

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Blindern

0 - 78050

RØROS KOBBERVERK
Vannforurensning fra gruver

6. juni 1980

Saksbehandler: Rolf Tore Arnesen

Medarbeider: Torulv Tjomsland

Instituttetsjef: Kjell Baalsrud

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer:	0-78050
Undernummer:	
Løpenummer:	1206
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel: RØROS KOBBERVERK Vannforurensning fra gruver	Dato: 10.6.1980
	Prosjektnummer: 0-78050
Forfatter(e): Rolf Tore Arnesen Torulv Tjomsland	Faggruppe:
	Geografisk område: Sør-Trøndelag
	Antall sider (inkl. bilag): 45

Oppdragsgiver: Industridepartementet	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

Rapporten omhandler vannforurensning fra de nedlagte gruveområdene rundt Røros. De ulike kilder til forurensningene blir vurdert i forhold til hverandre og til resipientene. Mulige forurensningsbegrensende tiltak er omtalt.

4 emneord, norske:
1. RØROS
2. TUNGMETALLER
3. KISGRUVER
4. TILTAK

4 emneord, engelske:
1. RØROS
2. HEAVY METALS
3. PYRITE MINING
4. MEASURES


Prosjektleders sign.:


Seksjonsleders sign.:


Instituttstjefers sign.:

ISBN 82-577-0271-4

INNHOLDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	5
2. GRUVENE RUNDT RØROS	5
2.1 Generelt	5
2.2 Vannforurensninger fra kisgruver	6
3. KJEMISK-FYSISKE UNDERSØKELSER	6
3.1 Orienterende befaring	6
3.2 Metoder	14
3.3 Vannkvalitet og transportverdier	14
4. HYDROLOGISKE FORHOLD	35
5. PRAKTISKE KONSEKVENSER	37
5.1 Forurensningsvirkninger	37
5.2 Orvsjøen	39
5.3 Glåma	39
5.4 Østsiden av Glåma	40
6. TILTAK	41
6.1 Gruvevann	41
6.2 Drensvann fra bergvelter og avgang	41
6.3 Metoder for rensing av tungmetallholdig vann	42
7. SAMMENFATTENDE KONKLUSJON	44
8. LITTERATUR	45

TABELLFORTEGNELSE:

	Side:
1. Analyseresultater for prøver tatt ved befaringen 3.-4. juli 1978. Feltene på vestsiden av Glåma.	11
2. Analyseresultater for prøver tatt ved befaringen 3.-4. juli 1978. Feltene på østsiden av Glåma.	12
3. Målestasjoner ved undersøkelsene	13
<u>Kjemisk-fysiske analysedata:</u>	
4. CH 1, Gruvevann - Sekstus gruve	15
5. CH 2, Østlige del av velt - Sekstus gruve	16
6. CH 3, Utløp tjern - Sekstus gruve	17

TABELLFORTEGNELSE (forts.):

	Side:
<u>Momentane transportverdier:</u>	
7. CH 1, Gruvevann - Sekstus gruve	18
8. CH 2, Østlige del av velt - Sekstus gruve	19
9. CH 3, Utløp tjern - Sekstus gruve	20
10. Gjennomsnittlig transport av sulfat og metaller fra Sekstus gruve	22
<u>Kjemisk-fysiske analysedata:</u>	
11. Orva ved utløp Orvsjøen	23
12. KO 1, Overløp nedre dam - Kongens gruve	25
<u>Momentane materialtransportverdier:</u>	
13. KO 1, Overløp nedre dam - Kongens gruve	26
14. Gjennomsnittlig transport av sulfat og metaller fra KO 1, Overløp nedre slamdam	27
<u>Kjemisk-fysiske analysedata:</u>	
15. ST 1, Overløp nedre dam - Storvartsgruva	28
<u>Momentane materialtransportverdier:</u>	
16. ST 1, Overløp nedre dam - Storvartsgruva	29
17. Gjennomsnittlig transport av sulfat og metaller fra Storvarts-området	30
<u>Kjemisk-fysiske analysedata:</u>	
18. OL 1, Gruvevann - Olavsgruva	31
<u>Momentane materialtransportverdier:</u>	
19. OL 1, Gruvevann - Olavsgruva	32
<u>Kjemisk-fysiske analysedata:</u>	
20. SOL 1, Gruvevann - Solskinnsgruva	33
<u>Momentane materialtransportverdier:</u>	
21. SOL 1, Gruvevann - Solskinnsgruva	34
22. Gjennomsnittlig transport av sulfat og metaller fra Olavsgruva og Solskinnsgruva	35
23. Sammenlikning av EIFAC-normer og observerte verdier i Ringevatn, Orkdal.	38

FIGURFORTEGNELSE:

	Side:
1. Kartskisse over gruvedeltene vest for Glåma	7
2. Kartskisse over gruvedeltene øst for Glåma	8
3. Kartskisse med stasjoner for rutineprøver. Vestsiden av Glåma	9
4. Kartskisse med stasjoner for rutineprøver. Østsiden av Glåma	10
5. Vannføringer ved Storvarts og Sekstus gruver og ved Glåmos i undersøkelsesperioden	36
6. Månedlige middelvannføringer ved Glåmos	36

1. INNLEDNING

I samarbeid med Industridepartementets bergverkskontor har Norsk institutt for vannforskning tidligere undersøkt tilførsler av forurenset vann, bl.a. fra de nedlagte gruvene Kjøli og Røstvangen (NIVA, 1979). Hensikten med arbeidet var å anslå forurensningsmengdene og å påvise de viktigste forurensningskildene i de enkelte gruveområdene. Som en videreføring av dette arbeidet ble det på et møte 6. mars 1978 avtalt at NIVA skulle komme med et undersøkelsesprogram for gruvene rundt Røros. 14. april samme år ble et programforslag datert 12. april oversendt, og en innledende befaring ble gjennomført i begynnelsen av juli 1978.

Rutinemessig prøvetaking ble startet i september og er gjennomført frem til slutten av august 1979.

2. GRUVENE RUNDT RØROS

2.1 Generelt

Rundt Røros har Røros kobberverk drevet på en rekke forekomster, til dels på felter som geografisk ligger langt fra hverandre. De viktigste områdene er Storsvarts og bl.a. Olavs- og Solskinnsgruvene på østsiden av Glåma og Kongens-, Orvdal- og Sekstusgruvene rundt Orvsjøen vest for Glåma. Alle disse gruvene drenerer gjennom sideelver til Glåma. I tillegg har det vært drift på en lang rekke mindre forekomster i det samme området.

Nord for Røros ligger Muggruva, som i sin tid var blant de største rundt Røros. Området her dreneres til Rugla, som renner til Gaula.

Virksomheten ved Røros kobberverk har gått opp og ned i de mer enn 300 år det var i drift. Driftsmåte og oppredningsprosesser har forandret seg, og det er umulig å gi noen sammenfattende beskrivelse av de forhold som kan ha innvirkning på forurensningssituasjonen.

2.2 Vannforurensninger fra kisgruver

I de fleste områder der det drives eller er drevet kisgruver, finnes vannforekomster som er sterkt påvirket av denne virksomheten. De viktigste effekter er fisketomme vassdrag på grunn av tungmetallforurensninger. Bakgrunnen for dette er at sulfidmineraler som frigges, oksyderes av luftens oksygen når det er tilstrekkelig fuktighet til stede. Reaksjonen fører til dannelse av metallsulfater og svovelsyre. Disse produktene kan i noen grad bidra til at reaksjonshastigheten øker og miljøpåvirkningen blir større. Uten å gå nærmere inn på reaksjonene som foregår, kan det konstateres at reaksjonsforløpet er komplisert, og i de fleste tilfeller er reaksjonshastigheten styrt av bakteriell aktivitet.

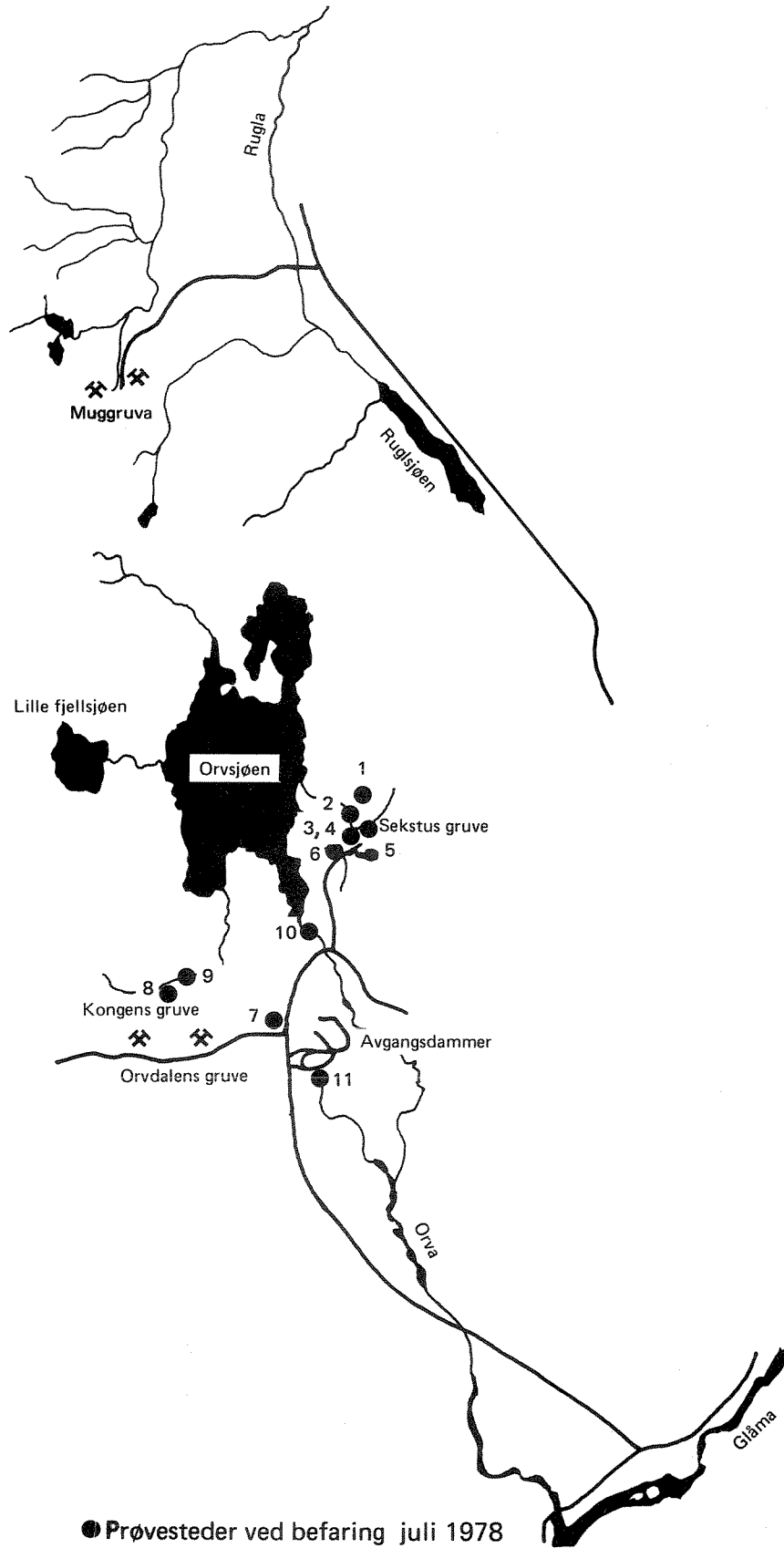
Steder hvor man finner kismineraler i kontakt med luft og fuktighet, er i de deler av gruver som ikke er vannfylt, gamle gråbergtipper og i avgang fra oppredning.

Alle disse mulighetene foreligger ved de fleste gruveområdene rundt Røros. Ikke alle steder har det ført til surt gruvevann og tungmetallforurensninger. Orvsjøen og Orva ned til Glåma er imidlertid fisketomme, og det er også muntlig omtalt fiskedød i Glåma under spesielle klimatiske betingelser. Vassdraget øst for Røros er muntlig beskrevet som påvirket av tungmetallforurensninger, men det sies at det her er fisk i hovedvassdraget.

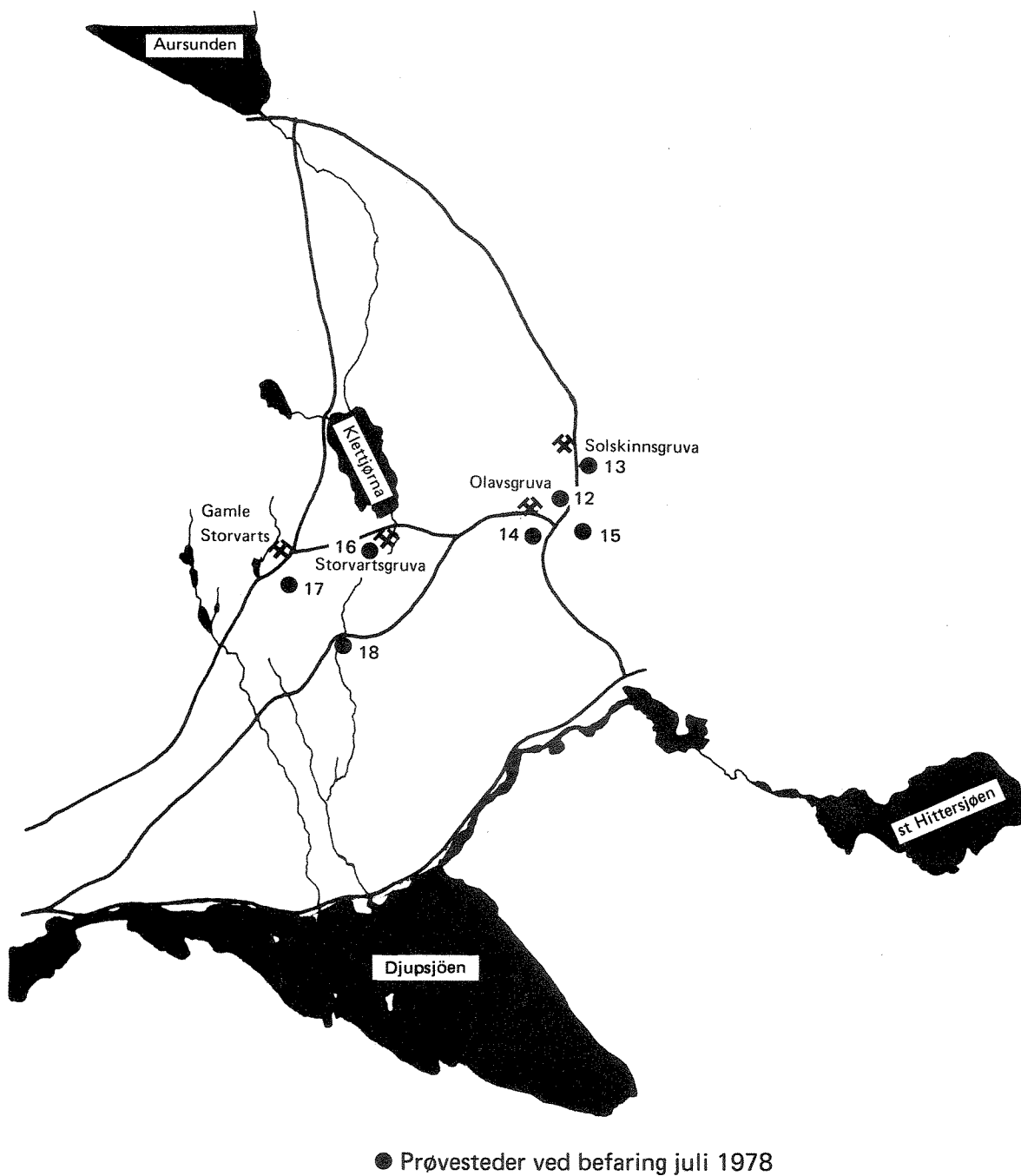
3. KJEMISK-FYSISKE UNDERSØKELSER

3.1 Orienterende befaring

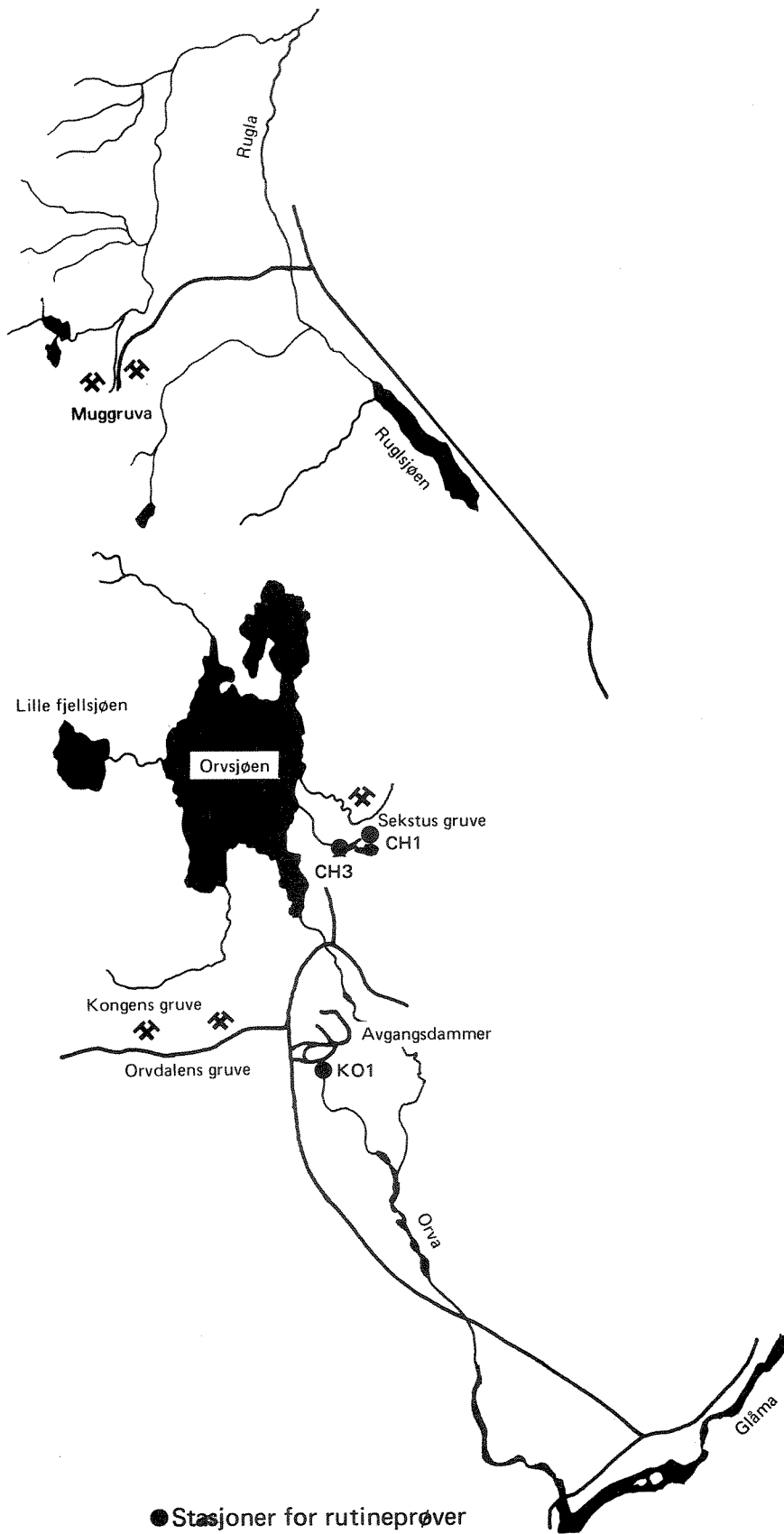
I juli 1978 ble det gjennomført en innledende befaring for å velge ut stasjoner for prøvetaking og vannføringsmålinger. Det var i store trekk kjent hvilke felter som gav de største forurensningsmengder, men det var nødvendig å se nærmere på kildene innen hvert enkelt felt. Figurene 1-4 viser kart over de aktuelle områder med prøvetakingssteder. Analyseresultater og anslått vannføring er



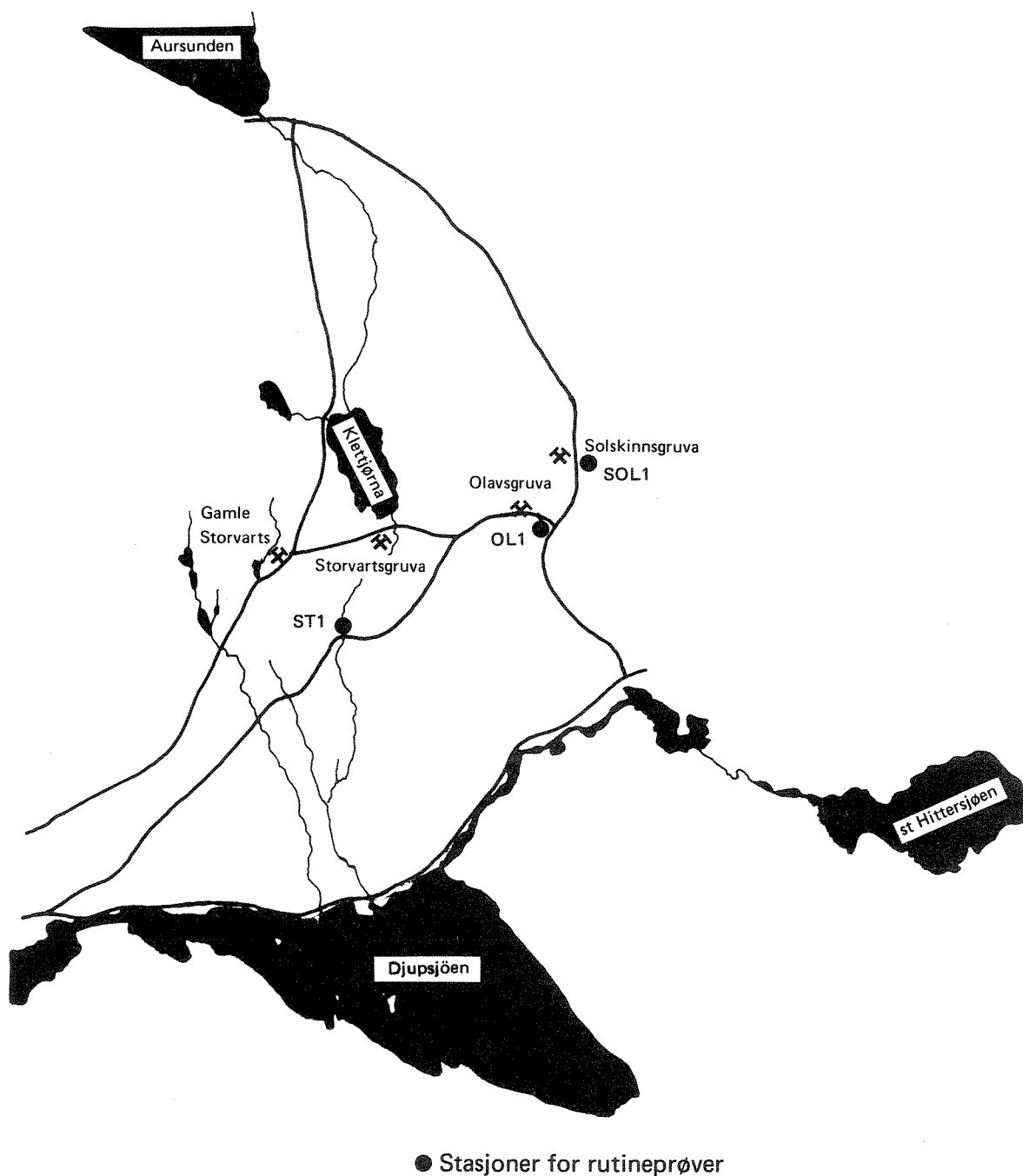
Figur 1. Kartskisse over gruvefeltene vest for Glåma.



Figur 2. Kartskisse over gruvefeltene øst for Glåma.



Figur 3. Kartskisse med stasjoner for rutineprøver.
Vestsiden av Glåma.



Figur 4. Kartskisse med stasjoner for rutineprøver.
Østsiden av Glåma.

Tabell 1. Analyseresultater for prøver tatt ved befaringen 3.-4. juli 1978.
Vannføringer er anslått.

FELTENE PÅ VESTSIDEN AV GLÅMA.

Prøve nr.	Beskrivelse	pH	Kond. $\mu\text{S/cm}$	Turb. FTU	Sulfat $\text{mg SO}_4/\text{l}$	Kobber mg Cu/l	Sink mg Zn/l	Jern mg Fe/l	Kadmium $\mu\text{g Cd/l}$	Bly $\mu\text{g Pb/l}$	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	Vannf. l/s
1	Sig fra velter i NV. Sekstus gruve	4,71	49	0,17	20,0	0,64	0,71	0,07	14	1,6	4,05	1,13	< 0,1
2	Sig fra velter litt øst for 1	4,21	125	0,17	47,0	2,13	2,41	0,35	21	2,5	6,32	2,75	0,05
3	Sig fra hovedvelter "midt på", Sekstus gruve	3,23	1063	0,56	502	35,5	47,6	3,97	110	16,2	3,54	32,5	~ 0,1
4	CH 2. Sig fra veiter. Øst Sekstus gruve	2,49	4215	0,55	2896	116,1	381	365	850	35,5	11,4	131,3	~ 0,05
5	CH 1. Gruvevann - Sekstus gruve	3,57	1427	34	200	5,81	185,5	7,40	34	36	24,7	8,1	~ 1
6	CH 3. Utl. tjein - Sekstus gruve	3,56	1149	0,27	131	3,87	9,52	1,41	28	35,5	15,2	6,6	~ 5
7	Gruvevann fra Kongens gruve	2,83	1408	5,8	648	16,5	30,9	135	62	70	3,79	22,5	~ 2
8	Liten bekk nord for Kongens gruve	3,93	961	0,13	144	3,73	4,62	0,80	14	2,5	7,6	8,6	< 0,05
9	Bekk til Orvsjøen nord for Kongens gruve	3,91	147	0,34	87	1,33	1,58	0,76	14	2,5	4,35	3,38	~ 5
10	Orva ved utløp av Orvsjøen	6,00	47	0,97	14	0,095	0,71	0,03	14	9,4	5,13	0,79	~ 1000
11	KO 1. Utløp nedre dam. Kongens gruve	2,80	1839	4,9	1004	4,93	57,1	170	62	64,3	26,5	39,4	~ 6

Tabell 2. Analyseresultater for prøver tatt ved befaringen 3.-4. juli 1978.
Vannføringer er anslått.

FELTENE PÅ ØSTSIDEN AV GLÅMA.

Prøve nr.	Beskrivelse	pH	Kond. $\mu\text{S/cm}$	Turb. FTU	Sulfat $\text{mg SO}_4/\text{l}$	Kobber mg Cu/l	Sink mg Zn/l	Jern mg Fe/l	Kadmium $\mu\text{g Cd/l}$	Bly $\mu\text{g Pb/l}$	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	Vannf. l/s
12	Bekk fra myr nedenfor Olavsgruva	6,52	217	0,19	72	0,24	1,06	0,04	14	1,5	30,4	4,1	~ 3
13	SOL l. Gruvevann fra Solskinngruva	3,66	613	0,55	298	10,6	13,8	1,01	48	6,5	23,4	15,0	~ 1
14	OL l. Gruvevann fra Olavsgruva	7,05	383	2,6	108	0,48	1,06	0,37	21	2,5	63,3	7,4	~ 5
15	Gruvevannet fra Olavsgruva nedenfor velter	7,18	373	1,1	112	0,36	0,88	0,20	2,4	1,5	57,0	8,0	~ 5
16	Gruvevann fra Storvarts	7,56	53,9	0,8	11,0	0,23	0,30	0,08	1,9	3,5	7,6	1,3	~ 3
17	Bekk fra velter, Gamle Storvarts	4,24	966	0,14	548	16,5	126	0,07	214	75	20,3	42,5	0,05
18	Utløp nederste slamdamm Storvarts	3,47	729	120	290	1,27	4,74	96,8	9	240	50,6	18,8	20
19	Utløp Djupsjøen	6,27	63,5	0,94	14,0	0,055	0,22	0,31	0,8	2,5	8,2	2,0	> 1000
20	Hitterelva nedenfor Røros	6,60	63,3	0,67	13,0	0,08	0,16	0,09	0,73	2,0	8,9	1,9	> 1000

samlet i tabell 1 for feltene på vestsiden av Glåma, og i tabell 2 for østsiden. Muggruva ble ikke besøkt ved denne anledning.

På grunnlag av disse analyseresultatene ble prøvestedene i tabell 3 valgt ut.

Tabell 3. Målestasjoner ved undersøkelsene.

Stasjons- betegnelse	Beskrivelse	Prøve nr. (Juli -78)
CH 1	Gruvevann - Sekstus gruve	5
CH 2	Østlige del av velt - Sekstus gruve	4
CH 3	Utløp tjern - Sekstus gruve	6
KO 1	Overløp nedre dam - Kongens gruve	11
ST 1	Overløp nedre dam - Storvarts	18
OL 1	Gruvevann - Olavsgruva	14
SOL 1	Gruvevann - Solskinnsgruva	13

Det ble antatt at dette ville gi en oversikt over de viktigste forurensningskildene fra gruveområdene rundt Røros. Etter at undersøkelsene er gjennomført, regner vi fortsatt med at denne antakelsen var korrekt. På grunn av de kompliserte avrenningsforholdene rundt Kongens gruver ved Orvsjøen, kan det imidlertid være ønskelig med noen supplerende målinger.

Muggruva ble ikke besøkt ved den innledende undersøkelsen. 3. september 1979 ble det imidlertid gjennomført en befaring hit sammen med representanter for Industridepartementet og SFT. Notat av 3. desember 1979 omtaler resultatene herfra, og det ble konkludert med at det ikke er behov for ytterligere undersøkelser ved Muggruva foreløpig.

3.2 Metoder

Etter at de aktuelle målepunktene var tatt ut på grunnlag av befaringsresultatene, ble det satt opp V-overløp for måling av vannføring. Det var ønskelig å ta prøver omtrent hver måned i en årssyklus. Blant annet på grunn av føreforhold var dette umulig fra slutten av desember til begynnelsen av juni.

Prøvene er tatt av en lokal prøvetaker, bonde Jon Bjørgård.

Nesten alle prøver er analysert på pH, konduktivitet, aciditet, sulfat jern, kobber og sink. I tillegg er kadmium bestemt i mange av prøvene, og orienterende analyser av bly, kalsium og magnesium er utført på prøvene fra den innledende befaringen.

Vannføringene er målt ved å måle oppstuingen i en måledam med V-overløp. Slike målinger er utført ved alle prøvetakinger etter at måledammene var installert i september.

Antall målinger er lite både med hensyn til kjemisk vannkvalitet og vannføring. Usikkerheten i de beregninger som gjøres i rapporten, er derfor stor. Vi mener likevel at størrelsesordenen er riktig, og at forholdet mellom forskjellige kilder er noenlunde pålitelig.

3.3 Vannkvalitet og transportverdier

Området ved Sekstusgruva

De tre målestasjonene synes å gi et representativt bilde av den samlede avrenning fra dette feltet, samtidig som det er mulig å spalte opp på hovedkilder. Tabellene 4-6 viser de kjemiske analyseresultatene. Som vann fra gruveområder betraktet er innhold av tungmetaller ikke særlig høyt ved noen av målepunktene, selv om vannet ufortynnet er giftig for f.eks. fisk.

Transport av forskjellige komponenter er beregnet på grunnlag av analysedataene og er samlet i tabellene 7-9.


```

=====
NIVA *
SEKID *
PROSJEKT *
DATO: 19 MAY 80 *
=====
TABELL NR.: 5.
KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
STASJON: CH 2 ØSTLIG DEL AV VELT - SEKSTUS GRUVE
=====

```

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	ASID ML/L	S04 MG/L	PB MIK/L	FE MG/L	CD MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNF L/S
760703	2.49	4215.	11.4	131.		2896.	35.5	365.	850.	116.	381.	0.020
780901	3.07	1567.			158.	1080.		12.5		41.0	103.	
780921	2.99	2120.			254.	1504.		140.		65.0	190.	0.500
780930	3.12	2085.			235.	1280.		17.5		60.0	194.	0.300
781028	3.24	2099.			220.	910.		8.03	295.	42.0	125.	0.500
781127	3.31	2082.			236.	2400.		5.20		30.0	130.	0.020
781227	3.28	1970.			248.	1568.		6.00	11.5	4.70	183.	0.020
790610	3.23	1410.			160.	886.		5.75	225.	34.5	115.	0.080
790628	3.09	1629.			159.	1000.		23.1	227.	36.5	99.2	0.300
790712	3.13	1684.			160.	1424.		15.8	249.	39.6	112.	0.060
790728	2.72	2790.				1580.		240.	435.	76.9	194.	0.500
790822	2.76	2568.			322.	1780.		219.	383.	66.6	179.	0.400

```

=====
ANTALL : 12 12 12 12 12 10 12 12 12 8 12 12 11
MINSTE : 2.49 1410. 1 1 1 158. 886. 35.5 12 5.20 4.70 99.2 0.020
STØRSTE : 3.31 4215. 11.4 131. 131. 322. 2896. 35.5 365. 850. 116. 381. 0.500
BREIÐE : 0.820 2805. 0.000 0.000 0.000 164. 2010. 0.000 360. 839. 111. 282. 0.480
UJ.SNITT : 3.04 2185. 11.4 31. 31. 215. 1526. 35.5 88.1 334. 51.1 168. 0.249
STD.AVIK : 0.254 754. 55.1 606. 28.3 77.4 0.209
=====

```

NIVA *
 SEKIND *
 PROSJEKT *
 DATO: 19 MAY 80 *

TABELL NR.: 6.
 KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
 STASJON: CH 3 UTLØP TJERN - SEKSTUS GRUVE

DATA/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	ASID ML/L	S04 MG/L	PB MIK/L	FE MG/L	CD MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNF L/S
780703	3.56	1149.	15.2	6.60		131.	35.5	1.41	28.0	3.87	9.52	
780901	3.57	331.			15.6	132.		1.00		3.92	10.0	7.00
780921	3.74	319.			15.6	145.		1.70		4.55	10.3	10.2
780930	3.68	328.			16.8	132.		2.00		4.70	10.5	9.50
781028	3.63	369.			17.0	131.		2.10	20.0	4.70	10.1	10.2
781127	3.79	262.			12.1	110.		1.05		3.30	7.60	4.40
781227	3.78	256.			12.6	108.		1.23	10.0	2.27	16.4	4.40
790910	3.64	274.			11.8	104.		1.78	15.3	2.73	7.25	7.00
790628	3.63	340.			13.4	128.		1.24	17.0	3.00	8.28	13.0
790712	3.62	323.			13.1	125.		1.16	18.0	3.13	8.77	7.50
790728	3.63	316.				124.		1.17	23.0	3.05	9.00	14.2
790822	3.64	313.			14.6	85.6		1.07	23.0	3.27	9.35	12.1

ANTALL	: 12	12	1	1	10	12	1	12	8	12	12	11
MINSTE	: 3.56	256.	15.2	6.60	11.8	85.6	35.5	1.00	10.0	2.27	7.25	4.40
STØRSTE	: 3.79	1149.	15.2	6.60	17.0	145.	35.5	2.10	28.0	4.70	16.4	14.2
ARENDE	: 0.230	893.	0.000	0.000	5.24	59.4	0.000	1.10	18.0	2.43	9.15	9.80
GJ.SNITT	: 3.66	362.	15.2	6.60	14.3	121.	35.5	1.41	19.3	3.55	9.75	9.05
STD.AVVIK	: 0.075	244.			1.93	16.3		0.386	5.52	0.799	2.34	3.29

=====
NIVA *
*
SEKIND *
*
=====
PROSJEKT: *
*
DATO: 19 MAY 80 *
*
=====
TABELL NR.: 8.
MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.
STASJON: CH 2 ØSTLIG DEL AV VELT - SEKSTUS GRUVE
=====

DATO/OBS.NR.	CU KG/D	ZN KG/D	FE KG/D	CD G/D	SO4 KG/D
780901	0.071	0.178	0.022		1.87
780921	2.81	8.21	6.05		65.0
780930	1.56	5.03	0.454		33.2
781028	1.81	5.40	0.347	12.7	39.3
781127	0.052	0.225	0.009		4.15
781227	0.008	0.324	0.010	0.020	2.71
790610	0.238	0.795	0.040	1.56	6.12
790628	0.946	2.57	0.598	5.88	25.9
790712	0.205	0.580	0.082	1.29	7.38
790728	3.32	8.39	10.4	18.8	68.3
790822	2.30	6.20	7.57	13.2	61.5

=====
ANFALL : 11 11 11 7 11
MINSTE : 0.008 0.178 0.009 0.020 1.87
STØRSTE : 3.32 8.39 10.4 18.8 68.3
BREDDE : 3.31 8.22 10.3 18.8 66.4
GJ.SNITT : 1.21 3.45 2.32 7.65 28.7
STD. AVVIK : 1.22 3.28 3.77 7.31 26.6
=====

=====
NIVA *
*
SEKIND *
*
=====
PROSJEKT: *
*
DATO: 19 MAY 80 *
*
=====
TABELL NR.: 9.
MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.
STASJON: CH 3 UTLØP TJERN - SEKSTUS GRUVE

DATE/OBS.NR.	CU KG/D	ZN KG/D	FE KG/D	CD G/D	S04 KG/D
780901	2.37	6.05	0.605		79.8
780921	4.01	9.08	1.50		128.
780930	3.86	8.62	1.64		108.
781028	4.14	8.86	1.85	17.6	115.
781127	1.25	2.89	0.399		41.8
781227	0.863	6.23	0.467	3.80	41.1
790610	1.65	4.38	1.07	9.22	62.9
790628	3.37	9.30	1.40	19.1	144.
790712	2.03	5.68	0.749	11.7	80.9
790728	3.74	11.0	1.44	28.2	152.
790822	3.52	9.77	1.12	24.0	89.5

=====
ANFALL : 11 11 11 7 11
MINSTE : 0.863 2.89 0.399 3.80 41.1
STØRSTE : 4.14 11.0 1.85 28.2 152.
BREDDE : 3.28 8.15 1.45 24.4 111.
GJ.SNITT : 2.80 7.45 1.11 16.2 94.9
STD.AVVIK : 1.20 2.54 0.498 8.56 38.1
=====

Tabell 10 angir gjennomsnittlig årlig transport av jern, kobber, sink, kadmium og sulfat ved de tre stasjonene. Dessuten er totaltilførselen til Orvsjøen anslått som summen av CH 2 og CH 3. Dette er antakelig noe for lavt, idet noen sig fra velter og andre diffuse kilder ikke kommer med ved de to målestasjonene. På grunnlag av følgende data om Orvsjøens hydrologiske forhold:

Nedbørfelt	:	16,7 km ²
Avrenningskoeffisient:	~	22 l/s·km ²
Midlere avrenning	:	0,37 m ³ /s

er følgende verdier anslått for transport ut av Orvsjøen:

Kobber	1,2 tonn/år
Sink	8,2 "
Sulfat (totalt)	140 "
Sulfat bortsett fra naturlige kilder	105 "

Det foreligger bare analysedata fra noen få prøver fra Orva i den aktuelle måleperioden (tabell 11), så de listede verdiene er bare et mål for størrelsesordener. Data fra tidligere undersøkelser i Orvsjøen og Orva stemmer imidlertid stort sett godt med de resultater som er funnet nå.

De registrerte tilførsler fra Sekstus-området til Orvsjøen utgjør antakelig ca. halvparten av totaltilførselen når det gjelder sink og sulfat. Når det gjelder tilførselen av kobber, er transporten fra Sekstus-området noe større enn mengden som årlig går ut i Orva. Dette skyldes antakelig utfelling av metallhydroksyder i Orvsjøen.

Det er deponert ca. 150.000 tonn kisholdig flotasjonsavgang i Orvsjøen. Betydningen av dette er forsøkt anslått i en tidligere NIVA-rapport (1979). Tilførslene av sink og sulfat ble da anslått til:

Sink	4,6 tonn/år
Sulfat	31,5 "

Tabell 10. Gjennomsnittlig transport av sulfat og metaller fra Sekstusgruva.

Komponent	CH 1 Gruvevann	CH 2 Østl. del av velt	CH 3 Utl. tjern	CH 2 + CH 3 Tilføres Orvsjøen	CH 2 + CH 3 - CH 1 Tilførsler fra velter
Kobber tonn/år	0,5	0,4	1,0	1,4	0,9
Sink "	1,5	1,3	2,7	4,0	2,5
Jern "	0,7	0,9	0,7	1,6	0,9
Kadmium kg/år	2,6	2,8	5,9	8,7	6,1
Sulfat tonn/år	15,6	10,5	40,5	51	35,4

Disse tallene bygger på et meget lite datamateriale, slik at det også her bare er tale om størrelsesordener. En stor del av tilførslene til Orvsjøen synes imidlertid å være redegjort for, ved tilrenning fra Sekstus-området og fra avgangsdeponiet. En viss tilførsel foregår også fra området ved Kongens gruve, men dette har antakelig mindre betydning.

Området rundt Kongens gruve

Det er bare tatt prøver fra en stasjon i området ved Kongens gruve. Avrenningsforholdene her er kompliserte, og selv om hovedmengden av forurensninger fra området passerer dammen som ble valgt som målested, finnes det også andre transportveier. Gruvevannet føres antakelig utenom dammen, og når Orva nedenfor slamdammene. Den nordre del av feltet drenerer til Orvsjøen, men denne andelen av forurensninger fra feltet er liten. Som nevnt ovenfor utgjør den antagelig også bare en liten del av tilførslene til Orvsjøen.

Tabell 12 viser de kjemiske analyseresultatene for prøver fra overløp i nedre slamdam. I tabellene 13 og 14 er transport av kobber, sink, jern og sulfat forbi dette prøvestedet angitt.

Av tabellen fremgår det klart at tilførslene av sink fra området er betydelig høyere enn fra Sekstus-området. Den sinkmengden som i tillegg tilføres Orva med gruvevannet fra Kongens gruve, kan ut fra analyseresultatene fra befaringen i juli 1978 anslås til å utgjøre 3-4 tonn pr. år, eller samme størrelsesorden som fra feltet ved Sekstusgruva.

Mengden av kobber som føres ut av den nedre dammen, er av samme størrelsesorden som det som tilføres Orvsjøen. Bidrag av kobber fra gruvevannet til Orva er anslagsvis av samme størrelsesorden.

Tabell 14 viser også den anslåtte totaltransport av kobber og sink i Orva nedenfor tilløpene fra Kongens gruve. Disse tallene er meget usikre, og de bør eventuelt suppleres med ytterligere målinger.


```

=====
NIVA          *
              *   TABELL NR.: 13.
SEKIND       *
=====
PROSJEKT:    *   MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.
              *
DATO: 19 MAY 80 *   STASJON: KO 1 OVERLOP NED. DAM - KONGENS GRUVE
=====
    
```

DATO/OBS.NR.	CU KG/D	ZN KG/D	FE KG/D	CD G/D	SO4 KG/D
780901	3.89	33.3	107.		313.
780921	6.84	39.9	118.		589.
780930	6.00	33.3	93.3		508.
781028	6.74	19.7	129.	56.2	566.
781127	9.07	28.7	151.		601.
781227	1.84	57.5	128.	4.97	802.
790524	4.39	64.4	182.	16.0	613.
790610	2.12	22.5	48.6	25.6	252.
790628	4.70	39.9	8.20	44.2	605.
790712	5.47	49.1	144.	55.1	923.
790728	6.38	58.0	174.	61.7	1046.
790822	1.03	82.2	273.	87.8	970.

```

=====
ANTALL      :    12      12      12      8      12
MINSTE      :    1.03    19.7    8.20    4.97   252.
STØRSTE     :    9.07    82.2   273.    87.8  1046.
BREDDE      :    8.04    62.5   265.    82.8   794.
GJ.SNIITT   :    4.87    44.0   130.    43.9   649.
STD.AVVIK   :    2.37    18.7    66.7    27.1   246.
=====
    
```

Tabell 14. Gjennomsnittlig transport av sulfat og metaller fra KO 1, Overløp nedre slamdam.

Komponent		KO 1 Overløp nedre slamdam	Anslått for Orvas nedre del
Kobber	tonn/år	1,8	4
Sink	"	16,1	28
Jern	"	47,5	
Kadmium	kg/år	16	
Sulfat	tonn/år	237	

Storvarts-området

På grunnlag av analyseresultatene fra den innledende befaringen ble det valgt å ta prøver bare fra bekken som drenerer området. Prøvene ble først tatt ved overløpet fra den nedre slamdammen, men på grunn av fare for skader på overløpet i vårflommen, ble prøvestedet flyttet ned i selve bekken høsten 1978.

Analyseresultatene er gjengitt i tabell 15, mens transportverdiene er angitt i tabellene 16 og 17. Konsentrasjonene av kobber og sink er markert lavere her enn ved den tilsvarende stasjon nedenfor Kongens gruve. Det er imidlertid fortsatt høye konsentrasjoner både av metaller og sulfat i forhold til upåvirket vann. På grunn av de relativt store vannmengdene det er tale om, blir transportverdiene også store. For kobber og kadmium er de omtrent som fra Kongens gruve, for sink, sulfat og jern en del mindre.

Transportverdiene for bekken fra Storvarts-området svarer i hovedsak til den direkte tilførsel til Djupsjøen. Tidligere var det en meget stor transport av avgang fra oppredningsverket i denne bekken. Avgangen er antakelig i stor grad avsatt på bunnen av Djupsjøen.

 NIVA *

 SEKIND *

 KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.

 PROSJEKT: *

 DATO: 19 MAY 80 *

 STASJON: ST 1 OVERLØP NED. DAM - STORVARTSGRUVA.

DATO/ØS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	ASID ML/L	S04 MG/L	PB MIK/L	FE MG/L	CU MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNF L/S
780704	3.47	729.	50.6	18.7		290.	240.	96.8	9.00	1.27	4.74	
780705	3.48	557.			17.3	310.		25.0		2.50	10.0	9.00
780721	4.77	537.			13.1	290.		22.5		1.28	10.0	22.0
780930	4.24	555.			17.2	267.		32.5		1.93	8.70	15.0
781028	3.79	665.			18.1	364.		41.0	15.0	1.40	7.00	19.0
781127	5.13	356.			5.83	160.		6.70		0.930	8.50	35.0
781227	3.85	346.			13.0	86.0		7.24	10.0	1.93	17.5	35.0
790524	3.92	154.			5.12	58.0		5.89	5.00	1.17	4.03	105.
790610	3.66	610.			13.4	284.		29.0	10.3	1.15	5.04	6.00
790628	3.96	570.			10.8	285.		11.4	11.0	0.770	4.37	5.60
790712	3.51	612.			12.6	261.		16.6	14.0	1.12	5.93	6.00
790728	3.42	611.				285.		18.7	29.0	2.64	11.8	57.0
790822	3.90	546.			13.8	285.		20.0	16.0	8.66	5.98	12.0

ANTALL	MINSTE	STØRSTE	GRØDDE	GJ.SNITT	STU.AVVIK
: 13	: 3.42	: 5.13	: 1.71	: 3.93	: 0.515
: 13	: 154.	: 729.	: 575.	: 534.	: 158.
: 1	: 18.7	: 18.7	: 0.000	: 18.7	: 89.8
: 13	: 58.0	: 364.	: 306.	: 248.	: 89.8
: 1	: 240.	: 240.	: 0.000	: 240.	: 89.8
: 13	: 0.770	: 8.66	: 7.89	: 2.06	: 2.07
: 9	: 5.00	: 29.0	: 24.0	: 13.3	: 6.80
: 13	: 4.03	: 17.5	: 13.5	: 7.97	: 3.78
: 12	: 5.60	: 105.	: 99.4	: 27.2	: 29.0

```

=====
NIVA          *
              *   TABELL NR.: 16.
SEKIND       *
=====
PROSJEKT:    *   MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.
              *
DATO: 19 MAY 80 *   STASJON: ST 1 OVERLØP NED. DAM - STORVARTSGRUA.
=====
    
```

DATE/OBS.NR.	CU KG/D	ZN KG/D	FE KG/D	CD G/D	S04 KG/D
780901	1.94	7.78	19.4		241.
780921	2.43	19.0	42.8		551.
780930	2.50	11.3	42.1		346.
781028	2.30	11.5	67.3	24.6	598.
781127	2.81	25.7	20.3		484.
781227	5.84	53.0	21.9	30.2	260.
790524	10.6	36.6	53.4	45.4	526.
790610	0.598	2.61	15.0	5.31	147.
790628	0.373	2.11	5.51	5.32	138.
790712	0.580	3.07	8.61	7.26	135.
790728	13.0	57.9	92.0	143.	1404.
790822	8.98	6.20	20.8	16.6	295.

```

=====
ANFALL      : 12      12      12      8      12
MINSTE      : 0.373   2.11   5.51   5.31   135.
STØRSTE     : 13.0     57.9   92.0   143.   1404.
BREDDE      : 12.6     55.8   86.5   138.   1268.
GJ.SNITT    : 4.33     19.7   34.1   34.7   427.
STD.AVVIK   : 4.28     19.6   26.2   45.9   350.
=====
    
```

Tabell 17. Gjennomsnittlig transport av sulfat og metaller fra Storvarts-området.

Komponent	St. 1 Overløp nedre dam
Kobber tonn/år	1,6
Sink "	7,2
Jern "	12,4
Kadmium kg/år	12,7
Sulfat tonn/år	155

I tillegg er det en relativt stor slambanke der bekken munner ut i Djupsjøen. Tilførsler fra den avsatte avgangen er ikke forsøkt kvantifisert.

Det foregår fortsatt en viss transport av avgang fra områdene oppe ved oppredningsverket fordi det gamle avgangsdeponiet store deler av året er tørrlagt og åpent for erosjon.

Olavsgruva og Solskinnsgruva

Fra Olavsgruva og Solskinnsgruva er det bare tatt prøver av gruvevann. Ved den innledende befaringen ble det ikke påvist forurensninger av betydning fra veltene i disse områdene. Tabellene 18-22 viser analyseresultater og transportverdier fra disse områdene.

Gruvevannet fra Olavsgruva er ikke surt, og forurensningsmengdene blir derfor små. Fra Solskinnsgruva er gruvevannet noe surt, slik at det har et forhøyet innhold av tungmetaller. Dette har imidlertid liten betydning på grunn av de meget lave vannføringene.

Olavsgruva er en forholdsvis ny gruve, idet produksjonen først ble startet omkring 1940 og hadde et beskjedent omfang frem til 1945. Det er fortsatt mulig at det kan skje en uønsket utvikling i gruvevannskvaliteten.

 NIVA *
 *
 * TABELL NR.: 18.
 *
 * SEKIND *
 *
 * KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
 *
 * PROSJEKT: *
 *
 * STASJON: OL I GRUVEVANN - OLAVSGRUVA
 *
 * DATO: 19 MAY 80 *

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	ASID ML/L	S04 MG/L	PB MIK/L	FE MG/L	CD MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNF L/S
750704	7.05	383.	63.3	7.42		108.	2.50	0.370	21.0	0.480	1.06	
750901	7.53	369.			1.16	105.		0.520		1.70	1.60	0.500
780921	6.56	391.			2.31	174.		0.300		2.70	3.00	5.60
780930	7.12	340.			0.540	138.		0.330		1.28	1.40	4.40
781028	7.40	372.			0.740	110.		0.395	2.20	0.900	1.30	5.60
781127	7.43	335.			0.780	140.		0.380		0.840	1.20	2.60
781227	7.62	340.			0.430	134.		0.470	2.70	0.990	1.38	3.00
790524	6.26	290.			1.95	143.		0.758	4.80	0.267	2.10	12.1
790610	7.27	325.			0.620	158.		0.361	2.75	0.865	1.31	2.60
790628	7.47	345.			0.650	114.		0.087	1.80	0.422	1.12	2.60
790723	6.99	368.			1.61	130.		0.604	3.20	1.28	1.57	7.50
790728	6.73	309.			71.0			0.469	4.10	1.99	2.01	3.40
790822	7.19	365.			1.98	139.		0.381	3.55	1.47	1.72	4.00

ANFALL	13	13	1	1	11	13	1	13	9	13	13	12
MINSTE	6.26	290.	63.3	7.42	0.430	71.0	2.50	0.087	1.80	0.267	1.06	0.500
STØRSTE	7.62	391.	63.3	7.42	2.31	174.	2.50	0.758	21.0	2.70	3.00	12.1
BREIÐDE	1.25	101.	0.000	0.000	1.88	103.	0.000	0.671	19.2	2.43	1.94	11.6
GJ.SNITT	7.12	350.	63.3	7.42	1.16	128.	2.50	0.417	5.12	1.17	1.60	4.49
STD.AVVIK	0.405	31.0			0.679	26.4		0.160	6.03	0.581	0.527	3.01

=====
NIVA *
*
SEKIND *
*
=====
PROSJEKT: *
*
DATO: 19 MAY 80 *
*
=====
TABELL NR.: 19.
MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.
STASJON: OL I GRUVEVANN - OLAVSGRUVA

DATO/OBS.NR.	CU KG/D	ZN KG/D	FE KG/D	CD G/D	SO4 KG/D
780901	0.073	0.069	0.022		4.54
780921	1.31	1.45	0.145		84.2
780930	0.487	0.532	0.125		52.5
781028	0.435	0.629	0.191	1.06	53.2
781127	0.189	0.270	0.085		31.4
781227	0.257	0.358	0.122	0.700	34.7
790524	0.279	2.20	0.792	5.02	149.
790610	0.194	0.294	0.081	0.618	35.5
790628	0.095	0.251	0.020	0.404	25.6
790723	0.827	1.02	0.391	2.07	84.5
790728	0.586	0.590	0.138	1.20	20.9
790822	0.508	0.593	0.132	1.23	48.1

=====
ANFALL : 12 12 12 8 12
MINSTE : 0.073 0.069 0.020 0.404 4.54
STØRSTE : 1.31 2.20 0.792 5.02 149.
BREDDE : 1.23 2.13 0.773 4.61 145.
GJ.SNITT : 0.436 0.688 0.187 1.54 52.1
STD. AVVIK : 0.352 0.605 0.213 1.50 38.8
=====

=====													
* NIVA * * * * *													
* * * * * TABELL NR.: 20. * * * * *													
* * * * * SEKJEND * * * * *													
* * * * * KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA. * * * * *													
* * * * * PROSJEKT: * * * * *													
* * * * * STASJON: SOL 1 GRUVEVANN - SOLSKINNSGRUVA * * * * *													
* * * * * DATO: 19 MAY 80 * * * * *													
=====													
DATE/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	ASID ML/L	SO4 MG/L	PB MIK/L	FE MG/L	CD MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNF L/S	
760704	3.66	613.	23.4	15.0	27.5	298.	6.50	1.01	48.0	10.6	13.8		
759901	3.78	621.			35.0	324.		0.500		9.70	17.0	0.050	
780921	3.79	664.			39.0	346.		2.00		14.5	22.5	1.90	
780930	3.59	714.			39.0	376.		3.00		18.0	19.7	1.70	
781028	3.60	796.			34.4	358.		2.15	40.0	14.0	10.0	1.90	
781127	3.65	701.			39.0	410.		2.089		12.8	21.5	0.500	
781227	3.60	796.			39.0	358.		2.15	40.0	14.0	10.0	0.350	
=====													
ANFALL	:	7	1	1	6	7	1	7	3	7	7	6	
MINSTE	:	3.59	23.4	15.0	27.5	298.	6.50	0.089	40.0	9.70	10.0	0.050	
STØRSTE	:	3.79	23.4	15.0	39.0	410.	6.50	3.00	48.0	18.0	22.5	1.90	
BREDD	:	0.200	0.000	0.000	11.5	112.	0.000	2.91	8.00	8.30	12.5	1.85	
CJ.SNITT	:	3.67	23.4	15.0	35.7	353.	6.50	1.56	42.7	13.4	16.4	1.07	
STD.AVVIK	:	0.085		75.2	4.52	35.9		1.05	4.62	2.73	5.21	0.855	
=====													

```

=====
NIVA          *
              *
SEKIND        *
              *
===== *
PROSJEKT:     *
              *
DATO: 19 MAY 80 *
              *
=====
    
```

TABELL NR.: 21.

MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.

STASJON: SOL I GRUVEVANN - SOLSKINNSGRUVA

DATO/OBS.NR.	CU KG/D	ZN KG/D	FE KG/D	CD G/D	SO4 KG/D
780901	0.042	0.073	0.002		1.40
780921	2.38	3.69	0.328		56.8
780930	2.64	2.89	0.441		55.2
781028	2.30	1.64	0.353	6.57	58.8
781127	0.553	0.929	0.004		17.7
781227	0.423	0.302	0.065	1.21	10.8

```

=====
ANTALL      :      6           6           6           2           6
MINSTE      :      0.042      0.073      0.002      1.21          1.40
STØRSTE     :      2.64       3.69       0.441      6.57          58.8
BREDDE      :      2.60       3.62       0.438      5.36          57.4
GJ.SNITT    :      1.39       1.59       0.199      3.89          33.5
STD. AVVIK  :      1.17       1.45       0.197              26.3
=====
    
```

Tabell 22. Gjennomsnittlig transport av sulfat og metaller fra Olavsgruva og Solskinnsgruva.

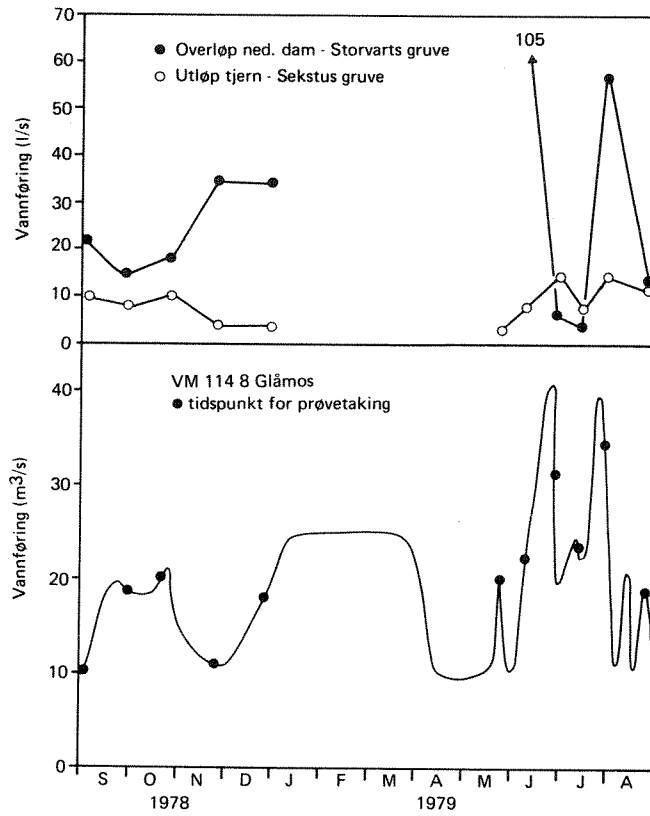
Komponent	OL 1. Gruvevann, Olavsgruva	SOL 1. Gruvevann, Solskinnsgruva
Kobber tonn/år	0,2	0,5
Sink "	0,3	0,6
Jern "	4	0,1
Kadmium kg/år	0,5	~1
Sulfat tonn/år	9	12

4. HYDROLOGISKE FORHOLD

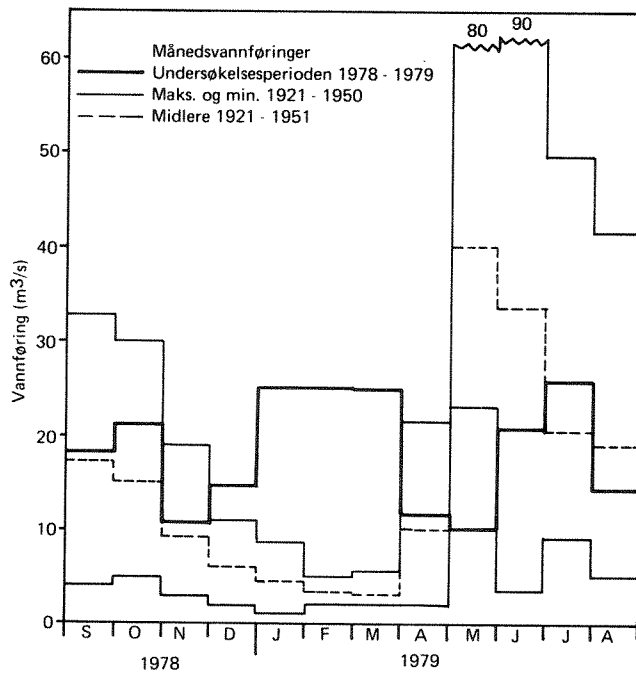
Et viktig spørsmål ved en undersøkelse av denne art er representativitet av de prøver som er tatt. Med bare ett års undersøkelser og et beskjedent antall prøver er det meget vanskelig å avgjøre dette. En viktig faktor er den hydrologiske situasjon ved de enkelte prøvetakinger, og forholdene gjennom prøvetakingsåret i relasjon til et hydrologisk "normalår".

Vannføringene ved målestasjonene er bare observert på prøvetakingdager. For å få et inntrykk av hvor godt disse observasjonene representerte årsavløpet, er de vurdert i forhold til avløpet ved det nærliggende vannmerket Glåmos i Glåma.

Figur 5 viser vannføringen ved utløp av tjernet ved Sekstusgruva, dammen ved Storvarts og ved Glåmos. Selv om bildet er noe forskjellig ved de tre målestedene, er det en rimelig grad av overensstemmelse i tendensen. Vannføringsvariasjonen ved Glåmos er derfor i det følgende benyttet for å vurdere prøvetakingstidspunkt i forhold til hydrologiske forhold ved samtlige prøvesteder.



Figur 5. Vannføringer ved Storvarts og Sekstus gruver og ved Glåmos i undersøkelsesperioden.



Figur 6. Månedlige middelvannføringer ved Glåmos.

Prøvetakingsdagene synes å representere forskjellige situasjoner godt, idet både høye og lave vannføringer er med. Figur 6 viser månedlige vannføringer ved Glåmos i forhold til situasjonen i perioden 1921-1950. I 1979 var vannføringen i Glåma høyere i januar, februar og mars enn gjennomsnittsverdien i den nevnte perioden, mens den i mai og juni var en del lavere. For øvrig var avløpsforholdene nær gjennomsnittet. Avvikene skyldes høyst sannsynlig reguleringstiltak ved Aursunden etter 1950. Disse tiltakene har særlig tatt sikte på å øke vintervannføringen, mens vårflommen nok dempes noe. Det synes derfor å være grunnlag for å anta at undersøkelsene i 1978/79 har foregått i en periode som er noenlunde "normal" i forhold til de naturlige vannføringene i området.

5. PRAKTISKE KONSEKVENSER

5.1 Forurensningsvirkninger

I forbindelse med det foreliggende arbeid er det ikke foretatt undersøkelser for å fastslå forurensningssituasjonen i de aktuelle resipienter, Orvsjøen, Orva, Glåma, Djupsjøen og Hitterelva.

Det er imidlertid kjent fra tidligere undersøkelser at Orvsjøen og Orva er sterkt påvirket idet begge bl.a. er fisketomme. I Djupsjøen er vi blitt fortalt at det i en periode ikke var fisk. Det sies imidlertid at det nå er fisk her, uten at vi har undersøkt det nærmere. Tungmetallinnholdet i dette vassdraget er klart høyere enn det som kan ventes i upåvirkede vassdrag i dette området. Hittersjøen er vannkilde for Røros, noe som medfører at tungmetaller som kadmium, kvikksølv og bly har spesiell interesse.

I Glåma har vi også fått muntlige beskrivelser som tyder på at det tidligere har vært fiskedød nedenfor Orvas innmunning. Heller ikke dette er bekreftet ved egne undersøkelser.

For å kunne prioritere tiltak der mange forurensningskilder virker sammen, er det nødvendig å se på forholdet mellom resultat og innsats. Det er ofte avhengig av hvilke kilder som angripes. I det følgende er det forsøkt illustrert hvilke krav som må stilles til resultater av tiltak for å oppnå vesentlige forbedringer av resipienttilstanden.

Hvis Glåma betraktes som hovedresipient, kommer de største tilførselene fra feltene rundt Orvsjøen, og det er sett bort fra andre tilførsler her.

Når det gjelder kildene på østsiden av Glåma, har Olavsgruva og Solskinnsgruva så liten betydning at de ikke er nærmere diskutert.

Utgangspunkt for de følgende betraktninger er en undersøkelse i Ringevatn (EIFAC, 1977). I tabell 23 er EIFAC's (European Inland Fisheries Advisory Commission) normer for giftighet av kobber og sink overfor ørret (Alabaster, 1980) listet sammen med data fra Ringevatn, der det finnes en fiskebestand.

Vurderingen av tungmetallers giftighet er avhengig av vannets hardhet. I dette tilfellet er det alle steder regnet med en hardhet på ca. 15 mg CaCO₃/l.

Tabell 23. Sammenlikning av EIFAC-normer og observerte verdier i Ringevatn, Orkdal.

Metall	EIFAC-norm		Ringevatn, Orkdalen	
	50 %-til	95 %-til	50 %-til	95 %-til
Kobber	5 µg/l	20 µg/l	42 µg/l	58 µg/l
Sink	25 µg/l	90 µg/l	84 µg/l	118 µg/l

50 %-til og 95 %-til refererer til et større datamateriale fra en lokalitet og angir de verdier som ikke overskrides i henholdsvis 50 og 95 % av antall observasjoner. Antall observasjoner fra Rørosområdet er så lite at det ikke er grunnlag for noen differensiering, og verdiene for 50 %-til i Ringevatn er valgt som grunnlag for noen regneeksempler.

5.2 Orvsjøen

Som nevnt er Orvsjøen i dag fisketom, og eventuelle tiltak i nedbørfeltet bør ta sikte på at fisk skal leve i innsjøen. Med den beregnede belastning av tungmetaller er konsentrasjonene av kobber og sink på årsbasis:

Kobber: 100 µg/l

Sink: 700 µg/l

Forholdet mellom disse konsentrasjonene og verdiene for 50 %-til i Ringevatn er for kobber 2,4 og for sink 8,3.

Tilførsel av kobber til Orvsjøen må etter dette mer enn halveres, samtidig som sinkbelastningen reduseres med en faktor på ti for å få forhold som i Ringevatn. Selv om det muligens er en viss margin for giftighet her, betyr dette at det kreves meget effektive tiltak ved Sekstusgruva for å skape brukbare forhold for fisk.

5.3 Glåma

Den del av Glåma som er sterkest truet i denne sammenheng, er lokalt nedenfor Orvas innmunning, men en viss fare for skadevirkninger er det nok ned til Håelvas innmunning.

Det foreligger ikke annet enn spredte data om vannføringen i Orva, og heller ikke fra Glåma ved Orvos finnes det vannføringsdata. De videre beregninger er derfor gjort på grunnlag av årlige middelveidier. For Glåma gjelder middelveidien vannmerket ved Aursunden, mens de årlige transportverdier for Orva (tabell 14) benyttes for belastningen.

Midlere vannføring i perioden 1911-1950 er $20,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ved Aursunden. Selv om det er foretatt reguleringer i Aursunden i perioden, har dette neppe hatt betydning for middelverdien, men minstevannføringen er hevet noe. Denne utjevningen av vannføringen har antakelig redusert Orvas innvirkning på forholdene i Glåma.

Ut fra det samme resonnement som for Orvsjøen blir konsentrasjonene i Glåma i middel:

Kobber	9,3 $\mu\text{g}/\text{l}$
Sink	65 $\mu\text{g}/\text{l}$

Relativt til konsentrasjonene i Ringevatn er verdiene for kobber og sink henholdsvis: 22 % og 77 %. Dette tyder på at fisk kan leve i Glåma nedenfor Orvas innmunning, noe som stemmer med den informasjon vi har. Det relativt høye forholdstallet for sink viser imidlertid at det under uheldige omstendigheter kan bli problemer, og at det særlig er sink som kan få for høye konsentrasjoner.

Tungmetalltilførslene til Glåma synes normalt ikke å være så store at de skaper vanskeligheter. Tiltak bør derfor ta sikte på å forhindre skadevirkninger i spesielle situasjoner. Blant annet kan dette oppnås ved at det settes inn tiltak som fjerner hovedmengden av sink i avløpet fra Kongens gruve. En annen mulighet er at vannføringene i de forurensede tilløp til Orva reguleres.

5.4 Østsiden av Glåma

Tungmetallbelastningen på vassdragene øst for Glåma er i dag ikke så høy at det er grunn til å prioritere rens tiltak her. Det er likevel grunn til å ha oppmerksomheten henvendt på situasjonen, bl.a. dersom hensynet til drikkevannet tilsier det, bør tiltak settes inn. Ved vurdering av dette bør også helsemyndighetene bringes inn.

Transport av avgang på grunn av erosjon fra deponiet ved Storvarts til Djupsjøen kan gi en uheldig utvikling, og tiltak for å forhindre dette bør prioriteres.

Gruvevannet fra Storvarts og Olavsgruva er i dag ikke surt og representerer derfor ingen forurensning av betydning. En viss overvåking av utviklingen bør foregå, f.eks. ved en prøvetaking pr år.

6. TILTAK

Den foreliggende rapport kan ikke i detalj ta opp de tiltak som kan være aktuelle. I det følgende er det bare gitt en omtale av en del alminnelige prinsipper som kan anvendes for å redusere forurensninger fra de undersøkte områdene.

6.1 Gruvevann

Ved i størst mulig utstrekning å fylle gruva med vann kan utløsning av tungmetaller reduseres. Dette kan være aktuelt ved Sekstusgruva, selv om gruvevannets andel av den totale "forurensningsproduksjon" er liten.

Ved Kongens gruve er også gruvevannets andel av belastningen relativt liten, og på grunn av de spesielle forhold ved denne graven er det vanskelig å vurdere hva som kan oppnås ved en vannfylling. Muligheten for å foreta en vannfylling bør imidlertid utredes.

Ved de øvrige gruvene har vannfylling ingen praktisk interesse.

6.2 Drensvann fra bergvelter og avgang.

Den mest langsiktige løsning av forurensningsproblemer som skyldes drensvann fra velter eller avgangsdeponier, er å fjerne dem. Dette

kan gjøres på flere måter, som alle investeringsmessig er kostbare.

Velter eller gammel avgang kan flyttes slik at massene som er kilde for tungmetaller og svovelsyre, kommer under vann. Oksydasjonsprosessene som fører til forurensning, vil derved gå langsommere, og tilførslene til vassdrag blir mindre. En annen mulighet er at veltene oppredes på ny, slik at avgangen blir mindre tungmetallholdig og kan deponeres kontrollert. Også i dette tilfellet bør lagringen foregå under vann. Hvis metallinnholdet i veltene er tilstrekkelig til å betale en del av utgiftene ved oppredningen, er denne siste løsningen interessant.

I området rundt Orvsjøen er tilførslene fra velter og gammel avgang betydelige. De fysiske mulighetene for å få deponere under vann er antakelig tilstede, dels i dammene nedenfor Kongens gruve, dels i tjernet ved Sekstusgruva, og endelig i Orvsjøen. De teknisk-økonomiske mulighetene kan vi foreløpig ikke ta standpunkt til.

Ved Storvarts representerer avgangen en forurensningsfare, dels ved at den spres med vind og vann, slik at det området som påvirkes, kan bli større. Dessuten er det en fare for at drensvannet fra området kan bli surere og mer tungmetallholdig. Det vil være gunstig om dammene ved Storvarts utbedres, slik at avgangen til enhver tid er dekket av vann.

6.3 Metoder for rensing av tungmetallholdig vann

De ovenfor nevnte tiltak tar sikte på å redusere forurensningsproduksjonen i de aktuelle områdene. Rensing av det mest forurensede avløpsvannet er også mulig. Det er imidlertid da tale om anlegg som krever tilsyn eller tilsetning av kjemikalier med regelmessige mellomrom.

Ved rensing av avløpsvannet tas det primært sikte på å fjerne tungmetaller. Dette kan gjøres ved forskjellige prosesser, som ionebytting, elektrolyse, ekstraksjon, omvendt osmose og utfelling. Det finnes eksempler på at slike prosesser er anvendt for gruvevann i andre land. Våre gruver har imidlertid i liten utstrekning rensert sitt avløpsvann, og det foreligger lite erfaringsmateriale fra norske forhold. Hovedmengden av avløpsvann fra gruvene rundt Røros inneholder lite kobber og relativt mye sink. En eventuell utvinning av metall kan derfor ikke betale store rensekostnader, og det er nærliggende å tenke på en konvensjonell felling, f.eks. med kalk.

Med utgangspunkt i avløpsvannet fra Kongens gruve kan kalkmengden som kreves for nøytralisasjon og utfelling av metallene, anslås til omkring 150 tonn pr. år. Slammet som produseres i anlegget, må deponeres enten i en dam eller innsjø som har tilstrekkelig volum for meget lang tid, eller et sted hvor en sekundærutløsning av metallene ikke skjer. I sistnevnte tilfelle vil det antakelig være nødvendig med en avvanning av slammet før det lagres. Slam-mengden kan ikke uten videre beregnes, fordi det er en viss fare for utfelling av kalsiumsulfat. Ser man bort fra dette, vil slam-mengden bli ca. 150 tonn tørrstoff pr. år eller $\sim 750 \text{ m}^3$ slam avvannet til ca. 20 % tørrstoff. Driften av et renseanlegg i denne dimensjon krever betydelig innsats.

Reduksjon av tilførslene ved kalking av velter og andre kilder i området kunne være aktuelt. De arealer som avgir forurenset drens-vann i Orvas nedbørfelt, er imidlertid så store at en effektiv kalking vanskelig kan gjennomføres i praksis. Kalkmengden som i så fall skulle kreves, kan være omkring 200 tonn, muligens fordelt over et par år.

7. SAMMENFATTENDE KONKLUSJON

1. Undersøkelser av gruveområdene rundt Røros viser at de største kilder for tungmetaller er de gamle gruvene rundt Orvsjøen.

Ved Storvarts skaper avgangen en viss fare for økede forurensninger ved at den ikke er sikret mot spredning og oksydasjon, fordi avgangen mesteparten av året ikke er dekket av vann.

2. Det vil kreves meget effektive tiltak for å bedre forholdene i Orvsjøen tilstrekkelig til at det kan leve fisk der. I Glåma er tungmetallbelastningen ikke så stor at den under alminnelige forhold truer fisken i elven. Ved spesielle situasjoner, lav vannføring i Glåma og høy i Orva, kan det oppstå problemer.
3. Alle tiltak som kan komme på tale, krever stor økonomisk innsats. Det er ikke mulig på grunnlag av de utførte undersøkelser alene å anbefale tekniske løsninger.
4. I løpet av undersøkelsesperioden er det utført en befaring til Muggruva. (Notat av 3. desember 1979.)
Det er ikke grunn til å gjennomføre større undersøkelser eller tiltak her foreløpig.
5. Forholdene på østsiden av Glåma bør følges opp med enkle undersøkelser for å fastslå en eventuell utviklingstrend.

8. LITTERATUR

- ALABASTER 1980, Alabaster, J.S. and Lloyd, R., Water Quality
Criteria for Freshwater Fish, FAO, BUTTERWORTHS, London 1980.
- EIFAC 1977. Report on the effect of zinc and copper pollution on
the salmonid fisheries in a river and lake system in central
Norway. EIFAC Tech. Pap. 29.
- NIVA 1979, NIVA-rapport 0-77061. Vannforurensning fra gruver,
Røstvangen og Kjøli. Norsk institutt for vannforskning 1979.
- NIVA 1979, NIVA-rapport 0-77061. Vannforurensning fra gruver,
Killingdal. Norsk institutt for vannforskning 1979.