

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Blindern

O-81/67 - K 4/73

FREMDRIFTSRAPPORT NR. 3

EKSISTERENDE DEPONERINGSLØSNINGER FOR AVGANG

Bearbeiding av foreliggende materiale

Saksbehandler: Cand.real. Rolf Tore Arnesen

Medarbeider: Ingeniør Eigil Rune Iversen

Rapporten avsluttet: Oktober 1973.

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	4
2. GENERELT	5
3. FORELIGGENDE DATAMATERIALE	5
3.1 Generelt	5
3.2 Sulitjelma Gruber	6
3.3 Grong Gruber	15
3.4 Folldal Verk, Hjerkin	22
3.5 Skorovas Gruber	33
4. SAMMENFATNING OG DISKUSJON	38
4.1 Vannanalyser	38
4.2 Avgangens sedimenteringsegenskaper	40
4.3 Sedimentundersøkelser	41

TABELLFORTEGNELSE:

	Side:
1. EDB-koder for fysisk-kjemiske parametre	6
2. Sedimenteringsforsøk. Avgang fra Sulitjelma Gruber	10
3. Kjemiske analyseresultater fra Sulitjelma Gruber	11
4. Sedimenteringsforsøk. Avgang fra Grong Gruber	16
5. Kjemiske analyseresultater fra Grong Gruber	17
6. Grong Gruber. Middelerverdier av analyseresultater fra tidligere undersøkelser	19
7. Analyseresultater for gruvevann. Grong Gruber	20
8. Analyseresultater for sedimentprøver fra Huddingsvatnet	21
9. Sedimenteringsforsøk. Avgang fra Folldal Verk	22
10. Kjemiske analyseresultater fra Folldal Verk	26

Forts.

TABELLFORTEGNELSE forts.:

	Side:
11. Analyseresultater fra Folldal Verk. Årlige middel-tall fra resipient ovenfor og nedenfor utslipp fra slamdam	27
12. Analyseresultater for gruvevann. Folldal Verk, Hjerkin. Årsmiddel.	28
13. Analyseresultater for sedimentprøver fra slamdam	29
14. Sedimenteringsforsøk. Avgang fra Skorovas Gruber	34
15. Kjemiske analyseresultater fra Skorovas Gruber	35
16. Analyseresultater fra utløp av Dausjøen. Skorovas Gruber. Middelerverdier for en del kjemiske parametre	36
17. Analyseresultater for sedimentprøver fra Dausjøen	37
18. Analyseresultater for sedimenter fra Huddingsvatnet, Dausjøen og slamdam, Hjerkin	41

FIGURFORTEGNELSE:

	Side:
1. Sulitjelma Gruber A/S. Kartskisse over Langvatnet	7
2. Sulitjelma Gruber A/S. Sedimenteringsforsøk. Ufortynnet avgangspulp	8
3. Sulitjelma Gruber A/S. Sedimenteringsforsøk. Ufortynnet avgangspulp. Prøver fra 0 cm dyp	9
4. Kartskisse over Huddingsvatnet	12
5. Grong Gruber A/S. Sedimenteringsforsøk. Ufortynnet avgangspulp	13
6. Grong Gruber A/S. Sedimenteringsforsøk. Ufortynnet avgangspulp. Prøver fra 0 cm dyp.	14
7. Folldal Verk A/S. Kartskisse fra området omkring slamdam på Hjerkin	23
8. Folldal Verk A/S. Sedimenteringsforsøk. Ufortynnet avgangspulp.	24
9. Folldal Verk A/S. Sedimenteringsforsøk. Ufortynnet avgangspulp. Prøver fra 0 cm dyp	25
10. Elkem-Spigerverket A/S. Kartskisse over Dausjøen, store- og lille Skorovatn	30
11. Elkem-Spigerverket A/S, Skorovas Gruber. Sedimenteringsforsøk. Ufortynnet avgangspulp.	31
12. Elkem-Spigerverket A/S, Skorovas Gruber. Sedimenteringsforsøk. Ufortynnet avgangspulp. Prøver fra 0 cm dyp	32

1. INNLEDNING

Bakgrunnen for dette forskningsprosjektet og hensikten med arbeidet i 1973 er tidligere omtalt i NIVA-rapportene:

"O-81/67 Vannforurensning fra gruver. En oversikt over problemet. 1972."

"O-81/67 - K-4/73 Fremdriftsrapport nr. 1. Undersøkelse av eksisterende deponeringsløsninger for avgang. Forslag til arbeidsprogram for 1973."

Den foreliggende fremdriftsrapport er et forsøk på å samle det allerede relativt store datamateriale som foreligger om de fire gruvene som deltar i prosjektet. En slik oppsummering vil være til stor nytte for oss i det videre arbeid med prosjektet. Vi håper imidlertid at rapporten også gir informasjon til bergverk og andre interesserte, slik at resultatene raskest mulig kan få praktisk nytte.

Det er først og fremst lagt vekt på å få med opplysninger som har sammenheng med avgang og avgangsdeponering. Noen samlet fremstilling av forurensningssituasjonen i de enkelte vassdrag gir denne rapporten derfor ikke.

En del av datamaterialet som presenteres, må betraktes som enkeltobservasjoner. Med de store variasjoner man som regel finner ved kjemiske undersøkelser i vassdrag, er det derfor vanskelig å trekke noen konklusjoner foreløpig. Diskusjoner og konklusjoner i den foreliggende rapport er derfor bare arbeidshypoteser som eventuelt kan bekreftes i det videre arbeid.

2. GENERELT

De fire kisgruvene som er valgt ut for prosjektet, Sulitjelma Gruber A/S, Grong Gruber A/S, Folldal Verk A/S, Elkem-Spigerverket A/S, Skorovas Gruber, er alle gruver som har oppredningsverk i tilknytning til gruve-driften. Tre av gruvene har selektiv flotasjon, og salgsproduktet fra to av disse er svovelkis, kobberkis og sinkkonsentrat, mens den tredje gruve lar svovelkis gå i avgangen. Den fjerde gruve benytter i dag ikke selektiv flotasjon, og salgsproduktet er finkis.

Gruveanleggene er valgt ut i samarbeid med BVLI, og vi regner med at de er et representativt utvalg av norske kisgruver med hensyn til driftsmåter og deponeringssteder.

Det må understrekes at de fire gruveanleggene ikke er valgt ut på grunn av spesielle forurensningsforhold. Det ville være urimelig om noen av de fire ble trukket spesielt frem i en slik sammenheng på grunn av sin deltakelse i prosjektet.

I det følgende er datamaterialet som gjelder hver enkelt gruve, gjengitt hver for seg.

3. FORELIGGENDE DATAMATERIALE

3.1 Generelt

Av hensyn til en løpende oppfølging av analyseresultater og datamateriale har vi funnet det hensiktsmessig å benytte EDB. I rapportene vil tabellene som regel bli laget ved direkte kopiering av data-utskriftene. En del forkortelser og betegnelser som av tekniske grunner benyttes i slike utskrifter, er kommentert i tabell 1.

Tabell 1. EDB-koder for fysisk-kjemiske parametre.

PARAMETER	EDB-KODE	ENHET	DETEKSJONS-GRENSE	MARKERING UNDER DET.GRENSE	ANM.
pH	PH	-	-	-	
Konduktivitet	KOND	µS/cm	-	-	Målt v/ 20°C
Farge	FARG	mg Pt/l	5	3	
Filtrert farge	F-FAR	mg Pt/l	5	3	
Turbiditet	TURB	JTU	0,05	0,03	
Susp. tørrstoff	S.TS	mg/l	0,5	0,3	
Susp. gløderest	S.GL	mg/l	0,5	0,3	
Alkalitet	ALK1	ml 0,1 N HCl/l	0,1	0,05	Til pH = 4,5
Asiditet	ASID	ml 0,1 N NaOH/l	0,1	0,05	Til pH = 8,3
Natrium	NA	mg/l	0,01	-	
Kalsium	CA	mg/l	0,005	-	
Magnesium	MG	mg/l	0,001	-	
Kobber	CU	mg/l-µg/l	10 µg/l	5 µg/l	
Sink	ZN	mg/l-µg/l	10 µg/l	5 µg/l	
Jern-total	FE	mg/l-µg/l	20 µg/l	10 µg/l	
Jern-toverdig	FE-2	mg/l-µg/l	-	-	
Sulfat	SULF	mg/l	1	0,5	
Thiosulfat	THIOS	mg/l	1	0,5	

mg/l markeres i EDB-kode som MIG/L

µg/l markeres i EDB-kode som MIK/L

3.2 Sulitjelma Gruber

Sulitjelma Gruber er i arbeidsprogrammet for 1973 karakterisert som et gammelt anlegg ved en dyp sjø.

Langvatnet, der utslipper foregår, er ca. 10 km lang og har en langstrakt form med en bredde på omkring 500 m (se kartskisse, figur 1). Største dyp er ca. 80 m, men utslipp av avgang foregår i innsjøens østre ende der dybden er 20-30 m.

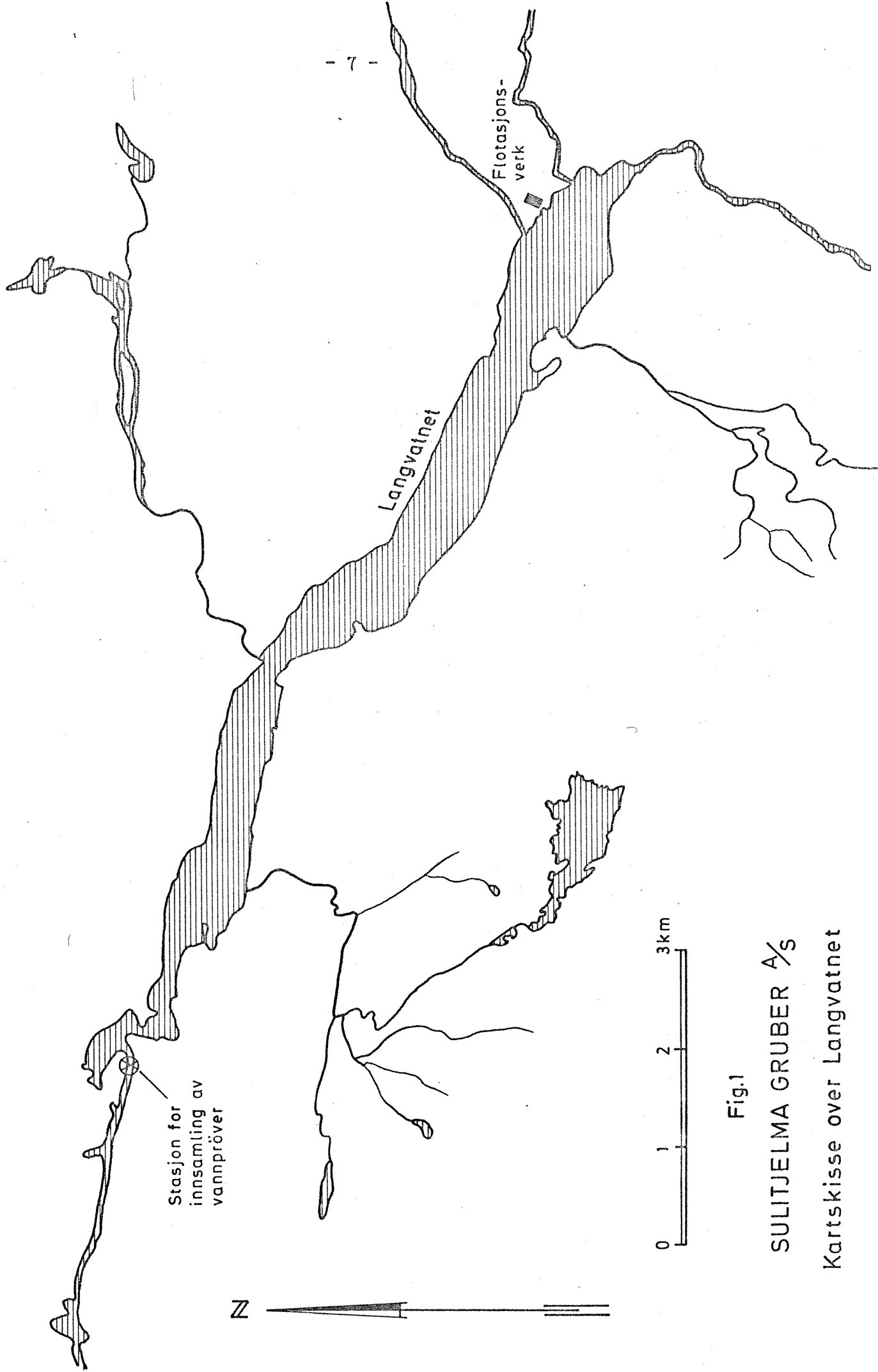


Fig.1

SULITJELMA GRUBER A/S

Kartskisse over Langvatnet

Fig. 2

SULITJELMA GRUBER $\frac{A}{S}$

Sedimenteringsforsök

Ufortynnet avgangspulp

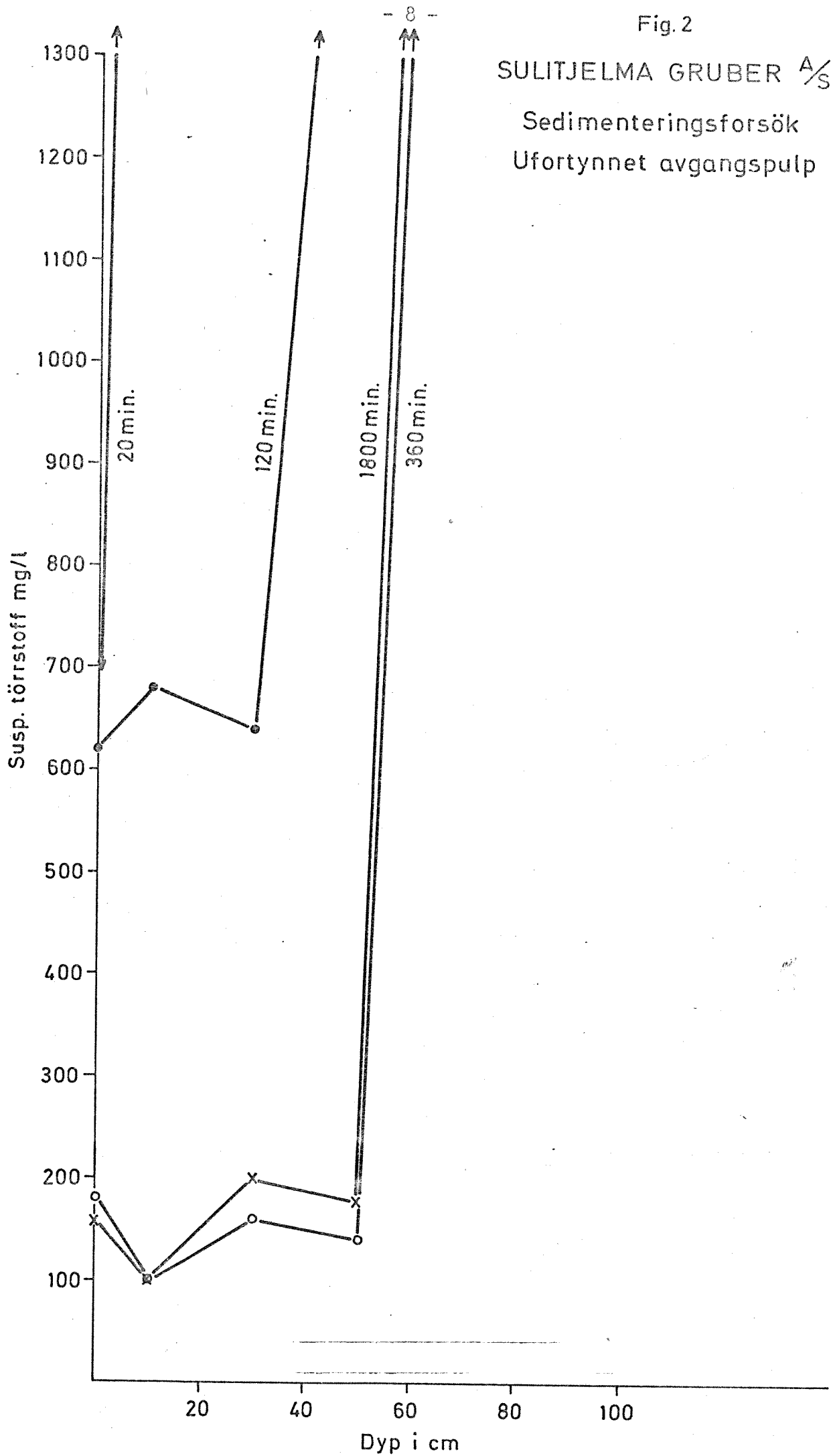


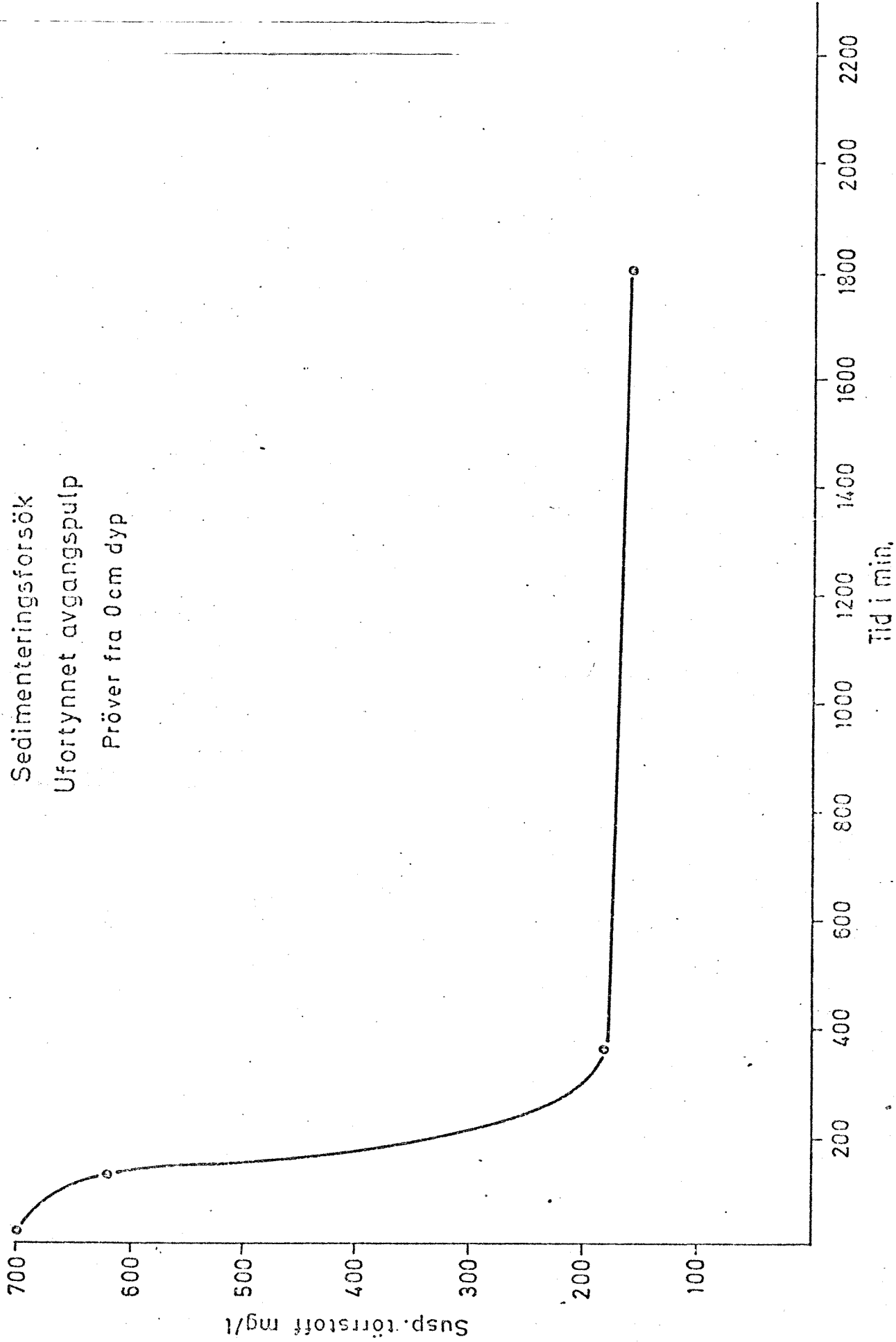
Fig.3

SULITJELMA GRUBER A/S

Sedimenteringsforsök

Ufortynnet avgangspulp

Pröver fra 0cm dyp



Vannprøver fra utløpet av Langvatn er innsamlet månedlig siden 27. mars i år. Analyseresultatene er samlet i tabell 3.

Tabell 3. Kjemiske analyseresultater fra Sulitjelma Gruber.

DATO	PH	KOND MIS/CM	FARG MIG/L	F-FAR MIG/L	TURB JTU	S.TS MIG/L	S.GL MIG/L	ALK1 ML/L	NA MIG/L
27.03.73	6.8	45.5	38						
24.04.73	7.0	65.0	35	3	2.8	10.4	3.4	2.78	1.51
15.05.73	6.7	55.5	22	-	3.1	2.6	.3	1.78	1.60
15.06.73	6.7	49.8	57	-	1.6	.4	.2	1.81	1.79
13.07.73	7.0	31.5	62	2	2.9	10.4	4.5	1.98	2.16
15.08.73	7.0	29.5	14	-	3.0	5.4	5.2	1.18	1.67
					.9	1.2	.4	1.67	1.28
GJ.SNITT	6.9	46.1	38	2	2.4	5.1	2.3	1.87	1.67
ST.AVVIK	.2	13.8	19	0	.9	4.5	2.3	.52	.30

* * * * *

DATO	CA MIG/L	MG MIG/L	CU MIK/L	ZN MIK/L	FE MIK/L	FE-2 MIK/L	SULF MIG/L	THIOS MIG/L
27.03.73	6.20	.82	25	65	210	165	10.1	0.0
24.04.73	5.60	.82	30	60	150	50	11.3	0.0
15.05.73	5.90	.88	40	50	100	60	9.6	1.5
15.06.73	5.68	.86	50	95	520	215	9.0	0.0
13.07.73	3.51	.88	33	20	370	150	5.1	4.6
15.08.73	3.40	.50	19	30	195	45	-	-
GJ.SNITT	5.05	.79	33	53	258	114	9.0	1.2
ST.AVVIK	1.25	.15	11	27	158	72	2.3	2.0

Som ofte ellers når det gjelder kjemiske analyseresultater fra et vassdrag, er det for mange komponenter store variasjoner fra måned til måned. Noen ekstreme verdier er ikke observert i den tiden det har vært tatt prøver, men enkelte komponenter, f.eks. kobber og sink, er høyere enn det som observeres i de fleste norske vassdrag. Det er nærliggende å sette dette i forbindelse med den samlede gruvevirksomhet som har vært drevet i området i en årrekke. En mer generell diskusjon av de kjemiske analyseresultater er gjort i avsnitt 5.2.

På grunn av problemer med prøvetaker er det foreløpig ikke tatt sedimentprøver fra området der avgangen deponeres.

Fig.4
Kartskisse over Huddingsvatnet

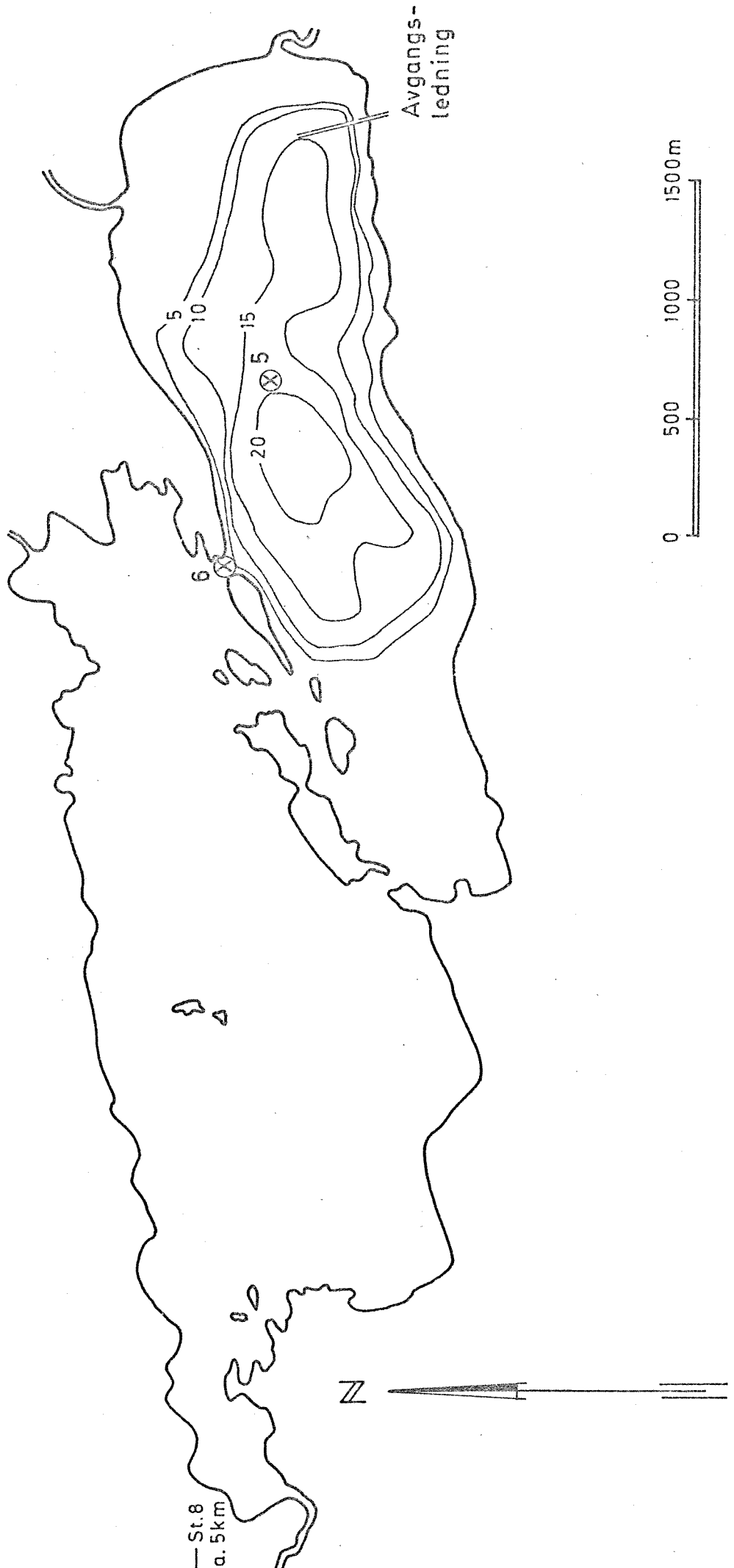


Fig.5

GRONG GRUBER A/S
Sedimenteringsforsök
Ufortynnet avgangspulp

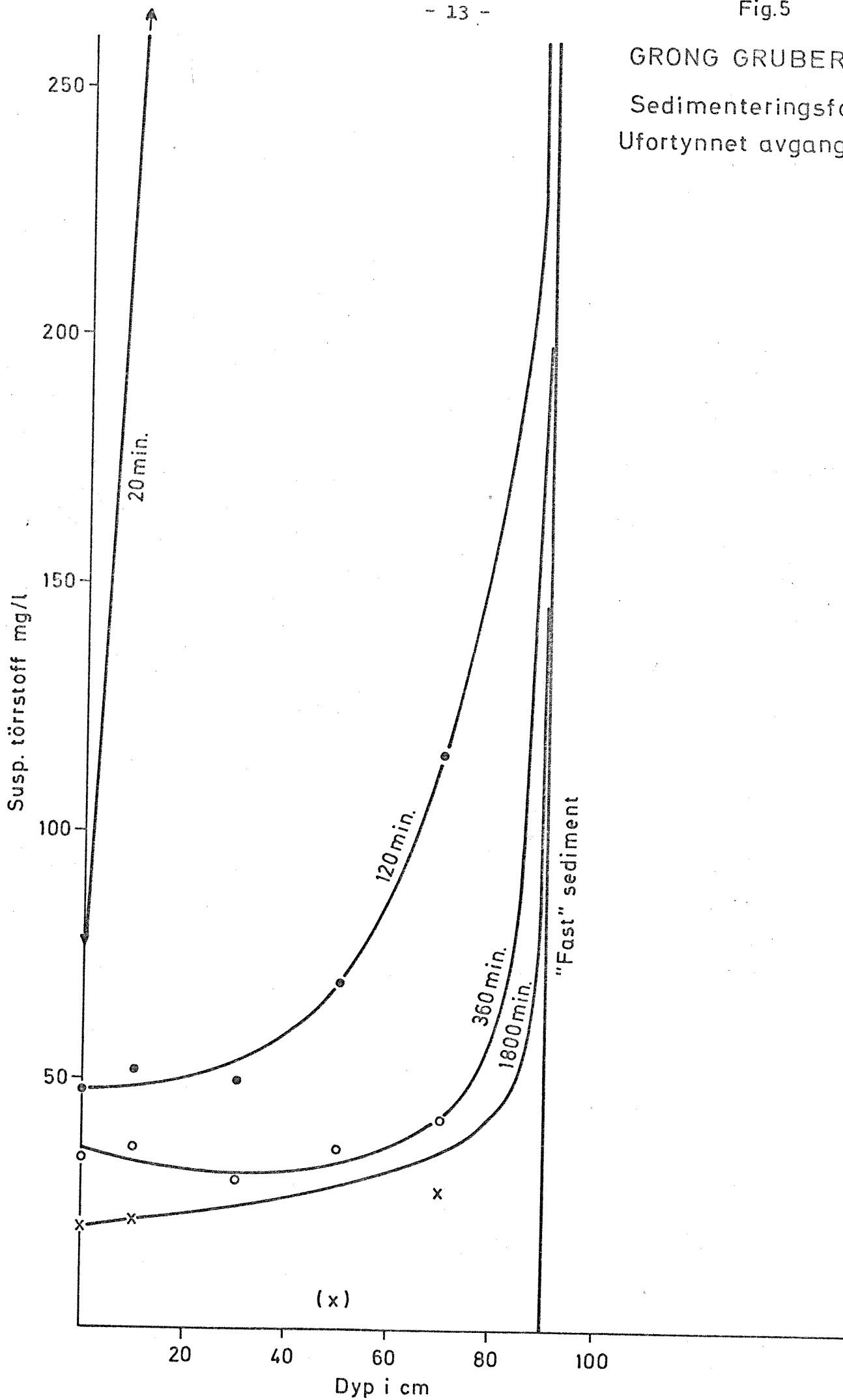
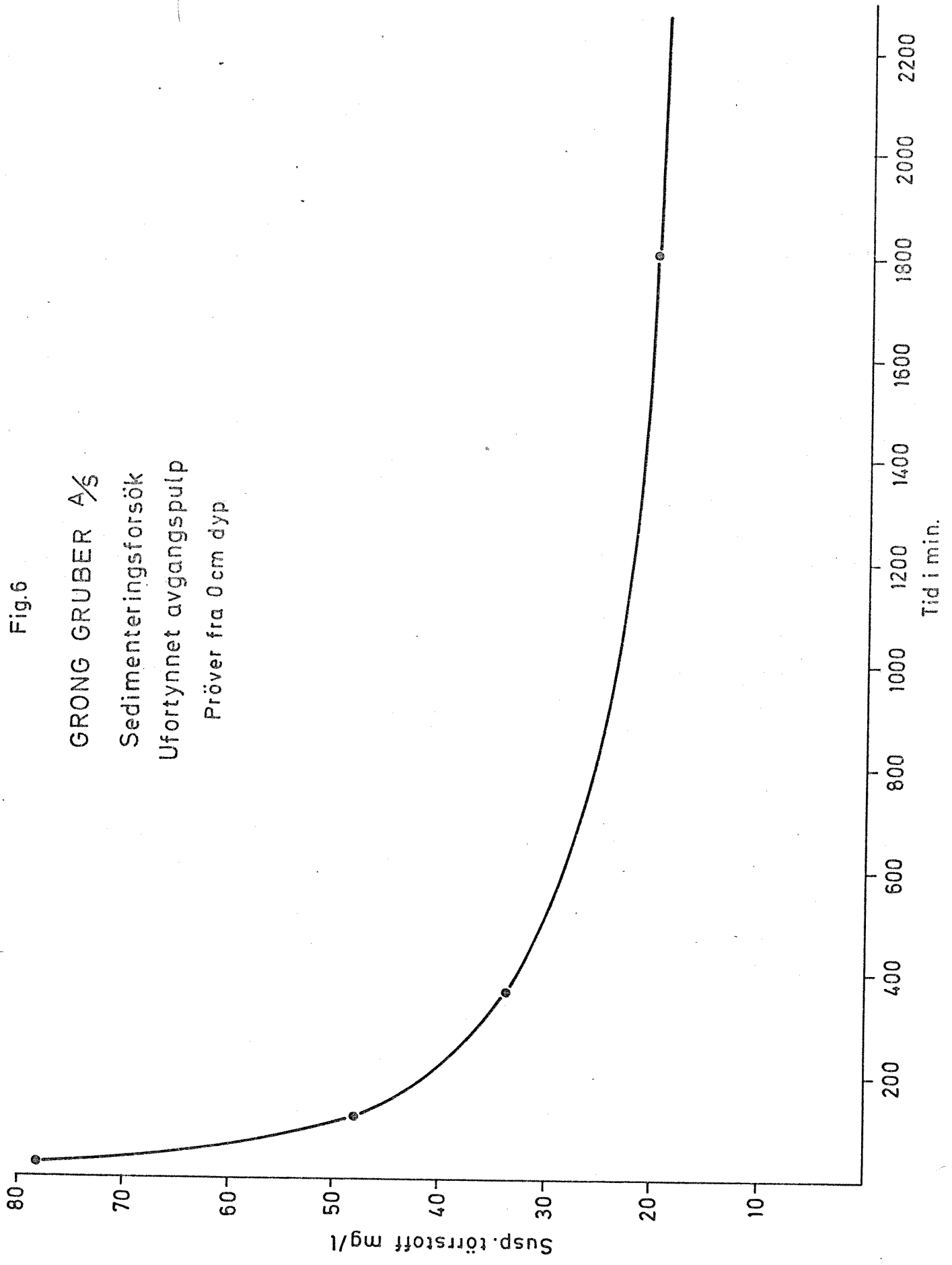


Fig.6

GRONG GRUBER A/S
Sedimenteringsförsök
Ufortynnet avgangspulp
Pröver fra 0 cm dyp



3.3 Grong Gruber

Grong Gruber er i programmet betegnet som et nytt anlegg ved et middels dypt vann.

Uslippet av avgang foregår til Huddingsvatnet, en innsjø som er ca. 6 km lang og ca. 1,5 km bred. Noe øst for midten er sjøen delt i to ved en rekke øyer med grunne terskler imellom. (Se kartskisse, figur 4).

Avgangen fra flotasjonsanlegget, som ligger i den sørøstre ende av vannet, føres ut i en plastledning, ca. 150 m fra land i et område der innsjøen er ca. 15 m dyp. Største dyp i denne del av sjøen er 25 m.

Ved innsjøens utløp har vassdraget et nedbørfelt på ca. 180 km², noe som svarer til en midlere vannføring på omkring 8 m³/s.

Ved Grong Gruber foregår også oppredningen ved selektiv flotasjon, men bare kobber- og sinkkonsentrat tas ut, mens svovelkis går i avgangen. Den totale avgangsmengde er 280.000 tonn, hvorav svovelkisen utgjør omtrent 150.000 tonn.

Det slippes ut ca. 145 m³ avgangspulp pr. time, med en tørrstoffkonsentrasjon på ca. 30 vektsprosent.

Resultatene av de innledende sedimenteringsforsøkene er angitt i tabell 4 og i figurene 5 og 6. Som tidligere nevnt er det vanskelig å vurdere betydningen av resultatene fra disse innledende forsøkene. En foreløpig sammenlikning av resultatene fra de fire gruvene er gjort i avsnitt 5.2. Ved sammenlikning av figurene 2, 3 og 5, 6 er det viktig å være oppmerksom på den store forskjellen det er mellom enhetene på ordinataksene.

Tabell 4. Sedimenteringsforsøk. Avgang fra Grong Gruber.

Dyp cm	20 min.		2 timer		6 timer		30 timer	
	Susp. tørrst.	Turbi- ditet	Susp. tørrst.	Turbi- ditet	Susp. tørrst.	Turbi- ditet	Susp. tørrst.	Turbi- ditet
	mg/l	JTU	mg/l	JTU	mg/l	JTU	mg/l	JTU
0	78	28	48	15	34	4,7	20	1,5
10	330	20	52	14	36	4,3	22	1,2
30	434	20	50	15	30	5,2	30	2,8
50	238878	>1000	70	19	36	6,7	6	2,6
70	1046056	>1000	116	23	42	9,6	28	2,9
90	slam	slam	slam	slam	slam	slam	slam	slam

Vannprøver fra utløpet av innsjøen der avgangen deponeres, er inn-
samlet månedlig siden 30. mars i år. Kjemiske analyseresultater
for disse prøvene er samlet i tabell 5.

Tabell 5. Kjemiske analyseresultater fra Grong Gruber.

DATO	PH	KOND MIS/CM	FARG MIG/L	F-FAR MIG/L	TURB JTU	S.TS MIG/L	S.GL MIG/L	ALK1 ML/L	NA MIG/L
30.03.73	7.3	38.5	13	-	.55	.2	0.0	2.61	1.83
24.04.73	7.2	41.0	24	-	.35	.4	.2	2.73	1.83
15.05.73	7.0	42.0	17	-	.28	.4	0.0	2.77	1.58
15.06.73	6.9	43.6	16	-	.74	.4	0.0	2.25	1.84
13.07.73	7.0	27.2	24	-	.60	2.8	0.0	1.49	1.38
20.08.73	7.0	33.1	14	-	.37	1.2	.8	1.79	1.31
GJ.SNITT	7.1	37.6	18	0	.48	.9	.2	2.27	1.63
ST.AVVIK	.2	6.3	5	0	.18	1.0	.3	.53	.24

* * * * *

DATO	CA MIG/L	MG MIG/L	CU MIK/L	ZN MIK/L	FE MIK/L	FE-2 MIK/L	SULF MIG/L	THIOS MIG/L
30.03.73	5.99	.50	90	10	50	25	4.0	.4
24.04.73	6.50	.54	30	10	30	15	3.4	0.0
15.05.73	5.90	.51	5	5	10	65	4.0	.1
15.06.73	6.20	.43	70	10	60	100	7.5	.2
13.07.73	3.76	.38	24	10	10	10	4.3	0.0
20.08.73	1.62	.38	5	15	5	0	-	-
GJ.SNITT	4.99	.46	37	10	28	36	4.6	.1
ST.AVVIK	1.92	.07	35	3	23	39	1.6	.2

I forbindelse med etablering av driften ved Grong Gruber har NIVA utført kjemiske og biologiske observasjoner ved en rekke stasjoner i dette området. Likeledes er gruvevannet som føres ut i innsjøen, analysert regelmessig. Prøvetakingssteder av interesse i denne sammenheng er merket av på kartskissen i figur 4.

Tabell 6 viser et sammendrag av en del kjemiske analysedata som er samlet inn i denne sammenheng.

Analyseresultater for gruvevann er samlet i tabell 7.

Utslipp av avgang i innsjøen ble startet sommeren 1972.

Fra området i Huddingsvatnet hvor avgangen deponeres, ble det tatt sedimentprøver i mars 1973. Disse prøvene er analysert ved at "bunnproppene" ble delt i 5 cm lange segmenter. Fra hvert av disse segmentene, som ble blandet omhyggelig, ble det tatt ut tre paralleller som ble gitt forskjellig behandling. Prøvene ble henholdsvis ekstrahert med fortynnet saltsyre før og etter tørking og behandlet med konsentrert varm salpetersyre etter tørking. Ekstraktene ble alle analysert på kobber, sink og jern. Analyseresultatene er samlet i tabell 8.

Prøvebetegnelsen er valgt slik at bokstaven og første tall representerer en posisjon i Huddingsvatnet, mens siste tall angir rekkefølgen av analysert sjikt fra toppen av sedimentprøven.

Tabell 6. Grong Gruber.

Middelvrdier av analyseresultater fra tidligere undersøkelser.

Komponent	Stasjon 5			Stasjon 6			Stasjon 8		
	1970	1971	1972	1970	1971	1972	1970	1971	1972
Surnetsgrad, pH	7,2	7,2	7,1	7,1	7,1	7,2	7,1	7,1	7,2
Konduktivitet, $\mu\text{S/cm}$	74,4	38,0	32,0	50,0	41,0	43,0	49,0	38,0	49,0
Farge, mg Pt/l	14	15	-	22	24	199	29	17	34
Farge, filtrert, mg Pt/l	-	-	13	-	10	5	-	12,5	-
Turbiditet, JTU	,07	,90	,7	,33	,94	1,7	,07	,46	1,1
Organisk karbon, mg C/l	2,6	-	1,7	2,9	3,3	2,9	3,3	2,3	2,7
Alkalitet (pH 4,5), ml 0,1 N HCl/l	2,4	2,3	2,2	2,5	2,0	2,6	3,0	2,7	2,9
Fosfor, total $\mu\text{g P/l}$	4	9	6	4	8	4	4	6	4
Kalsium, mg Ca/l	4,4	4,6	4,3	4,4	4,4	-	4,8	6,5	5,4
Magnesium, mg Mg/l	,45	,41	,37	,44	,43	-	,47	,49	,41
Kalium, mg K/l	-	,29	,21	-	,24	-	-	,38	,25
Sulfat, mg SO_4/l	3,6	2,5	3,2	3,0	3,2	3,8	4,0	2,6	3,4
Jern, total, $\mu\text{g Fe/l}$	25	30	50	30		70	50	40	56
Kobber, $\mu\text{g Cu/l}$	10	11	10	20	20	23	30	30	11
Sink, $\mu\text{g Zn/l}$	10	13	10	10	20	29	10	10	14
Susp. tørrstoff, mg/l	,5	-	,6	1,5	-	7,0	1,2	-	,76
Susp. gløderest, mg/l	0	-	,2	0	-	4,5	,86	-	,15

- ikke analysert

Tabell 7. Analyseresultater for gruvevann. Grong Gruber.

Når det foreligger flere observasjoner, er de oppgitte tall middelveidier for året. For enkelte parametre representerer tallene enkeltresultater.

Komponent		1970	1971	1972
Surhetsgrad,	pH	7,7	7,9	8,0
Konduktivitet,	µS/cm	158	239	246
Farge,	mg Pt/l	-	12	2467
Farge, filtrert,	mg Pt/l	19	25	11
Turbiditet,	J.T.U.			357
Organisk karbon,	mg C/l	3,8	6,4	7,4
Permanganattall,	mg O/l			7,2
Alkalitet (pH 4,5),	ml 0,1 N HCl/l	22,5	25,0	19,8
" (pH 4,0),	ml 0,1 N HCl/l	-	21,8	21,9
Fosfor, total,	mg P/l	0,350	0,15	
Kalsium,	mg Ca/l	44,4	33,4	
Magnesium,	mg Mg/l	6,2	4,10	
Kalium,	mg K/l	-	7,8	
Sulfat,	mg SO ₄ /l	113	14,3	38,5
Jern,	mg Fe/l	3,7	13,0	2,4
Kobber,	mg Cu/l	0,033	0,05	0,020
Sink,	mg Zn/l	0,112	0,13	0,160
Susp. tørrstoff,	mg/l	3780	-	297
Gløderest	mg/l	3670	-	287

Tabell 8. Analyseresultater for sedimentprøver fra Huddingsvatnet.

Prøve betegnelse	Kobber		Sink		Jern	
	Vått/HCl µg Cu/g	Tørt/HCl µg Cu/g	Vått/HCl µg Zn/g	Tørt/HCl µg Zn/g	Vått/HCl % Fe	Tørt/HCl % Fe
H 1.1	37,1	40,3	121	77	0,75	0,50
H 1.2	26,6	24,0	68	52	0,61	0,47
H 2.1	26,1	25,4	81	55	1,59	1,07
H 3.1	18,0	49,2	34	30	0,12	0,25
H 4.1	27,5	30,9	95	60	2,0	1,42
H 5.1	35,0	37,5	131	118	3,0	1,98
H 5.2	27,0	32,5	132	95	3,2	2,12
H 5.3	30,3	31,1	136	79	2,9	1,88
H 6.1	51,6	33,1	189	77	2,3	1,41
H 6.2	30,8	31,8	122	70	2,4	1,64
H 12.1	27,8	23,9	111	55	1,9	1,34
H 12.2	31,6	26,0	87	55	2,1	1,45
H 12.3	24,9	27,1	89	59	1,6	0,99

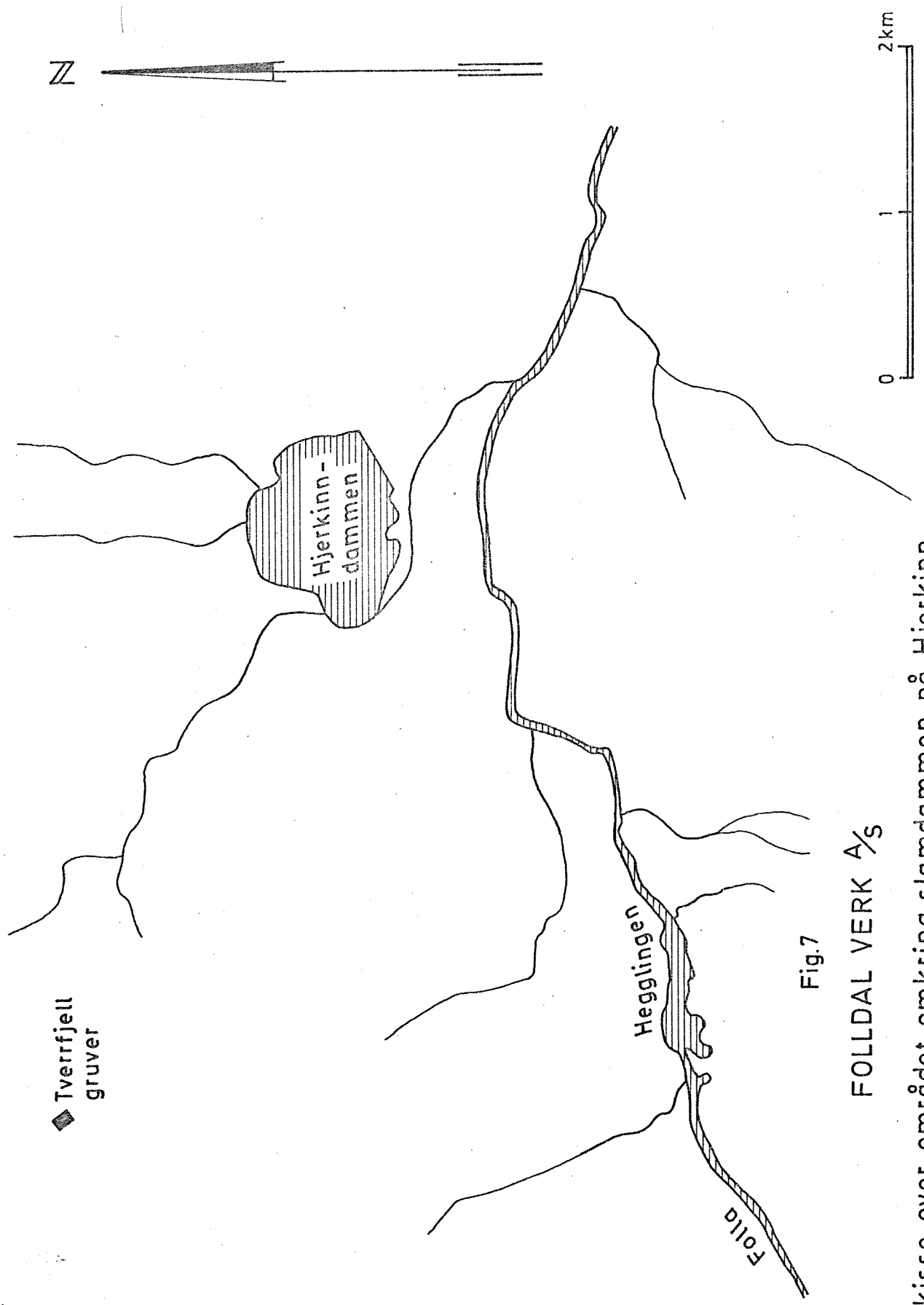


Fig.7

FOLLDAL VERK A/S

Kartskisse over området omkring slamdammen på Hjerkinndammen

Fig. 8

FOLLDAL VERK A/S

Sedimenteringsforsök
Ufortynnet avgangspulp

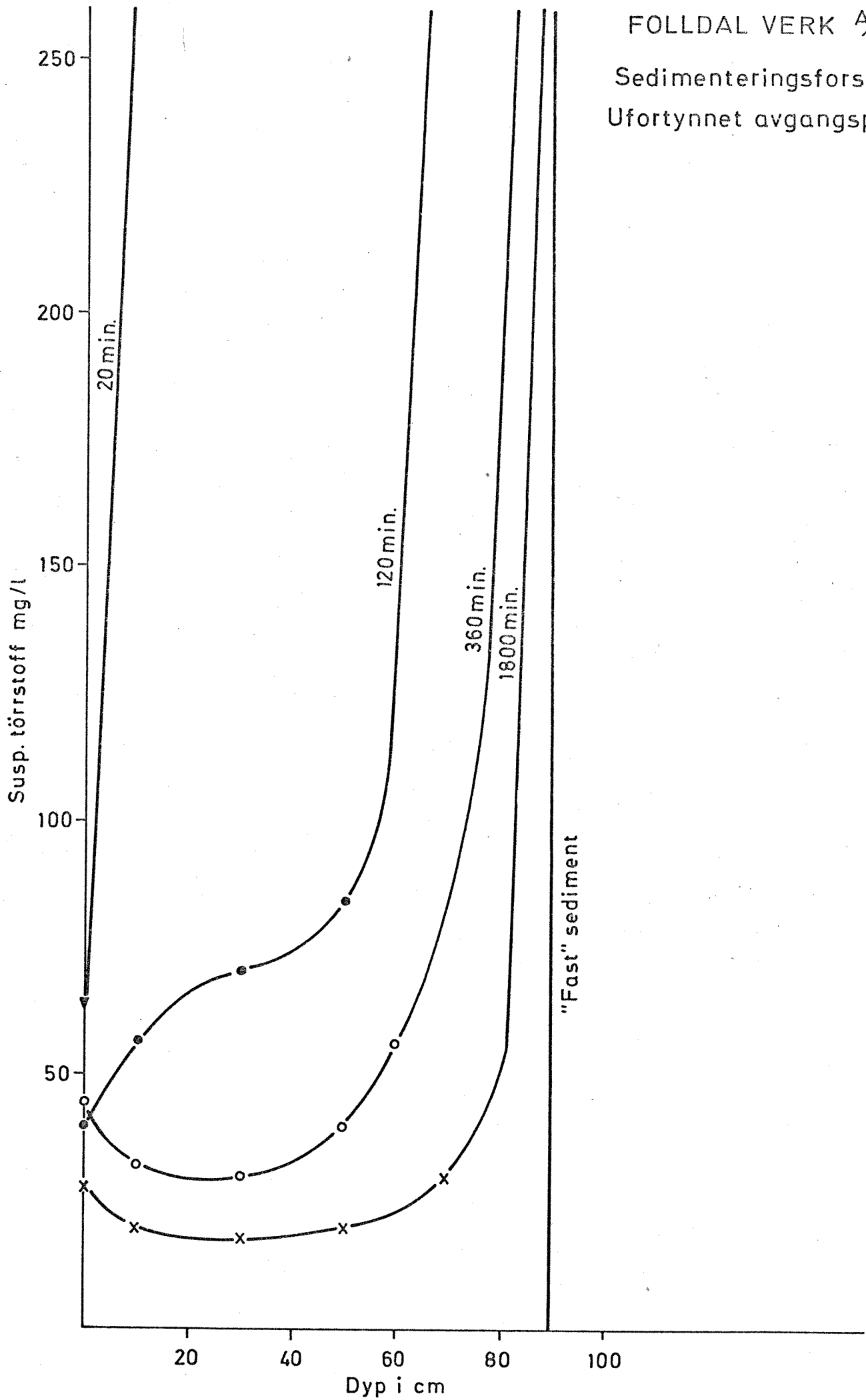
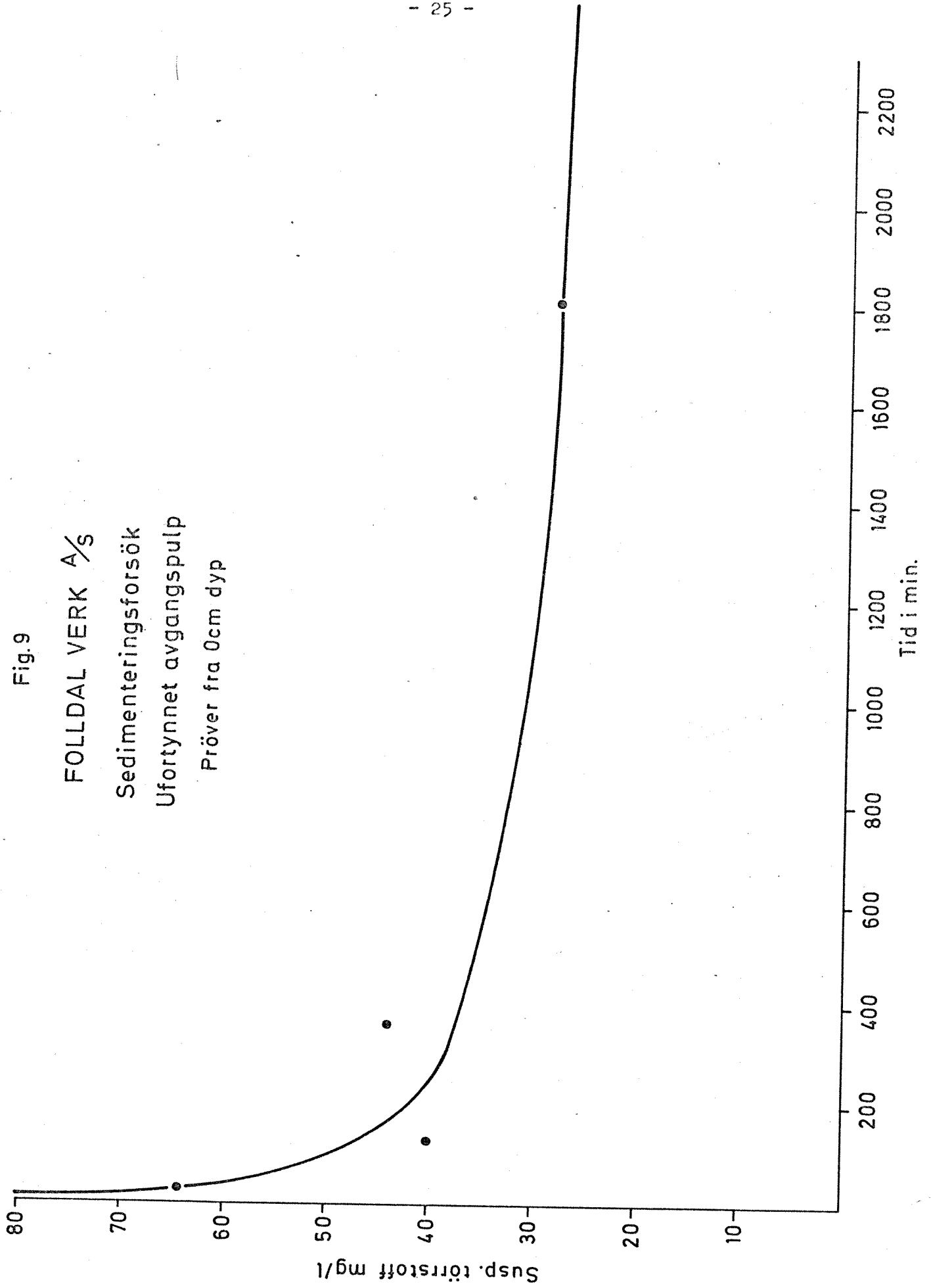


Fig.9

FOLLDAL VERK A/S
Sedimenteringsförsök
Ufortynnet avgangspulp
Pröver fra 0cm dyp



Vannprøver for overløpet fra slamdammen er innsamlet månedlig siden 27. mars i år. Kjemiske analyseresultater for disse prøvene er samlet i tabell 10.

Tabell 10. Kjemiske analyseresultater fra Folldal Verk.

DATO	PH	KOND MIS/CM	FARG MIG/L	F-FAR MIG/L	TURB JTU	S.TS MIG/L	S.GL MIG/L	ALK1 ML/L	NA MIG/L
27.03.73	6.0	1250	17	-	1.25	-	-	.34	4.14
10.04.73	6.5	550	85	-	3.20	.6	.3	4.18	2.72
16.05.73	7.1	760	37	-	.38	.8	0.0	6.19	2.76
15.06.73	6.8	90	55	-	1.60	3.6	.4	5.58	2.92
16.07.73	6.7	1270	42	-	2.30	2.8	1.0	7.00	2.68
03.08.73	7.2	732	40	-	1.80	1.3	0.0	7.84	2.62
GJ.SNITT	6.7	775	46	0	1.76	1.8	.3	5.19	2.97
ST.AVVIK	.4	446	23	0	.95	1.3	.4	2.68	.58

* * * * *

DATO	CA MIG/L	MG MIG/L	CU MIK/L	ZN MIK/L	FE MIK/L	FE-2 MIK/L	SULF MIG/L	THIOS MIG/L
27.03.73	58.3	7.54	5	5	600	675	865	-
10.04.73	50.4	3.60	40	50	935	880	260	60
16.05.73	40.2	4.37	20	30	100	165	440	0
15.06.73	42.4	4.69	15	60	80	115	430	30
16.07.73	43.1	4.80	14	80	170	75	450	-
03.08.73	61.0	4.68	20	90	190	150	-	-
GJ.SNITT	49.2	4.95	19	53	346	343	489	30
ST.AVVIK	8.8	1.34	12	32	346	344	224	0

Siden 1966 er det regelmessig samlet inn vannprøver fra Folla-
vassdraget der overløpet fra slamdammen slippes ut. Likeledes er det
i samme tidsrom tatt prøver av gruvevannet som føres sammen med av-
gangen ut i dammen. I tabellene 11 og 12 er middelerverdier av en del
av dette datamaterialet samlet.

Tabell 11. Analyseresultater fra Follidal Verk. Årlige middelverdier fra resipient ovenfor og nedenfor utslipp fra slørdam.

	1966 1)		1967		1968		1969		1970		1971		1972	
	Ovenf.	Nedenf.	Ovenf.	Nedenf.	Ovenf.	Nedenf.	Ovenf.	Nedenf.	Ovenf.	Nedenf.	Ovenf.	Nedenf.	Ovenf.	Nedenf.
	Surhetsgrad	7,4	7,6	7,2	7,3	7,2	7,3	7,1	7,3	7,2	7,1	7,2	7,1	7,1
Konduktivitet	40	72	28	36	39	53	49	128	46	176	53	176	40	227
Turbiditet	0,28	0,28	0,47	0,57	0,74	0,60	0,12	0,22	0,08	0,14	0,89	0,32	0,50	0,77
Farge	16	14	12	13	12	11	19	18	15	12	19	16	16	18
Dikromattall	-	7,0	10,4	6,9	7,8	7,6	7,6	7,3	6,9	7,3	8,3	8,0	6,8	12,8
Kalsium	4,9	3,9	3,8	5,1	5,1	8,4	5,6	21,7	5,4	24,2	5,8	26,9	5,9	32,6
Jern	60	40	65	40	80	200	114	66	61	40	56	58	46	36
Kobber	14	5	29	94	16	15	31	22	11	12	38	13	20	21
Sink	70	20	21	15	17	26	9	9	12	17	71	20	7	40
Sulfat	0,5	5,2	4,1	2,3	3,4	5,9	4,9	35	4,5	55	4,6	70	5,6	115
Tørrstoff	-	-	-	-	-	-	3,1	24,3	6,8	16,0	2,3	3,9	2,1	4,2
Gløderest	-	-	-	-	-	-	1,0	17,8	2,7	1,8	0,5	,9	0,5	0,5

Tabell 12. Analyseresultater for gruvevann.
Folldal Verk, Hjerkin. Årsmiddel.

Komponent		1968	1969	1970	1971	1972
Surhetsgrad,	pH	7,5	7,4	7,4	7,1	6,9
Konduktivitet,	µS/cm	573	879	830	588	680
Turbiditet,	J.T.U.	7,3	13,5	5,1	8,2	23,6
Farge,	mg Pt/l	26	174	78	83	243
Dikromattall,	mg O/l	31,8	38,3	31,6	31,1	24,0
Kalsium,	mg Ca/l	82,0	63,1	71,9	45,6	63,4
Magnesium,	mg Mg/l	15,0	17,0	19,2	-	-
Jern,	µg Fe/l	235	3807	1076	4967	4067
Kobber,	µg Cu/l	10	17	7	22	85
Sink,	µg Zn/l	662	557	1699	1593	1908
Sulfat,	mg SO ₄ /l	120	151	296	289	310
Tørrstoff,	mg/l	-	39	132	115	91
Gløderest,	mg/l	-	25	115	106	98

Gruvevannsmengden er ca. 4-5 l/s.

Fra slamdammen ble det i juni 1973 tatt noen orienterende "sedimentprøver". Disse "bunnproppene" er som tidligere nevnt, analysert etter en oppdeling i 5 cm dype segmenter og ekstraksjon med fortynnet saltsyre, og med konsentrert varm salpetersyre før og etter tørking. Analyseresultatene er samlet i tabell 13.

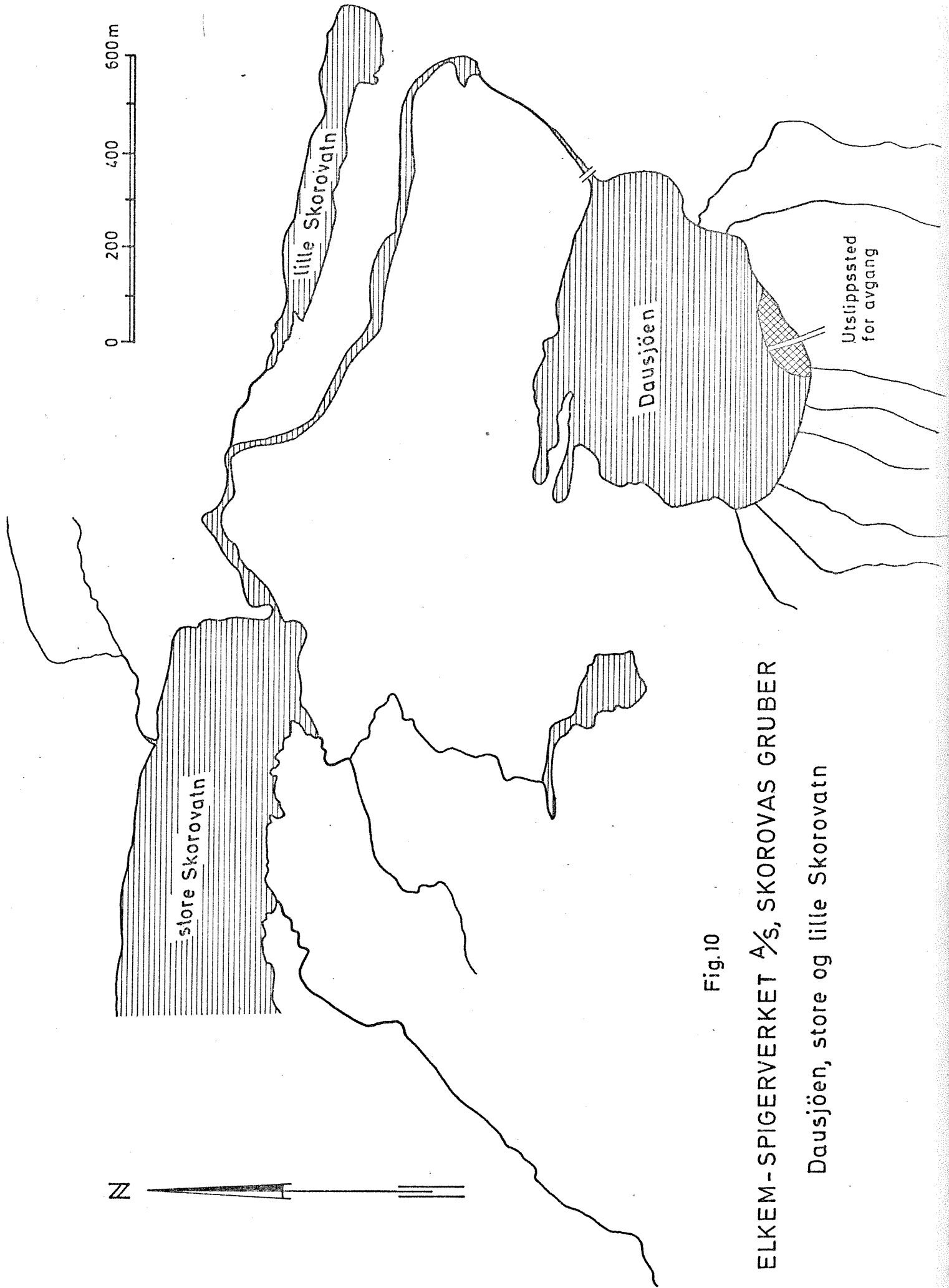


Fig.10

ELKEM-SPIGERVERKET A/S, SKOROVAS GRUBER

Dausjön, store og lille Skorovatn

ELKEM-SPIGERVERKET $\frac{A}{S}$
SKOROVAS GRUBER

Sedimenteringsförsök
Ufortynnet avgangspulp

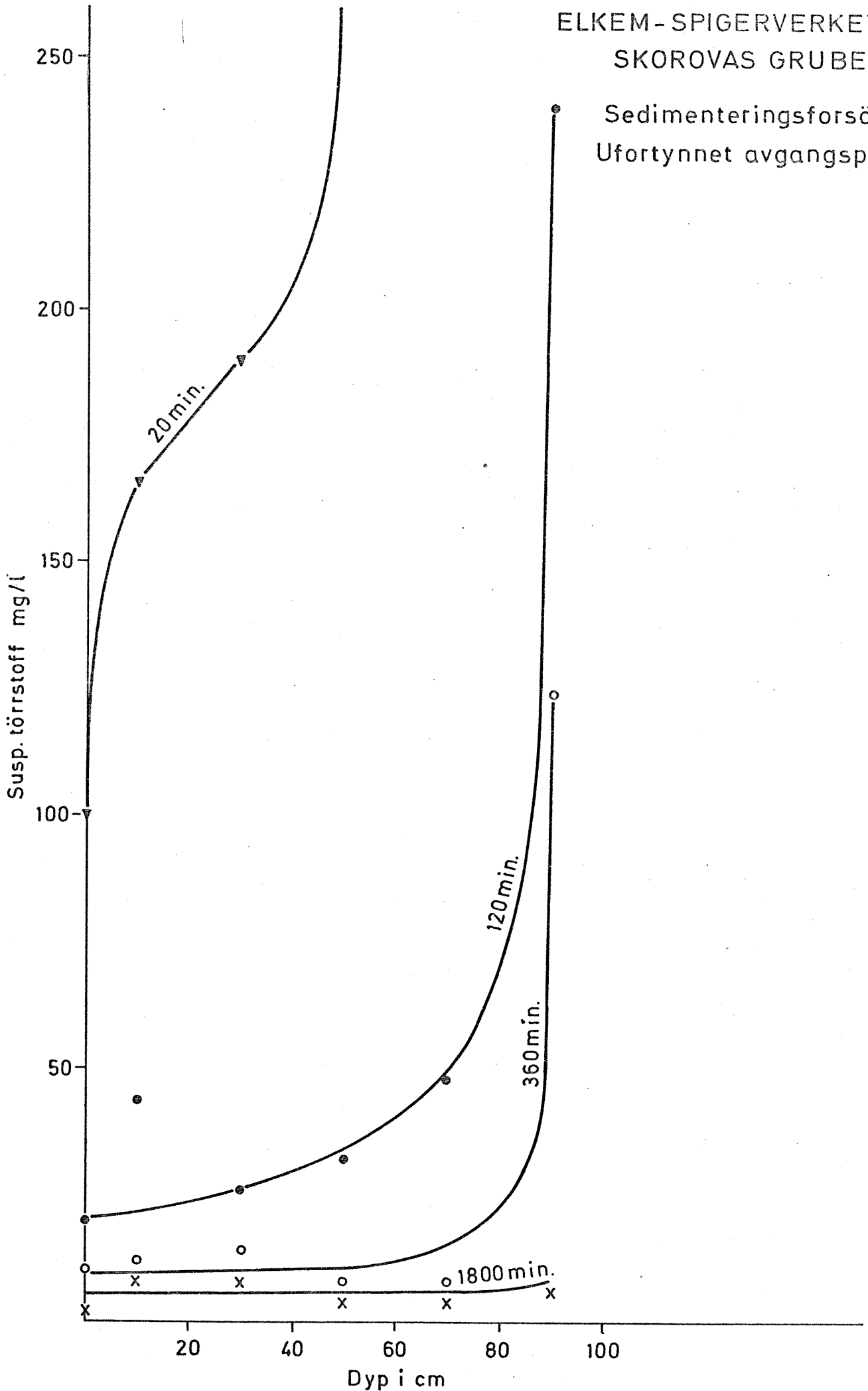
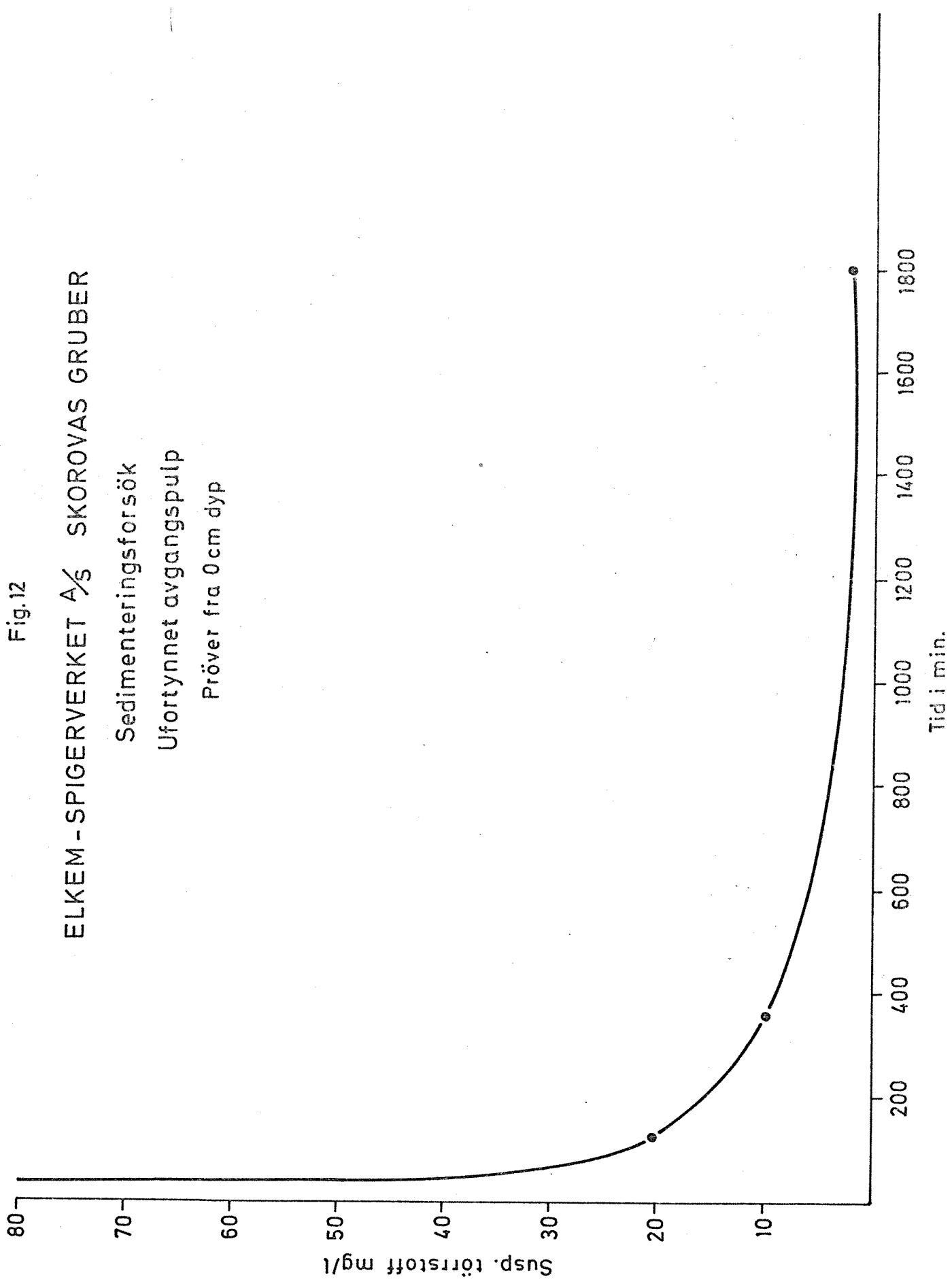


Fig.12
ELKEM - SPIGERVERKET A/S SKOROVAS GRUBER
Sedimenteringsforsök
Ufortynnet avgangspulp
Pröver fra 0 cm dyp



3.5 Skorovas Gruber

Skorovas Gruber har utslipp av avgang til Dausjøen, en innsjø som er sterkt påvirket av andre tilførsler, spesielt drensvann fra gamle bergvelter og avgangshauger.

Behandling av malm ved denne gruen er forskjellig fra de øvrige idet salgsproduktet etter oppredningen er finkis. Oppredningen foregår dels i et flyt-synke-anlegg med ferrosilisiumsuspensjon som "heavy medium" og dels i et flotasjonsanlegg der sluttproduktet er et blandet konsentrat.

Avgangspulpen føres ut i en trerenne ned langs fjellsiden. Før den renner ut i innsjøen, passerer den over et område der gråberg og gammel avgang utgjør en fylling i sjøen. Vassdragssystemet som utgjør resipienten for avgangen, er vist i figur 8.

Dausjøen, der avgangen slippes ut, har en avrundet form med en største lengde på ca. 650 m og med et areal på 0,26 km². Største dyp i innsjøen er ca. 28 m. Avgangen føres i dag ut i den sørlige del av innsjøen 450 m fra utløpet.

Nedbørfeltet er 2,67 km², noe som etter "Hydrologiske undersøkelser i Norge, NVE 1958" skulle tilsvare en midlere avrenning på 107 l/s. I tillegg kommer det som tilføres fra andre nedbørfelt, bl.a. avløpet fra oppredningsverket, gjennomsnitt ca. 83 l/s, tilsammen en midlere vannføring ut av Dausjøen på 190 l/s.

Ved utløpet av Dausjøen er det opprettet en stasjon for måling av vannføringen. Det foreligger kontinuerlige målinger av vannføringen her siden februar 1963. Høyeste månedlige gjennomsnittlige vannføring er etter disse målingene ca. 540 l/s, og laveste er ca. 70 l/s. Den naturlige avrenning må i siste tilfelle være meget liten.

Utslipp av avgang er ca. 30.000 tonn grovknust materiale (grus) og ca. 10.000 tonn fint materiale pr. år, som alt føres ut i Dausjøen.

Det er utført innledende sedimenteringsforsøk med avgangen, og resultatene er samlet i tabell 14 og i figurene 9 og 10. Forøvrig er det gjort en foreløpig sammenlikning av resultatene fra de fire gruvene i avsnitt 5.2.

Tabell 14. Sedimenteringsforsøk. Avgang fra Skorovas Gruber.

Dyp cm	20 min.		2 timer		6 timer		30 timer	
	Susp. tørrest. mg/l	Turbi- ditet JTU	Susp. tørrest. mg/l	Turbi- ditet JTU	Susp. tørrest. mg/l	Turbi- ditet JTU	Susp. tørrest. mg/l	Turbi- ditet JTU
0	100	64	20	17	10	6,0	2	2,0
10	166	77	44	22	12	6,6	8	1,8
30	190	79	26	22	14	8,0	8	2,9
50	634	140	32	26	8	7,8	4	2,3
70	6336	1000	48	32	8	7,8	4	2,2
90	10962	1000	240	63	124	43	6	2,7

Vannprøver fra utløpet av Dausjøen er samlet inn i anledning dette prosjektet siden 29. mars i år. Disse analyseresultatene er samlet i tabell 15.

Tabell 15. Kjemiske analyseresultater fra Skorovas Gruber.

DATO	PH	KOND MIS/CM	FARG MIG/L	F-FAR MIG/L	TURB JTU	S.TS MIG/L	S.GL MIG/L	ASID ML/L	NA MIG/L
29.03.73	3.7	225	46	1	4.6	3.2	1.8	5.8	2.30
13.04.73	3.6	430	135	-	11.0	2.2	.2	12.4	2.01
14.05.73	3.7	375	158	0	16.0	5.4	2.4	10.0	2.05
18.06.73	3.6	35	1	-	4.7	7.2	1.2	9.4	1.88
16.07.73	3.8	775	16	-	1.0	9.0	0.0	-	1.37
15.08.73	3.6	330	6	-	1.2	4.4	3.0	-	1.57
GJ.SNITT	3.7	362	60	1	6.4	5.2	1.4	9.4	1.86
ST.AVVIK	.1	246	69	0	5.9	2.5	1.2	2.7	.34

* * * * *

DATO	CA MIG/L	MG MIG/L	CU MIG/L	ZN MIG/L	FE MIG/L	FE-2 MIG/L	SULF MIG/L	THIOS MIG/L
29.03.73	16.3	3.20	.73	2.80	1.67	.53	71	16
13.04.73	17.5	7.87	2.00	9.50	1.81	.29	5	188
14.05.73	18.0	6.42	1.64	6.50	2.00	.23	153	3
18.06.73	16.9	5.50	1.31	5.50	.60	.22	146	0
16.07.73	18.8	3.90	.91	3.85	1.00	.56	103	-
15.08.73	19.9	5.13	1.25	5.35	1.70	.08	-	-
GJ.SNITT	17.9	5.34	1.31	5.58	1.46	.32	96	52
ST.AVVIK	1.3	1.69	.47	2.32	.54	.19	61	91

En omfattende kartlegging av forurensningssituasjonen i vassdragene som er påvirket av utslippene fra virksomheten, ble gjennomført i årene 1962-1964. Resultatene fra disse undersøkelsene kan ikke uten videre sammenliknes med dagens resultater, bl.a. fordi analysemetodene den gang ikke var av den kvalitet som vi i dag krever. En del kjemiske analyseresultater fra utløpet av Dausjøen i denne perioden er likevel samlet i tabell 16.

Siden mars 1969 er det regelmessig samlet inn prøver for kjemiske analyser 3-4 ganger pr. år. En sammenfatning av disse resultatene er også gitt i tabell 16.

Tabell 16. Analyseresultater fra utløp av Dausjøen.

Skorovas Gruber.

Middelverdier for en del kjemiske parametre.

Komponent		År	1963 /64	1969 /70	1970 /71	1972
Surhetsgrad,	pH		4,1	5,0	4,4	4,2
Konduktivitet,	µS/cm		307	298	330	310
Turbiditet,	JTU		0,84 ¹⁾	-	1,3	1,4
Jern,	mg Fe/l		1,51	0,48	0,27	0,34
Kobber,	mg Cu/l		0,56	0,28	0,60	0,84
Sink,	mg Zn/l		5,11	3,31	4,8	5,3
Sulfat,	mg SO ₄ /l		144	138	158	185
Kalsium,	mg Ca/l		-	-	36,5	26,2
Magnesium,	mg Mg/l		-	-	5,4	4,8

1) Anslått på grunnlag av verdien i mg SiO₂/l.

Gruvedriften og utslipp av avgang kom i gang i 1952-53.

I mars 1973 ble det tatt sedimentprøver fra Dausjøen på tre steder. Analyse av disse sedimentprøvene ble gjennomført som tidligere nevnt. Resultatene er samlet i tabell 17. En sammenfatning og en generell diskusjon av disse resultatene er gitt i avsnitt 5.3.

4. SAMMENFATNING OG DISKUSJON

Det foreligger allerede fra tidligere et betydelig data- og erfaringsmateriale som kan belyse virkningen av avgangsdeponering under vann i Norge. Sammenstilling av materialet og tolking av opplysningene vil imidlertid fortsatt kreve betydelig arbeid. I tillegg til det som allerede foreligger, er det også behov for en del supplerende data. Særlig feltobservasjonene på deponeringsstedene er fortsatt mangelfulle.

I den foreliggende rapport er datamaterialet stilt sammen, først og fremst for å få en oversikt over hva som finnes. Samtidig er det naturlig å trekke noen konklusjoner når det er mulig, selv om konklusjonene foreløpig må betraktes som arbeidshypoteser.

Observasjonene fra feltarbeidet sommeren 1973 er foreløpig så lite bearbeidet at de ikke er tatt med i denne rapporten. Omkring årsskiftet 1973/74 vil det bli laget en årsrapport for prosjektet der det samlede materiale som da foreligger, vil bli behandlet.

4.1 Vannanalyser

Datamaterialet som hittil er samlet inn om vannkvaliteten i vassdragene som påvirkes av de fire gruvene, viser at det som ventet, er stor forskjell mellom de fire områdene.

Det er vanskelig på grunnlag av de foreliggende data å skille mellom virkningen av gruvevannsutslipp og avgangsdeponering. For alle gruvenes vedkommende foregår utslipp av avgang og gruvevann eller drensvann fra avgangshauger og bergvelter til samme resipient.

Fra gruvene i Sulitjelma foreligger det foreløpig lite opplysninger om gruvevannet. Det er imidlertid grunn til å regne med et visst tilsig av surt, tungmetallholdig vann fra gruver og gamle velter.

Til Dausjøen er det tidligere påvist et betydelig tilsig av surt, tungmetallholdig vann fra gamle bergvelter.

Hverken fra Follidal Verk, Hjerkin, eller fra Grong Gruber er gruvevannet surt. Innhold av sink og jern i gruvevannet på Hjerkin er imidlertid relativt høyt. I utløpet fra slamdammen er metallionekonsentrasjonen gjennomgående betydelig lavere.

Det er foreløpig ikke grunnlag for vidtgående konklusjoner i denne sammenheng. Datamaterialet gir imidlertid ikke grunn til å regne med at den deponerte avgangen primært er noen viktig kilde for tungmetaller i de fire vassdragene. Usikkerheten er her først og fremst knyttet til sink. Dette bør undersøkes videre, og spesielt er forholdene i Dausjøen og Langvatnet av interesse i denne sammenheng.

Det er rapportert at dannelse av thiosulfat og polythionater ved basisk nedmaling av sulfidiske malmer kan gi en "forsinket" forsurening i vassdrag der avgangen slippes ut. Bestemmelse av oksyderbare svovelbindelser i resipientene ved de fire gruvene har derfor inngått i programmet for rutineanalyser.

I Langvatnet, Sulitjelma, og Huddingsvatnet, Grong Gruber, er slike forbindelser påvist i meget små konsentrasjoner både absolutt og i relasjon til sulfatkonsentrasjonen. I overløpet fra slamdammen på Hjerkin har absoluttverdiene vært noe høyere, men fortsatt lave i relasjon til totalt sulfatinnhold.

Thiosulfatkonsentrasjonen i utløpet fra Dausjøen, Skorovas, 13. april 1973, er angitt til 188 mg/l. Dette er et høyt tall, både absolutt og i forhold til midlere sulfatkonsentrasjon ved stasjonen. Det er imidlertid liten grunn til å legge vekt på et slikt enkeltresultat dersom det ikke bekreftes ved tilsvarende observasjoner senere.

På det foreliggende datagrunnlag er det rimelig å konkludere med at thiosulfater og polythionater ikke skaper problemer i de fire gruvevassdragene.

Ved tre av de fire rutinestasjonene for innsamling av kjemiske prøver er turbiditetsresultatene gjennomgående relativt høye. Unntaket er utløpet av Huddingsvatnet. Turbiditetsresultatene (som er noe høyere enn det kunne ventes) viser at vannet inneholder noe mer partikler enn vanlig i upåvirkede vassdrag. Den økede turbiditeten kan skyldes utslipp av avgang og transport av avgangspartikler. Det kan imidlertid være andre forklaringer, eventuelt forskjellige fra gruve til gruve. Disse forhold vil bli nærmere behandlet i en senere rapport hvor blant annet feltobservasjonene fra 1973 diskuteres.

4.2 Avgangens sedimenteringsegenskaper

De undersøkelser av avgangens sedimenteringsegenskaper som hittil er utført, var orienterende forsøk, og det må ikke legges for stor vekt på resultatene av dem. En meget viktig faktor ved slike undersøkelser er den behandling prøven har fått før målingene. Ved langvarige transporter kan derfor prøvens egenskaper endres totalt.

Erfaringene fra de orienterende forsøkene viser at avgangen fra Folldal Verk, Grong Gruber og Skorovas Gruber har sammenliknbare egenskaper. Avgangen fra Sulitjelma Gruber hadde en betydelig lavere sedimenteringshastighet enn de øvrige.

Når vi tar hensyn til usikkerheten i målinger og forsøksopplegg, er det ingen praktisk forskjell mellom resultatene for avgangen fra Grong Gruber og Folldal Verk. Etter ca. 6 timer er det bare små forandringer i partikkelinnhold med tiden, og innhold av suspendert stoff etter ca. 30 timer var for begge prøver mellom 20 og 30 mg/l.

Prøven fra Skorovas Gruber viste en noe raskere sedimentering, og etter ca. 30 timer var innholdet av suspenderte partikler mindre enn 5 mg/l.

4.3 Sedimentundersøkelser

Hensikten med de sedimentanalysene som hittil er utført innen dette prosjekt, har vært å utvikle teknikk for prøvebehandling og analyse. Resultatene av dette arbeidet vil bli behandlet i en egen rapport om undersøkelsesmetoder.

Selv om de utførte sedimentanalysene foreløpig er lite systematiske og gir dårlig grunnlag for noen konklusjon, kan det likevel være grunn til noen kommentarer. Resultatene av samtlige prøver som er analysert hittil, er samlet i tabell 18.

Tabell 18. Analyseresultater for sedimenter fra Huddingsvatnet, Dausjøen og slandam, Hjerkin.

Prøve betegnelse	Kobber			Sink			Jern		
	Vått/HCl µg Cu/g	Tørt/HCl µg Cu/g	Tørt/HNO ₃ µg Cu/g	Vått/HCl µg Zn/g	Tørt/HCl µg Zn/g	Tørt/HNO ₃ µg Zn/g	Vått/HCl % Fe	Tørt/HCl % Fe	Tørt/HNO ₃ % Fe
H 1.1	37,1	40,3	127,1	121	77	358	0,75	0,50	4,7
H 1.2	26,6	24,0	33,2	68	52	117	0,61	0,47	3,0
H 2.1	26,1	25,4	34,6	81	55	117	1,59	1,07	3,3
H 3.1	18,0	49,2	64,9	34	30	75	0,12	0,25	2,1
H 4.1	27,5	30,9	43,6	95	60	135	2,0	1,42	3,9
H 5.1	35,0	37,5	54,3	131	118	175	3,0	1,98	5,2
H 5.2	27,0	32,5	44,9	132	95	177	3,2	2,12	5,6
H 5.3	30,3	31,1	43,7	136	79	177	2,9	1,88	5,5
H 6.1	51,6	33,1	59,3	189	77	180	2,3	1,41	4,8
H 6.2	30,8	31,8	39,9	122	70	142	2,4	1,64	4,4
H 12.1	27,8	23,9	37,2	111	55	139	1,9	1,34	4,5
H 12.2	31,6	26,0	37,2	87	55	149	2,1	1,45	4,8
H 12.3	24,9	27,1	39,7	89	59	154	1,6	0,99	4,5
F 1.1	80,8	82,0	627	440	393	2290	1,62	1,47	13,9
F 3.1	231	224	809	1009	820	2084	2,23	2,16	19,9
F 3.2	212	190	784	1009	807	1886	2,33	1,86	16,4
F 3.3	220	200	820	1248	1004	2446	2,10	2,01	18,2
F 3.4	201	201	784	1129	1018	2255	2,04	1,99	17,7
F 3.9	41,1	33,2	840	210	191	1746	1,40	1,29	8,9
F 4.1	28,5	46,7	728	147	194	1033	1,38	1,42	7,9
F 4.2	24,1	20,8	779	158	134	956	1,37	1,39	6,8
F 4.3	32,0	29,1	1199	153	150	1622	1,10	1,19	13,8
F 4.4	36,4	33,8	1325	165	165	1873	1,01	0,95	20,2
D 2.1	267	240	4851	1492	1057	14677	0,91	0,66	16,0
D 2.2	187	261	5115	666	823	15469	1,13	0,80	21,2
D 2.3	414	1150	2375	316	350	2625	31,7	13,0	32,8
D 2.4	108	189	758	2387	204	1394	3,11	3,11	6,73
D 3.1	271	302	3875	3897	2204	19250	1,11	1,11	13,9
D 3.2	231	411	5208	757	1206	20337	0,96	0,96	16,6
D 4.1	415	482	5619	1514	1094	14985	1,29	1,29	18,1
D 4.2	667	824	4316	414	475	7236	1,12	1,12	20,5

Prøvenes betegnelser er gitt etter følgende system:

1. Bokstaven angir hovedlokalitet:

H. Huddingsvatn

D. Dausjøen

F. Slamdam, Hjerkin

2. Første tall angir en posisjon i innsjøen. Denne betegnelsen følger foreløpig ikke noe bestemt system.

3. Annet tall angir kronologisk fra bunnsjiktets overflate nummer på det analyserte segment. For de analyserte sedimentprøvene har tykkelsen på hvert enkelt sjikt vært 5 cm.

Vi har foreløpig liten erfaring i tolking av slike analyseresultater, og det er nødvendig med både laboratorieforsøk og feltarbeid for å etablere et bedre grunnlag for slik tolking.

De analyserte prøvene viser relativt store variasjoner i tungmetallinnhold, spesielt kobber og sink, fra sted til sted.

I Huddingsvatnet synes det ikke å være målbare forskjeller mellom de forskjellige stasjonene, bortsett fra overflaten ved H 1, der ekstraksjon med salpetersyre har gitt noe høyere verdier for kobber og sink.

Deponering av avgang i Huddingsvatnet har foregått i relativt kort tid. Stasjonen H 1 ligger nærmest utslippsstedet og må ventes å være mest påvirket av avgang.

At bare ekstraksjon med salpetersyre gav utslag, kan tyde på at tungmetallionene hovedsakelig er bundet i sin opprinnelige form i malmen.

Segmenttykkelsen på 5 cm er antakelig for stor til å få et mer differensiert bilde.

For slamdammen på Hjerkinns kan det se ut som at situasjonen er omtrent den samme i prøve F 4. I dammen på Hjerkinns er imidlertid bunnen de fleste steder dekket av relativt tykke lag av avgang, slik at alle segmenter ved F 4 svarer til overflatelaget ved H 1.

Prøve F 1.1 var det problemer med under prøvetakingen, og det er neppe grunn til å legge for stor vekt på den.

F 3 viser fra alle lag betydelig høyere konsentrasjoner av saltsyre-ekstraherbart kobber og sink. Salpetersyreekstraherbare tungmetaller er imidlertid ikke vesentlig høyere. Dette kan tyde på at avgangens hovedsammensetning er omtrent den samme ved F 3 og ved F 4, men at det ved F 3 foreligger en del lettere løselig kobber- og sinkforbindelser. Hvorvidt dette skyldes omsetninger i avgangen, tilførsler fra andre kilder eller mer tilfeldige forhold, kan foreløpig ikke avgjøres.

Som det måtte ventes, er mengden av saltsyreløselige sink- og kobberforbindelser i bunnsedimentene i Dausjøen betydelig høyere enn på de andre lokalitetene. Dette kan ha flere årsaker, men det er klart at en del skyldes utfelling fra det sure dremsvannet som tilføres innsjøen.

Det er relativt store variasjoner i analyseresultatene for sedimenter fra Dausjøen. Dette er det foreløpig ikke grunnlag for å kommentere nærmere.