



O-90191

Undersøkelser i
Storwartz-området ved Røros
Arbeidet i 1990

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor
Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 89

Sørlandsavdelingen
Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752
Telefax (065) 78 402

Vestlandsavdelingen
Breiviken 5
5035 Bergen-Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.:

0-90191

Undernummer:

Løpenummer:

2552

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:

UNDERSØKELSER I STORWARTZ-OMRÅDET VED RØROS

Dato:

12. desember 1990

Prosjektnummer:

Forfatter (e):

Rolf Tore Arnesen

Faggruppe:

MILTEK

Geografisk område:

Sør-Trøndelag

Antall sider (inkl. bilag):

36

Oppdragsgiver:

BERGVESENET

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

Ekstrakt:

Vannkvalitet og transport av forurensninger er undersøkt ved den nedlagte Storwartz gruve, Røros. Forurensningstransporten har avtatt i løpet av de siste 12 år, men den er fortsatt betydelig, ca. 0,6 tonn kopper og 2,7 tonn sink pr. år.

De viktigste, forurensningskildene er avgangsdeponiene. Tiltak som kan redusere metallavrenningen er heving av grunnvannsnivå og tildekking. Deponert avgang inneholder høye konsentrasjoner av vannløselig metaller.

Flytting av masser må ikke foretas uten tiltak for å hindre utvasking.

4 emneord, norske:

1. Gruver
2. Tungmetaller
3. Avgang
4. Sør-Trøndelag

4 emneord, engelske:

1. Mines
2. Heavy metals
3. Tailings
4. Sør-Trøndelag, Norway

Prosjektleder:

Rolf Tore Arnesen

For administrasjonen:

Bjørn Olav Rosseland

ISBN 82-577-1871-8

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Oslo

90191

UNDERSØKELSER I STORWARTZ-OMRÅDET VED RØROS

1990

Oslo, 12. desember 1990

Prosjektleder: Rolf Tore Arnesen

Medarbeidere :

Brynjar Hals

Egil R. Iversen

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
0. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	4
1. BAKGRUNN	6
2. OMRÅDEBESKRIVELSE	7
3. PRØVETAKING/ANALYSE - VANN	7
3.1 Området ved Storwartz gruve	7
3.2 Området rundt Olavsgruva	14
3.3 Hittervassdraget	17
4. TRANSPORTBEREGNINGER	19
5. FAST AVFALL	22
5.1 Prøvetaking	22
5.2 Grunnvannsprøver	22
5.3 Mengde av avgang	24
5.4 Kjemisk sammensetning av avgang	26
5.4.1 Vannløselige forbindelser	26
5.4.2 Totalinnhold av metaller og svovel	28
6. MULIGE TILTAK	32
7. KONKLUSJON	33
REFERANSER	35
BILAG 1	36
BILAG 2	37

0. SAMMENDRAG

I tiden fra 25. september til tidlig i november 1990 er det gjennomført en feltundersøkelse i Storwartz-området ved Røros for å kartlegge hvilke forurensningskilder i området som har vesentlig betydning for uttransport av tungmetaller fra området. Undersøkelsene har bare foregått over en kort periode, og de sesongvariasjoner som forekommer i slik avrenning er ikke kommet med i resultatene.

I området rundt Olavsgruva viser måleresultatene at vannkvaliteten er lite endret i løpet av de siste 12 år. I Prestbekken som utgjør den samlede avrenningen fra Storwartz-området, er derimot tallene fra 1990 tydelig lavere enn det som ble målt i 1978/79.

Forurensningstransporten fra området ved Olavsgruva er anslått til mindre enn 170 kg kopper og 500 kg sink pr. år. Fra Storwartz-området svarer måleresultatene fra 1990 til en transport på 580 kg kopper og 2,7 tonn sink pr. år. Tallene er beheftet med usikkerhet, og målingene bør suppleres ved et måleprogram som omfatter vårflommen i området.

Datamaterialet fra 1990 tyder på at:

- Gruveområdene som drenerer til Stormyrbekken har liten betydning for forurensnings situasjonen i Hitterelva. Stormyrbekken er likevel så forurenset at det antakelig ikke kan leve fisk der.
- Gruvevannet fra Storwartz gruve har liten betydning. Dette bør kontrolleres med målinger ved andre årstider, særlig i vårflommen. Hovedkilder for forurensning er avgang og velter.
- Transport av tungmetaller i Hitterelva ved utløp av Djupsjøen basert på eldre data, er større enn transporten som er påvist i 1990 ut av området ved Storwartz gruve. Det er flere mulige forklaringer på dette:
 - * Transporten har avtatt i de senere år.
 - * Transporten er høyere i flomperioder og Djupsjøen har en utjevneende virkning. Denne muligheten bekrefte-tes av at det er påvist store mengder vannløselige sink- og kopper-forbindelser i det øvre sjiktet av avgangen.

Arbeidet med tiltak bør i tiden fremover konsentreres om deponiene A og B. Spesielt bør det arbeides videre med Deponi B med sikte på å heve grunnvannstanden der.

Den forbedring som kan ha skjedd i vannkvaliteten i Prestbekken i løpet av de siste 12 år, gjør det nødvendig å se behov for tiltak i forhold til den vannkvalitet som kan forventes i løpet av noen år.

Det bør ikke gjennomføres arbeid som fører til flytting av avgang eller masser fra veltene i området, uten at det iverksettes gode sikringstiltak.

1. BAKGRUNN

Området nord for Djupsjøen i Hittervassdraget ved Røros har gjennom tidene vært det største gruvedfeltet for Røros Kobberverk. Allerede omkring 1645 ble den første virksomheten ved Storwartz Grube startet, og den fortsatte med kortere avbrudd inntil driften i Olavsgruva ble nedlagt i 1972/73.

I slutten av 1926 ble det installert utstyr for oppredning ved flotasjon ved gruva. Flotasjonsanlegget ble montert i den gamle vaskeribygningen på Storwartz.

Den langvarige og varierte virksomheten som har vært i området, har medført at store mengder gruveavfall - flotasjonsavgang og bergvelter - finnes en rekke steder i området.

I tillegg til de forurensninger som skyldes avrenning fra velter og avgang, er det også utslipp av gruvevann fra flere av de gruvene som finnes i området.

Det er registrert forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller i bekkene som renner ut av området. Fisken i Djupsjøen forsvant i 1930-årene på grunn av gruveforurensningene, men begynte å komme tilbake på 60-tallet. Sikbestanden anses idag for å være fin, med fisk av god kvalitet. Det fiskes også litt røye i innsjøen, mens det er lite ørret i selve Djupsjøen. Lengre ned i Hitterelva er det noe mer ørret.

Den foreliggende rapport omtaler undersøkelser som er utført i 1990. I 1978/79 gjennomførte NIVA en systematisk undersøkelse av avløpet fra avgangsdammen ved Storwartz og gruvevann fra Olavsgruva og Gamle Solskinns gruve (Arnesen og Tjomsland 1980). I tillegg er det gjennom årene gjort spredte prøvetakinger andre steder i området.

Hensikten med undersøkelsen har vært å lokalisere og i den grad det var mulig å kvantifisere forurensningskilder i området. Der det har vært mulig er det også gjort en enkel vurdering av utviklingen i forurensningstransport over tid. Der det foreligger eldre data, er nye resultater vurdert i forhold til disse.

Program for arbeidet ble utarbeidet i september 1990, og feltarbeidet ble satt igang 25. - 26. september.

I det opprinnelige programmet var det foreslått prøvetaking av fast materiale både fra velter og avgang i området rundt Storwartz gruve. Ved befaring med representanter for Bergvesenet og SFT 25. september, ble det avtalt at prøvetaking av fast avfall kun skulle gjelde avgang i deponiet ved Storwartz. Istedet skulle det gjøres prøvetaking og analyse av gruvevann og sigevann fra en rekke punkter fra Gamle-Storwartz i vest til Stormyrbekken som drenerer området ved Olavsgruva i øst.

2. OMRÅDEBESKRIVELSE

På kartet i figur 1 er området vist samlet. Det fremgår av kartet at all avrenning fra det aktuelle området renner til Hittervassdraget, og ved utløpet av Djupsjøen er all avrenning fra gruvene nådd frem til vassdraget. Prøvesteder som er omtalt i teksten er avmerket på kartet.

På figurene 2 og 3 er de enkelte delområdene vist i detalj. På kartet i figur 2 er grensen mellom vann og avgang i avgangsdammen sør for flotasjonsverket markert.

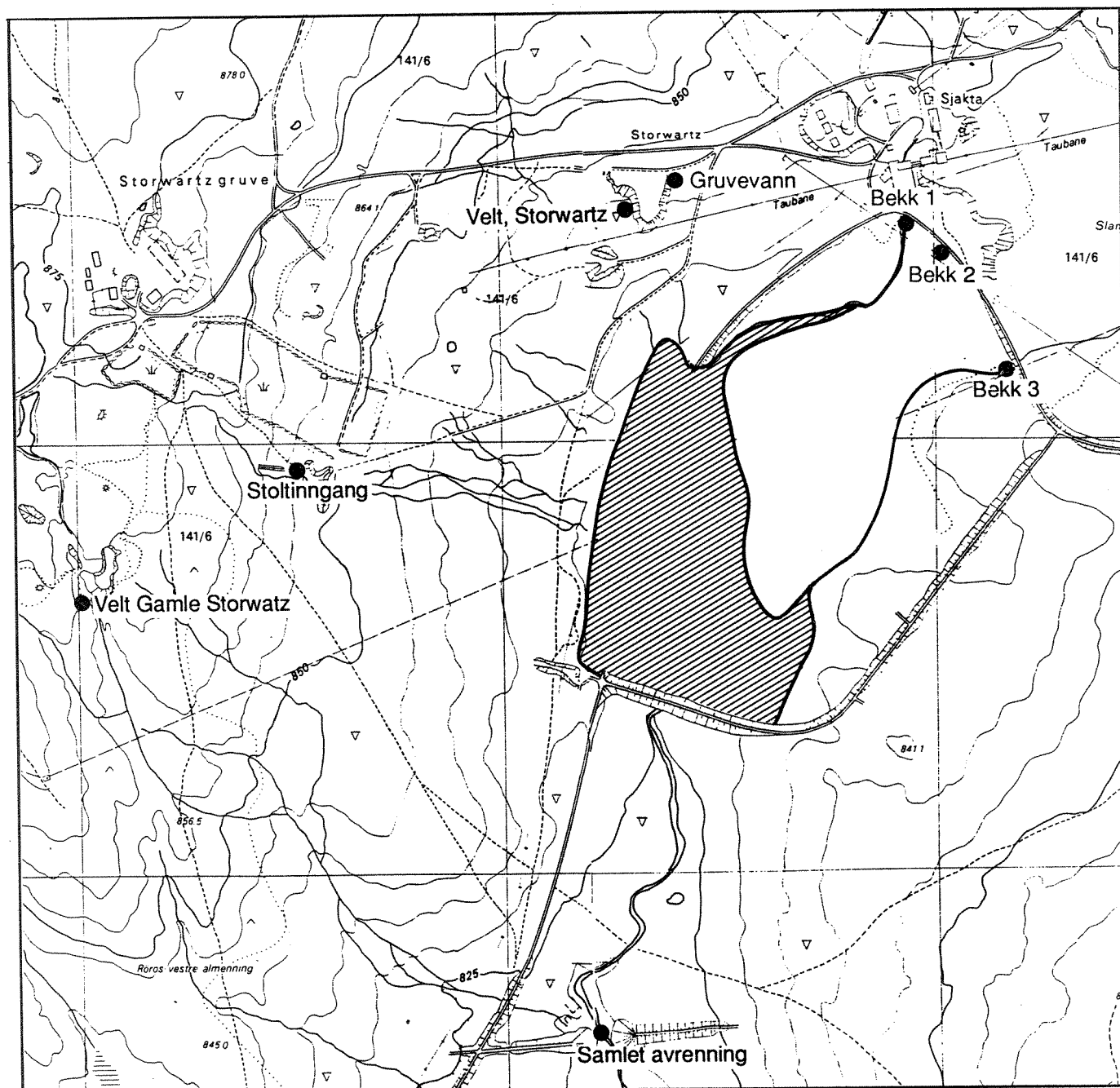
3. PRØVETAKING/ANALYSE - VANN


3.1 Området ved Storwartz gruve

Det ble opprettet to målepunkter i Storwartz-området for prøvetaking og måling av vannmengder, gruvevann og samlet avrenning i Prestbekken ved restene av nedre dam. Begge punktene er avmerket i figur 2.

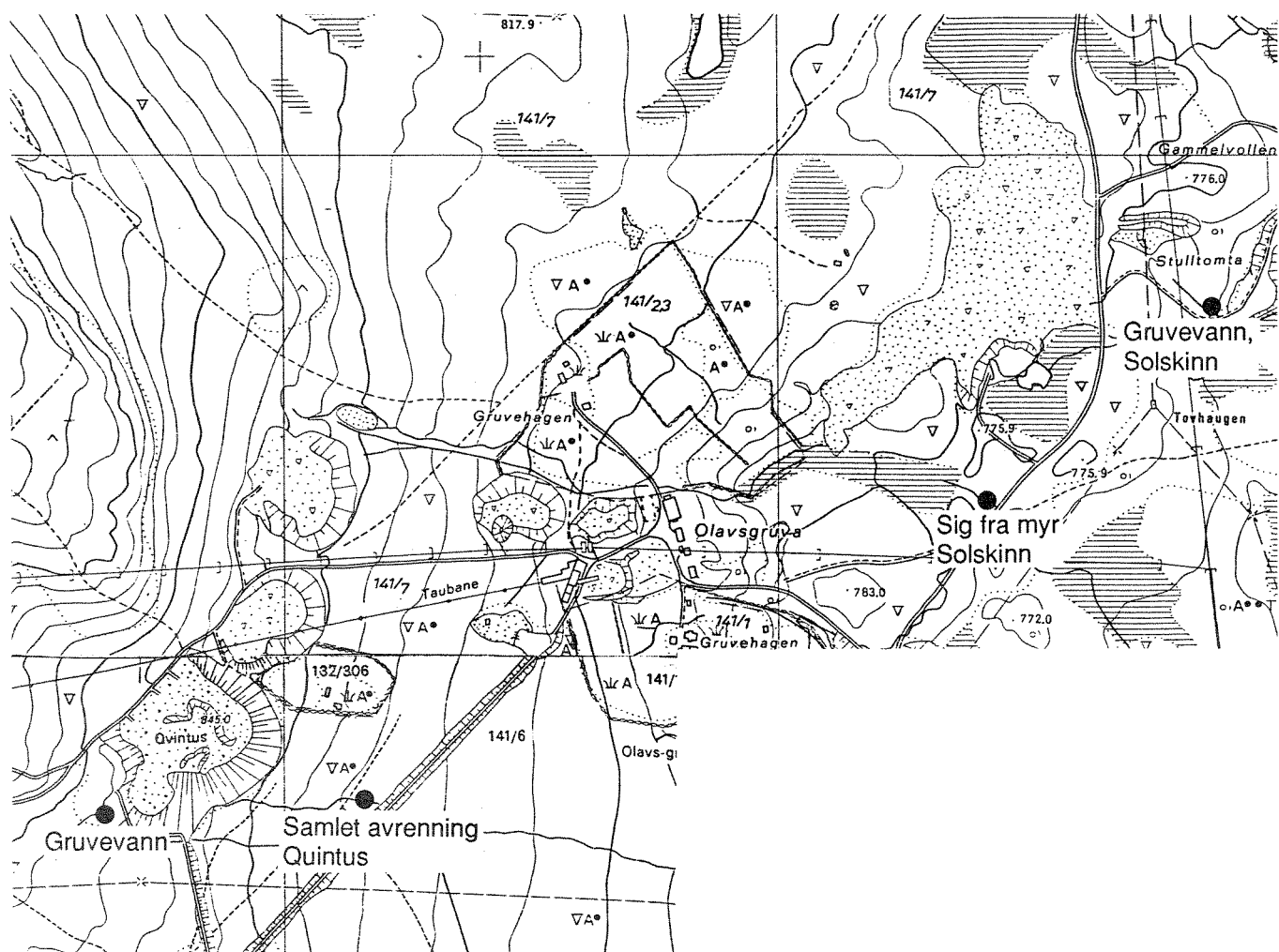
Løpende prøvetaking av gruvevann og fra Prestbekken er utført av Åse Berg, RADIOS.

Metallanalyser av vannprøver med høyt innhold av kopper og sink er i 1990 utført av CS-Kjemi, Oslo, med atomabsorpsjonsinstrument med flamme. Prøver med lavt innhold av metaller (Hitterelva og Stormyrbekken) er analysert på NIVAs laboratorium med flammeløs atomabsorpsjon. På prøver som er tatt av NIVA ved befaringer, er pH og konduktivitet målt i felt. Ellers er disse analysene utført umiddelbart etter at prøvene er mottatt av NIVA. Analyseresultatene er samlet i tabell 1 - 4.



 Vann

Figur 2. Kart over Storwartz-området. NIVAs prøvesteder er markert.



Figur 3. Kart over området ved Olavsgruva.
NIVAs prøvesteder er tegnet inn.

Tabell 1. Analysedata for samlet avrenning fra Storwartz-området.

Dato	pH	Kond. ms/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Vannf. l/s
4.07.78	3,5	80,2	290	96800	9,0	1270	4740	
1.09.78	3,5	72,3	310	25000		2500	10000	9,0
21.09.78	4,8	59,1	290	22500		1280	10000	22,0
30.09.78	4,2	61,1	267	32500		1930	8700	15,0
28.10.78	3,8	73,1	364	41000	15,0	1400	7000	19,0
27.11.78	5,1	39,2	160	6700		930	8500	35,0
27.12.78	3,9	38,1	86	7240	1,0	1930	17500	35,0
24.05.79	3,9	16,9	58	5890	5,0	1170	4030	105,0
10.06.79	3,7	73,4	284	29000	10,3	1150	5040	6,0
28.06.79	4,0	62,7	285	11400	11,0	770	4370	5,6
12.07.79	3,5	67,3	261	16600	14,0	1120	5930	6,0
28.07.79	3,4	67,2	285	18700	29,0	2640	11800	57,0
22.08.79	3,9	60,1	285	20000	16,0	8660	5980	12,0
11.11.87	4,0	59,7	270	18100	12,0	1590	7300	
23.06.88	3,6	51,3	195	4460	10,0	1470	5700	
27.09.88	3,9	60,8	280	16500	11,0	2140	8000	
26.09.90	3,9	49,0	240	8480		1350	5290	
18.10.90	4,0	52,4		5620		830	3950	26,5
24.10.90	3,8	56,3		8430	10,0	860	3830	21,0
26.10.90	3,6	61,4		7820	10,0	910	4050	21,0
28.10.90	3,7	60,7		7730		930	4330	20,6
30.10.90	3,7	56,3		8450		880	4080	27,8
1.11.90	3,9	53,4		11200		700	3450	22,0
3.11.90	4,0	54,0		10800		700	3480	19,3
5.11.90	4,0	52,1		10600		720	3630	18,9
6.11.90	3,9	51,8		6640		690	3480	27,8

Plasseringen av målepunktet for avrenningen fra Storwartz-området var litt anderledes i 1990 enn ved tidligere prøvetakinger. Tidligere er prøvene tatt ved utløpet fra avgangsdammen. En mindre bekk som drenerer en del av veltene ved Gamle-Storwartz renner inn i Prestbekken mellom det gamle målepunktet og det som nå er etablert. Hvilken betydning dette kan ha, er det vanskelig å vurdere, bl.a. fordi måleperioden i 1990 var svært kort. Tungmetallkonsentrasjonen i 1990 ser imidlertid ut til å ha vært noe lavere enn tidligere (Tabell 1).

Tabell 2. Analyseresultater for gruvevann fra Storwartz gruve.

Dato	pH	Kond. ms/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Vannf. l/s
4.07.78	7,6	5,9	11	80	1,9	230	300	
22.09.84	6,4	50,8	248	8060	0,44	9	4330	
24.10.90	6,2	45,0		4480		31	2980	1,3
26.10.90	6,3	43,3		4570		34	3000	1,3
28.10.90	6,2	45,2		4580		45	3200	1,3
30.10.90	6,5	45,6		4980		32	3130	1,0
1.11.90	6,3	45,0		4800		10	3050	1,0
3.11.90	6,4	46,4		4330		10	3030	0,9
5.11.90	6,4	44,7		4630		10	3080	0,8
6.11.90	6,5	43,2		4970		10	2950	0,9

Tidligere er det bare tatt to prøver av gruvevannet fra Storwartz, i 1978 og i 1984 (Bergvesenet). Analyseresultatene for prøven fra 1978 er så forskjellig fra det som ble målt nå, at det kan være tvil om det dreier seg om samme avrenningsområdet (Tabell 2).

pH i gruvevannet er høy, og kopperkonsentrasjonen er for alle prøvene lav. Sinkinnholdet er noe høyere, men ikke spesielt høyt for gruvevann, når en tar den lave vannføringen i betraktning.

Fra en rekke andre punkter er det tatt enkeltprøver for kjemisk analyse. Resultatene for disse prøvene er presentert i tabellene 3 og 4. Der det tidligere er analysert prøver fra samme eller nesten samme sted, er også eldre data presentert.

Inn i avgangsdeponiet renner det tre bekker, som i det følgende omtales som Bekk 1, Bekk 2 og Bekk 3. Ved befaringen 26. september ble det tatt prøve av disse tre bekkene på de punkter som er markert i figur 2.

Analyseresultatene er angitt i tabell 3. Det viste seg at Bekk 1 og 2 var moderat påvirket av gruveavfall. Bekk 3 var derimot sterkt forurenset. Spesielt var innholdet av sink høyt, men også kopper og kadmiuminnholdet var betydelig. Det ble derfor tatt en prøve til fra denne bekken 18. oktober. Resultatene for denne prøven var noe anderledes enn ved første prøvetaking, men hovedtrekkene med lav pH og høye tungmetallkonsentrasjoner var de samme.

Tabell 3. Analyseresultater for de tre bekkene som renner inn i avgangsdeponiet ved Storwartz. Prøven fra 8.09.90 er tatt av Bergvesenet.

Dato Sted	pH	Kond. ms/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l
Bekk1 8.09.84	6,6	5,2	9	670	0,68	110	480
26.09.90	6,3	6,8	21	470		480	990
Bekk2 22.09.84	4,3	182	1190	192000		7,5	4500
26.09.90	6,2	189	1300	186000		10	1110
Bekk 3 26.09.90	4,0	41,7	210	4560	29,0	3510	14400
18.10.90	3,6	65,3		9970	22,0	1540	15600

Bekk 1 fører stort sett vann som ledes fra Klettjern gjennom flotasjonsverket, uten at det kommer i kontakt med gruveavfall. Bekk 3 derimot drenerer veltene ved Hestkletten gruve og avgangen som er deponert på nordsiden av veien til flotasjonsverket.

Det ble tatt en del enkeltprøver av avrenningen fra de gamle gruvene rundt flotasjonsverket ved Storwartz. Resultatene er samlet i tabell 4. Prøven fra Hestkletten gruve er tatt i nesten stillestående vann i gruveåpningen, så det vannet bidrar antakelig lite til forurensningen fra området.

Prøven fra sig fra velt ved Hestkletten er tatt i et av tilløpene til det som ovenfor er kalt bekk 3.

Prøven "Gamle-Storwartz, sig fra velt" er tatt i en bekk der vannføringen var meget liten nå. I vårflom eller i sterkt regnvær kan imidlertid dette være et tilløp med en viss betydning. Det samme gjelder siget fra velten ved sjakten ved Storwartz. Det bør gjennomføres ytterligere undersøkelser for å få mer pålitelige data om disse tilsigene. I forhold til målingene fra 1978 er det imidlertid ubetydelige endringer i vannkvaliteten i sig fra velt ved Gamle Storwartz.

Tabell 4. Analyseresultater for noen enkeltprøver tatt høsten 1984 og 1990. Prøvene fra 1984 er tatt av Bergvesenet.

Dato Sted	pH	Kond. ms/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l
Gamle-Storwartz, Sig fra velter							
4.07.78	4,2	106,2	548	70	214	16500	126000
18.10.90	4,2	103,4		41	200	15000	110000
Gamle-Storwartz, Stollingang							
8.09.84	4,0	36,2	174	2890	19	1850	21200
Hestkletten, Gruvevann							
25.09.90	4,1	21,8	68	490		3490	3340
Hestkletten, Sig fra velt							
8.09.84	3,8	51	257	620	80	8710	32600
Storwartz, Sig fra velt ved sjakt							
18.10.90	3,2	87,0		4920	53	16900	23600

3.2 Området rundt Olavsgruva

I området rundt Olavsgruva ligger en rekke gamle gruver og gråbergvelter fra en langvarig og variert drift. Ved befaringen 26. september ble det tatt vannprøver på en rekke steder i dette området. Ved en del av stedene er det tatt prøver tidligere og i tabellene 5 - 8 er resultatene fra denne prøvetakingen listet sammen med data fra tidligere prøvetakinger.

Tabell 5. Analyseresultater for gruvevann fra Olavsgruva - 1978-90.

Dato	pH	Kond. ms/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Vannf. l/s
4.07.78	7,1	42,1	108	370	21,0	480	1060	
1.09.78	7,5	40,6	105	520		1700	1600	0,5
21.09.78	6,6	43,0	174	300		2700	300	5,6
30.09.78	7,1	37,4	138	330		1280	1400	4,4
28.10.78	7,4	40,9	110	395	2,2	900	1300	5,6
27.11.78	7,4	36,8	140	380		840	1200	2,6
27.12.78	7,6	37,4	134	470	2,7	990	1380	3,0
24.05.79	6,3	31,9	143	758	4,8	267	2100	12,1
10.06.79	7,3	32,5	158	361	2,8	865	1310	2,6
28.06.79	7,5	37,9	114	87	1,8	422	1120	2,6
23.07.79	7,0	40,5	130	604	3,2	1280	1570	7,5
28.07.79	6,7	34,0	71	469	4,1	1990	2010	3,4
22.08.79	7,2	42,3	139	381	3,6	1470	1720	4,0
25.09.90	7,2	37,7	96	830		790	1040	

Ved Gamle Solskinns gruve som ligger litt nord for Olavsgruva, er det tidligere gjort målinger i gruvevannet over tid. Det er også tatt enkeltprøver av et sig fra myrområdet nedenfor veltene i dette området.

De to prøvene merket sig fra myr i tabell 6 er tatt under så forskjellige forhold at de neppe er sammenliknbare. Prøven som ble tatt i 1990 inneholdt relativt høye metallkonsentrasjoner, men vannmengdene var meget små. Metalltransporten var derfor fortsatt liten.

Tabell 6. Analyseresultater for sig fra myr ved Solskinnsgruva.

Dato	pH	Kond. ms/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l
4.07.78	6,5	23,9	72	40	14,0	240	1060
26.09.90	3,9	44,2	200	1150	24,0	7830	11600

Analysedata for gruvevannet er samlet i tabell 7. Data for prøven tatt i september 1990 er listet sammen med data fra 1978 i tabell 7. Av tabellen fremgår det at det har vært svært små endringer i vannkvaliteten i løpet av 12 år.

Tabell 7. Analyseresultater for gruvevann fra Solskinnsgruva.

Dato	pH	Kond. ms/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Vannf. l/s
4.07.78	3,7	67,4	298	1010	48,0	10600	13800	
1.09.78	3,8	68,3	324	500		9700	17000	0,1
21.09.78	3,8	73,0	346	2000		14500	22500	1,9
30.09.78	3,6	78,5	376	3000		18000	19700	1,7
28.10.78	3,6	87,6	358	2150	40,0	14000	10000	1,9
27.11.78	3,7	77,1	410	89		12800	21500	0,5
27.12.78	3,6	87,6	358	2150	40,0	14000	10000	0,3
26.09.90	3,6	82,7	390	2020	35,0	13400	16700	

I september ble det også tatt prøve av gruvevann og overflateavrenning fra Quintus gruve. Resultatene er listet i tabell 8. Vannmengdene der disse prøvene ble tatt, var meget liten, betydelig lavere enn 1 l/s.

Tabell 8. Analyseresultater for prøver fra Quintus gruve.

Dato	pH	Kond. ms/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l
Gruvevann 26.09.90	4,5	29,2	140	540	39,0	6950	16300
Samlet avrenning 26.09.90	6,8	66,4	320	0		1150	2740

3.3 Hittervassdraget

Stormyrbekken drenerer området ved Olavsgruva og Solskinnsgruva. Analyseresultatene fra en prøve som ble tatt fra denne bekken i september 1990, er samlet i tabell 9.

Tabell 9. Analyseresultater fra Stormyrbekken ved veibru.

Dato	pH	Kond. ms/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l
26.09.90	7,6	12,6	22	89	0,7	110	320

Resultatene viser at Stormyrbekken er tydelig påvirket av gruveforurensninger. På den annen side er vannføringen relativt liten, og forurensningsmengden som transporteres til Hittervassdraget, er antakelig moderat. Analyseresultatene for gruveavrenningen i nedbørfeltet bekrefter dette.

I 1988 ble det tatt en prøve av Hitterelva nedenfor Stormyrbekken ved innløp i Djupsjøen. Analyseresultatene er vist i tabell 10. Disse resultatene tyder ikke på særlig gruvepåvirkning i denne delen av Hitterelva.

Tabell 10. Analyseresultater fra Hitterelva ved innløp i Djupsjøen

Dato	pH	Kond. ms/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l
23.06.88	7,4	5,1	4	132	0,1	4	10

Fra Prestbakkens innløp i Djupsjøen ble det tatt en prøve i 1984. Analyseresultatene er samlet i tabell 11. Den viser høye konsentrasjoner av tungmetaller og tydelig påvirkning av gruveavrenning. Det er ønskelig å følge opp prøvetakingen i Storwartz-området med målinger i Prestbakkens utløp i Djupsjøen.

Tabell 11. Analyseresultater for prøve fra Prestbekken ved innløp i Djupsjøen

Dato	pH	Kond. ms/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l
26.06.84	4,7	35,1	170	7400	13,5	1670	6800

Ved utløpet av Djupsjøen er alle forurensningene fra gruveområdene på nordsiden av vassdraget fanget opp. Analyser av vannprøver fra dette punktet gir derfor et godt inntrykk av hvilken betydning avrenningen fra områder med gruveavfall har på vassdraget. I forbindelse med dette prosjektet er det ikke tatt vannprøver fra utløpet av Djupsjøen. Siden 1971 foreligger det et antall enkeltprøver som tilsammen gir et inntrykk av vannkvaliteten. Analyseresultatene er samlet i tabell 12. Resultatene viser at vassdraget er klart påvirket. Datamaterialet i tabellen viser en avtakende tendens med tiden. Konsentrasjonene er likevel fortsatt høye. Norske undersøkelser i andre gruvevassdrag (Grande 1991) har vist at det i alle fall kan være gode bestander av laksefisk i vassdrag som har middelkonsentrasjoner av kopper opp til ca. 20 µg Cu/l. For sink og kadmium er det ikke egentlig påvist noen øvre grense i slike vassdrag.

Tabell 12. Analyseresultater fra Djupsjøen ved utløp, 1971-90.

Dato	pH	Kond. ms/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l
19.08.71	7,1	8,9	13	250		22	256
4.07.78	6,3	7,0	14	310	0,8	55	220
31.05.84	6,3						
26.06.84	7,3	6,4	10	250	0,3	33	180
11.11.87	7,4	6,2	8	220	0,2	28	200
23.06.88	7,3	5,4	8	201	0,1	33	150
27.09.88	7,6	5,8	9	193	0,3	29	160
13.08.89	7,1	6,0	8	250	0,3	41	170
31.08.90	7,3	6,3			0,2	26	150

4. TRANSPORTBEREGNINGER

For å vurdere de enkelte kildene i forhold til hverandre er det behov for et mål for den totale transport av forurensninger ut av nedbørfeltet. Selv om det som finnes av analysedata fra utløpet av Djupsjøen er meget spredt og materialet ikke gir grunnlag for noen konklusjon på statistisk grunnlag, synes det å ha vært en svakt avtakende tendens i konsentrasjonene i løpet av de nesten 20 år målingen spenner over.

Fordi det ikke foreligger vannføringsdata for de dager prøvene er tatt, må beregningen av materialtransport bli anslagsvis.

Med et nedbørfelt på 126 km² og med en avrenningskoeffisient på 13,5 l/s·km² blir midlere vannføring i utløpet av Djupsjøen 1,7 m³/s.

I tabell 13 er midlere konsentrasjonsverdier for samtlige prøvetakinger og tilsvarende transportverdier ved utløp av Djupsjøen satt opp.

Tabell 13. Midlere analyseresultater og transportverdier i Hitterelva ved utløp av Djupsjøen.

	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l
Midlere kons.	10	246	0,33	34	190
	tonn/år	tonn/år	kg/år	tonn/år	tonn/år
Midlere transp.	541	13	18	1,8	10

Beregnet transport av tungmetaller ut av Storwartz-området er angitt i tabell 14. Data som er merket 1980, er hentet fra den tidligere omtalte NIVA-undersøkelsen (Arnesen, Tjomsland 1980).

Tabell 14. Transport av tungmetaller ut av Storwartz-området, målt i Prestbekken ved nedre dam.

Ref.	Jern tonn/år	Kadmium kg/år	Kopper tonn/år	Sink tonn/år
1980	12,4	12,4	1,6	7,2
1990	6,0	-	0,58	2,7

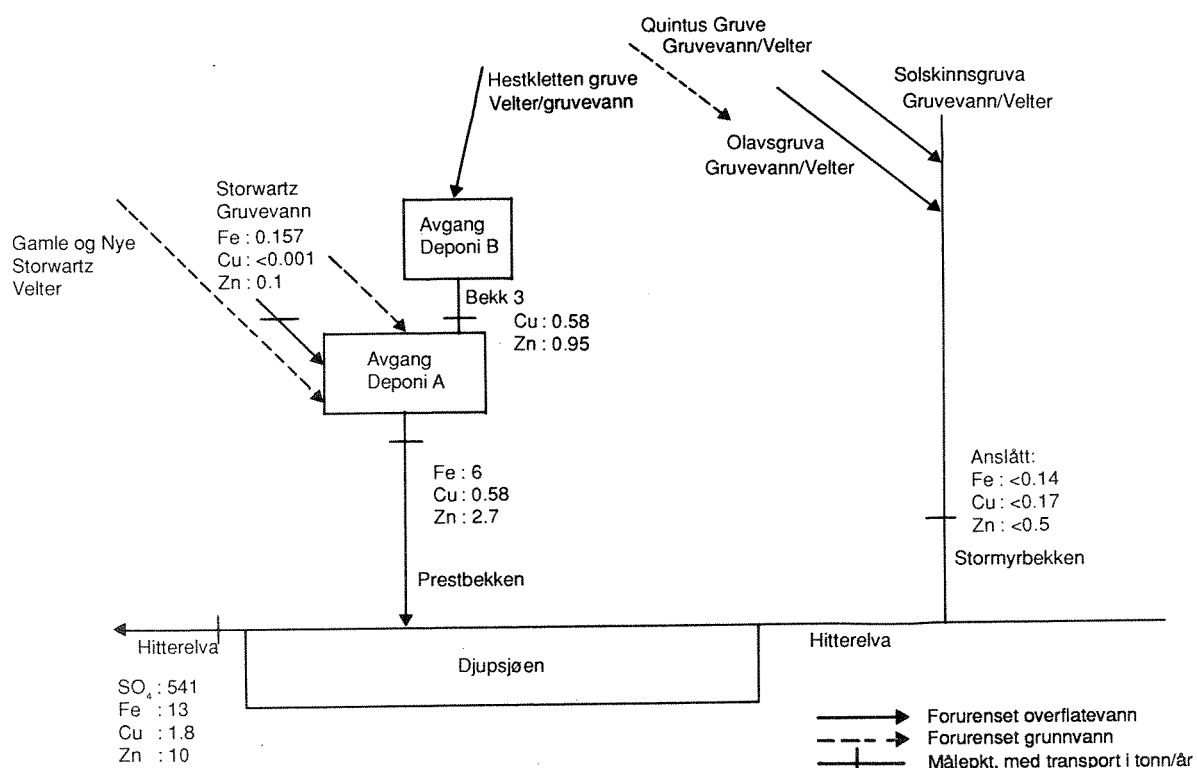
Mengden av tungmetaller som transporteres i gruvevannet fra Storwartz gruve, er så lav at det knapt har betydning for forurensningsmengden som transporteres i Prestbekken. De beregnede verdier er angitt i tabell 15.

Tabell 15. Transport av tungmetaller i gruvevann - Storwartz gruve. Alle verdier er angitt i kg/år.

Jern kg/år	Kopper kg/år	Sink kg/år
157	0,84	102

Forurensningstransporten i de tre bekkene som renner inn i avgangsdeponiet, er antakelig størst i Bekk 3. Selv om vannføringen her er mindre enn i Bekk 1, er konsentrasjonene så mye høyere at vi kan se bort fra bidragene fra Bekk 1 og 2. I forhold til den samlede forurensningstransporten ut av Storwartz-området, er likevel bidraget fra de tre bekkene beskjedent og utgjør for sink neppe mer enn ca. 25 %. Vannføringen i Bekk 3 er da anslått til 1-2 liter pr. sekund.

Forurensningstransporten i området rundt Storwartz gruve er skjematisk fremstilt i figur 4.



Figur 4.

Skjematisk fremstilling av forurensningstransport i området rundt Storwartz gruve. Alle tall representerer transport i tonn pr. år. Tallene er til dels fra forskjellige tidsrom. Se tekst.

5. FAST AVFALL

5.1 Prøvetaking

I avgangsdeponiet er det tatt ut avgangsprøver for kjemisk analyse på en rekke punkter. Prøvene ble tatt over og under den grunnvannstand som ved prøvetakingen. Prøvene ble tatt med håndbor, og i to av borhullene ble det satt ned plastrør, slik at det kunne tas ut prøver av grunnvann for kjemisk analyse.

I tillegg ble det utført sonderboring med maskin for å bestemme mengde avgang. Alle punkter for sonderboringer og prøvetaking for kjemisk analyse av avgang er tegnet inn på kartet i figur 5.

Boring med maskin ble utført av NOTEBY A.S 18. og 19. oktober.

5.2 Grunnvannsprøver

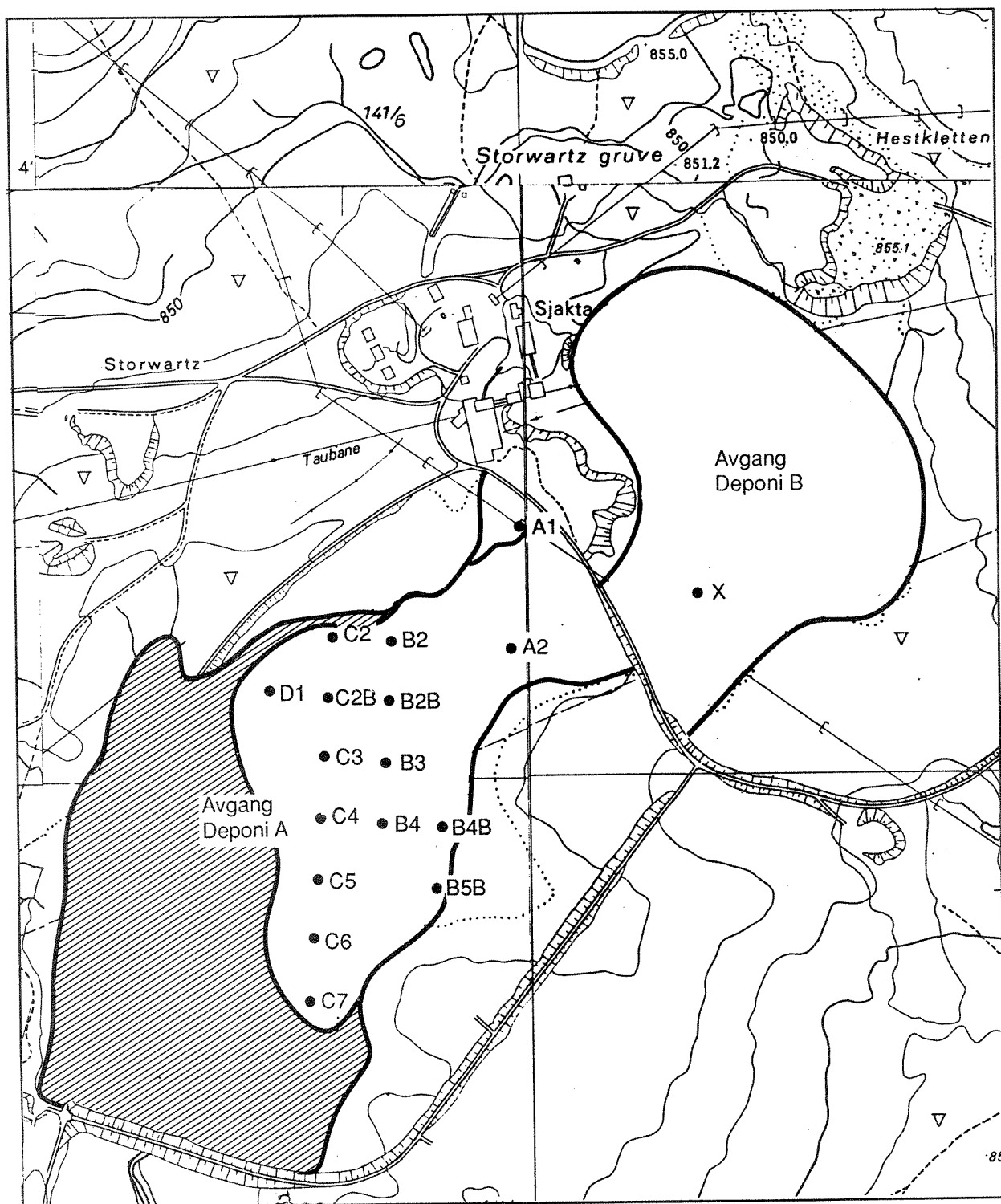
Analyseresultatene for to grunnvannsprøvene som ble tatt 26. september er samlet i tabell 16.

Det er overraskende store forskjeller i innhold av forurensninger i de to prøvene. Særlig er det relative avviket for kopper, kadmium og sink stort. Det kan forklare ved at vannet ved B3 er mer direkte påvirket av Bekk 3. Det var bl.a. tydelige tegn på utfelling av jern i borprøven fra ca.1 m ved B3.

Alt i alt er imidlertid metallinnholdet i de to grunnvannsprøvene relativt lave i forhold til tilsvarende prøver fra Nordgruvefeltet (Arnesen 1990).

Tabell 16. Analyseresultater for grunnvannsprøver fra avgangsdeponiet.

Prøvested Se fig. 1	pH	Kond. ms/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kadmium µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l
B3	6,0	457,0	3800	237000	16,0	60	19400
B4	6,5	383,0	2700	106000	0,3	4	360



Figur 5. Avgangsdeponiene ved Storwartz gruve. Punktene viser borpunkter der dyp av avgang er målt. På noen av punktene er det tatt ut prøver for kjemisk analyse.

5.3 Mengde av avgang

For å beregne den mengde forurensning som kan frigjøres fra avgangen i deponiene ved Storzgruve, er det nødvendig å anslå mengden. I den sammenheng er det naturlig å dele området i tre deler:

- Avgang som er fullstendig dekket med vann.
(Deponi A - under vann)
- Avgang som til dels ligger tørt og er avgrenset mot vannet i dammen med en strandlinje.
(Deponi A - over vann)
- Avgang som er deponert over vann på nord-østsiden flotasjonsverket.
(Deponi B)

De tre områdene er markert i figur 5.

I bilag 2 er punktenes høyde over havet og mektighet av avgang listet.

For avgangen som er fullstendig vanndekket, foreligger det svært lite data for volumberegning. Dammen er 6,6 m høy på det høyeste, vannstanden var 0,83 m under damkronen ved NIVAs målinger 18.10.90 og vanddybde over avgang ved dammen ble anslått til 1 m.

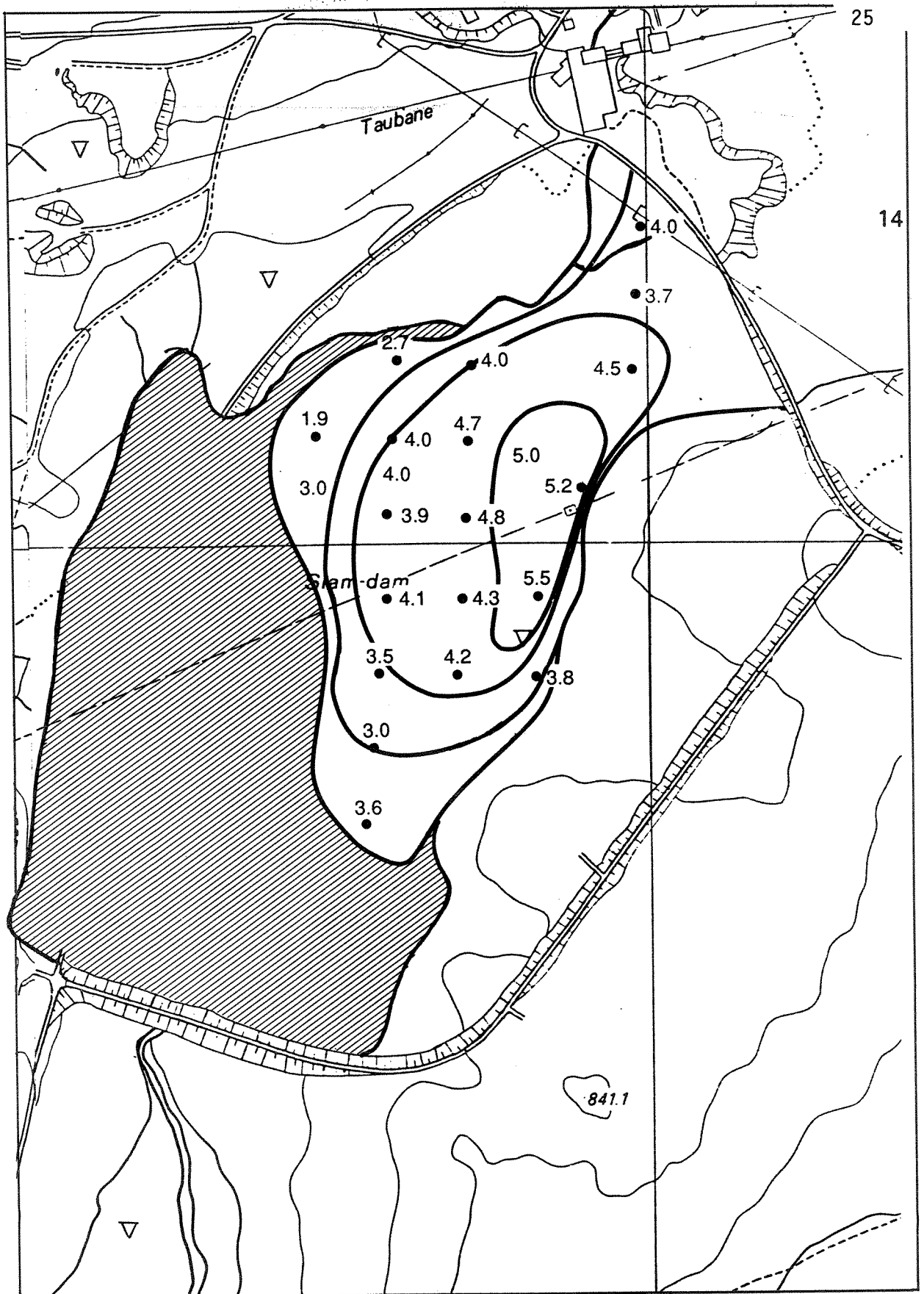
Arealet av den fullstendig vanndekkede del av deponiet er på økonomisk kart målt til 69.000 m².

I Deponi B ble det i samarbeid med NOTEBY A/S foretatt sonderboringer for å bestemme mektighet av avgang. Resultatet av målingene er fremstilt i figur 6. Grensen mellom avgang og vann ble målt inn i terrenget, fordi eksisterende kart ikke var ajourført for dette. Arealet av avgangen over vann sør for verket ble målt til 142.000 m².

Volumene av avgang er anslått ved noen enkle modellbetraktninger på grunnlag av dette datamaterialet.

Deponi A - under vann : ca. 100.000 m³

Deponi A - over vann : ca. 190.000 m³
(Herav er ca. 50 % under grunnvannstand.)



 Vann

Figur 6. Kart over Deponi A med mektighet av avgang inntegnet.

Når det gjelder avgangsmengden i deponi B, er det få holdepunkter for å beregne avgangsmengden. Flybilder viser en delvis oppfylling av området, og kartet over området angir ingen grenser for deponiet. I figur 4 er grensen trukket opp anslagsvis etter det materialet som foreligger. Bare en enkelt sonderboring foreligger for beskrivelse av mektigheten. Arealet av overflaten er anslått til 70.000 m², og på ett punkt er mektigheten målt til 4,3 m. På dette grunnlaget er avgangsmengden anslått. Usikkerheten er meget stor, og det er nødvendig å utføre ytterligere målinger i dette området før anslått volum kan brukes i planlegging av konkrete tiltak. Resultatene av beregningene er gitt i tabell 17. Avgangens tetthet er ved beregningene satt til 2,0 tonn/m³.

Tabell 17. Mengde avgang i de ulike deponiene.

	Volum m ³	Vekt tonn
Deponi A - under vann	100.000	200.000
Deponi A - over vann		
Over grunnvannsnivå	95.000	190.000
Under grunnvannsnivå	95.000	190.000
Deponi B		
Over grunnvannsnivå	100.000	200.000

5.4 Kjemisk sammensetning av avgang

5.4.1 Vannløselige forbindelser

For å bestemme innhold av vannløselige forbindelser i avgangsprøvene ble de behandlet på følgende måte:

100 g prøve ble tilsatt 100 ml destillert vann i et begerglass og omrørt 5 min. med magnetrører.

Etter sedimentering ble vannfasen helt av og sentrifugert før kjemiske analyser.

Innhold av tørrstoff (% TS) ble bestemt ved tørking av en delprøve ved 105 % i tørkeskap.

Analyseresultatene for vannløselige komponenter i avgangen er samlet i tabell 18.

På de fleste prøvetakingsstedene for avgang er innholdet av vannløselig svovel (sulfat) de øverste 0 - 10 cm meget lavt (< 1 % S). Prøvene lengre nede i deponiet kan ha meget høyt svovelinnhold (> 7 % S). Det er ikke klart at prøvene med høyt svovelinnhold er tatt under grunnvannstand, men det er klart at det ikke er langt over. Selv om det er lite svovel i overflateprøvene, er pH lav (< 4,0). Det skyldes at kis fortsatt oksyderes i dette området, og den dannede syren er ikke vasket bort. For prøvepunktene C3 og C4 er overflatelaget så nær grunnvannet, at hovedmengden av syre er vasket bort.

I deponi B er det bare ett prøvested, og konklusjoner blir usikre. De høye pH-verdiene i vannuttrekkene kan tyde på at avgangen er gammel og at oksydasjonen av svovel foregår med større intensitet lengre ned i avgangen. Dette stemmer med høye pH-verdier i prøver fra større dyp og høyest konduktivitet i prøven fra 50 - 100 cm.

Tidligere erfaringer tyder på at bare den del av avgangen som ligger over grunnvannsnivå, bidrar nevneverdig til forurensningstransporten. Mengden av vannløselige forurensninger er derfor høyere i prøver fra overflatelaget og avtar stort sett nedover mot avgangen som står under vann. I disse prøvene er det stort sett lite vannløselige forurensninger. Et unntak er prøvested A2, der prøven tatt på ca. 2 m dyp inneholder mye vannløselig sink, og pH er markert lav. Dette prøvepunktet ligger ikke langt fra Bekk 3 (Figur 2), som er sterkt forurenset. Det er mulig at vannet fra bekken påvirker avgangen her direkte.

Det må ikke legges for stor vekt på enkeltverdier ved beskrivelsen av avgangen. Den er lagt ut over et langt tidsrom, og tilfeldige driftssituasjoner kan ha påvirket sammensetningen betydelig. Ved manuell boring ble avgangens utseende notert etter hvert. I bilag 1 finnes utskrift av feltjournalen.

Av notatene fremgår det at avgangen er oksydert (brunfarget) ned til ca. 30 - 50 cm. Deretter ble det stort sett funnet gråsvart uoksydert materiale.

Ved å anta et middeldyp for oksydert sone på 40 cm og en gjennomsnittlig sinkmengde på 100 mg/kg, kan utvaskbart sink i Deponi A anslås til:

$$190.000 \times 0,4 \times 2 \times 100 = 15 \text{ tonn}$$

Tilsvarende beregninger for Deponi B med middeldyp for oksydert sone 0.5 m og gjennomsnittlig sinkkonsentrasjon på 500 mg/kg gir:

$$70.000 \times 0,5 \times 2 \times 500 = 35 \text{ tonn}$$

Dette er meget store tall i forhold til den transport som er observert ved undersøkelsene både i 1990 og tidligere.

5.4.2 Totalinnhold av metaller og svovel

Totalinnhold av jern, kopper og sink er bestemt ved våtoppslutning med konsentrert HNO_3/HCl (3:1), og måling med atomabsorpsjonsinstrument. Svovel ble bestemt med Carlo-Erba Element Analysator Modell 1106.

Resultatene av kjemiske analyser av totaloppsluttet avgang finnes i tabell 19. Totalinnholdet av metaller i avgangen som ligger over grunnvannstand kan gi et inntrykk av materialets forurensningspotensial. Middelveidien for sinkinnholdet i prøver tatt over grunnvannsnivå var ca. 0,5 % Zn. For svovel var middelveidien ca. 2,6 % S. Variasjonen for sink og svovel rundt disse middelveidene var meget store, 0,06 - 2,3 % for sink og 0,37 til 8,0 % for svovel. For sink er variasjonen mot dypet ikke åpenbar, mens det for svovel er klart høyere innhold under grunnvannstanden. For kopper er forholdet til dels som for sink, men det kan se ut som om innholdet av kopper er enda mindre avhengig av prøvenivået i deponiet. Forholdet mellom totalt jern og totalt svovel målt i vektprosent, gir et visst mål for graden av oksyderhet. Ren pyritt gir et jern/svovelforhold på 0,87 mens magnetkis vil ha et forhold på ca. 1,7.

Ved oksydasjon av pyritt og magnetkis vil svovel vaskes meget lett ut av materialet, mens jern er mindre mobilt. Høye jern/svovelforhold vil derfor indikere oksydert materiale. Det er markert reduksjon av dette forholdet mot dypet på de fleste prøvestedene i avgangen. Det er dessuten en meget markert høyere verdi for overflateprøvene de fleste steder. Selv over grunnvannsnivå er forholdet jern/svovel relativt lav, noe som kan tyde på at oksydasjonen ikke har nådd så langt ennå.

I Deponi B er det ikke noen slik gradient mot dypet. Det er ikke mulig å forklare det nærmere med det datagrunnlaget som foreligger.

Tabell 18. Analyseresultater for vannløselige komponenter i avgangsprøver. Metallinnhold i mg/kg tørrstoff.

Prøve pkt.	Dyp cm	pH	Kond mS/m	TS %	Cu mg/kg	Zn mg/kg
A2	0- 10	6.52	227	91.0	0.023	3.88
	90-100	6.64	226	83.2	0.025	1.96
	190-200	4.40	444	85.4	0.11	932
B2	0- 10	3.11	318	74.1	24.5	22.3
	90-100	6.60	225	74.9	0.46	0.14
	190-200	6.63	155	80.2	< 0.02	0.045
B3	0- 10	5.32	262	93.5	< 0.02	42.9
	90-100	5.60	283	83.8	0.19	28.1
	190-200	6.80	262	78.7	< 0.02	0.039
B4	0- 10	3.71	180	72.9	13.6	6.3
	90-100	6.60	221	70.9	0.024	0.027
	190-200	6.80	173	78.0	< 0.02	< 0.02
C2	0- 10	3.36	328	73.9	14.8	454
	90-100	6.80	278	71.8	< 0.02	0.086
C3	0- 10	5.07	258	66.5	0.26	134
	90-100	6.30	253	79.7	< 0.02	0.093
	190-200	6.37	230	81.7	< 0.02	0.024
C4	0- 10	6.00	196	72.0	< 0.02	14.9
	70- 80	6.50	133	76.0	< 0.02	0.049
X	50-100	5.72	265	77.7	< 0.02	512
	150-200	6.40	233	76.0	< 0.02	0.068
	250-300	6.40	229	74.8	< 0.02	0.046
	300-400	6.44	158	80.8	< 0.02	0.062

Tabell 19. Avgangsprøvenes innhold av metaller og svovel bestemt ved oppslutning med Lunges væske. Angitt i vektprosent av prøvens tørrstoffinnhold. Fe/S angir forholdet mellom vektprosent jern og svovel i prøvene.

Prøve pkt.	Dyp cm	Fe %	Cu %	Zn %	S %	Fe/S
A2	0- 10	9.9	0.25	0.61	4.1	2.4
	90-100	8.0	0.07	0.34	3.3	2.4
	190-200	10.1	0.20	2.30	7.4	1.4
B2	0- 10	8.4	0.03	0.07	1.6	5.3
	90-100	7.9	0.08	0.35	1.7	4.6
	190-200	16.0	0.37	0.68	8.0	2.0
B3	0- 10	7.5	0.04	0.34	1.6	4.7
	90-100	10.1	0.13	0.64	2.1	4.8
	190-200	6.3	0.03	0.16	2.5	2.5
B4	0- 10	8.7	0.17	0.06	0.37	23.5
	90-100	7.2	0.06	0.30	1.4	5.1
	190-200	5.0	0.02	0.16	2.1	2.4
C2	0- 10	5.1	0.04	0.15	1.4	3.6
	90-100	5.3	0.01	0.03	2.1	2.5
C3	0- 10	8.0	0.11	0.19	0.63	12.7
	90-100	8.1	0.12	0.35	2.7	3.0
	190-200	7.2	0.07	0.21	3.0	2.4
C4	0- 10	6.7	0.16	0.31	0.63	10.6
	70- 80	9.0	0.19	0.54	1.4	6.4
X	50-100	10.5	0.11	0.81	4.0	2.6
	150-200	10.7	0.11	0.50	3.8	2.8
	250-300	12.7	0.16	0.62	3.9	3.3
	300-400	15.2	0.20	0.50	7.5	2.0

Det kan se ut til at innholdet av kopper og sink i avgangen er mer avhengig av forholdene i flotasjonsverket ved deponeringen, enn av den forvitring som siden har foregått.

Antas at den delen av avgangen som er dekket av vann, bidrar ubetydelig til forurensningstransporten i området, vil total mengde metaller og svovel i den avgangen som ligger over vann, gi et mål på tilgjengelig forurensningsmengde på langt sikt.

Middelkonsentrasjonen i avgangen over grunnvannsnivå i de to deponiene er vist i tabell 20.

Tabell 20. Gjennomsnittlig metall og svovelinnhold i avgang over grunnvannsnivå.

	Deponi A	Deponi B ¹
Jern % Fe	8,7	6,57
Kopper % Cu	0,12	0,15
Sink % Zn	0,47	0,62
Svovel % S	3,67	4,8

¹Antatt all avgang over grunnvannsnivå.

Gjennomsnittlig totalinnhold av metaller og svovel er høyere over grunnvannsnivå enn under i Deponi A. Årsaken til det er det vanskelig å gi, men det skyldes neppe forvitring av avgangen.

Ved prøvestedet X (Tabell 19) har avgangen tilnærmet homogen sammensetning. Bortsett fra prøven i overflaten gjelder dette både totalinnhold og vannløselig innhold av forurensninger. Både svovel og sinkinnhold er gjennomgående høyere her enn i avgangen sør for verket. Uten mer informasjon om driftsforhold og tid for utlegging av avgangen er det umulig å kommentere disse resultatene nærmere.

Totalt innhold av jern, kopper, sink og svovel i avgangen som er deponert over grunnvannsnivå, er gitt i tabell 21.

Sinkmengden er etter dette tilstrekkelig for mer enn 200 års forurensningstilførsler, med en antatt transport ut av området på ca. 10 tonn Zn/år. Teoretisk vil koppermengden være enda lengre med en uttransport på dagens nivå.

Tabell 21. Anslått totalt innhold av svovel og metaller i avgangen ved flotasjonsverket - Storwartz. Alle verdier angitt i tonn.

	Deponi A	Deponi B	Sum avgang
Jern	16.500	24.600	41.100
Kopper	228	300	528
Sink	893	1220	2.113
Svovel	6.973	9.600	16.573

6. MULIGE TILTAK

Tiltak mot vannforurensning fra kisgruver har stort sett til hensikt å redusere oksydasjonshastigheten i gruverom og avfall og uttransport av forvittringsprodukter.

For å få maksimal effekt av tiltakene i forhold til økonomisk innsats, er det nødvendig å finne frem til de forurensningskilder som bidrar mest, og sette inn tiltakene der. I et område som Storwartz, der så mange forskjellige kilder er spredd over et så stort område, er det urealistisk å tenke seg at all forurensning fra gammel gruvevirksomhet kan fjernes.

Det kan se ut til at gruvevannet fra Storwartz gruve har liten betydning for totaltransporten. Avgangsdeponiene og i noen grad velter synes å ha betydelig større betydning.

De tiltak som i så fall er mulige, er:

1. Flytting og deponering under kontrollerte betingelser, evt. kombinert med ny oppredning.
2. Overdekking av avfall med kunstig eller naturlig lufttett materiale. (Plastfolie, bentonitt, leire ol.). Som overdekkingsmateriale for å begrense oksydasjon kan også vann brukes.
3. Rensing av avløpsvann i renseanlegg. Det kreves i såfall samling av avløpsvann, bygging av renseanlegg og en langsiktig drift. I driftsomkostninger for et slikt anlegg må i tillegg til kjemikalier og driftspersonale også omkostninger for deponering av betydelige mengder tungmetallslam innregnes.

I Storwartz-området der de største forurensningskildene synes å være avgangsdeponiene og i noen grad velter, er antakelig bare tildekking av avfall en noenlunde realistisk løsning.

For avgang er overdekking av eksponerte flater forholdsvis enkelt. Flatene er jevne og praktisk talt horisontale. Ved en overdekking bør man tilstrebe å bevare eller helst heve grunnvannstanden.

Valg av overdekkingsmateriale er først og fremst et spørsmål om økonomi og praktiske løsninger. Naturlige materialer som leire, bentonitt og evt. meget tett morene kan ha noe lengre levetid enn plastmaterialer.

Bruk av vann som overdekkingsmateriale kan i mange tilfeller være hensiktsmessig. For avfall med høyt innhold av vannløselige komponenter, slik som i Deponi A og B, må gjennomføringen av vanndekking foregå under omhyggelig kontroll og med nødvendig utstyr for behandling av forurenset vann.

Det er først og fremst sinktransporten som er stor ut av Storwartz-området. En vanndekking er mindre effektiv for begrenning av sinktransport enn for andre tungmetaller.

En heving av grunnvannstanden i Deponi B kan muligens oppnås ved tetting av fyllingen under veien til flotasjonsverket.

Flytting av avgang til den delen av Deponi A som er fullstendig vanndekket har neppe særlig hensikt. Ledig volum er lite. En omveltning av massene er dessuten forbundet med risiko for akutt skade i det nedenforliggende vassdraget, dersom det ikke gjennomføres betydelige sikringstiltak.

7. KONKLUSJON

Fordi prøvetakingen i Storwartzområdet i 1990 kun foregikk en forholdsvis kort periode om høsten, er det fortsatt en viss usikkerhet om hva som er de største forurensningskildene i området, og hvor store de årlige transportverdiene er. Noen konklusjoner kan likevel trekkes med god sikkerhet:

- Gruveområdene som drenerer til Stormyrbekken, har liten betydning for forurensningstransporten i Hitterelva. Stormyrbekken er likevel så forurenset at det antakelig ikke kan leve fisk der.

- Gruvevannet fra Storwartz gruve har antakelig liten betydning. Dette bør kontrolleres med målinger ved andre årstider, særlig i vårflommen.
- Deponiene med flotasjonsavgang (Deponi A og Deponi B) gir et betydelig tilskudd til forurensningstransporten. I enkelte overflateprøver av meaterialet fra deponiet er innholdet av vannløselig kopper og særlig sink høyt og flytting eller heving av vannspeilet må bare skje når arbeidet følges opp med gode sikringstiltak.

Analyseresultatene for kopper og sink i avrenning fra Storwartz i 1990 viser lavere verdier enn de som ble registrert i 1978/79. Dersom dette representerer en reell forbedring av forholdene i området, bør behovet for tiltak vurderes i forhold til den vannkvalitet som kan forventes i vassdraget om noen år. Det er fortsatt en betydelig metalltransport ut av området, men selv med omfattende tiltak vil det være vanskelig å redusere denne transporten til null. Det gjelder spesielt sink som idag finnes i høyest konsentrasjon.

For å få bedre datagrunnlag for å vurdere en eventuell avtakende tendens, bør det gjennomføres målinger i gruvevann, samlet avløp og i Bekk 3 ved Storwartz gruve, gjennom en periode som omfatter vårflommen i området.

Tiltak kan redusere metalltransporten fra Storwartz-området. Avgangen i Deponi B avgir betydelige mengder sink. Ved å heve grunnvannstanden i der og gjennomføre en tett tildekking av overflaten, kan denne forurensnings-transporten reduseres.

En heving av vannspeiet i Deponi A kombinert med tildekking med et lufttett materiale vil også gi forbedring. Det kan være vanskelig å finne tilstrekkelig volum for en fullstendig vanndekking av avgangen i Deponi A, men ellers kunne også dette gi en forbedring. Ved en slik løsning bør fremtidig utlekking av metaller fra deponiet beregnes på forhånd.

Det er av stor betydning at det ikke gjennomføres arbeid, som medfører flytting av avgang eller masser fra velter, uten at det gjennomføres sikringsarbeider. For noen år siden ble det f. eks. bygget en vei på Deponi B rundt flotasjonsverket. Slike arbeider kan føre til langvarig økning av forurensningstransporten.

REFERANSER

Arnesen, R.T. og Tjomsland, T. 1980 Røros Kobberverk, Vannforrensning fra gruver. NIVA-rapport, L.nr.:1206, 1980

Grande, M. 1991 Biologiske effekter av gruveindustriens metallforrensninger, NIVA-rapport. (Under trykking).

BILAG 1

Utskrift av feltjournal fra prøvetakinger i Storwartz-området

26. september 1990

Prøver tatt med spadbor:

A2

Fra 0 - 150 cm homogen mørkfarget avgang.
Ved 150 cm gulbrunt mer finkornet materiale.
Fra 170 cm igjen mørkere materiale.
Prøver fra 0-10, 90-100 og 190-200 cm.

B2

0-50 cm brunt finkornet materiale.
fra 50 cm gråsvart avgang. Ved 80-90 cm våt prøve.
Prøver fra 0-10, 90-100 og 190-200 cm. Prøve fra 200 cm meget våt.

B3

0-90 cm brun avgang. Under 90 cm mørk avgang. Vann i prøve ved 150 cm. Prøver tatt på 0-10, 90-100 og 190-200 cm.

B4

0-50 cm brun avgang. Fra 50 cm svart avgang. Vann i prøve fra 80 cm.
Prøver tatt ved 0-10, 90-100 og 190-20 cm.

C2

Brun avgang til 30 cm. Vann på 50 cm. (mettet?)
Prøvet tatt ved 0-10 og 90-100 cm.

C3

Forvitret avgang 0-30 cm. Vann i prøvene fra ca. 30 cm.
Vannmettet fra 60 cm. Prøver tatt 0-10, 90-100 og 190-200 cm.

C4 Forvitret sone 0-45 cm. Grunnvannstand ca. 50-60 cm under overflaten. Øverste 20 cm forholdsvis mørk grålig med striper av svart avgang. Mest brunt 20-45 cm. Prøver tatt 0-10 og 70-80 cm.

BILAG 2

	HOH m	Dyp m	Gr.vann m	Anm
HP	836.3	5.2		Høyeste punkt
A1		4.0		
A1B		3.7		
A2		4.5	Ikke påv.	Spadbør
B2	833.1	4.0	Ikke påv.	til 2m
B2B		4.7		
B3	832.0	4.8	1.79	
B4	832.8	4.3	1.28	
B4B		5.5		
B5		4.2		
B5B		3.8		
C2		2.7		
C2B		4.0		
C3		3.9		
C4	830.0	4.1		
C5		3.5		
C6		3.0		
C7		3.6		
D1		1.9		
X		4.3		Deponi B

Høydeangivelser for punkter i avgangsdeponiene
 Stortvartz-området, Røros. (Figur 4)
 Vannstand i dammen ved målingene 830 moh.
 Verdiene er ikke kontrollmålt.

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8

ISBN 82-577 -1871-8