


Valhall Flanke Sør, THC 2001



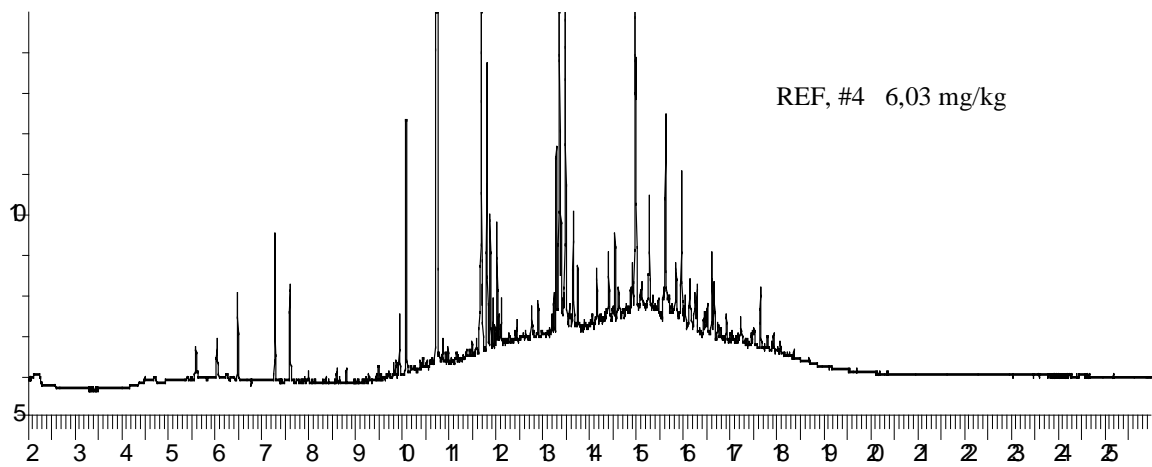
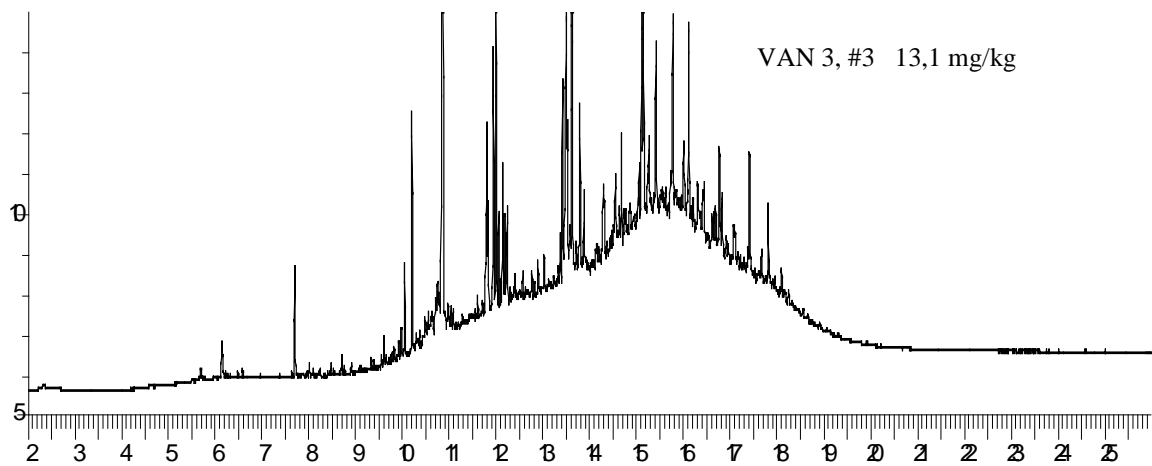
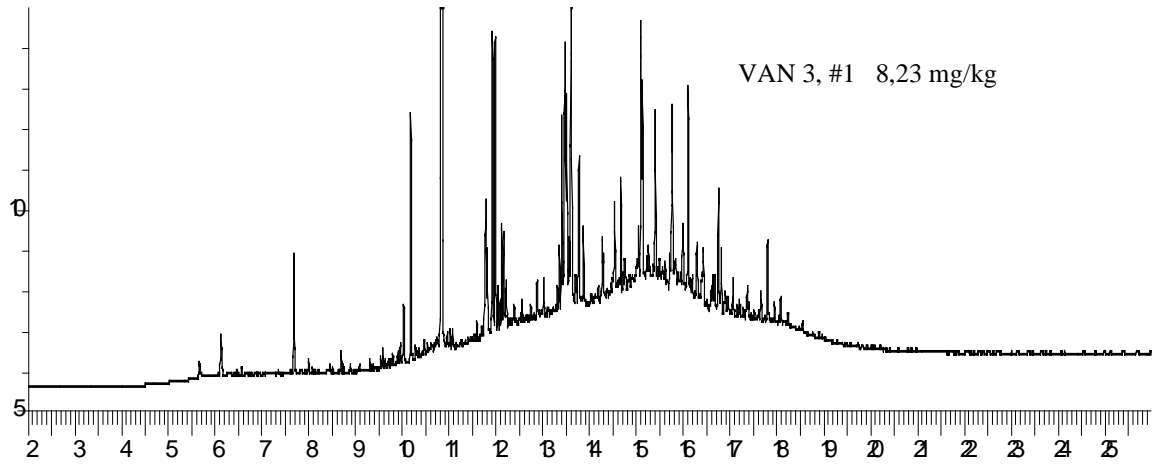
**Figur 4.1.** Stolpediagram av THC innholdet i sedimentene på Valhall Flanke Nord og Sør 2001. I tillegg er resultatene fra stasjonene VA 11 og VA 12 på Valhall i 1999 tatt med.

TEKNISK RAPPORT



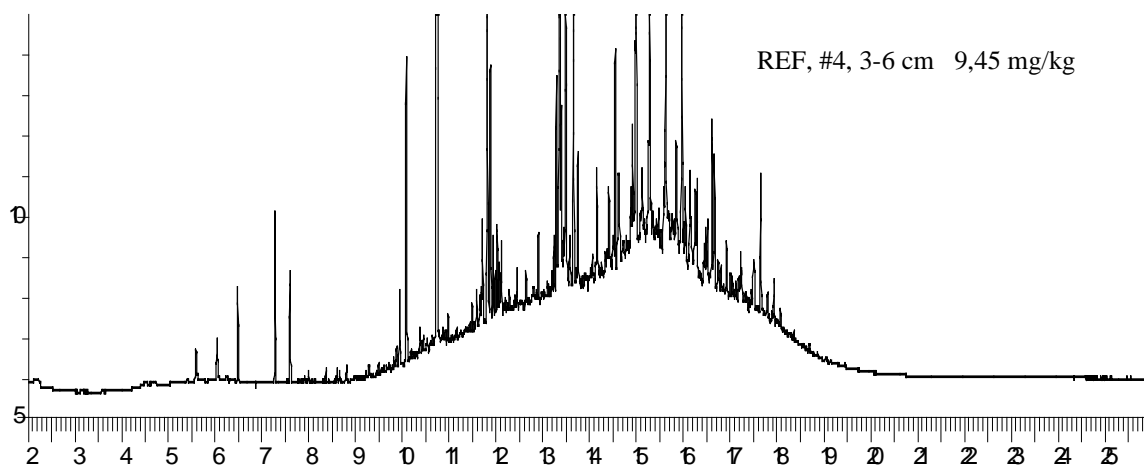
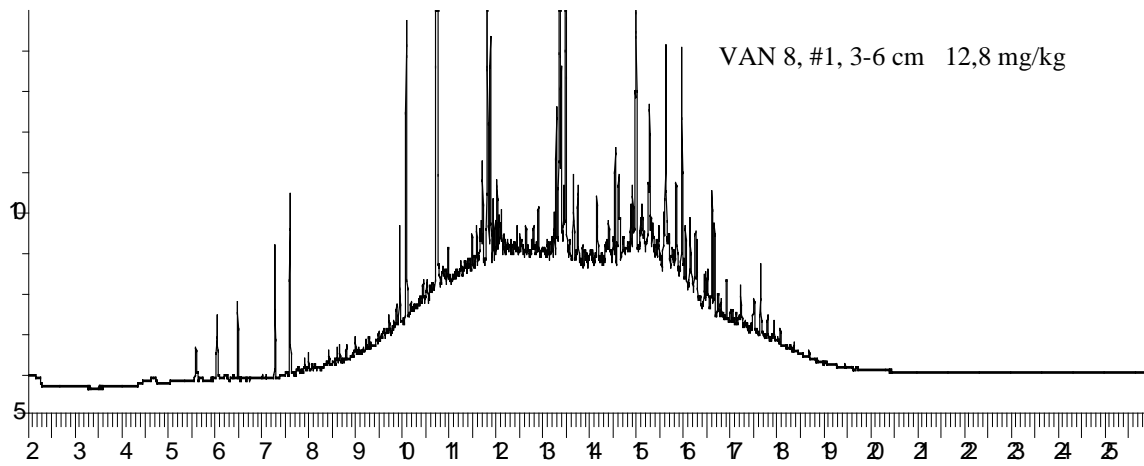
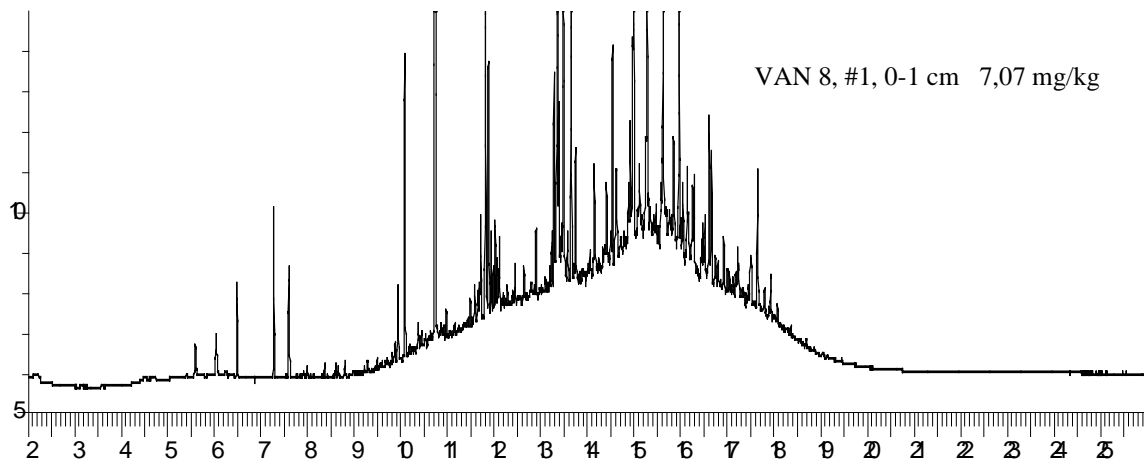
Figur 4.2. Gasskromatogram av sedimentprøver fra Valhall Flanke Nord og Sør i 2001

TEKNISK RAPPORT



Figur 4.2. forts. Gasskromatogram av sedimentprøver fra Valhall Flanke Nord og Sør i 2001

TEKNISK RAPPORT



Figur 4.2. forts. Gasskromatogram av sedimentprøver fra Valhall Flanke Nord og Sør i 2001

## TEKNISK RAPPORT

**Metaller**

I denne grunnlagsundersøkelsen på Valhall Flanke Nord og Flanke Sør er Ba konsentrasjonene lave. På Flanke Nord varierer middelverdiene fra 69 mg/kg på stasjonene VAN 8 164°/2000m og VAN 11 254°/1000m til 133 mg/kg på stasjon VAN 6 164°/500m. På Flanke Sør varierer middelverdiene fra 15 mg/kg på stasjon VAS 8 164°/2000m til 70 mg/kg på stasjon VAS 14 344°/500m. På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er Ba konsentrasjonen 53 mg/kg, og dette er samme nivå som ved tidligere undersøkelser.

Resultatene er gitt i tabell 4.6.

Til sammenligning ble grensen for forurensning i miljøundersøkelsen på Region I i 1999 beregnet til 110 mg/kg for Ba. Det er tre stasjoner på Flanke Nord som har litt høyere Ba verdier enn denne grensen. En direkte sammenligning med 1999 verdiene kan ikke gjøres, og vi anser ikke at disse stasjonene er forurenset.

Sedimentlaget ved 1-3 cm og 3-6 cm er analysert på fire stasjoner og på referansestasjonen. På alle stasjonene er det en økning i Ba konsentrasjonen nedover i sedimentlaget, og dette gjelder også referansestasjonen. Konsentrasjonene i 3-6 cm laget er 2 til 4 ganger høyere enn i det øverste 0-1 cm laget. Tilsvarende ble også funnet på referansestasjonen i 1999 hvor det var 51 mg/kg i 0-1 cm laget og 139 mg/kg i 3-6 cm laget. I undersøkelsene i 1992 og 1993 ble også lagprøver analysert, og på referansestasjonen dengang (Hod 180°/15000m) ble de høyeste Ba konsentrasjonene også funnet i 3-6 cm laget.

Det er viktig å ta hensyn til denne observasjonen ved senere miljøundersøkelser på feltet. Resultatene er i overensstemmelse med de organiske analysene som også tildels viser de høyeste konsentrasjonene i 3-6 cm laget.

Resultatene tyder på at de Ba konsentrasjonene som er funnet, gjenspeiler det naturlige nivået i sedimentene, og at ingen stasjoner er forurenset med Ba.

Stolpediagram av Ba innholdet i sedimentene er gitt i figur 4.3.

Konsentrasjonene av tungmetallene er også lave, på samme nivå som på referansestasjonen. For disse metallene er det ikke funnet noen økning nedover i sedimentlaget.

Cd er bare påvist på to stasjoner, og verdiene ligger like over deteksjonsgrensen, henholdsvis 0,01 mg/kg og 0,03 mg/kg. Hg er ikke påvist på de på fem stasjonene som er analysert.

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

	Valhall Flanke Nord	Valhall Flanke Sør	Referansestasjonen	
			2001	1999
Ba:	69 - 133	15 - 70	53	47
Cr:	7,5 - 8,1	5,0 - 8,1	8,1	8,1
Cu:	0,6 - 0,8	0,2 - 0,6	0,5	0,5
Pb:	7,3 - 9,1	4,8 - 7,3	7,7	8,1
Zn:	5,8 - 7,4	4,0 - 7,4	6,6	6,1
Cd:	<0,01 - 0,03	<0,01 - 0,01	<0,01	<0,02
Hg:	<0,01	<0,01	<0,01	0,02

## TEKNISK RAPPORT

**Tabell 4.6.** Valhall Flanke Nord og Sør. Metaller (mg/kg tørt sediment).

Stasjon	Prøve	Ba 2001	Cd 2001	Cr 2001	Cu 2001	Hg 2001	Pb 2001	Zn 2001
<b>Valhall Nordflanke</b>								
VAN 1 74°/250m	1	99	0,01	7,4	0,6		7,1	6,0
VAN 1 74°/250m	2	121	0,01	7,6	0,7		7,5	6,6
VAN 1 74°/250m	3	99	0,06	7,6	0,5		7,7	6,5
	<b>middel</b>	<b>106</b>	<b>0,03</b>	<b>7,6</b>	<b>0,6</b>	-	<b>7,4</b>	<b>6,3</b>
	SD	13	0,03	0,1	0,1		0,3	0,3
VAN 2 74°/500m	1	174	<0,01	8,0	0,6		7,7	6,5
VAN 2 74°/500m	2	90	<0,01	7,7	0,6		8,1	6,1
VAN 2 74°/500m	3	133	0,01	7,7	0,7		7,8	6,9
	<b>middel</b>	<b>132</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,8</b>	<b>0,6</b>	-	<b>7,9</b>	<b>6,5</b>
	SD	42	-	0,2	0,0		0,2	0,4
VAN 3 74°/1000m	1	85	<0,01	7,5	0,6		7,4	5,9
VAN 3 74°/1000m	2	113	<0,01	7,6	0,7		7,6	6,4
VAN 3 74°/1000m	3	93	0,01	7,9	0,7		7,8	6,3
	<b>middel</b>	<b>97</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,7</b>	<b>0,7</b>	-	<b>7,6</b>	<b>6,2</b>
	SD	14	-	0,2	0,0		0,2	0,3
VAN 5 164°/250m	1	98	<0,01	7,8	0,7	<0,01	7,1	5,9
VAN 5 164°/250m	2	96	<0,01	7,5	0,7	0,01	7,6	6,5
VAN 5 164°/250m	3	140	<0,01	8,1	0,7	0,01	8,2	6,9
	<b>middel</b>	<b>111</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,8</b>	<b>0,7</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,6</b>	<b>6,4</b>
	SD	25	-	0,3	0,0	-	0,6	0,5
VAN 5 164°/250m	1-3cm, #3	209	0,01	8,3	0,7	<0,01	8,4	7,7
VAN 5 164°/250m	3-6cm, #3	467	<0,01	8,8	0,8	0,01	9,2	8,1
VAN 6 164°/500m	1	103	<0,01	8,0	0,6		7,9	7,1
VAN 6 164°/500m	2	171	0,01	8,2	0,6		8,2	6,9
VAN 6 164°/500m	3	123	<0,01	8,2	0,6		7,8	6,2
	<b>middel</b>	<b>133</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,6</b>	-	<b>8,0</b>	<b>6,8</b>
	SD	35	-	0,1	0,0		0,2	0,5
VAN 7 164°/1000m	1	95	<0,01	8,2	0,9		8,2	6,5
VAN 7 164°/1000m	2	98	0,01	8,1	0,7		8,4	7,0
VAN 7 164°/1000m	3	132	0,01	7,9	0,7		8,4	6,4
	<b>middel</b>	<b>108</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,8</b>	-	<b>8,3</b>	<b>6,7</b>
	SD	21	-	0,1	0,1		0,1	0,3
VAN 8 164°/2000m	1	62	0,01	8,0	0,7	<0,01	9,0	6,4
VAN 8 164°/2000m	2	64	<0,01	7,7	0,6	<0,01	9,3	7,5
VAN 8 164°/2000m	3	81	<0,01	7,9	0,7	<0,01	9,0	6,8
	<b>middel</b>	<b>69</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,9</b>	<b>0,7</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>9,1</b>	<b>6,9</b>
	SD	10	-	0,1	0,1	-	0,2	0,6
VAN 8 164°/2000m	1-3cm, #1	89	0,01	8,3	0,7	<0,01	8,8	6,8
VAN 8 164°/2000m	3-6cm, #1	189	<0,01	8,1	0,6	0,01	8,6	7,3
VAN 9 254°/250m	1	74	<0,01	7,7	0,5		7,7	5,9
VAN 9 254°/250m	2	66	<0,01	7,6	0,7		7,3	5,8
VAN 9 254°/250m	3	95	<0,01	8,1	0,8		8,1	6,2
	<b>middel</b>	<b>78</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,8</b>	<b>0,7</b>	-	<b>7,7</b>	<b>6,0</b>
	SD	15	-	0,3	0,1		0,4	0,2

## TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.6. forts.

Stasjon	Prøve	Ba 2001	Cd 2001	Cr 2001	Cu 2001	Hg 2001	Pb 2001	Zn 2001
VAN10 254°/500m	1	134	<0,01	7,6	0,6		7,3	6,4
VAN10 254°/500m	2	116	<0,01	7,9	0,6		7,8	6,2
VAN10 254°/500m	3	32	<0,01	7,2	0,5		6,8	5,0
	<b>middel</b>	<b>94</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,6</b>	<b>0,6</b>	-	<b>7,3</b>	<b>5,8</b>
	SD	55	-	0,3	0,1		0,5	0,8
VAN11 254°/1000m	1	65	<0,01	7,5	0,6		7,6	9,3
VAN11 254°/1000m	2	86	<0,01	7,7	0,6		7,5	5,7
VAN11 254°/1000m	3	56	<0,01	7,3	0,5		6,7	7,2
	<b>middel</b>	<b>69</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,5</b>	<b>0,6</b>	-	<b>7,3</b>	<b>7,4</b>
	SD	16	-	0,2	0,1		0,4	1,8
VAN13 344°/250m	1	102	<0,01	8,0	0,5		8,4	6,3
VAN13 344°/250m	2	86	<0,01	7,8	0,6		8,1	5,8
VAN13 344°/250m	3	113	<0,01	8,1	0,8		7,3	6,3
	<b>middel</b>	<b>100</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,9</b>	<b>0,6</b>	-	<b>7,9</b>	<b>6,1</b>
	SD	13	-	0,2	0,1		0,6	0,3
VAN14 344°/500m	1	129	<0,01	8,1	0,7		8,0	7,4
VAN14 344°/500m	2	87	<0,01	7,9	0,6		7,7	6,4
VAN14 344°/500m	3	113	<0,01	8,1	0,8		8,0	6,4
	<b>middel</b>	<b>110</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,7</b>	-	<b>7,9</b>	<b>6,7</b>
	SD	21	-	0,1	0,1		0,2	0,6
VAN15 344°/1000m	1	107	<0,01	7,9	0,8		7,7	6,7
VAN15 344°/1000m	2	110	<0,01	7,8	0,6		7,6	6,5
VAN15 344°/1000m	3	95	<0,01	7,8	0,7		7,5	6,3
	<b>middel</b>	<b>104</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,8</b>	<b>0,7</b>	-	<b>7,6</b>	<b>6,5</b>
	SD	8	-	0,0	0,1		0,1	0,2
<b>Valhall Sørflanke</b>								
VAS 1 74°/250m	1	34	<0,01	6,7	0,5		6,2	5,1
VAS 1 74°/250m	2	28	<0,01	7,2	0,4		6,4	5,4
VAS 1 74°/250m	3	51	<0,01	6,7	0,5		6,1	5,1
	<b>middel</b>	<b>38</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,9</b>	<b>0,5</b>	-	<b>6,2</b>	<b>5,2</b>
	SD	12	-	0,3	0,1		0,2	0,1
VAS 2 74°/500m	1	30	<0,01	6,8	0,4		6,4	5,2
VAS 2 74°/500m	2	51	0,01	7,0	0,4		6,6	5,7
VAS 2 74°/500m	3	27	0,01	6,9	0,3		5,9	5,0
	<b>middel</b>	<b>36</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,9</b>	<b>0,4</b>	-	<b>6,3</b>	<b>5,3</b>
	SD	14	-	0,1	0,1		0,3	0,3
VAS 3 74°/1000m	1	48	0,01	6,8	0,6		7,2	5,2
VAS 3 74°/1000m	2	39	<0,01	6,5	0,5		6,3	5,8
VAS 3 74°/1000m	3	49	<0,01	6,5	0,5		6,1	5,3
	<b>middel</b>	<b>46</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,6</b>	<b>0,5</b>	-	<b>6,5</b>	<b>5,4</b>
	SD	6	-	0,2	0,0		0,6	0,3
VAS 4 74°/2000m	1	69	<0,01	6,1	0,5		6,2	4,8
VAS 4 74°/2000m	2	37	<0,01	5,6	0,4		5,4	4,2
VAS 4 74°/2000m	3	59	<0,01	6,2	0,4		6,5	6,4
	<b>middel</b>	<b>55</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>5,9</b>	<b>0,4</b>	-	<b>6,0</b>	<b>5,1</b>
	SD	17	-	0,3	0,1		0,5	1,1

## TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.6. forts.

Stasjon	Prøve	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
		2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001
VAS 5 164°/250m	1	35	0,02	6,8	0,4	<0,01	6,2	5,4
VAS 5 164°/250m	2	30	<0,01	6,7	0,4	<0,01	6,0	5,5
VAS 5 164°/250m	3	35	0,02	6,9	0,5	<0,01	6,0	5,2
	<b>middel</b>	<b>33</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>6,8</b>	<b>0,4</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,1</b>	<b>5,4</b>
	SD	3	-	0,1	0,1	-	0,2	0,1
VAS 5 164°/250m	1-3cm, #3	51	<0,01	7,4	0,9	<0,01	6,7	6,8
VAS 5 164°/250m	3-6cm, #3	79	<0,01	7,3	0,6	<0,01	6,3	5,6
VAS 6 164°/500m	1	31	<0,01	7,0	0,4		6,6	5,9
VAS 6 164°/500m	2	31	<0,01	6,5	0,5		5,8	4,8
VAS 6 164°/500m	3	46	<0,01	6,4	0,4		5,7	4,9
	<b>middel</b>	<b>36</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,6</b>	<b>0,4</b>	<b>-</b>	<b>6,0</b>	<b>5,2</b>
	SD	8	-	0,3	0,0		0,5	0,6
VAS 7 164°/1000m	1	38	<0,01	6,2	0,3		5,6	4,5
VAS 7 164°/1000m	2	25	<0,01	6,0	0,3		5,0	4,9
VAS 7 164°/1000m	3	22	<0,01	5,9	0,4		5,6	4,5
	<b>middel</b>	<b>28</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,0</b>	<b>0,4</b>	<b>-</b>	<b>5,4</b>	<b>4,6</b>
	SD	8	-	0,2	0,0		0,3	0,2
VAS 8 164°/2000m	1	13	0,01	4,9	0,2	<0,01	4,6	3,8
VAS 8 164°/2000m	2	16	<0,01	5,0	0,2	<0,01	4,8	4,3
VAS 8 164°/2000m	3	15	<0,01	5,1	0,3	<0,01	5,1	3,9
	<b>middel</b>	<b>15</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>5,0</b>	<b>0,2</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>4,8</b>	<b>4,0</b>
	SD	1	-	0,1	0,1	-	0,3	0,2
VAS 8 164°/2000m	1-3cm, #3	20	<0,01	5,2	0,4	<0,01	4,7	4,1
VAS 8 164°/2000m	3-6cm, #3	46	0,01	5,2	0,4	<0,01	4,8	4,3
VAS 9 254°/250m	1	31	0,01	6,8	0,4		6,5	5,1
VAS 9 254°/250m	2	45	0,01	7,1	0,5		6,4	5,7
VAS 9 254°/250m	3	40	0,02	7,3	0,5		6,5	5,4
	<b>middel</b>	<b>38</b>	<b>0,01</b>	<b>7,1</b>	<b>0,4</b>	<b>-</b>	<b>6,5</b>	<b>5,4</b>
	SD	7	0,01	0,3	0,1		0,1	0,3
VAS10 254°/500m	1	25	<0,01	7,1	0,4		5,7	5,1
VAS10 254°/500m	2	46	0,01	7,2	0,5		6,4	5,4
VAS10 254°/500m	3	53	<0,01	7,9	0,5		7,3	5,8
	<b>middel</b>	<b>41</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,4</b>	<b>0,5</b>	<b>-</b>	<b>6,5</b>	<b>5,4</b>
	SD	14	-	0,5	0,1		0,8	0,4
VAS12 254°/2000m	1	52	0,01	8,0	0,5		7,4	7,0
VAS12 254°/2000m	2	46	<0,01	8,4	0,6		7,4	9,3
VAS12 254°/2000m	3	42	0,01	7,9	0,6		7,1	6,1
	<b>middel</b>	<b>47</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,6</b>	<b>-</b>	<b>7,3</b>	<b>7,4</b>
	SD	5	-	0,3	0,0		0,2	1,6
VAS13 344°/250m	1	48	0,01	7,2	0,5		6,6	5,8
VAS13 344°/250m	2	36	<0,01	7,2	0,4		6,4	6,0
VAS13 344°/250m	3	121	0,01	7,5	0,6		7,0	6,3
	<b>middel</b>	<b>68</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,3</b>	<b>0,5</b>	<b>-</b>	<b>6,7</b>	<b>6,0</b>
	SD	46	-	0,2	0,1		0,3	0,3

forts.

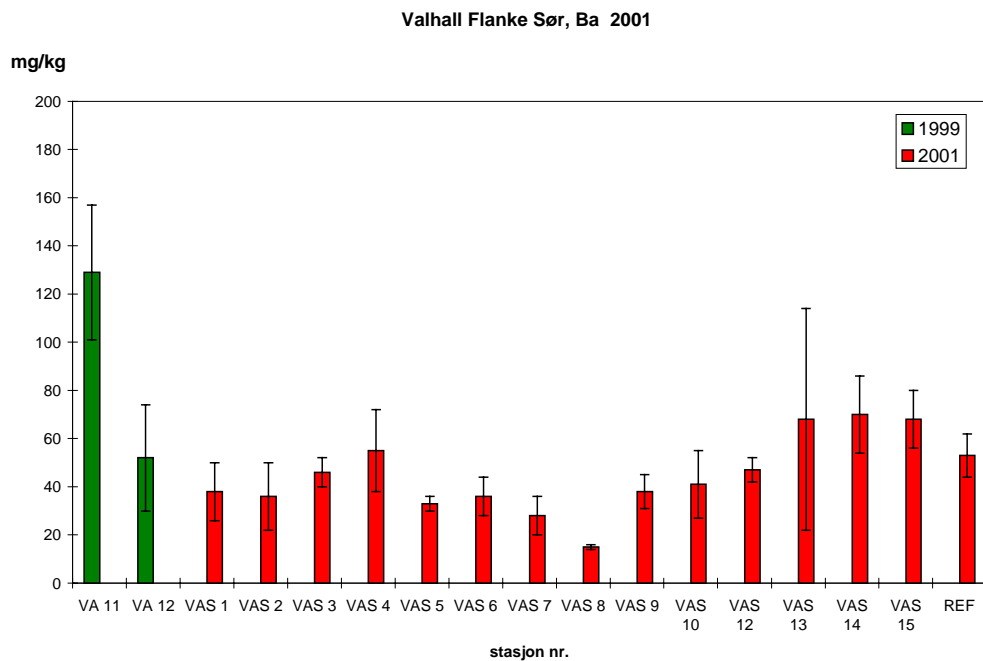
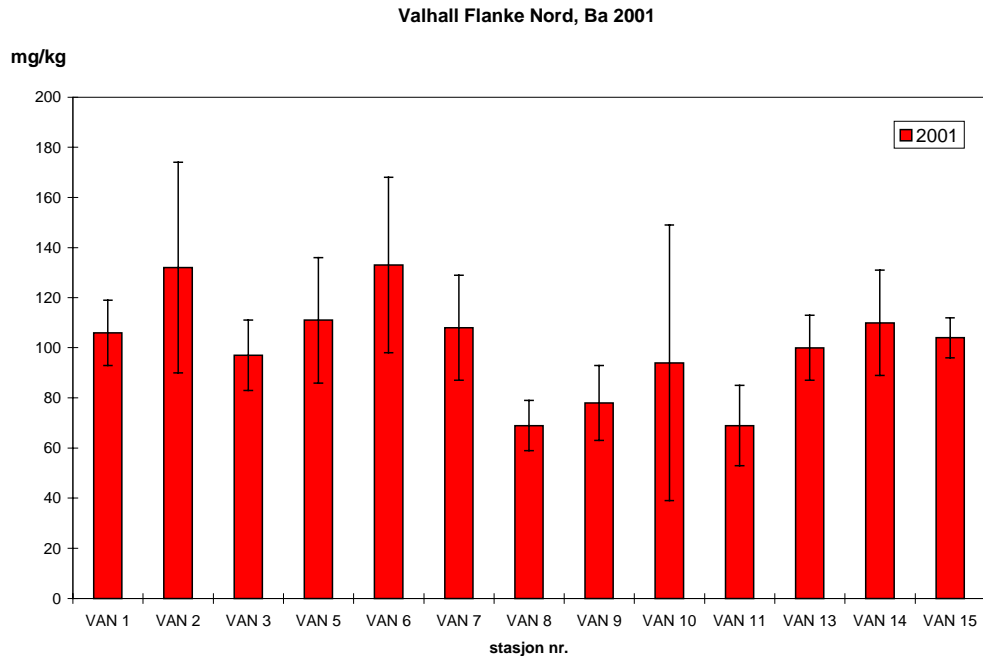
## TEKNISK RAPPORT

**Tabell 4.6. forts.**

Stasjon	Prøve	Ba 2001	Cd 2001	Cr 2001	Cu 2001	Hg 2001	Pb 2001	Zn 2001
VAS14 344°/500m	1	82	0,01	7,7	0,6		6,4	5,8
VAS14 344°/500m	2	75	<0,01	7,4	0,4		6,8	5,7
VAS14 344°/500m	3	52	<0,01	7,2	0,4		6,4	5,5
	<b>middel</b>	<b>70</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,4</b>	<b>0,5</b>	-	<b>6,5</b>	<b>5,7</b>
	SD	16	-	0,2	0,1		0,3	0,2
VAS15 344°/1000m	1	80	<0,01	7,4	0,5		6,5	7,2
VAS15 344°/1000m	2	57	<0,01	7,7	0,5		6,7	5,6
VAS15 344°/1000m	3	68	<0,01	7,8	0,5		7,3	6,2
	<b>middel</b>	<b>68</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,6</b>	<b>0,5</b>	-	<b>6,8</b>	<b>6,3</b>
	SD	12	-	0,2	0,0		0,4	0,8
<b>Valhall referansestasjon</b>								
Ref. 254°/15000m	1	58	<0,01	8,2	0,5	<0,01	7,7	6,7
Ref. 254°/15000m	2	61	<0,01	8,3	0,6	<0,01	8,1	6,8
Ref. 254°/15000m	3	38	<0,01	8,0	0,5	<0,01	7,4	6,9
Ref. 254°/15000m	4	53	<0,01	8,3	0,6	<0,01	8,0	6,6
Ref. 254°/15000m	5	56	<0,01	7,9	0,5	<0,01	7,4	5,9
	<b>middel</b>	<b>53</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,5</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,7</b>	<b>6,6</b>
	SD	9	-	0,2	0,1		0,3	0,4
Ref. 254°/15000m	1-3cm, #4	63	<0,01	8,4	0,5	<0,01	8,1	7,0
Ref. 254°/15000m	3-6cm, #4	195	0,01	8,8	0,6	<0,01	8,8	9,0

-: ikke analysert

TEKNISK RAPPORT



**Figur 4.3.** Stolpediagram av Ba innholdet i sedimentene på Valhall Flanke Nord og Sør 2001. I tillegg er resultatene fra stasjonene VA 11 og VA 12 på Valhall i 1999 tatt med

### 4.1.3 Konklusjon kjemi

En grunnlagsundersøkelse på Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør er gjennomført i 2001.

Sedimentene på begge feltene består av homogen fin sand. Innholdet av silt og leire er lavt og varierer fra 0,7 % til 5,3 %. På Valhall referansestasjon har innholdet av silt og leire avtatt noe siden tidligere undersøkelser, 2,7 % sammenlignet med 3,2 % i 1999 og 4,7 % i 1996. Det er god overensstemmelse mellom årets resultater på Valhall Flanke Nord og Sør og tidligere års regionale undersøkelser på Valhall feltet.

Innholdet av totalt organisk materiale er lavt og likt på begge områdene. Verdiene varierer fra 0,7 % til 0,9 % på Flanke Nord og fra 0,5 % til 0,8 % på Flanke Sør.

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

På Flanke Nord varierer THC konsentrasjonene fra 6,5 mg/kg på stasjon VAN 2 74°/500m til 9,8 mg/kg på stasjon VAN 3 74°/1000m. På Flanke Sør varierer konsentrasjonene fra 3,9 mg/kg på stasjon VAS 8 164°/2000m til 7,3 mg/kg på stasjon VAS 12 254°/2000m. På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er THC konsentrasjonen 6,1 mg/kg, og dette er samme nivå som ved tidligere undersøkelser.

På Flanke Nord varierer Ba konsentrasjonene fra 69 mg/kg på stasjonene VAN 8 164°/2000m og VAN 11 254°/1000m til 133 mg/kg på stasjon VAN 6 164°/500m.

---

TEKNISK RAPPORT

---

På Flanke Sør varierer Ba konsentrasjonene fra 15 mg/kg på stasjon VAS 8 164°/2000m til 70 mg/kg på stasjon VAS 14 344°/500m. På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er Ba konsentrasjonen 53 mg/kg, og dette er samme nivå som ved tidligere undersøkelser.

Sedimentlaget ved 1-3 cm og 3-6 cm er analysert på noen stasjoner. For hydrokarbonene er det en tydelig tendens til økende konsentrasjoner nedover i sediment, også på referansestasjonen. For Ba er denne økningen enda tydeligere, og konsentrasjonene i 3-6 cm laget er 2 til 4 ganger høyere enn i det øverste 0-1 cm laget. Det er viktig å ta hensyn til denne observasjonen ved senere miljøundersøkelser på feltet.

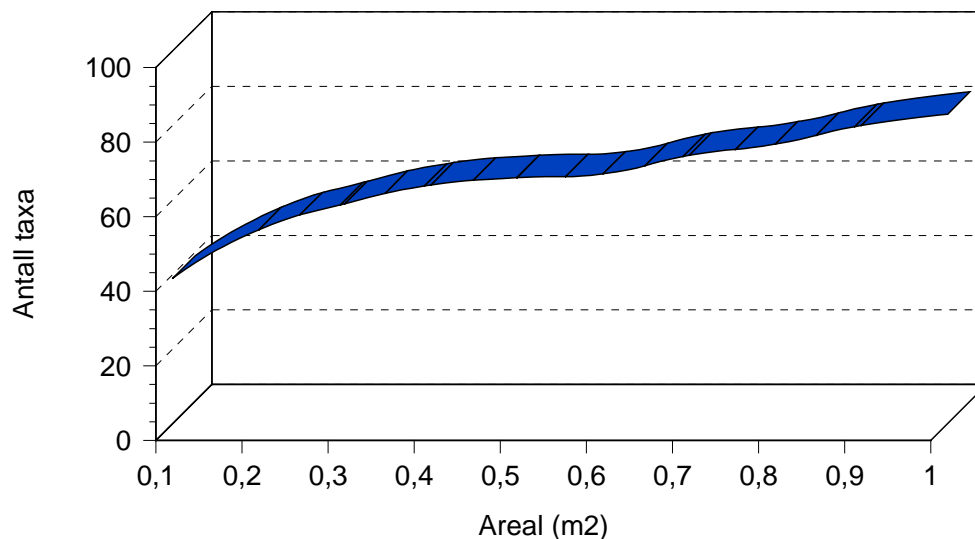
Konsentrasjonene av tungmetallene er lave, på samme nivå som på referansestasjonen. For disse metallene er det ikke funnet noen økning nedover i sedimentlaget.

## 4.2 Biologiske analyser

### 4.2.1 Faunasammensetning

#### *Prøvetakingseffektivitet*

Kumulativt antall arter\* plottet mot antall grabber for referansestasjonen er vist i figur 4.4. Arealet øker med  $0,1\text{m}^2$  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 at antall arter økte med ca. 20 fra 5 til 10 grabber. I figur 4.5 er antall arter pr. grabb vist med standardavviket for fem grabber. For enkelte stasjoner varierer faunaen mellom grabbene en del, noe som underbygger at en får med seg kun en del av hele faunabildet som en finner på en stasjon. Hvis en sammenligner de fem første grabbene på referansestasjonen med de fem neste vil over 40% av artene bare finnes i en av grabbene. Disse artene utgjøre et lite individantall (ca. 60% av arter forekommer som ett individ). Noen få arter dominerer i individantall på referansestasjonene, og det er de samme dominante artene som går igjen fra år til år.



**Figur 4.4.** Kumulativt antall arter plottet mot antall grabber på referansestasjon. Valhall Flanke Nord og Sør, 2001.

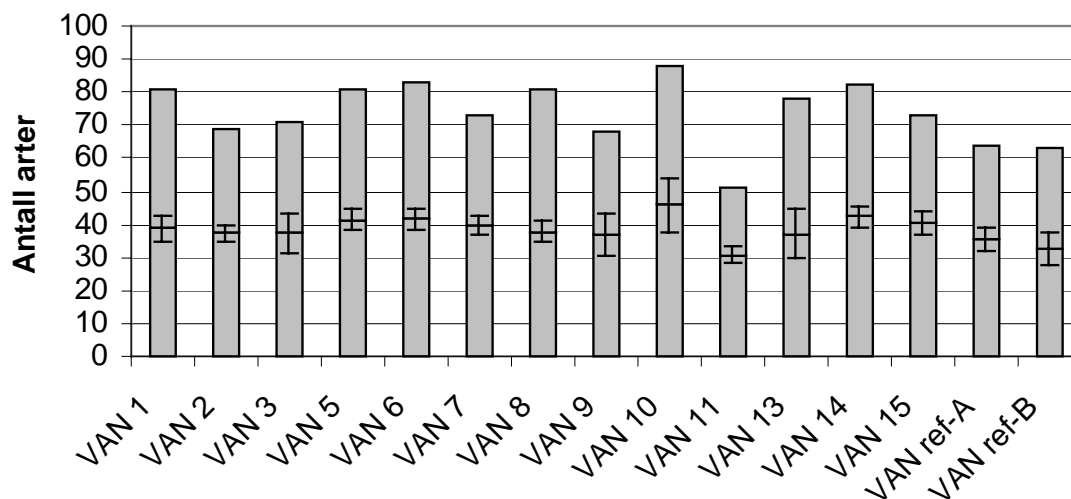
#### *Antall arter, artssammensetning og tetthet av individer*

Det ble samlet prøver fra i alt 28 stasjoner, fordelt med 13 stasjoner på Valhall Flanke Nord og 14 stasjoner på Valhall Flanke Sør i tillegg til referansestasjonen. Totalt på flankene ble det funnet 74453 individer som ble identifisert til 202 arter. På Valhall Flanke Nord ble det funnet 46 311 individer fordelt på 181 arter. På Valhall Flanke Sør ble det funnet 28 142 individer fordelt på 146 arter. Artsliste er gitt i Appendiks B. Fordelingen mellom hovedgrupper er vist i tabell 4.7 og 4.8.

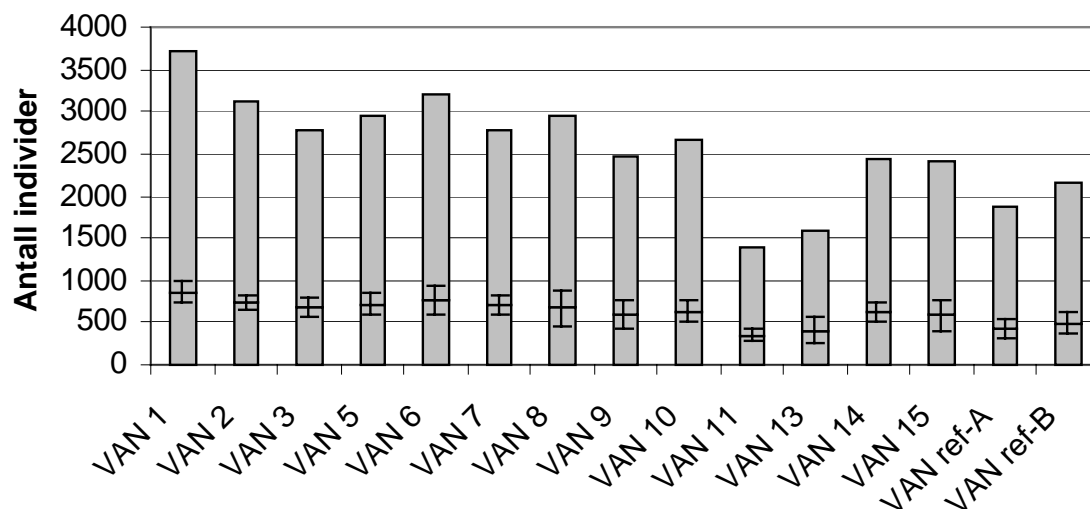
\* Med arter menes ulike taxa dvs. laveste nivå et individ er bestemt til.

## TEKNISK RAPPORT

I figur 4.5 til 4.8 er gjennomsnittlig antall arter og individer presentert sammen med standardavviket for grabbene på hver stasjon. Stolpediagrammet viser også totalt antall arter og individer på Valhallflankene.



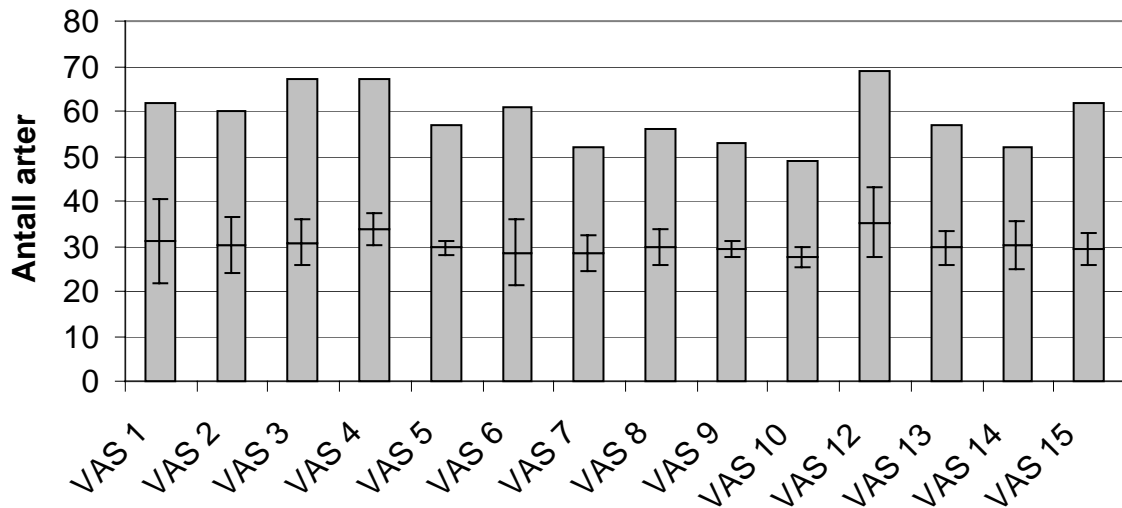
**Figur 4.5.** Totalt antall arter pr. stasjon, gjennomsnittlig antall arter pr. grabb og standaravviket mellom 5 grabber. Valhall Nord 2001.



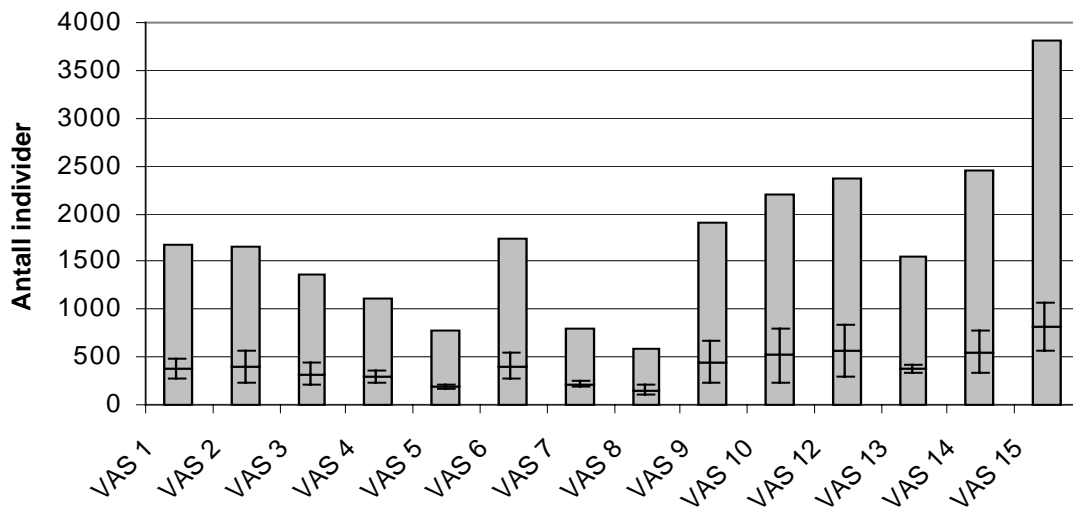
**Figur 4.6.** Totalt antall individer pr. stasjon, gjennomsnittlig antall individer pr. grabb og standardavviket mellom 5 grabber. Valhall Flanke Nord 2001.

Antall arter per stasjon (0,5m<sup>2</sup>) på Valhall Flanke Nord varierte fra 51 (stasjon 11) til 88 (stasjon 10). Antall individer varierte fra 1379 (stasjon 11) til 3704 (stasjon 1).

## TEKNISK RAPPORT



**Figur 4.7.** Totalt antall arter pr. stasjon, gjennomsnittlig antall arter pr. grabb og standardavviket mellom 5 grabber. Valhall Flanke Sør 2001.



**Figur 4.8.** Totalt antall individer pr. stasjon, gjennomsnittlig antall individer pr. grabb og standardavviket mellom 5 grabber. Valhall Flanke Sør 2001.

Antall arter per stasjon (0,5m<sup>2</sup>) på Valhall Sør varierte fra 49 (stasjon 10) til 67 (stasjon 3 og 4). Antall individer varierte fra 588 (stasjon 8) til 3802 (stasjon 15).

## TEKNISK RAPPORT

**Tabell 4.7.** Totalt antall arter fordelt mellom hovedgruppene. Valhall Flanke Nord og Sør, 2001.

Hovedgrupper	Arter		Individer	
	Antall	%	Antall	%
Børstemark*	96	47,52	57055	76,63
Krepsdyr	40	19,8	907	1,218
Bløtdyr	42	20,79	1749	2,349
Pigghuder*	10	4,95	13338	17,91
Varia	14	6,931	1404	1,886
Totalt	202	100	74453	100

\*Av det totale antall børstemark utgjør en art (*Myriochele oculata*) 50729 individer. Av det totale antall pigghuder utgjør juvenile slangestjerner (*Ophiuroidea spp. juv.*) 11895 individer.

**Tabell 4.8.** Antall arter fordelt mellom hovedgruppene. Valhall Flanke Nord og Sør, 2001.

Hovedgrupper	Valhall nord				Valhall sør			
	Arter		Individer		Arter		Individer	
	Antall	%	Antall	%	Antall	%	Antall	%
Børstemark*	88	48,62	35197	76	63	43,15	21858	77,67
Krepsdyr	33	18,23	580	1,252	33	22,6	327	1,162
Bløtdyr	38	20,99	1059	2,287	30	20,55	690	2,452
Pigghuder*	10	5,525	8606	18,58	8	5,479	4732	16,81
Varia	12	6,63	869	1,876	12	8,219	535	1,901
Totalt	181	100	46311	100	146	100	28142	100

\* *M. oculata* utgjør 30823 individer på Valhall nord og 19906 individer på Valhall sør. Juvenile pigghuder utgjør 7772 individer på Valhall nord og 4123 individer på Valhall sør.

Begge flankene sett under ett viste at de ti dominerende arter utgjorde fra 81 % (stasjon VAS 1) til 97 % (VAS 15) av det totale individantallet. Børstemarken *M. oculata* dominerte faunaen i hele området og utgjorde fra 58 % (stasjon VAS 8) til 92 % (stasjon VAS 15) av det totale individantall på de enkelte stasjoner, "ti på topp liste" inkludert *M. oculata* finnes i Appendiks B. Ser man bort i fra *M. oculata* utgjør de ti dominante arter fra 49 % (stasjon VAN 10) til 69 % (stasjon VAN 9). Den dominante arten utgjør fra 8 % (VAS 12) til 20 % (VAN 9 og 14), se "ti på topp liste" eksklusive *M. oculata* i tabell 4.9.

Børstemarken *M. oculata* har pelagisk larvestadium og finnes i store "svermer" i tiden for nedslag og vil finnes i store mengder på bunnen. Etterhvert som tiden går vil antallet justere seg i forhold til den øvrige fauna. Det store antallet som er funnet i denne undersøkelsen må derfor antas å være tilfeldig og vil variere mye over tid.

Ser man bort i fra *M. oculata* er det arter som slangestjernen *Amphiura filiformis*, børstemarkene *Paramphinome jeffreysii*, *Levinsenia gracilis*, *Goniada maculata* og *Scoloplos armiger* samt en rørbyggende orm *Phoronis mulleri* som dominerer faunaen på begge flankene.

Alle de ovenfornevnte arter trives på sandholdig bunn. Bunnfaunasamfunnet må betraktes som upåvirket av offshore aktiviteter.

## TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.9. Ti på topp liste. Valhall Flanke Nord, 2001.

VAN-1			VAN-2				
	Antall	%	Cum.%	Antall	%	Cum.%	
Levinsenia gracilis	63	12,02	12,02	Paramphinome jeffreysii	62	11,92	11,92
Amphiura filiformis	48	9,16	21,18	Levinsenia gracilis	50	9,62	21,54
Paramphinome jeffreysii	45	8,59	29,77	Amphiura filiformis	50	9,62	31,16
Goniada maculata	38	7,25	37,02	Goniada maculata	38	7,31	38,47
Scoloplos armiger	30	5,73	42,75	Phoronis muelleri	35	6,73	45,20
Chaetoderma nitidulum	24	4,58	47,33	Scoloplos armiger	27	5,19	50,39
Diplocirrus glaucus	17	3,24	50,57	Chaetoderma nitidulum	25	4,81	55,20
Eudorellopsis deformis	16	3,05	53,62	Eudorellopsis deformis	24	4,62	59,82
Aricidea simonae	14	2,67	56,29	Nemertea spp.	20	3,85	63,67
Spiophanes kroyeri	14	2,67	58,96	Aonides paucibranchiata	14	2,69	66,36
VAN-3			VAN-5				
	Antall	%	Cum.%	Antall	%	Cum.%	
Amphiura filiformis	49	10,43	10,43	Amphiura filiformis	51	9,90	9,90
Phoronis muelleri	37	7,87	18,30	Levinsenia gracilis	44	8,54	18,44
Goniada maculata	33	7,02	25,32	Goniada maculata	38	7,38	25,82
Scoloplos armiger	28	5,96	31,28	Paramphinome jeffreysii	32	6,21	32,03
Paramphinome jeffreysii	27	5,74	37,02	Scoloplos armiger	32	6,21	38,24
Levinsenia gracilis	25	5,32	42,34	Phoronis muelleri	29	5,63	43,87
Diplocirrus glaucus	21	4,47	46,81	Chaetoderma nitidulum	18	3,50	47,37
Eudorellopsis deformis	21	4,47	51,28	Spiophanes kroyeri	16	3,11	50,48
Montacuta ferruginosa	20	4,26	55,54	Eudorellopsis deformis	16	3,11	53,59
Spiophanes kroyeri	16	3,40	58,94	Diplocirrus glaucus	14	2,72	56,31
VAN-6			VAN-7				
	Antall	%	Cum.%	Antall	%	Cum.%	
Amphiura filiformis	64	12,12	12,12	Amphiura filiformis	54	10,06	10,06
Levinsenia gracilis	44	8,33	20,45	Phoronis muelleri	46	8,57	18,63
Paramphinome jeffreysii	40	7,58	28,03	Paramphinome jeffreysii	41	7,64	26,27
Phoronis muelleri	37	7,01	35,04	Levinsenia gracilis	34	6,33	32,60
Goniada maculata	33	6,25	41,29	Scoloplos armiger	27	5,03	37,63
Scoloplos armiger	26	4,92	46,21	Goniada maculata	26	4,84	42,47
Pectinaria auricoma	14	2,65	48,86	Chaetoderma nitidulum	22	4,10	46,57
Chaetoderma nitidulum	14	2,65	51,51	Eudorellopsis deformis	20	3,72	50,29
Nemertea spp.	13	2,46	53,97	Diplocirrus glaucus	18	3,35	53,64
Diplocirrus glaucus	13	2,46	56,43	Glycera alba	16	2,98	56,62
VAN-8			VAN-9				
	Antall	%	Cum.%	Antall	%	Cum.%	
Levinsenia gracilis	59	12,74	12,74	Mysella bidentata	128	19,72	19,72
Amphiura filiformis	52	11,23	23,97	Paramphinome jeffreysii	69	10,63	30,35
Phoronis muelleri	39	8,42	32,39	Ditrupa arietina	47	7,24	37,59
Goniada maculata	34	7,34	39,73	Levinsenia gracilis	45	6,93	44,52
Paramphinome jeffreysii	26	5,62	45,35	Amphiura filiformis	39	6,01	50,53
Scoloplos armiger	15	3,24	48,59	Scoloplos armiger	27	4,16	54,69
Antalis entale	12	2,59	51,18	Chaetoderma nitidulum	25	3,85	58,54
Nemertea spp.	11	2,38	53,56	Phoronis muelleri	24	3,70	62,24
Eudorellopsis deformis	11	2,38	55,94	Goniada maculata	23	3,54	65,78
Glycera alba	10	2,16	58,10	Eudorellopsis deformis	23	3,54	69,32
VAN-10			VAN-11				
	Antall	%	Cum.%	Antall	%	Cum.%	
Paramphinome jeffreysii	52	8,72	8,72	Paramphinome jeffreysii	61	16,99	16,99
Goniada maculata	46	7,72	16,44	Goniada maculata	37	10,31	27,30
Mysella bidentata	42	7,05	23,49	Amphiura filiformis	28	7,80	35,10
Amphiura filiformis	35	5,87	29,36	Phoronis muelleri	27	7,52	42,62
Phoronis muelleri	26	4,36	33,72	Chaetoderma nitidulum	22	6,13	48,75
Levinsenia gracilis	25	4,19	37,91	Scoloplos armiger	13	3,62	52,37
Ampharete baltica	20	3,36	41,27	Eudorellopsis deformis	13	3,62	55,99
Eudorellopsis deformis	17	2,85	44,12	Ditrupa arietina	10	2,79	58,78
Scoloplos armiger	16	2,68	46,80	Glycera alba	9	2,51	61,29
Diplocirrus glaucus	15	2,52	49,32	Aricidea simonae	9	2,51	63,80

## TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.9. forts. Ti på topp liste. Valhall Flanke Nord, 2001.

VAN-13			VAN-14				
	Antall	%	Cum.%		Antall	%	Cum.%
Amphiura filiformis	46	8,93	8,93	Montacuta substriata	141	20,41	20,41
Paramphinome jeffreysii	41	7,96	16,89	Ditrupa arietina	60	8,68	29,09
Ditrupa arietina	40	7,77	24,66	Paramphinome jeffreysii	46	6,66	35,75
Levinsenia gracilis	37	7,18	31,84	Phoronis muelleri	35	5,07	40,82
Goniada maculata	25	4,85	36,69	Amphiura filiformis	35	5,07	45,89
Scoloplos armiger	21	4,08	40,77	Goniada maculata	34	4,92	50,81
Phoronis muelleri	20	3,88	44,65	Levinsenia gracilis	22	3,18	53,99
Chaetoderma nitidulum	19	3,69	48,34	Nemertea spp.	20	2,89	56,88
Diplocirrus glaucus	18	3,50	51,84	Chaetoderma nitidulum	19	2,75	59,63
Mysella bidentata	18	3,50	55,34	Eudorellopsis deformis	18	2,60	62,23

VAN-15			VAN-ref-A				
	Antall	%	Cum.%		Antall	%	Cum.%
Paramphinome jeffreysii	71	13,37	13,37	Amphiura filiformis	48	12,21	12,21
Amphiura filiformis	56	10,55	23,92	Goniada maculata	33	8,40	20,61
Ditrupa arietina	37	6,97	30,89	Paramphinome jeffreysii	32	8,14	28,75
Phoronis muelleri	35	6,59	37,48	Phoronis muelleri	22	5,60	34,35
Levinsenia gracilis	32	6,03	43,51	Scoloplos armiger	19	4,83	39,18
Goniada maculata	31	5,84	49,35	Eudorellopsis deformis	17	4,33	43,51
Scoloplos armiger	24	4,52	53,87	Spiophanes kroyeri	14	3,56	47,07
Glycera alba	17	3,20	57,07	Nemertea spp.	13	3,31	50,38
Chaetoderma nitidulum	16	3,01	60,08	Aonides paucibranchiata	13	3,31	53,69
Nemertea spp.	12	2,26	62,34	Pectinaria auricoma	13	3,31	57,00

Tabell 4.10. Ti på topp liste. Valhall Flanke Sør, 2001.

VAS-1			VAS-2				
	Antall	%	Cum.%		Antall	%	Cum.%
Phoronis muelleri	30	11,76	11,76	Amphiura filiformis	36	12,63	12,63
Goniada maculata	24	9,41	21,17	Phoronis muelleri	21	7,37	20,00
Aonides paucibranchiata	16	6,27	27,44	Goniada maculata	17	5,96	25,96
Antalis entale	13	5,10	32,54	Nephtys longosetosa	16	5,61	31,57
Amphiura filiformis	13	5,10	37,64	Antalis entale	14	4,91	36,48
Glycera alba	8	3,14	40,78	Spiophanes bombyx	13	4,56	41,04
Aricidea simonae	8	3,14	43,92	Nemertea spp.	11	3,86	44,90
Spiophanes bombyx	8	3,14	47,06	Aonides paucibranchiata	10	3,51	48,41
Eudorellopsis deformis	8	3,14	50,20	Glycera alba	9	3,16	51,57
Nemertea spp.	6	2,35	52,55	Scoloplos armiger	9	3,16	54,73

VAS-3			VAS-4				
	Antall	%	Cum.%		Antall	%	Cum.%
Phoronis muelleri	29	10,36	10,36	Phoronis muelleri	26	9,35	9,35
Amphiura filiformis	26	9,29	19,65	Amphiura filiformis	21	7,55	16,90
Goniada maculata	19	6,79	26,44	Goniada maculata	16	5,76	22,66
Aonides paucibranchiata	16	5,71	32,15	Aonides paucibranchiata	15	5,40	28,06
Eudorellopsis deformis	15	5,36	37,51	Spiophanes kroyeri	12	4,32	32,38
Antalis entale	14	5,00	42,51	Sthenelais boa	11	3,96	36,34
Spiophanes bombyx	11	3,93	46,44	Glycera alba	10	3,60	39,94
Nephtys longosetosa	9	3,21	49,65	Spiophanes bombyx	10	3,60	43,54
Hydrozoa spp.	8	2,86	52,51	Montacuta substriata	10	3,60	47,14
Nemertea spp.	8	2,86	55,37	Mysella bidentata	10	3,60	50,74

VAS-5			VAS-6				
	Antall	%	Cum.%		Antall	%	Cum.%
Amphiura filiformis	34	14,17	14,17	Mysella bidentata	33	12,13	12,13
Goniada maculata	19	7,92	22,09	Amphiura filiformis	29	10,66	22,79
Phoronis muelleri	14	5,83	27,92	Phoronis muelleri	19	6,99	29,78
Nephtys longosetosa	12	5,00	32,92	Aonides paucibranchiata	17	6,25	36,03
Levinsenia gracilis	12	5,00	37,92	Goniada maculata	15	5,51	41,54
Antalis entale	11	4,58	42,50	Spiophanes kroyeri	14	5,15	46,69
Nemertea spp.	9	3,75	46,25	Nephtys longosetosa	9	3,31	50,00
Scoloplos armiger	9	3,75	50,00	Spiophanes bombyx	9	3,31	53,31
Eudorellopsis deformis	9	3,75	53,75	Nemertea spp.	8	2,94	56,25
Chaetoderma nitidulum	7	2,92	56,67	Scoloplos armiger	8	2,94	59,19

## TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.10. forts. Ti på topp liste. Valhall Flanke Sør, 2001.

VAS-7			VAS-8			VAS-9			VAS-10						
	Antall	%	Cum.%		Cum.%		Antall	%	Cum.%		Antall	%	Cum.%		
Amphiura filiformis	38	14,62	14,62	Goniada maculata	28	11,38	24,79	Amphiura filiformis	35	13,16	13,16	Mysella bidentata	61	17,94	17,94
Goniada maculata	29	11,15	25,77	Amphiura filiformis	28	11,38	31,18	Goniada maculata	26	9,77	22,93	Amphiura filiformis	45	13,24	31,18
Phoronis muelleri	23	8,85	34,62	Nephtys longosetosa	14	5,69	37,94	Phoronis muelleri	16	6,02	28,95	Phoronis muelleri	23	6,76	37,94
Hippomedon propinquus/robustu	14	5,38	40,00	Spiophanes bombyx	11	4,47	44,41	Goniada maculata	16	6,02	34,97	Goniada maculata	22	6,47	44,41
Aonides paucibranchiata	11	4,23	44,23	Phoronis muelleri	10	4,07	50,59	Antalis entale	14	5,26	40,23	Antalis entale	21	6,18	50,59
Scoloplos armiger	9	3,46	47,69	Nemertea spp.	10	4,07	54,41	Chaetoderma nitidulum	13	4,89	45,12	Paramphinome jeffreysii	13	3,82	54,41
Nephtys longosetosa	8	3,08	50,77	Aonides paucibranchiata	10	4,07	57,94	Mysella bidentata	13	4,89	50,01	Eudorellopsis deformis	12	3,53	57,94
Spiophanes bombyx	8	3,08	53,85	Spiophanes kroyeri	9	3,66	61,18	Aonides paucibranchiata	12	4,51	54,52	Nemertea spp.	11	3,24	61,18
Eudorellopsis deformis	8	3,08	56,93	Eudorellopsis deformis	9	3,66	64,12	Nephtys longosetosa	10	3,76	58,28	Aonides paucibranchiata	10	2,94	64,12
Chaetoderma nitidulum	8	3,08	60,01	Scoloplos armiger	8	3,25	67,73	Levinsenia gracilis	8	3,01	61,29	Chaetoderma nitidulum	10	2,94	67,06
VAS-12			VAS-13			VAS-14			VAS-15						
	Antall	%	Cum.%		Cum.%		Antall	%	Cum.%		Antall	%	Cum.%		
Amphiura filiformis	31	7,52	7,52	Amphiura filiformis	35	13,01	13,01	Amphiura filiformis	58	16,81	16,81	Amphiura filiformis	34	10,90	10,90
Goniada maculata	29	7,04	14,56	Phoronis muelleri	29	10,78	23,79	Goniada maculata	26	7,54	24,35	Goniada maculata	32	10,26	21,16
Levinsenia gracilis	26	6,31	20,87	Paramphinome jeffreysii	20	7,43	31,22	Antalis entale	25	7,25	31,60	Antalis entale	28	8,97	30,13
Phoronis muelleri	23	5,58	26,45	Antalis entale	16	5,95	37,17	Paramphinome jeffreysii	24	6,96	38,85	Paramphinome jeffreysii	19	6,09	36,22
Antalis entale	23	5,58	32,03	Goniada maculata	14	5,20	42,37	Goniada maculata	22	5,34	37,37	Goniada maculata	16	5,10	42,37
Paramphinome jeffreysii	22	5,34	37,37	Nemertea spp.	11	4,09	46,46	Nemertea spp.	21	5,10	42,47	Nemertea spp.	11	4,09	46,46
Mysella bidentata	21	5,10	42,47	Aonides paucibranchiata	11	4,09	50,55	Aonides paucibranchiata	20	4,85	47,32	Aonides paucibranchiata	10	3,72	50,55
Eudorellopsis deformis	20	4,85	47,32	Chaetoderma nitidulum	10	3,72	54,27	Chaetoderma nitidulum	13	3,16	50,48	Chaetoderma nitidulum	7	2,60	54,27
Aonides paucibranchiata	13	3,16	50,48	Levinsenia gracilis	7	2,60	56,87	Levinsenia gracilis	13	3,16	53,64	Levinsenia gracilis	7	2,60	56,87
Hippomedon propinquus/robustus	13	3,16	53,64	Eudorellopsis deformis	7	2,60	59,47	Eudorellopsis deformis	13	3,77	59,15	Eudorellopsis deformis	7	2,60	59,47
Amphiura filiformis	58	16,81	16,81	Amphiura filiformis	34	10,90	10,90	Amphiura filiformis	25	7,25	38,85	Amphiura filiformis	16	5,13	41,35
Levinsenia gracilis	26	7,54	24,35	Goniada maculata	32	10,26	21,16	Goniada maculata	24	6,96	45,81	Phoronis muelleri	16	5,13	41,35
Goniada maculata	25	7,25	31,60	Antalis entale	28	8,97	30,13	Antalis entale	17	4,93	50,74	Phoronis muelleri	16	5,13	41,35
Antalis entale	25	7,25	38,85	Paramphinome jeffreysii	19	6,09	36,22	Paramphinome jeffreysii	16	4,64	55,38	Phoronis muelleri	16	5,13	41,35
Phoronis muelleri	24	6,96	45,81	Phoronis muelleri	16	5,13	41,35	Phoronis muelleri	13	3,77	59,15	Phoronis muelleri	13	4,17	54,50
Paramphinome jeffreysii	17	4,93	50,74	Aonides paucibranchiata	14	4,49	45,84	Aonides paucibranchiata	13	3,77	62,92	Aonides paucibranchiata	13	4,17	54,50
Mysella bidentata	16	4,64	55,38	Mysella bidentata	14	4,49	50,33	Mysella bidentata	12	3,77	66,40	Mysella bidentata	12	3,85	58,35
Eudorellopsis deformis	13	3,77	59,15	Scoloplos armiger	13	4,17	54,50	Scoloplos armiger	12	3,77	66,40	Scoloplos armiger	12	3,85	58,35
Chaetoderma nitidulum	13	3,77	62,92	Spiophanes bombyx	12	3,85	58,35	Spiophanes bombyx	12	3,77	66,40	Spiophanes bombyx	12	3,85	58,35
Scoloplos armiger	12	3,48	66,40	Chaetoderma nitidulum	12	3,85	62,20	Chaetoderma nitidulum	12	3,48	66,40	Chaetoderma nitidulum	12	3,85	62,20

## TEKNISK RAPPORT

**4.2.2 Diversitet og jevnhet**

I tabell 4.11. og 4.12. er det gitt en oversikt over dyp, antall arter og individer (per 0,5 m<sup>2</sup>), diversitet (H'), jevnhet (J) og forventet antall arter per 100 individer (ES<sub>100</sub>) inklusive og eksklusive *M. oculata* på henholdsvis Valhall nord og Valhall sør.

Ser man bort i fra *M. oculata* varierte antall arter per stasjon (0,5 m<sup>2</sup>) på Valhall nord fra 50 (VAN-11) til 87 (VAN-10). Antall individer per stasjon varierte fra 359 (VAN-11) til 691 (VAN-14). På Valhall sør varierte antall arter fra 48 (VAS-10) til 66 (VAS-3 og 4). Antall individer per stasjon varierte fra 240 (VAS-5) til 412 (VAS-12).

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') varierte fra 4,6 (VAN-9) til 5,4 (VAN-10) på Valhall nord og fra 4,5 (VAS-10) til 5,3 (VAS-4) på Valhall sør. Pielous jevnhetsindeks var 0,8 på alle stasjoner på Valhall nord og varierte mellom 0,8 og 0,9 på Valhall sør.

Antall arter i en "rarefaction" kurve representert med 100 individer (dvs. forventet antall arter i en prøve på 100 individer, kalt ES<sub>100</sub>) brukes som et standardisert diversitetsmål. Generelt vil verdier under 20 indikere at bunnfaunasamfunnet er forstyrret. ES<sub>100</sub> verdiene basert på Hurlberts rarefaction beregninger varierte fra 31 (VAN-9) til 42 (VAN-10) på Valhall nord og fra 31 (VAS-10) til 42 (VAS-4) på Valhall sør.

Indeksene beregnet uten *M. oculata* indikerer et uforstyrret bunnfaunasamfunn.

**Tabell 4.11.** Dyp, antall arter (S) og antall individer (N) per 0,5 m<sup>2</sup>, Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), Pielous jevnhetsindeks (J) og ES<sub>100</sub>. Valhall Flanke Nord, 2001.

Stasjon	Retn./avst.	S*	N *	N	H'*	H'	J*	J	ES <sub>100</sub> *	ES <sub>100</sub>
VAN-1	74°/250m	81	3704	524	1,3	5,1	0,2	0,8	12	38
VAN-2	74°/500m	69	3110	520	1,5	4,9	0,2	0,8	13	34
VAN-3	74°/1000m	71	2790	470	1,5	5,1	0,2	0,8	14	36
VAN-5	164°/250m	81	2937	515	1,6	5,2	0,3	0,8	14	39
VAN-6	164°/500m	83	3218	528	1,5	5,2	0,2	0,8	13	40
VAN-7	164°/1000m	73	2767	537	1,7	5,2	0,3	0,8	15	38
VAN-8	164°/2000m	81	2954	463	1,4	5,1	0,2	0,8	13	38
VAN-9	254°/250m	68	2469	649	2,1	4,6	0,3	0,8	16	31
VAN-10	254°/500m	88	2666	596	2,0	5,4	0,3	0,8	17	42
VAN-11	254°/1000m	51	1379	359	2,1	4,7	0,4	0,8	17	33
VAN-13	344°/250m	78	1585	515	2,6	5,2	0,4	0,8	21	38
VAN-14	344°/500m	82	2451	691	2,2	4,9	0,4	0,8	18	35
VAN-15	344°/1000m	73	2421	531	1,9	5,0	0,3	0,8	15	36
VAN-ref-A	254°/15000m	64	1863	393	1,8	5,1	0,3	0,8	16	37
VAN-ref-B	254°/15000m	63	2168	368	1,5	4,9	0,3	0,8	13	35

\* Inklusiv *M. oculata*

## TEKNISK RAPPORT

**Tabell 4.12.** Dyp, antall arter ( $S$ ), antall individer ( $N$ ) per  $0,5 \text{ m}^2$ , Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ), Pielous jevnhetsindeks ( $J$ ),  $ES_{100}$ . Valhall Flanke Sør, 2001, inkl. VA-11 og VA-12 fra Valhall unders. i 1999.

Stasjon	Retning	S*	N*	N	H'*	H'	J*	J	$ES_{100}$ *	$ES_{100}$
VAS-1	74°/250m	62	1685	255	1,4	5,2	0,2	0,9	13	41
VAS-2	74°/500m	60	1645	285	1,6	5,1	0,3	0,9	14	38
VAS-3	74°/1000m	67	1370	280	1,8	5,2	0,3	0,9	16	41
VAS-4	74°/2000m	67	1118	278	2,1	5,3	0,4	0,9	19	42
VAS-5	164°/250m	57	770	240	2,5	5,0	0,4	0,9	21	39
VAS-6	164°/500m	61	1742	272	1,4	5,0	0,2	0,8	13	38
VAS-7	164°/1000m	52	794	260	2,5	4,8	0,4	0,9	20	36
VAS-8	164°/2000m	56	588	246	3,1	5,0	0,5	0,9	25	38
VAS-9	254°/250m	53	1906	266	1,3	4,9	0,2	0,9	12	35
VAS-10	254°/500m	49	2190	340	1,3	4,5	0,2	0,8	12	31
VAS-12	245°/2000m	69	2362	412	1,6	5,2	0,3	0,9	14	37
VAS-13	344°/250m	57	1549	269	1,5	4,9	0,3	0,9	14	37
VAS-14	334°/500m	52	2445	345	1,3	4,7	0,2	0,8	11	32
VAS-15	334°/1000m	62	3802	312	0,8	4,9	0,1	0,8	8	36
VA-11	164/4000m	57	900	361	2,9	4,7	0,5	0,8	21	32
VA-12	164/6000m	49	726	367	3,2	4,4	0,6	0,8	22	29

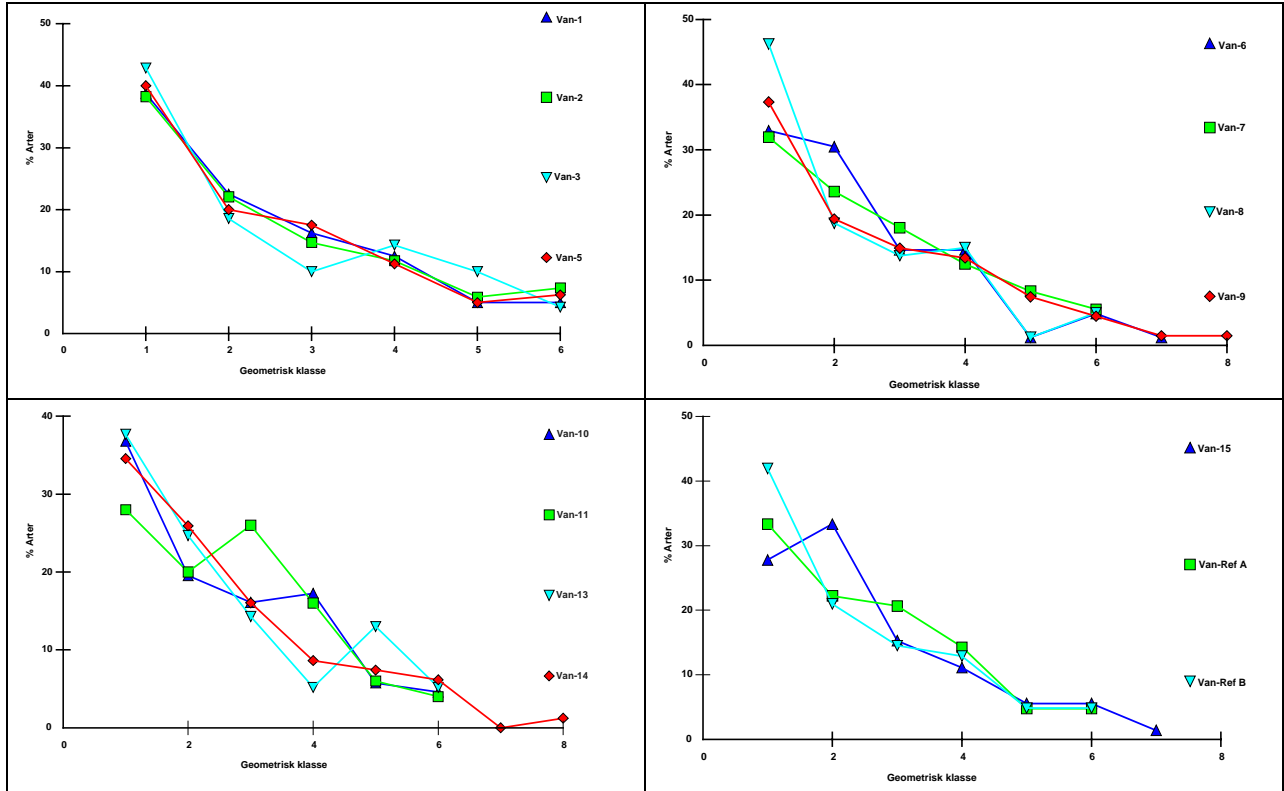
\* Inklusiv *M. oculata*

### Log-normal fordeling

Log-normal plott er vist i figur 4.9 og 4.10. 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 1 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.

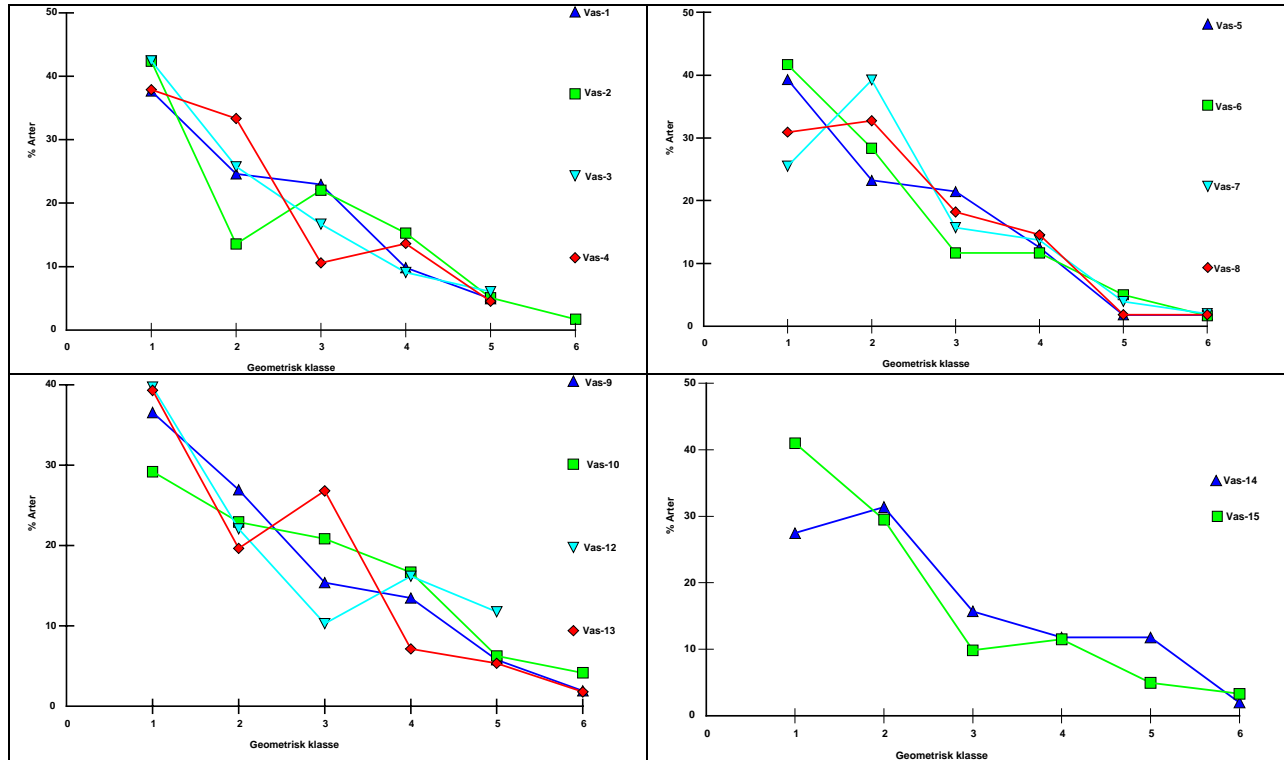
Kurvene i figur 4.9 og 4.10 viser et relativt uforstyrret samfunn, med et høyt startpunkt på Y-aksen og rask tilnærming mot X-aksen med økende geometrisk klasse.

TEKNISK RAPPORT



Figur 4.9. Log-normal plott, eksklusiv *M. oculata*. Valhall Flanke Nord, 2001.

## TEKNISK RAPPORT



Figur 4.10. Log-normal plott, eksklusiv *M. oculata*. Valhall Flanke Sør, 2001.

### 4.2.3 Likhetsanalyser

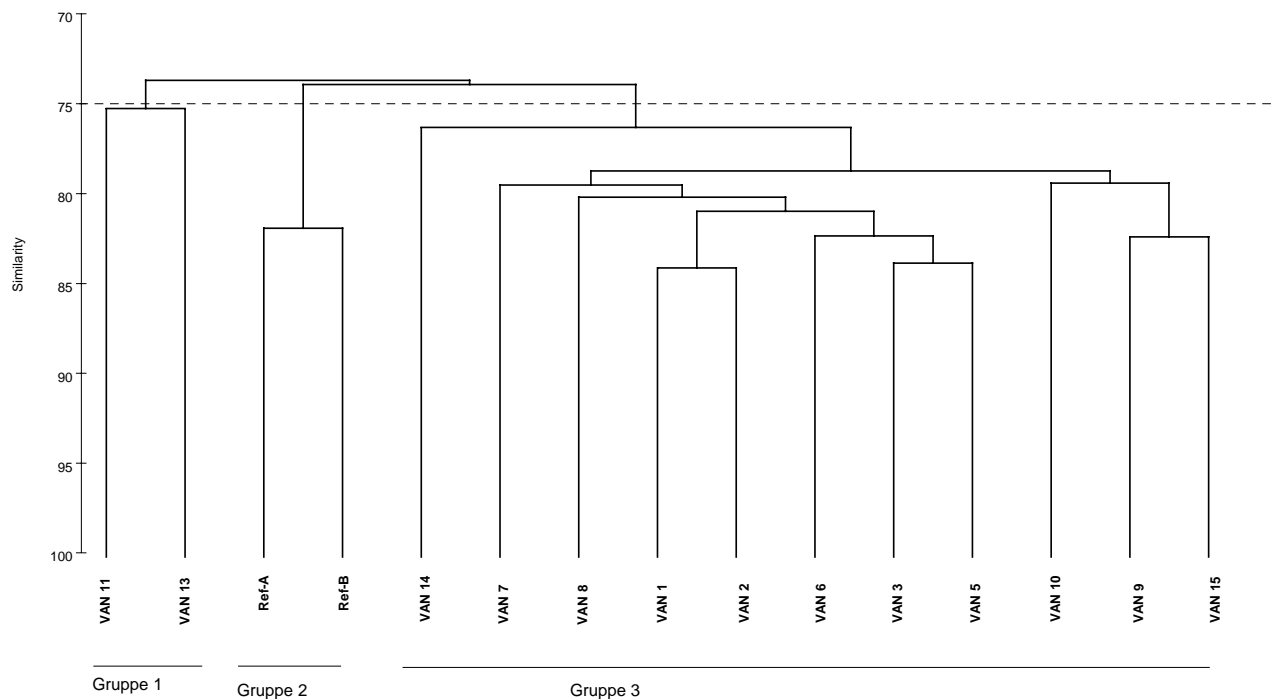
#### Klassifikasjon og ordinasjon Valhall nord

Klassifikasjon og ordinasjon er gjennomført både på grabbnivå og på stasjonsnivå. Dendrogrammet på grabbnivå er vist i Appendiks B og viser en likhet > 65 % mellom grabbene, med unntak av grabb 2 på VAN-11. Grabbene grupperer seg i liten grad stasjonsvis.

Dendrogrammet på stasjonsnivå med og uten *M. oculata* er vist i figur 4.11. og 4.13. Ordinasjonsplott er vist i figur 4.12. og 4.14.

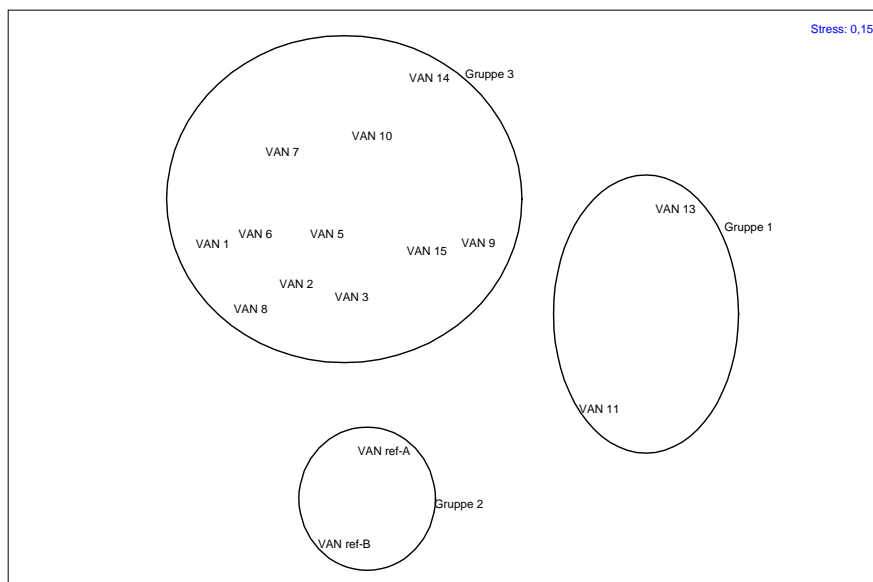
Inkludert *M. oculata* kan stasjonene inndeles grovt i 3 hovedgrupper ved en likhet på 75 %. En Simperanalyse viser at arten som bidrar mest til ulikheten mellom gruppene er *M. oculata* ved at antallet varierer noe mellom gruppene, deretter viser analysen en overvekt av *Ditrupa arietina* i gruppe 1 og 3. På ref. stasjonene er ikke *D. arietina* registrert.

## TEKNISK RAPPORT



**Figur 4.11.** Dendrogram stasjonsnivå (inkludert *M. oculata*). Valhall Flanke Nord, 2001.

MDS-plottet i figur 4.12 underbygger inndelingen i dendrogrammet.

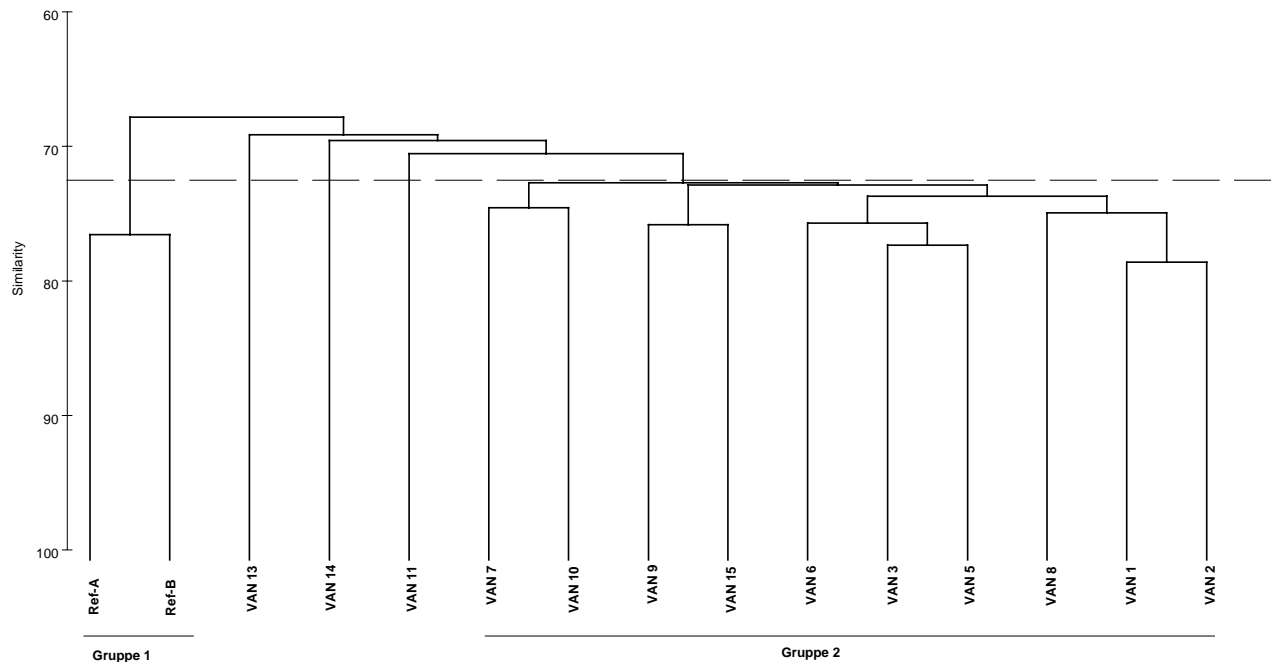


**Figur 4.12.** MDS-plott stasjonsnivå (inkludert *M. oculata*). Valhall Flanke Nord 2001.

Analyse på data uten *M. oculata* viser at stasjonene ved ca 73 % likhet inndeles grovt i 2 hovedgrupper, mens 3 stasjoner faller utenfor hovedgrupperingene (VAN-11, 13 og 14). En Simperanalyse viser at det er 68 % likhet mellom gruppe 1 og 2. Artene som bidrar mest til ulikheten er en overvekt av børstemarken *Levinsenia gracilis* og *Ditrupa arietina* samt muslingen *Mysella bidentata* i faunaen i gruppe 2 i forhold til gruppe 1. Det var kun *L. gracilis* av disse som fantes i faunaen i gruppe 1. Stasjon VAN-14 har en stor overvekt av muslingen *Montecuta substriata* i forhold til de øvrige stasjoner og grupper.

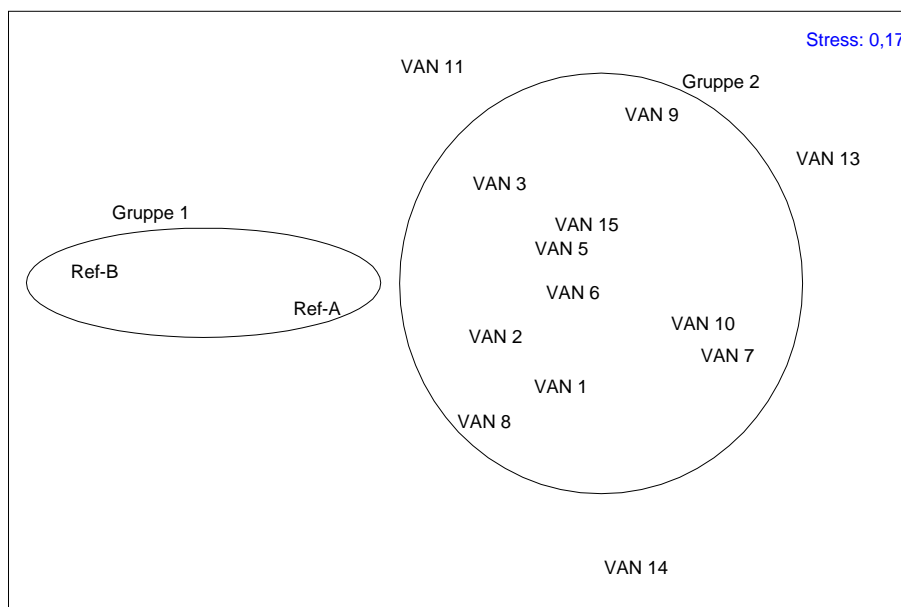
TEKNISK RAPPORT

VAN-13 skiller seg fra de øvrige stasjoner og grupper med en overvekt av børstemarken *M. daniellseni*. VAN-11 skiller seg fra gruppe 5 samt stasjon VAN-13 og 14 med en mindre mengde *L. gracilis* i faunaen, mens den i forhold til gruppe 1 har en overvekt av *D. arietina* og *P. jeffreysii* i faunaen.



Figur 4.13. Dendrogram stasjonsnivå (eksklusiv *M. oculata*). Valhall Flanke Nord, 2001.

MDS-plottet i figur 4.14. underbygger inndelingen i dendrogrammet.



Figur 4.14. MDS-plott stasjonsnivå (eksklusiv *M. oculata*). Valhall Flanke Nord, 2001.

TEKNISK RAPPORT

---

Det ble utført Bioenv analyse på dataene. På datamateriale inkludert og uten *M. oculata* ga analysen den samme korrelasjonsverdi på 0,5 mellom fauna og kombinasjonen av miljøfaktorene sink, totalt organisk materiale og median kornstørrelse. I følge Clarke & Ainsworth (1993) kan en korrelasjonsverdi på 0,8 betraktes som optimal. Konsentrasjonen av sink og organisk materiale er lav i sedimentet og analysen viser at faunaen i området reflekteres av hvilken bunntype en finner, noe som er karakteristisk for upåvirkede samfunn.

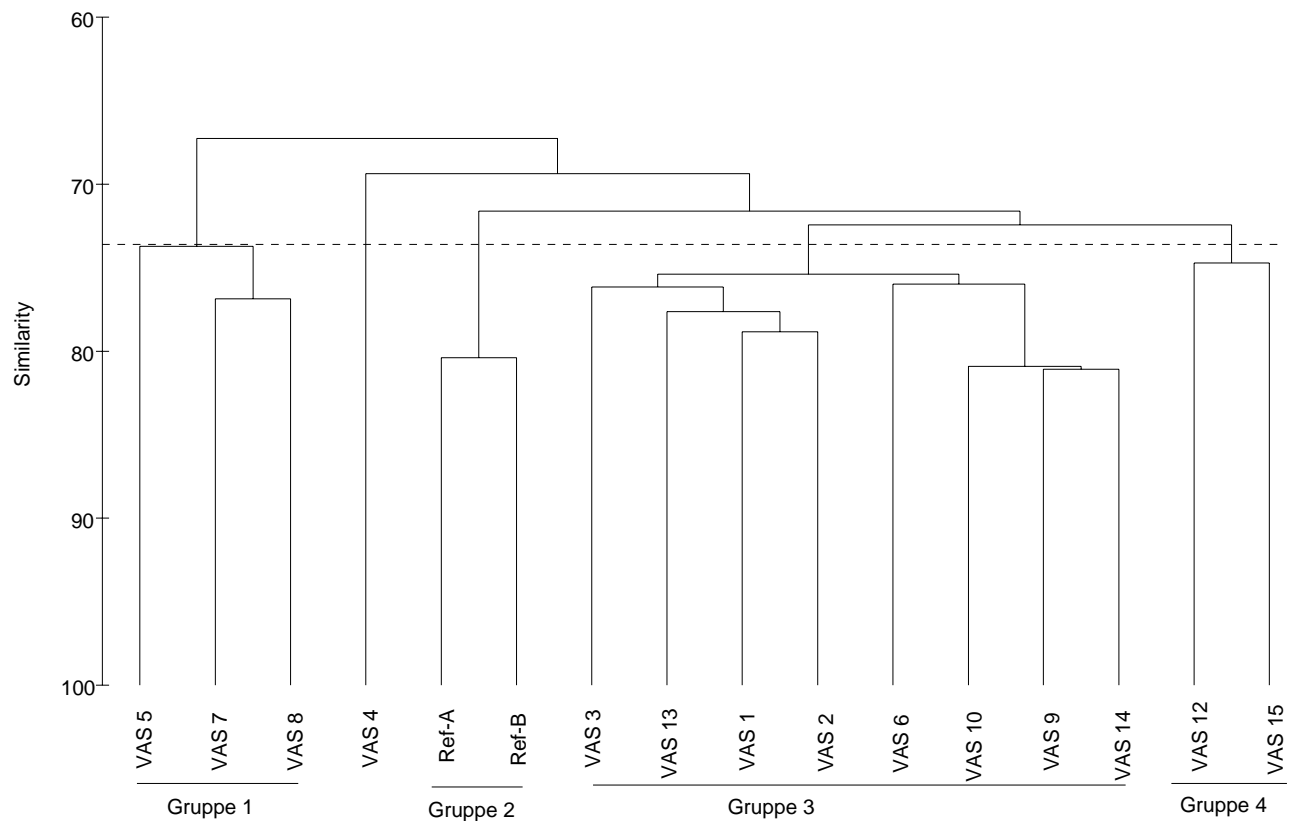
***Klassifikasjon og ordinasjon Valhall sør***

Klassifikasjon og ordinasjon er gjennomført både på grabbnivå og på stasjonsnivå. Dendrogrammet på grabbnivå er vist i VEDLEGG A og viser en likhet på ca 60 % mellom grabbene, med unntak av grabb 1, 2 og 3 på VAS 8. Grabbene grupperer seg i liten grad stasjonsvis.

Dendrogrammet på stasjonsnivå med og uten *Myriochele oculata* er vist i figur 4.15. og 4.17. Ordinasjonsplott er vist i figur 4.16. og 4.17.

Analyse på data inklusive *M. oculata* gir en inndeling av stasjonene i 4 hovedgrupper ved ca. 75 % likhet. Stasjon VAS-4 faller utenfor grupperingene, dette var også den eneste stasjonen det ble funnet noe grus på (men utgjorde mindre enn 1%). En Simperanalyse viste at det var variasjonen i det gjennomsnittlige antallet av *M. oculata* innenfor de ulike gruppene som bidro mest til forskjellen mellom gruppene og stasjon VAS-4. Den gjennomsnittlige likheten innen og mellom gruppene er gjengitt i tabell 4.13. Gruppe 2 består kun av en stasjon (referansestasjonen med 10 grabber, de øvrige stasjoner er prøvetatt med 5 grabber) som er inndelt i ref. A og ref. B.

## TEKNISK RAPPORT



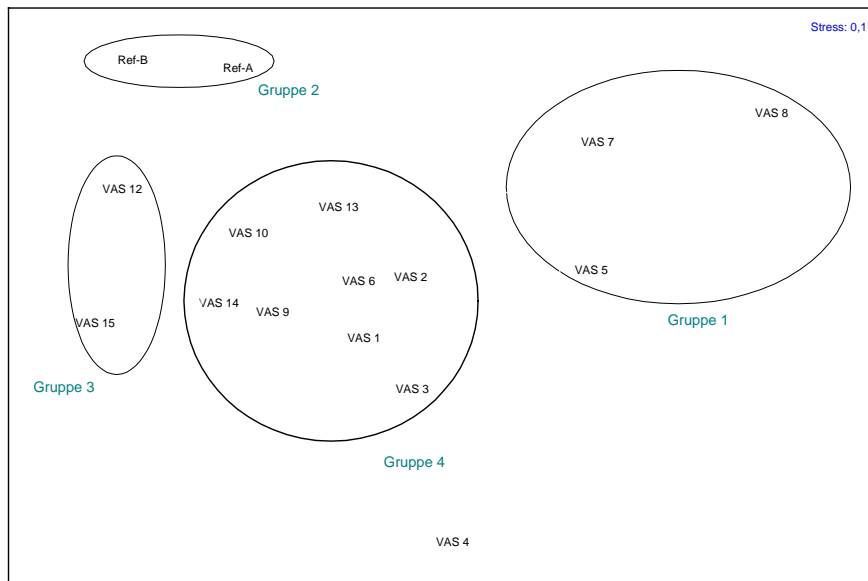
**Figur 4.15.** Dendrogram stasjonsnivå (inkludert *M. oculata*). Valhall Flanke Sør, 2001.

MDS-plottet i figur 4.16 underbygger inndelingen i dendrogrammet.

**Tabell 4.13.** Gjennomsnittlig likhet innen og mellom grupperingene angitt i prosent.

	VAS-4	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
<b>Gruppe 1 (VAS 5, 7, 8)</b>	67	75			
<b>Gruppe 2 (Ref. A+B)</b>	66	64	80		
<b>Gruppe 3 (VAS 1, 2, 3, 6, 9, 10, 13, 14)</b>	71	69	71	76	
<b>Gruppe 4</b>	65	64	72	72	75

## TEKNISK RAPPORT



**Figur 4.16.** MDS-plott stasjonsnivå (inkludert *M. oculata*). Valhall Flanke Sør, 2001.

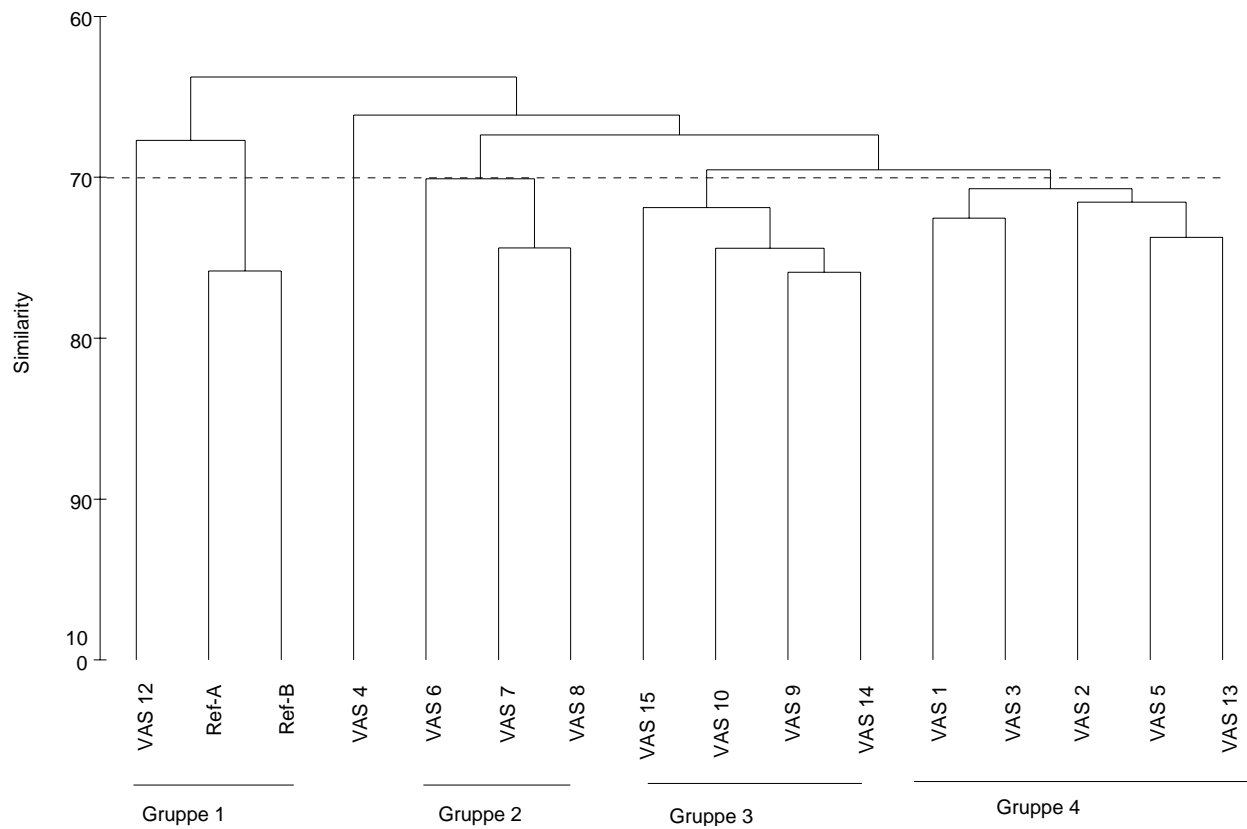
Analysene gir en inndeling av stasjonene i 4 hovedgrupper ved ca 70 % likhet med en stasjon som faller utenfor (VAS-4). Stasjonene i gruppe 2 (VAS-6, 7 og 8) er 500, 1000 og 2000 m stasjonene i 164° retningen. Stasjon VAS-4 ligger ytterst (2000 m) i 74° retningen. Stasjon VAS-12 som grupperer seg sammen med referansestasjonen ligger ytterst av feltstasjonene, 2000 m/254° retningen, på samme transekt som referansestasjonen (15000 m/ 254° retningen). De øvrige stasjonene inndeler seg gruppevis uavhengig av transekt eller avstand fra feltsentrum.

En Simperanalyse viste at stasjon VAS 4 hovedsakelig skilte seg fra de øvrige grupperinger p.g.a mangel på bløtdyret *Chaetoderma nitidilum* i faunaen. Sammenlignet gruppene imellom hadde gruppe 1 gjennomsnittlig flest antall av børstemarken *P. jeffreysii* i faunaen. Gruppe 2 hadde færrest individer av muslingen *Montecuta substriata* og børstemarken *P. jeffreysii* i faunaen. Gruppe 3 hadde flest individer av muslingen *Mysella bidentata* og sjøtannen *Antalis entale* i faunaen og gruppe 4 hadde færrest individer av muslingen *M. bidentata* i faunaen. Den gjennomsnittlige likheten innen og mellom gruppene er gjengitt i tabell 4.14. Innenfor alle grupperingene var det pigghuden *Amphiura filiformis* og børstemarken *Goniada maculata* som bidro mest til likheten. Alle artene nevnt ovenfor trives i sand og blandet bunn og forskjellen mellom grupperingene kan ikke knyttes til en eventuell påvirkning av faunaen i området.

**Tabell 4.14.** Gjennomsnittlig likhet innen og mellom grupperingene angitt i prosent.

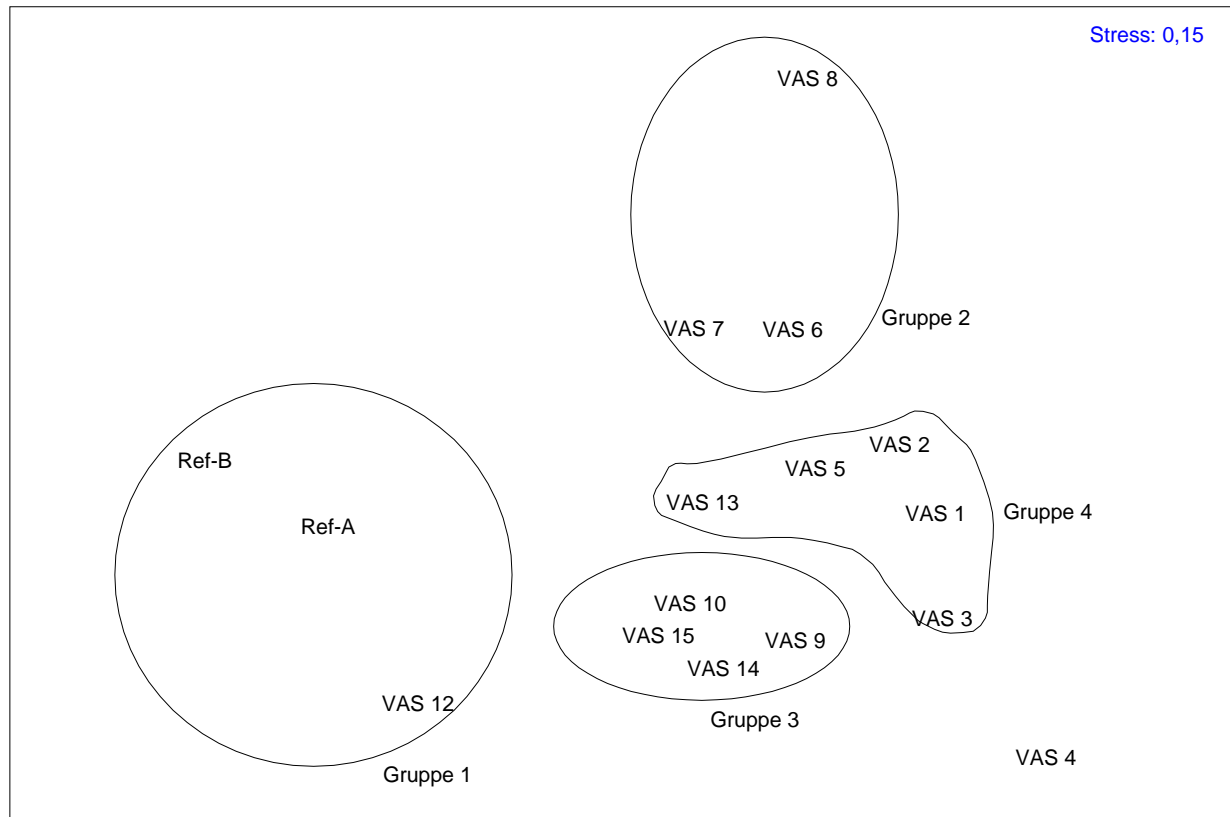
	VAS-4	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
<b>Gruppe 1 (VAS 12, Ref. A+B)</b>	60	70			
<b>Gruppe 2 (VAS 6, 7 og 8)</b>	64	63	72		
<b>Gruppe 3 (VAS 9, 10, 14, 15)</b>	67	66	67	73	
<b>Gruppe 4 (VAS 1, 2, 3, 5 og 13)</b>	67	64	68	70	71

TEKNISK RAPPORT



**Figur 4.17.** Dendrogram stasjonsnivå (eksklusiv *M. oculata*). Valhall Flanke Sør, 2001.

MDS-plottet i figur 4.18. underbygger inndelingen i dendrogrammet.



**Figur 4.18.** MDS-plott stasjonsnivå (eksklusiv *M. oculata*). Valhall Flanke Sør, 2001.

Det ble utført Bioenv analyse på dataene. På datamateriale inkludert og uten *M. oculata* ga analysen den samme korrelasjonsverdi på 0,8 mellom fauna og kombinasjonen av miljøfaktorene krom og innhold av grus i sedimentet. Krominnholdet er lavt og korrelasjonen kan ikke knyttes til en eventuell påvirkning av faunaen. Grus ble kun funnet på stasjon 4 og denne skiller seg også ut fra de øvrige faunastasjonene. I følge Clarke & Ainsworth (1993) kan en korrelasjonsverdi på 0,8 betraktes som optimal. Dette viser at forholdene er svært jevne og at små endringer i f.eks. bunnforhold vil kunne endre faunasammensetningen. Forholdene på Valhall Flanke Sør karakteriseres som sunne hvor sedimentforholdene er viktig for utbredelsen av bløtbunnsfaunaen.

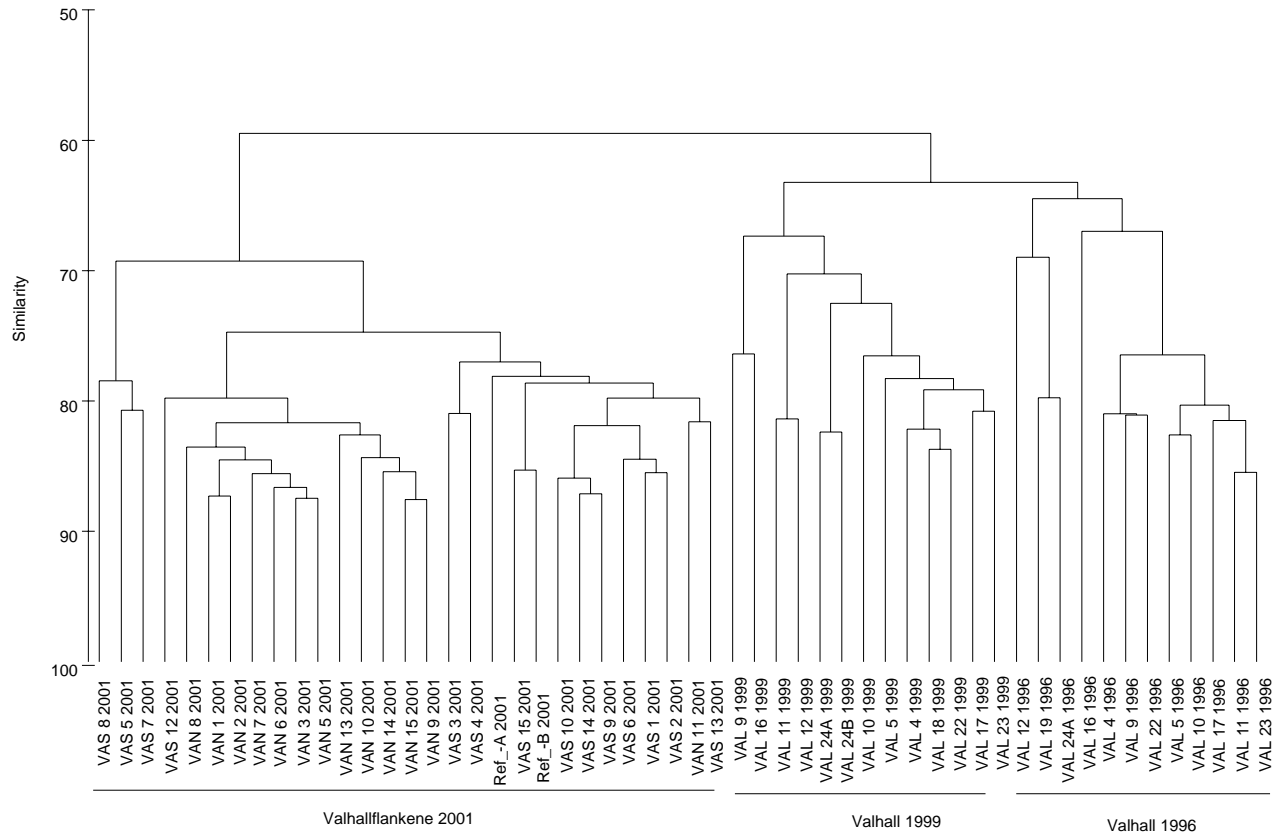
#### 4.2.4 Sammenligning med tidligere undersøkelser på Valhall feltet

Multivariate analyser viser en hovedinndeling etter år og lokalitet. Dendrogram og MDS plott fra analyse på familienivå er vist i figur 4.19. og 4.20.

En simperanalyse viser at den største forskjellen mellom 1996, 1999 og 2001 er den store mengden av børstemarken *M. oculata* fra familien (Owenidae) i faunaen i år 2001. Analysene er utført både på artsnivå og på familienivå. Inndelingen i grupper blir den samme på begge nivå, men likheten innen og mellom gruppene blir naturlig noe høyere på familienivå.

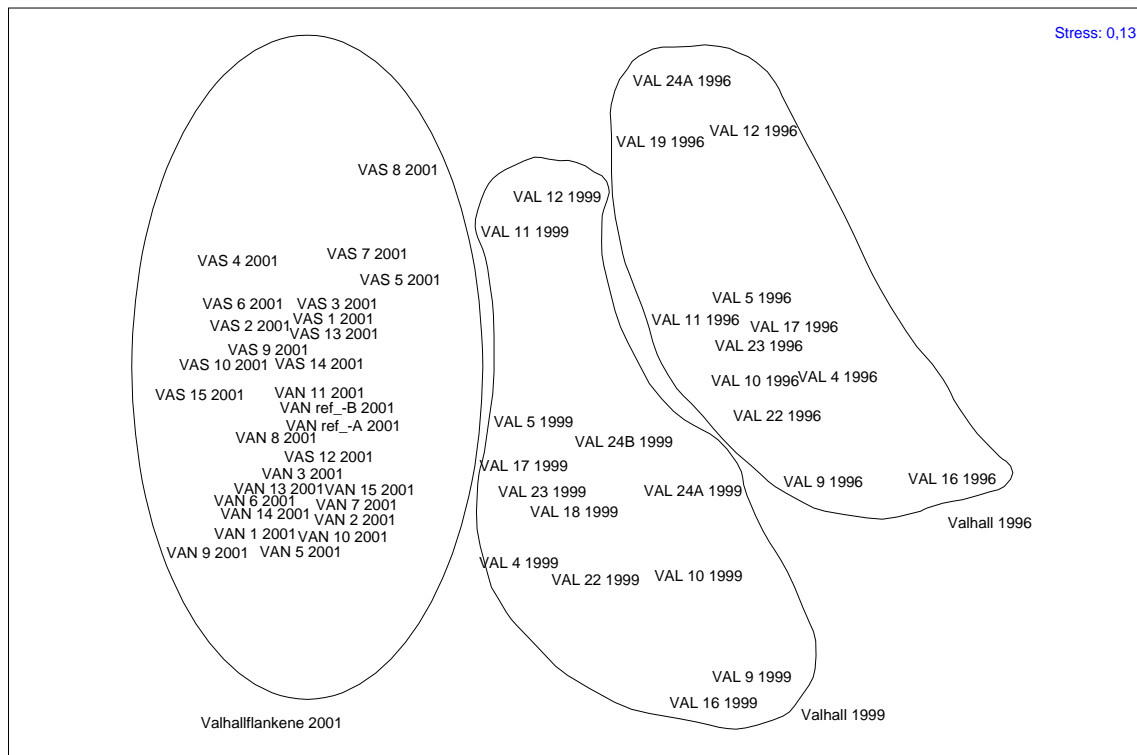
## TEKNISK RAPPORT

Når det gjøres sammenligning mellom ulike undersøkelser bør sammenligningen utføres på familienivå for å unngå for store feilkilder som (forskjeller i prøvetaking, sortering og artsbestemmelse, ulik navngiving av samme art etc).



**Figur 4.19.** Dendrogram stasjonsnivå. Valhall Flanke Nord og Sør, 2001 og Valhall, 1996 og 1999.

## TEKNISK RAPPORT



**Figur 4.20.** MDS-plott stasjonsnivå. Valhall Flanke Nord og Sør, 2001 og Valhall, 1996 og 1999.

Antall arter fra familien Owenidae (hovedsakelig arten *M. oculata*) har økt siden 1996 med fordobling i antallet frem til 1999 og en eksplosiv økning i 2001. Antagelig skyldes det svært store antallet i 2001 nylig nedslåtte individer.

Ser man bort i fra denne arten skyldes forskjellen bl.a. at det på Valhall i 1996 ble funnet flere individer innenfor familien Cirratulidae enn i 1999 og på Valhallflankene i 2001. Disse utgjøres hovedsakelig av artene *Chaetozone setosa* og *Tharyx sp.* som er indikatorarter for organisk belastning.

Sammenligner en referansestasjonen på Valhall med tidligere undersøkelser ser en at den grupperes ihht. år. Det betyr at årets fauna er annerledes enn tidligere års fauna, og at dette representerer en naturlige variasjon i området.

#### 4.2.5 Konklusjon

Ser man bort fra dominansen av børstemarken *M. oculata* som antas å være tilfeldig er det funnet et diversert bunnfaunasamfunn som kan karakteriseres som upåvirket av offshore aktiviteter på Valhall Flankene. Resultatene viser at sammensetningen av bunnfauna i stor grad styres av sedimenttypen i området.

## **5 SAMLET VURDERING**

Det er ikke funnet forurensning av hydrokarboner, barium eller tungmetaller i sedimentene, og bunnfaunaen fremstår som upåvirket av offshore aktiviteter. Dette betyr at undersøkelsen gir et forholdsvis godt grunnlag for seinere overvåking av området.

## 6 REFERANSER

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

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

DNV, 1999: Miljøundersøkelse 1999 Ekofisk Region I, rapport nr. 2000-3245, mai 2000.

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.

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

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

Gray, J.S. 1982: Effects of pollutants on marine ecosystems. *Netherlands Journal of sea research*, 16: 424-443.

Gray, J.S. & Pearson, T.H. 1982: Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. I. Comparative methodology. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 9: 111-119.

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

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

Pielou, E.C., 1969: *An introduction to mathematical ecology*. Wiley-Interscience, New York.

Sanders, H.L. 1968: Marine benthic diversity: A comparative study. *Am. Nat.*, Vol. 102: 243-282.

Shannon, C.E. & W.W. Weaver 1963: *The mathematical theory of communities*. University of Illinois Press. Urbana, Illinois. 117 s.

SINTEF, 1994: Valhall Environmental Survey 1993. Report no. STF27 F94004, February 1994.

TEKNISK RAPPORT

---

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

**SINTEF Kjemi**

Postadresse: Boks 124, Blindern  
0314 Oslo  
Besøksadresse: Forskningsveien 1  
Telefon: 22 06 73 00  
Telefaks: 22 06 73 50

Foretaksnr: NO 948 007 029 MVA

# SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Grunnlagsundersøkelse Valhall Flanke Nord og Sør 2001  
Kjemiske analyser og Kornstørrelsefordeling**

FORFATTER(E)

Nina Gjøs

OPPDRAGSGIVER(E)

Det Norske Veritas AS / BP AMOCO Norge AS

RAPPORTNR	GRADERING	OPPDRAGSGIVERS REF.	
STF66 F01512	Fortrolig	Kontrakt nr PO-001625	
GRADERING 1. SIDE	ISBN	PROSJEKTNR.	ANTALL SIDER OG BILAG
Fortrolig		664215	59
ELEKTRONISK ARKIVKODE		PROSJEKTLÉDER (NAVN, SIGN.)	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.)
Valhall 01 664215\Rapport-Valhall 01		Frøydis Oreld	
ARKIVKODE	DATO	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.)	
	2001-11-23utkast	Kåre Helge Karstensen	

## SAMMENDRAG

I 2001 er det gjennomført grunnlagsundersøkelser på Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør.

Denne rapporten gir resultatene av de kjemiske analysene og av kornstørrelsefordelingen i sedimentene fra Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør i 2001.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Kornstørrelsefordeling	Grain size
GRUPPE 2	Kjemi	Chemistry
EGENVALGTE	Miljøovervåking	Environmental Survey
	Sedimenter	Sediments
	Hydrokarboner, Metaller	Hydrocarbons, Metals

## INNHALDFORTEGNELSE

FORORD .....	2
SAMMENDRAG .....	3
SUMMARY .....	6
1. RESUMÉ .....	9
3. METODER .....	10
3.2 Kjemiske analyser og fysisk karakterisering av sedimentene .....	10
3.2.1 Sedimententkarakterisering .....	10
3.2.2 Kjemiske analyser .....	13
3.2.3 Kvalitetssikring .....	16
3.5 Avvik fra SFTs retningslinjer 99:01 .....	17
4. RESULTATER OG DISKUSJON .....	18
4.1 Kjemiske analyser og sedimentkarakterisering .....	18
4.1.1 Sedimententkarakterisering .....	19
4.1.2 Kjemiske analyser .....	21
4.1.4 Konklusjon .....	30
Stolpediagram .....	31
Gasskromatogram .....	33
5. REFERANSER .....	36
Vedlegg D, Analyserapport .....	37

## FORORD

Grunnlagsundersøkelsen på Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør i 2001 er utført i fellesskap av Det Norske Veritas og SINTEF Kjemi.

Denne rapporten beskriver resultatene av de kjemiske analysene og av kornstørrelsefordelingen i sjøbunnsedimentene fra Valhall Flanke Nord og Sør, og rapporten vil bli inkludert i den fullstendige rapporten fra Veritas.

### Medarbeidere

Feltarbeid:	Liv-Guri Faksness, Knut Ødegård
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
Utarbeidelse av rapporten:	Nina Gjøs, Frøydis Oreld Liv-Guri Faksness

De kjemiske analysene er utført ved SINTEF Kjemi, avd Miljøteknologi og analyse. 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 ISO/IEC 17025.

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

## SAMMENDRAG

Dette sammendraget presenterer de viktigste resultatene fra grunnlagsundersøkelsen på Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør i 2001.

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

Sedimentene er analysert i henhold til oversikten i ruten nedenfor. Resultatene er gitt i tabell 1.

### Metodeoversikt

Analyse	Parameter
<b>Sedimentkarakterisering</b>	
• 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
<b>Kjemiske analyser</b>	
• 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

Sedimentene på begge feltene består av homogen fin sand. Innholdet av silt og leire er lavt og varierer fra 0,7 % til 5,3 %. På Valhall referansestasjon har innholdet av silt og leire avtatt noe siden tidligere undersøkelser, 2,7 % sammenlignet med 3,2 % i 1999 og 4,7 % i 1996.

Innholdet av totalt organisk materiale er lavt og likt på begge områdene. Konsentrasjonene varierer fra 0,7 % til 0,9 % på Flanke Nord og fra 0,5 % til 0,8 % på Flanke Sør.

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

På Flanke Nord varierer THC konsentrasjonene fra 6,5 mg/kg på stasjon VAN 2 74°/500m til 9,8 mg/kg på stasjon VAN 3 74°/1000m. På Flanke Sør varierer konsentrasjonene fra 3,9 mg/kg på stasjon VAS 8 164°/2000m til 7,3 mg/kg på stasjon VAS 12 254°/2000m. På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er THC konsentrasjonen 6,1 mg/kg, og dette er samme nivå som ved tidligere undersøkelser.

På Flanke Nord varierer Ba konsentrasjonene fra 69 mg/kg på stasjonene VAN 8 164°/2000m og VAN 11 254°/1000m til 133 mg/kg på stasjon VAN 6 164°/500m. På Flanke Sør varierer Ba konsentrasjonene fra 15 mg/kg på stasjon VAS 8 164°/2000m til 70 mg/kg på stasjon VAS 14 344°/500m. På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er Ba konsentrasjonen 53 mg/kg, og dette er samme nivå som ved tidligere undersøkelser.

Sedimentlaget ved 1-3 cm og 3-6 cm er analysert på noen stasjoner. For hydrokarbonene er det en tydelig tendens til økende konsentrasjoner nedover i sediment, også på referansestasjonen. For Ba er denne økningen enda tydeligere, og konsentrasjonene i 3-6 cm laget er 2 til 4 ganger høyere enn i det øverste 0-1 cm laget. Det er viktig å ta hensyn til denne observasjonen ved senere miljøundersøkelser på feltet.

Konsentrasjonene av tungmetallene er lave, på samme nivå som på referansestasjonen. For disse metallene er det ikke funnet noen økning nedover i sedimentlaget.

**Tabell 1.** Valhall Flanke Nord og Sør, 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
<b>Valhall Nordflanke</b>											
VAN 1 74°/ 250 m	0,9	6,7	-	-	106	0,03	7,6	0,6	-	7,4	6,3
VAN 2 74°/ 500 m	0,8	6,5	-	-	132	<0,01	7,8	0,6	-	7,9	6,5
VAN 3 74°/ 1000 m	0,8	9,8	-	-	97	<0,01	7,7	0,7	-	7,6	6,2
VAN 5 164°/ 250 m	0,9	7,8	0,017	0,053	111	<0,01	7,8	0,7	<0,01	7,6	6,4
1-3 cm	-	8,4	0,032	0,075	209	0,01	8,3	0,7	<0,01	8,4	7,7
3-6 cm	-	7,8	0,023	0,066	467	<0,01	8,8	0,8	0,01	9,2	8,1
VAN 6 164°/ 500 m	0,8	8,0	-	-	133	<0,01	8,1	0,6	-	8,0	6,8
VAN 7 164°/ 1000 m	0,8	8,2	-	-	108	<0,01	8,1	0,8	-	8,3	6,7
VAN 8 164°/ 2000 m	0,8	7,3	0,016	0,048	69	<0,01	7,9	0,7	<0,01	9,1	6,9
1-3 cm	-	7,8	0,018	0,052	89	0,01	8,3	0,7	<0,01	8,8	6,8
3-6 cm	-	12,8	0,034	0,111	189	<0,01	8,1	0,6	0,01	8,6	7,3
VAN 9 254°/ 250 m	0,8	7,6	-	-	78	<0,01	7,8	0,7	-	7,7	6,0
VAN10 254°/ 500 m	0,8	7,0	-	-	94	<0,01	7,6	0,6	-	7,3	5,8
VAN11 254°/ 1000 m	0,7	7,1	-	-	69	<0,01	7,5	0,6	-	7,3	7,4
VAN13 344°/ 250 m	0,7	7,6	-	-	100	<0,01	7,9	0,6	-	7,9	6,1
VAN14 344°/ 500 m	0,8	8,1	-	-	110	<0,01	8,1	0,7	-	7,9	6,7
VAN15 344°/ 1000 m	0,8	7,7	-	-	104	<0,01	7,8	0,7	-	7,6	6,5
<b>Valhall Sørflanke</b>											
VAS 1 74°/ 250 m	0,7	6,4	-	-	38	<0,01	6,9	0,5	-	6,2	5,2
VAS 2 74°/ 500 m	0,7	6,0	-	-	36	<0,01	6,9	0,4	-	6,3	5,3
VAS 3 74°/ 1000 m	0,7	6,4	-	-	46	<0,01	6,6	0,5	-	6,5	5,4
VAS 4 74°/ 2000 m	0,6	5,3	-	-	55	<0,01	5,9	0,4	-	6,0	5,1
VAS 5 164°/ 250 m	0,7	5,5	0,010	0,034	33	<0,02	6,8	0,4	<0,01	6,1	5,4
1-3 cm	-	6,3	0,012	0,041	51	<0,01	7,4	0,9	<0,01	6,7	6,8
3-6 cm	-	7,4	0,019	0,058	79	<0,01	7,3	0,6	<0,01	6,3	5,6
VAS 6 164°/ 500 m	0,7	6,0	-	-	36	<0,01	6,6	0,4	-	6,0	5,2
VAS 7 164°/ 1000 m	0,6	5,2	-	-	28	<0,01	6,0	0,4	-	5,4	4,6
VAS 8 164°/ 2000 m	0,5	3,9	0,005	0,018	15	<0,01	5,0	0,2	<0,01	4,8	4,0
1-3 cm	-	4,1	0,008	0,020	20	<0,01	5,2	0,4	<0,01	4,7	4,1
3-6 cm	-	4,5	0,005	0,018	46	0,01	5,2	0,4	<0,01	4,8	4,3
VAS 9 254°/ 250 m	0,6	6,2	-	-	38	0,01	7,1	0,4	-	6,5	5,4
VAS10 254°/ 500 m	0,7	6,2	-	-	41	<0,01	7,4	0,5	-	6,5	5,4
VAS12 254°/ 2000 m	0,8	7,3	-	-	47	<0,01	8,1	0,6	-	7,3	7,4
VAS13 344°/ 250 m	0,7	7,1	-	-	68	<0,01	7,3	0,5	-	6,7	6,0
VAS14 344°/ 500 m	0,7	6,9	-	-	70	<0,01	7,4	0,5	-	6,5	5,7

forts.

**Tabell 1. forts.**

Stasjon	TOM	THC	NPD	PAH	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
VAS15 344°/ 1000 m	0,8	6,4	-	-	68	<0,01	7,6	0,5	-	6,8	6,3
<b>Valhall ref. stasjon</b>											
Ref. 254°/15000m	0,7	6,1	0,011	0,040	53	<0,01	8,1	0,5	<0,01	7,7	6,6
1-3 cm	-	6,9	0,012	0,053	63	<0,01	8,4	0,5	<0,01	8,1	7,0
3-6 cm	-	9,5	0,030	0,096	195	0,01	8,8	0,6	<0,01	8,8	9,0

-: ikke analysert

Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50 µg/kg

En oversikt over resultatene fra grunnlagsundersøkelsen på Valhall Flanke Nord og Flanke Sør i 2001 er gitt nedenfor.

**Resultatene på Valhall Flanke Nord og Flanke Sør i 2001**

	<b>Variasjon på Valhall Flanke Nord 2001 (0-1 cm lag) grunnlag (13 stasjoner)</b>	<b>Variasjon på Valhall Flanke Sør 2001 (0-1 cm lag) grunnlag (14 stasjoner)</b>
<b>Dyp (m)</b>	63 – 65	63 – 67
<b>Sedimentkarakterisering</b>		
• Kornstørrelsefordeling (%)	Silt & leire: 1,8 - 5,3 Sand: 95 - 98 Grus: 0 - 0,2	0,7 - 4,5 96 - 99 0 - 0,8
• Median partikkel diameter (φ)	Md: 2,7 - 2,7	2,6 - 2,7
• Totalt organisk materiale (%)	TOM: 0,7 - 0,9	0,5 - 0,8
<b>Kjemiske analyser</b>		
• Hydrokarboner (mg/kg)	THC: 6,5 - 9,8 NPD: 0,016 - 0,017 PAH: 0,048 - 0,053 Dekaliner: ikke påvist	3,9 - 7,3 0,005 - 0,010 0,018 - 0,034 ikke påvist
• Metaller (mg/kg)	Ba: 69 - 133 Cr: 7,5 - 8,1 Cu: 0,6 - 0,8 Pb: 7,3 - 9,1 Zn: 5,8 - 7,4 Cd: <0,01 - 0,03 Hg: <0,01	15 - 70 5,0 - 8,1 0,2 - 0,6 4,8 - 7,3 4,0 - 7,4 <0,01 - 0,01 <0,01

## SUMMARY

This summary presents the main results from the baseline survey at Valhall Flanke Nord and Valhall Flanke Sør in 2001.

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

The sediments are analysed according to the method box given below. The results are given in Table 1.

### Method summary

Analytical method	Parameter
<b>Sediment characterization</b>	
• 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
<b>Chemical analyses</b>	
• 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

At both fields the sediments consist of homogeneous fine sand. The silt and clay content is low and varies from 0,7 % to 5,3 %. At the Valhall reference station the content of silt and clay has slightly decreased since the previous surveys, 2,7 % compared with 3,2 % in 1999 and 4,7 % in 1996.

The total organic matter content is low and the same at both fields. The values vary from 0,7 % to 0,9 % at Flanke Nord and from 0,5 % to 0,8 % at Flanke Sør.

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

At Flanke Nord the THC concentrations vary from 6,5 mg/kg at station VAN 2 74°/500m to 9,8 mg/kg at station VAN 3 74°/1000m. At Flanke Sør the concentrations vary from 3,9 mg/kg at station VAS 8 164°/2000m to 7,3 mg/kg at station VAS 12 254°/2000m. At the reference station Ref. 254°/15000m the THC concentration is 6,1 mg/kg, the same level as in the previous surveys.

At Flanke Nord the Ba concentrations vary from 69 mg/kg at the stations VAN 8 164°/2000m and VAN 11 254°/1000m to 133 mg/kg at station VAN 6 164°/500m. At Flanke Sør the Ba concentrations vary from 15 mg/kg at station VAS 8 164°/2000m to 70 mg/kg at station VAS 14 344°/500m. At the reference station Ref. 254°/15000m the Ba concentration is 53 mg/kg, and this is the same level as found in the previous surveys.

At some stations the sediment layers at 1-3 cm and 3-6 cm are analysed. A clear tendency of increased concentrations down in the sediments are observed for the hydrocarbons, also at the reference station. For Ba this increase is more pronounced, and the concentrations in the 3-6 cm layer is 2 to 4 times higher than in the top 0-1 cm layer. For future environmental surveys it is important to take this observation into consideration

Low concentrations of the heavy metals are also found, at the same level as at the reference station. No increase is observed down in the sediment layers.

**Table 1.** Valhall Flanke Nord and Sør, 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
<b>Valhall Nordflanke</b>											
VAN 1 74°/ 250 m	0,9	6,7	-	-	106	0,03	7,6	0,6	-	7,4	6,3
VAN 2 74°/ 500 m	0,8	6,5	-	-	132	<0,01	7,8	0,6	-	7,9	6,5
VAN 3 74°/ 1000 m	0,8	9,8	-	-	97	<0,01	7,7	0,7	-	7,6	6,2
VAN 5 164°/ 250 m	0,9	7,8	0,017	0,053	111	<0,01	7,8	0,7	<0,01	7,6	6,4
1-3 cm	-	8,4	0,032	0,075	209	0,01	8,3	0,7	<0,01	8,4	7,7
3-6 cm	-	7,8	0,023	0,066	467	<0,01	8,8	0,8	0,01	9,2	8,1
VAN 6 164°/ 500 m	0,8	8,0	-	-	133	<0,01	8,1	0,6	-	8,0	6,8
VAN 7 164°/ 1000 m	0,8	8,2	-	-	108	<0,01	8,1	0,8	-	8,3	6,7
VAN 8 164°/ 2000 m	0,8	7,3	0,016	0,048	69	<0,01	7,9	0,7	<0,01	9,1	6,9
1-3 cm	-	7,8	0,018	0,052	89	0,01	8,3	0,7	<0,01	8,8	6,8
3-6 cm	-	12,8	0,034	0,111	189	<0,01	8,1	0,6	0,01	8,6	7,3
VAN 9 254°/ 250 m	0,8	7,6	-	-	78	<0,01	7,8	0,7	-	7,7	6,0
VAN10 254°/ 500 m	0,8	7,0	-	-	94	<0,01	7,6	0,6	-	7,3	5,8
VAN11 254°/ 1000 m	0,7	7,1	-	-	69	<0,01	7,5	0,6	-	7,3	7,4
VAN13 344°/ 250 m	0,7	7,6	-	-	100	<0,01	7,9	0,6	-	7,9	6,1
VAN14 344°/ 500 m	0,8	8,1	-	-	110	<0,01	8,1	0,7	-	7,9	6,7
VAN15 344°/ 1000 m	0,8	7,7	-	-	104	<0,01	7,8	0,7	-	7,6	6,5
<b>Valhall Sørflanke</b>											
VAS 1 74°/ 250 m	0,7	6,4	-	-	38	<0,01	6,9	0,5	-	6,2	5,2
VAS 2 74°/ 500 m	0,7	6,0	-	-	36	<0,01	6,9	0,4	-	6,3	5,3
VAS 3 74°/ 1000 m	0,7	6,4	-	-	46	<0,01	6,6	0,5	-	6,5	5,4
VAS 4 74°/ 2000 m	0,6	5,3	-	-	55	<0,01	5,9	0,4	-	6,0	5,1
VAS 5 164°/ 250 m	0,7	5,5	0,010	0,034	33	<0,02	6,8	0,4	<0,01	6,1	5,4
1-3 cm	-	6,3	0,012	0,041	51	<0,01	7,4	0,9	<0,01	6,7	6,8
3-6 cm	-	7,4	0,019	0,058	79	<0,01	7,3	0,6	<0,01	6,3	5,6
VAS 6 164°/ 500 m	0,7	6,0	-	-	36	<0,01	6,6	0,4	-	6,0	5,2
VAS 7 164°/ 1000 m	0,6	5,2	-	-	28	<0,01	6,0	0,4	-	5,4	4,6
VAS 8 164°/ 2000 m	0,5	3,9	0,005	0,018	15	<0,01	5,0	0,2	<0,01	4,8	4,0
1-3 cm	-	4,1	0,008	0,020	20	<0,01	5,2	0,4	<0,01	4,7	4,1
3-6 cm	-	4,5	0,005	0,018	46	0,01	5,2	0,4	<0,01	4,8	4,3
VAS 9 254°/ 250 m	0,6	6,2	-	-	38	0,01	7,1	0,4	-	6,5	5,4
VAS10 254°/ 500 m	0,7	6,2	-	-	41	<0,01	7,4	0,5	-	6,5	5,4
VAS12 254°/ 2000 m	0,8	7,3	-	-	47	<0,01	8,1	0,6	-	7,3	7,4
VAS13 344°/ 250 m	0,7	7,1	-	-	68	<0,01	7,3	0,5	-	6,7	6,0
VAS14 344°/ 500 m	0,7	6,9	-	-	70	<0,01	7,4	0,5	-	6,5	5,7

cont.

**Table 1. cont.**

Station	TOM	THC	NPD	PAH	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
VAS15 344°/ 1000 m	0,8	6,4	-	-	68	<0,01	7,6	0,5	-	6,8	6,3
<b>Valhall ref. station</b>											
Ref. 254°/15000m	0,7	6,1	0,011	0,040	53	<0,01	8,1	0,5	<0,01	7,7	6,6
1-3 cm	-	6,9	0,012	0,053	63	<0,01	8,4	0,5	<0,01	8,1	7,0
3-6 cm	-	9,5	0,030	0,096	195	0,01	8,8	0,6	<0,01	8,8	9,0

-: not analysed

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

A summary of the results of the baseline survey at Valhall Flanke Nord and Flanke Sør in 2001 is given below.

**The results at Valhall Flanke Nord and Flanke Sør in 2001**

		<b>Variation at Valhall Flanke Nord 2001 (0-1 cm layer) baseline (13 stations)</b>	<b>Variation at Valhall Flanke Sør 2001 (0-1 cm layer) baseline (14 stations)</b>
<b>Depth (m)</b>		63 – 65	63 – 67
<b>Sediment characterization</b>			
• Grain size distribution (%)	Silt & clay:	1,8 - 5,3	0,7 - 4,5
	Sand:	95 - 98	96 - 99
	Gravel:	0 - 0,2	0 - 0,8
• Median particle diameter (φ)	Md:	2,7 - 2,7	2,6 - 2,7
• Total organic matter (%)	TOM:	0,7 - 0,9	0,5 - 0,8
<b>Chemical analyses</b>			
• Hydrocarbons (mg/kg)	THC:	6,5 - 9,8	3,9 - 7,3
	NPD:	0,016 - 0,017	0,005 - 0,010
	PAH:	0,048 - 0,053	0,018 - 0,034
	Decalins:	not found	not found
• Metals (mg/kg)	Ba:	69 - 133	15 - 70
	Cr:	7,5 - 8,1	5,0 - 8,1
	Cu:	0,6 - 0,8	0,2 - 0,6
	Pb:	7,3 - 9,1	4,8 - 7,3
	Zn:	5,8 - 7,4	4,0 - 7,4
	Cd:	<0,01 - 0,03	<0,01 - 0,01
	Hg:	<0,01	<0,01

## 1 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.

Grunnlagsundersøkelsen 2001 på Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør viser:

- Sedimentene er dominert av homogen fin sand. Innholdet av silt og leire (pelitt) er lavt og varierer fra 0,7 % til 5,3 %.
- Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, fra 0,5 % til 0,9 %.
- Det er ikke funnet forurensning av hydrokarboner, barium eller metaller i sedimentene.
- THC konsentrasjonene varierer fra 3,9 mg/kg til 9,8 mg/kg.
- Ba konsentrasjonene varierer fra 15 mg/kg til 133 mg/kg.

### 3 METODER

#### 3.2 Kjemiske analyser og fysisk karakterisering av sedimentene

##### *Oversikt over analyseparametrene*

Analyse	Parameter
<b>Sedimentkarakterisering</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kornstørrelsefordeling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fordeling av pelit (&lt; 63µm) og sand (&gt;63µm)</li> <li>- Kumulativ vekt% fordeling fra 63-2000µm</li> <li>- Median partikkel diameter (Md), standard avvik (SD), skjevhet (Sk) og kurtosis (K)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Totalt organisk materiale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- % TOM i sedimentet</li> </ul>
<b>Kjemiske analyser</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hydrokarboner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- THC, sum C12-C35 olefiner inkludert</li> <li>- NPD, naftalener, fenantrener og dibenzotiofener sum og enkeltforbindelser</li> <li>- PAH, 16 EPA forbindelser sum og enkeltforbindelser</li> <li>- Dekaliner, sum av C5-C8 alkyldekaliner</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Metaller</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, Al og Li</li> </ul>

##### 3.2.1 Sedimentkarakterisering

###### *Kornstørrelsefordeling*

Metoden for bestemmelse av kornstørrelsefordeling i sedimentprøver er beskrevet i Buchanan (1984). Metoden består av en hurtig, mekanisk separasjon av sandfraksjonen (> 63 µm) fra silt og leire. Denne sandfraksjonen 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  $\phi$ -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.

Formlene for beregningene er gitt nedenfor.

Median partikkel diameter,  $MD\Phi$

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

$\Phi$  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 3.2.1 og 3.2.2.

**Tabell 3.2.1. Kornstørrelsefordeling. Mesh størrelser og Wentworth klassifisering (Buchanan, 1984).**

Mesh diameter ( $\mu\text{m}$ )	$\phi$	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)

$\phi$ -verdien for silt og leire fraksjonen blir satt lik 8.

**Tabell 3.2.2. Kornstørrelsefordeling. Tolkning av beskrivende størrelser.**

	Indeks verdi	Tolkning
Standardavvik ( $SD\phi$ )	<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 ( $Sk\phi$ )	+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 ( $K\phi$ )	<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, og vekttapet ble bestemt.

### 3.2.2 Kjemiske analyser

#### *Hydrokarboner*

Den kjemiske analysen av organiske forbindelser i sedimentene omfatter bestemmelse av totalmengde hydrokarboner fra n-C<sub>12</sub> til n-C<sub>35</sub> (THC) og utvalgte hydrokarboner (NPD, PAH og dekaliner). De viktigste trinnene i analyseprosedyren er vist i Figur 3.2.1. 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 µg hver av naftalen-d<sub>8</sub>, bifenyl-d<sub>10</sub>, fenantren-d<sub>10</sub>, pyren-d<sub>10</sub>, krysen-d<sub>12</sub> og perylen-d<sub>12</sub>. 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.

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

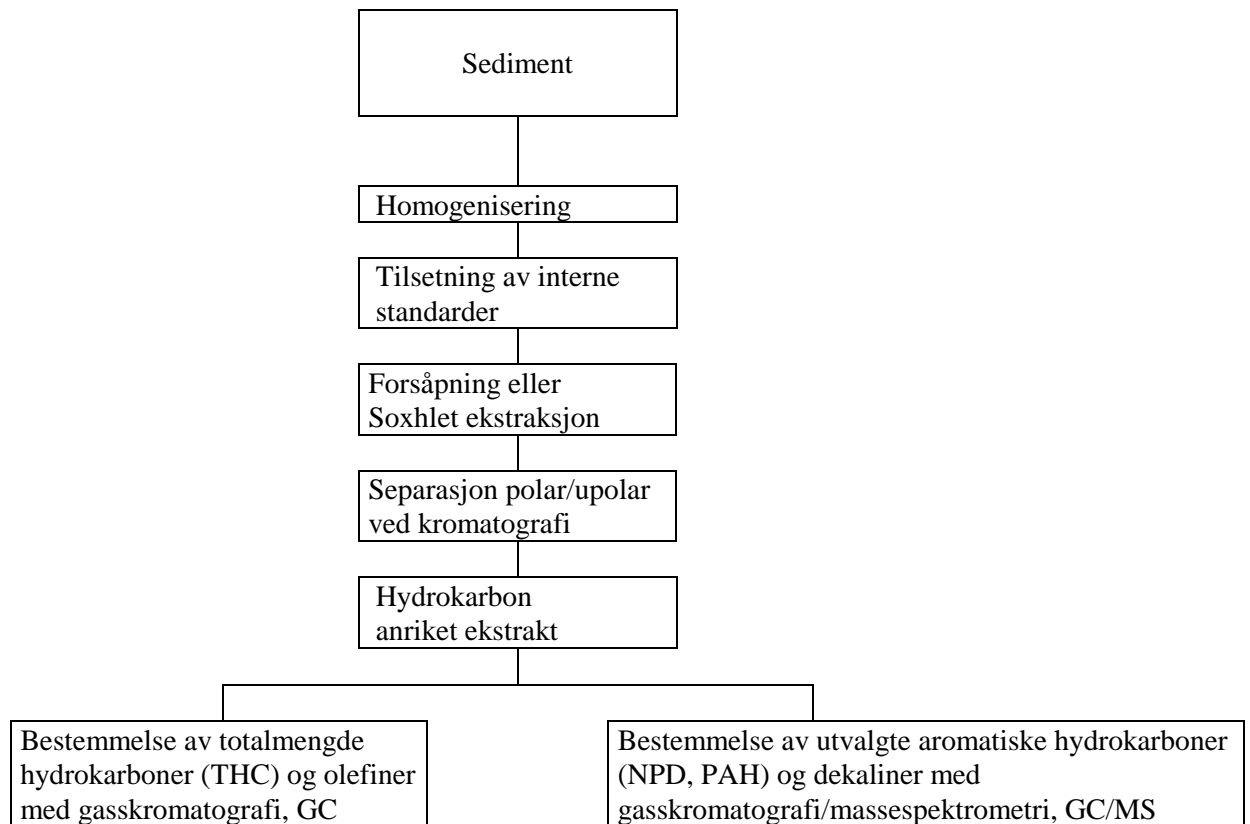
#### Kvantifisering:

THC (totalmengde hydrokarboner) ble bestemt med gasskromatografi i kokepunktområdet n-C<sub>12</sub> alkan to n-C<sub>35</sub> alkan. Kvantifiseringen ble utført med bruk av en ekstern standard av referanseoljen, boreslamsolje HDF 200 fra Statoil. Integreerte arealer ble korrigert for bakgrunnsverdier fra blindprøver.

NPD, PAH og dekaliner ble bestemt med gasskromatografi/massespektrometri og registrering av enkeltioner. Kvantifiseringen ble foretatt i forhold til de tilsatte interne standardene med integrering av molekylionene. Følgende forbindelser ble bestemt: Naftalen, fenantren/antracen, dibenzotiofen og deres C<sub>1</sub>-, C<sub>2</sub>- og C<sub>3</sub>-alkylerte derivater, acenaften, acenaftalen, fluoren, pyren/fluoranten, krysen/trifenylen, benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten/benzo(j)fluoranten/benzo(k)fluoranten, benzo(g,h,i)perylene, indeno(1,2,3-cd)pyren og dibenzo(a,h)antracen. I tillegg ble summen av de bicykliske alkanene C<sub>5</sub> - C<sub>8</sub> alkyl dekaliner bestemt (intern standard fenantren-d<sub>10</sub>).

Referanseforbindelser var tilgjengelige for de fleste aromatiske forbindelsene. Referanseforbindelser manglet for C<sub>3</sub>-alkyl fenantrener og for C<sub>1</sub>-og C<sub>3</sub>-alkyl dibenzotiofener. I en alkyl homolog serie avtar responsfaktoren gradvis, og responsfaktoren for disse forbindelsene ble antatt å ha samme avtagende tendens som for C<sub>1</sub> - C<sub>3</sub>-alkyl naftalener. For de bicykliske alkanene, C<sub>5</sub> - C<sub>8</sub> -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).



**Figure 3.2.1.** 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) - 5°C/min - 300°C (10 min)
	Injektor	: 250°C
	Ionekilde	: 150°C
Bæregass		: Helium
Ionisasjon		: Elektronstøt, 70 eV
Scan frekvens		: 1 scan/0.6 sec
Masser (m/z)	C <sub>0</sub> -C <sub>3</sub> naftalen	: 128, 142, 156, 170
	C <sub>0</sub> -C <sub>3</sub> fenantren	: 178, 192, 206, 220
	C <sub>0</sub> -C <sub>3</sub> dibenzotiofen	: 184, 198, 212, 226
	PAH	: 152, 154, 166, 202, 228, 252, 276, 278
	C <sub>5</sub> -C <sub>8</sub> 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.

### ***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 3.2.3. Deteksjonsgrenser (LOD) og kvantifiseringsgrenser (LOQ), hydrokarboner**

Analyseparameter	LOD mg/kg	LOQ mg/kg	Blindprøver antall
THC	0,15	0,51	3
Sum NPD	0,002	0,006	3
Sum PAH	0,001	0,005	3
Sum dekaliner	-	0,050*	3

\* anslått ut fra analyse av blindprøver

**Tabell 3.2.4. 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

### **3.2.3 Kvalitetssikring**

#### ***Akkreditering***

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

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 referanse-materiale, 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 vedlegg D.

### ***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 vedlegg D.

## **3.5 Avvik fra SFTs retningslinjer 99:01**

Undersøkelsen er utført i henhold til SFTs retningslinjer for miljøovervåking av petroleums-virkningen på norsk sokkel, 99:01. For bestemmelse av kornstørrelsefordelingen og de kjemiske analysene er det ingen avvik fra disse retningslinjene.

## 4 RESULTATER OG DISKUSJON

### 4.1 Kjemiske analyser og sedimentkarakterisering

En oversikt over resultatene fra grunnlagsundersøkelsen på Valhall Flanke Nord og Flanke Sør i 2001 er gitt nedenfor.

Det er ikke funnet forurensning av hydrokarboner, barium eller tungmetaller i sedimentene på Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør.

#### *Oversikt over resultatene*

		<b>Variasjon på Valhall Flanke Nord 2001 (0-1 cm lag) grunnlag (13 stasjoner)</b>	<b>Variasjon på Valhall Flanke Sør 2001 (0-1 cm lag) grunnlag (14 stasjoner)</b>	
<b>Dyp (m)</b>		63 – 65	63 – 67	
<b>Sedimentkarakterisering</b>				
• Kornstørrelsefordeling (%)	Silt & leire:	1,8 - 5,3	0,7 - 4,5	
	Sand:	95 - 98	96 - 99	
	Grus:	0 - 0,2	0 - 0,8	
• Median partikkel diameter ( $\phi$ )	Md:	2,7 - 2,7	2,6 - 2,7	
• Totalt organisk materiale (%)	TOM:	0,7 - 0,9	0,5 - 0,8	
<b>Kjemiske analyser</b>				
• Hydrokarboner (mg/kg)	THC:	6,5 - 9,8	3,9 - 7,3	
	NPD:	0,016 - 0,017	0,005 - 0,010	
	PAH:	0,048 - 0,053	0,018 - 0,034	
	Dekaliner:	ikke påvist	ikke påvist	
	• Metaller (mg/kg)	Ba:	69 - 133	15 - 70
		Cr:	7,5 - 8,1	5,0 - 8,1
		Cu:	0,6 - 0,8	0,2 - 0,6
Pb:		7,3 - 9,1	4,8 - 7,3	
Zn:		5,8 - 7,4	4,0 - 7,4	
	Cd:	<0,01 - 0,03	<0,01 - 0,01	
	Hg:	<0,01	<0,01	

### 4.1.1 Sedimentkarakterisering

#### *Kornstørrelsefordeling*

Kornstørrelsefordelingen i sedimentene fra Valhall Flanke Nord og Sør er gitt i tabell 4.1.

Sedimentene på begge feltene består av fin sand.

På Valhall Flanke Nord varierer innholdet av silt og leire fra 1,8 % på stasjon VAN 9 254°/250m til 5,3 % på stasjon VAN 5 164°/250m. Andel sand dominerer i sedimentene på alle stasjonene (>95 %), og sedimentet kan derfor klassifiseres som fin sand. Sedimentet ser ut til å være svært homogent med en median partikkeldiameter på  $2,70 \pm 0,01\phi$ . Grus er nesten ikke påvist, 0,2 % på to av stasjonene.

På Valhall Flanke Sør varierer innholdet av silt og leire fra 0,7 % på stasjon VAS 5 164°/250m til 4,5 % på stasjon VAS 13 344°/250m. Andel sand dominerer i sedimentene på alle stasjonene (> 95 %), og sedimentet klassifiseres som fin sand. Også her er median partikkeldiameteren svært lik på hele feltet med en gjennomsnittsverdi på  $2,66 \pm 0,03\phi$ . Grus er bare funnet på en stasjon, stasjon VAS 4 74°/2000m med 0,8 %.

Referansestasjonen ved 254°/15000m er den samme som ved tidligere undersøkelser på Valhall feltet. Innholdet av silt og leire i sedimentet har avtatt noe. Innholdet i år er 2,7 %, mens det var 3,2 % i 1999 og 4,7 % i 1996.

Det er god overensstemmelse mellom årets resultater og tidligere års regionale undersøkelser på Valhall.

De detaljerte resultatene er gitt i vedlegg D.

#### *Totalt organisk materiale (TOM)*

Sedimentene fra Valhall Flanke Nord og Sør består av homogen fin sand. Som ventet er innholdet av totalt organisk materiale lavt med liten variasjon. Resultatene er gitt i tabell 4.2.

På Valhall Flanke Nord varierer innholdet av totalt organisk materiale fra 0,7 % til 0,9 %. På Valhall Flanke Sør varierer innholdet av totalt organisk materiale fra 0,5 % til 0,8 %.

På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er innholdet av totalt organisk materiale 0,7 %, det samme som i miljøundersøkelsen på Valhall i 1999.

**Tabell 4.1. Valhall Flanke Nord og Sør, Kornstørrelsefordeling**

Stasjon	Fordelingsparametre 2001		Kornfordeling (% tørrvekt) 2001		
	Median diameter	Klassifisering	Silt og leire	Sand	Grus
<b>Valhall Nordflanke</b>					
VAN 1 74°/ 250m	2,72	Fin sand	2,7	97,3	0,0
VAN 2 74°/ 500m	2,72	Fin sand	4,7	95,3	0,0
VAN 3 74°/1000m	2,70	Fin sand	4,6	95,4	0,0
VAN 5 164°/ 250m	2,69	Fin sand	5,3	94,7	0,0
VAN 6 164°/ 500m	2,72	Fin sand	4,1	95,9	0,0
VAN 7 164°/1000m	2,72	Fin sand	4,4	95,6	0,0
VAN 8 164°/2000m	2,70	Fin sand	3,9	96,1	0,0
VAN 9 254°/ 250m	2,70	Fin sand	1,8	98,2	0,0
VAN10 254°/ 500m	2,70	Fin sand	4,1	95,6	0,2
VAN11 254°/1000m	2,68	Fin sand	2,0	97,7	0,2
VAN13 344°/ 250m	2,71	Fin sand	4,0	96,0	0,0
VAN14 344°/ 500m	2,70	Fin sand	4,3	95,7	0,0
VAN15 344°/1000m	2,69	Fin sand	2,5	97,5	0,0
Gjennomsnitt	2,70	Fin sand	3,72	96,2	0,04
Standard avvik	0,01		1,08	1,06	0,09
<b>Valhall Sørflanke</b>					
VAS 1 74°/ 250m	2,67	Fin sand	2,8	97,2	0,0
VAS 2 74°/ 500m	2,66	Fin sand	3,0	97,0	0,0
VAS 3 74°/1000m	2,68	Fin sand	2,2	97,8	0,0
VAS 4 74°/2000m	2,65	Fin sand	3,0	96,1	0,8
VAS 5 164°/ 250m	2,66	Fin sand	0,7	99,3	0,0
VAS 6 164°/ 500m	2,67	Fin sand	2,0	98,0	0,0
VAS 7 164°/1000m	2,62	Fin sand	3,8	96,2	0,0
VAS 8 164°/2000m	2,63	Fin sand	3,4	96,6	0,0
VAS 9 254°/ 250m	2,65	Fin sand	0,8	99,2	0,0
VAS10 254°/ 500m	2,66	Fin sand	2,3	97,7	0,0
VAS12 254°/2000m	2,65	Fin sand	3,3	96,7	0,0
VAS13 344°/ 250m	2,70	Fin sand	4,5	95,5	0,0
VAS14 344°/ 500m	2,70	Fin sand	3,8	96,2	0,0
VAS15 344°/1000m	2,70	Fin sand	2,8	97,2	0,0
Gjennomsnitt	2,66	Fin sand	2,74	97,2	0,06
Standard avvik	0,03		1,22	1,26	0,25
<b>Valhall referanse</b>					
Ref. 254°/15000m	2,63	Fin sand	2,7	97,3	0,0

**Tabell 4.2. Valhall Flanke Nord og Sør, Totalt organisk materiale (% av tørt sediment)**

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Middel 2001	SD 2001
<b>Valhall Nordflanke</b>					
VAN 1 74°/ 250 m	0,82	0,89	0,84	<b>0,9</b>	0,03
VAN 2 74°/ 500 m	0,83	0,79	0,84	<b>0,8</b>	0,03
VAN 3 74°/ 1000 m	0,81	0,80	0,93	<b>0,8</b>	0,07
VAN 5 164°/ 250 m	0,85	0,82	0,93	<b>0,9</b>	0,06
VAN 6 164°/ 500 m	0,82	0,78	0,81	<b>0,8</b>	0,02
VAN 7 164°/ 1000 m	0,79	0,82	0,77	<b>0,8</b>	0,02
VAN 8 164°/ 2000 m	0,78	0,79	0,79	<b>0,8</b>	0,00
VAN 9 254°/ 250 m	0,73	0,75	0,80	<b>0,8</b>	0,04
VAN10 254°/ 500 m	0,83	0,77	0,68	<b>0,8</b>	0,07
VAN11 254°/ 1000 m	0,72	0,68	0,76	<b>0,7</b>	0,04
VAN13 344°/ 250 m	0,75	0,76	0,73	<b>0,7</b>	0,02
VAN14 344°/ 500 m	0,76	0,79	0,72	<b>0,8</b>	0,03
VAN15 344°/ 1000 m	0,82	0,79	0,80	<b>0,8</b>	0,01
<b>Valhall Sørflanke</b>					
VAS 1 74°/ 250 m	0,70	0,68	0,62	<b>0,7</b>	0,04
VAS 2 74°/ 500 m	0,63	0,71	0,62	<b>0,7</b>	0,05
VAS 3 74°/ 1000 m	0,73	0,72	0,72	<b>0,7</b>	0,01
VAS 4 74°/ 2000 m	0,63	0,57	0,60	<b>0,6</b>	0,03
VAS 5 164°/ 250 m	0,68	0,63	0,74	<b>0,7</b>	0,05
VAS 6 164°/ 500 m	0,69	0,65	0,67	<b>0,7</b>	0,02
VAS 7 164°/ 1000 m	0,62	0,60	0,60	<b>0,6</b>	0,01
VAS 8 164°/ 2000 m	0,52	0,56	0,49	<b>0,5</b>	0,03
VAS 9 254°/ 250 m	0,65	0,66	0,64	<b>0,6</b>	0,01
VAS10 254°/ 500 m	0,67	0,65	0,67	<b>0,7</b>	0,01
VAS12 254°/ 2000 m	0,77	0,74	0,81	<b>0,8</b>	0,03
VAS13 344°/ 250 m	0,70	0,64	0,77	<b>0,7</b>	0,07
VAS14 344°/ 500 m	0,72	0,70	0,76	<b>0,7</b>	0,03
VAS15 344°/ 1000 m	0,78	0,76	0,77	<b>0,8</b>	0,01
<b>Valhall referansestasjon</b>					
Ref. 254°/15000m	0,68	0,82	0,72	<b>0,7</b>	0,07

#### 4.1.2 Kjemiske analyser

I sedimentene fra Valhall Flanke Nord og Flanke Sør 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 på Valhall. I tillegg er en prøve av 1-3 cm laget og av 3-6 cm laget analysert på fire stasjoner stasjoner og på referansestasjonen.

### **THC**

I denne grunnlagsundersøkelsen på Valhall Flanke Nord og Flanke Sør i 2001 er det tatt prøver fra 13 stasjoner på Vallhall Flanke Nord, 14 stasjoner på Valhall Flanke Sør og på den etablerte referansestasjonen på Valhallfeltet. Resultatene er gitt i tabell 4.3.

THC innholdet i sedimentene er lavt på alle stasjonene både på Flanke Nord og på Flanke Sør. På Flanke Nord varierer konsentrasjonene fra 6,5 mg/kg på stasjon VAN 2 74°/500m til 9,8 mg/kg på stasjon VAN 3 74°/1000m. På Flanke Sør varierer konsentrasjonene fra 3,9 mg/kg på stasjon VAS 8 164°/2000m til 7,3 mg/kg på stasjon VAS 12 254°/2000m. På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er THC konsentrasjonen 6,1 mg/kg, og dette er samme nivå som ved tidligere undersøkelser. Verdiene på referansestasjonen var 5,1 mg/kg i 1999 og 6,1 mg/kg i 1996.

Til sammenligning ble grensen for forurensning i miljøundersøkelsen på Region I i 1999 beregnet til 9 mg/kg for THC. Det er bare en stasjon, stasjon VAN 3 74°/1000m, som har litt høyere middelvei for THC enn denne grensen, 9,8 mg/kg. Dette skyldes en av de tre grabbprøvene, #3, hvor THC konsentrasjonen er 13,1 mg/kg. I gasskromatogrammet som er vist i figur 4.3, ser vi at THC bulken er større i denne prøven enn i gasskromatogrammet av grabbprøve #1. Det er imidlertid lite som tyder på at den litt høyere konsentrasjonen skyldes forurensning fra en boreslamsolje.

Sedimentlaget ved 1-3 cm og 3-6 cm er analysert på fire stasjoner og på referansestasjonen. Det er en tendens til litt høyere THC konsentrasjoner nedover i sedimentlaget, spesielt ser vi dette på stasjon VAN 8 164°/2000m og på referansestasjonen ved 254°/15000m. I gasskromatogrammet av prøven fra 3-6 cm laget på stasjon VAN 8 med 12,8 mg/kg, ser vi at THC profilen er mye bredere med en økning i forkant av den vanlige profilen. På referansestasjonen er den høyeste THC konsentrasjonen også funnet i 3-6 cm laget med 9,5 mg/kg. Tilsvarende økning nedover i sedimentlaget ble også funnet på referansestasjonen i 1999 hvor det var 5,8 mg/kg i 0-1 cm laget og 7,2 mg/kg i 3-6 cm laget. Vi anser disse THC konsentrasjonene å ligge innenfor det naturlige nivået på Valhall.

Resultatene tyder på at de THC konsentrasjonene som er funnet i denne grunnlagsundersøkelsen, gjenspeiler det naturlige nivået i sedimentene, og at ingen stasjoner er forurenset med THC.

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

### **NPD, PAH og dekaliner**

Nivåene av NPD, PAH og dekaliner er lave, og ingen stasjoner er forurenset. NPD verdiene varierer fra 0,005 mg/kg til 0,017 mg/kg. PAH verdiene varierer fra 0,018 mg/kg til 0,053 mg/kg. Dekaliner er bare påvist i en prøve på stasjon VAN 8 164°/2000m i 3-6 cm laget, og konsentrasjonen er lav, 0,089 mg/kg. Resultatene er gitt i tabell 4.4.

Til sammenligning ble grensen for forurensning i miljøundersøkelsen på Region I i 1999 beregnet til 0,040 mg/kg for NPD og 0,090 mg/kg for PAH. I årets undersøkelse er det ingen konsentrasjoner i det øverste 0-1 cm laget som er høyere enn disse grensene.

Tendensen med høyere konsentrasjoner nedover i sedimentlaget er enda tydeligere enn for THC. Størst forskjell er funnet på referansestasjonen hvor både NPD og PAH konsentrasjonene er

dobbelt så høye i 3-6 cm laget som i det øverste 0-1 cm laget. Samme tendens ble funnet på referansestasjonen i 1999, men dengang var det ikke like store forskjeller. På stasjon VAN 8 164°/2000m er det også funnet lave konsentrasjoner av dekaliner i 3-6 cm laget, mens dekaliner ikke er påvist i det øverste 0-1 cm laget.

**Tabell 4.3. Valhall Flanke Nord og Sør, Totalmengde hydrokarboner (mg/kg tørt sediment)**

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Prøve #4	Prøve #5	Middel 2001	SD 2001
<b>Valhall Nordflanke</b>							
VAN 1 74°/ 250 m	7,26	6,47	6,42			<b>6,7</b>	0,5
VAN 2 74°/ 500 m	6,69	6,32	6,52			<b>6,5</b>	0,2
VAN 3 74°/ 1000 m	8,32	8,06	13,1			<b>9,8</b>	2,8
VAN 5 164°/ 250 m	8,15	7,18	8,17			<b>7,8</b>	0,6
1-3 cm			8,40				
3-6 cm			7,78				
VAN 6 164°/ 500 m	8,04	7,49	8,40			<b>8,0</b>	0,5
VAN 7 164°/ 1000 m	8,27	8,43	7,93			<b>8,2</b>	0,3
VAN 8 164°/ 2000 m	7,07	7,21	7,71			<b>7,3</b>	0,3
1-3 cm	7,83						
3-6 cm	12,8						
VAN 9 254°/ 250 m	6,82	8,02	8,03			<b>7,6</b>	0,7
VAN10 254°/ 500 m	7,33	6,98	6,65			<b>7,0</b>	0,3
VAN11 254°/ 1000 m	6,56	6,92	7,67			<b>7,1</b>	0,6
VAN13 344°/ 250 m	7,21	7,76	7,72			<b>7,6</b>	0,3
VAN14 344°/ 500 m	7,95	8,19	8,04			<b>8,1</b>	0,1
VAN15 344°/ 1000 m	8,26	7,98	6,77			<b>7,7</b>	0,8
<b>Valhall Sørflanke</b>							
VAS 1 74°/ 250 m	7,00	6,24	5,81			<b>6,4</b>	0,6
VAS 2 74°/ 500 m	5,75	6,70	5,68			<b>6,0</b>	0,6
VAS 3 74°/ 1000 m	6,77	6,47	6,08			<b>6,4</b>	0,3
VAS 4 74°/ 2000 m	5,98	4,64	5,38			<b>5,3</b>	0,7
VAS 5 164°/ 250 m	5,27	4,98	6,23			<b>5,5</b>	0,7
1-3 cm			6,30				
3-6 cm			7,44				
VAS 6 164°/ 500 m	5,73	5,71	6,46			<b>6,0</b>	0,4
VAS 7 164°/ 1000 m	5,29	5,00	5,28			<b>5,2</b>	0,2
VAS 8 164°/ 2000 m	3,90	3,99	3,68			<b>3,9</b>	0,2
1-3 cm			4,07				
3-6 cm			4,47				
VAS 9 254°/ 250 m	5,82	6,99	5,76			<b>6,2</b>	0,7
VAS10 254°/ 500 m	5,60	5,92	7,02			<b>6,2</b>	0,7
VAS12 254°/ 2000 m	7,18	7,01	7,77			<b>7,3</b>	0,4
VAS13 344°/ 250 m	6,84	6,50	8,00			<b>7,1</b>	0,8
VAS14 344°/ 500 m	6,55	6,83	7,27			<b>6,9</b>	0,4
VAS15 344°/ 1000 m	5,85	6,62	6,74			<b>6,4</b>	0,5
<b>Valhall referansestasjon</b>							
Ref. 254°/15000m	5,47	6,36	5,54	6,03	7,01	<b>6,1</b>	0,6
1-3 cm				6,88			
3-6 cm				9,45			

**Tabell 4.4.** Valhall Flanke Nord og Sør, Sum NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Prøve #4	Prøve #5	Middel 2001	SD 2001
<b>NPD</b>							
VAN 5 164°/250m	0,020	0,014	0,018			<b>0,017</b>	0,003
1-3 cm			0,032				
3-6 cm			0,023				
VAN 8 164°/2000m	0,017	0,016	0,014			<b>0,016</b>	0,002
1-3 cm	0,018						
3-6 cm	0,034						
VAS 5 164°/250m	0,011	0,009	0,011			<b>0,010</b>	0,001
1-3 cm			0,012				
3-6 cm			0,019				
VAS 8 164°/2000m	0,007	0,004	0,004			<b>0,005</b>	0,002
1-3 cm			0,008				
3-6 cm			0,005				
Ref 254°/15000m	0,008	0,015	0,009	0,013	0,012	<b>0,011</b>	0,003
1-3 cm				0,012			
3-6 cm				0,030			
<b>PAH</b>							
VAN 5 164°/250m	0,050	0,047	0,062			<b>0,053</b>	0,008
1-3 cm			0,075				
3-6 cm			0,066				
VAN 8 164°/2000m	0,047	0,048	0,049			<b>0,048</b>	0,001
1-3 cm	0,052						
3-6 cm	0,111						
VAS 5 164°/250m	0,034	0,029	0,038			<b>0,034</b>	0,005
1-3 cm			0,041				
3-6 cm			0,058				
VAS 8 164°/2000m	0,020	0,019	0,015			<b>0,018</b>	0,003
1-3 cm			0,020				
3-6 cm			0,018				
Ref 254°/15000m	0,033	0,048	0,032	0,040	0,046	<b>0,040</b>	0,007
1-3 cm				0,053			
3-6 cm				0,096			

Dekaliner er kun påvist i en prøve, 89 µg/kg i 3-6 cm laget på stasjon VAN 8 164°/2000m.  
 Deteksjonsgrensen er 50 µg/kg

### *Metaller*

I denne grunnlagsundersøkelsen på Valhall Flanke Nord og Flanke Sør er Ba konsentrasjonene lave. På Flanke Nord varierer middelverdiene fra 69 mg/kg på stasjonene VAN 8 164°/2000m og VAN 11 254°/1000m til 133 mg/kg på stasjon VAN 6 164°/500m. På Flanke Sør varierer middelverdiene fra 15 mg/kg på stasjon VAS 8 164°/2000m til 70 mg/kg på stasjon VAS 14 344°/500m. På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er Ba konsentrasjonen 53 mg/kg, og dette er samme nivå som ved tidligere undersøkelser.

Resultatene er gitt i tabell 4.5.

Til sammenligning ble grensen for forurensning i miljøundersøkelsen på Region I i 1999 beregnet til 110 mg/kg for Ba. Det er tre stasjoner på Flanke Nord som har litt høyere Ba verdier enn denne grensen. En direkte sammenligning med 1999 verdiene kan ikke gjøres, og vi anser ikke at disse stasjonene er forurenset.

Sedimentlaget ved 1-3 cm og 3-6 cm er analysert på fire stasjoner og på referansestasjonen. På alle stasjonene er det en økning i Ba konsentrasjonen nedover i sedimentlaget, og dette gjelder også referansestasjonen. Konsentrasjonene i 3-6 cm laget er 2 til 4 ganger høyere enn i det øverste 0-1 cm laget. Tilsvarende ble også funnet på referansestasjonen i 1999 hvor det var 51 mg/kg i 0-1 cm laget og 139 mg/kg i 3-6 cm laget. I undersøkelsene i 1992 og 1993 ble også lagprøver analysert, og på referansestasjonen dengang (Hod 180°/15000m) ble de høyeste Ba konsentrasjonene også funnet i 3-6 cm laget.

Det er viktig å ta hensyn til denne observasjonen ved senere miljøundersøkelser på feltet. Resultatene er i overensstemmelse med de organiske analysene som også tildels viser de høyeste konsentrasjonene i 3-6 cm laget.

Resultatene tyder på at de Ba konsentrasjonene som er funnet, gjenspeiler det naturlige nivået i sedimentene, og at ingen stasjoner er forurenset med Ba.

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

Konsentrasjonene av tungmetallene er også lave, på samme nivå som på referansestasjonen. For disse metallene er det ikke funnet noen økning nedover i sedimentlaget.

Cd er bare påvist på to stasjoner, og verdiene ligger like over deteksjonsgrensen, henholdsvis 0,01 mg/kg og 0,03 mg/kg. Hg er ikke påvist på de på fem stasjonene som er analysert.

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

	Valhall Flanke Nord	Valhall Flanke Sør	Referansestasjonen	
			2001	1999
Ba:	69 - 133	15 - 70	53	47
Cr:	7,5 - 8,1	5,0 - 8,1	8,1	8,1
Cu:	0,6 - 0,8	0,2 - 0,6	0,5	0,5
Pb:	7,3 - 9,1	4,8 - 7,3	7,7	8,1
Zn:	5,8 - 7,4	4,0 - 7,4	6,6	6,1
Cd:	<0,01 - 0,03	<0,01 - 0,01	<0,01	<0,02
Hg:	<0,01	<0,01	<0,01	0,02

**Tabell 4.5. Valhall Flanke Nord og Sør, Metaller (mg/kg tørt sediment)**

Stasjon	Prøve	Ba 2001	Cd 2001	Cr 2001	Cu 2001	Hg 2001	Pb 2001	Zn 2001
<b>Valhall Nordflanke</b>								
VAN 1 74°/250m	1	99	0,01	7,4	0,6		7,1	6,0
VAN 1 74°/250m	2	121	0,01	7,6	0,7		7,5	6,6
VAN 1 74°/250m	3	99	0,06	7,6	0,5		7,7	6,5
	<b>middel</b>	<b>106</b>	<b>0,03</b>	<b>7,6</b>	<b>0,6</b>	-	<b>7,4</b>	<b>6,3</b>
	SD	13	0,03	0,1	0,1		0,3	0,3
VAN 2 74°/500m	1	174	<0,01	8,0	0,6		7,7	6,5
VAN 2 74°/500m	2	90	<0,01	7,7	0,6		8,1	6,1
VAN 2 74°/500m	3	133	0,01	7,7	0,7		7,8	6,9
	<b>middel</b>	<b>132</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,8</b>	<b>0,6</b>	-	<b>7,9</b>	<b>6,5</b>
	SD	42	-	0,2	0,0		0,2	0,4
VAN 3 74°/1000m	1	85	<0,01	7,5	0,6		7,4	5,9
VAN 3 74°/1000m	2	113	<0,01	7,6	0,7		7,6	6,4
VAN 3 74°/1000m	3	93	0,01	7,9	0,7		7,8	6,3
	<b>middel</b>	<b>97</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,7</b>	<b>0,7</b>	-	<b>7,6</b>	<b>6,2</b>
	SD	14	-	0,2	0,0		0,2	0,3
VAN 5 164°/250m	1	98	<0,01	7,8	0,7	<0,01	7,1	5,9
VAN 5 164°/250m	2	96	<0,01	7,5	0,7	0,01	7,6	6,5
VAN 5 164°/250m	3	140	<0,01	8,1	0,7	0,01	8,2	6,9
	<b>middel</b>	<b>111</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,8</b>	<b>0,7</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,6</b>	<b>6,4</b>
	SD	25	-	0,3	0,0	-	0,6	0,5
VAN 5 164°/250m	1-3cm, #3	209	0,01	8,3	0,7	<0,01	8,4	7,7
VAN 5 164°/250m	3-6cm, #3	467	<0,01	8,8	0,8	0,01	9,2	8,1
VAN 6 164°/500m	1	103	<0,01	8,0	0,6		7,9	7,1
VAN 6 164°/500m	2	171	0,01	8,2	0,6		8,2	6,9
VAN 6 164°/500m	3	123	<0,01	8,2	0,6		7,8	6,2
	<b>middel</b>	<b>133</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,6</b>	-	<b>8,0</b>	<b>6,8</b>
	SD	35	-	0,1	0,0		0,2	0,5
VAN 7 164°/1000m	1	95	<0,01	8,2	0,9		8,2	6,5
VAN 7 164°/1000m	2	98	0,01	8,1	0,7		8,4	7,0
VAN 7 164°/1000m	3	132	0,01	7,9	0,7		8,4	6,4
	<b>middel</b>	<b>108</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,8</b>	-	<b>8,3</b>	<b>6,7</b>
	SD	21	-	0,1	0,1		0,1	0,3
VAN 8 164°/2000m	1	62	0,01	8,0	0,7	<0,01	9,0	6,4
VAN 8 164°/2000m	2	64	<0,01	7,7	0,6	<0,01	9,3	7,5
VAN 8 164°/2000m	3	81	<0,01	7,9	0,7	<0,01	9,0	6,8
	<b>middel</b>	<b>69</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,9</b>	<b>0,7</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>9,1</b>	<b>6,9</b>
	SD	10	-	0,1	0,1	-	0,2	0,6
VAN 8 164°/2000m	1-3cm, #1	89	0,01	8,3	0,7	<0,01	8,8	6,8
VAN 8 164°/2000m	3-6cm, #1	189	<0,01	8,1	0,6	0,01	8,6	7,3
VAN 9 254°/250m	1	74	<0,01	7,7	0,5		7,7	5,9
VAN 9 254°/250m	2	66	<0,01	7,6	0,7		7,3	5,8
VAN 9 254°/250m	3	95	<0,01	8,1	0,8		8,1	6,2
	<b>middel</b>	<b>78</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,8</b>	<b>0,7</b>	-	<b>7,7</b>	<b>6,0</b>
	SD	15	-	0,3	0,1		0,4	0,2

forts.

**Tabell 4.5. forts.**

Stasjon	Prøve	Ba 2001	Cd 2001	Cr 2001	Cu 2001	Hg 2001	Pb 2001	Zn 2001
VAN10 254°/500m	1	134	<0,01	7,6	0,6		7,3	6,4
VAN10 254°/500m	2	116	<0,01	7,9	0,6		7,8	6,2
VAN10 254°/500m	3	32	<0,01	7,2	0,5		6,8	5,0
	<b>middel</b>	<b>94</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,6</b>	<b>0,6</b>	<b>-</b>	<b>7,3</b>	<b>5,8</b>
	SD	55	-	0,3	0,1		0,5	0,8
VAN11 254°/1000m	1	65	<0,01	7,5	0,6		7,6	9,3
VAN11 254°/1000m	2	86	<0,01	7,7	0,6		7,5	5,7
VAN11 254°/1000m	3	56	<0,01	7,3	0,5		6,7	7,2
	<b>middel</b>	<b>69</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,5</b>	<b>0,6</b>	<b>-</b>	<b>7,3</b>	<b>7,4</b>
	SD	16	-	0,2	0,1		0,4	1,8
VAN13 344°/250m	1	102	<0,01	8,0	0,5		8,4	6,3
VAN13 344°/250m	2	86	<0,01	7,8	0,6		8,1	5,8
VAN13 344°/250m	3	113	<0,01	8,1	0,8		7,3	6,3
	<b>middel</b>	<b>100</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,9</b>	<b>0,6</b>	<b>-</b>	<b>7,9</b>	<b>6,1</b>
	SD	13	-	0,2	0,1		0,6	0,3
VAN14 344°/500m	1	129	<0,01	8,1	0,7		8,0	7,4
VAN14 344°/500m	2	87	<0,01	7,9	0,6		7,7	6,4
VAN14 344°/500m	3	113	<0,01	8,1	0,8		8,0	6,4
	<b>middel</b>	<b>110</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,7</b>	<b>-</b>	<b>7,9</b>	<b>6,7</b>
	SD	21	-	0,1	0,1		0,2	0,6
VAN15 344°/1000m	1	107	<0,01	7,9	0,8		7,7	6,7
VAN15 344°/1000m	2	110	<0,01	7,8	0,6		7,6	6,5
VAN15 344°/1000m	3	95	<0,01	7,8	0,7		7,5	6,3
	<b>middel</b>	<b>104</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,8</b>	<b>0,7</b>	<b>-</b>	<b>7,6</b>	<b>6,5</b>
	SD	8	-	0,0	0,1		0,1	0,2
<b>Valhall Sørflanke</b>								
VAS 1 74°/250m	1	34	<0,01	6,7	0,5		6,2	5,1
VAS 1 74°/250m	2	28	<0,01	7,2	0,4		6,4	5,4
VAS 1 74°/250m	3	51	<0,01	6,7	0,5		6,1	5,1
	<b>middel</b>	<b>38</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,9</b>	<b>0,5</b>	<b>-</b>	<b>6,2</b>	<b>5,2</b>
	SD	12	-	0,3	0,1		0,2	0,1
VAS 2 74°/500m	1	30	<0,01	6,8	0,4		6,4	5,2
VAS 2 74°/500m	2	51	0,01	7,0	0,4		6,6	5,7
VAS 2 74°/500m	3	27	0,01	6,9	0,3		5,9	5,0
	<b>middel</b>	<b>36</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,9</b>	<b>0,4</b>	<b>-</b>	<b>6,3</b>	<b>5,3</b>
	SD	14	-	0,1	0,1		0,3	0,3
VAS 3 74°/1000m	1	48	0,01	6,8	0,6		7,2	5,2
VAS 3 74°/1000m	2	39	<0,01	6,5	0,5		6,3	5,8
VAS 3 74°/1000m	3	49	<0,01	6,5	0,5		6,1	5,3
	<b>middel</b>	<b>46</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,6</b>	<b>0,5</b>	<b>-</b>	<b>6,5</b>	<b>5,4</b>
	SD	6	-	0,2	0,0		0,6	0,3
VAS 4 74°/2000m	1	69	<0,01	6,1	0,5		6,2	4,8
VAS 4 74°/2000m	2	37	<0,01	5,6	0,4		5,4	4,2
VAS 4 74°/2000m	3	59	<0,01	6,2	0,4		6,5	6,4
	<b>middel</b>	<b>55</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>5,9</b>	<b>0,4</b>	<b>-</b>	<b>6,0</b>	<b>5,1</b>
	SD	17	-	0,3	0,1		0,5	1,1

forts.

**Tabell 4.5. forts.**

Stasjon	Prøve	Ba 2001	Cd 2001	Cr 2001	Cu 2001	Hg 2001	Pb 2001	Zn 2001
VAS 5 164°/250m	1	35	0,02	6,8	0,4	<0,01	6,2	5,4
VAS 5 164°/250m	2	30	<0,01	6,7	0,4	<0,01	6,0	5,5
VAS 5 164°/250m	3	35	0,02	6,9	0,5	<0,01	6,0	5,2
	<b>middel</b>	<b>33</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>6,8</b>	<b>0,4</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,1</b>	<b>5,4</b>
	SD	3	-	0,1	0,1	-	0,2	0,1
VAS 5 164°/250m	1-3cm, #3	51	<0,01	7,4	0,9	<0,01	6,7	6,8
VAS 5 164°/250m	3-6cm, #3	79	<0,01	7,3	0,6	<0,01	6,3	5,6
VAS 6 164°/500m	1	31	<0,01	7,0	0,4		6,6	5,9
VAS 6 164°/500m	2	31	<0,01	6,5	0,5		5,8	4,8
VAS 6 164°/500m	3	46	<0,01	6,4	0,4		5,7	4,9
	<b>middel</b>	<b>36</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,6</b>	<b>0,4</b>	<b>-</b>	<b>6,0</b>	<b>5,2</b>
	SD	8	-	0,3	0,0		0,5	0,6
VAS 7 164°/1000m	1	38	<0,01	6,2	0,3		5,6	4,5
VAS 7 164°/1000m	2	25	<0,01	6,0	0,3		5,0	4,9
VAS 7 164°/1000m	3	22	<0,01	5,9	0,4		5,6	4,5
	<b>middel</b>	<b>28</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,0</b>	<b>0,4</b>	<b>-</b>	<b>5,4</b>	<b>4,6</b>
	SD	8	-	0,2	0,0		0,3	0,2
VAS 8 164°/2000m	1	13	0,01	4,9	0,2	<0,01	4,6	3,8
VAS 8 164°/2000m	2	16	<0,01	5,0	0,2	<0,01	4,8	4,3
VAS 8 164°/2000m	3	15	<0,01	5,1	0,3	<0,01	5,1	3,9
	<b>middel</b>	<b>15</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>5,0</b>	<b>0,2</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>4,8</b>	<b>4,0</b>
	SD	1	-	0,1	0,1	-	0,3	0,2
VAS 8 164°/2000m	1-3cm, #3	20	<0,01	5,2	0,4	<0,01	4,7	4,1
VAS 8 164°/2000m	3-6cm, #3	46	0,01	5,2	0,4	<0,01	4,8	4,3
VAS 9 254°/250m	1	31	0,01	6,8	0,4		6,5	5,1
VAS 9 254°/250m	2	45	0,01	7,1	0,5		6,4	5,7
VAS 9 254°/250m	3	40	0,02	7,3	0,5		6,5	5,4
	<b>middel</b>	<b>38</b>	<b>0,01</b>	<b>7,1</b>	<b>0,4</b>	<b>-</b>	<b>6,5</b>	<b>5,4</b>
	SD	7	0,01	0,3	0,1		0,1	0,3
VAS10 254°/500m	1	25	<0,01	7,1	0,4		5,7	5,1
VAS10 254°/500m	2	46	0,01	7,2	0,5		6,4	5,4
VAS10 254°/500m	3	53	<0,01	7,9	0,5		7,3	5,8
	<b>middel</b>	<b>41</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,4</b>	<b>0,5</b>	<b>-</b>	<b>6,5</b>	<b>5,4</b>
	SD	14	-	0,5	0,1		0,8	0,4
VAS12 254°/2000m	1	52	0,01	8,0	0,5		7,4	7,0
VAS12 254°/2000m	2	46	<0,01	8,4	0,6		7,4	9,3
VAS12 254°/2000m	3	42	0,01	7,9	0,6		7,1	6,1
	<b>middel</b>	<b>47</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,6</b>	<b>-</b>	<b>7,3</b>	<b>7,4</b>
	SD	5	-	0,3	0,0		0,2	1,6
VAS13 344°/250m	1	48	0,01	7,2	0,5		6,6	5,8
VAS13 344°/250m	2	36	<0,01	7,2	0,4		6,4	6,0
VAS13 344°/250m	3	121	0,01	7,5	0,6		7,0	6,3
	<b>middel</b>	<b>68</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,3</b>	<b>0,5</b>	<b>-</b>	<b>6,7</b>	<b>6,0</b>
	SD	46	-	0,2	0,1		0,3	0,3

forts.

**Tabell 4.5. forts.**

Stasjon	Prøve	Ba 2001	Cd 2001	Cr 2001	Cu 2001	Hg 2001	Pb 2001	Zn 2001
VAS14 344°/500m	1	82	0,01	7,7	0,6		6,4	5,8
VAS14 344°/500m	2	75	<0,01	7,4	0,4		6,8	5,7
VAS14 344°/500m	3	52	<0,01	7,2	0,4		6,4	5,5
	<b>middel</b>	<b>70</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,4</b>	<b>0,5</b>	-	<b>6,5</b>	<b>5,7</b>
	SD	16	-	0,2	0,1		0,3	0,2
VAS15 344°/1000m	1	80	<0,01	7,4	0,5		6,5	7,2
VAS15 344°/1000m	2	57	<0,01	7,7	0,5		6,7	5,6
VAS15 344°/1000m	3	68	<0,01	7,8	0,5		7,3	6,2
	<b>middel</b>	<b>68</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,6</b>	<b>0,5</b>	-	<b>6,8</b>	<b>6,3</b>
	SD	12	-	0,2	0,0		0,4	0,8
<b>Valhall referansestasjon</b>								
Ref. 254°/15000m	1	58	<0,01	8,2	0,5	<0,01	7,7	6,7
Ref. 254°/15000m	2	61	<0,01	8,3	0,6	<0,01	8,1	6,8
Ref. 254°/15000m	3	38	<0,01	8,0	0,5	<0,01	7,4	6,9
Ref. 254°/15000m	4	53	<0,01	8,3	0,6	<0,01	8,0	6,6
Ref. 254°/15000m	5	56	<0,01	7,9	0,5	<0,01	7,4	5,9
	<b>middel</b>	<b>53</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,5</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,7</b>	<b>6,6</b>
	SD	9	-	0,2	0,1		0,3	0,4
Ref. 254°/15000m	1-3cm, #4	63	<0,01	8,4	0,5	<0,01	8,1	7,0
Ref. 254°/15000m	3-6cm, #4	195	0,01	8,8	0,6	<0,01	8,8	9,0

-: ikke analysert

#### 4.1.4 Konklusjon

En grunnlagsundersøkelse på Valhall Flanke Nord og Valhall Flanke Sør er gjennomført i 2001.

Sedimentene på begge feltene består av homogen fin sand. Innholdet av silt og leire er lavt og varierer fra 0,7 % til 5,3 %. På Valhall referansestasjon har innholdet av silt og leire avtatt noe siden tidligere undersøkelser, 2,7 % sammenlignet med 3,2 % i 1999 og 4,7 % i 1996. Det er god overensstemmelse mellom årets resultater på Valhall Flanke Nord og Sør og tidligere års regionale undersøkelser på Valhall feltet.

Innholdet av totalt organisk materiale er lavt og likt på begge områdene. Verdiene varierer fra 0,7 % til 0,9 % på Flanke Nord og fra 0,5 % til 0,8 % på Flanke Sør.

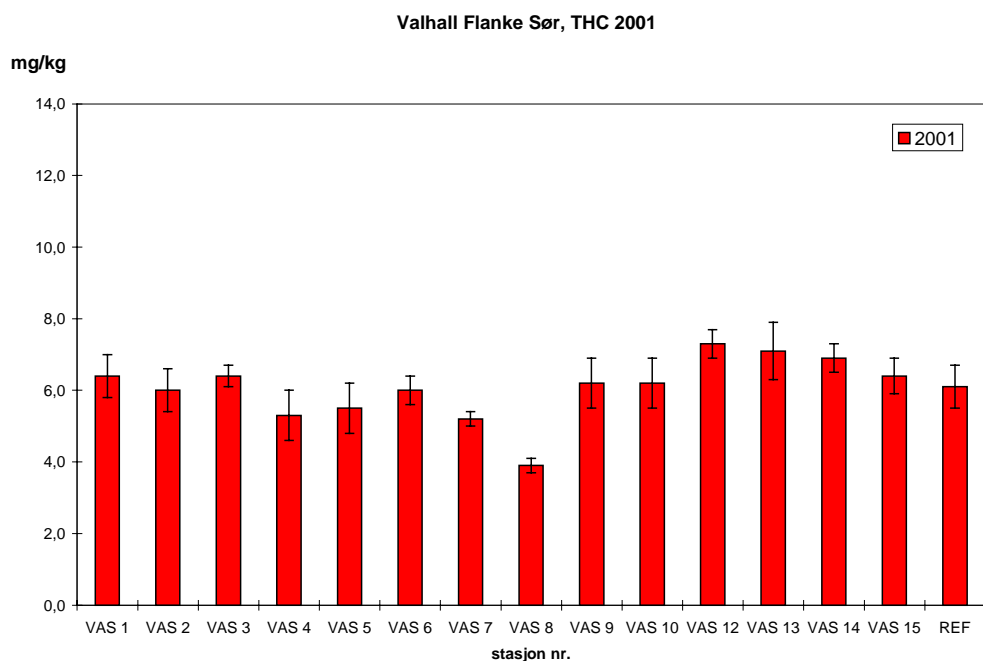
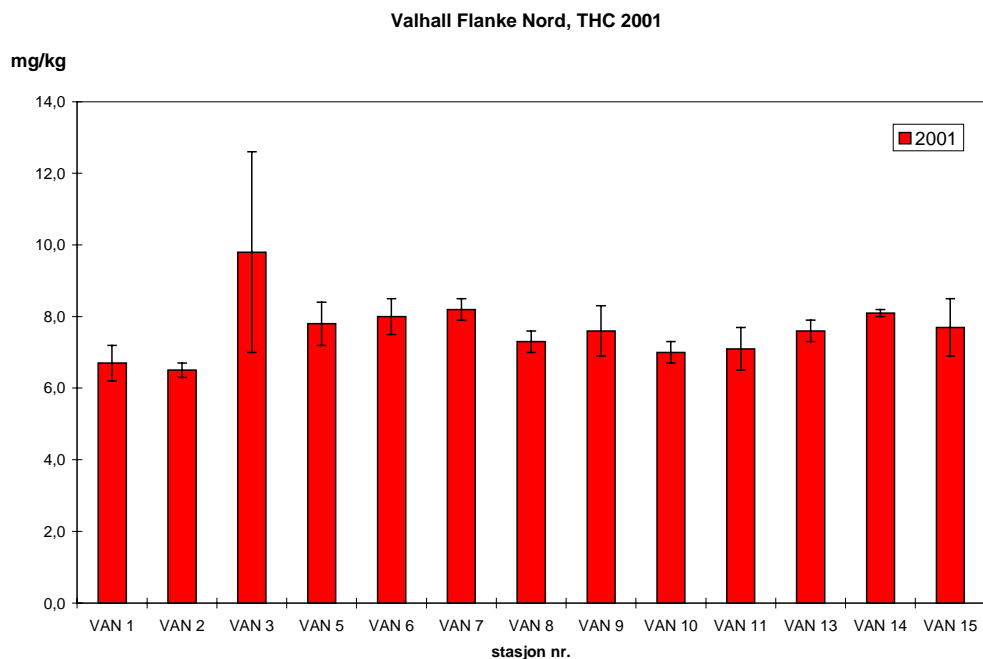
Konsentrasjonene av hydrokarboner, barium og metaller er lave, og sedimentene er ikke forurenset.

På Flanke Nord varierer THC konsentrasjonene fra 6,5 mg/kg på stasjon VAN 2 74°/500m til 9,8 mg/kg på stasjon VAN 3 74°/1000m. På Flanke Sør varierer konsentrasjonene fra 3,9 mg/kg på stasjon VAS 8 164°/2000m til 7,3 mg/kg på stasjon VAS 12 254°/2000m. På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er THC konsentrasjonen 6,1 mg/kg, og dette er samme nivå som ved tidligere undersøkelser.

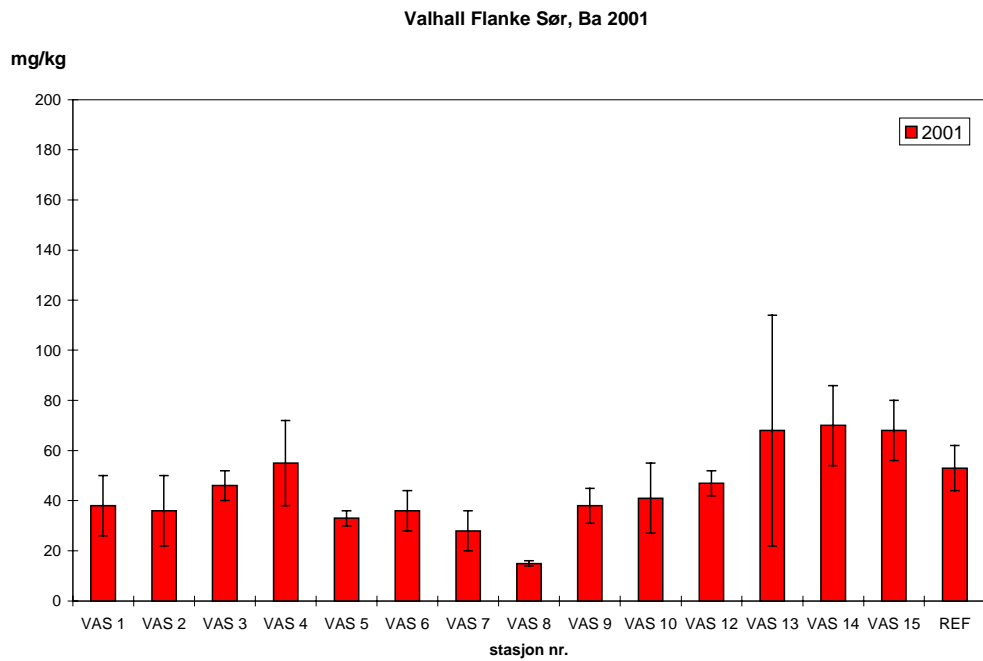
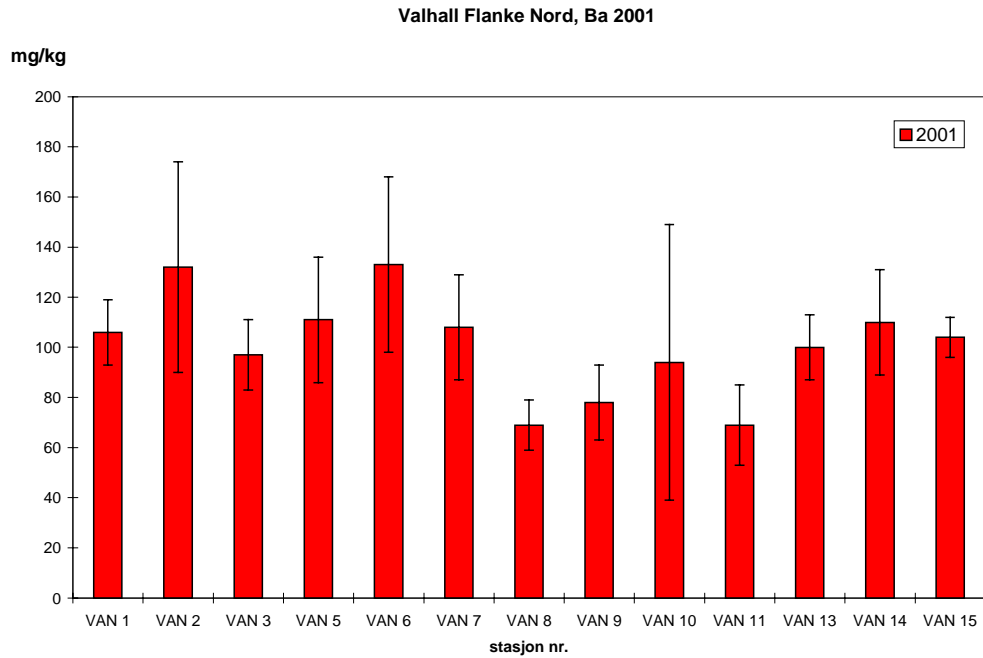
På Flanke Nord varierer Ba konsentrasjonene fra 69 mg/kg på stasjonene VAN 8 164°/2000m og VAN 11 254°/1000m til 133 mg/kg på stasjon VAN 6 164°/500m. På Flanke Sør varierer Ba konsentrasjonene fra 15 mg/kg på stasjon VAS 8 164°/2000m til 70 mg/kg på stasjon VAS 14 344°/500m. På referansestasjonen Ref. 254°/15000m er Ba konsentrasjonen 53 mg/kg, og dette er samme nivå som ved tidligere undersøkelser.

Sedimentlaget ved 1-3 cm og 3-6 cm er analysert på noen stasjoner. For hydrokarbonene er det en tydelig tendens til økende konsentrasjoner nedover i sediment, også på referansestasjonen. For Ba er denne økningen enda tydeligere, og konsentrasjonene i 3-6 cm laget er 2 til 4 ganger høyere enn i det øverste 0-1 cm laget. Det er viktig å ta hensyn til denne observasjonen ved senere miljøundersøkelser på feltet.

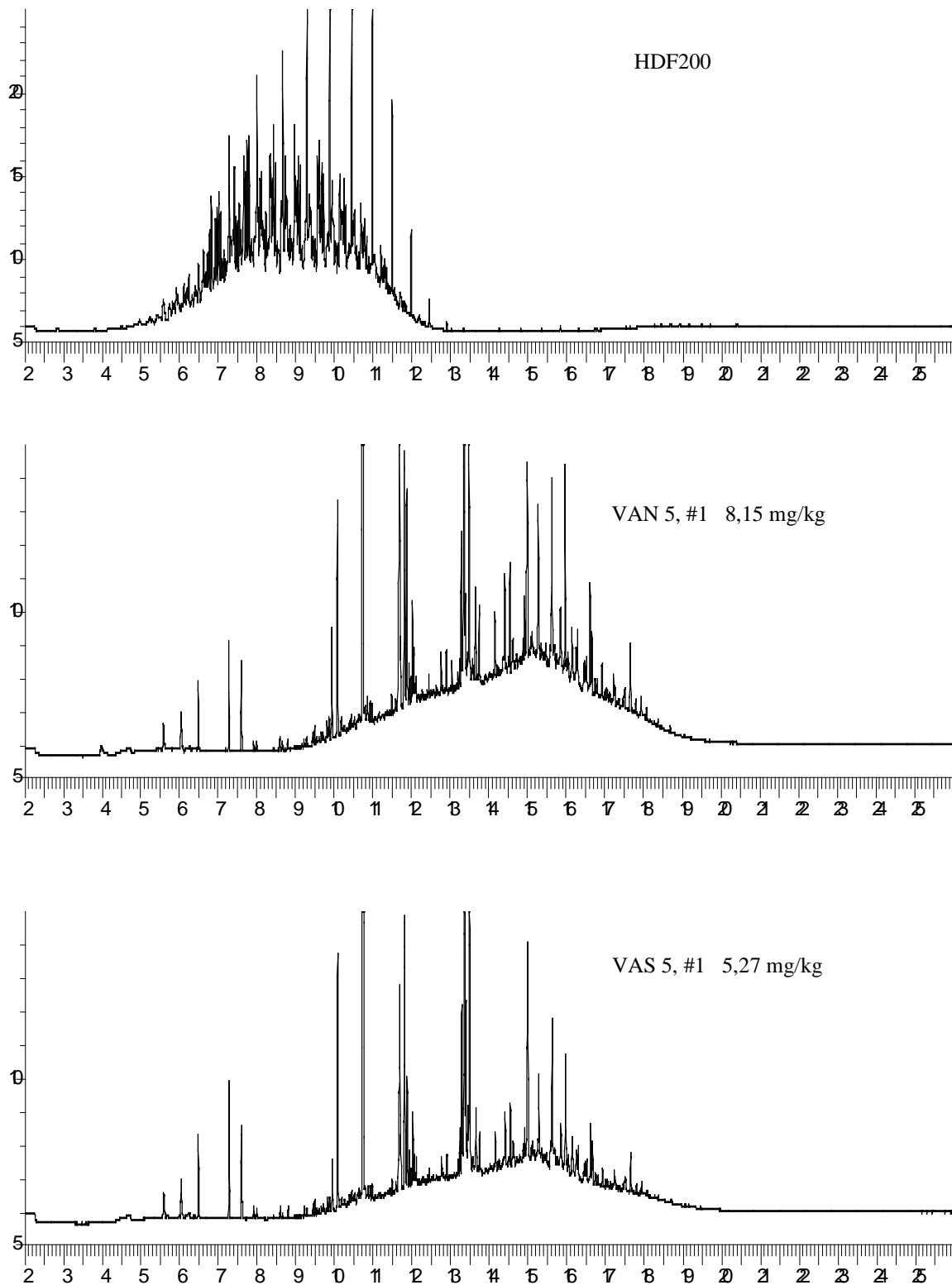
Konsentrasjonene av tungmetallene er lave, på samme nivå som på referansestasjonen. For disse metallene er det ikke funnet noen økning nedover i sedimentlaget.



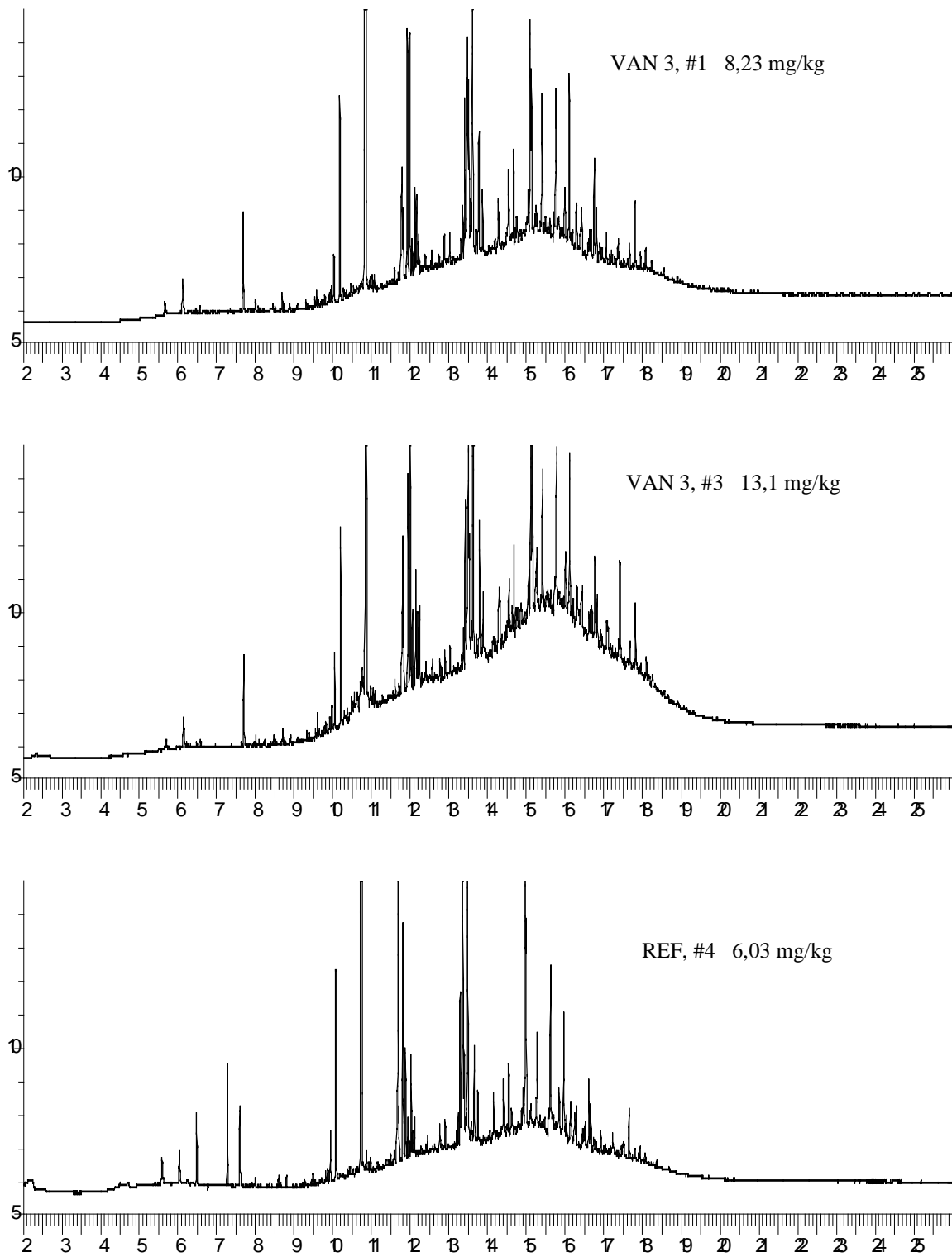
**Figur 4.1.** Stolpediagram av THC innholdet i sedimentene på Valhall Flanke Nord og Sør 2001



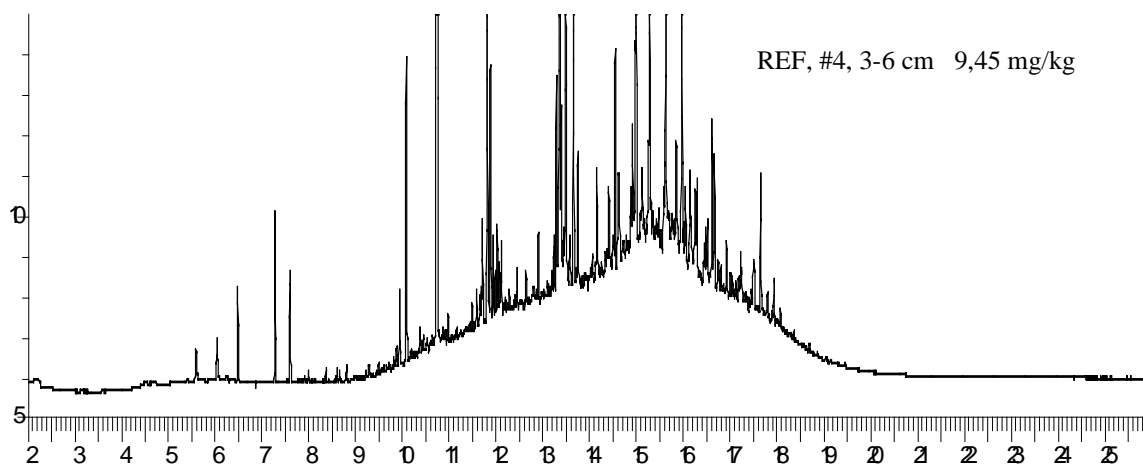
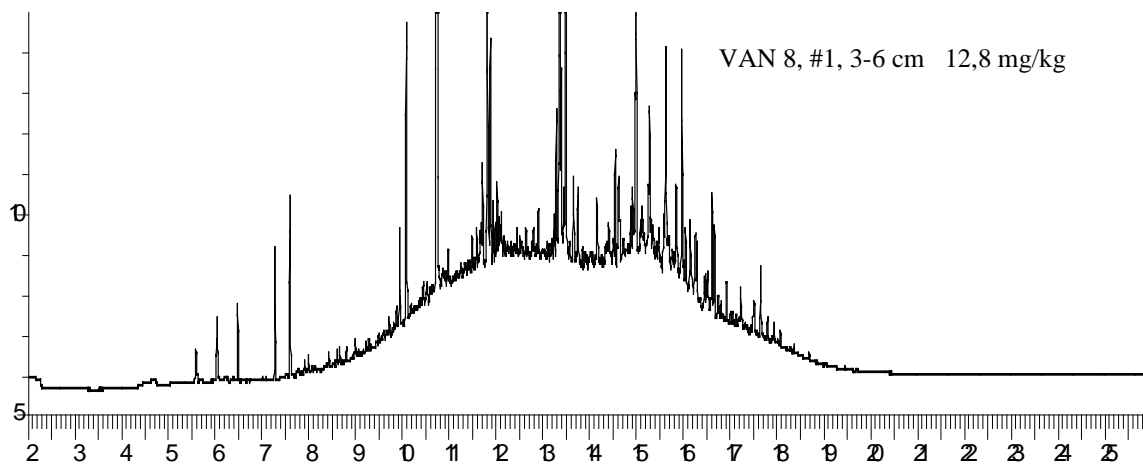
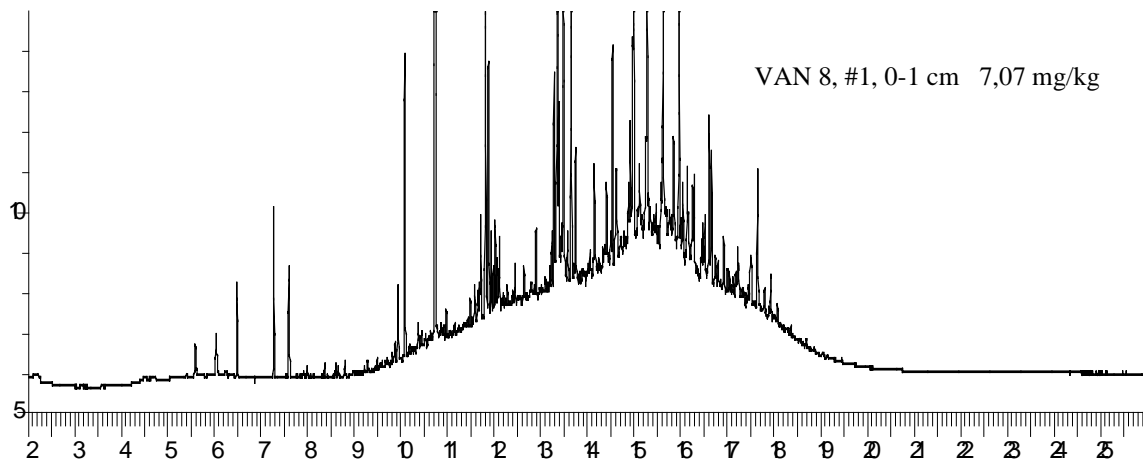
**Figur 4.2.** Stolpediagram av Ba innholdet i sedimentene på Valhall Flanke Nord og Sør 2001



*Figur 4.3. Gasskromatogram av sedimentprøver fra Valhall Flanke Nord og Sør i 2001*



Figur 4.3. forts. Gasskromatogram av sedimentprøver fra Valhall Flanke Nord og Sør i 2001



*Figur 4.3. forts. Gasskromatogram av sedimentprøver fra Valhall Flanke Nord og Sør i 2001*

## 5 REFERANSER

### *Kornstørrelsefordeling*

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.

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

### *Kjemiske analyser*

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

Kjemiske data fra tidligere undersøkelser er tatt fra rapportene:

- Valhall Environmental Survey 1993, SINTEF Report no. STF27 F94004, February 1994.
- Miljøundersøkelse 1999 Ekofisk Region I, Det Norske Veritas og SINTEF, rapport nr. 2000-3245, mai 2000.

## VEDLEGG D

### 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 2001

THC, TOM og  
opparbeiding: Frøydis Oreld og Tone Øfsti  
mai til oktober 2001

NPD, PAH, dekaliner: Hilde Drangsholt  
juli til september 2001

Metaller: Øivind Kvalvåg og Knut Ødegård  
juni til september 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 D

1. KVALITETSSIKRING .....	39
1.1 Kornstørrelsefordeling .....	39
1.2 Totalt organisk materiale .....	40
1.3 Kjemiske analyser .....	40
2. ANALYSERESULTATER .....	43
Tabeller med: kornstørrelsefordeling totalt organisk materiale hydrokarboner metaller	

## 1. KVALITETSSIKRING

### 1.1 Kornstørrelsefordeling

Sertifiserte referansematerialer fra NIST (SRM 1004a: 40-170  $\mu\text{m}$  and SRM 1018b: 220-750  $\mu\text{m}$ ) ble benyttet for å kontrollere siktene. Disse ble analysert før (to paralleller av hver) og etter (en parallell) analysene av prøvene fra Valhall. I tillegg ble en husstandard (Baskarp 15) opparbeidet etter samme prosedyre som de reelle prøvene. I løpet av prosjektperioden ble tre husstandarder siktet, og resultatene er gitt i tabell 1.1 og 1.2.

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

Prøve	Median diameter MD $\Phi$	Klassifisering	Silt og leire	Sand	Grus	St. avvik SD $\Phi$	Skjevhet Sk $\Phi$	Kurtosis K $\Phi$
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
Gjennomsnitt	2.97		1.0	99.0	0.0	0.48	0.02	1.04
Standard avvik	0.00		0.1	0.1	0.0	0.00	0.01	0.00

**Tabell 1.2.** Vekt av størrelsefraksjon og kumulativ vekt% fordeling

Ny Hus-std 1					Ny Hus-std 2				
Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	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	

Ny Hus-std 3

Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. vekt (%)
2000	-1	0.00	0.0	0.0
1000	0	0.00	0.0	0.0
500	1	0.00	0.0	0.0
355	1,5	0.01	0.1	0.1
250	2	0.20	2.0	2.1
180	2,5	1.19	11.8	13.9
125	3	3.89	38.7	52.6
90	3,5	3.60	35.8	88.4
63	4	1.06	10.5	98.9
<63	8	0.11	1.1	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
<b>Husstandard</b>	
THC-mini	8,2 ± 0,6
Hus-4	122 ± 8
<b>Sertifisert ref.materiale</b>	
"TPH in soil"	
THC 199-426 mg/kg	275
<b>Sammenlignende laboratorieprøving*</b>	
SETOC 01-1 # 1	174 (130)
SETOC 01-1 # 2	571 (510)
SETOC 01-1 # 3	141 ( 99)
SETOC 01-1 # 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
<b>Husstandard</b>						
Hus-4	4,94 ± 0,44	-	-	6,15 ± 0,41	-	-
<b>Sertifisert ref.materiale</b>						
analysert i 2000						
RTC CRM 103-100						
PAH 6,92 mg/kg	-	-	-	7,30	-	-
Shale oil NBS 1580						
pyren 104±18 mg/kg	-	-	-	95 ± 1	-	-
fluoranten 54±10 mg/kg	-	-	-	57 ± 1	-	-
benzo(a)pyren 21±6 mg/kg	-	-	-	21 ± 1	-	-
<b>Sammenlignende laboratorieprøving*</b>						
SETOC 01-2 # 1	-	-	-	14,7 (12,2)	-	-
SETOC 01-2 # 2	-	-	-	3,85 ( 3,35)	-	-
SETOC 01-2 # 3	-	-	-	7,43 ( 6,42)	-	-
SETOC 01-2 # 4	-	-	-	0,15 ( 0,14)	-	-
Privat sammenligning						
Hus-2	4,81 ± 0,52	5,95 ± 0,04	4,13	5,55 ± 0,16	7,22 ± 0,17	5,96

\*: 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/ICP	CVAAS	GFAAS/ICP	ICP
Variasjon	±10 %	±15 %	±10 %	±10 %	±40 %	±15 %	±15 %

***Tabell 1.7. Analyse av sertifisert referansemateriale - NBS 1646a (mg/kg tørt sediment)  
Opplutning 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 opplutning, 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

**Tabell 2.1.** Valhall Flanke Nord og Sør , Kornstørrelsefordeling

Stasjon	Fordelingsparametre 2001		Kornfordeling (% tørrvekt) 2001		
	Median diameter	Klassifisering	Silt og leire	Sand	Grus
<b>Valhall Nordflanke</b>					
VAN 1 74°/ 250m	2,72	Fin sand	2,7	97,3	0,0
VAN 2 74°/ 500m	2,72	Fin sand	4,7	95,3	0,0
VAN 3 74°/1000m	2,70	Fin sand	4,6	95,4	0,0
VAN 5 164°/ 250m	2,69	Fin sand	5,3	94,7	0,0
VAN 6 164°/ 500m	2,72	Fin sand	4,1	95,9	0,0
VAN 7 164°/1000m	2,72	Fin sand	4,4	95,6	0,0
VAN 8 164°/2000m	2,70	Fin sand	3,9	96,1	0,0
VAN 9 254°/ 250m	2,70	Fin sand	1,8	98,2	0,0
VAN10 254°/ 500m	2,70	Fin sand	4,1	95,6	0,2
VAN11 254°/1000m	2,68	Fin sand	2,0	97,7	0,2
VAN13 344°/ 250m	2,71	Fin sand	4,0	96,0	0,0
VAN14 344°/ 500m	2,70	Fin sand	4,3	95,7	0,0
VAN15 344°/1000m	2,69	Fin sand	2,5	97,5	0,0
Gjennomsnitt	2,70	Fin sand	3,72	96,2	0,04
Standard avvik	0,01		1,08	1,06	0,09
<b>Valhall Sørflanke</b>					
VAS 1 74°/ 250m	2,67	Fin sand	2,8	97,2	0,0
VAS 2 74°/ 500m	2,66	Fin sand	3,0	97,0	0,0
VAS 3 74°/1000m	2,68	Fin sand	2,2	97,8	0,0
VAS 4 74°/2000m	2,65	Fin sand	3,0	96,1	0,8
VAS 5 164°/ 250m	2,66	Fin sand	0,7	99,3	0,0
VAS 6 164°/ 500m	2,67	Fin sand	2,0	98,0	0,0
VAS 7 164°/1000m	2,62	Fin sand	3,8	96,2	0,0
VAS 8 164°/2000m	2,63	Fin sand	3,4	96,6	0,0
VAS 9 254°/ 250m	2,65	Fin sand	0,8	99,2	0,0
VAS10 254°/ 500m	2,66	Fin sand	2,3	97,7	0,0
VAS12 254°/2000m	2,65	Fin sand	3,3	96,7	0,0
VAS13 344°/ 250m	2,70	Fin sand	4,5	95,5	0,0
VAS14 344°/ 500m	2,70	Fin sand	3,8	96,2	0,0
VAS15 344°/1000m	2,70	Fin sand	2,8	97,2	0,0
Ref. 254°/15000m	2,63	Fin sand	2,7	97,3	0,0
Gjennomsnitt (uten Ref.)	2,66	Fin sand	2,74	97,2	0,06
Standard avvik	0,03		1,22	1,26	0,25

**Tabell 2.2. Valhall Flanke Nord og Sør, Median partikkeldiameter, standard avvik, skjevhet og kurtosis**

Stasjon	Md $\phi$	SD $\phi$	Sk $\phi$	K $\phi$
<b>Valhall Nordflanke</b>				
VAN 1 74°/ 250m	2,72	0,45	0,02	1,14
VAN 2 74°/ 500m	2,72	0,52	0,14	1,42
VAN 3 74°/1000m	2,70	0,52	0,13	1,37
VAN 5 164°/ 250m	2,69	0,57	0,19	1,56
VAN 6 164°/ 500m	2,72	0,50	0,10	1,34
VAN 7 164°/1000m	2,72	0,51	0,12	1,42
VAN 8 164°/2000m	2,70	0,49	0,07	1,24
VAN 9 254°/ 250m	2,70	0,44	0,00	1,11
VAN10 254°/ 500m	2,70	0,49	0,08	1,21
VAN11 254°/1000m	2,68	0,44	-0,02	1,05
VAN13 344°/ 250m	2,71	0,48	0,09	1,28
VAN14 344°/ 500m	2,70	0,50	0,11	1,32
VAN15 344°/1000m	2,69	0,44	0,02	1,07
Gjennomsnitt	2,70	0,49	0,08	1,27
Standard avvik	0,01	0,04	0,06	0,15
<b>Valhall Sørflanke</b>				
VAS 1 74°/ 250m	2,67	0,41	-0,07	1,15
VAS 2 74°/ 500m	2,66	0,42	-0,06	1,12
VAS 3 74°/1000m	2,68	0,40	-0,07	1,16
VAS 4 74°/2000m	2,65	0,43	-0,09	1,17
VAS 5 164°/ 250m	2,66	0,40	-0,10	1,06
VAS 6 164°/ 500m	2,67	0,40	-0,07	1,11
VAS 7 164°/1000m	2,62	0,44	-0,04	1,12
VAS 8 164°/2000m	2,63	0,42	-0,05	1,10
VAS 9 254°/ 250m	2,65	0,39	-0,09	1,04
VAS10 254°/ 500m	2,66	0,41	-0,06	1,10
VAS12 254°/2000m	2,65	0,42	-0,03	1,09
VAS13 344°/ 250m	2,70	0,46	0,04	1,49
VAS14 344°/ 500m	2,70	0,41	-0,05	1,26
VAS15 344°/1000m	2,70	0,40	-0,07	1,23
Ref. 254°/15000m	2,63	0,44	-0,05	1,10
Gjennomsnitt (uten Ref.)	2,66	0,42	-0,06	1,16
Standard avvik	0,02	0,02	0,03	0,11

**Tabell 2.3. Valhall Flanke Nord og Sør, Vekt av størrelsesfraksjon og kumulativ vekt% fordeling 2001**

<b>VAN 1</b>					<b>VAN 2</b>				
<b>74°/250m</b>					<b>74°/500m</b>				
Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ 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	0,3	500	1	0,01	0,1	0,1
355	1,5	0,03	0,4	0,6	355	1,5	0,02	0,2	0,4
250	2	0,24	3,0	3,6	250	2	0,27	3,3	3,6
180	2,5	1,93	24,2	27,8	180	2,5	2,09	25,2	28,8
125	3	4,02	50,4	78,3	125	3	4,07	49,0	77,8
90	3,5	1,36	17,1	95,3	90	3,5	1,29	15,5	93,4
63	4	0,16	2,0	97,3	63	4	0,16	1,9	95,3
<63	8	0,21	2,7	100,0	<63	8	0,39	4,7	100,0
		7,97	100,0				8,30	100,0	

<b>VAN 3</b>					<b>VAN 5</b>				
<b>74°/1000m</b>					<b>164°/250m</b>				
Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ 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	0,01	0,1	0,1
500	1	0,02	0,2	0,2	500	1	0,01	0,1	0,2
355	1,5	0,02	0,2	0,5	355	1,5	0,02	0,2	0,5
250	2	0,30	3,4	3,9	250	2	0,31	3,8	4,3
180	2,5	2,30	26,4	30,4	180	2,5	2,19	27,2	31,5
125	3	4,26	49,0	79,3	125	3	3,84	47,6	79,1
90	3,5	1,24	14,3	93,6	90	3,5	1,13	14,0	93,1
63	4	0,16	1,8	95,4	63	4	0,13	1,6	94,7
<63	8	0,40	4,6	100,0	<63	8	0,42	5,3	100,0
		8,70	100,0				8,06	100,0	

<b>VAN 6</b>					<b>VAN 7</b>				
<b>164°/500m</b>					<b>164°/1000m</b>				
Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ 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	0,01	0,1	0,1
500	1	0,01	0,1	0,1	500	1	0,01	0,1	0,2
355	1,5	0,02	0,2	0,4	355	1,5	0,02	0,2	0,5
250	2	0,26	3,2	3,5	250	2	0,27	3,3	3,8
180	2,5	2,00	24,3	27,8	180	2,5	1,95	23,9	27,7
125	3	4,10	49,8	77,7	125	3	4,10	50,3	78,0
90	3,5	1,34	16,3	94,0	90	3,5	1,28	15,7	93,7
63	4	0,16	1,9	95,9	63	4	0,15	1,8	95,6
<63	8	0,34	4,1	100,0	<63	8	0,36	4,4	100,0
		8,23	100,0				8,15	100,0	

forts.

**VAN 8**  
**164°/2000m**

Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,01	0,1	0,1
500	1	0,01	0,1	0,2
355	1,5	0,01	0,1	0,4
250	2	0,35	4,4	4,7
180	2,5	2,05	25,6	30,3
125	3	3,95	49,3	79,6
90	3,5	1,18	14,7	94,3
63	4	0,14	1,7	96,1
<63	8	0,32	3,9	100,0
		8,02	100,0	

**VAN 9**  
**254°/250m**

Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,00	0,0	0,0
500	1	0,01	0,1	0,1
355	1,5	0,02	0,3	0,4
250	2	0,26	3,4	3,8
180	2,5	1,92	25,3	29,1
125	3	3,88	51,0	80,1
90	3,5	1,23	16,2	96,3
63	4	0,14	1,8	98,2
<63	8	0,14	1,8	100,0
		7,60	100,0	

**VAN 10**  
**254°/500m**

Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,02	0,2	0,2
1000	0	0,01	0,1	0,4
500	1	0,01	0,1	0,5
355	1,5	0,04	0,5	1,0
250	2	0,31	3,8	4,8
180	2,5	2,15	26,5	31,3
125	3	3,90	48,0	79,3
90	3,5	1,23	15,1	94,4
63	4	0,12	1,5	95,9
<63	8	0,33	4,1	100,0
		8,12	100,0	

**VAN 11**  
**254°/1000m**

Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,02	0,2	0,2
1000	0	0,01	0,1	0,3
500	1	0,01	0,1	0,5
355	1,5	0,03	0,3	0,8
250	2	0,37	4,2	5,0
180	2,5	2,41	27,6	32,6
125	3	4,33	49,6	82,2
90	3,5	1,25	14,3	96,5
63	4	0,13	1,5	98,0
<63	8	0,18	2,0	100,0
		8,74	100,0	

**VAN 13**  
**344°/250m**

Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,01	0,1	0,1
500	1	0,01	0,1	0,2
355	1,5	0,01	0,1	0,4
250	2	0,27	3,3	3,6
180	2,5	2,11	25,5	29,1
125	3	4,14	50,1	79,2
90	3,5	1,24	15,0	94,2
63	4	0,15	1,8	96,0
<63	8	0,33	4,0	100,0
		8,27	100,0	

**VAN 14**  
**344°/500m**

Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,00	0,0	0,0
500	1	0,01	0,1	0,1
355	1,5	0,02	0,2	0,4
250	2	0,27	3,3	3,7
180	2,5	2,15	26,5	30,2
125	3	4,01	49,5	79,7
90	3,5	1,15	14,2	93,9
63	4	0,15	1,9	95,7
<63	8	0,35	4,3	100,0
		8,11	100,0	

forts.

**VAN 15**

**344°/1000m**

Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,01	0,1	0,1
500	1	0,01	0,1	0,2
355	1,5	0,01	0,1	0,4
250	2	0,26	3,2	3,6
180	2,5	2,27	27,8	31,3
125	3	4,05	49,6	80,9
90	3,5	1,20	14,7	95,6
63	4	0,15	1,8	97,5
<63	8	0,21	2,5	100,0
		8,17	100,0	

**VAS 1  
74°/250m**

Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ 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	0,01	0,1	0,1
500	1	0,01	0,1	0,1	500	1	0,01	0,1	0,3
355	1,5	0,03	0,4	0,5	355	1,5	0,02	0,3	0,5
250	2	0,33	4,2	4,7	250	2	0,36	4,5	5,1
180	2,5	2,05	26,2	30,9	180	2,5	2,16	27,3	32,3
125	3	4,34	55,4	86,3	125	3	4,25	53,7	86,0
90	3,5	0,79	10,1	96,3	90	3,5	0,80	10,1	96,1
63	4	0,07	0,9	97,2	63	4	0,07	0,9	97,0
<63	8	0,22	2,8	100,0	<63	8	0,24	3,0	100,0
		7,84	100,0				7,92	100,0	

**VAS 3  
74°/1000m**

Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0	2000	-1	0,07	0,8	0,8
1000	0	0,01	0,1	0,1	1000	0	0,01	0,1	1,0
500	1	0,01	0,1	0,3	500	1	0,01	0,1	1,1
355	1,5	0,02	0,3	0,5	355	1,5	0,04	0,5	1,6
250	2	0,30	3,9	4,4	250	2	0,36	4,3	5,9
180	2,5	1,97	25,4	29,8	180	2,5	2,29	27,6	33,5
125	3	4,37	56,5	86,3	125	3	4,48	53,9	87,4
90	3,5	0,81	10,5	96,8	90	3,5	0,73	8,8	96,1
63	4	0,08	1,0	97,8	63	4	0,07	0,8	97,0
<63	8	0,17	2,2	100,0	<63	8	0,25	3,0	100,0
		7,74	100,0				8,31	100,0	

forts.

**VAS 5  
164°/250m****VAS 6  
164°/500m**

Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ 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	0,01	0,1	0,1
500	1	0,01	0,1	0,2	500	1	0,00	0,0	0,1
355	1,5	0,04	0,5	0,7	355	1,5	0,03	0,4	0,5
250	2	0,40	4,5	5,2	250	2	0,29	3,6	4,1
180	2,5	2,43	27,5	32,7	180	2,5	2,16	27,2	31,3
125	3	4,91	55,5	88,2	125	3	4,44	55,8	87,1
90	3,5	0,92	10,4	98,6	90	3,5	0,79	9,9	97,1
63	4	0,07	0,8	99,3	63	4	0,07	0,9	98,0
<63	8	0,06	0,7	100,0	<63	8	0,16	2,0	100,0
		8,85	100,0				7,95	100,0	

**VAS 7  
164°/1000m**
**VAS 8  
164°/2000m**

Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0	2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,02	0,2	0,2	1000	0	0,00	0,0	0,0
500	1	0,02	0,2	0,5	500	1	0,01	0,1	0,1
355	1,5	0,04	0,5	1,0	355	1,5	0,04	0,5	0,6
250	2	0,41	5,1	6,1	250	2	0,44	5,1	5,6
180	2,5	2,53	31,5	37,6	180	2,5	2,71	31,2	36,8
125	3	3,99	49,7	87,4	125	3	4,53	52,1	88,9
90	3,5	0,65	8,1	95,5	90	3,5	0,62	7,1	96,0
63	4	0,06	0,7	96,2	63	4	0,05	0,6	96,6
<63	8	0,30	3,8	100,0	<63	8	0,30	3,4	100,0
		8,02	100,0				8,70	100,0	

**VAS 9  
254°/250m**
**VAS 10  
254°/500m**

Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter (µm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ 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	0,02	0,2	0,2	500	1	0,01	0,1	0,1
355	1,5	0,03	0,4	0,6	355	1,5	0,03	0,4	0,5
250	2	0,38	4,5	5,1	250	2	0,36	4,4	4,9
180	2,5	2,38	28,4	33,5	180	2,5	2,22	27,3	32,2
125	3	4,62	55,2	88,7	125	3	4,38	53,9	86,1
90	3,5	0,81	9,7	98,4	90	3,5	0,86	10,6	96,7
63	4	0,07	0,8	99,2	63	4	0,08	1,0	97,7
<63	8	0,07	0,8	100,0	<63	8	0,19	2,3	100,0
		8,38	100,0				8,13	100,0	

forts.

**VAS 12  
254°/2000m**
**VAS 13  
344°/250m**

Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ 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	0,01	0,1	0,1
500	1	0,01	0,1	0,1	500	1	0,01	0,1	0,3
355	1,5	0,02	0,2	0,4	355	1,5	0,03	0,4	0,6
250	2	0,36	4,4	4,8	250	2	0,30	3,8	4,4
180	2,5	2,40	29,5	34,3	180	2,5	1,85	23,4	27,9
125	3	4,19	51,6	85,9	125	3	4,37	55,4	83,2
90	3,5	0,79	9,7	95,6	90	3,5	0,88	11,1	94,4
63	4	0,09	1,1	96,7	63	4	0,09	1,1	95,5
<63	8	0,27	3,3	100,0	<63	8	0,35	4,5	100,0
		8,13	100,0				7,89	100,0	

**VAS 14**  
**344°/500m**
**VAS 15**  
**344°/1000m**

Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ 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	0,01	0,1	0,1
500	1	0,00	0,0	0,1	500	1	0,01	0,1	0,2
355	1,5	0,02	0,3	0,4	355	1,5	0,02	0,2	0,5
250	2	0,29	3,7	4,1	250	2	0,28	3,4	3,9
180	2,5	1,85	23,9	28,0	180	2,5	1,95	23,8	27,7
125	3	4,35	56,1	84,1	125	3	4,64	56,5	84,2
90	3,5	0,85	11,0	95,1	90	3,5	0,98	11,9	96,1
63	4	0,09	1,2	96,2	63	4	0,09	1,1	97,2
<63	8	0,29	3,8	100,0	<63	8	0,23	2,8	100,0
		7,75	100,0				8,21	100,0	

**Ref.**  
**254°/1500m**

Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,00	0,0	0,0
500	1	0,01	0,1	0,1
355	1,5	0,03	0,4	0,5
250	2	0,46	5,8	6,3
180	2,5	2,43	30,6	36,9
125	3	3,86	48,6	85,5
90	3,5	0,82	10,3	95,9
63	4	0,11	1,4	97,3
<63	8	0,22	2,7	100,0
		7,94	100,0	

**Tabell 2.4. Valhall Flanke Nord og Sør, Totalt organisk materiale (% av tørt sediment)**

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Middel 2001	SD 2001
<b>Valhall Nordflanke</b>					
VAN 1 74°/ 250 m	0,82	0,89	0,84	<b>0,9</b>	0,03
VAN 2 74°/ 500 m	0,83	0,79	0,84	<b>0,8</b>	0,03
VAN 3 74°/ 1000 m	0,81	0,80	0,93	<b>0,8</b>	0,07
VAN 5 164°/ 250 m	0,85	0,82	0,93	<b>0,9</b>	0,06
VAN 6 164°/ 500 m	0,82	0,78	0,81	<b>0,8</b>	0,02
VAN 7 164°/ 1000 m	0,79	0,82	0,77	<b>0,8</b>	0,02
VAN 8 164°/ 2000 m	0,78	0,79	0,79	<b>0,8</b>	0,00
VAN 9 254°/ 250 m	0,73	0,75	0,80	<b>0,8</b>	0,04
VAN10 254°/ 500 m	0,83	0,77	0,68	<b>0,8</b>	0,07
VAN11 254°/ 1000 m	0,72	0,68	0,76	<b>0,7</b>	0,04
VAN13 344°/ 250 m	0,75	0,76	0,73	<b>0,7</b>	0,02
VAN14 344°/ 500 m	0,76	0,79	0,72	<b>0,8</b>	0,03
VAN15 344°/ 1000 m	0,82	0,79	0,80	<b>0,8</b>	0,01
<b>Valhall Sørflanke</b>					
VAS 1 74°/ 250 m	0,70	0,68	0,62	<b>0,7</b>	0,04
VAS 2 74°/ 500 m	0,63	0,71	0,62	<b>0,7</b>	0,05
VAS 3 74°/ 1000 m	0,73	0,72	0,72	<b>0,7</b>	0,01
VAS 4 74°/ 2000 m	0,63	0,57	0,60	<b>0,6</b>	0,03
VAS 5 164°/ 250 m	0,68	0,63	0,74	<b>0,7</b>	0,05
VAS 6 164°/ 500 m	0,69	0,65	0,67	<b>0,7</b>	0,02
VAS 7 164°/ 1000 m	0,62	0,60	0,60	<b>0,6</b>	0,01
VAS 8 164°/ 2000 m	0,52	0,56	0,49	<b>0,5</b>	0,03
VAS 9 254°/ 250 m	0,65	0,66	0,64	<b>0,6</b>	0,01
VAS10 254°/ 500 m	0,67	0,65	0,67	<b>0,7</b>	0,01
VAS12 254°/ 2000 m	0,77	0,74	0,81	<b>0,8</b>	0,03
VAS13 344°/ 250 m	0,70	0,64	0,77	<b>0,7</b>	0,07
VAS14 344°/ 500 m	0,72	0,70	0,76	<b>0,7</b>	0,03
VAS15 344°/ 1000 m	0,78	0,76	0,77	<b>0,8</b>	0,01
<b>Valhall referansestasjon</b>					
Ref. 254°/15000m	0,68	0,82	0,72	<b>0,7</b>	0,07

**Tabell 2.5. Valhall Flanke Nord og Sør, Totalmengde hydrokarboner (mg/kg tørt sediment)**

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Prøve #4	Prøve #5	Middel 2001	SD 2001
<b>Valhall Nordflanke</b>							
VAN 1 74°/ 250 m	7,26	6,47	6,42			<b>6,7</b>	0,5
VAN 2 74°/ 500 m	6,69	6,32	6,52			<b>6,5</b>	0,2
VAN 3 74°/ 1000 m	8,32	8,06	13,1			<b>9,8</b>	2,8
VAN 5 164°/ 250 m	8,15	7,18	8,17			<b>7,8</b>	0,6
1-3 cm			8,40				
3-6 cm			7,78				
VAN 6 164°/ 500 m	8,04	7,49	8,40			<b>8,0</b>	0,5
VAN 7 164°/ 1000 m	8,27	8,43	7,93			<b>8,2</b>	0,3
VAN 8 164°/ 2000 m	7,07	7,21	7,71			<b>7,3</b>	0,3
1-3 cm	7,83						
3-6 cm	12,8						
VAN 9 254°/ 250 m	6,82	8,02	8,03			<b>7,6</b>	0,7
VAN10 254°/ 500 m	7,33	6,98	6,65			<b>7,0</b>	0,3
VAN11 254°/ 1000 m	6,56	6,92	7,67			<b>7,1</b>	0,6
VAN13 344°/ 250 m	7,21	7,76	7,72			<b>7,6</b>	0,3
VAN14 344°/ 500 m	7,95	8,19	8,04			<b>8,1</b>	0,1
VAN15 344°/ 1000 m	8,26	7,98	6,77			<b>7,7</b>	0,8
<b>Valhall Sørflanke</b>							
VAS 1 74°/ 250 m	7,00	6,24	5,81			<b>6,4</b>	0,6
VAS 2 74°/ 500 m	5,75	6,70	5,68			<b>6,0</b>	0,6
VAS 3 74°/ 1000 m	6,77	6,47	6,08			<b>6,4</b>	0,3
VAS 4 74°/ 2000 m	5,98	4,64	5,38			<b>5,3</b>	0,7
VAS 5 164°/ 250 m	5,27	4,98	6,23			<b>5,5</b>	0,7
1-3 cm			6,30				
3-6 cm			7,44				
VAS 6 164°/ 500 m	5,73	5,71	6,46			<b>6,0</b>	0,4
VAS 7 164°/ 1000 m	5,29	5,00	5,28			<b>5,2</b>	0,2
VAS 8 164°/ 2000 m	3,90	3,99	3,68			<b>3,9</b>	0,2
1-3 cm			4,07				
3-6 cm			4,47				
VAS 9 254°/ 250 m	5,82	6,99	5,76			<b>6,2</b>	0,7
VAS10 254°/ 500 m	5,60	5,92	7,02			<b>6,2</b>	0,7
VAS12 254°/ 2000 m	7,18	7,01	7,77			<b>7,3</b>	0,4
VAS13 344°/ 250 m	6,84	6,50	8,00			<b>7,1</b>	0,8
VAS14 344°/ 500 m	6,55	6,83	7,27			<b>6,9</b>	0,4
VAS15 344°/ 1000 m	5,85	6,62	6,74			<b>6,4</b>	0,5
<b>Valhall referansestasjon</b>							
Ref. 254°/15000m	5,47	6,36	5,54	6,03	7,01	<b>6,1</b>	0,6
1-3 cm				6,88			
3-6 cm				9,45			

**Tabell 2.6. Valhall Flanke Nord og Sør, Sum NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)**

Stasjon	Prøve #1	Prøve #2	Prøve #3	Prøve #4	Prøve #5	Middel 2001	SD 2001
<b>NPD</b>							
VAN 5 164°/250m	0,020	0,014	0,018			<b>0,017</b>	0,003
1-3 cm			0,032				
3-6 cm			0,023				
VAN 8 164°/2000m	0,017	0,016	0,014			<b>0,016</b>	0,002
1-3 cm	0,018						
3-6 cm	0,034						
VAS 5 164°/250m	0,011	0,009	0,011			<b>0,010</b>	0,001
1-3 cm			0,012				
3-6 cm			0,019				
VAS 8 164°/2000m	0,007	0,004	0,004			<b>0,005</b>	0,002
1-3 cm			0,008				
3-6 cm			0,005				
Ref 254°/15000m	0,008	0,015	0,009	0,013	0,012	<b>0,011</b>	0,003
1-3 cm				0,012			
3-6 cm				0,030			
<b>PAH</b>							
VAN 5 164°/250m	0,050	0,047	0,062			<b>0,053</b>	0,008
1-3 cm			0,075				
3-6 cm			0,066				
VAN 8 164°/2000m	0,047	0,048	0,049			<b>0,048</b>	0,001
1-3 cm	0,052						
3-6 cm	0,111						
VAS 5 164°/250m	0,034	0,029	0,038			<b>0,034</b>	0,005
1-3 cm			0,041				
3-6 cm			0,058				
VAS 8 164°/2000m	0,020	0,019	0,015			<b>0,018</b>	0,003
1-3 cm			0,020				
3-6 cm			0,018				
Ref 254°/15000m	0,033	0,048	0,032	0,040	0,046	<b>0,040</b>	0,007
1-3 cm				0,053			
3-6 cm				0,096			

Dekaliner er kun påvist i en prøve, 89 µmg/kg i 3-6 cm laget på stasjon VAN 8 164°/2000m.

Deteksjonsgrensen er 50 µg/kg

**Tabell 2.7. Valhall Flanke Nord og Sør, Metaller (mg/kg tørt sediment)**

Stasjon	Prøve	Ba mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Hg mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg
<b>Valhall Nord-flanke</b>								
VAN 1 74°/250m	1	99	0,01	7,4	0,6		7,1	6,0
VAN 1 74°/250m	2	121	0,01	7,6	0,7		7,5	6,6
VAN 1 74°/250m	3	99	0,06	7,6	0,5		7,7	6,5
	<b>middel</b>	<b>106</b>	<b>0,03</b>	<b>7,6</b>	<b>0,6</b>	-	<b>7,4</b>	<b>6,3</b>
	SD	13	0,03	0,1	0,1		0,3	0,3
VAN 2 74°/500m	1	174	<0,01	8,0	0,6		7,7	6,5
VAN 2 74°/500m	2	90	<0,01	7,7	0,6		8,1	6,1
VAN 2 74°/500m	3	133	0,01	7,7	0,7		7,8	6,9
	<b>middel</b>	<b>132</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,8</b>	<b>0,6</b>	-	<b>7,9</b>	<b>6,5</b>
	SD	42	-	0,2	0,0		0,2	0,4
VAN 3 74°/1000m	1	85	<0,01	7,5	0,6		7,4	5,9
VAN 3 74°/1000m	2	113	<0,01	7,6	0,7		7,6	6,4
VAN 3 74°/1000m	3	93	0,01	7,9	0,7		7,8	6,3
	<b>middel</b>	<b>97</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,7</b>	<b>0,7</b>	-	<b>7,6</b>	<b>6,2</b>
	SD	14	-	0,2	0,0		0,2	0,3
VAN 5 164°/250m	1	98	<0,01	7,8	0,7	<0,01	7,1	5,9
VAN 5 164°/250m	2	96	<0,01	7,5	0,7	0,01	7,6	6,5
VAN 5 164°/250m	3	140	<0,01	8,1	0,7	0,01	8,2	6,9
	<b>middel</b>	<b>111</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,8</b>	<b>0,7</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,6</b>	<b>6,4</b>
	SD	25	-	0,3	0,0	-	0,6	0,5
VAN 5 164°/250m	1-3cm, #3	209	0,01	8,3	0,7	<0,01	8,4	7,7
VAN 5 164°/250m	3-6cm, #3	467	<0,01	8,8	0,8	0,01	9,2	8,1
VAN 6 164°/500m	1	103	<0,01	8,0	0,6		7,9	7,1
VAN 6 164°/500m	2	171	0,01	8,2	0,6		8,2	6,9
VAN 6 164°/500m	3	123	<0,01	8,2	0,6		7,8	6,2
	<b>middel</b>	<b>133</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,6</b>	-	<b>8,0</b>	<b>6,8</b>
	SD	35	-	0,1	0,0		0,2	0,5
VAN 7 164°/1000m	1	95	<0,01	8,2	0,9		8,2	6,5
VAN 7 164°/1000m	2	98	0,01	8,1	0,7		8,4	7,0
VAN 7 164°/1000m	3	132	0,01	7,9	0,7		8,4	6,4
	<b>middel</b>	<b>108</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,8</b>	-	<b>8,3</b>	<b>6,7</b>
	SD	21	-	0,1	0,1		0,1	0,3
VAN 8 164°/2000m	1	62	0,01	8,0	0,7	<0,01	9,0	6,4
VAN 8 164°/2000m	2	64	<0,01	7,7	0,6	<0,01	9,3	7,5
VAN 8 164°/2000m	3	81	<0,01	7,9	0,7	<0,01	9,0	6,8
	<b>middel</b>	<b>69</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,9</b>	<b>0,7</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>9,1</b>	<b>6,9</b>
	SD	10	-	0,1	0,1	-	0,2	0,6
VAN 8 164°/2000m	1-3cm, #1	89	0,01	8,3	0,7	<0,01	8,8	6,8
VAN 8 164°/2000m	3-6cm, #1	189	<0,01	8,1	0,6	0,01	8,6	7,3
VAN 9 254°/250m	1	74	<0,01	7,7	0,5		7,7	5,9
VAN 9 254°/250m	2	66	<0,01	7,6	0,7		7,3	5,8
VAN 9 254°/250m	3	95	<0,01	8,1	0,8		8,1	6,2
	<b>middel</b>	<b>78</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,8</b>	<b>0,7</b>	-	<b>7,7</b>	<b>6,0</b>
	SD	15	-	0,3	0,1		0,4	0,2

forts.

**Tabell 2.7. forts.**

Stasjon	Prøve	Ba mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Hg mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg
VAN10 254°/500m	1	134	<0,01	7,6	0,6		7,3	6,4
VAN10 254°/500m	2	116	<0,01	7,9	0,6		7,8	6,2
VAN10 254°/500m	3	32	<0,01	7,2	0,5		6,8	5,0
	<b>middel</b>	<b>94</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,6</b>	<b>0,6</b>	-	<b>7,3</b>	<b>5,8</b>
	SD	55	-	0,3	0,1		0,5	0,8
VAN11 254°/1000m	1	65	<0,01	7,5	0,6		7,6	9,3
VAN11 254°/1000m	2	86	<0,01	7,7	0,6		7,5	5,7
VAN11 254°/1000m	3	56	<0,01	7,3	0,5		6,7	7,2
	<b>middel</b>	<b>69</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,5</b>	<b>0,6</b>	-	<b>7,3</b>	<b>7,4</b>
	SD	16	-	0,2	0,1		0,4	1,8
VAN13 344°/250m	1	102	<0,01	8,0	0,5		8,4	6,3
VAN13 344°/250m	2	86	<0,01	7,8	0,6		8,1	5,8
VAN13 344°/250m	3	113	<0,01	8,1	0,8		7,3	6,3
	<b>middel</b>	<b>100</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,9</b>	<b>0,6</b>	-	<b>7,9</b>	<b>6,1</b>
	SD	13	-	0,2	0,1		0,6	0,3
VAN14 344°/500m	1	129	<0,01	8,1	0,7		8,0	7,4
VAN14 344°/500m	2	87	<0,01	7,9	0,6		7,7	6,4
VAN14 344°/500m	3	113	<0,01	8,1	0,8		8,0	6,4
	<b>middel</b>	<b>110</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,7</b>	-	<b>7,9</b>	<b>6,7</b>
	SD	21	-	0,1	0,1		0,2	0,6
VAN15 344°/1000m	1	107	<0,01	7,9	0,8		7,7	6,7
VAN15 344°/1000m	2	110	<0,01	7,8	0,6		7,6	6,5
VAN15 344°/1000m	3	95	<0,01	7,8	0,7		7,5	6,3
	<b>middel</b>	<b>104</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,8</b>	<b>0,7</b>	-	<b>7,6</b>	<b>6,5</b>
	SD	8	-	0,0	0,1		0,1	0,2
<b>Valhall Sør-flanke</b>								
VAS 1 74°/250m	1	34	<0,01	6,7	0,5		6,2	5,1
VAS 1 74°/250m	2	28	<0,01	7,2	0,4		6,4	5,4
VAS 1 74°/250m	3	51	<0,01	6,7	0,5		6,1	5,1
	<b>middel</b>	<b>38</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,9</b>	<b>0,5</b>	-	<b>6,2</b>	<b>5,2</b>
	SD	12	-	0,3	0,1		0,2	0,1
VAS 2 74°/500m	1	30	<0,01	6,8	0,4		6,4	5,2
VAS 2 74°/500m	2	51	0,01	7,0	0,4		6,6	5,7
VAS 2 74°/500m	3	27	0,01	6,9	0,3		5,9	5,0
	<b>middel</b>	<b>36</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,9</b>	<b>0,4</b>	-	<b>6,3</b>	<b>5,3</b>
	SD	14	-	0,1	0,1		0,3	0,3
VAS 3 74°/1000m	1	48	0,01	6,8	0,6		7,2	5,2
VAS 3 74°/1000m	2	39	<0,01	6,5	0,5		6,3	5,8
VAS 3 74°/1000m	3	49	<0,01	6,5	0,5		6,1	5,3
	<b>middel</b>	<b>46</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,6</b>	<b>0,5</b>	-	<b>6,5</b>	<b>5,4</b>
	SD	6	-	0,2	0,0		0,6	0,3
VAS 4 74°/2000m	1	69	<0,01	6,1	0,5		6,2	4,8
VAS 4 74°/2000m	2	37	<0,01	5,6	0,4		5,4	4,2
VAS 4 74°/2000m	3	59	<0,01	6,2	0,4		6,5	6,4
	<b>middel</b>	<b>55</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>5,9</b>	<b>0,4</b>	-	<b>6,0</b>	<b>5,1</b>
	SD	17	-	0,3	0,1		0,5	1,1

forts.

**Tabell 2.7. forts.**

Stasjon	Prøve	Ba mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Hg mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg
VAS 5 164°/250m	1	35	0,02	6,8	0,4	<0,01	6,2	5,4
VAS 5 164°/250m	2	30	<0,01	6,7	0,4	<0,01	6,0	5,5
VAS 5 164°/250m	3	35	0,02	6,9	0,5	<0,01	6,0	5,2
	<b>middel</b>	<b>33</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>6,8</b>	<b>0,4</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,1</b>	<b>5,4</b>
	SD	3	-	0,1	0,1	-	0,2	0,1
VAS 5 164°/250m	1-3cm, #3	51	<0,01	7,4	0,9	<0,01	6,7	6,8
VAS 5 164°/250m	3-6cm, #3	79	<0,01	7,3	0,6	<0,01	6,3	5,6
VAS 6 164°/500m	1	31	<0,01	7,0	0,4		6,6	5,9
VAS 6 164°/500m	2	31	<0,01	6,5	0,5		5,8	4,8
VAS 6 164°/500m	3	46	<0,01	6,4	0,4		5,7	4,9
	<b>middel</b>	<b>36</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,6</b>	<b>0,4</b>	<b>-</b>	<b>6,0</b>	<b>5,2</b>
	SD	8	-	0,3	0,0		0,5	0,6
VAS 7 164°/1000m	1	38	<0,01	6,2	0,3		5,6	4,5
VAS 7 164°/1000m	2	25	<0,01	6,0	0,3		5,0	4,9
VAS 7 164°/1000m	3	22	<0,01	5,9	0,4		5,6	4,5
	<b>middel</b>	<b>28</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,0</b>	<b>0,4</b>	<b>-</b>	<b>5,4</b>	<b>4,6</b>
	SD	8	-	0,2	0,0		0,3	0,2
VAS 8 164°/2000m	1	13	0,01	4,9	0,2	<0,01	4,6	3,8
VAS 8 164°/2000m	2	16	<0,01	5,0	0,2	<0,01	4,8	4,3
VAS 8 164°/2000m	3	15	<0,01	5,1	0,3	<0,01	5,1	3,9
	<b>middel</b>	<b>15</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>5,0</b>	<b>0,2</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>4,8</b>	<b>4,0</b>
	SD	1	-	0,1	0,1	-	0,3	0,2
VAS 8 164°/2000m	1-3cm, #3	20	<0,01	5,2	0,4	<0,01	4,7	4,1
VAS 8 164°/2000m	3-6cm, #3	46	0,01	5,2	0,4	<0,01	4,8	4,3
VAS 9 254°/250m	1	31	0,01	6,8	0,4		6,5	5,1
VAS 9 254°/250m	2	45	0,01	7,1	0,5		6,4	5,7
VAS 9 254°/250m	3	40	0,02	7,3	0,5		6,5	5,4
	<b>middel</b>	<b>38</b>	<b>0,01</b>	<b>7,1</b>	<b>0,4</b>	<b>-</b>	<b>6,5</b>	<b>5,4</b>
	SD	7	0,01	0,3	0,1		0,1	0,3
VAS10 254°/500m	1	25	<0,01	7,1	0,4		5,7	5,1
VAS10 254°/500m	2	46	0,01	7,2	0,5		6,4	5,4
VAS10 254°/500m	3	53	<0,01	7,9	0,5		7,3	5,8
	<b>middel</b>	<b>41</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,4</b>	<b>0,5</b>	<b>-</b>	<b>6,5</b>	<b>5,4</b>
	SD	14	-	0,5	0,1		0,8	0,4
VAS12 254°/2000m	1	52	0,01	8,0	0,5		7,4	7,0
VAS12 254°/2000m	2	46	<0,01	8,4	0,6		7,4	9,3
VAS12 254°/2000m	3	42	0,01	7,9	0,6		7,1	6,1
	<b>middel</b>	<b>47</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,6</b>	<b>-</b>	<b>7,3</b>	<b>7,4</b>
	SD	5	-	0,3	0,0		0,2	1,6
VAS13 344°/250m	1	48	0,01	7,2	0,5		6,6	5,8
VAS13 344°/250m	2	36	<0,01	7,2	0,4		6,4	6,0
VAS13 344°/250m	3	121	0,01	7,5	0,6		7,0	6,3
	<b>middel</b>	<b>68</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,3</b>	<b>0,5</b>	<b>-</b>	<b>6,7</b>	<b>6,0</b>
	SD	46	-	0,2	0,1		0,3	0,3

forts.

**Tabell 2.7. forts.**

Stasjon	Prøve	Ba mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Hg mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg
VAS14 344°/500m	1	82	0,01	7,7	0,6		6,4	5,8
VAS14 344°/500m	2	75	<0,01	7,4	0,4		6,8	5,7
VAS14 344°/500m	3	52	<0,01	7,2	0,4		6,4	5,5
	<b>middel</b>	<b>70</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,4</b>	<b>0,5</b>	-	<b>6,5</b>	<b>5,7</b>
	SD	16	-	0,2	0,1		0,3	0,2
VAS15 344°/1000m	1	80	<0,01	7,4	0,5		6,5	7,2
VAS15 344°/1000m	2	57	<0,01	7,7	0,5		6,7	5,6
VAS15 344°/1000m	3	68	<0,01	7,8	0,5		7,3	6,2
	<b>middel</b>	<b>68</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,6</b>	<b>0,5</b>	-	<b>6,8</b>	<b>6,3</b>
	SD	12	-	0,2	0,0		0,4	0,8
<b>Valhall referansestasjon</b>								
Ref. 254°/15000m	1	58	<0,01	8,2	0,5	<0,01	7,7	6,7
Ref. 254°/15000m	2	61	<0,01	8,3	0,6	<0,01	8,1	6,8
Ref. 254°/15000m	3	38	<0,01	8,0	0,5	<0,01	7,4	6,9
Ref. 254°/15000m	4	53	<0,01	8,3	0,6	<0,01	8,0	6,6
Ref. 254°/15000m	5	56	<0,01	7,9	0,5	<0,01	7,4	5,9
	<b>middel</b>	<b>53</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>8,1</b>	<b>0,5</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>7,7</b>	<b>6,6</b>
	SD	9	-	0,2	0,1		0,3	0,4
Ref. 254°/15000m	1-3cm, #4	63	<0,01	8,4	0,5	<0,01	8,1	7,0
Ref. 254°/15000m	3-6cm, #4	195	0,01	8,8	0,6	<0,01	8,8	9,0

-: ikke analysert

**Tabell 2.8. Valhall Flanke Nord og Sør, Enkeltforbindelser av NPD, PAH og dekaliner**

Forbindelse	<b>(<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math> tørt sediment)</b>									
	VAN 5	VAN 5	VAN 5	VAN 5	VAN 5	VAN 8	VAN 8	VAN 8	VAN 8	VAN 8
	164°/ 250m #1 $\mu\text{g}/\text{kg}$	164°/ 250m #2 $\mu\text{g}/\text{kg}$	164°/ 250m #3 $\mu\text{g}/\text{kg}$	164°/ 250m 1-3 cm $\mu\text{g}/\text{kg}$	164°/ 250m 3-6 cm $\mu\text{g}/\text{kg}$	164°/ 2000m #1 $\mu\text{g}/\text{kg}$	164°/ 2000m #2 $\mu\text{g}/\text{kg}$	164°/ 2000m #3 $\mu\text{g}/\text{kg}$	164°/ 2000m 1-3 cm $\mu\text{g}/\text{kg}$	164°/ 2000m 3-6 cm $\mu\text{g}/\text{kg}$
Naftalen	0,8	0,6	0,7	1,0	0,8	0,6	0,7	0,6	0,5	0,8
C1-Alkylnaftalener	0,8	0,7	0,9	1,2	0,8	1,7	0,4	0,4	0,3	1,1
C2-Alkylnaftalener	2,6	1,7	1,8	3,9	3,1	1,2	1,2	1,1	1,9	2,9
C3-Alkylnaftalener	4,9	2,9	2,7	5,7	4,4	2,2	3,4	2,4	3,9	4,5
Fenantren	1,3	1,0	1,4	6,2	2,0	1,4	1,2	1,2	1,5	3,3
Antracen	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,7
C1-Alkylfenantrener/Antracener	1,8	1,5	1,7	3,8	2,3	1,9	1,6	1,4	2,0	3,6
C2-Alkylfenantrener/Antracener	3,4	2,3	3,4	3,8	3,4	2,4	2,8	3,0	2,9	5,6
C3-Alkylfenantrener/Antracener	2,8	2,1	3,6	3,9	3,4	3,1	3,1	2,7	3,5	7,0
Dibenzotiofen	0,1	nd	nd	0,4	0,1	0,2	0,1	nd	nd	0,2
C1-Alkyldibenzotiofener	0,5	nd	0,2	0,3	0,4	0,2	0,1	nd	nd	0,5
C2-Alkyldibenzotiofener	0,5	nd	0,7	0,7	0,7	0,8	0,3	0,3	0,3	0,8
C3-Alkyldibenzotiofener	1,1	0,8	1,2	1,3	1,6	1,2	1,0	0,8	0,7	2,7
<b>Sum NPD</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>32</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>34</b>
C5-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	22
C6-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	22
C7-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	20
C8-Akyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	25
<b>Sum Dekaliner</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>89</b>
Naftalen	0,8	0,6	0,7	1,0	0,8	0,6	0,7	0,6	0,5	0,8
Acenaften	nd	nd	nd	0,9	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Acenaftylen	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fluoren	0,1	0,2	0,1	1,5	nd	0,4	nd	nd	nd	nd
Fenantren	1,3	1,0	1,4	6,2	2,0	1,4	1,2	1,2	1,5	3,3
Antracen	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,7
Fluoranten	2,7	2,3	3,6	6,4	4,9	3,7	2,7	2,8	3,9	8,7
Pyren	1,7	1,8	2,6	4,4	3,6	2,4	1,9	2,1	2,7	6,9
Benzo(a)antracen	1,1	1,1	1,3	2,2	2,0	1,4	1,2	1,2	1,2	3,5
Krysen/Trifenylen	2,3	2,2	3,1	3,8	3,5	2,3	2,2	2,8	3,0	6,0
Benzo(a)pyren	2,3	2,2	3,3	3,5	3,3	2,2	2,0	2,2	2,5	7,2
Benzo(b,j,k)fluoranten	14,3	13,3	18,1	18,0	18,9	11,3	14,3	14,1	14,5	32,2
Benzo(g,h,i)perylen	11,4	11,5	14,2	13,5	13,6	10,6	11,8	11,7	11,7	21,3
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	10,4	9,6	12,5	11,6	12,8	9,4	9,1	9,4	9,5	17,7
Dibenzo(a,h)antracen	1,4	1,5	1,4	1,7	1,2	1,0	1,4	1,4	1,4	2,8
<b>Sum PAH</b>	<b>50</b>	<b>47</b>	<b>62</b>	<b>75</b>	<b>66</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>52</b>	<b>111</b>

nd: ikke påvist

 NPD 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	VAS 5 164°/ 250m #1 µg/kg	VAS 5 164°/ 250m #2 µg/kg	VAS 5 164°/ 250m #3 µg/kg	VAS 5 164°/ 250m 1-3 cm µg/kg	VAS 5 164°/ 250m 3-6 cm µg/kg	VAS 8 164°/ 2000m #1 µg/kg	VAS 8 164°/ 2000m #2 µg/kg	VAS 8 164°/ 2000m #3 µg/kg	VAS 8 164°/ 2000m 1-3 cm µg/kg	VAS 8 164°/ 2000m 3-6 cm µg/kg
Naftalen	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3
C1-Alkylnaftalener	0,4	0,6	0,2	0,2	0,6	1,1	0,4	0,5	0,6	0,3
C2-Alkylnaftalener	0,5	0,6	0,8	0,8	1,8	0,4	0,4	0,3	0,2	1,1
C3-Alkylnaftalener	2,7	1,3	2,3	2,4	3,2	0,2	0,5	0,8	1,2	0,8
Fenantren	0,8	0,7	1,0	0,9	1,8	0,6	0,6	0,7	0,8	0,5
Antracen	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C1-Alkylfenantrener/Antracener	1,1	0,9	1,5	1,2	2,2	0,9	0,5	0,4	1,0	0,5
C2-Alkylfenantrener/Antracener	2,1	1,9	2,3	2,3	3,2	1,4	1,0	0,9	1,6	1,1
C3-Alkylfenantrener/Antracener	2,3	1,9	2,1	2,6	3,3	0,9	0,9	0,7	1,6	1,1
Dibenzotiofen	nd	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	nd	0,2	nd
C1-Alkyldibenzotiofener	nd	nd	nd	nd	0,3	nd	nd	nd	0,2	nd
C2-Alkyldibenzotiofener	0,2	nd	nd	nd	0,3	nd	nd	nd	0,2	nd
C3-Alkyldibenzotiofener	0,8	0,5	0,6	0,9	1,2	0,4	nd	nd	0,6	nd
<b>Sum NPD</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>5</b>
C5-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C6-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C7-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C8-Akyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Sum Dekaliner</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>
Naftalen	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3
Acenaften	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Acenaftylen	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fluoren	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,5	nd
Fenantren	0,8	0,7	1,0	0,9	1,8	0,6	0,6	0,7	0,8	0,5
Antracen	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fluoranten	2,1	1,8	2,3	2,7	4,1	1,6	1,5	1,3	2,0	1,6
Pyren	1,6	1,2	1,7	1,8	3,6	1,0	1,0	0,9	1,5	1,1
Benzo(a)antracen	0,7	0,7	1,2	1,0	2,1	0,8	0,6	0,5	0,7	0,6
Krysen/Trifenylen	1,6	1,4	2,0	2,4	3,4	1,3	1,2	1,0	1,1	1,1
Benzo(a)pyren	1,3	1,0	1,9	2,0	3,3	0,8	0,7	0,5	0,8	0,8
Benzo(b,j,k)fluoranten	9,0	8,1	10,1	11,9	16,1	5,2	5,3	4,0	4,1	4,9
Benzo(g,h,i)perylen	8,2	7,7	8,8	9,9	11,2	4,2	4,2	3,5	4,1	4,2
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	7,2	5,7	7,4	7,3	10,2	3,6	3,5	2,7	3,4	3,2
Dibenzo(a,h)antracen	0,9	0,6	0,8	1,0	1,7	0,5	0,4	0,1	0,4	0,1
<b>Sum PAH</b>	<b>34</b>	<b>29</b>	<b>38</b>	<b>41</b>	<b>58</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>18</b>

nd: ikke påvist

NPD og PAH. Deteksjonsgrense: 0.1 µg/kg

C5-8 Dekaliner. Deteksjonsgrense: 50 µg/kg

**Tabell 2.8. forts**

Forbindelse	Ref Valhall	Ref Valhall	Ref Valhall	Ref Valhall	Ref Valhall	Ref Valhall	Ref Valhall
	254°/ 15000m #1 µg/kg	254°/ 15000m #2 µg/kg	254°/ 15000m #3 µg/kg	254°/ 15000m #4 µg/kg	254°/ 15000m #5 µg/kg	254°/ 1-3 cm µg/kg	254°/ 3-6 cm µg/kg
Naftalen	0,3	0,7	0,4	0,7	0,5	0,4	0,9
C1-Alkylnaftalener	0,5	1,0	0,4	0,8	0,1	0,3	1,0
C2-Alkylnaftalener	-0,2	1,5	0,7	1,2	0,5	0,3	3,4
C3-Alkylnaftalener	1,4	2,7	2,2	2,9	2,1	1,5	6,3
Fenantren	1,0	1,4	0,8	1,1	1,5	1,7	3,5
Antracen	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C1-Alkylfenantrener/Antracener	1,1	1,7	0,7	1,2	1,5	1,7	3,2
C2-Alkylfenantrener/Antracener	1,9	2,9	1,7	2,2	2,2	2,6	4,4
C3-Alkylfenantrener/Antracener	1,8	2,1	1,1	1,5	1,9	2,3	4,4
Dibenzotiofen	nd	0,1	nd	0,1	0,1	0,1	0,2
C1-Alkyldibenzotiofener	nd	0,1	nd	0,1	0,1	nd	0,4
C2-Alkyldibenzotiofener	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3	0,7
C3-Alkyldibenzotiofener	0,5	0,6	0,4	0,7	0,6	0,5	1,2
<b>Sum NPD</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>30</b>
C5-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C6-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C7-Alkyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C8-Akyldekaliner	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Sum Dekaliner</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>	<b>nd</b>
Naftalen	0,3	0,7	0,4	0,7	0,5	0,4	0,9
Acenaften	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Acenaftylen	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fluoren	nd	0,2	nd	nd	nd	nd	0,8
Fenantren	1,0	1,4	0,8	1,1	1,5	1,7	3,5
Antracen	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fluoranten	2,3	4,2	2,0	3,0	3,2	4,2	8,2
Pyren	1,4	2,7	1,5	2,0	2,2	2,9	6,0
Benzo(a)antracen	1,0	1,8	1,0	1,1	1,3	1,9	3,1
Krysen/Trifenylen	1,9	3,2	1,8	2,6	2,9	3,4	6,1
Benzo(a)pyren	1,5	2,3	1,5	1,8	2,1	3,1	5,3
Benzo(b,j,k)fluoranten	9,1	13,3	9,4	10,9	13,9	15,1	28,9
Benzo(g,h,i)perylen	7,3	8,3	7,6	8,9	10,1	10,0	16,4
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	6,5	8,3	5,7	7,4	8,4	9,8	14,7
Dibenzo(a,h)antracen	0,6	1,3	0,7	0,7	0,3	0,9	1,9
<b>Sum PAH</b>	<b>33</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>40</b>	<b>46</b>	<b>53</b>	<b>96</b>

nd: ikke påvist

NPD og PAH. Deteksjonsgrense: 0.1 µg/kg

C5-8 Dekaliner. Deteksjonsgrense: 50 µg/kg

Valhall flankene 2001 - 59000369	VAS 1	VAS 2	VAS 3	VAS 4	VAS 5	VAS 6	VAS 7	VAS 8	VAS 9	VAS 10	VAS 12	VAS 13	VAS 14	VAS 15
<b>CNIDARIA</b>														
<b>HYDROZOA</b>														
Hydrozoa spp.	4	2	8	5	1	3	2			4		1	1	1
<b>PHORONIDA</b>														
Phoronis muelleri	30	21	29	26	14	19	23	10	16	23	23	29	24	16
<b>ANTHOZOA</b>														
Edwardsia sp.		3	3	3	3	2	1				1		4	1
Cerianthus lloydii	1	2	1	3	3	1	1	1	2	2			1	3
Kophobelemnion stelliferum								1						
<b>SIPUNCULIDA</b>														
Golfingia spp.		1					1							
Phascolion strombi	1		1		1	3	1	2			2	1		
Onchesoma steenstrupi				1										
Priapulus caudatus	1													
<b>ASCIDIACEA</b>														
Ascidiacea spp.				1				1			1			
<b>NEMERTINI</b>														
Nemertea spp.	6	11	8	5	9	8	6	10	3	11	10	11	4	5
<b>PLATYHELMINTHES</b>														
Platyhelminthes spp.	3	5	4	4	3	3		1	1	2		2	2	1
<b>ANNELIDA</b>														
<b>OLIGOCHAETA</b>														
Oligochaeta spp.		1												1
<b>POLYCHAETA</b>														
<b>Aphroditidae</b>														
Aphrodita aculeata										2		1		
<b>Polynoidae</b>														
Harmothoe spp.	1	3	3	2	1	4		2	3	1	1		1	3
<b>Sigalionidae</b>														
Pholoe inornata	1	4	4	1	1		4	2	1	1	6	4	9	1
Pholoe pallida										1				
Sthenelais boa	4	1	4	11	3	3	3	1	3	3	6	5	4	7
<b>Phyllococidae</b>														
Phyllococe groenlandica	2	1								1	3	1	2	
Phyllococe rosea								2						2
Eteone barbata		1			1									
<b>Glyceridae</b>														
Glycera alba	8	9	5	10	3	6	6	5	5	6	5	3	4	3
Glycera rouxii	1													
<b>Goniadidae</b>														
Goniada maculata	24	17	19	16	19	15	29	33	26	22	29	14	25	32
Glycinde nordmanni	1			2							2			1
<b>Sphaerodoridae</b>														
Sphaerodorum gracilis						1				1	2	1		1
<b>Hesionidae</b>														
Ophiodromus flexuosus		1				1	1				2			1
<b>Pilargidae</b>														
<b>Nereididae</b>														
<b>Nephtyidae</b>														
Nephtys longosetosa	6	16	9	4	12	9	8	14	10	5	12	6	4	6
Nephtys hombergi		3	1	2						1	1	1	1	
Nephtys caeca			1	1										
<b>Amphinomidae</b>														
Paramphinome jeffreysii	3	4	6	8	4	4	2	3	7	13	22	20	17	19
<b>Spintheridae</b>														
<b>Lumbrineridae</b>														
Lumbrineris magnidentata	1											1		
<b>Orbiinidae</b>														
Scoloplos armiger	3	9	6	3	9	8	9	8	6	7	11	5	12	13
<b>Paraonidae</b>														
Aricidea simonae	8	4	3	3	5	8	6	4	3	3	6	4	2	3
Aricidea minuta	1	4		3		2		1		3	1	1		
Levinsenia gracilis	5	8	3	3	12	1	1	2	8	4	26	7	26	9
Paradoneis lyra											1			
<b>Apistobranchidae</b>														
Apistobranchus tullbergi		1												
<b>Poecilochaetidae</b>														
Poecilochaetus serpens		1				1	1	1				1		
<b>Spionidae</b>														
Aonides paucibranchiata	16	10	16	15	6	17	11	10	12	10	13	11	7	14
Prionospio cirrifera	1		2		4	2	2				2	5	3	
Scolecopsis tridentata				1				2						
Scolecopsis bonnierii				1										
Spiophanes kroyeri	4		5	12	4	14	7	9	8	8	12	4	3	4
Spiophanes bombyx	8	13	11	10	6	9	8	11	4	8	9	5	8	12
Polydora coeca	3		1	1		1				2	2	2		
Spio filicornis						1	1	1						
<b>Cirratulidae</b>														

Valhall flankene 2001 - 59000369	VAS 1	VAS 2	VAS 3	VAS 4	VAS 5	VAS 6	VAS 7	VAS 8	VAS 9	VAS 10	VAS 12	VAS 13	VAS 14	VAS 15
Caulleriella spp.	2	2	2	2	5		4	4	2	3	1	1	2	2
Chaetozone setosa	2	4	6	3	3	3	2	2	1	4	2	2	4	2
Cirratulus cirratus		1	1	1						4			2	
Magelona papillicornis	3	5	5	2	4	2	3	7	2	8		4	1	2
<b>Flabelligeridae</b>														
Diplocirrus glaucus	2	1	3	3		1	1	1	2		2	3	2	1
<b>Capitellidae</b>														
Notomastus spp.														2
<b>Maldanidae</b>														
Praxillella praetermissa			1			2			1		1	1		
Euclymene droebachiensis					2						1			
Nicomache sp.						1								1
<b>Opheliidae</b>														
Ophelia limacina	5	9	1	3	1	2	2	5	3		1		2	
<b>Scalibregmidae</b>														
Scalibregma inflatum	1	1				1			2					
<b>Oweniidae</b>														
Myriochele oculata	1430	1360	1090	840	530	1470	534	342	1640	1850	1950	1280	2100	3490
Myriochele danielsseni						1								
Owenia fusiformis	6	4	1	5	2	3	2	3	5	1	3	4	3	4
<b>Pectinariidae</b>														
Pectinaria auricoma	4	5	4	3	2	6	3	2	5	4	9	6	3	3
Pectinaria koreni	4	1					1		1		1		1	
Ampharete falcata														
Ampharete baltica						1	3	4	2	2	8		1	3
Amphicteis gunneri			1											
Amythasides macroglossus									1					
Anobothrus gracilis	3			1	1	1			1	1	2		1	1
Eclysippe vanelli			1											
Trichobranchus roseus			1		1				1	2	7	1		
Trichobranchus glacialis														
Lanice conchilega		1												
Lysilla loveni		1				1								
<b>Sabellidae</b>														
Chone infundibuliformis				1										
Chone dumeri					1									
<b>Serpulidae</b>														
Ditrupa arietina											11	1		2
Hydroides norvegica											1			
<b>CRUSTACEA</b>														
<b>CUMACEA</b>														
Diastylis spp.					1				1				1	
Eudorellopsis deformis	8	8	15	7	9	7	8	9	16	12	20	7	13	9
Hemilamprops roseus	1	1		1	1	2	3		2	2	3	4		2
Hemilamprops sp.													2	
Pseudocuma spp.				1		1								
<b>ISOPODA</b>														
Caprellidae spp.			1	1					1	1	2			1
<b>AMPHIPODA</b>														
Harpinia antennaria			1	3	1				1			2		
Metopa sp.										1				
Ampelisca sp.							1	1			1			1
Ampelisca brevicornis						1		3						1
Ampelisca macrocephala		1		1			2							
Amphipoda spp.											1			
Westwoodilla caecula	1		2	1		1				1				1
Tryphosites longipes				2	1	1	2						1	1
Leucothoe lilljeborgi					1						1			
Corystes cassivelaunus	1		2		1									
Pontocrates sp.	2	1	2		2			3	2	1	1	3	1	1
Themisto spp.				1			2	2				1		
Photis longicaudata			1							1				
Photis reinhardi			1											
Hippomedon propinquus/robustus	2	2			1		14	1			13	2		
Siphonocetes kroeyeranus											1			
Dulichia sp.			1	1										
Autonoe longipes			1					4						
Argissa hamatipes							1			1			2	
Amphilochoides boeckii			1											
Ebalia tuberosa											1			
Bathyporeia elegans	1	1		3	1	1	2	3						1
Iphimedia obesa	1	1												
Tryphosella nanoides			1											
Gitanopsis sp.			1	1										
Cheirocratus sundevalli								1						
Paguridae sp.	1										1			
<b>MOLLUSCA</b>														
Chaetoderma nitidulum	4	5	3		7	5	8	3	13	10	9	10	13	12

<b>Valhall flankene 2001 - 59000369</b>	<b>VAS 1</b>	<b>VAS 2</b>	<b>VAS 3</b>	<b>VAS 4</b>	<b>VAS 5</b>	<b>VAS 6</b>	<b>VAS 7</b>	<b>VAS 8</b>	<b>VAS 9</b>	<b>VAS 10</b>	<b>VAS 12</b>	<b>VAS 13</b>	<b>VAS 14</b>	<b>VAS 15</b>
<i>Colus gracilis</i>								1						
<i>Epitonium cf. trevelyanum</i>			1											
<i>Lunatia montagui</i>				1										1
<i>Acteon tornatilis</i>		1								1	1			
<i>Cylichna cylindracea</i>	5	2	2	1			2	2			1			2
<i>Philine scabra</i>			1								1	1		3
<i>Philine sp.</i>						1		1						
<i>Odostomia sp.</i>	1													
<i>Turbonilla interrupta</i>														1
<i>Nudibranchia sp.</i>			1	3		1		4	1					
<i>Abra cf. nitida</i>				1										
<i>Abra prismatica</i>					1			1				1		
<i>Acanthocardia echinata</i>	1		1											2
<i>Astarte montagui</i>	1		2	3	1	1		1	1				1	
<i>Chamelea striatula</i>	3	1	3	2	2	1	4	2	1	5		1	1	5
<i>Cochlodesma praetenu</i>		1												
<i>Dosinia lincta</i>				1					1					
<i>Montacuta ferruginosa</i>	2			1	1									1
<i>Montacuta substriata</i>	4	6	2	10	4	2			5	2	4	1	10	1
<i>Musculus niger</i>												1		1
<i>Mya truncata</i>				1										1
<i>Mysella bidentata</i>	1	4	3	10	2	33	6	5	13	61	21	3	16	14
<i>Mysia undata</i>				1										
<i>Nuculoma tenuis</i>				1								2		
<i>Phaxas pellucidus</i>	1	1	1		4	3	2	4	2	5	1	2	2	1
<i>Spisula subtruncata</i>	1		1									1		
<i>Thracia phaseolina</i>						1								
<i>Thyasira flexuosa</i>					2						3	1		2
<i>Antalis entale</i>	13	14	14	10	11	2	3		14	21	23	16	25	28
<b>ECHINODERMATA</b>														
<i>Astropecten irregularis</i>		1			1	1					1	1	1	
<i>Asteroidea spp. juv.</i>	5	2	4	8	2	5		10	4	1	2	4	5	1
<i>Amphiura filiformis</i>	13	36	26	21	34	29	38	28	35	45	31	35	58	34
<i>Ophiura affinis</i>	3	1	5	2	1	3	3	1			5	1	3	3
<i>Ophiura sarsii</i>									1					
<i>Ophiuroidea spp.juv</i>	216	313	209	345	209	276	290	168	301	377	478	349	303	289
<i>Echinocardium sp.</i>	5	6	3	6	4	4	1	2	6	1	2	5	7	2
<i>Leptosynapta inhaerens</i>											1			