

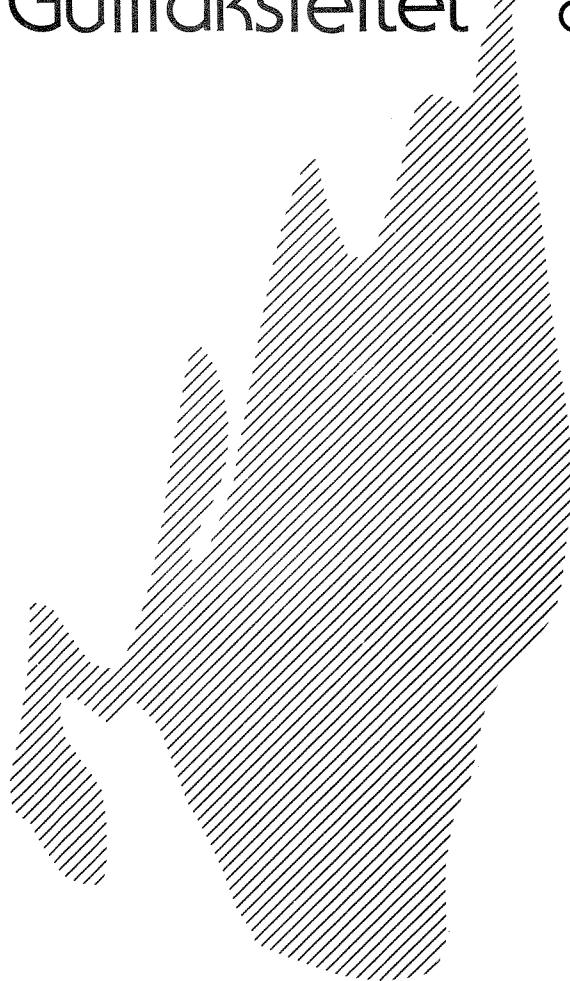
O-
86069

1911

ARKIV
EKSEMPLAR

O-86069

Miljøundersøkelse på
Gullfaksfeltet / april 1986



 **SENTER FOR
INDUSTRIFORSKNING**

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor
Postboks 333
0314 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen
Breiviken 2
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:	0-86069
Undernummer:	
Løpenummer:	1911
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel:	MILJØUNDERSØKELSE PÅ GULLFAKSFELTET APRIL 1986	Dato:	1.10.1986
		Prosjektnummer:	0-86069
Forfatter (e):	Brage Rygg (NIVA) Frøydis Øreld (SI) Sigve Sporstøl (SI)	Faggruppe:	Marinøkologisk
		Geografisk område:	Nordsjøen
		Antall sider (inkl. bilag):	81

Oppdragsgiver:	Den norske stats oljeselskap a.s. (STATOIL)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):	
----------------	---	----------------------------------	--

Ekstrakt: Undersøkelsen omfattet kjemisk og biologisk analyse av sedimenter fra 9 stasjoner rundt de planlagte Gullfaks A og B plattformene og brønn 106A. Sedimentene inneholdt svært lite hydrokarboner, og det ble ikke påvist oljeforurensning i noen av prøvene. Innholdet av elementer var innenfor det en venter å finne i upåvirket sediment. Sedimentene i området består for det meste av fin til grov sand. Innholdet av organisk stoff var forholdsvis lavt. Forurensningsvirkninger eller gradienter i bløtbunnfaunasammfunnene ble ikke påvist. Det var imidlertid svært få dyr i prøvene; individtettheten var bare 10% av hva som ble funnet i juli 1984. Forskjellen antas å henge sammen med tidspunktet på året. Ved framtidige undersøkelser bør prøvene ikke innsamles i april, men senere på sommeren.
--

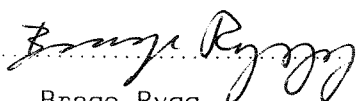
4 emneord, norske:

1. Gullfaks
2. Miljøundersøkelse 1986
3. Sedimenter
4. Hydrokarboner
Elementer
Bløtbunnfauna

4 emneord, engelske:

1. Gullfaks
2. Environmental survey 1986
3. Sediments
4. Hydrocarbons
Elements
Soft-bottom fauna

Prosjektleder:


Brage Rygg

Før administrasjonen:


Tor Bokn

ISBN 82-577-1132-2

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING (NIVA)
SENTER FOR INDUSTRIFORSKNING (SI)

NIVA-86069/SI-860410

MILJØUNDERSØKELSE PÅ GULLFAKSELTET APRIL 1986

Oslo, 1. oktober 1986

Brage Rygg, NIVA
Frøydis Øreld, SI
Sigve Sporstøl, SI

SPS/smk-860410

INNHOLDSFORTEGNELSE

	side
FORORD.....	3
SAMMENDRAG.....	4
1. INNLEDNING.....	5
2. PRØVETAKING.....	6
3. KJEMISKE OG FYSIKALSKE ANALYSER.....	8
4. BIOLOGISKE ANALYSER.....	10
5. RESULTATER OG DISKUSJON.....	11
5.1 Kjemiske analyser.....	11
5.2 Sedimentets kornfordeling og innhold av organisk stoff.....	17
5.3 Bløtbunnfauna.....	17
6. HENVISNINGER.....	27
Vedlegg 1. Analyse for hydrokarbonbestemmelser, elementbestemmelse, og kvalitetssikringsprogram.....	28
Vedlegg 2. Resultater fra hydrokarbonanalyser.....	36
Vedlegg 3. Gasskromatogrammer av ekstrakter fra sedimentprøver.....	39
Vedlegg 4. Statistiske metoder for bløtbunnfaunadata.....	60
Vedlegg 5. Komplette data fra bløtbunnfaunaprøvene.....	62
Vedlegg 6. Kumulative kurver for sedimentets kornfordeling.....	71

FORORD

Undersøkelsene av miljøet på havbunnen på Gullfaksfeltet i 1986 er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i samarbeid med Senter for industri-forskning (SI). De kjemiske analysene er utført av SI, med Frøydis Oreld og Hilde Drangsholt som medarbeidere på hydrokarbonanalyser og Ingolf Caspari på elementanalyser. Sedimentets kornfordeling og innhold av organisk stoff, samt bløtbunnfaunaen, er analysert av NIVA. Feltarbeid, samt vurdering og rapportering av resultatene, er utført av SI og NIVA i fellesskap. På feltarbeidet deltok P. Wikander (NIVA), N.B. Vogt (SI) og J. T. Staveland (STATOIL). Artsbestemmelsene av børstemark er foretatt av Pirkko Rygg, øvrige dyregrupper Per Martin Aakerøy (med bistand av Per Wikander og Øystein Stokland (Rogalandsforskning) for muslingbestemmelser).

SAMMENDRAG

Feltarbeidet for den andre grunnlagsundersøkelsen av det marine miljø på Gullfaksfeltet ble gjennomført 28. april 1986, før oppstartning av produksjonsboring, men etter at det var boret letebrønner og plassert en rørledning på bunnen. Undersøkelsen omfattet kjemisk og biologisk analyse av sedimenter fra 9 stasjoner lokalisert rundt de planlagte Gullfaks A og B plattformene og brønn 106A.

De kjemiske analysene omfattet totalmengde hydrokarboner (THC), utvalgte grupper av hydrokarboner (C_0-C_3 naftalener, C_0-C_3 fenantrener/antracener, C_0-C_3 dibenzothiophener, $C_{10}-C_{12}$ benzener, C_8 -cyclohexan, C_5-C_8 dekaliner, $C_{10}-C_{30}$ n-alkaner) og 7 elementer (Ba, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn).

Sedimentene inneholdt svært lite hydrokarboner, og det er ikke påvist signifikant oljeforurensning i noen av prøvene. Verdiene er også sammenlignbare med det som ble funnet i 1984. I begge undersøkelsene ble totalmengden av hydrokarboner (THC) målt til under 5 mg/kg tørt sediment. Innholdet av elementer er innenfor det en forventer å finne i uforstyrret sediment.

Som i 1984 ble det funnet en betydelig inhomogenitet i fordelingen av hydrokarboner i sedimentprøver tatt fra samme stasjon. Standardavvikene varierer mellom 20 % og 70 %.

Sedimentene i området består for det meste av fin til grov sand, med noe overvekt av fin sand på de fleste stasjonene.

Innholdet av organisk stoff i sedimentet var forholdsvis lavt. Glødetapet varierte fra 1.7 til 2.4%.

Forurensningsvirkninger eller gradienter i bløtbunnfaunasamfunnene innenfor undersøkelsesområdet ble ikke påvist. Artsmangfoldet tilsvarer det en normalt finner i lite eller ikke påvirkete områder. Det var imidlertid svært få dyr i prøvene. Representativiteten er derfor usikker og en direkte sammenligning mellom resultatene fra 1984 og 1986 er vanskelig. De fleste av artene som ble funnet i 1986 var blant dem som ble funnet i 1984. Det er ikke grunnlag for å hevde at det har skjedd noen forandring i løpet av de to årene.

Individtettheten i april 1986 var i gjennomsnitt bare 10% av hva som ble funnet på de samme stasjonene i juli 1984 av A/S Miljøplan. Forskjellen må antas å henge sammen med tidspunktet på året. Med en yngleperiode i vårmånedene vil individer fra årets generasjon være for små til å holdes tilbake av 1-mm silene dersom prøver tas i april. I juli har veksten bidratt til at langt flere dyr er større enn 1 mm og således holdes tilbake i silene.

Ved framtidige undersøkelser bør prøvene innsamles senere på sommeren.

1. INNLEDNING

A/S Miljøplan og Senter for industriforskning (SI) gjennomførte i 1984 en grunnlagsundersøkelse av det marine miljø på Gullfaksfeltet. Det ble tatt prøver av sedimenter fra 32 stasjoner sentrert rundt de planlagte A og B plattformene, såvel som rundt fremtidige undervanns- brønnhoder og lastebøyer. Undersøkelsen ble gjennomført før oppstartingen av produksjonsboring, men etter at det var boret 9 letebrønner (vannbasert boreslam). Undersøkelsen skulle danne basis for fremtidig miljøovervåking på Gullfaksfeltet og omfattet en detaljert kvantitativ beskrivelse av bunnfaunaen så vel som kjemiske analyser for å bestemme sedimentenes totale innhold av hydrokarboner (THC) og utvalgte aromatiske hydrokarboner (naftalener, fenantrener, dibenzothiophener). De kjemiske analysene ble utført av SI (SI rapport no 840901-1).

I 1985 ble det ved SI foretatt mer omfattende analyser av to av sedimentprøvene som i 1984 ble tatt rundt den planlagte Gullfaks A plattformen (SI rapport 841207-2). Mengden av 24 elementer såvel som mengden av alkylbenzener og bicykliske naftener (finnes mye av i boreslamsolje) og fenoler, benzosyrer og fettsyrer (finnes mye av i formasjonsvann bl.a. fra Statfjordfeltet) ble bestemt.

Hovedkonklusjonene fra de to undersøkelsene var at prøveboringen og legging av rørledninger ikke hadde hatt noen effekt på bløtbunnfaunaen. Undersøkelsen var derfor egnet som basisundersøkelse for fremtidig overvåking. Bløtbunnfaunaen hadde høy diversitet og diversitetsindeksene stemte bra med hva som er påvist i andre uforurensede områder. De kjemiske analysene viste at innholdet av hydrokarboner i sedimentene var svært lavt på hele Gullfaksfeltet, og de påviste hydrokarbonene var trolig hovedsakelig av biogen opprinnelse. Elementsammensetningen var også typisk for bakgrunnsedimenter.

Årets undersøkelse er en oppfølging av 1984 undersøkelsen. Også denne undersøkelsen er en bakgrunnsundersøkelse og ble gjennomført før borestart på Gullfaks A. Undersøkelsen omfatter færre stasjoner, men det kjemiske analyseprogrammet er mer omfattende enn i 1984.

2. PRØVETAKING

Feltarbeidet ble utført fra supply skipet "Edda Star" den 28. april 1986. Toktdeltakere var Per Wikander (NIVA), Nils B. Vogt (SI) og J. T. Staveland (Stat-oil). Sedimentprøvene ble innsamlet med en Shipek grabb fra 9 stasjoner. Plasse-
ringen av stasjonene er den samme som i 1984 (se Fig. 1). Årets undersøkelse inkluderer kun stasjon 1, 2, 3, 4, 9, 11, 15, 27 og 33.

Det ble tatt 3 grabbskudd til kjemisk analyse og kornfordeling og 5 grabbskudd til biologisk analyse. På stasjon 1, 3, 4, 11, 15 og 33 ble det også tatt en prøve for elementanalyse. Hele innholdet av grabbprøvene ble brukt til kjemisk analyse. Prøvene til hydrokarbonanalyse ble pakket i aluminiumfolie og prøvene for metallanalyse ble samlet på plastflasker. Prøvene ble umiddelbart frosset til -20°C og holdt i dypfryst tilstand inntil de ble analysert.

Grabbprøvene for biologisk analyse ble suksessivt siktet gjennom 4 og 1 mm sifter. Det biologiske materialet ble overført til plastposer og fiksert i nøytralisert formalin for transport til laboratoriet. Grabbprøvene for bestemmelse av kornfordeling og glødetap ble pakket og transportert til land ved normal utetemperatur.

For kjemisk analyse av bunndyr ble det forsøkt å samle inn materiale med tre-kantskrape. Mengden av biologisk materiale i disse prøvene var imidlertid så lite at tilfredsstillende analyser ikke kunne utføres. Ved framtidige undersøkelser bør andre innsamlingsmetoder eller eventuelt andre organismer vurderes for kjemisk analyse.

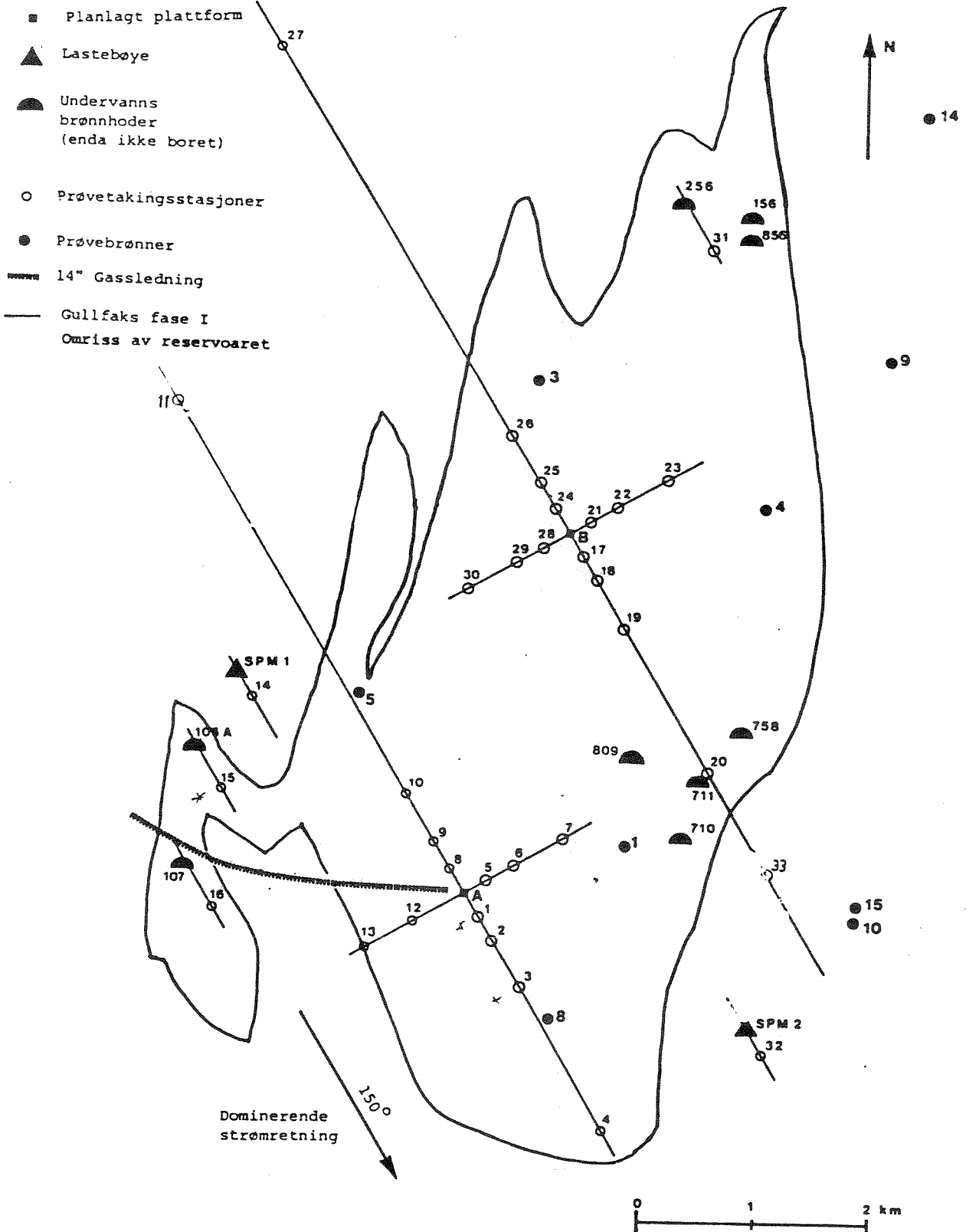


Fig. 2.1 Plassering av prøvestasjoner i forhold til prøveboringer, planlagte plattformer, lastebøyer og undervanns brønnhoder. Gullfaks 1986.

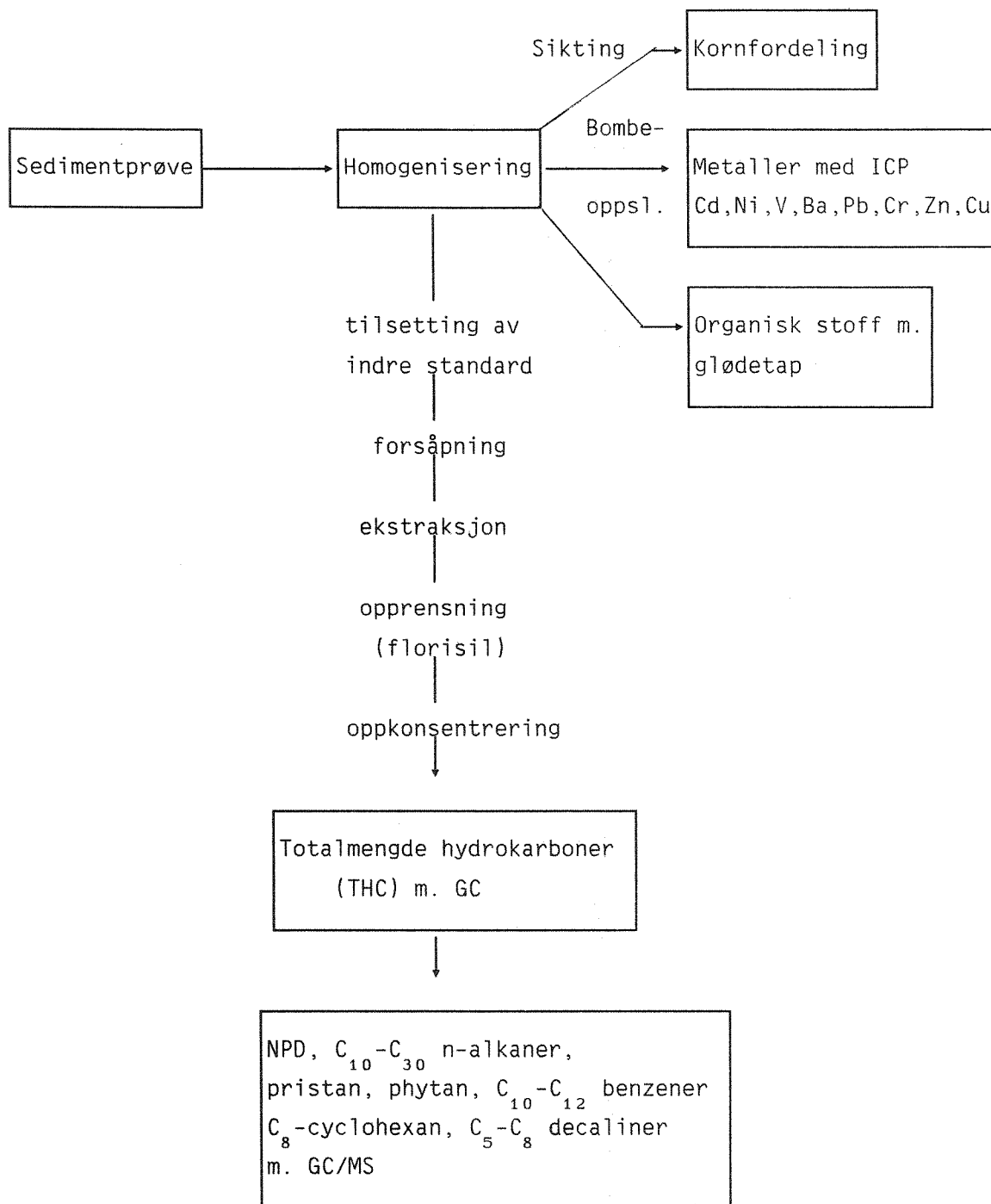
SPS/smk-860410

3. KJEMISKE OG FYSIKALSKE ANALYSER

Tabell 3.1 gir en oversikt over de parametrene som ble bestemt. Et forenklet flyteskjema over analyseprosedyren er vist i Fig. 3.1. En mer utførlig beskrivelse av analysemetodikk og kvalitetsstyringsprogram er vist i Vedlegg 1.

Tabell 3.1 Utførte analyser

Parameter	Metode/Instrument
Kornfordeling	Sikting
Organisk stoff	Glødetap
Totalmengde hydrokarboner (THC)	Forsåpning/gasskromatografi
Naftalen, fenantren, dibenzothiophen og C_1, C_2, C_3 homologer (NPD)	Forsåpning/gasskromatografi/ massespektrometri
$C_{10} - C_{30}$ n-alkaner og pristan/phytan	---
$C_{10-11-12}$ benzener	---
C_8 -cyclohexan	---
$C_{5-6-7-8}$ decalin	---
Metaller Cd, Ni, V, Ba, Pb, Cr, Zn, Cu	Bombeopplutn. (totalmengde)/ICP



Figur 3.1 Flyteskjema over analyseprosedyren.

4. BIOLOGISKE ANALYSER

Innholdet i grabbene ble silt gjennom 4,0 og 1,0-mm siler. Silbunnen består av stålplater perforert med runde hull (Hovgaard 1973). Gjenværende materiale i silene ble fiksert i nøytralisert formalin. I laboratoriet ble prøvene farget med bengalrosa, og gjennomgått under lampelupe og binokularlupe. Alle dyr ble sortert ut, identifisert og tallet. Som utgangspunkt for databehandling forelå således: Rekken av individantall pr. art fra art nr.1 til art nr. S (S = artsantallet i prøven).

Følgende statistiske parametre og karakteristika ble beregnet:

- artsantall (S)
- individantall (N)
- artsmangfold (diversitet) som Shannon-Wiener indeks (H)
- artsmangfold som forventet artsantall pr. 20 individer ($ES(n=20)$)
- artsmangfold ved "rarefaction" (artsmangfold som funksjon av individantall) etter Hurlberts metode
- klyngeanalyse (stasjonenes likhet mht. artssammensetning)

5. RESULTATER OG DISKUSJON

5.1. KJEMISKE ANALYSER

Hydrokarboner

Tabell 5.1.1 viser totalmengde hydrokarboner (THC) innenfor kokepunktområdet fra n-C₁₀ alkan til n-C₄₀ alkan, samt mengden av naftalener, fenantrener/ antracener og dibenzothiofener (NPD). Dette er de parametrene som er blitt mest benyttet ved miljøundersøkelser på norsk sokkel. I tabell 5.1.2 sammenlignes konsentrasjonene av THC og NPD i 1984 og 1986. Tabell 5.1.3 viser en serie med andre parametre det også er blitt målt på. Dette er n-alkanene i kokepunktområdet fra n-C₁₀ til n-C₃₀ samt pristan og phytan. I tillegg er mengden av utvalgte alkylbenzener (C₁₀-C₁₂), C₈-cyclohexan samt C₅-C₈ dekaliner bestemt. Alle disse forbindelser er blant hovedkomponentene i boreslamsoljer fra Norsk Olje a.s. som skal benyttes på Gullfaksfeltet. (SI rapport 84 12 07 - 1).

Hovedkonklusjonen er den samme som i 1984: Sedimentene på Gullfaksfeltet inneholder svært lite hydrokarboner, og ingen signifikant oljeforurensning er påvist på noen av stasjonene. Tabell 5.1.2 viser at verdiene som ble målt ved de to undersøkelsene er svært like, med konsentrasjoner på under 5 mg THC/kg tørt materiale. THC konsentrasjonene er faktisk under kvantifiseringsgrensen på flere stasjoner. NPD verdiene er også lave, langt under 0.03 mg/kg tørt materiale på de fleste stasjoner.

Gasskromatogrammene (vedlegg 3) viser også at prøvene stammer fra ikke-forurensede sedimenter. De aller fleste kromatogrammene er typiske for bakgrunnsprøver. De eneste unntakene er stasjon 3 (Gullfaks A 150⁰/1000 m) og stasjon 15 (Brønn 106A 150⁰/500 m). "Bulken" i kromatogrammene er her litt større enn for de andre prøvene. For stasjon 15 ble dette også observert i 1984. Profilen på disse kromatogrammene er ikke ulike det en kan forvente dersom sedimentet inneholder små rester av delvis degradert olje. NPD verdiene er imidlertid like lave her som på de andre stasjonene, noe som tyder på at det også her dreier seg om biogent materiale.

Også konsentrasjonene av n-alkaner, pristan og phytan er lave og under kvantifiseringsgrensen for mange stasjoner. Det samme er tilfelle for

alkylbenzener, cykloalkaner og bicykloalkaner. For de siste tre kategorier forbindelser ble det ikke funnet detekterbare mengder på noen stasjoner. Dette var også tilfelle for de to sedimentprøvene fra 1984 undersøkelsen som ble analysert på SI i 1985 (SI rapport 84 12 07 - 2).

Det er tidligere observert at hydrokarboner ofte er ujevnt fordelt i sedimentene, spesielt dersom sedimentene er forurensset med cuttings fra oljeholdig boreslam. For å få et mål på hvor ujevnt hydrokarbonene er fordelt i sedimentene på Gullfaksfeltet er det analysert prøver fra 3 grabbskudd på stasjon 1, 4 og 15 og 5 grabbskudd på stasjon 11. Resultatene er sammenfattet i tabell 5.1.4, og viser et standardavvik på 30-70% for THC og 20-30% for NPD. Disse tallene er av samme størrelsesorden som det som ble målt på stasjon 1 og 4 i 1984. Alle disse tallene er betydelig over usikkerheten i analysemetoden, som er målt til $\pm 4.7\%$ standardavvik for THC og 1.7% standardavvik for NPD (se vedlegg 1).

Metaller

Undersøkelsen i 1984 inkluderte ikke metaller. I 1985 ble det imidlertid utført slike analyser (24 elementer) på prøver tatt i 1984 fra stasjon 1 og 4. Både totalmengde og syreløslig mengde (ofte kalt "the labile tracemetals") ble da målt. Verdiene for totalmengden var opptil 10 ganger høyere enn syreløslig mengde, noe som kan ha sammenheng med at prøvene inneholder mest sand og stein.

I årets undersøkelse er totalmengden av 7 elementer bestemt (Ba, Cd, Cr, Ni, Pb, V, Zn). Verdiene sammen med verdiene målt i sedimentene som ble samlet i 1984 er gitt i tabell 5.1.5.

Resultatene viser at verdiene fra 1984 og 1986 er sammenlignbare. I begge tilfeller er konsentrasjonene innenfor det en forventer å finne i uforstyrret sediment.

Tabell 5.1.1 Konsentrasjon av hydrokarboner i sedimenter på Gullfaksfeltet. Der hvor det er oppgitt flere verdier for samme stasjon, så er dette verdier målt i forskjellige grabbprøver.

Stasjon	Posisjon	THC ¹ mg/kg tørrvekt (ppm)	NPD ² mg/kg tørrvekt
Gullfaks A			
1a	150 ⁰ /250 m	1.40 ³	0.00918
1b	-"-	4.21	0.0230
1c	-"-	1.53 ³	0.0129
2	150 ⁰ /500 m	1.22 ³	0.00939
3	150 ⁰ /1000 m	4.11	0.00732 ⁵
4a	150 ⁰ /2500 m	1.64 ³	0.0159
4b	-"-	2.59	0.00985
4c	-"-	0.82 ³	0.0103
9	330 ⁰ /500 m	2.40	0.0254
11a	330 ⁰ /5000 m	0.65 ³	0.0117
11b	-"-	0.92 ³	0.0163
11c	-"-	0.57 ³	0.0148
11d	-"-	0.43 ⁴	0.0215
11e	-"-	0.78 ³	0.0153

Gullfaks B			
27	330 ⁰ /5000 m	1.03 ³	0.00265 ⁵
33	150 ⁰ /3500 m	1.41 ³	0.00577 ⁵

Brønn 106 A			
15	150 ⁰ /500 m	2.00	0.0152
15	-"-	1.16 ³	0.0107
15	-"-	1.32 ³	0.0183

- 1) THC = totalmengde hydrokarboner i kokepunktområdet fra n-C₁₀ alkan til n-C₄₀ alkan.
- 2) NPD = sum⁴⁰naftalen, fenantren/antracen, dibenzothiofen og deres C₁, C₂ og C₃ alkyl homologer.
- 3) Verdien er under kvantifiseringsgrensen som er 1.90 mg/kg (ppm). Se vedlegg 1.
- 4) Verdien er under deteksjonsgrensen som er 0.57 mg/kg (ppm). Se vedlegg 1.
- 5) Verdien er under kvantifiseringsgrensen som er 0.0080 mg/kg (ppm). Se vedlegg 1.

Tabell 5.1.2 Gjennomsnittlige THC og NPD verdier målt i 1984 og 1986.

STASJON	THC (mg/kg tørt sediment)		NPD (mg/kg tørt sediment)	
	1984	1986	1984	1986
Gullfaks A				
1	2.45	2.38	0.00638	0.0152
2	2.35	1.22	0.00638	0.00939
3	3.99	4.11	0.0100	0.00732
4	3.52	1.68	0.00966	0.0120
9	3.19	2.40	0.00327	0.0254
Gullfaks B				
27	2.06	1.03	0.00630	0.00265
Brønn 106 A				
15	5.00	1.49	0.0130	0.0147

Tabell 5.1.3 Konsentrasjon ($\mu\text{g kg}^{-1}$ tørt sediment) av n-alkaner, pristan, phytan, C_{10} -, C_{11} - og C_{12} -alkylbenzen, n-oktylcyclohexan og C_5 -, C_6 -, C_7 - og C_8 -alkyldekalin. Alle verdiene er korrigert for gjennomsnittsverdien i 4 blindprøver. Der hvor ingen verdi er oppgitt er konsentrasjonen under kvantifiseringsgrensen.
 *) Deteksjonsgrensen er 3 standardavvik i 4 blindprøver. **) Kvantifiseringsgrensen er 10 standardavvik i 4 blindprøver.

GULLFAKS A																					
n-alkaner	#1A	#1B	#1C	#2	#3	#4A	#4B	#4C	#9	#11A	#11B	#11C	#11D	#11E	Gullfaks B	Undervanns-brønner	Deteksjonsgrense *	Kvantifiseringsgrense **			
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$																	39	130			
$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$																	11	36			
$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$																	5	17			
$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$		2	1	3													0.30	0.9			
$\text{C}_{14}\text{H}_{30}$																	10	33			
$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$																	0.8	2.6			
$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$																	13	43			
$\text{C}_{17}\text{H}_{36}$																	3	9			
$\text{C}_{18}\text{H}_{38}$																	9	31			
$\text{C}_{19}\text{H}_{40}$																	1	4			
$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$																	5	18			
$\text{C}_{21}\text{H}_{44}$									1								0.6	2			
$\text{C}_{22}\text{H}_{46}$																	2.5	8			
$\text{C}_{23}\text{H}_{48}$		2	5	3	3	6	3	3	1	2					1	2	1	2	0.4	1.3	
$\text{C}_{24}\text{H}_{50}$			10	3	4	8	10	5	4							5				1.2	4.3
$\text{C}_{25}\text{H}_{52}$		7	32	6	9	14	19	10	3	9	3				2	2	12	4	7	1.1	3.6
$\text{C}_{26}\text{H}_{54}$		5	31	5	8	14	29	12	10	4						10	4	8		1.7	5.5
$\text{C}_{27}\text{H}_{56}$		12	40	16	24	25	41	25	21	10						17	10	18		3	10
$\text{C}_{28}\text{H}_{58}$			45	17	27	30	53	31	24							20		20		4.5	15
$\text{C}_{29}\text{H}_{60}$		32	90	50	60	54	70	68	63	27	22	24	32	49		52	34	49		7	24
$\text{C}_{30}\text{H}_{62}$		16	100	37	34	47	50	46	51	22	18		16	28		55	28	28		5	17
Pristan			5.8						2							4		2		0.7	2.3
Phytan			4.0																	1.3	4.3
C_{10} -alkylbenzen																				1.5	5
C_{11} -alkylbenzen																				1.5	5
C_{12} -alkylbenzen																				1.5	5
n-oktylcyclohexan																				1.5	5
C_5 -alkyldekalin																				1.5	5
C_6 -alkyldekalin																				1.5	5
C_7 -alkyldekalin																				1.5	5
C_8 -alkyldekalin																				1.5	5

SPS/smk-860410

Tabell 5.1.4 Gjennomsnittsverdier og standardavvik fra analyse av flere grabbskudd fra samme stasjon.

Stasjon	Grabbskudd	THC (mg/kg tørt materiale)	NPD (mg/kg tørt materiale)
1	3	2.38±1.58 (±66%)	0.0150±0.0071 (±27%)
4	3	1.68±0.89 (±53%)	0.0120±0.0033 (±28%)
15	3	1.49±0.45 (±30%)	0.0147±0.0038 (±26%)
11	5	0.67±0.19 (±28%)	0.159±0.0036 (±23%)

Tabell 5.1.5 Elementer i sedimenter fra Gullfaksfeltet (totalmengde) i mg/kg tørt materiale. For sammenligningens skyld er det også tatt med verdier fra 1984.

Stasjon Element	1986						1984	
	1	3	4	11	15	33	1	4
Ba	260	420	410	370	340	250	330	360
Cd	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cr	12	15	15	15	12	18	~10	~10
Cu	<10	<10	<10	<10	<10	<10	~ 5	~ 5
Ni	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Pb	<100	<100	<100	<300	<200	<200	-	-
V	15	22	22	22	30	18	~10	~10
Zn	<10	<10	<10	<10	<10	<10	17	19

5.2 SEDIMENTETS KORNFORDDELING OG INNHOLD AV ORGANISK STOFF

Den mediane kornstørrelse og sedimentets innhold av organisk materiale, målt som glødetap ved 450 °C i 24 timer, er vist i Tabell 5.2.1. Kumulative kurver for kornfordeling finnes i Vedlegg 6.

Tabell 5.2.1. Kornstørrelse og organisk innhold i sedimentene.

Stasjon	1	2	3	4	9	11	15	27	33
Korn > 1.0 mm (%)	16.8	15.8	51.7	40.6	19.8	17.7	25.4	19.5	14.8
Median kornstørrelse(mm)	0.46	0.50	1.05	0.80	0.60	0.47	0.40	0.49	0.50
Organisk innhold (%)	1.82	1.79	2.18	1.78	2.41	2.43	2.35	1.67	1.74

Det meste av sedimentet i området hadde en kornstørrelse som gis betegnelsen sand (Wentworth's skala). Det var en blanding av fin sand (0.2-0.6 mm) og grov sand (0.6-2.0 mm), men med en overvekt av fin sand på de fleste stasjonene (Vedlegg 6).

5.3 BLØTBUNNFAUNA

Hver grabbprøve inneholdt omkring 1 liter sediment, hvorav andelen av sand og grus som var grovere enn 1 mm varierte fra 15 til 52%, tilsvarende en silrest på 0.2-0.5 liter som gikk videre til faunaanalyse.

Individmengden i prøvene var liten (Tabell 5.3.1).

Tabell 5.3.1. Individantall og artsantall i 5 grabbprøver (= 0.2 m²) og beregnet individantall pr. 1.0 m².

Stasjon	1	2	3	4	9	11	15	27	33
Individantall pr. 0.2 m ² (N)	33	36	19	71	42	42	30	64	68
Artsantall (S) pr. N individer	23	24	14	29	17	16	20	31	34
Individantall pr. kvadratmeter	165	130	57	355	210	210	150	320	340

Individtettheten i april 1986 var i gjennomsnitt bare 10% av hva som ble funnet på de samme stasjonene i juli 1984 (Miljøplan 1985). Forskjellen må antas å henge sammen med tidspunktet på året. Med en yngleperiode i vårmånedene vil individer fra årets generasjon være for små til å holdes tilbake av 1-mm siler dersom prøver tas i april. I juli har veksten bidratt til at langt flere dyr er

større enn 1 mm og således holdes tilbake i silene.

Det begrensede faunamaterialet fra april 1986 gjør at resultatene fra de statistiske analysene blir noe usikre. Før den statistiske bearbeidelsen ble dataene fra de 5 parallellene på hver stasjon slått sammen.

Artene og deres antall på de enkelte stasjonene er vist i Tabell 5.2.2. De komplette faunadata for hver enkelt grabbprøve er vist i Vedlegg 5.

Tabell 5.3.2. Artene og deres antall på de enkelte stasjonene.

Taxon	Stasjon								
	1	2	3	4	9	11	15	27	33
UBESTEMT	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Svamper									
LEUCOSOLENIA CF. CORIACEA (MONTAGU)	-	-	-	-	-	-	1	-	-
PORIFERA INDET	-	-	-	-	-	-	-	3	3
Hydrozoa									
SERTULARIA CF. TENERA G.O.SARS	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Anthozoa									
CERIANTHUS LLOYDI GOSSE	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Nematoda									
NEMATODA INDET	-	2	2	8	7	-	1	3	6
Nemertinea									
NEMERTINEA INDET	1	4	1	-	1	-	-	1	1
Sipunculida									
PHASCOLOSOMA MARGARITACEUM (SARS)	-	-	-	-	-	-	-	1	1
SIPUNCULIDA INDET	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Annelida									
AONIDES PAUCIBRANCHIATA SOUTHERN 1914	-	4	1	3	1	-	1	1	2
ARICIDEA SP	-	1	2	-	-	-	-	-	-
CAPITELLA CAPITATA (FABRICIUS 1780)	-	-	1	-	-	-	-	-	-
CAULLERIELLA BIOCULATA (KEFERSTEIN 1862)	-	2	1	1	2	1	1	1	1
CHONE DUNERI MALMGREN 1867	-	-	-	1	-	-	-	-	-
CHONE SP	-	-	-	1	-	-	-	-	-
DITRUPA ARIETINA (O.F.MUELLER 1776)	-	-	-	-	-	-	-	1	1
ETEONE SP	-	-	1	-	-	-	1	-	-
EXOgone CF. HEBES (WEBSTER & BENEDICT)	-	-	-	-	-	1	-	5	2
EXOgone SP	-	-	-	1	-	-	-	-	-
EXOgone CF. VERUGERA (CLAPAREDE 1868)	-	-	-	1	-	-	-	-	-
GLYCERA SP	1	-	-	4	2	2	-	-	1
GONIADELLA SP (?)	-	1	-	-	-	-	-	-	-
HARMOTHOE CF. LONGISETIS (GRUBE 1863)	1	-	-	-	-	-	-	-	-
HARMOTHOE SP	1	-	-	2	-	-	-	1	-
HESIONURA AUGENERI (FRIEDRICH 1937)	-	-	-	-	-	-	-	3	2
HETEROMASTUS FILIFORMIS (CLAPAREDE 1864)	-	2	-	-	-	-	-	-	-
HYALINOECIA BILINEATA	-	-	-	-	-	-	-	1	-
JASMINEIRA CF. CAUDATA	-	-	-	3	-	-	-	-	1
JASMINEIRA SP	-	1	-	-	-	-	-	-	-
KEFERSTEINIA CIRDATA (KEFERSTEIN 1862)	-	-	-	-	1	2	-	1	-
LAONICE CIRDATA (M.SARS 1851)	-	-	-	1	-	-	-	-	-
LUMBRINERIS GRACILIS (EHLERS 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-	1
MALACOCEROS SP	1	-	-	-	-	-	-	2	-
MELYTHASIDES LAUBIERI (?)	1	-	-	-	-	-	-	-	-
MUGGA WAHRBERGI ELIASON 1955	-	-	-	1	-	-	-	-	-
MYRIOCHELE CF. FRAGILIS	-	-	-	-	-	-	-	1	-
MYRIOCHELE OCULATA ZAKS 1922	-	-	-	-	-	-	-	-	1
NEPHTYS SP	1	-	-	-	-	-	-	-	-
NOTOMASTUS LATERICEUS SARS 1851	-	1	-	3	2	2	-	1	2
OLIGOCHAETA INDET	-	1	1	-	-	-	1	-	1

ORBINIA SP (?)	-	-	-	-	-	-	-	-	2
OWENIA FUSIFORMIS DELLE CHIAJE 1841	-	-	-	-	-	-	-	-	1
PHOLOE MINUTA (FABRICIUS 1780)	-	-	-	-	-	-	1	-	-
PISIONE REMOTA (SOUTHERN 1914)	-	-	-	-	1	-	-	1	-
PLACOSTEGUS TRIDENTATUS (FABRICIUS 1779)	-	-	-	1	-	-	-	-	-
POLYCIRRUS MEDUSA GRUBE 1850	-	1	-	-	-	-	-	-	-
POLYDORA PULCHRA CARAZZI 1895	-	-	-	1	-	-	-	-	-
POLYDORA SP	-	-	-	-	-	-	-	1	-
PRIONOSPIO CIRRIFERA WIREN 1883	1	-	-	-	-	-	-	-	1
PRIONOSPIO MULTIBRANCHIS	-	-	-	-	-	1	-	-	-
PROTODORVILLEA KEFERSTEINI (MCINTOSH 1869)	1	2	-	2	1	1	-	1	2
SIGALION MATHILDAE (AUDOUIN & MILNE-EDW.)	-	1	-	-	-	-	-	1	-
SOSANE SULCATA MALMGREN 1865	1	-	-	1	-	-	-	-	-
SPHAEROSYLLIS HYSTRIX CLAPAREDE 1863	1	-	-	-	-	-	-	-	-
SPIONIDAE INDET	-	1	-	-	-	-	-	-	-
SPIOPHANES KROEYERI GRUBE 1860	-	1	-	-	-	-	-	8	-
SPIOPHANES BOMBYX (CLAPAREDE 1870)	-	-	-	-	1	-	-	1	-
SYLLINAE INDET	-	-	-	-	-	1	-	-	-
TEREBELLIDAE INDET	-	-	-	3	-	-	-	-	-
TEREBELLIDES STROEMI M.SARS 1835	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Crustacea									
ANAPAGURUS LAEVIS (BELL)	-	-	-	-	-	3	1	1	-
ATELECYCLUS ROTUNDATUS (OLIVI)	-	-	-	-	-	1	-	-	-
CALANOIDA INDET	-	-	-	-	-	2	11	-	-
CIROLANA BOREALIS LILLJEBORG	-	-	1	-	-	1	-	-	-
CRESSA MINUTA BOECK	-	1	-	-	-	-	-	-	-
HIPPOMEDEON DENTICULATUS (BATE)	-	-	-	-	-	-	-	-	1
HYAS COARCTATUS LEACH	-	-	-	-	-	1	-	-	-
IDOTEA PELAGICA LEACH	-	-	1	-	-	-	-	-	-
NEBALIA BIPES FABRICIUS	-	-	-	-	-	-	-	2	-
ORCHOMENE NANA (KROEYER)	-	-	-	1	-	1	-	-	-
PARAPHOXUS OCULATUS SARS 1891	1	-	-	-	-	-	-	-	-
TRYPHOSELLA NANOIDES (LILLJEBORG)	-	-	-	-	1	-	-	-	-
TRYPHOSITES LONGIPES (BATE & WESTWOOD)	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Mollusca									
ASTARTE SULCATA (DA COSTA 1778)	1	1	-	1	-	-	1	-	2
CADULUS SUBFUSIFORMIS (M.SARS)	-	-	-	-	-	-	-	1	-
CARDIOMYA COSTELLATA (DESHAYES)	1	-	-	-	-	-	-	-	1
DENTALIUM SP	-	-	-	-	-	-	-	-	1
HIATELLA ARCTICA (L.)	1	-	-	-	-	-	-	-	-
LIMA HIANS (GMELIN)	-	-	-	-	-	-	1	-	-
LIMATULA SUBAURICULATA (MONTAGU)	9	3	-	18	16	22	6	13	12
LYONSIA NORVEGICA (GMELIN)	-	-	-	-	-	-	-	-	1
MARGARITA CINERA (COUTHOUY)	-	-	-	-	-	-	-	1	-
MODIOLUS MODIOLUS (L.)	-	-	-	-	-	-	1	-	-
MYSIA UNDATA (PENNANT)	-	-	1	-	-	-	-	-	-
NATICA ALDERI FORBES	-	-	-	-	-	-	-	1	-
NATICA NANA (MOELLER)	-	1	-	-	-	-	-	-	-
POROMYA GRANULATA (NYST & WESTENDORP)	-	-	-	-	1	-	-	-	-
THYASIRA CF. OBSOLETA	-	-	-	1	-	-	2	-	1
THYASIRIDAE INDET	-	-	-	-	1	-	-	-	-
VENUS STRIATULA (DA COSTA)	-	-	-	-	-	-	-	-	1
VENUS OVATA PENNANT	1	1	2	2	-	-	2	-	-
YOLDIELLA TOMLINI	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Bryozoa									
CRIBRILINA CF. PUNCTATA (HASSALL)	1	-	-	-	-	-	-	-	-
HIPPOPORINA CF. PERTUSA (ESPER)	-	-	-	1	-	-	-	-	-
SETOSELLA VULNERATA HINCKS	-	-	-	-	-	-	-	2	5
Brachiopoda									
MACANDREVIA CRANIA (MUELLER)	-	-	-	1	-	-	4	-	-
TEREBRATULINA RETUSA (L.)	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Echinidermata									
AMPHIURA CF. FILIFORMIS (O.F.MUELLER)	1	-	-	-	-	-	-	-	-
ECHINOCYAMUS PUSILLUS (O.F.MUELLER)	-	1	1	5	2	-	1	1	6
HENRICIA SANGUIOLENTA (O.F.MUELLER)	1	-	-	-	-	-	-	-	-
IRREGULARIA INDET	1	1	-	-	-	1	-	2	-
LABIDOPLAX BUSKI (MCINTOSH)	-	-	-	-	-	1	1	-	1
OPHIURA AFFINIS LUETKEN	2	-	3	1	1	-	-	-	1
PHANEROZONIA INDET	-	-	-	-	-	-	1	-	-
STRONGYLOCENTROTUS DROEBACHIENSIS (?)	2	1	-	1	-	-	-	-	-
Pisces									
CYCLOPTERUS LUMPUS L. (?)	-	-	-	-	-	-	1	-	-

Vanligste art i området som helhet var muslingen Limatula subauriculata. Også i 1984 var den en av de vanlige artene.

Likhet i faunaen fra stasjon til stasjon

Det er beregnet innbyrdes likhet for alle par av stasjoner. To forskjellige likhetsindekser er brukt. Den ene likhetsindeksen tar hensyn til individtettheten av artene (indeksen PS, Vedlegg 4). Den andre likhetsindeksen tar bare hensyn til artssammensetningen, og ikke de enkelte arters individtetthet (indeksen Cz, Vedlegg 4).

På grunnlag av likhetsverdiene for alle par av stasjoner er det foretatt gruppering ved hjelp av klyngeanalyse. Resultatet fra klyngeanalysen er framstilt som dendrogrammer i Fig. 5.3.1. Dendrogrammet skiller stasjoner som er forskjellige, og grupperer dermed også stasjoner som er innbyrdes like. Like stasjoner grupperes tidligst sammen i dendrogrammet, dvs. lengst til venstre. Skalaen viser en ulikhetsindeks, basert på likhetsverdiene.

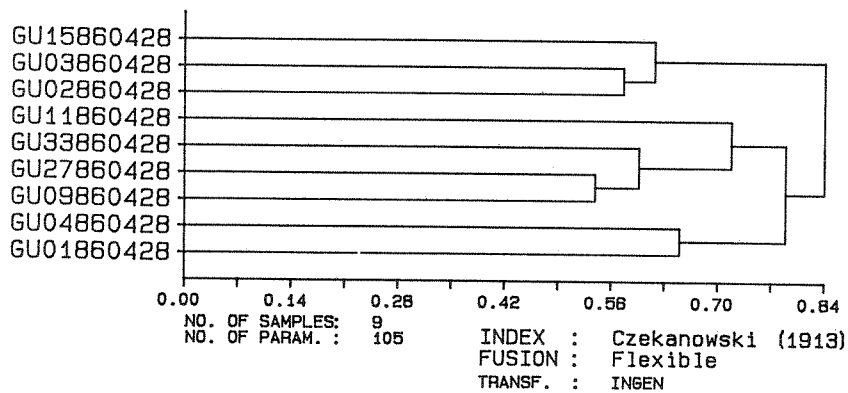
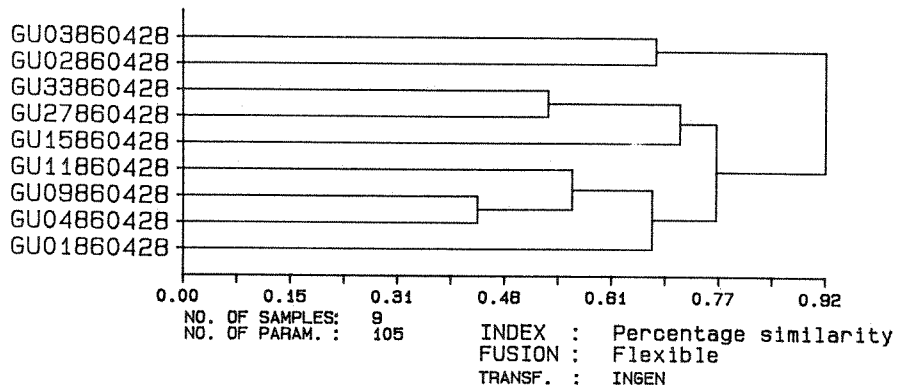


Fig. 5.3.1. Dendrogrammer som beskriver grupperinger av stasjoner basert på likhet i faunaen mellom stasjoner. Like stasjoner grupperes tidligst sammen i dendrogrammet, dvs. lengst til venstre. Skalaen angir en ulikhetsindeks. Øverste dendrogram er basert på indeksen PS, nederste dendrogram på indeksen Cz.

Stasjonene viste liten tendens til grupperinger. Dette kan tyde på at det ikke var systematiske grupperinger i området og således ingen utpregete gradienter i f.eks. forurensningspåvirkning.

Det begrensede faunamaterialet kan imidlertid ha medført lav representativitet og således lav påvisningsmulighet av eventuelle forskjeller.

Artsmangfold

Artsmangfoldet (diversiteten) avhenger både av artsantallet og av hvordan individmengden er fordelt blant artene. Mange arter og jevn fordeling av individer blant artene gir et høyt artsomangfold. Omvendt gir lavt artsantall og dominerende individantall hos en eller få arter et lavt artsomangfold.

Høyt artsomangfold henger bl.a. sammen med gunstige miljøforhold for faunaen. Organisk belastning og fysiske og kjemiske stressfaktorer kan føre til at opportunistiske arter øker sine individantall og blir dominerende i samfunnet, mens mer ømfintlige arter slås ut. Resultatet er at artsomangfoldet blir lavere.

Artsomangfoldet kan defineres som artsantall som funksjon av individantall og kan fremstilles som en kurve i et diagram med individantallet langs x-aksen og artsantallet langs y-aksen (Fig. 5.3.2). Individantallet i prøvene øker i takt med prøvestørrelsen, mens artsantallet ikke øker i samme grad. Høyt artsantall i forhold til individantall betyr høyt artsomangfold. Dette gir brattere kurve enn lavt artsomangfold.

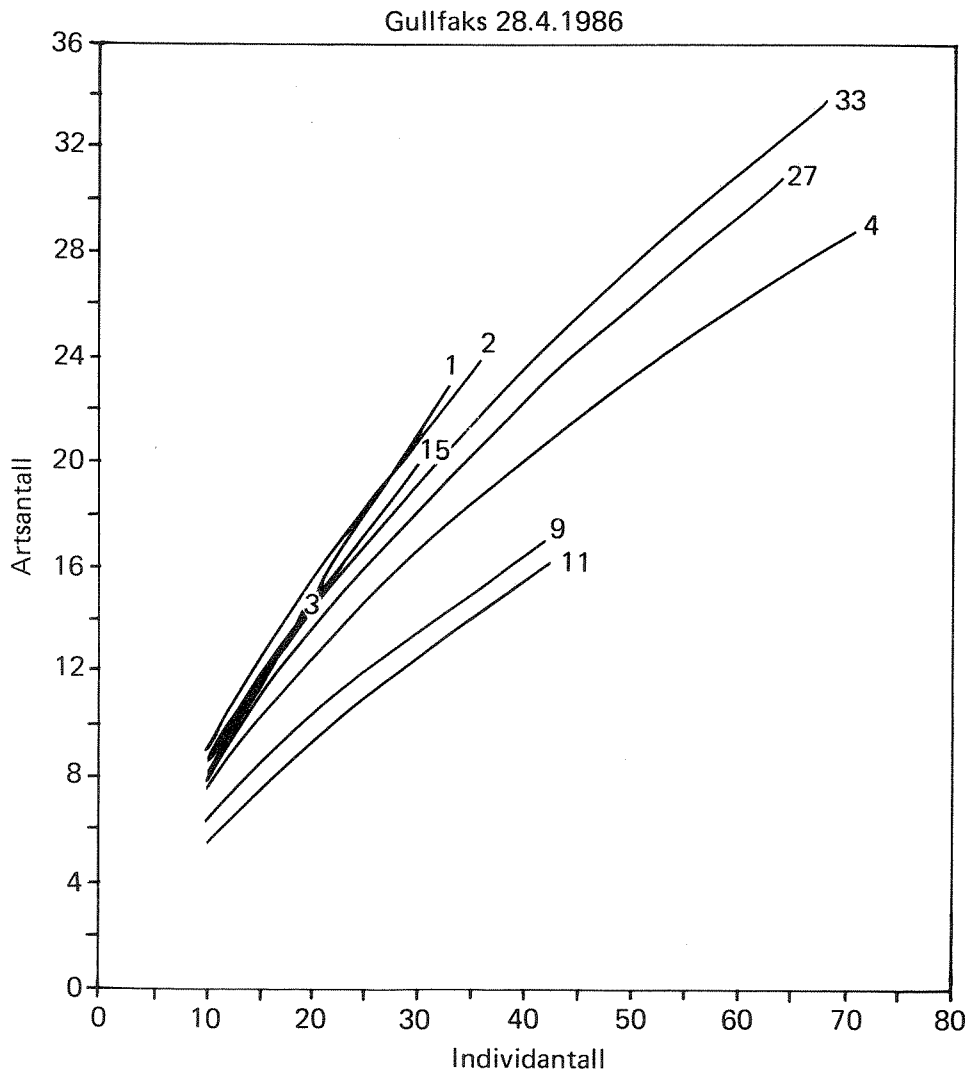


Fig. 5.3.2. Kurver for artsantall som funksjon av individantall.

SPS/smk-860410

En annen vanlig brukt indeks for å uttrykke artsmangfoldet er Shannon-Wiener diversitetsindeks (H).

I Tabell 5.3.2 er artsmangfoldet i de aktuelle prøvene, uttrykket både ved forventet artsantall pr. 20 individer, og ved indeksen H, vist.

Tabell 5.3.2. Artsmangfold i faunasamfunnet på de enkelte stasjonene.

ES(n=20) = forventet antall arter pr. 20 individer;

H = Shannon-Wiener diversitetsindeks.

Stasjon	1	2	3	4	9	11	15	27	33
ES(n=20)	14.8	15.5	14.4	12.6	10.2	9.3	14.5	13.6	14.3
H	4.06	4.37	3.68	4.13	3.21	2.80	3.99	4.34	4.55

Konklusjon

Forurensningsvirkninger eller gradienter i bløtbunnfaunasamfunnene innenfor undersøkelsesområdet ble ikke påvist. Artsmangfoldet tilsvarer det en normalt finner i lite eller ikke påvirkete områder. Det var imidlertid svært få dyr i prøvene. Representativiteten er derfor usikker og en direkte sammenligning mellom resultatene fra 1984 og 1986 er vanskelig. De fleste av artene som ble funnet i 1986 var blant dem som ble funnet i 1984. Det er ikke grunnlag for å hevde at det har skjedd noen forandring i løpet av de to årene.

Artsmangfoldkurvene viste liten tendens til utflating (Fig. 5.3.1). Dette tyder på at mange flere arter ville ha blitt funnet hvis prøvene hadde vært flere eller større. Den høye prosenten av arter representert ved bare ett individ (Tabell 5.3.1) tyder på det samme.

Ved framtidige undersøkelser bør prøvene innsamles senere på sommeren.

6. HENVISNINGER

Hovgaard, P.(1973). A new system of sieves for benthic samples. Sarsia
53: 15-18

Hurlbert, S.N.(1971). The non-concept of species diversity. Ecology 53:
577-586

Miljøplan A/S (1985). Gullfaksfeltet. Grunnlagsundersøkelse av det marine
miljø 1984. Rapport 39-84.

Shannon, C.E., Weaver, W.(1963). The Mathematical Theory of Communication.
University of Illinois Press, Urbana.

VEDLEGG 1 ANALYSE FOR HYDROKARBONBESTEMMELSER, ELEMENTBESTEMMELSE OG KVALITETSSIKRINGSPROGRAM

ANALYSE FOR HYDROKARBONBESTEMMELSER

Til ca 50 g sediment (våtvekt) tilsettes en blanding av deutererte indre standarder. Denne består av bifenyl- d_{10} , fenantren- d_{10} og pyren- d_{10} . 1 μg av hver komponent ble tilsatt samtlige prøver. Prøvene blir så forsåpet med 80 ml 0.5 N metanolisk NaOH. (Kokes i 2 timer med tilbakeløpskjøling). Etter forsåpning, filtreres prøvene med sug og vaskes med 50 ml 1N HCL i metanol (1:3), 50 ml metanol og til slutt med 75 ml pentan (første ekstraksjonsvolum). Filtratet overføres til skilletrakt og rystes. Pentanfasen tappes av, og filtratet ekstraheres ytterligere en gang med 50 ml pentan. Pentanekstraktet tørkes med natriumsulfat (Na_2SO_4), oppkonsentreres og polare komponenter fjernes v.h.a. kromatografering på florisil. Etter eluering fra florisil-kolonnen blir ekstraktet oppkonsentrert til et passende volum (1 ml - 100 μl) og analysert med GC eller GC/MS.

Prøvenes vanninnhold bestemmes ved at en aliquot av prøven veies inn og denne tørkes i varmeskap ved 110°C i 2 døgn.

Instrumentanalyse

Totalmengde hydrokarboner (THC)

Prøvenes innhold av hydrokarbon bestemmes v.h.a. gasskromatografi. Kvantifiseringen gjøres med en flammeionisasjonsdetektor. Detektorresponsen (arealet) fra prøvene sammenlignes med responsen fra en kjent standard. Arealet måles i kokepunktområdet $n\text{-C}_{10}$ til $n\text{-C}_{40}$. Som standard er benyttet boreslamsolje fra Gullfaks NOH-5-4. Av denne oljen ble det laget en standardkurve: konsentrasjonsområde 0.5-10 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$. De integrerte arealene blir korrigert for responsen fra løsemiddelet.

Instrumentbetingelser

Instrument : Hewlett Packard Model 5880A level 4
 Kolonne : Fused silica kapillarkolonne belagt med crosslinked dimethyl
 silicone, 12 m x 0.2 mm
 Temp.Kolonne : 40⁰C (3 min) - 25⁰C/min - 350⁰ (10 min)
 Injektor : 300⁰C
 Detektor : 350⁰C
 Injeksjons-
 volum : 1 µl
 Integrasjons-
 metode : 0.2 min slices

Kvantifiserings av utvalgte hydrokarboner

De utvalgte hydrokarbonene ble kvantifisert ved hjelp av datastyrt gaskromatografi/massespektrometri. Følgende forbindelser ble kvantifisert: naftalen, fenantren/antracen, dibenzotiofen og deres C₁-, C₂- og C₃-alkyl homologer (NPD), C₁₀-C₃₀ n-alkaner, pristan, phytan, C₁₀-C₁₂ benzener, C₈-cyclohexan og C₅-C₈ decaliner.

Forbindelsene ble kvantifisert ved å integrere signalene til molekylionene innenfor retensjonsvindue hvor de forskjellige forbindelsene blir eluert. Alkanene ble kvantifisert ved å integrere m/z 71-ionet. Standardkurve (responsfaktorkurve) for hver enkelt forbindelse ble laget ved å tilsette forskjellige mengder standarder av noen av forbindelsene og la dem gjennomgå hele opparbeidings-proseduren. Mengden av internstandardene var den samme for prøvene og standardkurvene. Responsfaktorer til de forbindelsene vi ikke hadde standard av ble beregnet ved å bruke verdier fra fenantren og naftalen seriene. Responsfaktorer for alkaner, C₁₀-C₁₂ benzen og C₈-cyclohexan ble beregnet ved å bruke verdiene fra en opparbeidet standardblanding av disse forbindelsene. For kvantifisering av C₅-C₈ dekalin ble responsfaktoren for C₈-cyclohexan benyttet.

Instrumentbetingelser

Gasskromatograf/massespektrometer: Finnigan 9610/Finnigan 4023

Datasystem : Super Incos med NOVA 4X

Autosampler : Varian 8000

Kolonne : Fused silica, DB-5
25 m x 0.25 mm, 025 µm filmtykkelse

Temperaturer:

Kolonne : 60⁰C (1 min) - 5⁰C/min - 300⁰C (10 min)

Injektor : 280⁰C

Ionekilde : 250⁰C

Lineær gass-

hastighet : 45 cm/sek ved 60⁰C (Helium)

Ionisering : Elektronstøt, 70 EeV

Scan frekvens : 1 scan pr. 0.7 sek

Masser : m/z 71, 128, 142, 156, 164, 170, 178, 184, 188, 192,
196, 198, 202, 204, 206, 208, 212, 216, 218, 220, 222,
226, 230, 232, 236, 240, 244, 246, 250, 254, 268, 282,
296, 310, 324, 338, 352, 366, 380, 394, 408, 422.

Injeksjon : 2 µl splittløst

KVALITETSSIKRINGSPROGRAM

Utstyr og kjemikalier

Sporanalyser krever god kontroll over bakgrunnsverdiene av hydrokarboner fra utstyr og kjemikalier. Alle kjemikalier blir derfor rensert før bruk. I tillegg kontrolleres hele opparbeidingsprosedyren regelmessig ved analyse av blindprøver.

Alle løsemidler (metanol og n-pentan) blir destillert før bruk.

Silica (Florisil, Serpelco Inc.) som brukes for å fjerne polare komponenter, vaskes med diklormetan og destillert pentan og aktiveres ved 360⁰C over natten. Før bruk deaktiveres florisilen med 18% destillert og pentanvasket vann.

Natriumsulfat som brukes til tørking av prøveekstraktene vaskes med diklormetan og destillert pentan og aktiveres over natten ved 360⁰C.

Alt utstyr renses med diklormetan og varmes opp ved 600⁰C over natten. (hydrokarboner brennes av). Alle åpninger i det ferdigbehandlede utstyret pakkes igjen med avbrent aluminiumsfolie.

Alle instrumenter kontrolleres regelmessig med analyse av passende standarder.

Kvalitetssikring av analyseresultatene

I den foreliggende undersøkelsen er det opparbeidet kvalitetssikringsprøver. Dette inkluderer blindprøver og prøver som er tilsatt kjente og sertifiserte mengder av ulike komponenter ("spiked samples") samt opparbeiding av flere paralleller. Dette gjøres for å ha kontroll over de faktorer som innvirker på forskjeller i ekstraksjonsutbytte, ulik flyktighet av forbindelsene, og GC/MS respons av de ulike forbindelsene.

Nøyaktighet

THC

Nøyaktigheten i THC analysen er tidligere bestemt ved å sammenligne tre ekstraksjonsmetoder. Forsåpningsteknikken som er benyttet som metode i denne undersøkelsen ble sammenlignet med ekstraksjon v.h.a. ultrasonicator med diklormetan/-metanol og 48 timers Soxhletsekstraksjon med diklormetan/metanol. Disse tre ekstraksjonsmetodene gav sammenlignbare resultater ved analyse av sedimenter forurenset med oljeholdig boreslam (R. G. Lichtenthaler, F. Oreld, S. Sporstøl, N. B. Vogt "Evaluation og Chemical Methods for Monitoring of Hydrocarbon Discharges from Offshore Installations" fra konferansen: Oil Based Drilling Fluids, Trondheim, Februar 1986).

Enkeltkomponenter

Et bakgrunns-sediment ble tilsatt en bestemt mengde skiferolje inneholdende en sertifisert mengde pyren (Standard Reference Material 1680, National Bureau of Standards). Prøven ble opparbeidet og analysert som tidligere beskrevet. Fra tre

paralleller ble mengden av pyren bestemt til $93 \pm 1 \mu\text{g/g}$. Den sertifiserte verdien er $104 \pm 18 \mu\text{g/g}$.

Reproduserbarhet

Reproduserbarheten av den analytiske metoden ble bestemt ved analyse av bakgrunnsprøver som ble tilsatt kjente mengder olje. Fra tre identisk like oljeforurensede prøver ble det funnet et relativt standardavvik i THC resultatene på 4.7 %. Det tilsvarende standardavvik for NPD-resultatene var 1.76 %.

Reproduserbarheten av NPD analysen ble også testet ved at tre parallelle sedimentprøver ble tilsatt kjente mengder pyren. Etter opparbeiding og analyse viste GC/MS analysen ett standardavvik på 0.87 %.

Deteksjonsgrense og kvantifiseringsgrense

Deteksjonsgrensen defineres som 3 ganger standard avvik i blindprøven fra analyseprosedyren. Kvantifiseringsgrensen er definert som 10 ganger standard avvik i blindprøven. (se ABS Committee on Environmental Improvements "Guidelines for Data Acquisition and Data Quality Evaluation in Environmental Chemistry", Anal.chem. 52 (180) p. 2242-2249). I denne undersøkelsen er det totalt opparbeidet og analysert 4 blindprøver.

For THC analysen er standard avvik for blindprøven 0.19 ppm. Deteksjonsgrensen blir dermed 0.57 ppm og kvantifiseringsgrensen 1.90 ppm.

For NPD-analysen er standard avvik i blindprøven 0.0008 ppm. Deteksjonsgrensen blir dermed 0.0024 ppm og kvantifiseringsgrensen 0.0080 ppm.

For de resterende enkeltkomponentene er det variable standardavvik for mengdene i blindprøven. For n-alkanene er standardavviket i området 0.1 til 13 ppm. Deteksjonsgrensen varierer dermed fra 0.3 - 39 ppm mens kvantifiseringsgrensen varierer fra 1 - 130 ppm. For C_{10} - C_{12} benzen, C_8 -cyclohexan og C_5 - C_8 dekalin er standardavvik, deteksjonsgrense og kvantifiseringsgrense henholdsvis 0.5, 1.5 og 5 ppm.

ANALYSE FOR ELEMENTBESTEMMELSE

Prøven tørkes ved 110⁰C i 12 timer og homogeniseres i agatmorter. 0.100 g veies inn i teflonkar og tilsettes 2.0 ml HCl (kons, supra), 0.5 ml HNO₃ (kons, supra) og 2.0 ml HF (kons, supra). Teflonkaret med lokk settes i dekomponeringsbombe som varmes til 120-130⁰C. Temperaturen holdes i 20-30 min. Bomben kjøles med vann til romtemperatur og teflonkaret tilsettes 20 ml mettet borsyreløsning. Teflonkaret varmes til 40-50⁰C og avkjøles til romtemperatur. Innholdet overføres til volumetrisk kolbe, fortynnes til 100 ml med dobbeltdestillert vann og lagres på polyetylenflasker.

Som analytiske blindprøver brukes ovennevnte syrelbanding (HCl, HNO₃, HF) uten sedimentprøve. Blindprøvere gjennomgår samme oppslutnings- og fortynningsprosedyre som sedimentprøvene.

Alt utstyr som benyttes til prøveopparbeidingen er vasket med HNO₃/HCl og skylt med dobbeltdestillert vann.

Instrumentanalyse

Prøvenes elementinnhold bestemmes ved induktivt koblet argonplasma -atomemisjonsspektroskopi (ICAP-AES). Til standardisering benyttes elementløsninger med samme syremengder som prøveløsningene.

Instrument: Jarrel-Ash, 975 Atomcomp, simultanlesende
Plasmaterm HFP 2000 D plasmagenerator

Instrumentparametere:

Kjølegass: 20 l/min
Prøvegass: 0.4 l/min
Plasmagass: 0 l/min
Oppsuging: 2.0 ml/min
Observasjonshøyde: 16 mm over spole

Kvalitetssikring

Det benyttes kommersielle elementstandarder med garantert nøyaktighet på $\pm 0.1\%$. Alle syrer er av supragrade og det benyttes kun dobbeltdestillert vann til fortynninger og vask. Det benyttes argon av 99.997% renhet. Instrumentet recalibreres dersom standarder avviker mer enn 2% fra initiell verdi.

Det opparbeides kvalitetssikringsprøver i form av analytiske blindprøver og sertifiserte standarder. I dette tilfellet er det benyttet standardbergarten USGS-G2 (United States Geological Survey).

Nøyaktigheten og reproduserbarheten i analysen er tidligere bestemt ved å analysere 10 paralleller av USGS-G2. Avviket mellom funnet middelværdi og oppgitt verdi var $<5\%$ for makroelementer og $<10\%$ for sporelementer. Relativt standard avvik var av størrelsesorden 1-3% for elementer med konsentrasjon >10 ppm og opptil 20% for elementer med konsentrasjon <10 ppm.

Tabell 1 viser middelværdi (\bar{x} , mg/kg) for de 3 bestemmelsene av USGS-G2 i denne undersøkelsen og referanseverdiene for standarden (mg/kg).

Tabell 1.

Element	\bar{x}	Referanse
Ba	1800	1900
Cd	<10	0.5*
Cr	7	8
Cu	8	10
Ni	<10	3.5
Pb	<100	30
V	40	36
Zn	80	84

* antydnet, ikke sertifisert

Deteksjons- og kvantifiseringsgrenser

Bestemmelsen av elementer og blindprøve verdier er basert på 2 integrerte emisjonskvantifiseringer av hver prøveløsning.

SPS/smk-860410

Deteksjonsgrense og kvantifiseringsgrense er derfor definert som henholdsvis 3 og 5 ganger standardavvik for analytiske blindprøver.

Standardavvik (s), deteksjonsgrense (s_d) og kvantifiseringsgrense (s_k) for de enkelte elementer i denne undersøkelsen er gitt i tabell 2.

Tabell 2. s , s_d , s_k , (mg/kg tørrvekt) for elementbestemmelse.

Element	s	s_d	s_k
Ba	0.44	1.32	2.20
Cd	1.69	5.07	8.45
Cr	1.63	4.89	8.15
Cu	0.06	0.18	0.30
Ni	2.73	8.19	13.65
Pb	5.96	17.88	29.80
V	0.70	2.10	3.50
Zn	3.72	11.16	18.60

På grunn av at interelementkorreksjoner vil ha større betydning for sedimentprøver enn for blindprøver, vil deteksjonsgrensene i resultattabellen være høyere enn angitt i tabell 2. Dette gjelder særlig elementet Pb.

VEDLEGG 2 RESULTATER FRA HYDROKARBONANALYSER

PROVE:	1	2	3	4	5
% TORRSTOFF	C17/PR	C18/PH	PR/PH	SUM P/FL	
1 150/ 250A	0.691E 2	0.147E 1	0.461E 1	0.146E 1	0.307E -2
1 150/ 250B	0.700E 2	0.107E 1	0.206E 1	0.145E 1	0.558E -2
1 150/ 250C	0.687E 2	0.182E 1	0.603E 1	0.122E 1	0.332E -2
2 150/ 500	0.736E 2	0.148E 1	0.432E 1	0.150E 1	0.257E -2
3 150/1000	0.798E 2	0.162E 1	0.282E 1	0.139E 1	0.260E -2
4 150/2500A	0.777E 2	0.155E 1	0.600E 1	0.162E 1	0.302E -2
4 150/2500B	0.771E 2	0.140E 1	0.443E 1	0.142E 1	0.211E -2
4 150/2500C	0.784E 2	0.120E 1	0.144E 2	0.141E 1	0.226E -2
9 330/ 500	0.748E 2	0.123E 1	0.414E 1	0.158E 1	0.435E -2
11 330/5000A	0.690E 2	0.132E 1	0.139E 2	0.142E 1	0.238E -2
11 330/5000B	0.707E 2	0.153E 1	0.127E 2	0.122E 1	0.318E -2
11 330/5000C	0.726E 2	0.171E 1	0.133E 2	0.156E 1	0.289E -2
11 330/5000D	0.726E 2	0.265E 1	0.115E 2	0.136E 1	0.322E -2
11 330/5000E	0.726E 2	0.162E 1	0.124E 2	0.168E 1	0.315E -2
15 BRONN106A	0.738E 2	0.566E 0	0.399E 1	0.174E 1	0.318E -2
15 BRONN106B	0.772E 2	0.794E 0	0.671E 1	0.172E 1	0.211E -2
15 BRONN106C	0.739E 2	0.101E 1	0.827E 1	0.164E 1	0.551E -2
27 330/5000	0.700E 2	0.132E 1	0.561E 1	0.166E 1	0.100E -2
33 150/5000	0.690E 2	0.140E 1	0.432E 1	0.147E 1	0.248E -2
BLIND A	0.725E 2	0.223E 1	0.891E 1	0.104E 1	0.488E -3
BLIND B	0.725E 2	0.124E 2	0.429E 2	0.308E 0	0.383E -3
BLIND C	0.725E 2	0.286E 1	0.189E 2	0.138E 1	0.290E -3
BLIND D	0.725E 2	0.248E 1	0.139E 2	0.859E 0	0.320E -3

TABELL ANALYSERESULTATER AV SEDIMENTER
FRA GULLFAKS A (MG/KG TORRVEKT)

VERDIENE ER OPPGITT PA EKSPONENTIALFORM

ALLE VERDIENE ER KORRIGERT FOR
GJENNOMSNITTSVERDIEN AV BLINDPROVENE

- 1) % TORRSTOFF
- 2) N-C17. H36/PRISTAN FORHOLD
- 3) N-C18. H38/PHYTAN FORHOLD
- 4) PRISTAN/PHYTAN FORHOLD
- 5) SUM PYREN/FLUORANTEN OG DERES C1, C2 OG C3 ALKYLHOMOLOGER

	1		2		3		4		5
PROVE:	THC		SUM NPD		SUM N		SUM P		SUM D
1 150/ 250A	0. 140E	1	0. 918E -2		0. 519E -2		0. 309E -2		0. 896E -3
1 150/ 250B	0. 421E	1	0. 230E -1		0. 634E -2		0. 711E -2		0. 958E -2
1 150/ 250C	0. 152E	1	0. 129E -1		0. 534E -2		0. 391E -2		0. 365E -2
2 150/ 500	0. 122E	1	0. 939E -2		0. 627E -2		0. 257E -2		0. 543E -3
3 150/1000	0. 411E	1	0. 732E -2		0. 369E -2		0. 225E -2		0. 137E -2
4 150/2500A	0. 163E	1	0. 158E -1		0. 406E -2		0. 493E -2		0. 686E -2
4 150/2500B	0. 259E	1	0. 985E -2		0. 411E -2		0. 336E -2		0. 237E -2
4 150/2500C	0. 817E	0	0. 103E -1		0. 461E -2		0. 294E -2		0. 278E -2
9 330/ 500	0. 240E	1	0. 254E -1		0. 160E -1		0. 678E -2		0. 261E -2
11 330/5000A	0. 652E	0	0. 117E -1		0. 579E -2		0. 368E -2		0. 226E -2
11 330/5000B	0. 920E	0	0. 163E -1		0. 802E -2		0. 510E -2		0. 320E -2
11 330/5000C	0. 565E	0	0. 148E -1		0. 784E -2		0. 447E -2		0. 253E -2
11 330/5000D	0. 427E	0	0. 215E -1		0. 105E -1		0. 687E -2		0. 412E -2
11 330/5000E	0. 785E	0	0. 153E -1		0. 707E -2		0. 531E -2		0. 298E -2
15 BRONN106A	0. 200E	1	0. 152E -1		0. 567E -2		0. 500E -2		0. 455E -2
15 BRONN106B	0. 116E	1	0. 107E -1		0. 486E -2		0. 339E -2		0. 252E -2
15 BRONN106C	0. 132E	1	0. 183E -1		0. 845E -2		0. 592E -2		0. 392E -2
27 330/5000	0. 102E	1	0. 265E -2		0. 193E -2		0. 442E -3		0. 278E -3
33 150/5000	0. 140E	1	0. 577E -2		0. 313E -2		0. 197E -2		0. 661E -3
BLIND A	0. 897E	0	0. 547E -2		0. 289E -2		0. 137E -2		0. 119E -2
BLIND B	0. 566E	0	0. 630E -2		0. 224E -2		0. 259E -2		0. 145E -2
BLIND C	0. 773E	0	0. 680E -2		0. 231E -2		0. 278E -2		0. 170E -2
BLIND D	0. 497E	0	0. 503E -2		0. 206E -2		0. 179E -2		0. 117E -2

TABELL

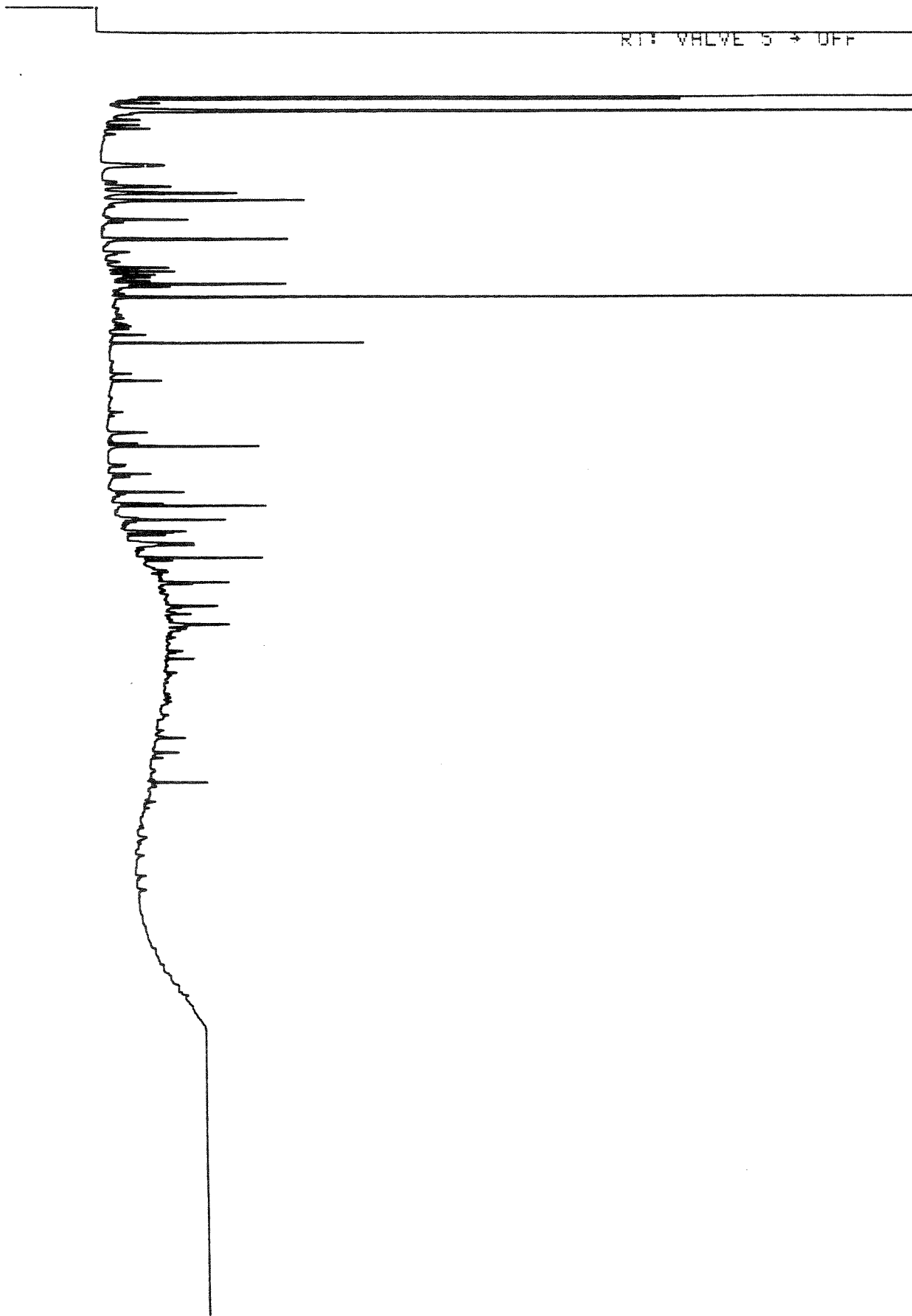
ANALYSERESULTATER AV SEDIMENTER
FRA GULLFAKS A (MG/KG TORRVEKT)

VERDIENE ER OPPGITT PA EKSPONENTIALFORM

ALLE VERDIENE ER KORRIGERT FOR
GJENNOMSNITTSVERDIEN AV BLINDPROVENE.

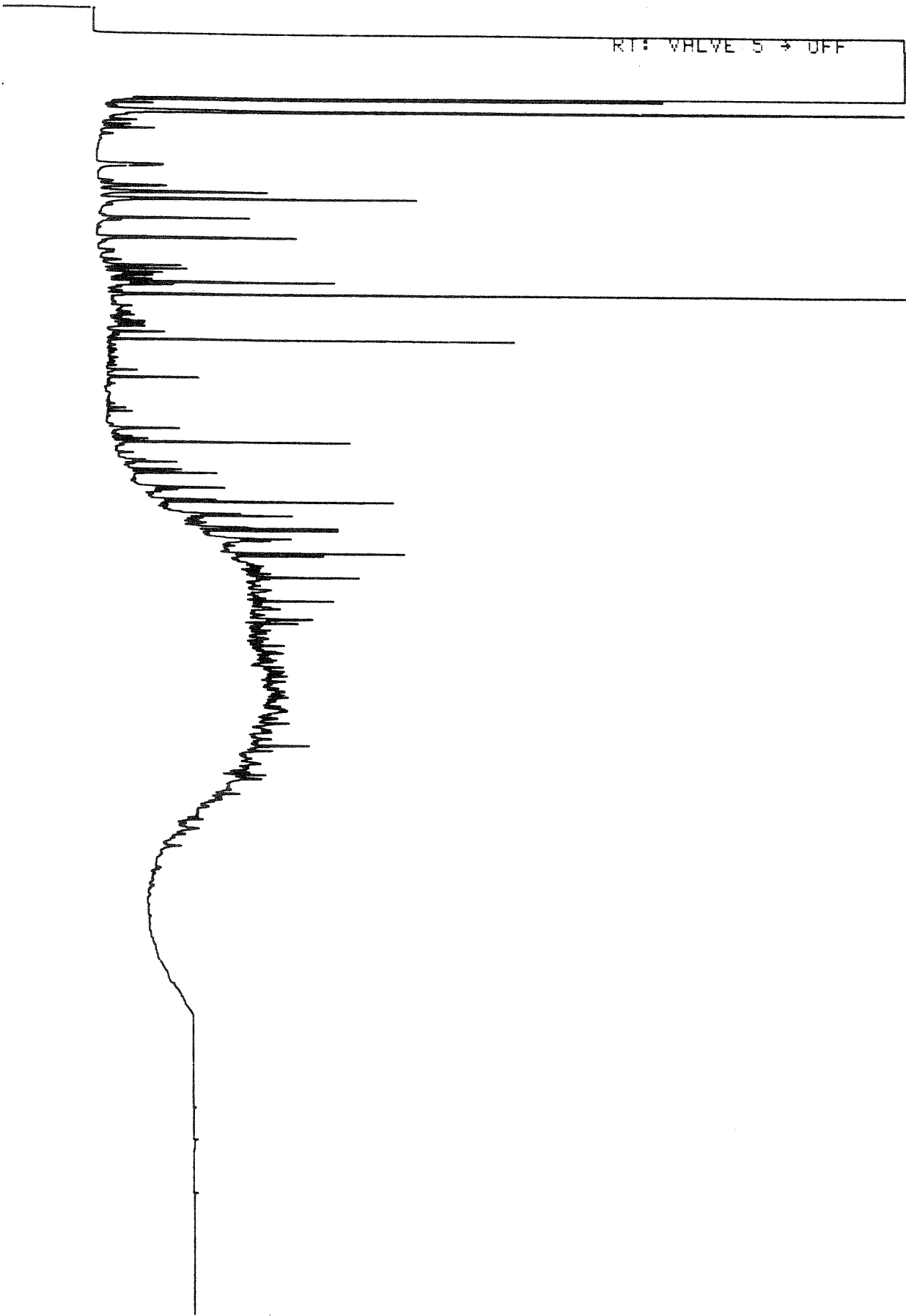
- 1) TOTALT HYDROKARBON INNHOLD
- 2) SUM AV NAFTALEN, FENANTREN/ANTRACEN, DIBENZOTIOFEN
OG DERES C1, C2 OG C3 ALKYLHOMOLOGER
- 3) SUM AV NAFTALEN OG DENES C1, C2 OG C3 ALKYLHOMOLOGER
- 4) SUM AV FENANTREN/ANTRACEN OG DERES
C1, C2 OG C3 ALKYLHOMOLOGER
- 5) SUM AV DIBENZOTIOFEN OG DENES C1, C2 OG C3
ALKYLHOMOLOGER

VEDLEGG 3 GASSKROMATOGRAMMER AV EKSTRAKTER FRA SEDIMENTPRØVER

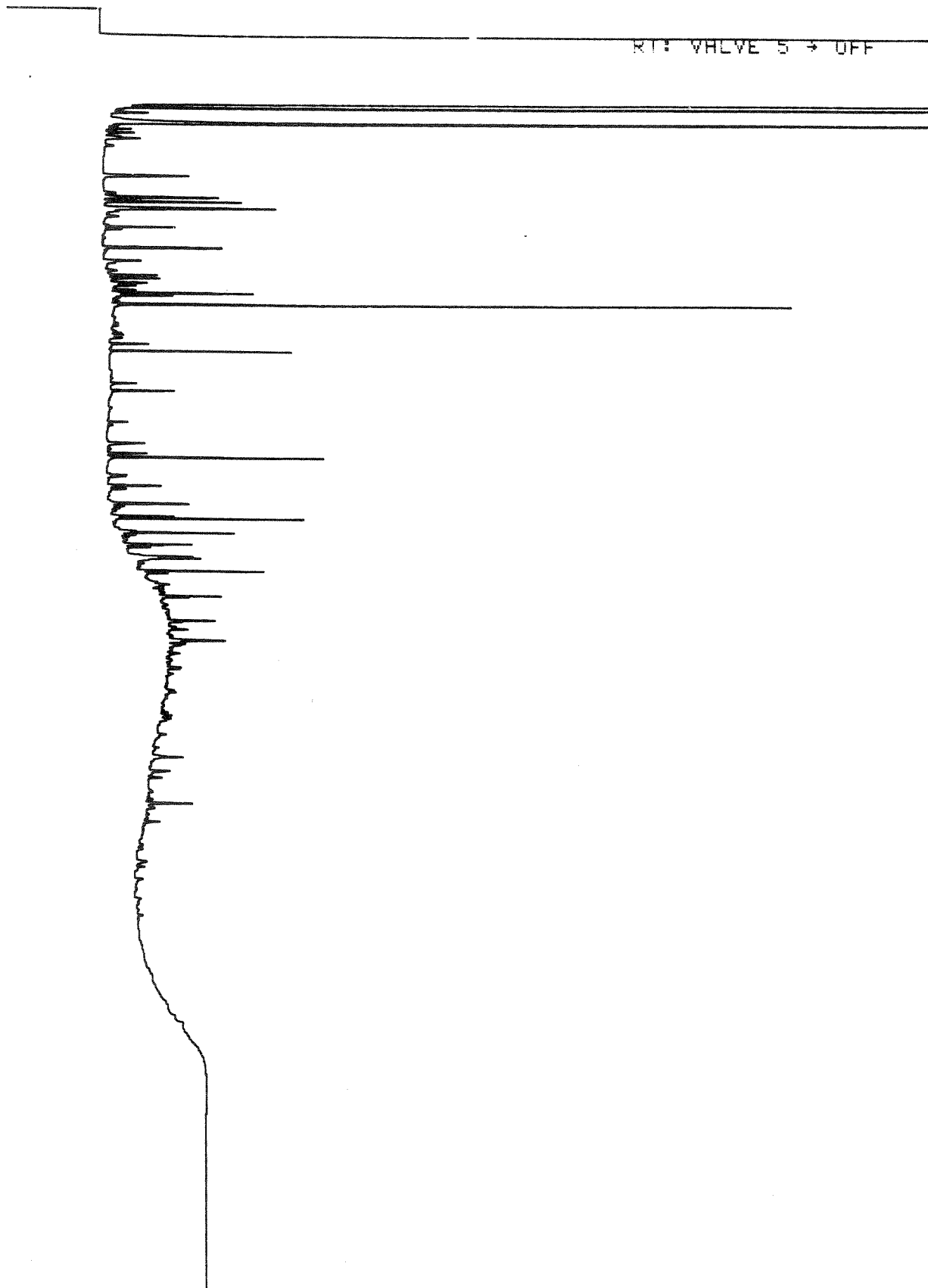


Figur V.3.1 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 1(a)

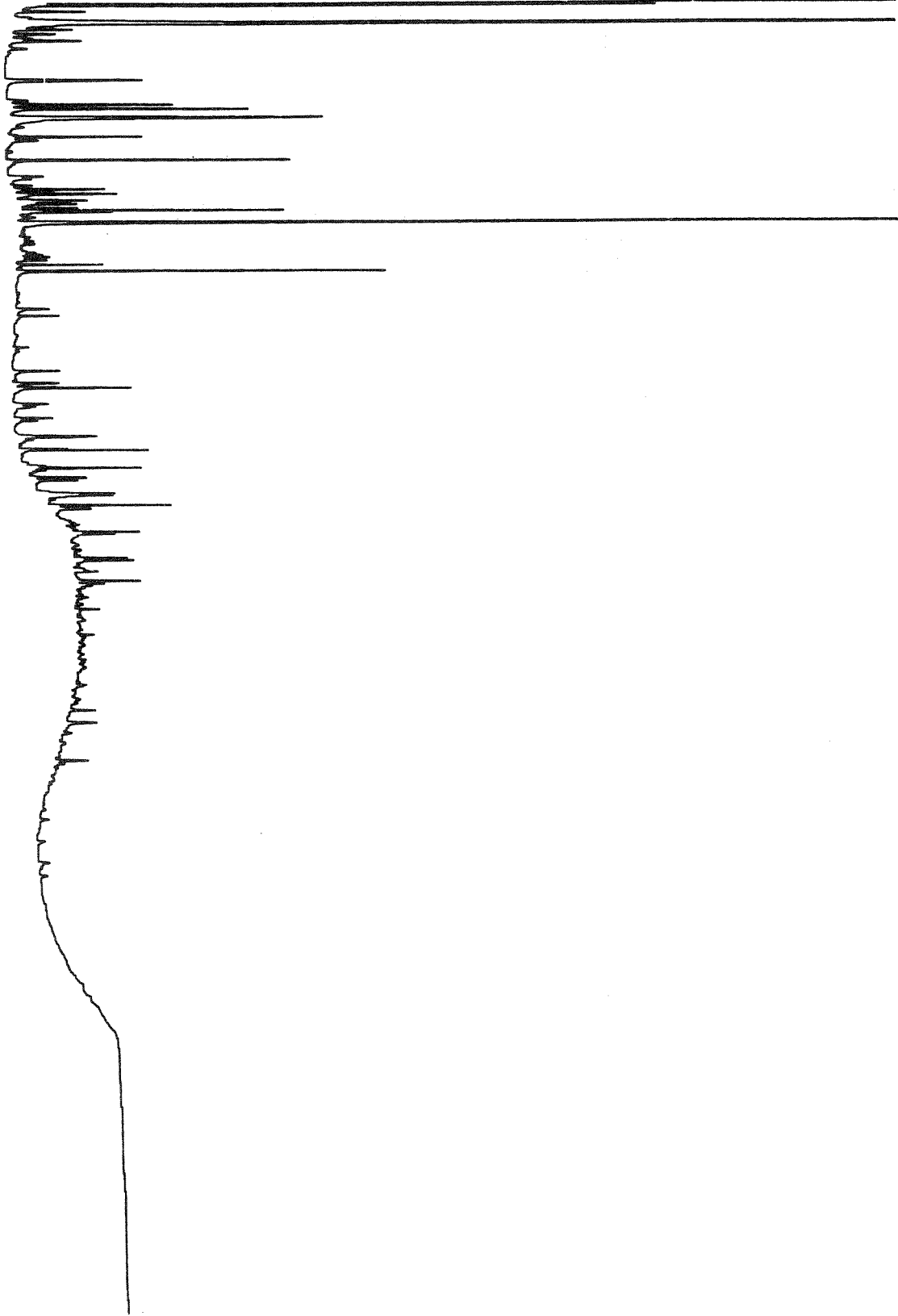
RT: VALVE 5 → OFF



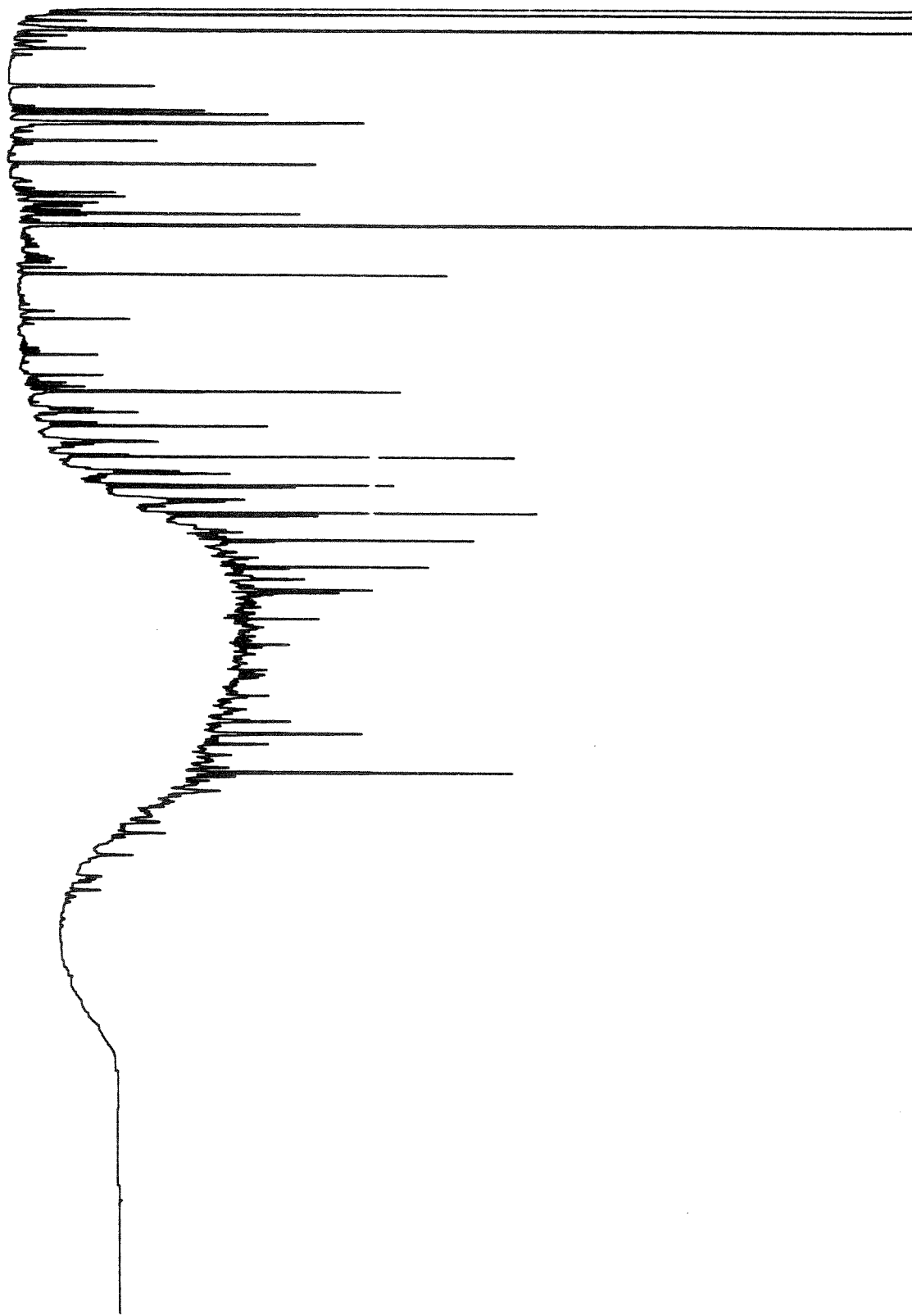
Figur V.3.2 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 1 (b)



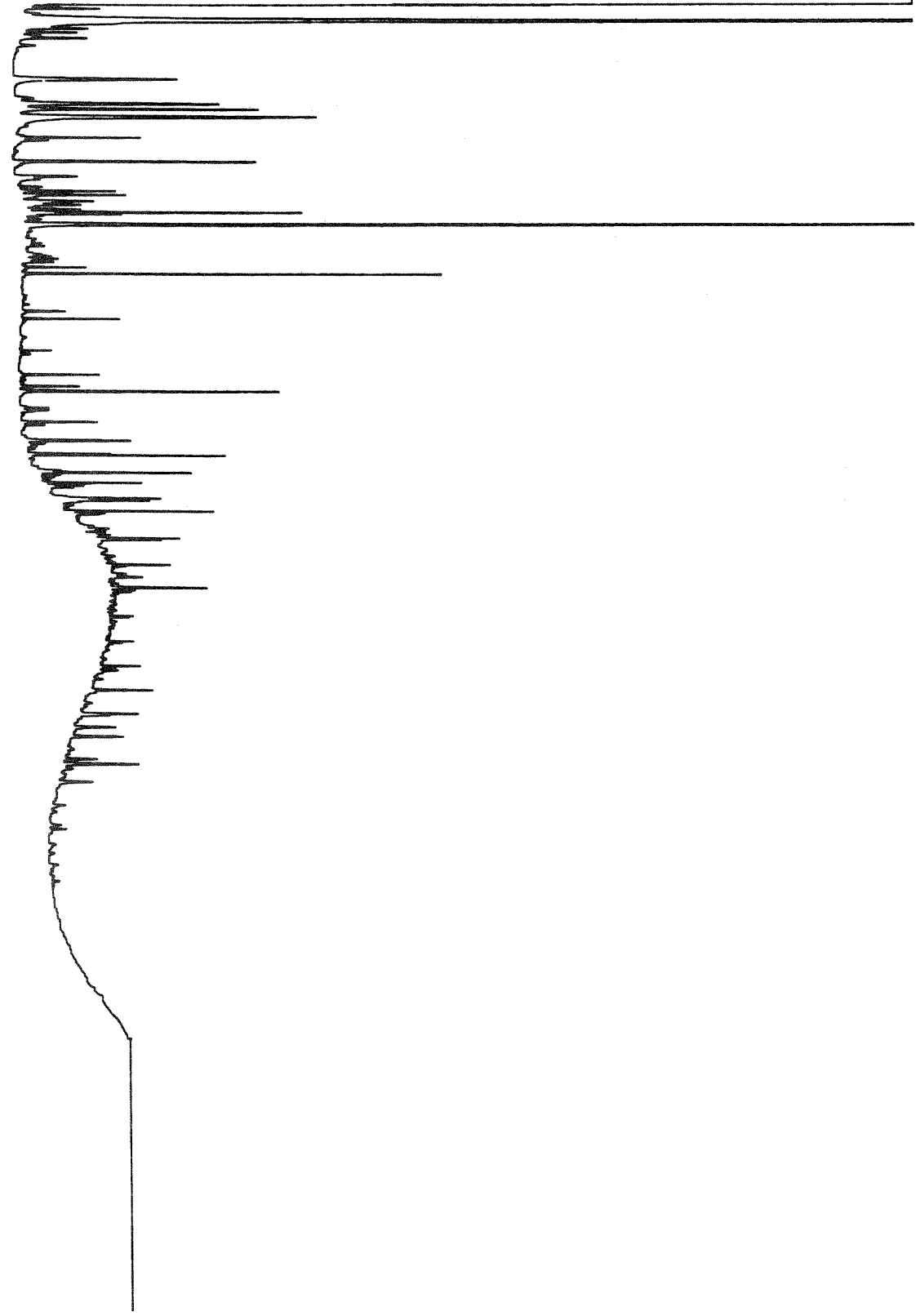
Figur V.3.3 Gasskromatogram av ekstrakt fra sjasjon nr. 1 (c)



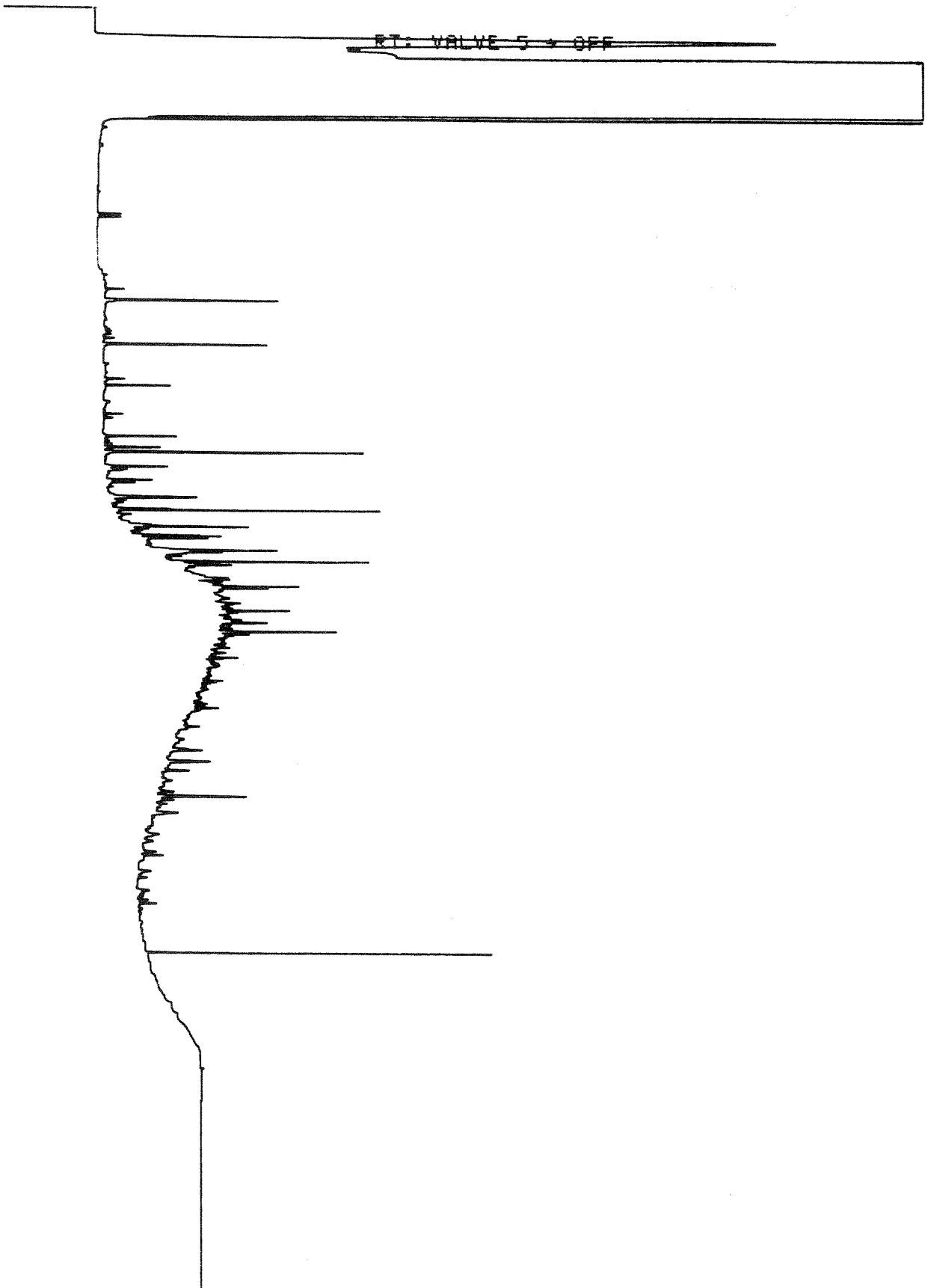
Figur V.3.4 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 2.



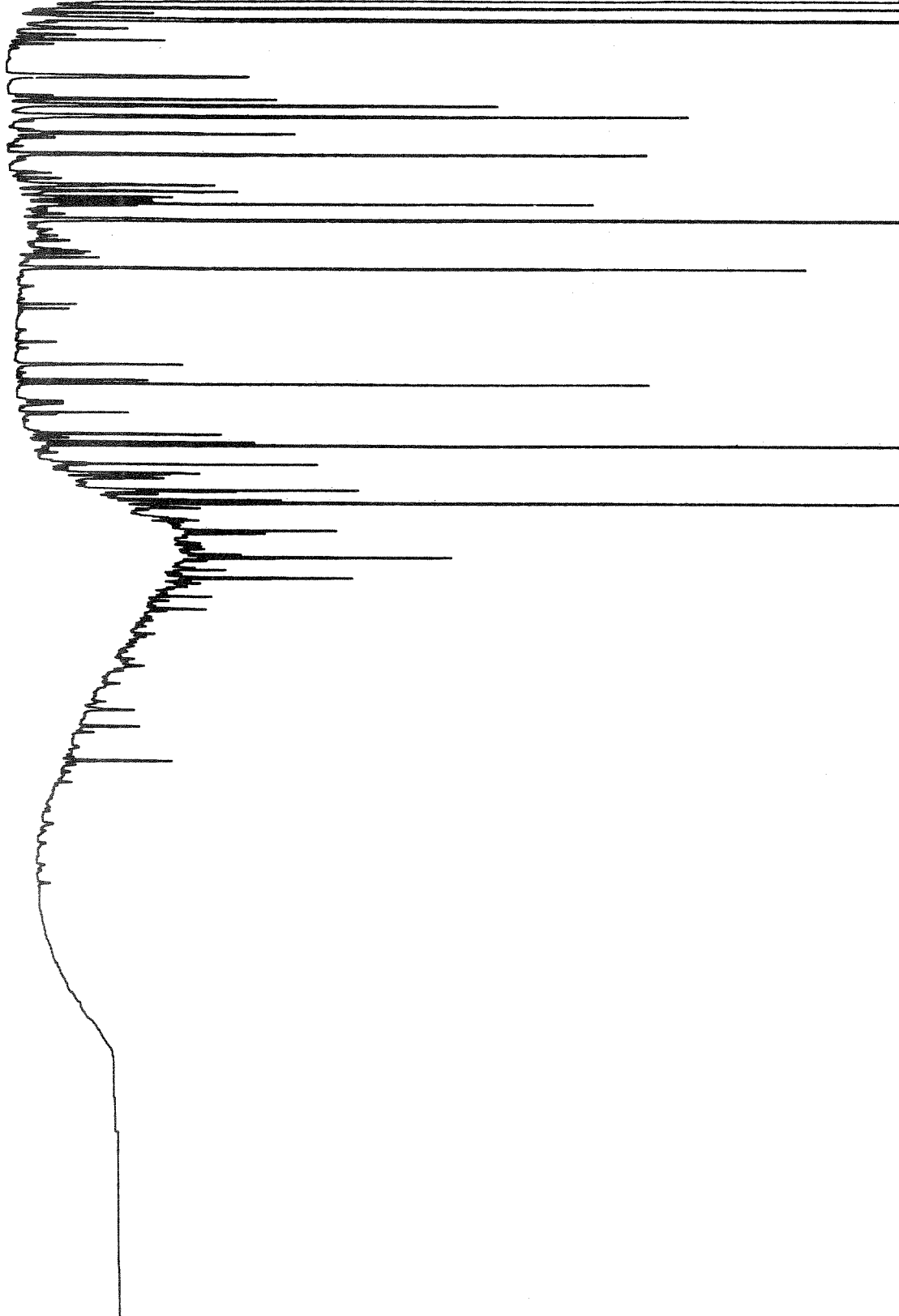
Figur V.3.5 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 3.



Figur V.3.6 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 4(a)

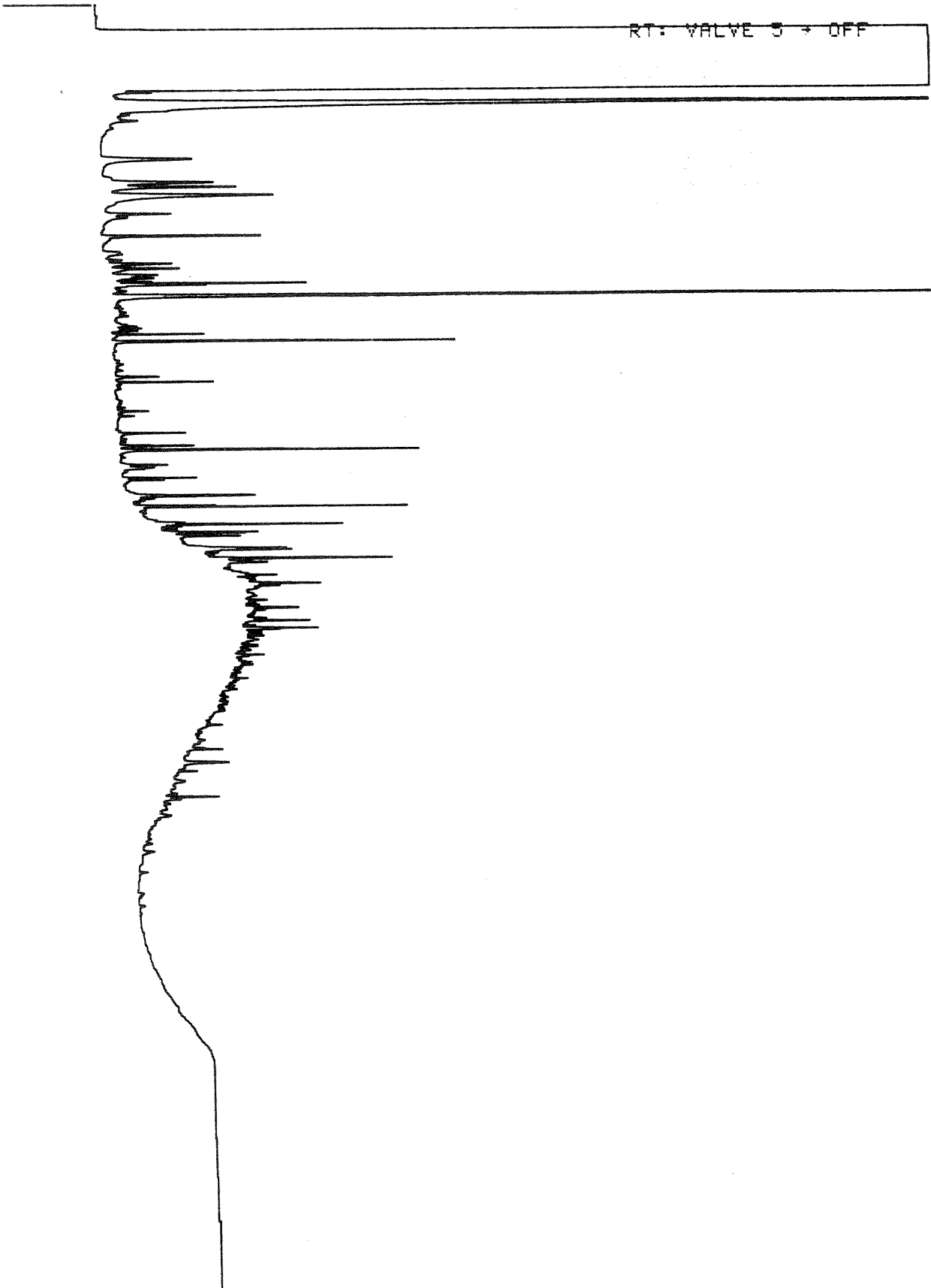


Figur V.3.7 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 4 (b)

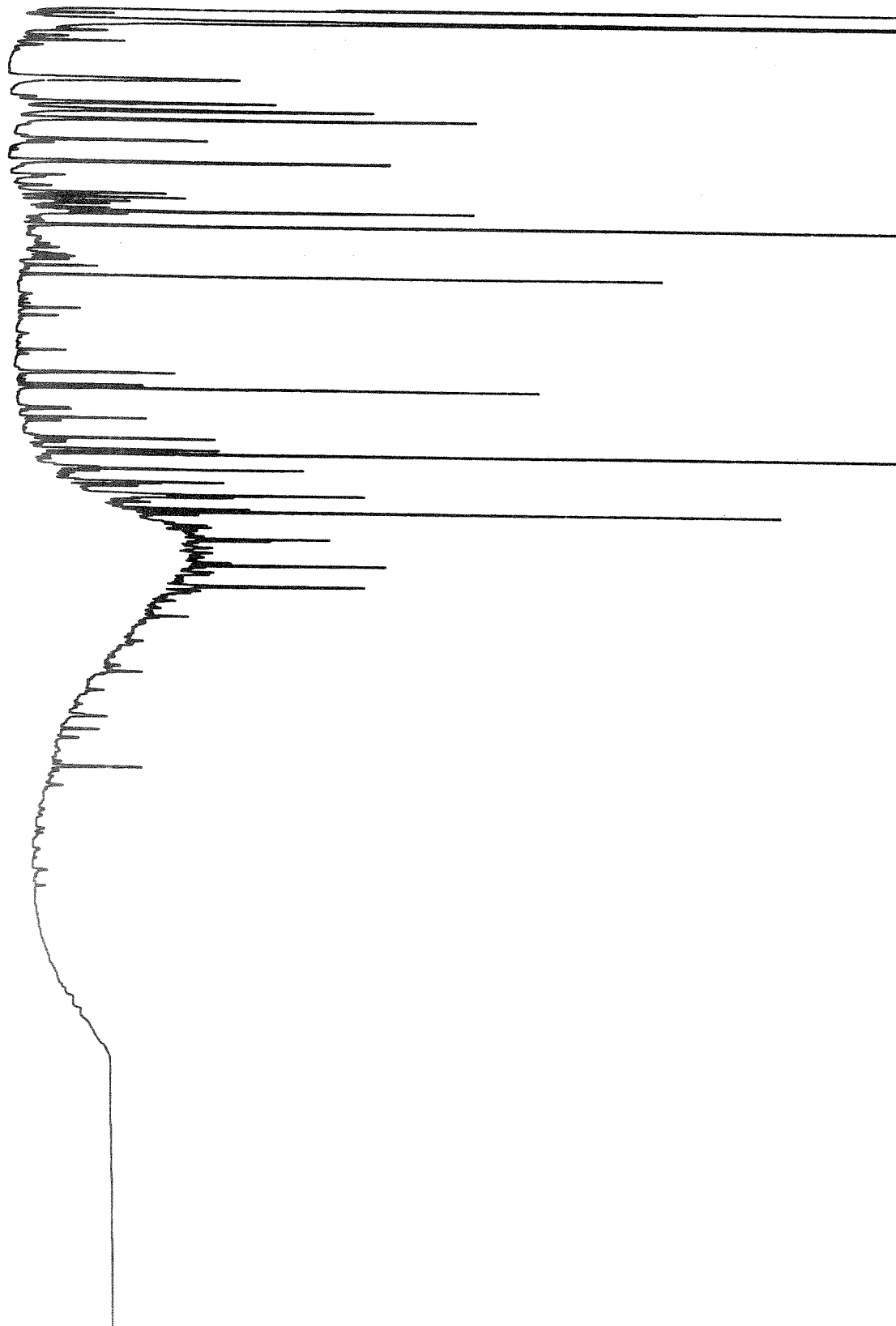


Figur V.3.8 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 4 (c)

RT: VALVE 3 + OFF



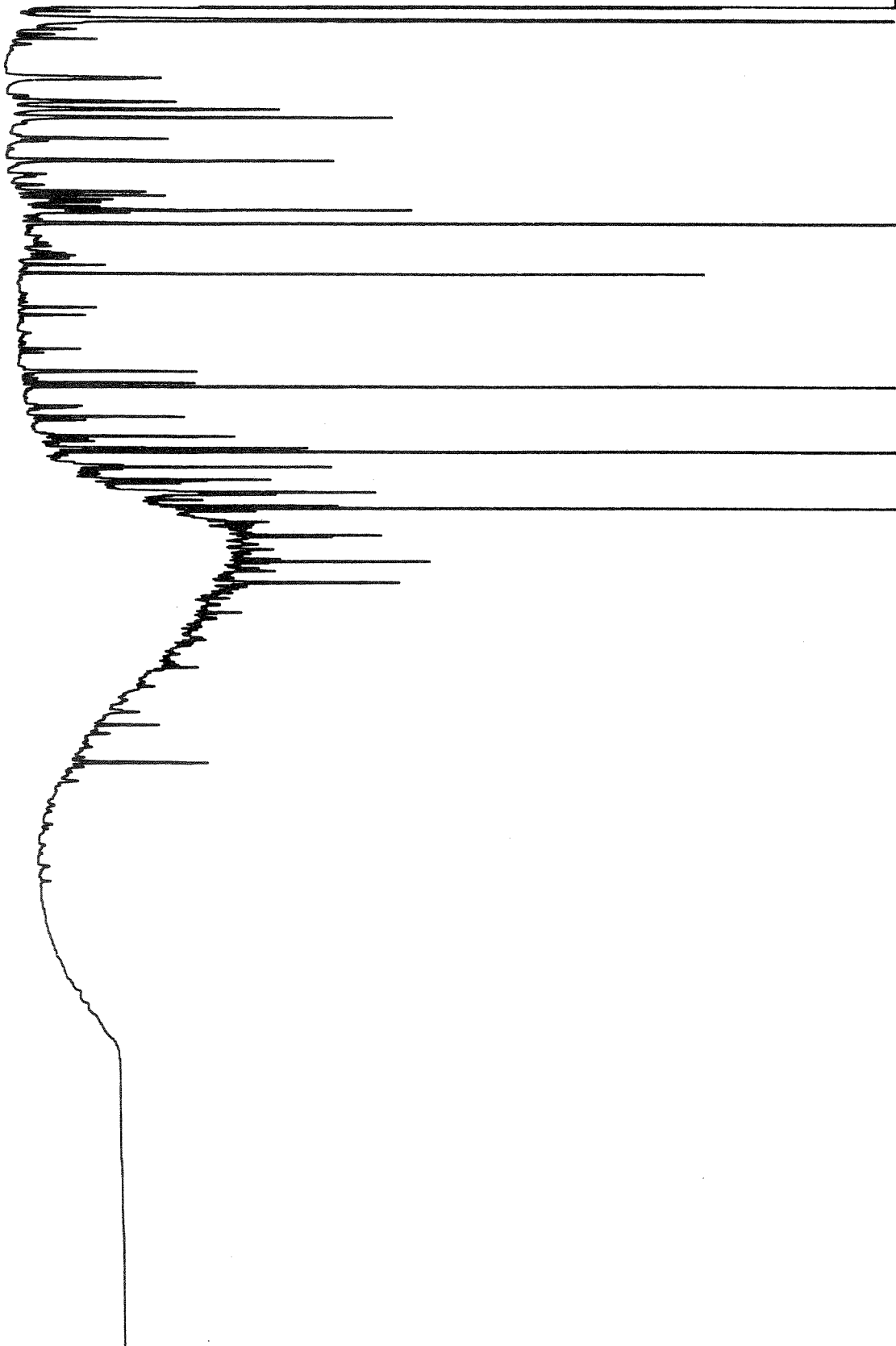
Figur V.3.9 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 9.



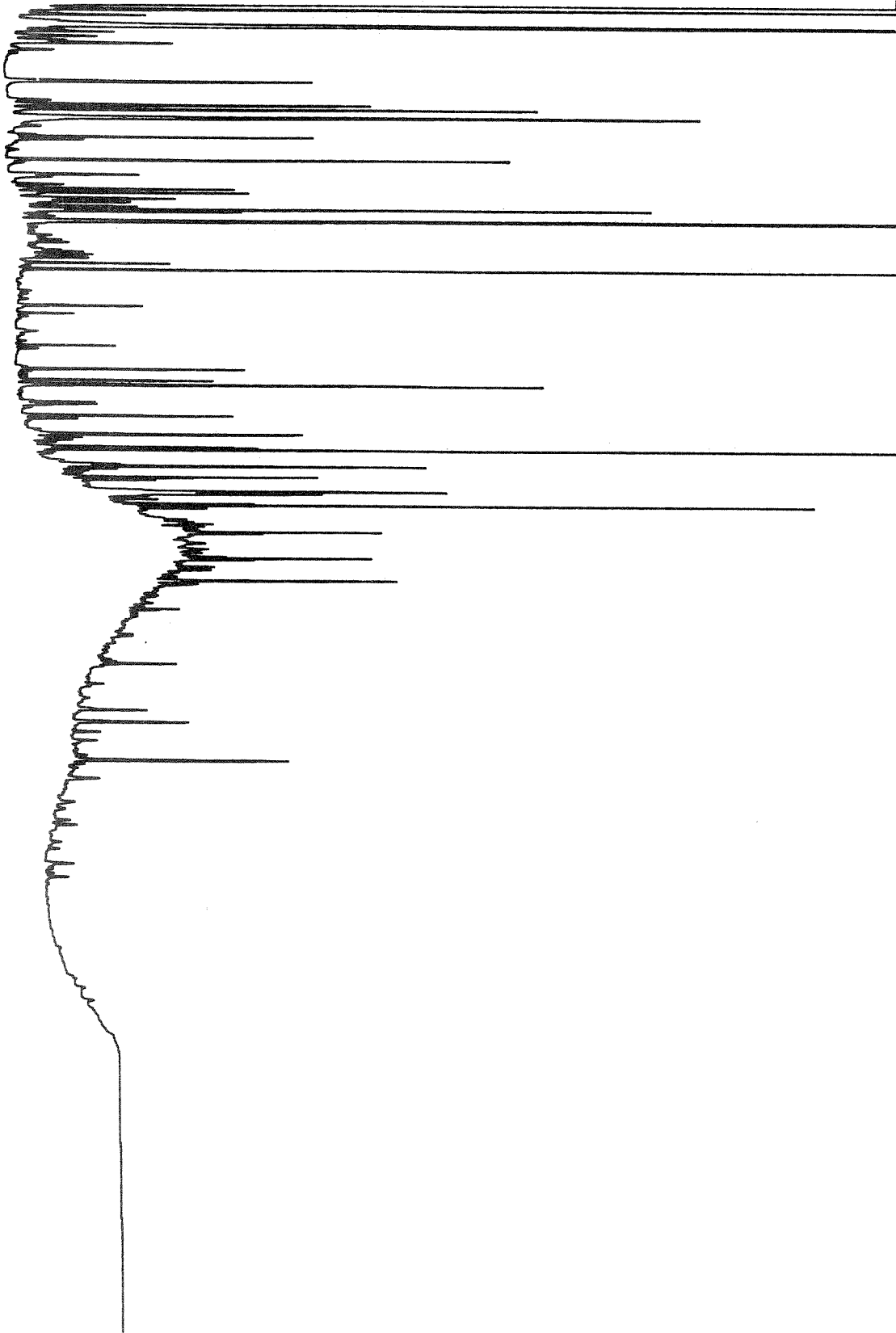
Figur V.3.10 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 11 (a).

RT: VALVE 5 + OFF

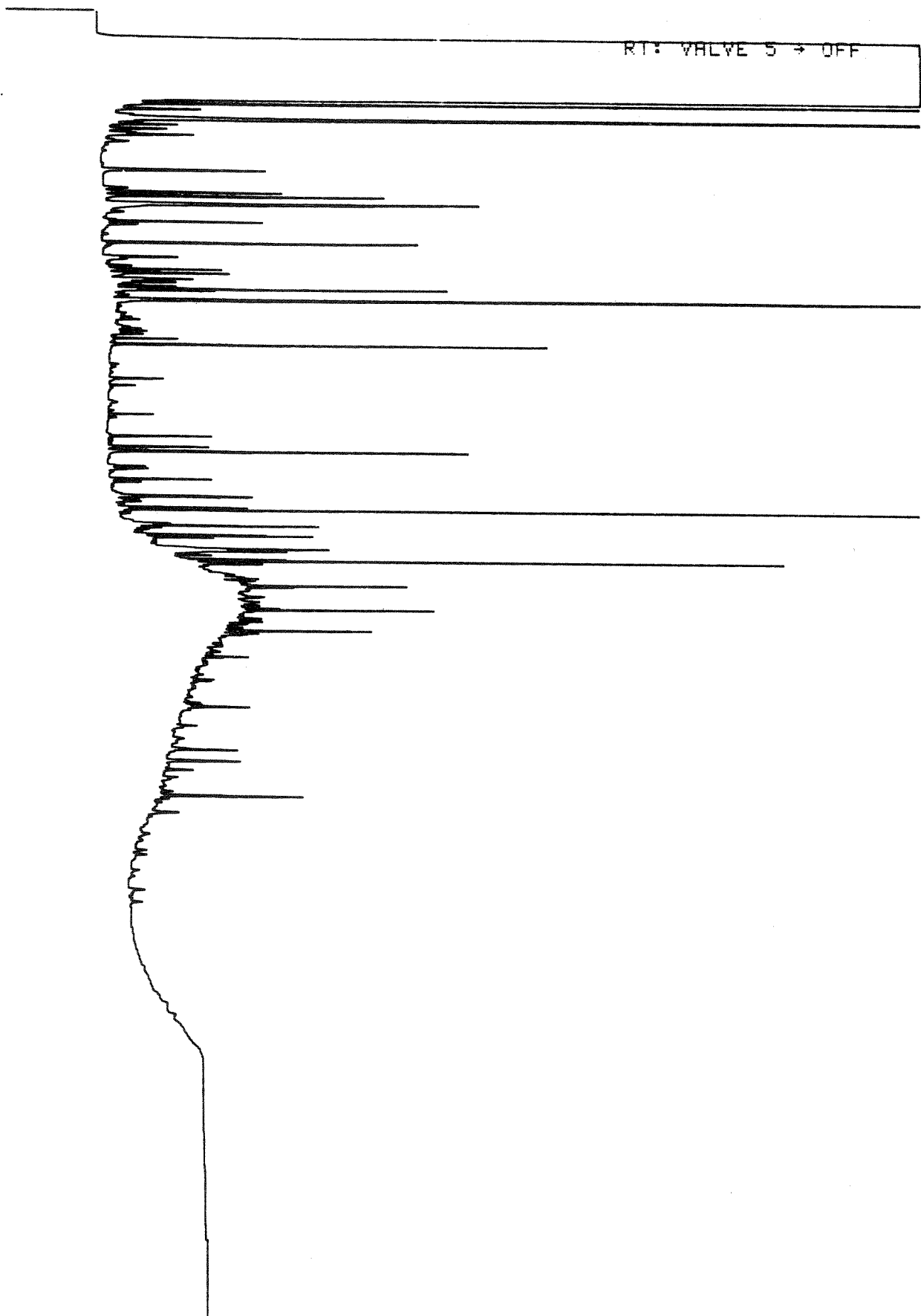
50



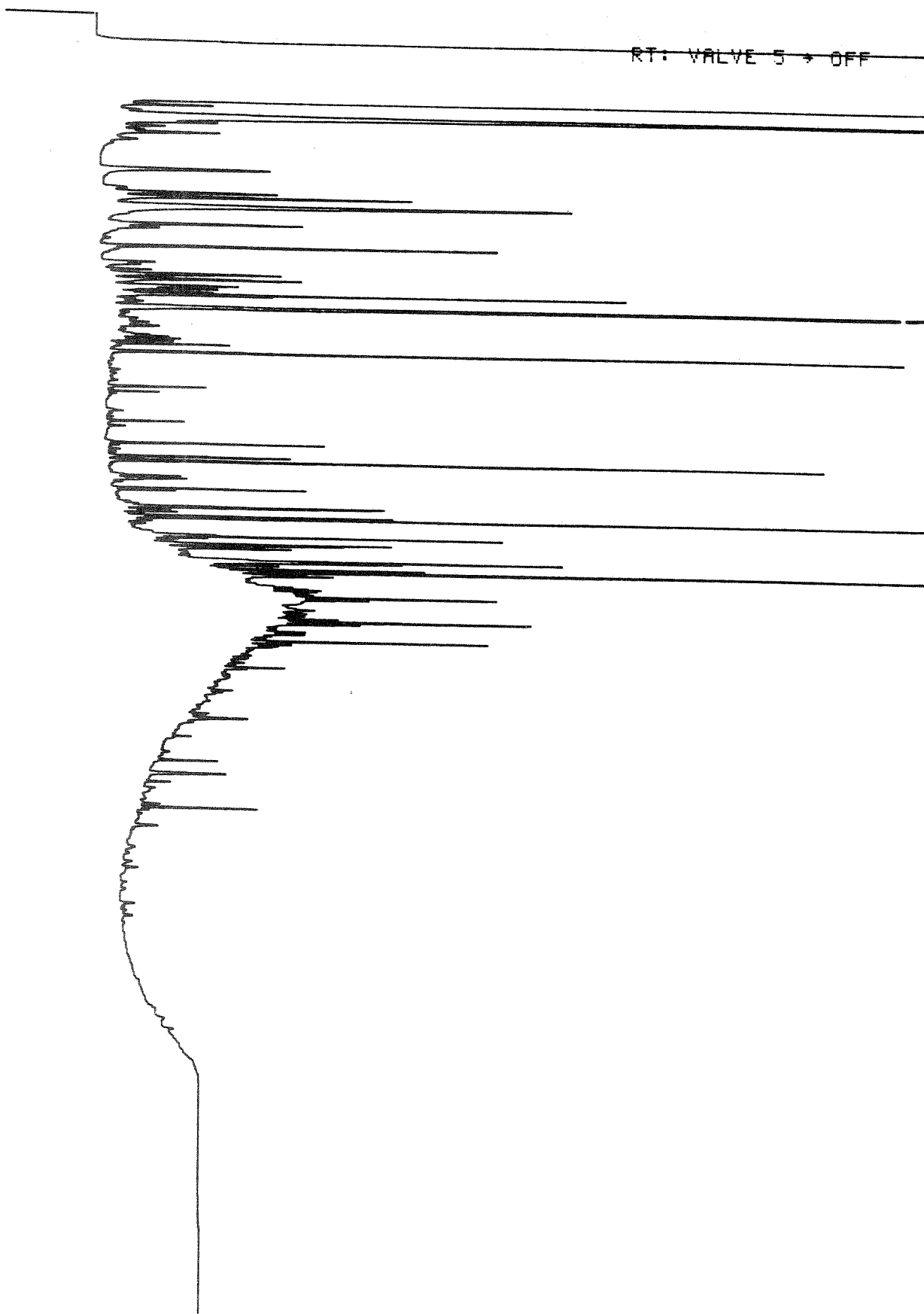
Figur V.3.11 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 11 (b).



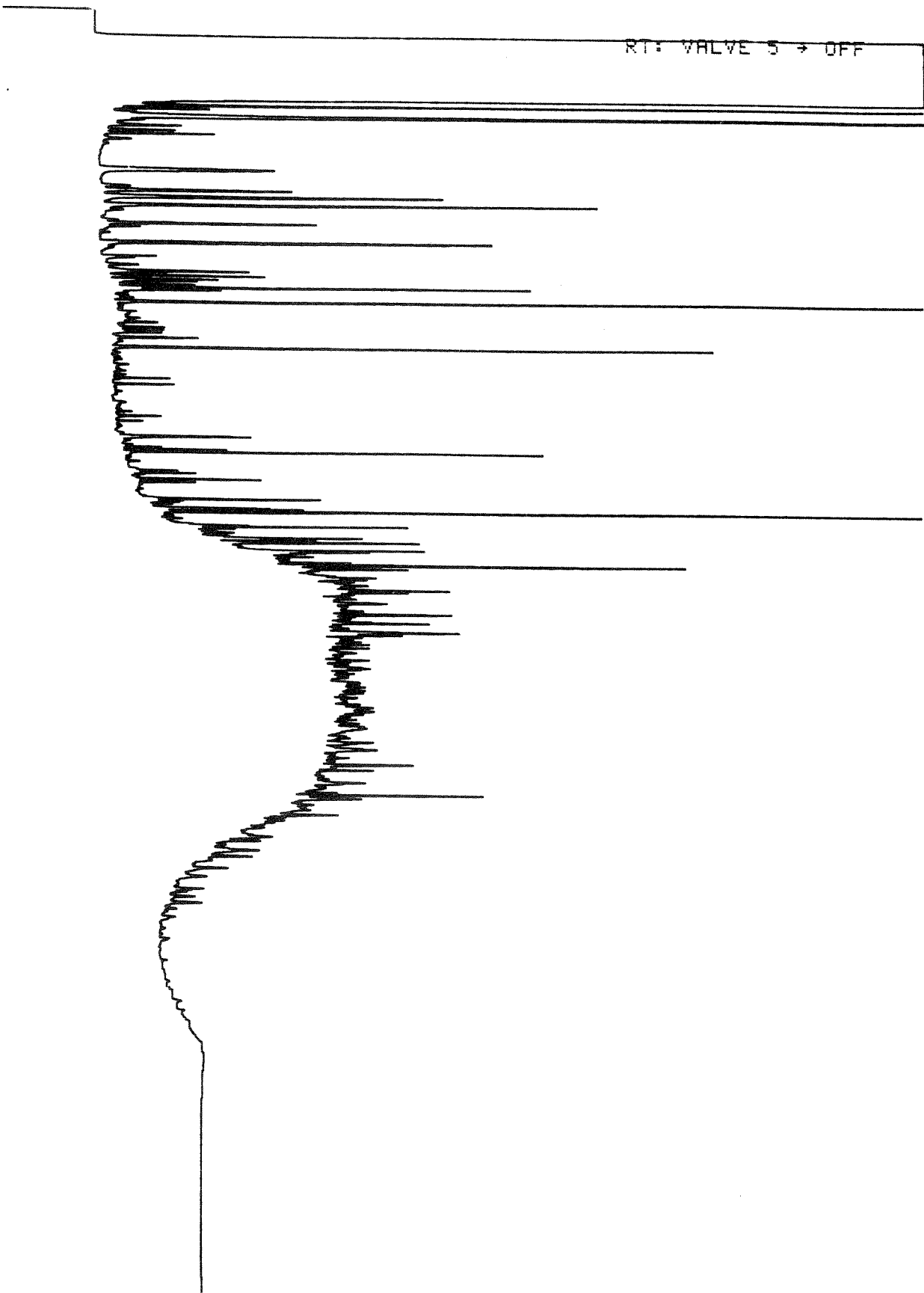
Figur V.3.12 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 11 (c).



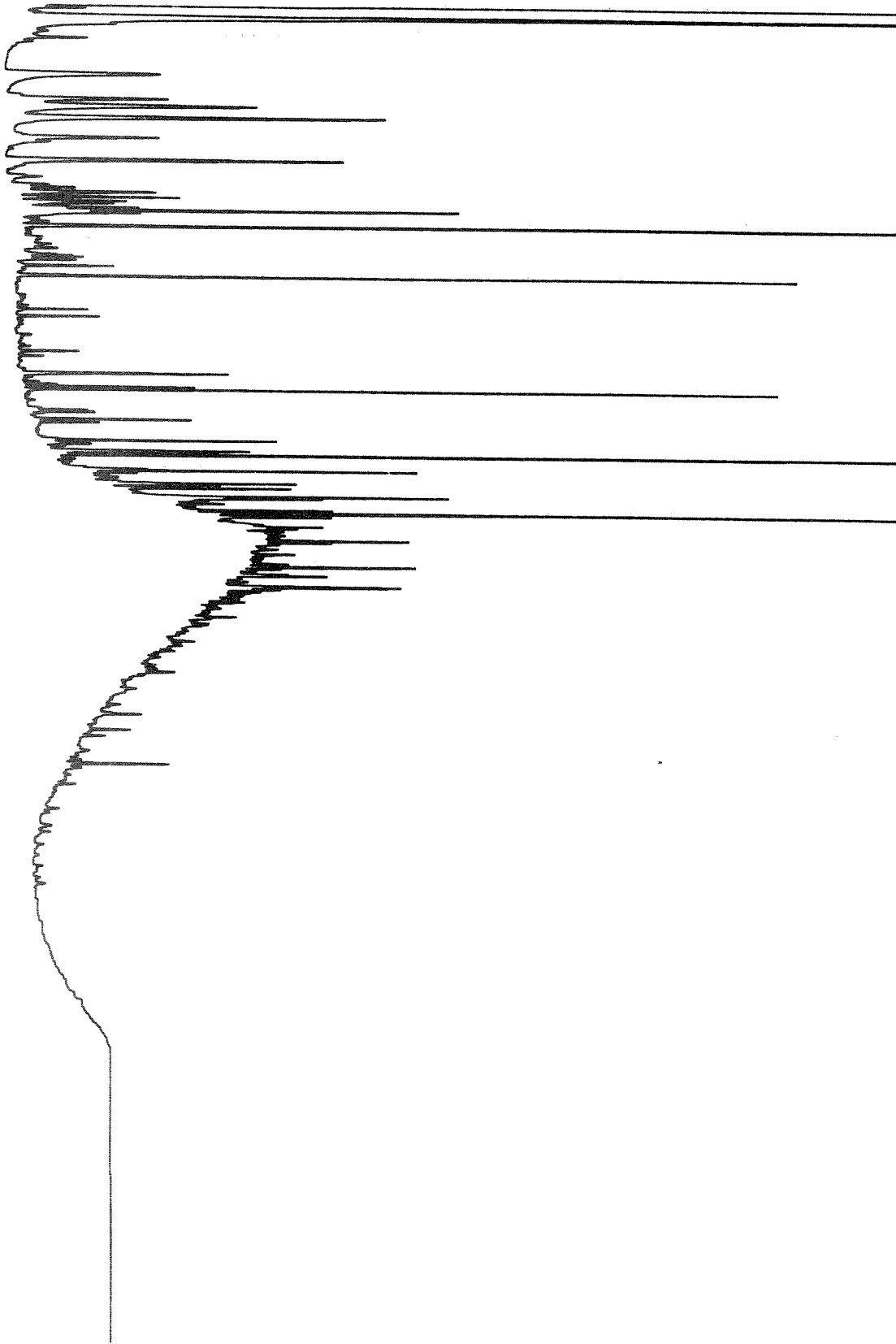
Figur V.3.13 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 11 (d)



Figur V.3.14 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 11 (e).

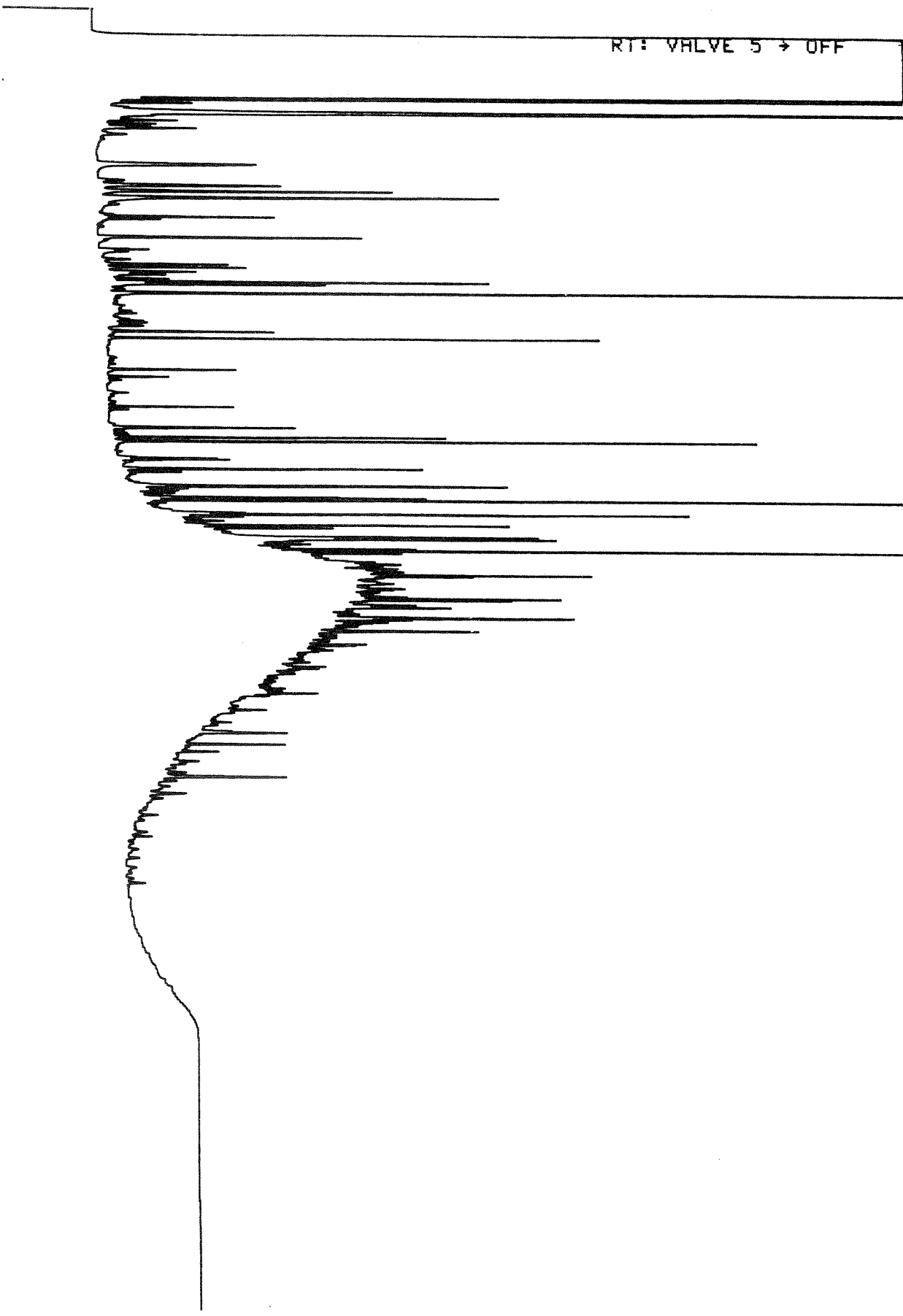


Figur V.3.15 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 15 (a)

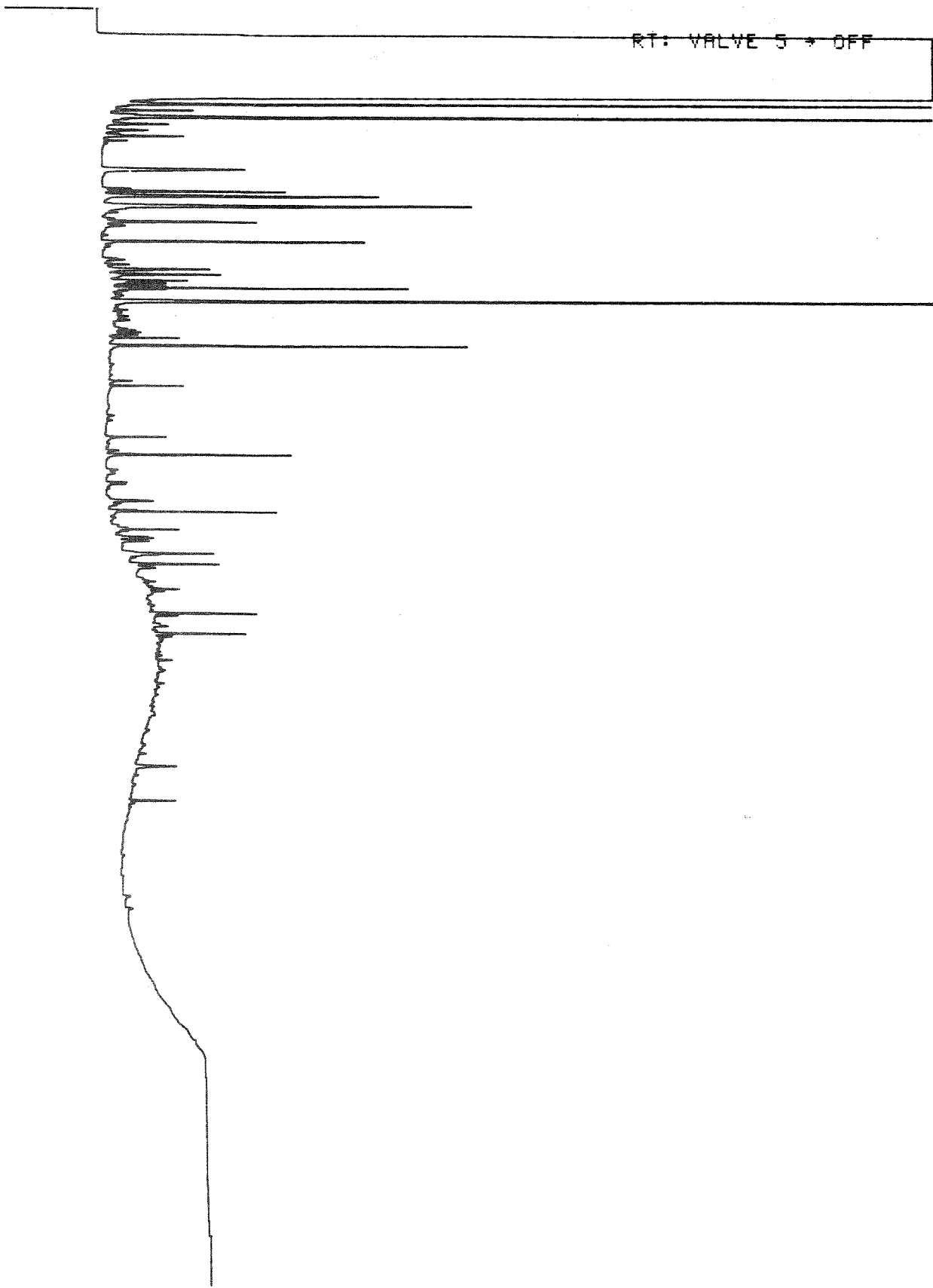


Figur V.3.16 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 15 (b).

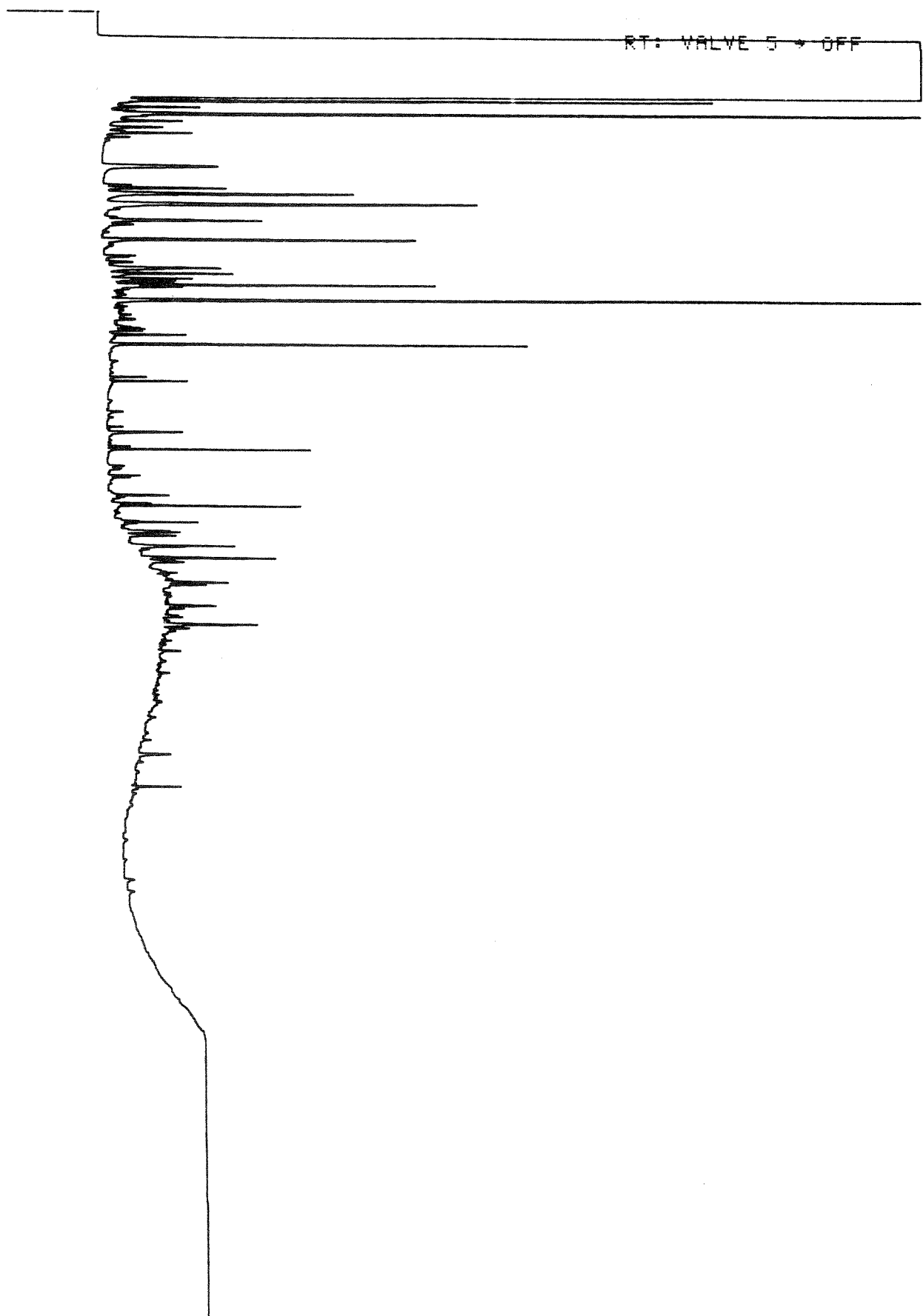
RT: VALVE 5 → OFF



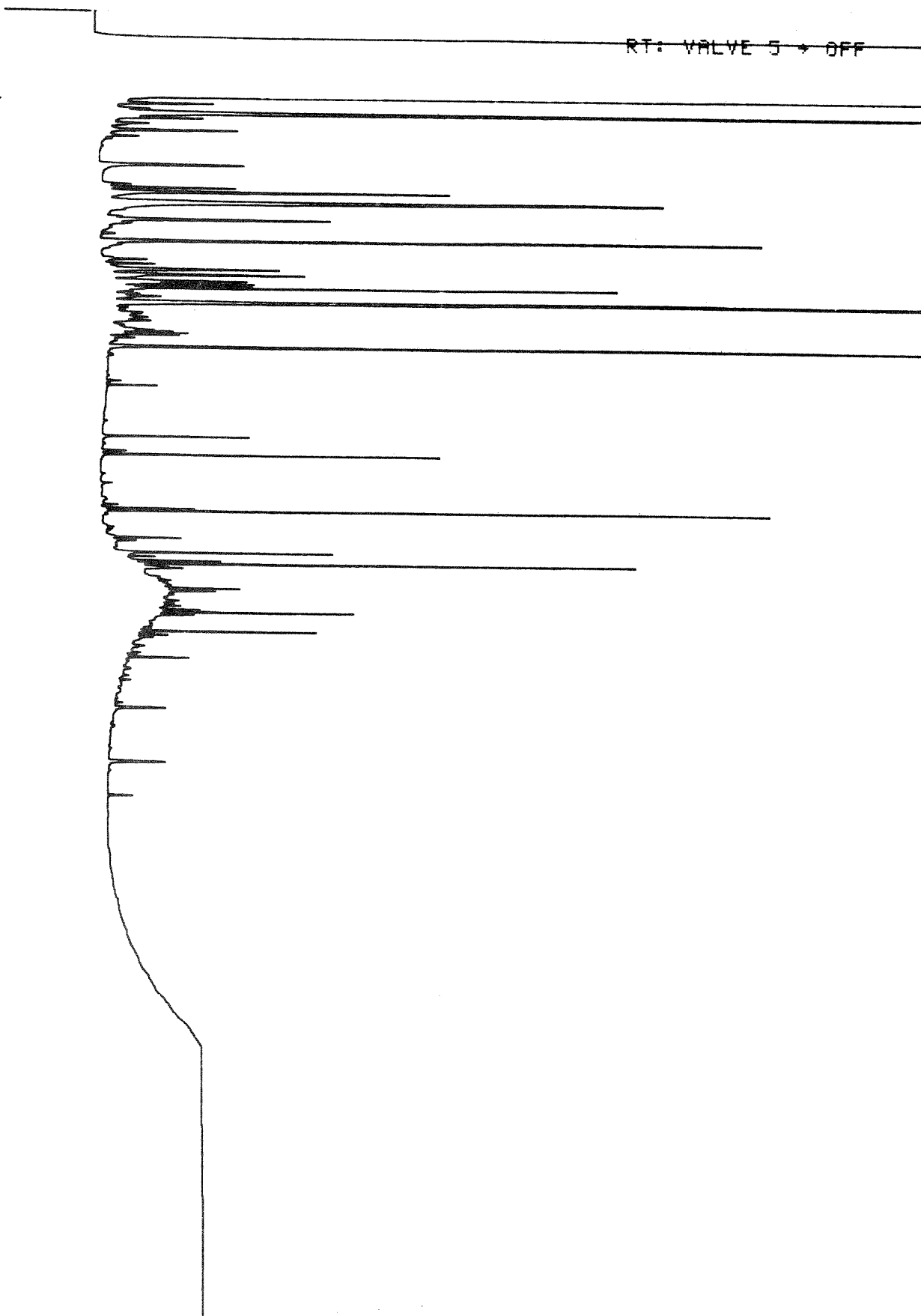
Figur V.3.17 Gasskromatogram av ekstrakt fra sjasjon nr. 15 (c).



Figur V.3.18 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 27



Figur V.3.19 Gasskromatogram av ekstrakt fra stasjon nr. 33.



Figur V.3.20 Gasskromatogram av ekstrakt fra blindprøve.

VEDLEGG 4 STATISTISKE METODER FOR BLØTBUNNFAUNADATA

Likhet i faunaen fra stasjon til stasjon

Prosent similaritet (PS)

Dette er en indeks som tar hensyn til individtettheten av artene. Den er definert ved:

$$PS = \sum_i \min(P_{ai}, P_{bi})$$

hvor P_{ai} er prosentandelen av art i av det totale individantall på stasjon a , P_{bi} er tilsvarende for stasjon b , og $\min(P_{ai}, P_{bi})$ er den minste av de to prosentandelene for art i . Ved total likhet er PS lik 100. Ved total ulikhet er den lik 0.

Czekanowski - indeks

Denne likhetsindeksen tar hensyn til artssammensetningen, altså hvilke arter som er tilstede, men ikke deres individantall. Den er definert ved:

$$Cz = \frac{2C}{A+B}$$

hvor C = antall arter som er felles for begge stasjonene, A = antall arter på den ene stasjon, B = antall arter på den andre stasjonen.

Vanligvis uttrykkes brøken som prosent av 1. Ved total likhet blir indeksverdien da lik 100. Ved total ulikhet blir den lik 0.

Beregning av artsmangfold

Hurlbert-kurver

Artsmangfold (diversitet) kan defineres som artsantall som funksjon av individantall og framstilles som en kurve i et diagram med individantallet langs x-aksen og artsantallet langs y-aksen.

Punktene på kurven beregnes ved:

$$E(S_n) = \sum_i \left[1 - \frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right] \quad (\text{Hurlbert 1971})$$

hvor $E(S_n)$ = det forventete antall arter i en delprøve på n individer fra en prøve som inneholder N individer og N_i individer av i -te art.

For å få ett enkelt tall for artsmangfoldet, kan prøvenes individantall reduseres til en felles størrelse, f.eks. 100. Tallet for artsmangfoldet angir da det forventete antall arter blant 100 tilfeldig utvalgte individer fra faunasamfunnet, og benevnes $ES(n=100)$ (=expected species number for $n=100$).

Shannon-Wiener - indeks

Denne indeksen er mye brukt til å beskrive artsmangfoldet i marine organismesamfunn. Indeksen benevnes H , og er definert ved:

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i \quad (\text{Shannon og Weaver 1963})$$

hvor P_i er andelen av art i av det totale individantall, s er artsantall.

Iblant brukes naturlig logaritme (\ln) istedet for logaritme med grunntall 2 (\log_2) ved beregning av indeksen.

VEDLEGG 5 KOMPLETTE DATA FRA BLØTBUNNFAUNAPRØVENE

Den første tallkolonnen angir summen av individer i de 5 grabbene, de påfølgende 5 kolonner individtallene i hver enkelt grabb. Oversettelser av koder til fulle navn er gitt nedenfor.

LOC GULLFAKS

DAT 860428

STA 1

DYP 135

**

AMPH.FIL	1	-	-	-	-	1
ASTA.SUL	1	-	-	-	-	1
CARD.COS	1	-	-	-	-	1
CRIB.PUN	1	-	-	1	-	-
GLYCERAZ	1	-	-	-	1	-
HARM.LON	1	-	-	-	-	1
HARMOTHZ	1	-	1	-	-	-
HENR.SAN	1	1	-	-	-	-
HIAT.ARC	1	-	-	1	-	-
IRREGU.A	1	-	-	-	-	1
LIMA.SUB	9	-	1	-	3	5
MALACOCZ	1	-	-	1	-	-
MELI.LAU	1	-	1	-	-	-
NEMERTIN	1	-	-	-	-	1
NEPHTYSZ	1	-	1	-	-	-
OPHI.AFF	2	-	-	1	-	1
PARA.OCU	1	-	-	-	-	1
PRIO.CIR	1	-	-	-	1	-
PROT.KEF	1	-	-	-	-	1
SOSA.SUL	1	-	-	-	-	1
SPHA.HYS	1	-	-	-	-	1
STRO.DRO	2	-	-	-	2	-
VENU.OVA	1	-	-	-	-	1

\$

STA 2

DYP 130

**

AONI.PAU	4	1	1	1	1	-
ARICIDEZ	1	-	1	-	-	-
ASTA.SUL	1	1	-	-	-	-
CAUL.BIO	2	-	1	1	-	-
CRES.MIN	1	-	-	1	-	-
ECHI.PUS	1	-	-	1	-	-
GONIADEZ	1	-	1	-	-	-
HETE.FIL	2	1	-	-	1	-
IRREGU.A	1	-	-	1	-	-
JASMINEZ	1	-	1	-	-	-
LIMA.SUB	3	1	1	-	1	-
NATI.NAN	1	-	1	-	-	-
NEMATODA	2	-	-	2	-	-
NEMERTIN	4	-	-	4	-	-
NOTO.LAT	1	1	-	-	-	-
OLIGOCHA	1	-	-	1	-	-
POLY.MED	1	-	-	1	-	-
PROT.KEF	2	1	-	1	-	-
SIGA.MAT	1	-	-	1	-	-
SPIO.KRO	1	-	-	1	-	-
SPIONIDX	1	-	1	-	-	-
STRO.DRO	1	-	-	1	-	-
TERE.RET	1	1	-	-	-	-
VENU.OVA	1	1	-	-	-	-

\$

STA 3

DYP 130

**

AONI.PAU	1	-	-	-	-	1
ARICIDEZ	2	-	-	1	1	-
CAPI.CAP	1	-	-	-	-	1
CAUL.BIO	1	-	-	-	-	1
CIRO.BOR	1	-	-	-	1	-
ECHI.PUS	1	-	1	-	-	-
ETEONE.Z	1	-	-	-	1	-
IDOT.PEL	1	-	-	-	-	1

MYSI.UND	1	-	-	-	1	-
NEMATODA	2	-	1	-	-	1
NEMERTIN	1	1	-	-	-	-
OLIGOCHA	1	-	-	1	-	-
OPHI.AFF	3	-	2	-	-	1
VENU.OVA	2	-	-	2	-	-

\$

STA 4

DYP 130

**

AONI.PAU	3	1	1	-	-	1
ASTA.SUL	1	1	-	-	-	-
CAUL.BIO	1	-	-	1	-	-
CHON.DUN	1	-	-	-	-	1
CHONE..Z	1	-	1	-	-	-
ECHI.PUS	5	2	-	-	1	2
EXOG.VER	1	-	-	-	-	1
EXOGONEZ	1	-	1	-	-	-
GLYCERAZ	4	3	1	-	-	-
HARMOTHZ	2	1	-	1	-	-
HIPP.PER	1	1	-	-	-	-
JASM.CAU	3	1	1	1	-	-
LAON.CIR	1	-	-	-	-	1
LIMA.SUB	18	4	7	-	2	5
MACA.CRA	1	1	-	-	-	-
MUGG.WAH	1	-	-	-	1	-
NEMATODA	8	1	2	2	-	3
NOTO.LAT	3	1	1	1	-	-
OPHI.AFF	1	-	1	-	-	-
ORCH.NAN	1	-	1	-	-	-
PLAC.TRI	1	-	-	-	-	1
POLY.PUL	1	1	-	-	-	-
PROT.KEF	2	2	-	-	-	-
SERT.TEN	1	1	-	-	-	-
SOSA.SUL	1	-	1	-	-	-
STRO.DRO	1	1	-	-	-	-
TEREBELX	3	1	1	-	-	1

THYA.OBS 1 1 - - - -
 VENU.OVA 2 - 1 - - - 1

\$

STA 9

DYP 130

**

AONI.PAU 1 - - - 1 -
 CAUL.BIO 2 - - - 2 -
 ECHI.PUS 2 - 1 - 1 -
 GLYCERAZ 2 - 1 - 1 -
 KEFE.CIR 1 - 1 - - -
 LIMA.SUB 16 9 4 - 3 -
 NEMATODA 7 - 4 2 1 -
 NEMERTIN 1 - 1 - - -
 NOTO.LAT 2 - 1 - 1 -
 OPHI.AFF 1 - 1 - - -
 PISI.REM 1 - 1 - - -
 PORO.GRA 1 - 1 - - -
 PROT.KEF 1 - - - 1 -
 SPIO.BOM 1 1 - - - -
 THYASIRX 1 - - - 1 -
 TRYP.NAN 1 - - - 1 -
 UBESTEMT 1 - 1 - - -

\$

STA 11

DYP 135

**

ANAP.LAE 3 1 1 - 1 -
 ATEL.ROT 1 - - - 1 -
 CALANOID 2 - - 1 1 -
 CAUL.BIO 1 - - 1 - -
 CIRO.BOR 1 - - - - 1
 EXOG.HEB 1 - - 1 - -
 GLYCERAZ 2 - - 1 - 1
 HYAS.COA 1 - - - - 1
 IRREGU.A 1 - - 1 - -
 KEFE.CIR 2 - - 1 1 -

SPS/smk-860410

LABI.BUS	1	-	-	-	1	-
LIMA.SUB	22	7	3	-	6	6
NOTO.LAT	2	-	-	1	-	1
ORCH.NAN	1	-	-	1	-	-
PRIO.MUL	1	-	1	-	-	-
PROT.KEF	1	-	-	-	-	1
SYLLINAY	1	-	-	1	-	-

\$

STA 15

DYP 134

**

ANAP.LAE	1	-	-	-	-	1
AONI.PAU	1	-	1	-	-	-
ASTA.SUL	1	-	-	1	-	-
CALANOID	11	1	3	3	3	1
CAUL.BIO	1	-	-	-	1	-
CYCL.LUM	1	-	-	1	-	-
ECHI.PUS	1	-	-	1	-	-
ETEONE.Z	1	-	-	1	-	-
LABI.BUS	1	-	1	-	-	-
LEUC.COR	1	-	-	-	-	1
LIMA.HIA	1	-	-	-	-	1
LIMA.SUB	6	1	1	1	1	2
MACA.CRA	4	-	1	-	3	-
MODI.MOD	1	-	-	-	1	-
NEMATODA	1	-	-	1	-	-
OLIGOCHA	1	-	-	1	-	-
PHANEROZ	1	-	-	-	1	-
PHOL.MIN	1	-	-	1	-	-
TERE.STR	1	-	1	-	-	-
THYA.OBS	2	-	2	-	-	-
VENU.OVA	2	-	-	1	1	-

\$

STA 27

DYP 145

**

ANAP.LAE	1	-	-	1	-	-
----------	---	---	---	---	---	---

AONI.PAU	1	1	-	-	-	-
CADU.SUB	1	-	1	-	-	-
CAUL.BIO	1	-	1	-	-	-
DITR.ARI	1	-	-	-	1	-
ECHI.PUS	1	-	-	-	-	1
EXOG.HEB	5	1	3	-	1	-
HARMOTHZ	1	-	-	1	-	-
HESI.AUG	3	-	3	-	-	-
HYAL.BIL	1	-	-	1	-	-
IRREGU.A	2	1	-	-	1	-
KEFE.CIR	1	-	-	-	1	-
LIMA.SUB	13	2	2	4	3	2
MALACOCZ	2	1	-	-	1	-
MARG.CIN	1	-	1	-	-	-
MYRI.FRA	1	-	-	1	-	-
NATI.ALD	1	-	-	-	1	-
NEBA.BIP	2	-	-	-	-	2
NEMATODA	3	-	1	1	1	-
NEMERTIN	1	1	-	-	-	-
NOTO.LAT	1	-	-	-	1	-
PHAS.MAR	1	-	-	-	1	-
PISI.REM	1	-	-	-	-	1
POLYDORZ	1	-	1	-	-	-
PORIFERA	3	1	-	1	1	-
PROT.KEF	1	-	-	1	-	-
SETO.VUL	2	-	-	1	1	-
SIGA.MAT	1	1	-	-	-	-
SIPUNCUL	1	-	-	-	-	1
SPIO.BOM	1	-	-	-	1	-
SPIO.KRO	8	7	1	-	-	-

\$

STA 33

DYP 140

**

AONI.PAU	2	1	1	-	-	-
ASTA.SUL	2	-	2	-	-	-
CARD.COS	1	-	-	1	-	0

SPS/smk-860410

CAUL.BIO	1	1	-	-	-	-
CERI.LLO	1	-	1	-	-	-
DENT.VUL	1	-	-	-	1	-
DITR.ARI	1	-	1	-	-	-
ECHI.PUS	6	1	2	-	2	1
EXOG.HEB	2	-	2	-	-	-
GLYCERAZ	1	-	1	-	-	-
HESI.AUG	2	1	1	-	-	-
HIPP.DEN	1	1	-	-	-	-
JASM.CAU	1	-	-	-	-	1
LABI.BUS	1	-	-	-	1	-
LIMA.SUB	12	1	6	3	-	2
LUMB.GRA	1	-	-	-	1	-
LYON.NOR	1	-	-	1	-	-
MYRI.OCU	1	-	1	-	-	-
NEMATODA	6	1	1	1	-	3
NEMERTIN	1	1	-	-	-	-
NOTO.LAT	2	-	1	1	-	-
OLIGOCHA	1	-	1	-	-	-
OPHI.AFF	1	-	-	1	-	-
ORBINIAZ	2	-	-	-	1	1
OWEN.FUS	1	-	1	-	-	-
PHAS.MAR	1	1	-	-	-	-
PORIFERA	3	-	-	-	2	1
PRIO.CIR	1	-	-	1	-	-
PROT.KEF	2	-	1	1	-	-
SETO.VUL	5	-	1	1	3	-
THYA.OBS	1	-	-	1	-	-
TRYP.LON	1	-	1	-	-	-
VENU.STR	1	-	1	-	-	-
YOLD.TOM	1	-	1	-	-	-

\$

- 1 AMPH.FIL AMPHIURA FILIFORMIS (O.F.MUELLER)
- 2 ANAP.LAE ANAPAGURUS LAEVIS
- 3 AONI.PAU AONIDES PAUCIBRANCHIATA SOUTHERN 1914
- 4 ARICIDEZ ARICIDEA
- 5 ASTA.SUL ASTARTE SULCATA (DA COSTA 1778)

SPS/smk-860410

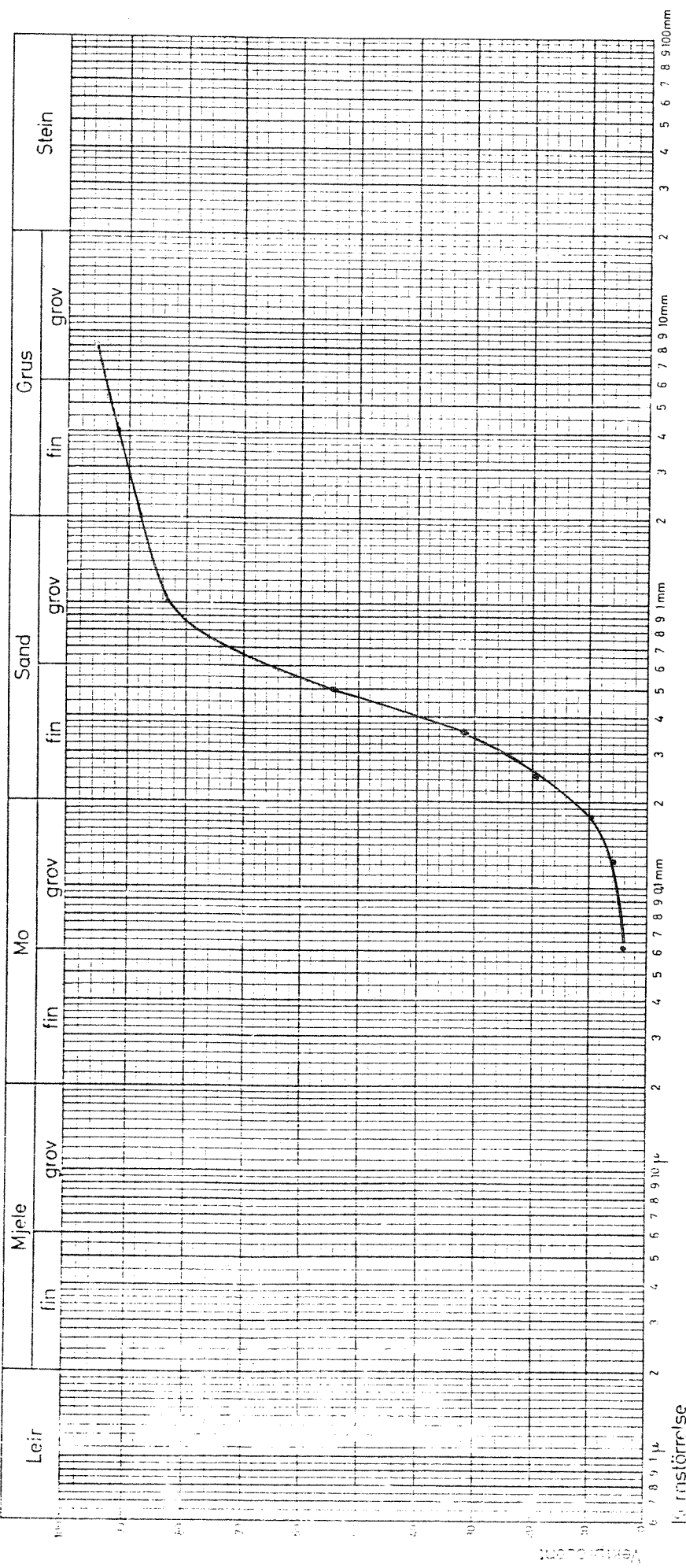
6	ATEL.ROT	ATELECYCLUS ROTUNDATUS
7	CADU.SUB	CADULUS SUBFUSIDFORMIS
8	CAPI.CAP	CAPITELLA CAPITATA (FABRICIUS 1780)
9	CARD.COS	CARDIOMYA COSTELLATA
10	CAUL.BIO	CAULLERIELLA BIOCULATA (KEFERSTEIN 1862)
11	CERI.LLO	CERIANTHUS LLOYDI
12	CHON.DUN	CHONE DUNERI MALMGREN 1867
13	CHONE..Z	CHONE
14	CIRO.BOR	CIROLANA BOREALIS LILLJEBORG
15	CRES.MIN	CRESSA MINUTA
16	CRIB.PUN	CRIBRILINA PUNCTATA
17	CYCL.LUM	CYCLOPTERUS LUMPUS
18	DENT.VUL	DENTALIUM VULGARE
19	DITR.ARI	DITRUPA ARIETINA (O.F.MUELLER 1776)
20	ECHI.PUS	ECHINOCYAMUS PUSILLUS (O.F.MUELLER)
21	ETEONE.Z	ETEONE
22	EXOG.HEB	EXOGONE HEBES (WEBSTER & BENEDICT 1884)
23	EXOG.VER	EXOGONE VERUGERA (CLAPAREDE 1868)
24	EXOGONEZ	EXOGONE
25	GLYCERAZ	GLYCERA
26	GONIADEZ	GONIADELLA
27	HARM.LON	HARMOTHOE LONGISETIS (GRUBE 1863)
28	HARMOTHZ	HARMOTHOE
29	HENR.SAN	HENRICIA SANGUINOLENTA
30	HESI.AUG	HESIONARIA AUGENERI
31	HETE.FIL	HETEROMASTUS FILIFORMIS
32	HIAT.ARC	HIATELLA ARCTICA
33	HIPP.DEN	HIPPOMEDEON DENTICULATUS
34	HIPP.PER	HIPPOPORINA PERTUSA
35	HYAL.BIL	HYALINOECIA BILINEATA
36	HYAS.COA	HYAS COARCTATUS
37	IDOT.PEL	IDOTEA PELAGICA
38	IRREGU.A	IRREGULARIA SP A
39	JASM.CAU	JASMINEIRA CAUDATA
40	JASMINEZ	JASMINEIRA
41	KEFE.CIR	KEFERSTEINIA CIRRATA (KEFERSTEIN 1862)
42	LABI.BUS	LABIDOPLEX BUSKI (MCINTOSH)

43	LAON.CIR	LAONICE CIRRATA (M.SARS 1851)
44	LEUC.COR	LEUCOSOLENIA CORIACEA
45	LIMA.HIA	LIMA HIANS
46	LIMA.SUB	LIMATULA SUBAURICULATA
47	LUMB.GRA	LUMBRINERIS GRACILIS (EHLERS 1868)
48	LYON.NOR	LYONSIA NORVEGICA
49	MACA.CRA	MACANDREVIA CRANIA
50	MALACOCZ	MALACOCEROS
51	MARG.CIN	MARGARITA CINERA
52	MELI.LAU	MELYTHASIDES LAUBIERI
53	MODI.MOD	MODIOLUS MODIOLUS (L.)
54	MUGG.WAH	MUGGA WAHRBERGI ELIASON 1955
55	MYRI.FRA	MYRIOCHELE FRAGILIS
56	MYRI.OCU	MYRIOCHELE OCVLATA ZAKS 1922
57	MYSI.UND	MYSIA UNDATA (PENNANT)
58	NATI.ALD	NATICA ALDERI FORBES
59	NATI.NAN	NATICA NANA
60	NEBA.BIP	NEBALIA BIPES
61	NEMATODA	NEMATODA
62	NEMERTIN	NEMERTINEA
63	NEPHTYSZ	NEPHTYS
64	NOTO.LAT	NOTOMASTUS LATERICEUS SARS 1851
65	OLIGOCHA	OLIGOCHAETA
66	OPHI.AFF	OPHIURA AFFINIS LUETKEN
67	ORBINIAZ	ORBINIA
68	ORCH.NAN	ORCHOMENE NANA
69	OWEN.FUS	OWENIA FUSIFORMIS DELLE CHIAJE 1841
70	PARA.OCU	PARAPHOXUS OCVLATUS SARS 1891
71	PHANEROZ	PHANEROZONIA
72	PHAS.MAR	PHASCOLOSOMA MARGARITACEUM
73	PHOL.MIN	PHOLOE MINUTA (FABRICIUS 1780)
74	PISI.REM	PISIONE REMOTA
75	PLAC.TRI	PLACOSTEGUS TRIDENTATUS
76	POLY.MED	POLYCIRRUS MEDUSA GRUBE 1850
77	POLY.PUL	POLYDORA PULCHRA CARAZZI 1895
78	POLYDORZ	POLYDORA
79	PORIFERA	PORIFERA

80	PORO.GRA	POROMYA GRANULATA
81	PRIO.CIR	PRIONOSPPIO CIRRIFFERA WIREN 1883
82	PRIO.MUL	PRIONOSPPIO MULTIBRANCHIS
83	PROT.KEF	PROTODORVILLEA KEFERSTEINI (MCINTOSH 1869)
84	SERT.TEN	SERTULARIA TENERA
85	SETO.VUL	SETOSELLA VULNERATA
86	SIGA.MAT	SIGALION MATHILDAE
87	SIPUNCUL	SIPUNCULIDA
88	SOSA.SUL	SOSANE SULCATA MALMGREN 1865
89	SPHA.HYS	SPHAEROSYLLIS HYSTRIX
90	SPIO.BOM	SPIOPHANES BOMBYX (CLAPAREDE 1870)
91	SPIO.KRO	SPIOPHANES KROEYERI GRUBE 1860
92	SPIONIDX	SPIONIDAE
93	STRO.DRO	STRONGYLOCENTROTUS DROEBACHIENSIS
94	SYLLINAY	SYLLINAE
95	TERE.RET	TEREBRATULINA RETUSA
96	TERE.STR	TEREBELLIDES STROEMI
97	TEREBELX	TEREBELLIDAE
98	THYA.OBS	THYASIRA OBSOLETA
99	THYASIRX	THYASIRIDAE
100	TRYP.LON	TRYPHOSITES LONGIPES (BATE & WESTWOOD 1861)
101	TRYP.NAN	TRYPHOSELLA NANOIDES
102	UBESTEMT	UBESTEMT
103	VENU.STR	VENUS STRIATULA (DA COSTA)
104	VENU.OVA	VENUS OVATA
105	YOLD.TOM	YOLDIELLA TOMLINI

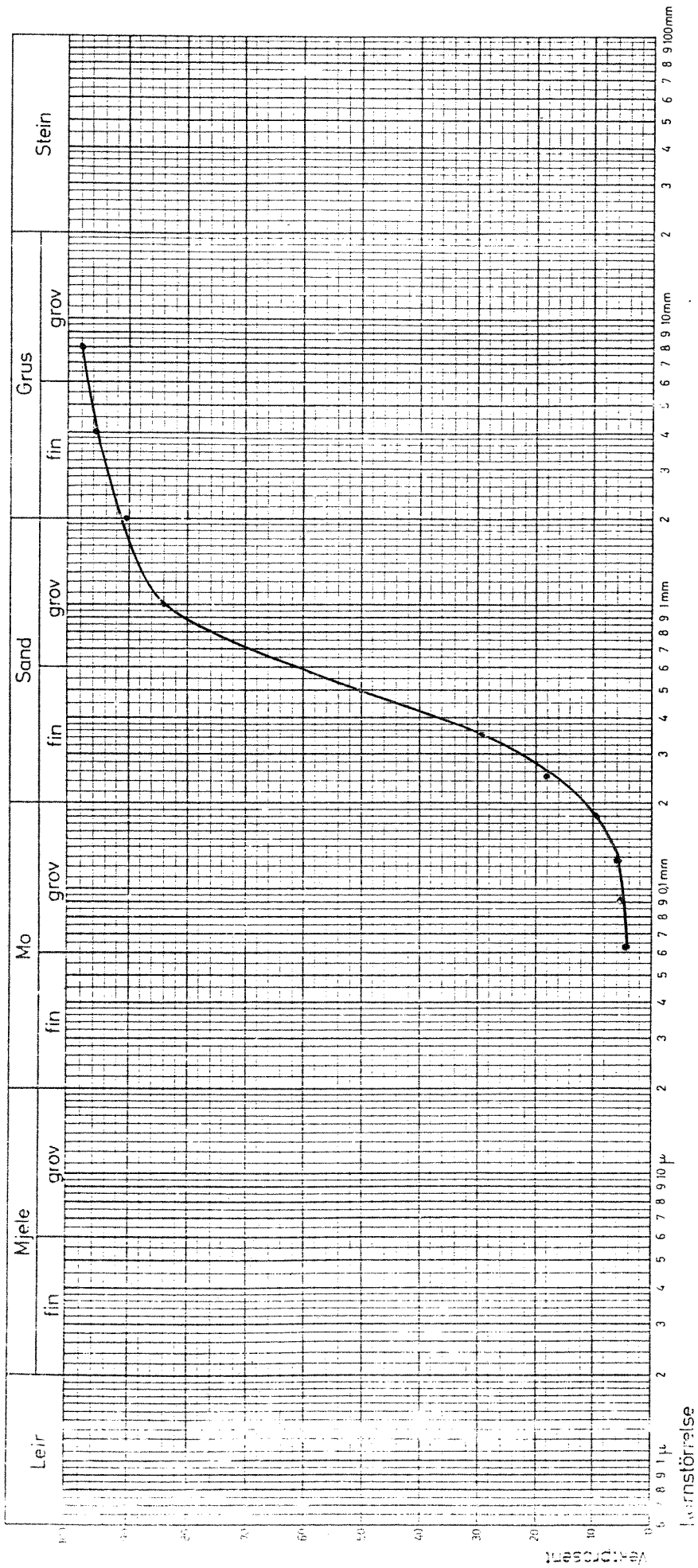
VEDLEGG 6 KUMULATIVE KURVER FOR SEDIMENTETS KORNFORDELING

Kornfordelingskurver



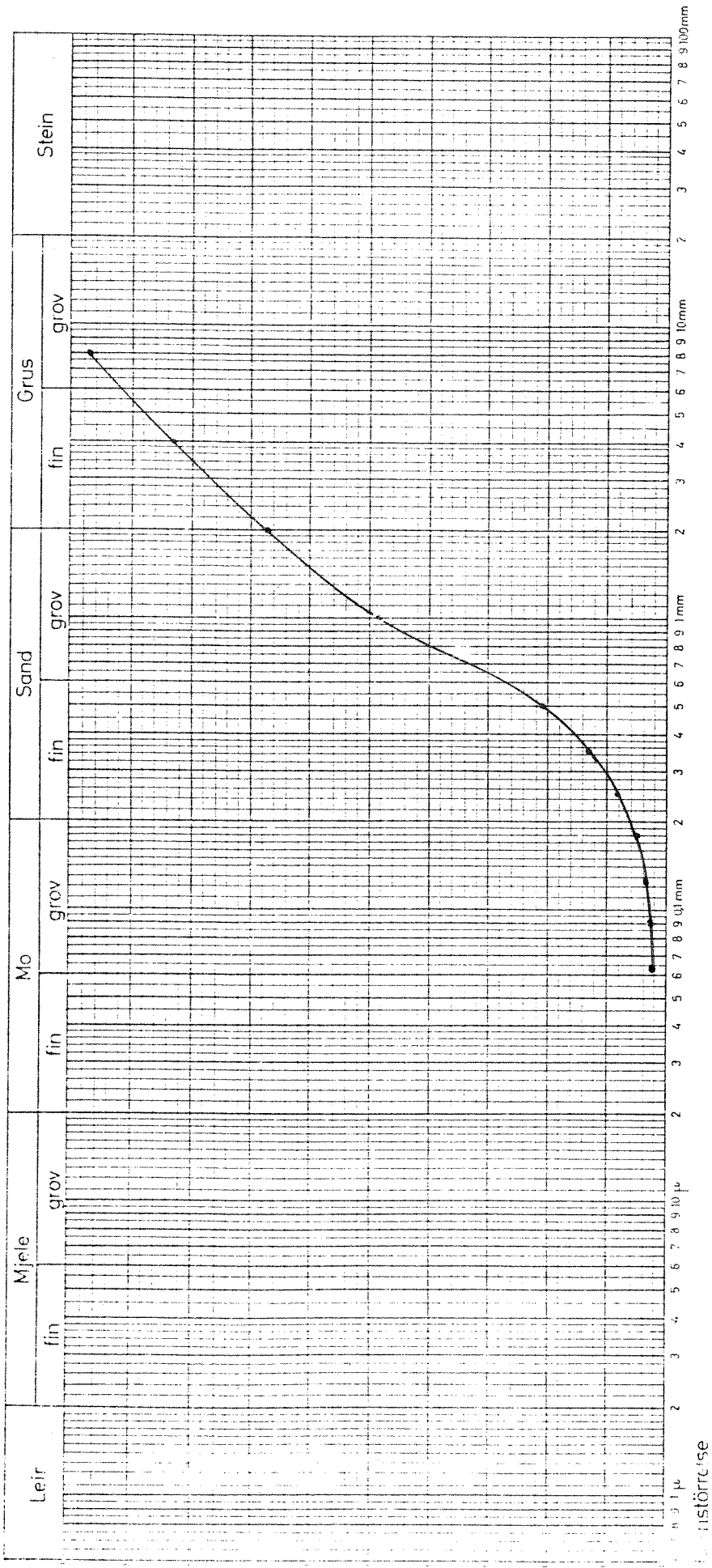
Prøve	Sted	Dyp	> 3/8"	< 0,002 mm	Md	So	Merknader
SZ.1	St. 10				6.0		

Kornfordelingskurver



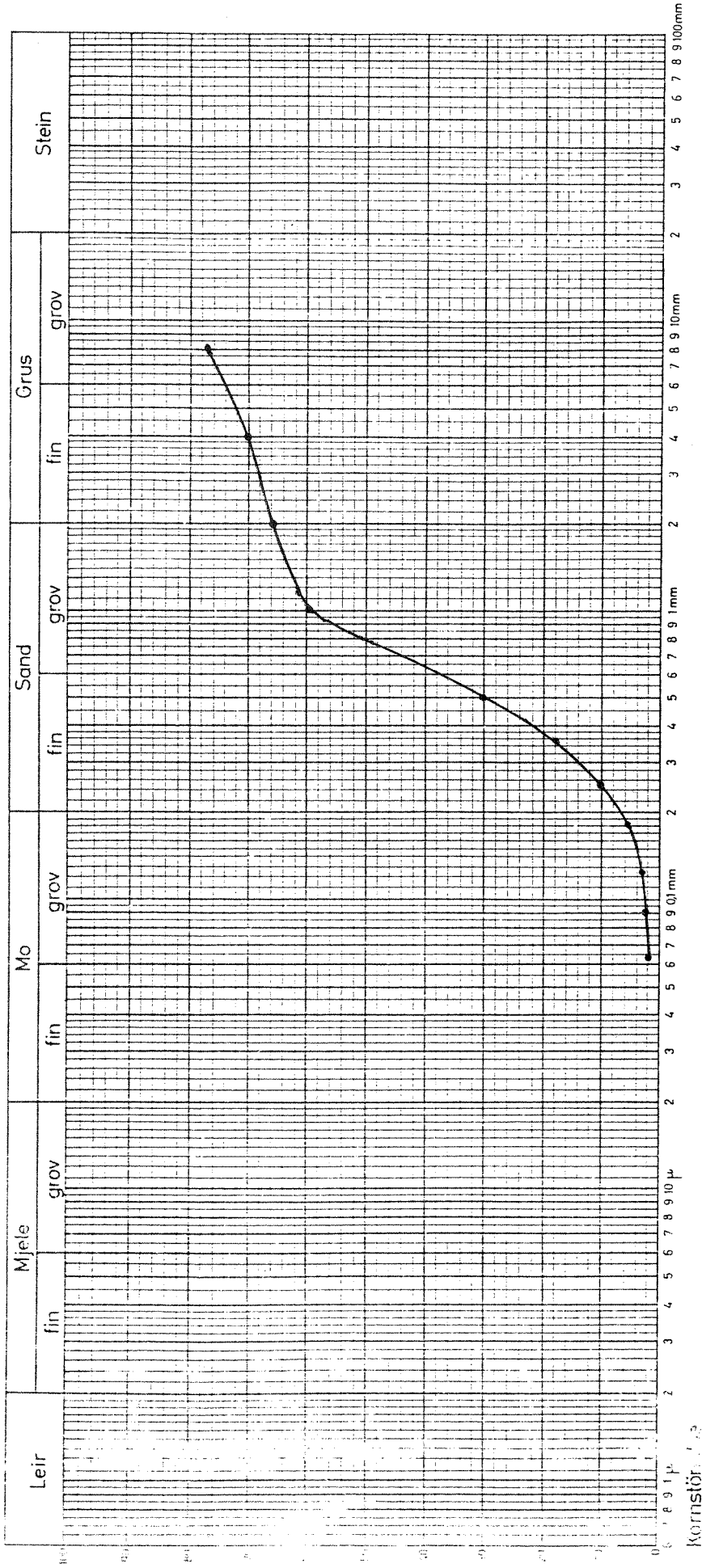
Prove nr.	Sted	Dyp	> 3/8"	< 0,002 mm	Md	So	Merknader
	ST. 2. Julestads April 86				0.50		

Kornfordelingskurver



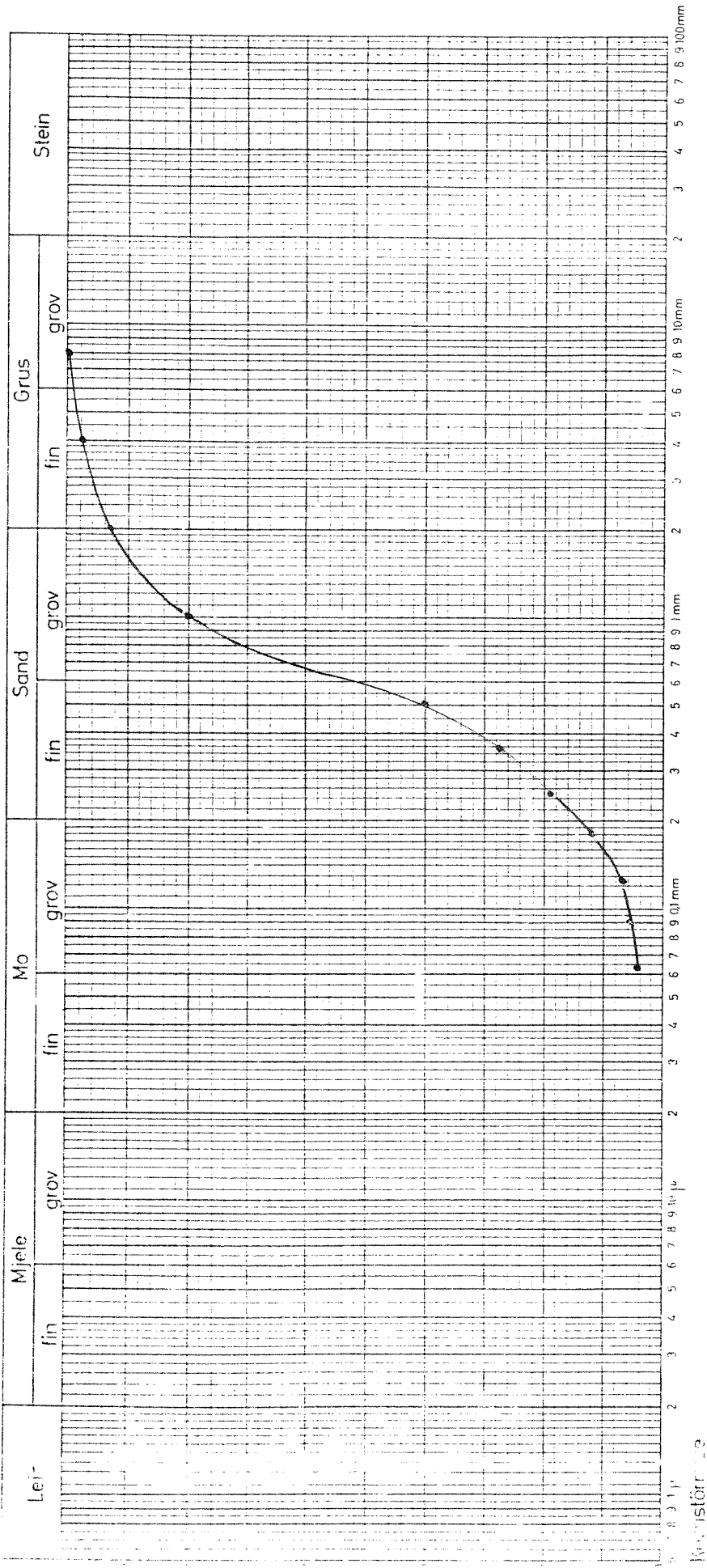
Navn / Sted	Dyp	> 3/8"	< 0,002 mm	Md	So	Merknader	
10021	0			100			

Kornfordelingskurver



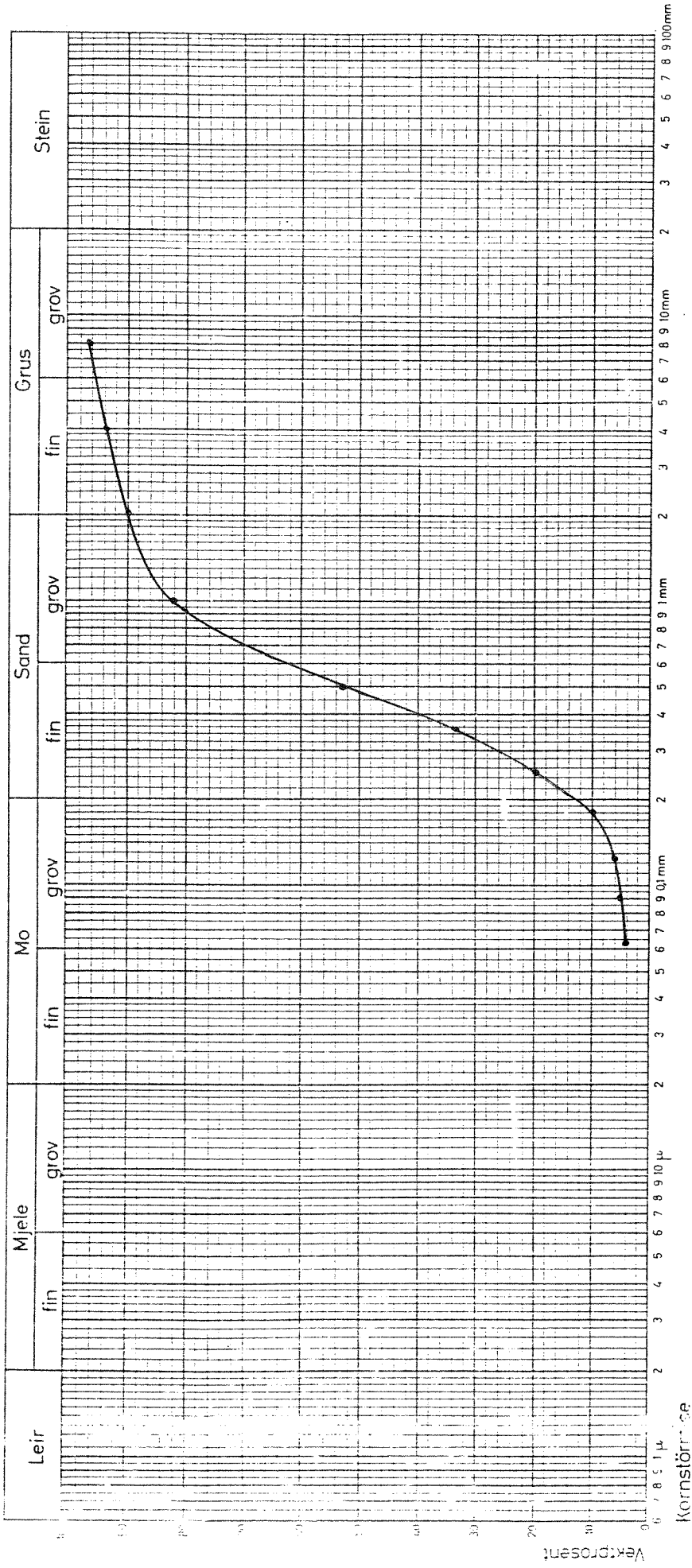
Prøve nr.	Sted	Dyp	> 3/8"	< 0,002 mm	Md	So	Merknader
	52.4 Gullfjell April 56				0.80		

Grändningskurver



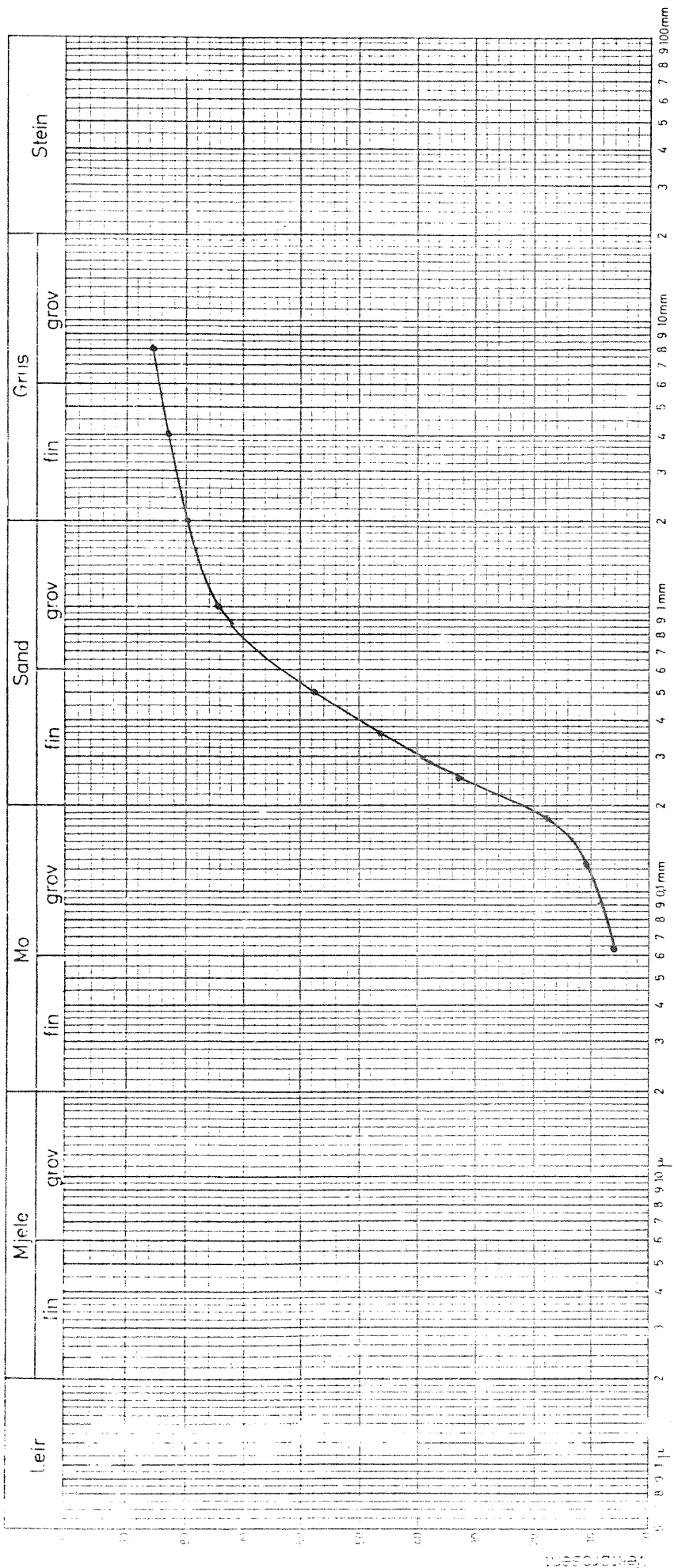
Övre nr	Sted	Dyp	> 3/8"	< 0,002 mm	Md	So	Merknader
	Stad						

Kornfordelingskurver



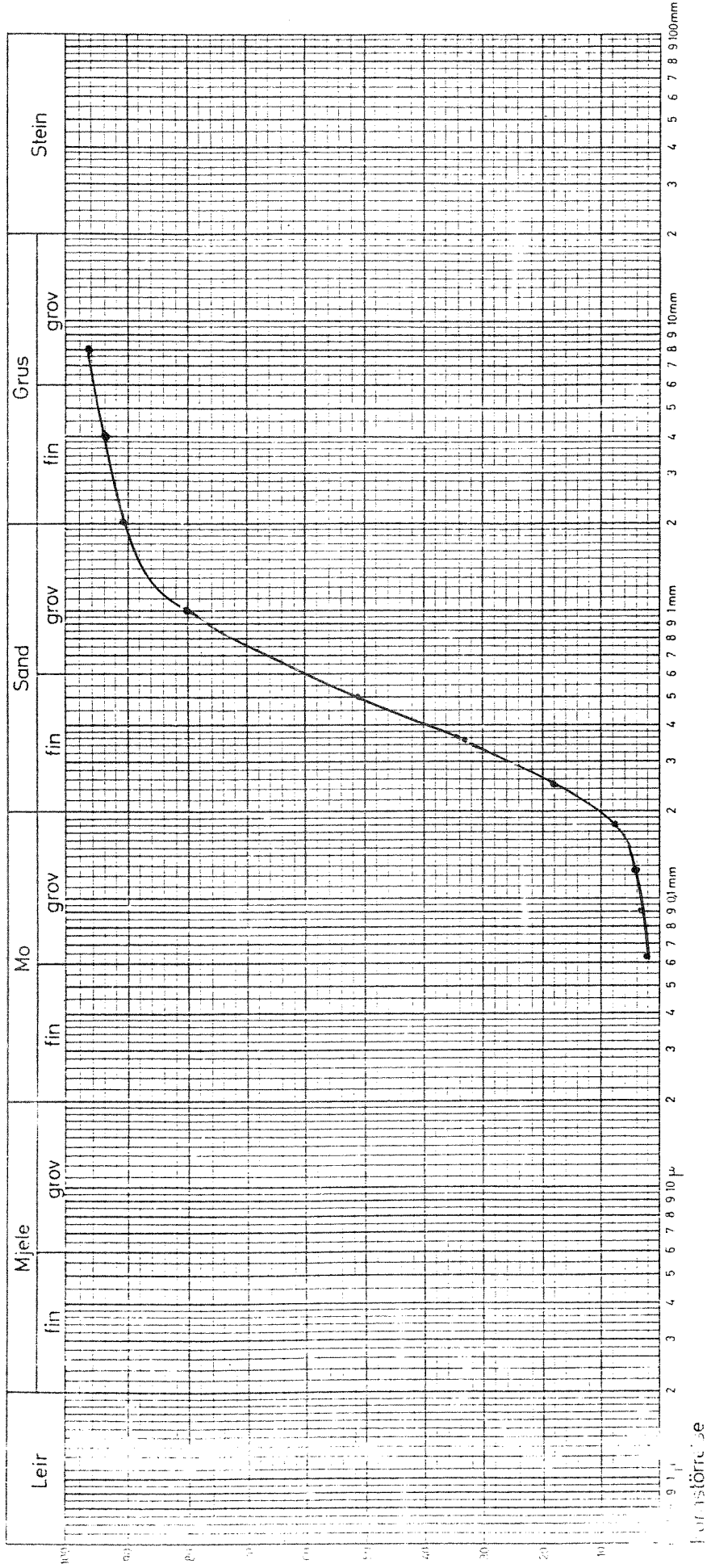
Prøve nr	Sted	Dyp	> 3/8"	< 0,002 mm	Md	So	Merknader
	St. 11 Gullfaks April 1962				0,47		

Kornfördelingskurver



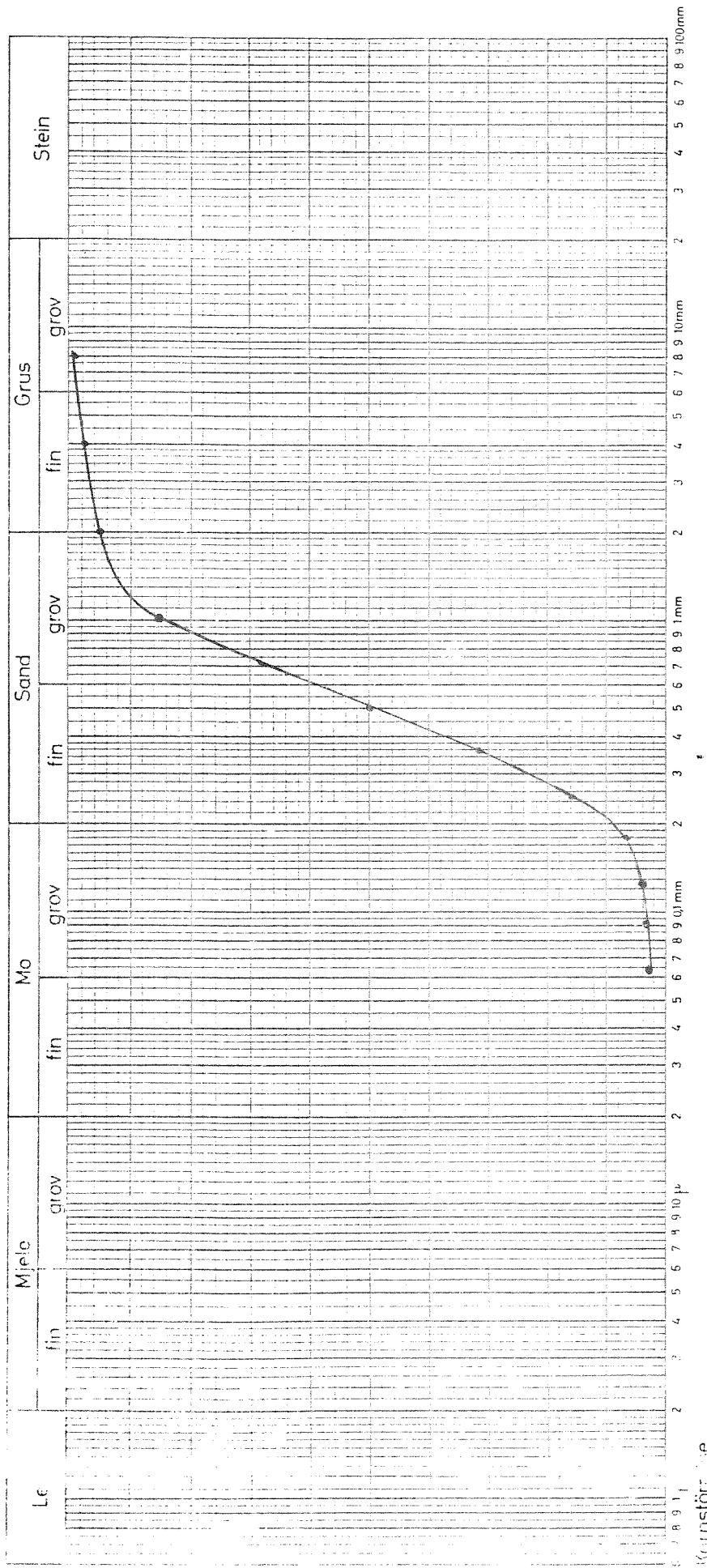
Prova nr	Stad	Dyp	> 3/8"	< 0,002 mm	Md	So	Merknader
52	K. Sjöström				0,10		

Kornfordelingskurver



Prove nr.	Sted	Dyp	> 3/8"	< 0,002 mm	Md	So	Merknader
	St. 27 Gullfaks Rpr. 10				0.19		

Kornfördelningskurver



Provn	Sted	Dyp	> 3/8"	< 0,002 mm	Md	So	Merknader
	L-11				0.50		