



RAPPORT LNR 4792-2004

Forurensningstransport i Storwartzfeltet, Røros kommune

Undersøkelser i 2002/2003



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Forurensningstransport i Storwartzfeltet, Røros kommune Undersøkelser i 2002/2003	Løpenr. (for bestilling) 4792-2004	Dato 2004-01-27
	Prosjektnr. Undernr. O-21261	Sider 28
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	
	Geografisk område Sør-Trøndelag	Trykket NIVA 2004

Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn	Oppdragsreferanse 404.1 1998/3855-8
---	--

Sammendrag

Det er gjennomført en undersøkelse av vannkvalitet og forurensningstransport i Storwartz gruvefelt og i Hittervassdraget. Vassdraget er betydelig tungmetallbelastet. Resultater fra undersøkelser av tungmetallnivå viser at kobberkonsentrasjonene ved utløpet av Djupsjøen har vært forholdsvis stabile omkring 30 µg/l i den perioden en har data for, dvs 25 år. Hovedkildene for tungmetallbelastningen er avrenning fra selve gruveområdet, fra avgang deponert i Djupsjøen og fra Røros by der smeltehytteområdet antas å være største kilde. Nedbør og klima er bestemmende for tungmetalltransporten fra forurensningskildene. Kobbertransporten fra gruveområdet varierer i området 1-2 tonn/år, mens sinktransporten varierer i området 3-9 tonn/år ved de undersøkelser som er gjennomført i løpet av de 10 siste år.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kisgruve 2. Drensvann 3. Tungmetallavrenning 4. Storwartzfeltet, Røros 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pyrite Mining 2. Acid Rock Drainage 3. Heavy Metal Loadings 4. Storwartz Mining Area, Røros, Norway
---	--

Eigil Rune Iversen
Prosjektleder

Helge Liltved
Forskningsleder
ISBN 82-577-4470-0

Nils Roar Sælthun
Forskningsdirektør

O-21261

Forurensningstransport i Storwartzfeltet,

Røros kommune

Undersøkelser i 2002/2003

Forord

Undersøkelsene av forurensningstiltanden i Stortvartfeltet og i Hittervassdraget har pågått i lang tid og har hatt forskjellige målsettinger. I løpet av de 35 årene NIVA har foretatt undersøkelser i vassdraget, har det vært en stor utvikling når det gjelder analysemetodikk og arbeidsmetoder. En har etterhvert fått nytt og bedre verktøy for å kartlegge forurensningskilder og forurensningstransport.

I en undersøkelse som denne er en fortsatt avhengig av et godt gjennomført feltarbeid. Vi vil i denne forbindelse takke vår samarbeidspartner på Røros gjennom mange år dr.ing. Åse Berg for all assistanse under feltarbeidet.

Vi vil også takke NVE for å ha stilt vannføringsdata til disposisjon for stasjonen i Hittervassdraget.

Til slutt vil vi takke SFT ved rådgiver Grethe Braastad for et interessant prosjekt og for interessen for å forbedre erfaringsgrunnlaget på området vannforurensning fra gruveområder.

Oslo, 27. januar 2004

Egil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Bakgrunn	7
1.1 Prosjektet	7
1.2 Undersøkelsesopplegg	7
2. Forurensningskildene	8
2.1 Gruvevirksomheten	8
2.2 Lokalisering	8
3. Hydrologiske forhold	9
4. Vannkvalitet	12
4.1 Analysemetodikk	12
4.2 Resultater	12
4.2.1 Måledam for samlet avrenning fra Storwartzfeltet	12
4.2.2 Hitterelva ved utløpet av Djupsjøen	13
4.2.3 Hitterelva nedenfor Røros ved bru ved idrettsplassen	14
4.2.4 Analyse av stikkprøver	15
5. Forurensningstransport	17
6. Samlet vurdering	21
7. Litteratur	23
Vedlegg A. Analyseresultater	24

Sammendrag

Det er gjennomført en undersøkelse av fysisk/kjemisk vannkvalitet og forurensningstransport i Hittervassdraget og i Storwartzfeltet i Røros kommune. Avrenningen fra Storwartz gruveområde går i sin helhet til Hittervassdraget, og påvirker vannkvaliteten på hele vassdragsstrekningen ned til Glåma i betydelig grad. Norsk institutt for vannforskning har analysedata for vannkvaliteten i vassdraget tilbake til 1966, men det var først i 1991 at undersøkelsene ble så systematiske at det var mulig å anslå en forurensningstransport i gruveområdet og i vassdraget. Etter 1994 er det gjennomført 3 feltundersøkelser der en også har tatt i bruk kontinuerlige vannføringsmålinger ved noen av prøvetakingsstasjonene. Dette har bidratt til å bedre kvaliteten på transportberegningene i betydelig grad.

Analysematerialet viser at forurensningsstasjonen i vassdraget har vært stabil i løpet av de siste 25 år. Kobberkonsentrasjonene ved utløpet av Djupsjøen ligger omkring 25-30 µg/l som årsmiddel. Maksimumsverdiene kan variere en del avhengig av nedbør og klima. Tilførslene fra Røros by, der smeltehytteområdet er største forurensningskilde, forårsaker en økning i kobberkonsentrasjonene i nedre del av Hitterelva til omkring 40 µg/l. Tungmetallkonsentrasjonene kan være forholdsvis høye også ved høye vannføringer, noe som tyder på at det i tørre perioder lagres store mengder forvitningsprodukter i den delen av gruveavfallet som er utsatt for oksidasjon. Når nedbøren kommer, vaskes forvitningsproduktene lett ut.

Studier av forløpet av forurensningstransporten i løpet av en årssyklus viser at mesteparten av forurensningstransporten fra gruveområdet ved Storwartz gruve foregår under vårflommen som vanligvis inntreffer i mai måned. Det kan periodevis også være stor transport i perioder med mye nedbør. Dersom det er ønskelig med mer presise tall for forurensningstransporten, viser undersøkelsene at en vil fange opp mesteparten av årstransporten ved å gjennomføre en intensivundersøkelse i mai måned. I denne perioden vil det også være mulig å gjennomføre en bedre kildekartlegging. Kartlegging av samlet transport kan forbedres ved å ta i bruk en tungmetallmonitor eller gjennomføre mengdeproporsjonal blandprøvetaking.

Største forurensningskilde i nedbørfeltet er gruveområdet ved Storwartz gruve der deponert avgang over grunnvannspeilet antas å bidra mest til tungmetalltransporten. De to andre hovedkildene er avgangen som er deponert i Djupsjøen og smeltehytteområdet i Røros by. Transporten fra disse kildene er beregnet indirekte som differans mellom observasjonspunkter i vassdraget. Det er nødvendig å gjennomføre mer spesifikke undersøkelser for å kartlegge disse to kildene nærmere.

Forurensningstransporten i vassdraget kan variere mye fra år til år avhengig av nedbør og klima. En har nå innhentet erfaringsmateriale fra forskjellige nedbørsituasjoner. Siste undersøkelsesperiode, som varte fra september 2002 til september 2003, var nedbørfattig. Avrenning og forurensningstransport var av den grunn betydelig lavere enn ved foregående undersøkelse i 1994/1995 da vårflommen 1995 var uvanlig stor. Tilsvarende resultater ble også funnet ved andre gruveområder i regionen. Ved hjelp av resultatene fra de undersøkelsene som er gjennomført i perioden 1991-2003 kan en anslå følgende materialtransport ved 3 faste punkter i vassdraget:

Stasjon	Kobber tonn/år	Sink tonn/år
Samlet transport fra Storwartz gr.	1-2	3-9
Deponiet i Djupsjøen	0-0,5	0-3,5
Røros by	1-2,5	1- 3,5

Tallene for de to siste stasjonene er usikre. I 2002/2003 ga ikke tallmaterialet grunnlag å anslå noen transport fra deponiet i Djupsjøen.

Summary

Title: Transport of Pollutants from Storwartz Mining Area, Røros, Norway

Year: 2004

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4470-0

Mining in the Storwartz Mining Area in the community of Røros took place between 1644-1972. There are several mines in the area, and copper was produced at the smelter located in the city of Røros. The Storwartz mine and the tailings disposed close to the ore dressing plant are the most important sources of pollution in the area. During operation, the tailings were partly transported by the Prestbekken Creek down to Lake Djupsjøen. The tailings deposits in Lake Djupsjøen, partly disposed above the water table, are generating some acid drainage. The third important source of pollution in the Hitterelva catchment area is the old smelter in the city centre. Copper concentrations in the river at the outlet of Lake Djupsjøen have been relatively stable for the last 25 years at a level of 30 µg Cu/l as an annual average. Downstream Røros the concentrations are increasing to 40 µg Cu/l. The transport of pollutants from the three main sources is estimated as follows:

Station	Copper tonnes/year	Zink tonnes/year
Storwartz mining area	1-2	3-9
Djupsjøen tailings deposit	0-0,5	0-3,5
City of Røros	1-2,5	1- 3,5

1. Bakgrunn

1.1 Prosjektet

Storwartzfeltet er ett av de to viktigste gruvedfeltene til Røros Kobberverk. Feltet har også alltid hatt stor forurensningsmessig betydning idet avrenningen fra gruveområdene har påvirket vannkvaliteten i Hittervassdraget i lang tid, både når det gjelder biologiske og fysisk/kjemiske forhold. Gruvedriften i feltet ble nedlagt i 1972. NIVA har foretatt undersøkelser av forurensningstilstanden i vassdraget siden 1966, dvs mens gruvedrift og avgangsdeponering pågikk. I kapittel 7 er samlet referansene til de prosjekter NIVA har gjennomført i området når det gjelder fysisk/kjemisk vannkvalitet og forurensningstransport. Noen systematiske undersøkelser med mer omfattende metoder som kontinuerlig vannføringsmålinger og mer moderne analysemetodikk med multielementanalyser kom ikke igang før i perioden 1994/1995. Erfaringene fra undersøkelser i Rørosfeltet og i andre gruveområder har vist at det er en fordel å gjennomføre undersøkelsene over en periode på hydrologisk år for å få et best mulig oversikt over forurensningstransporten. En unngår derved problemet med å dra med seg nedbør som er falt i en foregående periode inn i en ny, noe man risikerer dersom en benytter en kalenderårsmodell. I Røros-feltet har en derfor valgt å starte undersøkelsene omkring 1.september. Undersøkelsene som ble gjennomført i 1994/1995 ble gjennomført i en meget nedbørrik periode. Vårflommen 1995 var uvanlig stor over mesteparten av Sør-Norge og derved også i øvre Glåma og Rørosfeltet. En av anbefalingene fra denne undersøkelsen var å gjenta den under mer normale avrenningsforhold. Undersøkelsen i 1994/1995 ble finansiert av Statens forurensningstilsyn. Med denne bakgrunn ønsket SFT å gjennomføre en ny undersøkelse i perioden 2002/2003. Et programforslag ble laget 05.09.2001 og ble revidert 11.7.2002. Forslaget ble lagt til grunn for tilsagnet om midler pr. brev datert 16.07.2002.

1.2 Undersøkelsesopplegg

Feltundersøkelsene har stort sett fulgt samme opplegg som ved foregående undersøkelse i 1994/1995. Undersøkelsene er basert på stikkprøver tatt ved tre faste prøvetakingsstasjoner. I tillegg ble det tatt noen stikkprøver ved noen lokaliteter i gruveområdet under en befaring til området. Ved de faste stasjonene er de rutinemessige stikkprøvene tatt av Miljølaboratoriet v/ dr.ing. Åse Berg.

Ved målestasjonen for samlet avrenning fra Storwartz gruve ble vannføringen logget kontinuerlig hver time. Måledata ble overført til NIVA over GSM-nettet. Vannføringsdata for Hitterelva ved Djuphølen ble stilt til disposisjon av NVE. Posisjonen til prøvetakingspunktene er samlet i tabell 1.

Tabell 1. GPS-posisjon for prøvetakingspunktene for vannprøver.

Stasjonsnavn	Posisjon målt med GPS
Måledam for samlet avrenning fra Storwartz	N 62 ⁰ 37,157' ; E 11 ⁰ 31,708'
Utløp Djupsjøen	N 62 ⁰ 35,962' ; E 11 ⁰ 29,344'
Hitterelva nedenfor Røros	N 62 ⁰ 34,335' ; E 11 ⁰ 22,734'
Drensvann fra stoll ved gamle Storwartz	N 62 ⁰ 37,513' ; E 11 ⁰ 31,283'
Gruvevann Storwartz	N 62 ⁰ 37,686' ; E 11 ⁰ 31,821'
Prestbekken ved innløp Djupsjøen	N 62 ⁰ 35,979' ; E 11 ⁰ 31,930'

Feltundersøkelsene foregikk i perioden 9.09.2002 – 8.09.2003.

2. Forurensningskildene

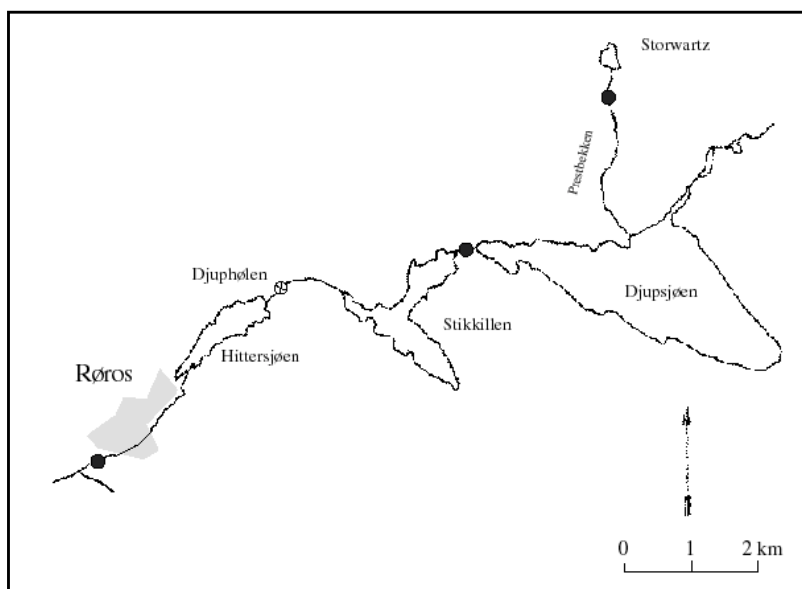
2.1 Gruvevirksomheten

Storwartzfeltet omfatter en rekke større og mindre gruver og har samlet sett vært det største gruvefeltet til Røros Kobberverk. Driften startet allerede i 1644 ved Storwartz Gruve. Olavsgruva var den siste gruva som var i drift. Driften her ble nedlagt i 1972/73. De viktigste gruvene har vært : Gamle Storwartz (1644), Nyberget (1656), Hestkletten (1659), Solskinn (1773-74), Qvintus (1691), Ny Storwartz (1708) og Kronprins Olavs Grube (1936). Når det gjelder forurensningstilførslene fra området, er det gruvene som drenerer til Prestbekken, Gamle og nye Storwartz med Hestkletten gruve som har størst betydning. Årsaken til dette er at avgangen fra oppredningsverket, som ble etablert i 1926, er deponert delvis tørt utenfor verket og nedover langs Prestbekken helt ned til Djupsjøen. Den delen av avgangen som ligger over grunnvannsspeilet forvitrer kraftig og avgir en sur, tungmetallholdig avrenning. Oppredningsverket ble drevet på malm fra gruvene i området, spesielt fra Olavsgruva. Mye av det gamle veltegodset ved Storwartz-gruvene ble også kjørt gjennom verket. Nede ved Djupsjøen er også deponert store avgangsmengder ved Prestbakkens munning. Deler av denne avgangen er tørrlagt.

2.2 Lokalisering

Gruvefeltet er lokalisert nordøst for Røros by og drenerer i sin helhet til Hittervassdraget som er sidevassdrag til Glåma. Figur 1 viser en kartskisse over vassdragsavsnittet fra avgangsdammen ved Storwartz og ned til Røros. På kartskissen er også markert de rutinemessige prøvetakingsstasjonene og vannføringsstasjonen til NVE.

Den øverste stasjonen i Prestbekken gir uttrykk for vannkvaliteten ved utløpet av selve gruveområdet. Stasjonen ved utløpet av Djupsjøen fanger opp tilførslene fra avgangen som er deponert langs etter Prestbekken og ved innløpet i Djupsjøen. Deler av tungmetalltilførslene faller trolig ut i Djupsjøen. Stasjonen nedenfor Røros ved idrettsplassen fanger opp tilførslene fra Røros by der området ved smeltehytta bidrar med en del tungmetallavrenning.



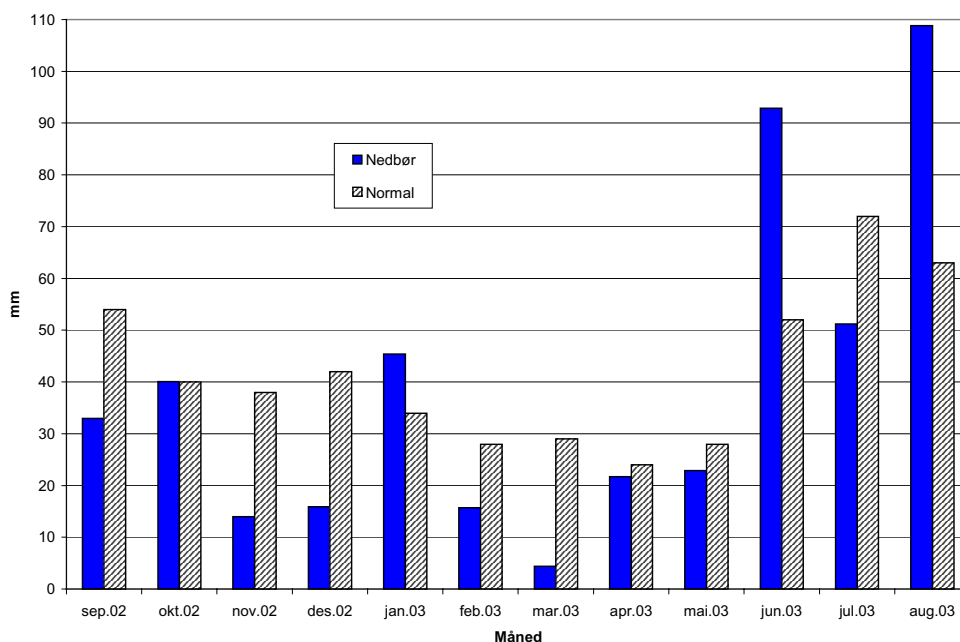
Figur 1. Kartskisse av Hittervassdraget med markering av prøvetakingsstasjoner for rutineprøver.

3. Hydrologiske forhold

Erfaringene fra tidligere undersøkelser har vist at utvaskingen av forvittringsprodukter fra gruver og gruveavfall er sterkt avhengig av nedbør og klima i dette området. I tabell 2 og figur 2 er vist månedlige nedbørhøyder og normaler ved den meteorologiske stasjonen på Røros (10400 Røros, DNMI) for perioden september 2002-august 2003.

Tabell 2. Månedsnedbør med nedbørnormaler ved Røros (Kilde : DNMI 10400 Røros).

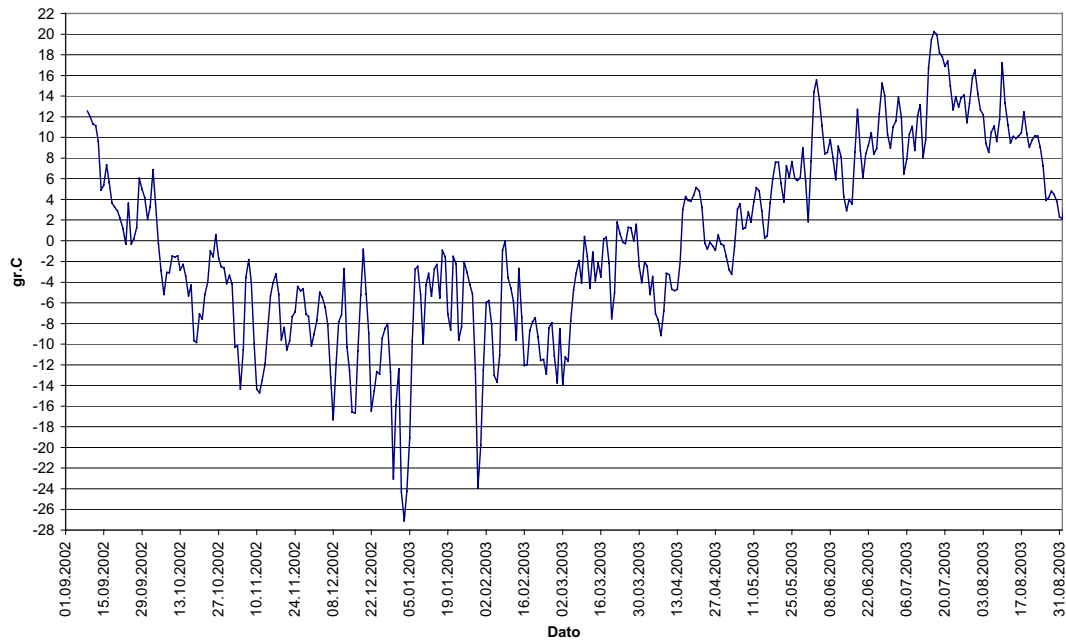
	sep.02	okt.02	nov.02	des.02	jan.03	feb.03	mar.03	apr.03	mai.03	jun.03	jul.03	aug.03	Året
Nedbør	33	40,1	14	15,9	45,4	15,7	4,4	21,7	22,9	92,9	51,2	108,8	466
Normal	54	40	38	42	34	28	29	24	28	52	72	63	504



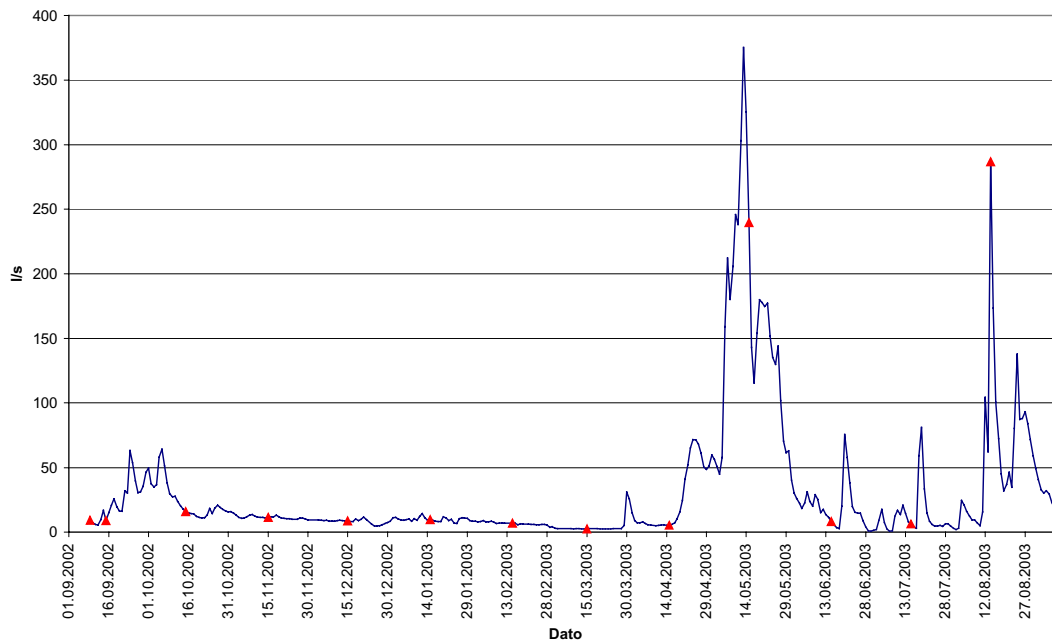
Figur 2. Nedbørhøyder ved Røros 2002-2003.

Målingene viser at høsten 2002 og vinteren/våren 2003 var svært nedbørfattig. I juni og august 2003 falt det betydelig mer nedbør enn normalt. I hele måleperioden falt det 466 mm nedbør tilsvarende 92,5 % av et normalår.

Figur 3 viser døgnmiddeltemperaturene ved måledammen ved Storwartz gruve i den perioden feltundersøkelsene pågikk. Målingene viser at døgnmiddeltemperaturen var stort sett under 0 fra begynnelsen av oktober 2002 til midten av april 2003.



Figur 3. Døgnmiddeltemperaturer ved Storwartz gruve september 2002-august 2003.

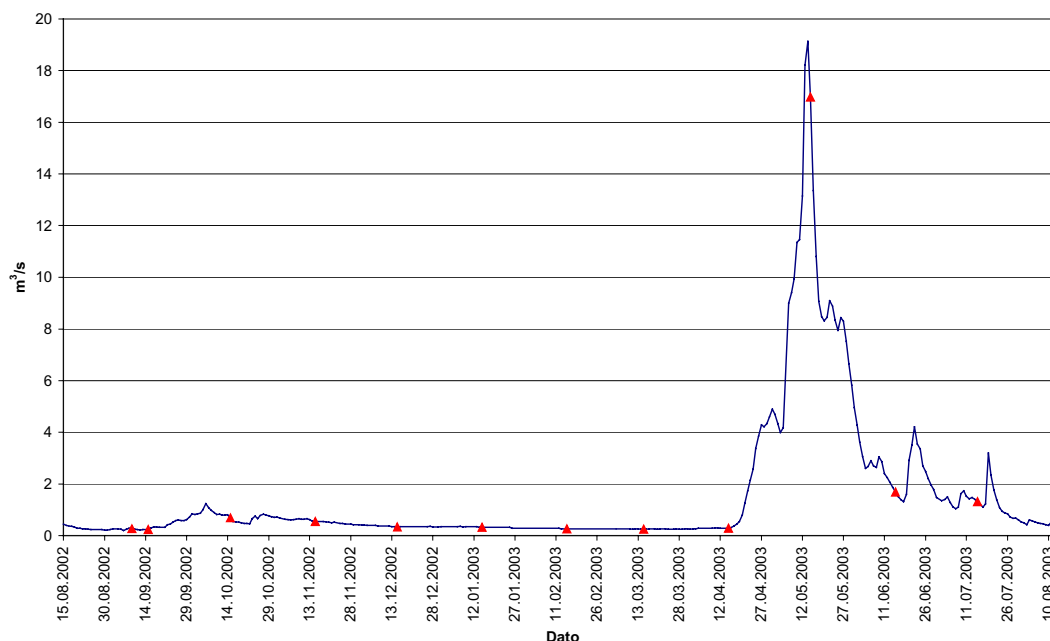


Figur 4. Døgnmiddelvannføringer ved måledammen i Prestbekken ved Storwartz gruve med markering av prøvetakingstidspunkter.

Vannføringen ved måleprofilen i Prestbekken nedenfor Storwartz gruve ble registrert hvert 10. minutt med logging av en timesmiddelverdi. Av timesverdiene er beregnet en døgnmiddelverdi. Figur 4 viser hvordan døgnmiddelvannføringene for observasjonsmaterialet varierte i måleperioden. På figuren er også vist prøvetakingstidspunktene. En ser at prøvetakingene ble foretatt under forskjellige vannføringer. De fleste prøvene ble tatt under vannføringer i området 1-15 l/s, mens to av prøvene ble

tatt ved vannføringer i området 200-300 l/s. Den siste prøvetakingen den 14.08.03 ble tatt under et vannføringsmaksimum da det inntraff et kraftig regnvær noen timer i forveien. Etter at frosten satte inn i begynnelsen av oktober 2002, avtok vannføringen raskt og var lav hele vinteren fram til snøsmeltingen startet i begynnelsen av april måned. Flomtoppen under vårflommen 2003 inntraff 13. mai. Utenom snøsmeltingsperioden viser materialet at vannføringen kan variere svært mye over korte tidsrom avhengig av nedbørforholdene, noe som er naturlig for slike nedbørfelt der løsmasseavsetningene er forholdsvis beskjedne.

Figur 5 viser døgnvannføringene i Hitterelva ved Djuphølen. I tabell 3 er samlet noen hydrologiske data for stasjonene i undersøkelsesprogrammet. Som i foregående undersøkelse har en beregnet vannføringene ved utløpet av Djupsjøen og i Hitterelva vha. en korreksjonsfaktor beregnet med bakgrunn i forskjellene i nedbørfeltens areal og vannføringsmålingene i Hitterelva ved Djuphølen.



Figur 5. Døgnmiddelvannføring i Hitterelva ved Djuphølen 15.08.02-15.08.03 med markering av tidspunkt for prøvetaking i vassdraget.

Tabell 3. Hydrologiske data for målestasjonene. Målte og beregnede døgnmiddelvannføringer, samt samlet avrenning i undersøkelsesperioden er gitt.

Stasjon	Nedbørfelt km ²	Korr. faktor, vannføring	Middel m ³ /s	Maks. m ³ /s	Min. m ³ /s	Avrenning m ³
Måledam Storz, målt		-	0,0306	0,375	0,00068	962728
Utløp Djupsjøen, beregnet	114,6	0,80	1,22	15,30	0,16	38732083
Djuphølen målt	143,2	1,00	1,53	19,13	0,20	48415104
Hitterelva, beregnet	156,4	1,09	1,67	20,85	0,22	52772463

4. Vannkvalitet

4.1 Analysemetodikk

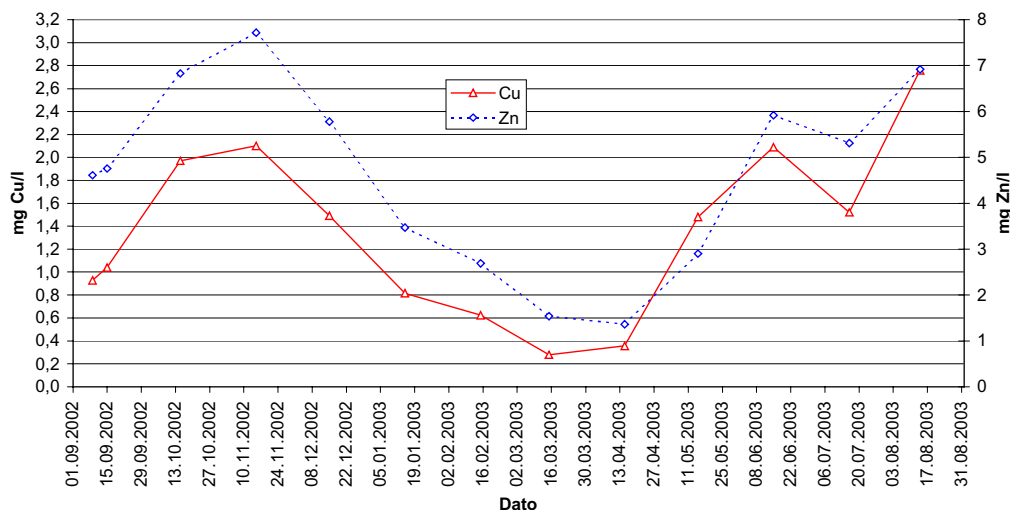
Ved valg av analyseprogram har en lagt mest vekt på parametre som beskriver utvaskingen av forvittringsprodukter fra gruveavfallet. Av slike komponenter er de viktigste sulfat, jern, kobber, sink, kadmium, nikkel, mangan, kobolt, kalsium, magnesium, aluminium og silisium. Når kismineralene forvittrer, frigjøres tungmetaller og sulfationer. Det sure vannet angriper også bergartsmineralene, og elementer som kalsium, magnesium, aluminium og silisium frigjøres. I tillegg til disse elementene har en også tatt med parametre som beskriver generell vannkvalitet som pH og konduktivitet. Metallanalyser og svovelanalyser er bestemt vha ICP-teknikk. Sulfatinnholdet er beregnet vha. svovelanalysen idet en erfaringsmessig vet at svovelet i disse prøvene i det vesentligste foreligger som sulfat. Metallene i vassdragsprøvene fra Hittervassdraget er analysert vha ICP-MS-teknikk som benytter massespektrometer som detektorsystem. Alle analysene er utført ved NIVA.

4.2 Resultater

Alle analyseresultatene for de tre rutinestasjonene er samlet i Vedlegg A bak i rapporten.

4.2.1 Måledam for samlet avrenning fra Storwartzfeltet

Resultatene for prøvene tatt ved overløpet av måledammen viser at vannet er sterkt surt med pH-verdier mellom 3,5 og 4 i måleperioden. Figur 6 viser hvordan kobber- og sinkkonsentrasjonene varierte i perioden. De høyeste konsentrasjonene ble påvist senhøstes og om sommeren når det er nedbør.



Figur 6. Kobber- og sinkkonsentrasjoner ved måledam for samlet avrenning fra Storwartz.

Tidligere har en hatt feltundersøkelser i området i 1978/79 (Arnesen et al, 1980), i 1990/91 (Arnesen et al, 1991), i 1992 (Iversen et al, 1992) og i 1994/1995 (Arnesen, 1996). I tabell 4 er det gjort en sammenstilling av middelværdier og standardavvik for noen viktige komponenter fra disse undersøkelsene.

Tabell 4. Middelerverdi og standardavvik for analysedata for samlet avrenning fra Storwartz ved måledam nedenfor gruvedområdet.

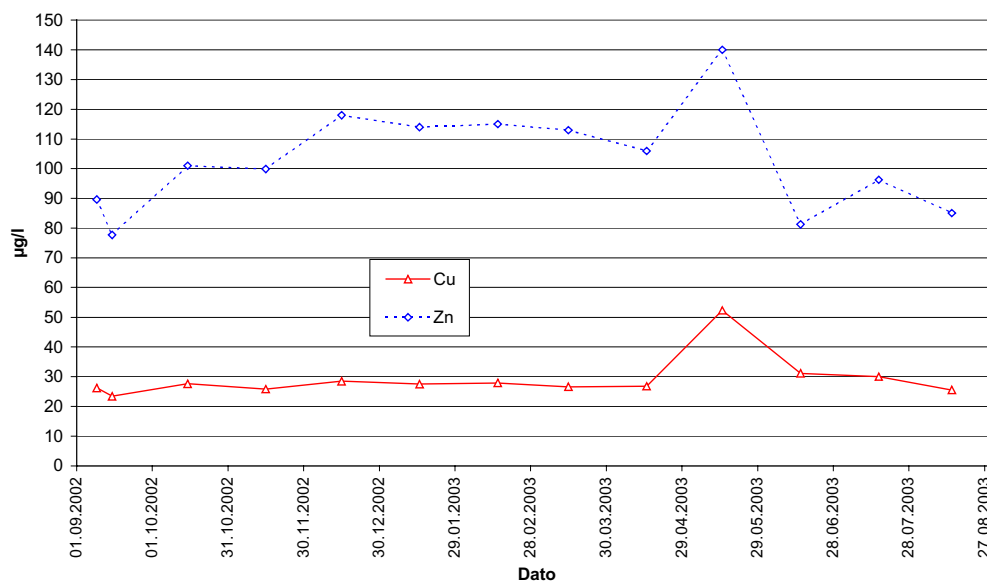
	pH	Kond. mS/m	SO ₄ mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd µg/l
1978/79							
Middel	3,94	59,3	248	25,6	2,06	7,97	12,3
Std.avvik	0,51	17,8	90	23,8	2,07	3,78	7,9
Antall obs	13	13	13	13	13	13	9
1990/91							
Middel	3,95	43,7	240	7,3	0,98	4,02	3,1
Std.avvik	0,36	14,2		2,3	0,35	0,99	3,9
Antall obs	17	17	1	17	17	17	9
1992							
Middel	3,59	62,2	321	10,1	1,95	8,24	
Std.avvik	0,17	8,9	61	4,9	0,49	0,586	
Antall obs	11	11	11	11	11	11	
1994/95							
Middel	3,46	75,4	331	11,0	1,4	5,3	9
Std.avvik	0,18	23,0	124	6,2	0,9	3,0	6
Antall obs	22	22	22	22	22	22	22
2002/2003							
Middel	3,47	84,5	403	10,07	1,38	4,60	8,7
Std.avvik	0,23	29,6	167	7,98	0,75	2,07	4,4
Antall obs	13	13	13	13	13	13	13

Undersøkelsene i 1991/92, 1994/95 og i 2002/03 har vært mest systematiske idet prøvetakingene har vært fordelt over et helt år. Resultatene tyder på at forurensningssituasjonen i området er forholdsvis stabil. De endringer som kan påvises, har trolig sin årsak i variasjoner i nedbør og klima. De to siste undersøkelsene er godt sammenliknbare idet begge har løpt over en periode på ett hydrologisk år med oppstart ca. 1.september. Resultatene vurderes som forholdsvis like. De avvik som kan påvises, kan ha sammenheng med antall observasjoner (lavere antall i 2002/2003 enn i 1994/1995) foruten nedbør og klima.

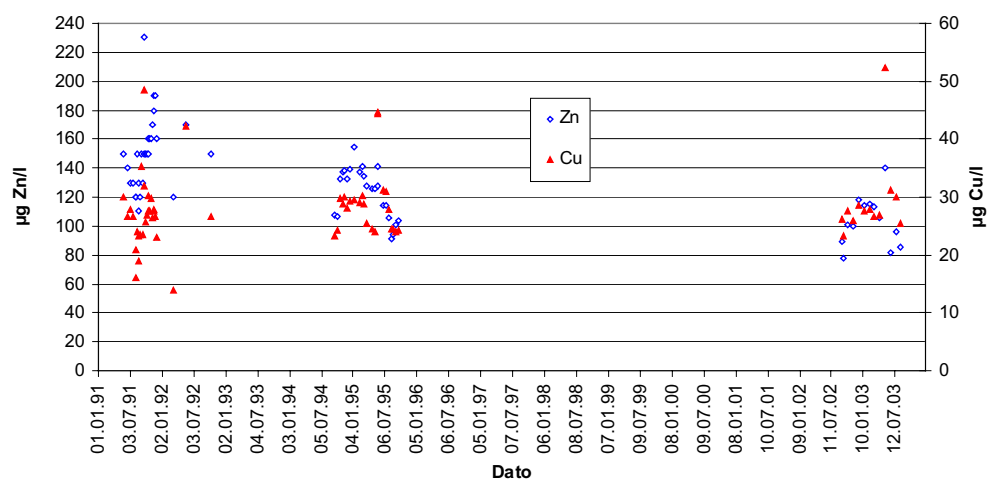
4.2.2 Hitterelva ved utløpet av Djupsjøen

Prestbekken fra Storwartz gruvedområde renner inn i Djupsjøen. Stasjonen ved utløpet av Djupsjøen fanger opp disse tilførselene samt tilførsler fra deponert avgang langs Prestbekken fra gruvedområdet og ned til Djupsjøen. Avgangen som er deponert i Djupsjøen bidrar også med forurensningstilførsler. Noen mindre tilførsler kommer også fra Stormyrbekken (Olavsgrove-området) som løper inn i Grunn-sjøen ovenfor Djupsjøen (Arnesen, 1996).

Resultatene viser at de sure tilførselene fra Storwartz ikke påvirker pH-verdien i Djupsjøen ved utløpet. pH-verdiene er stort sett over 7 i mesteparten av året. Figur 7 viser observasjonsmaterialet for kobber og sink i undersøkelsesperioden. Resultatene viser at bortsett fra under vårflommen, varierer kobber-konsentrasjonene forholdsvis lite i løpet av året. NIVA har analysedata tilbake til 1966 for stasjonen ved utløpet av Djupsjøen. Undersøkelsene var imidlertid lite systematiske før 1991 slik at det er vanskelig å gi materialet en statistisk behandling. I de tre periodene 1991/92, 1994/95 og 2002/03 er det mulig å sammenligne datamaterialet. Figur 8 viser observasjonsmaterialet for kobber og sink i perioden 1991-2003. Resultatene tyder på en stabil forurensningssituasjon i løpet av de siste 12 årene.



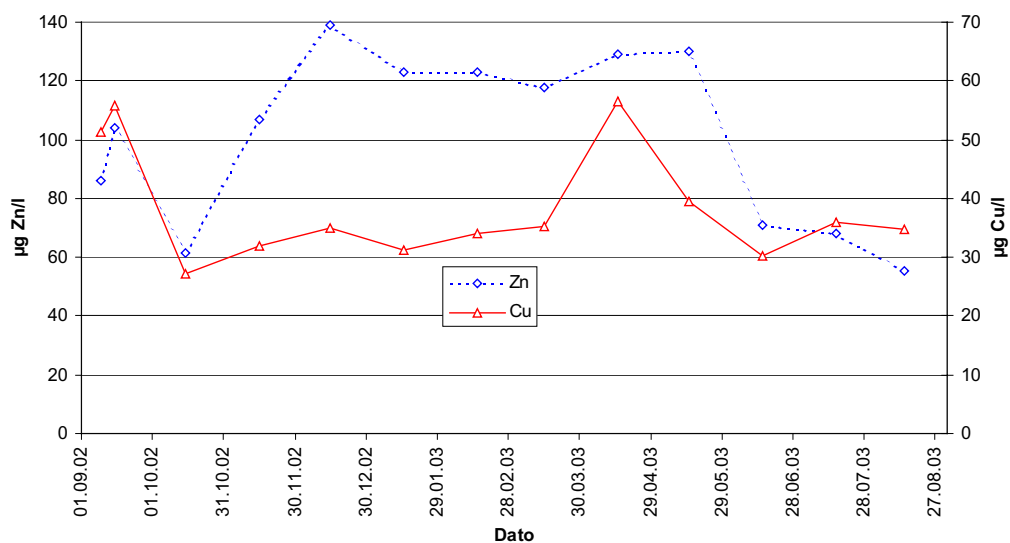
Figur 7. Kobber- og sinkkonsentrasjoner i Hitterelva ved utløpet av Djupsjøen 2002-2003.



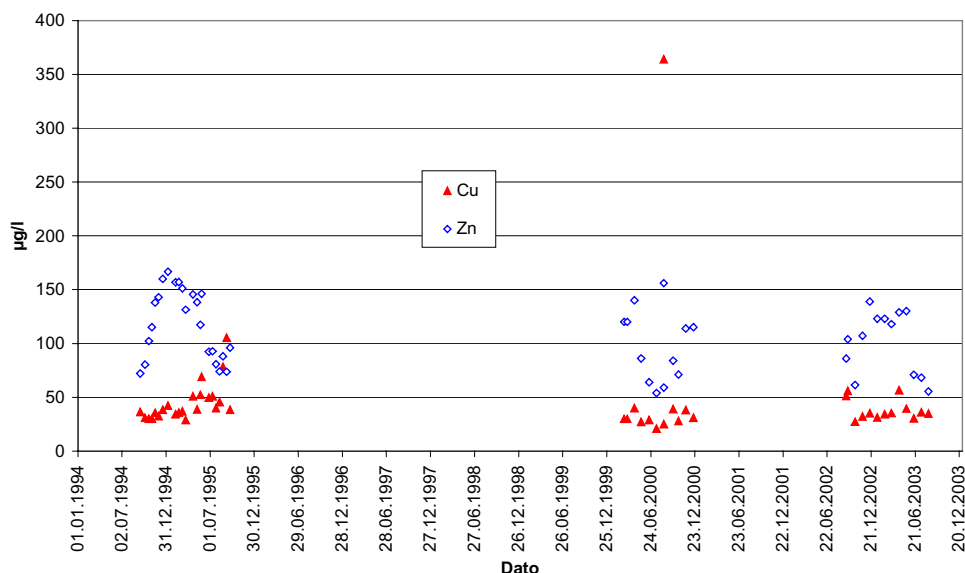
Figur 8. Kobber- og sinkobservasjoner i Hitterelva ved utløpet av Djupsjøen 1991-2003.

4.2.3 Hitterelva nedenfor Rørøs ved bru ved idrettsplassen

Stasjonen ble opprettet i forbindelse med undersøkelsene i 1994/95. NIVA har foretatt 3 sammenliknbare undersøkelser av situasjonen ved denne stasjonen. Den første var i 1994/95 og den andre i 1999/2000 (Iversen et al, 2000). Resultatene for denne stasjonen gir uttrykk for situasjonen etter tilførselene fra Rørøs by der avrenningen fra smeltehytteområdet antas å være største kilde. Figur 9 viser observasjonsmaterialet for kobber og sink for undersøkelsesperioden 2002/03. Kobberkonsentrasjonene er noe høyere ved denne stasjonen enn ved utløpet av Djupsjøen. Erfaringene fra prøvetakingene ved denne stasjonen viser at konsentrasjonene kan variere forholdsvis mye over kort tid. Dette skyldes trolig at grunnen smeltehytteområdet inneholder tungmetaller som er lett tilgjengelige for utvasking, noe som også fremgår av figur 10 som viser observasjonsmaterialet for kobber og sink for de tre undersøkelsesperiodene.



Figur 9. Kobber- og sinkobservasjoner i Hitterelva nedenfor Røros.



Figur 10. Observasjonsmaterialet for kobber og sink i Hitterelva nedenfor Røros i perioden 1994-2003.

4.2.4 Analyse av stikkprøver

Under befaringen den 9.09.2002 ble det tatt prøver av dreinsvann ved flere lokaliteter i gruveområdet. Samtidig ble også vannføringen målt. Analyseresultatene er samlet i tabell 11 i vedlegget bak.

Storwartz gruve er vannfylt. Det kan observeres gruvevann som kommer ut ved to lokaliteter. Gruvevannet som kommer ut av stollinngangen nedenfor Gamle Storwartz (kalt stollinngang i tabell 11, se figur 11) er sterkt surt og inneholder mer kobber og sink enn stasjonen for samlet avrenning (måledam). Gruvevannet som kommer opp ved siden av sjakten lenger ned mot oppredningsverket er fargeløst der det kommer ut (se figur 12). Med en pH-verdi på 6,6 oksideres det toverdige jernet raskt til treverdige. Vannet inneholder lite kobber. Prøven i nedre del av Prestbekken ble tatt for å vurdere betydningen av de avsatte avgangsmassene lang Prestbekken ned til Djupsjøen. Resultatene viser at

vannkvaliteten endrer seg forholdsvis lite på veien ned fra måledammen i gruveområdet og ned til utløpet i Djupsjøen.



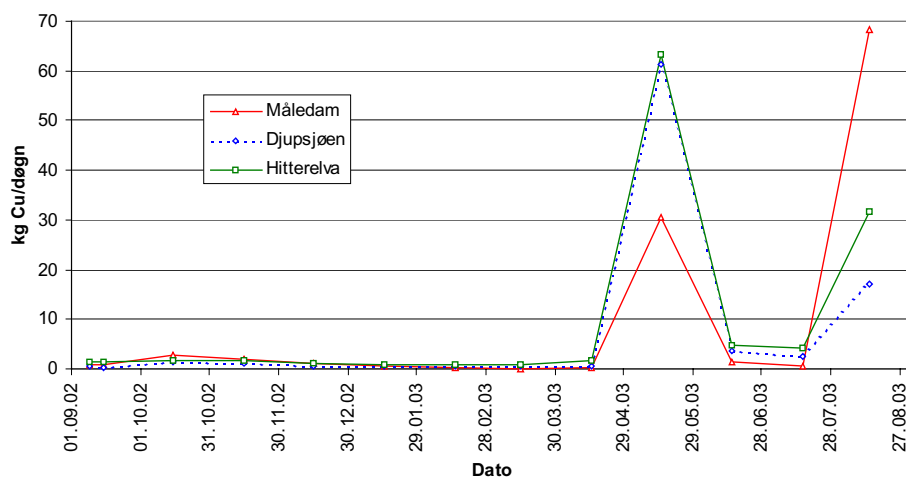
Figur 11. Gruvevann ved stoll nedenfor Gamle Storwartz.



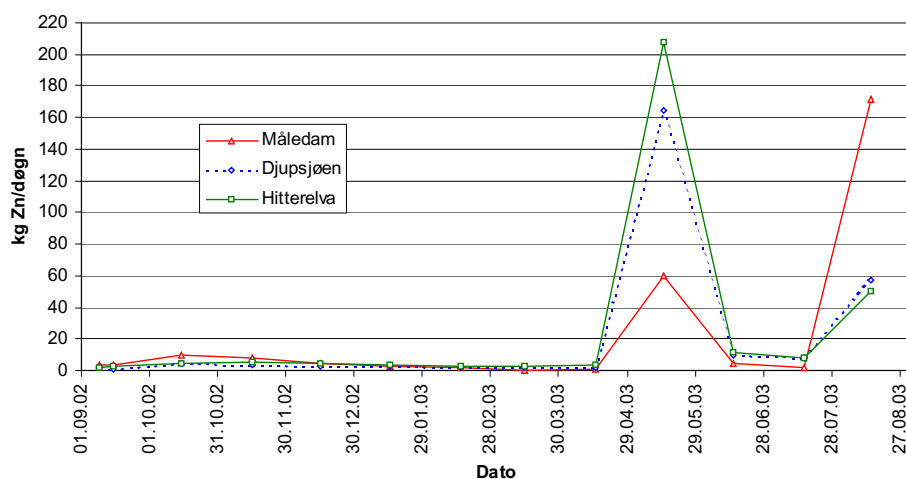
Figur 12. Gruvevann. Overløp fra Storwartz gruve ved sjakt.

5. Forurensningstransport

Beregning av forurensningstransport gir informasjon om hvilken betydning gruvefeltet har i forurensningssammenheng. Beregning av momentane transportverdier kan gi viktig informasjon om betydningen av de enkelte kilder. Figur 13 og figur 14 viser hvordan de momentane transportverdier for kobber og sink varierte i undersøkelsesperioden ved de tre stasjonene. Figurene viser tydelig at transporten var spesielt stor under vårfloppen og under en periode med mye nedbør i august 2003.



Figur 13. Momentane kobbertransportverdier ved de tre målestasjonene.



Figur 14. Momentane sinktransportverdier ved de tre målestasjonene.

Tilsynelatende var kobber- og sinktransporten høyest ved de to stasjonene i vassdraget under vårfloppen, mens i august 2003 var transporten høyest oppe ved måledammen i gruveområdet. Slike betraktninger er imidlertid svært usikre da undersøkelsesopplegget er for enkelt til å si noe om

varigheten til transportverdiene. Spesielt gjelder dette for måledammen og stasjonen i Hitterelva nedenfor Røros der en har erfaringer for at transporten kan variere svært mye i løpet av relativt korte tidsrom. Når en skal beregne årstransporten, er det derfor forbundet med stor usikkerhet å beregne denne vha arealet under transportkurven når en kun har 12 konsentrasjonsmålinger i løpet av ett år.

Når en ser på observasjonsmaterialet for kobber og sink og de kontinuerlige vannføringsmålingene, ser en at vannføringen varierer mye mer enn konsentrasjonene. Siden en har observasjoner også ved store vannføringer, kan det være riktigere å beregne årstransporten ved å multiplisere middelverdier for de enkelte analysevariable med årsavrenningen beregnet som sum av døgnmiddelavrenninger. I tabell 5 har en beregnet årstransporten for de tre målestasjonene etter denne fremgangsmåten.

Tabell 5. Årstransport ved stasjonene i undersøkelsesprogrammet i perioden 2002-2003.

Stasjon	Cu tonn/år	Zn tonn/år	Cd kg/år	Fe tonn/år	Pb kg/år	Ni kg/år	SO ₄ tonn/år
Måledam	1,3	4,4	8,4	9,7	34,7	16,4	388
Utløp Djupsjøen	1,1	4,0	7,1	4,5	18,0	127	282
Hitterelva	2,0	5,4	8,1	5,6	15,7	130	415

Beregningene tyder på at bidraget fra avgangen som er deponert nede i Djupsjøen er ubetydelig. Når det gjelder nikkel, har en ingen forklaring på at transporten ved de to nedre stasjonene er vesentlig høyere enn oppe i gruveområdet uten å gjennomføre mer detaljerte undersøkelser. Tilførsler av jern og bly fra gruveområdet sedimenterer for en stor del i Djupsjøen. Som ved foregående undersøkelse kan en påvise at tilførselen av spesielt kobber fra Røros by er merkbar.

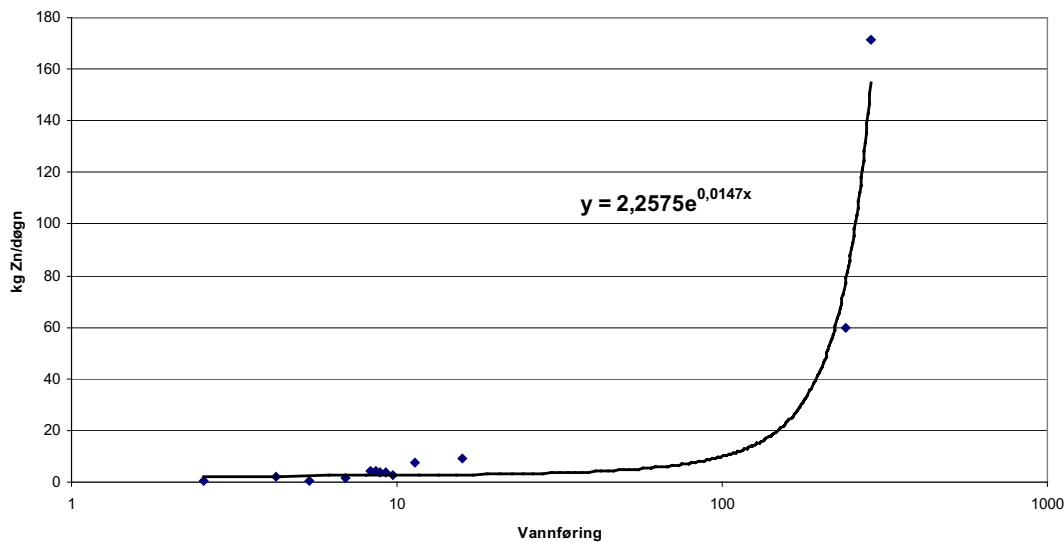
Transporten av kobber er en del lavere enn ved undersøkelsene i 1994/95. Dette kan ha sammenheng med at antall prøver denne gang er mindre. Av betydning er også det forhold at det falt lite nedbør i store deler av måleperioden. Forholdet understøttes ved at en har påvist tilsvarende nedgang i forurensningstransporten i samme måleperiode ved en annen gruve i regionen, i Folldal sentrum (Iversen, 2003). Her var årstransporten av kobber og sink ca. halvparten av et "normalår". For sammenligningens skyld er det i tabell 6 samlet beregnet årstransport ved de undersøkelse som NIVA har utført. Det er kun ved de to siste undersøkelsene at en har målt vannføringen kontinuerlig.

Tabell 6. Årstransport ved målestasjonen ved Storwartz gruve 1978-2003.

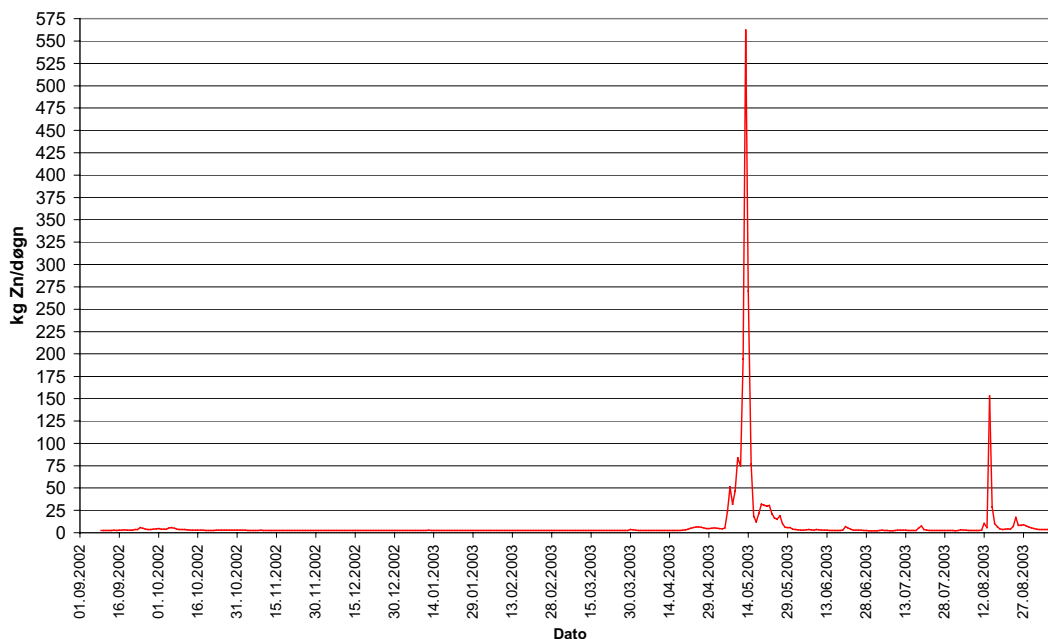
År	Cu tonn/år	Zn tonn/år	Cd kg/år	Fe tonn/år	SO ₄ tonn/år
1978/79	1,6	7,2	11,4	12,4	155
1990/91	1,8	6,7	4,0	9,2	
1992	2,2	9,1		11,0	322
1994/1995	1,9	4,2	8,7		147
2002/2003	1,3	4,4	8,4	9,7	388

En annen måte å gjennomføre en transportberegning på kan være å se mer på sammenhengen mellom vannføring og lett bevegelige komponenter som sink eller sulfat. Figur 15 viser momentane transportverdier for sink som en funksjon av vannføringen på prøvetakingsstidspunktene. Regnearket har beregnet at sinktransporten kan uttrykkes som en eksponentialfunksjon. Dersom man benytter funksjonen på figuren for beregning av sinktransport, kan døgntransporten av sink beregnes vha. døgnmiddelverdiene for vannføring. Figur 16 viser beregnet døgntransport av sink i undersøkelsesperioden. Figuren viser at mesteparten av sinktransporten i måleperioden foregikk under vårflommen i mai måned og under en periode med mye nedbør i august 2003. Dersom en summerer alle døgntransportverdiene, blir årstransporten for sink 2,9 tonn i undersøkelsesperioden. En tilsvarende beregning for kobber gir en årstransport på 1,1 tonn/år. Dette er noe mindre enn beregnet i tabell 6. Selv om det også er usikkerheter i forbindelse med denne måten å beregne årstransporten på, vurderes 2,9 tonn Zn/år og

1,1 tonn Cu/år å være nærmere sann verdi. Som nevnt foran understøttes denne vurderingen av tilsvarende feltobservasjoner som er gjort i samme periode ved Folldal Verk der transporten i samme periode var betydelig lavere enn normalt pga lite nedbør.



Figur 15. Momentan sinktransport som en funksjon av vannføringen i 2002/2003.



Figur 16. Beregnet døgntransport av sink i 2002-2003.

Den største usikkerheten ved beregningene i figur 16 er det forhold at kalibreringen av den benyttede formelen burde ha vært bedre ved store vannføringer.

Transportberegningene viser at materialtransporten fra Stortvartz gruveområde er i det vesleste bestemt av nedbør og klima. Det forhold at det er en klar sammenheng mellom vannføring og transport tyder på at det lagres store mengder forvitningsprodukter i nedbørfeltet i tørre perioder og

som er lett tilgjengelig for utvasking når nedbøren kommer. Da det er forholdsvis lite løsmasser i nedbørfeltet, øker også forurensningstransporten raskt når nedbøren kommer.

Det er vanskelig å vurdere kildene i forhold til hverandre. Det antas imidlertid at den delen av avgangen som er deponert over grunnvannspeilet, er største forurensningskilde i gruveområdet. Som nevnt i avsnitt 4.2.4, ble det tatt stikkprøver ved flere lokaliteter i gruveområdet under en av befaringsene til området. Vannføringen ble også målt. I tabell 7 er det beregnet momentane transportverdier for noen viktige komponenter på prøvetakingstidspunktet.

Tabell 7. Momentane transportverdier den 09.09.2002.

Stasjon	Vannf	SO₄	Cu	Fe	Cd	Zn
	l/s	kg/d	kg/d	kg/d	g/d	kg/d
Måledam	7,10	235	0,57	1,74	4,66	5,69
Prestbekken nedre del	8,72	268	0,98	0,84	5,73	3,59
Gruvevann Storwartz	0,75	8,4	0,002	0,12	0,06	0,14
Stollinngang Storwartz	0,50	14,7	0,12	0,23	1,66	1,50

Resultatene tyder på at tilførslene fra de avgangsmassene som ligger langs Prestbekken fra øvre dam og ned til innløpet i Djupsjøen betyr forholdsvis lite for samlet materialtransport fra området. Gruvevannet (se figur 12) betyr også lite for samlet transport. Gruvevannet som kommer ut av stollinngangen til Gamle Storwartz (se figur 11) synes å bety noe for for samlet transport i tørre perioder som den 09.09.2002. Kilden burde ha vært kartlagt nærmere. Det at det rant forholdsvis mye vann ut av stollen i en tørr periode, kan skyldes at det ligger is inne i gruva. Avrenningen fra Hestkletten gruve er undersøkt tidligere over en tremåneders periode i august-oktober 1992 (Iversen, 1992). Det ble da funnet at transporten av kobber og sink utgjorde henholdsvis 15 og 13 % av samlet avrenning ved måledammen. Siden mesteparten av årstransporten fra området normalt synes å foregå i mai måned, kunne en intensivundersøkelse ved flere stasjoner samtidig i mai måned gitt bedre kildeinformasjon.

6. Samlet vurdering

Undersøkelsene som NIVA har utført i Storwartz-feltet tyder på at vannkvaliteten ikke har endret seg vesentlig i løpet av de siste 25 år. De tre hovedkilder for tungmetallforurensningen av Hittervassdraget er :

- Avrenning fra Storwartz gruveområde, fordelt på flere kilder
- Tilførsler fra deponert avgang langs Prestbekken og i Djupsjøen
- Tilførsler fra Røros by der smeltehytteområdet er viktigste kilde

Avrenningen fra selve gruveområdet er viktigste forurensningskilde i feltet. I dette området er det flere kilder. I den foreliggende undersøkelsen har en ikke gått nærmere inn på å vurdere de enkelte kildene. Dette er delvis utført tidligere, men bør gjøres samtidig som en intensivundersøkelse i mai måned dersom en ønsker et bedre forurensningsbudsjett for området. Avfall i dagen og gruverommene produserer en sterkt sur avrenning som påvirker hele vassdragsstrekningen ned til Glåma. I Hittervassdraget ved utløpet av Djupsjøen ligger kobberkonsentrasjonene fortsatt omkring 30 µg/l. Konsentrasjonene øker en del nedenfor Røros som følge av tilførsler fra Røros by der smeltehytteområdet antas å være viktigste kilde.

I de periodene NIVA har foretatt undersøkelser i området, har en forsøkt å anslå størrelsen på forurensningstransporten og å knytte den til de viktigste kildene. Dette har vist seg å være en vanskelig oppgave idet kildene er mange og spredt over et stort område. En antar at en av de viktigste kildene er avgangen som er deponert mellom Hestkletten gruve og avgangsdammen. Her ligger mye avfall tørt og utsatt for forvitring. Det finnes fortsatt en del bergvelter i området som produserer sur avrenning selv om mye veltegoods ble oppredet i sin tid. En må også regne med at det fortsatt er tungmetalltilførsler fra grunnen der veltene i sin tid lå. Storwartz gruve er delvis vannfylt. To overløp er synlige. Gruvevannet har en viss betydning i tørt vær med betyr trolig lite for forurensningsbudsjettet på årsbasis. Det samme kan sies om gruvevannet fra Hestkletten som er undersøkt tidligere. Dette vannet passerer dessuten gjennom avgangen og forsvinner delvis i grunnen i peroder av året.

De to siste undersøkelsene er de mest pålitelige. Undersøkelsene viser at tungmetalltransporten varierer svært mye avhengig av nedbør og klima. Transporten av kobber og sink anslås å ligge i området 1-2 tonn kobber/år og 3-9 tonn sink/år. I perioden 2002/2003 var transporten forholdsvis liten. Transporten varierer svært mye i løpet av året. Størstedelen av avrenningen av forvitningsprodukter foregår under vårfloppen, som vanligvis inntreffer i mai måned. Dersom det er viktig å føre kontroll med forurensningstransporten, har dette stor betydning for undersøkelsesopplegget. Trolig vil en intensivundersøkelse i mai måned med daglig prøvetaking og kontinuerlig vannføringsmåling gi bedre informasjon enn det opplegget som ble benyttet i den foreliggende undersøkelse. Enda bedre data oppnås med mengdeproporsjonal prøvetaking eller ved å bruke moderne utstyr som tungmetallmonitor i denne perioden.

Undersøkelsen gir dårlig informasjon om den betydning den deponerte avgang i Djupsjøen har for forurensningstilførslene. Mye tyder på at den avgangen som ligger igjen langs Prestbekken betyr forholdsvis lite. I Djupsjøen sedimenterer deler av tungmetalltilførslene, spesielt jern, bly og deler av kobbertilførslene, samtidig som det pågår en utvasking av forvitningsprodukter fra den delen av avgangen som ligger over grunnvannspeilet. Det pågår også en utveksling av tungmetaller fra den delen av avgangen som ligger deponert under vann i Djupsjøen. Dette er kompliserte prosesser som krever spesielle undersøkelser dersom det er ønskelig å finne ut mer om betydningen av dette deponiet. Mye tyder imidlertid på at denne kilden er av mindre betydning for den fysisk/kjemiske vannkvaliteten i vassdraget enn de øvrige kildene.

Betydningen av tilførslene fra Røros by er beregnet indirekte vha vannføringsmålinger i Hitterelva ved Djuphølen, og som differansen mellom beregnet transport ved utløpet av Djupsjøen og i Hitterelva nedstrøms Røros. Beregningene er svært usikre og må bare brukes for å gi informasjon om hvilken størrelsesorden det dreier seg om. Som for deponiet i Djupsjøen er det nødvendig med spesialundersøkelser for å oppnå mer pålitelige tall for avrenningen fra Røros by. De erfaringene som foreligger fra to undersøkelsesperioder, tyder på at tilførslene fra området kan variere svært mye over korte tidsrom, avhengig av nedbørforholdene. Bruk av moderne utstyr som tungmetallmonitor kan trolig være et godt alternativ for å kartlegge forholdene bedre dersom dette er ønskelig. Det datamaterialet en har tyder på at tilførslene av kobber fra Røros by til Hitterelva ligger i området 1-2 tonn kobber/år. Her antar en at grunnen ved smeltehytta er viktigste forurensningskilde.

7. Litteratur

Arnesen, R.T. og Tjomsland, T., 1980. Røros Kobberverk. Vannforurensning fra gruver. NIVA-rapport O-78050. L.nr. 1206, juni 1980. 45 s.

Iversen, E.R. og Johannessen, M., 1985. Undersøkelse av avgangsdeponier i Røros-området, Djupsjøen og Orvsjøen. NIVA-rapport O-84077, L.nr. 1704, februar 1985.

Arnesen, R.T., Iversen, E.R. og Hals, B., 1990. Undersøkelser i Storwartz-området ved Røros 1990. NIVA-rapport O-90191, L.nr. 2552. Oslo, 12. Desember 1990. 36 s.

Arnesen, R.T. og Iversen, E.R., 1991. Supplerende undersøkelser i Storwartz-området ved Røros, 1991. NIVA-notat O-91071. Oslo 27.juni 1991. 6 s.

Iversen, E.R. og Arnesen, R.T., 1992. Forurensningstransport fra Hestkletten gruve. NIVA-rapport O-92124. L.nr. 2835. Desember 1992.

Arnesen, R.T., 1996. Storwartz-prosjektet. Dokumentasjon av gruedriftens påvirkning av miljøet. Del I: Vannkjemiske undersøkelser. NIVA-rapport O-94196. L.nr. 3476-96. 36 s.

Iversen, E.R. og Arnesen, R.T., 2001. Undersøkelse av forurensningssituasjonen i øvre Glåma. NIVA-rapport O-20074. L.nr. 4389-2001. 35 s.

Iversen, E.R., 2003. Avrenning fra Folldal Verk, Folldal sentrum. NIVA-rapport O-21709 og 21265., L.nr. 4734-2003. 38 s.

Vedlegg A. Analyseresultater

Tabell 8. Analyseresultater. Måledam for samlet avrenning fra Storwartzfeltet.

Prøve tatt	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Al mg/l	Ca mg/l	Cd mg/l	Co mg/l	Cu mg/l	Fe mg/l	Mg mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	Vannf l/s
09.09.02	3,41	86,6	383,2	3,09	85,6	0,0076	0,021	0,928	2,84	27,1	2,00	0,017	0,048	5,68	4,61	9,27
15.09.02	3,29	90,3	401,2	3,49	81,3	0,0080	0,022	1,04	3,26	28,1	2,00	0,018	0,058	5,66	4,76	8,93
15.10.02	3,40	81,3	368,3	4,26	72,0	0,0140	0,039	1,97	7,45	25,5	1,78	0,025	0,041	5,10	6,83	15,91
15.11.02	3,40	101,0	464,1	4,46	94,9	0,0150	0,040	2,10	9,18	32,8	2,36	0,030	0,041	5,45	7,72	11,41
15.12.02	3,32	114,0	577,8	3,75	116,0	0,0100	0,030	1,49	18,9	40,6	2,86	0,021	0,043	5,83	5,78	8,64
15.01.03	3,24	117,0	583,8	2,56	117,0	0,0063	0,019	0,816	28,8	41,2	2,76	0,014	0,030	4,84	3,47	9,71
15.02.03	3,27	112,0	565,9	2,23	118,0	0,0044	0,015	0,623	18,6	39,9	2,78	0,010	0,020	4,87	2,69	6,94
15.03.03	4,03	103,0	574,9	1,02	148,0	0,0022	0,009	0,279	6,11	39,9	3,45	0,009	0,010	5,33	1,54	2,55
15.04.03	3,30	106,0	518,0	1,51	105,0	0,0020	0,009	0,356	11,2	36,4	2,52	0,009	0,020	4,19	1,36	5,39
15.05.03	3,80	20,7	71,9	1,17	11,0	0,0067	0,019	1,48	6,98	3,57	0,321	0,010	<0,01	1,49	2,90	239,7
15.06.03	3,57	55,1	229,3	2,87	44,9	0,0120	0,031	2,09	3,44	14,6	1,16	0,019	0,045	3,35	5,92	8,26
16.07.03	3,38	68,0	289,8	2,81	56,9	0,0100	0,027	1,52	2,31	19,7	1,39	0,019	0,043	3,88	5,31	4,23
14.08.03	3,63	45,4	191,0	3,88	32,9	0,0140	0,032	2,76	4,65	11,9	0,91	0,022	0,048	3,91	6,92	286,7
Aritm.middel	3,47	84,5	403,0	2,83	83,2	0,0087	0,024	1,377	10,07	27,85	2,02	0,017	0,036	4,49	4,60	50,70
Maks.verdi	4,03	117,0	583,8	4,46	148,0	0,0150	0,040	2,76	28,80	41,20	3,45	0,030	0,058	5,83	7,72	286,70
Min.verdi	3,24	20,7	71,9	1,02	11,0	0,0020	0,009	0,279	2,31	3,57	0,32	0,009	0,010	1,49	1,36	2,55

Tabell 9. Analyseresultater. Utløp Djupsjøen.

Prøve tatt	pH	Kond mS/m	SO₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	As µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l
09.09.02	7,34	6,12	7,15	7,22	2,17	0,10	0,16	0,076	0,87	26,2	88	10,6	2,67	0,555	89,6
15.09.02	7,20	6,12	6,54	7,52	2,26	0,10	0,14	0,092	0,66	23,4	100	14,6	2,43	0,337	77,7
15.10.02	7,17	6,32	7,45	7,91	2,33	0,20	0,17	0,130	0,42	27,6	120	10,3	2,67	0,574	101,0
15.11.02	7,31	6,42	8,25	8,39	2,46	0,20	0,17	0,066	0,86	25,8	61	3,36	2,60	0,428	99,9
15.12.02	7,38	6,78	7,93	8,91	2,66	0,10	0,19	0,077	1,00	28,5	79	4,34	2,99	0,512	118,0
15.01.03	7,17	6,88	7,57	9,34	2,73	0,10	0,20	0,097	1,20	27,5	89	8,34	2,93	0,490	114,0
15.02.03	6,86	8,26	7,78	8,96	2,64	0,21	0,20	0,067	0,64	27,9	77	5,11	3,00	0,443	115,0
15.03.03	7,48	6,80	7,62	9,43	2,74	0,20	0,18	0,066	0,50	26,6	87	6,63	8,80	0,404	113,0
15.04.03	7,32	6,99	7,17	9,58	2,90	0,10	0,18	0,100	0,90	26,8	110	12,3	3,27	0,334	106,0
15.05.03	7,02	5,82	7,07	6,62	1,88	0,10	0,26	0,520	0,93	52,3	260	22,7	2,68	0,718	140,0
15.06.03	7,40	5,68	6,84	6,96	2,12	0,10	0,17	0,216	1,10	31,1	190	14,3	2,70	0,410	81,3
16.07.03	7,30	5,68	6,82	6,97	2,14	0,20	0,19	0,200	0,68	30,0	130	16,1	2,85	0,547	96,3
14.08.03	7,40	5,60	6,27	7,10	2,11	0,10	0,16	0,110	0,79	25,5	99	13,0	2,47	0,368	85,1
Aritm.middel	7,25	6,45	7,28	8,14	2,41	0,14	0,18	0,145	0,81	29,4	117	10,9	3,28	0,464	103,9
Maks.verdi	7,48	8,26	8,25	9,58	2,90	0,21	0,26	0,520	1,20	52,3	260	22,7	8,80	0,718	140,0
Min.verdi	6,86	5,60	6,27	6,62	1,88	0,10	0,14	0,066	0,42	23,4	61	3,36	2,43	0,334	77,7

Tabell 10. Analyseresultater. Hitterelva ved bru ved idrettsplassen.

Prøve tatt	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	As µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l
09.09.02	7,34	11,7	9,08	13,5	2,79	0,10	0,15	0,571	0,30	51,2	62	48,3	3,26	0,075	85,9
15.09.02	7,30	10,0	9,36	13,0	3,06	0,09	0,19	0,395	0,97	55,9	40	41,7	2,67	0,056	104,0
15.10.02	7,25	7,54	6,22	10,1	2,47	0,10	0,11	0,160	0,36	27,3	70	16,4	1,80	0,110	61,4
15.11.02	7,51	8,14	8,77	10,7	2,75	0,10	0,15	0,098	1,10	32,0	85	10,2	2,47	0,242	107,0
15.12.02	7,58	8,76	8,92	11,8	3,03	0,10	0,18	0,180	1,10	35,1	85	18,6	2,74	0,246	139,0
15.01.03	7,39	8,87	8,41	12,2	3,12	0,10	0,17	0,150	1,20	31,3	95	12,8	2,77	0,309	123,0
15.02.03	7,31	9,05	8,83	12,9	3,10	0,20	0,17	0,160	0,71	34,1	120	16,1	2,95	0,256	123,0
15.03.03	7,68	10,4	10,00	14,4	3,52	0,10	0,17	0,170	<1	35,3	100	15,3	2,72	0,235	118,0
15.04.03	7,64	9,65	9,26	14,9	3,43	0,10	0,18	0,355	0,94	56,6	150	20,5	3,05	0,376	129,0
15.05.03	7,19	5,57	6,19	6,69	1,88	0,10	0,18	0,264	0,95	39,5	190	15,8	2,66	0,541	130,0
15.06.03	7,54	6,05	6,49	8,64	2,09	0,10	0,11	0,120	0,95	30,3	84	11,5	2,09	0,211	70,9
16.07.03	7,41	6,54	6,52	8,3	2,11	0,10	0,12	0,170	0,69	36,0	76	14,7	1,90	0,274	68,1
14.08.03	7,51	6,01	5,39	7,84	2,08	0,10	0,12	0,379	0,91	34,8	180	42,4	1,70	0,709	55,5
Aritm.middel	7,44	8,05	7,86	10,96	2,72	0,11	0,15	0,217	0,90	37,4	106	19,7	2,46	0,297	102,4
Maks.verdi	7,68	11,70	10,00	14,90	3,52	0,20	0,19	0,571	1,20	56,6	190	48,3	3,26	0,709	139,0
Min.verdi	7,19	5,57	5,39	6,69	1,88	0,09	0,11	0,098	0,30	27,3	40	10,2	1,70	0,056	55,5

Tabell 11. Analyseresultater. Stikkprøver tatt under befaring den 09.09.2002.

Prøvested	pH	Kond mS/m	SO₄ mg/l	Al mg/l	Ca mg/l	Cd mg/l	Co mg/l	Cu mg/l	Fe mg/l	Mg mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	Vannf l/s
Måledam Storwartz	3,41	86,6	383,2	3,09	85,6	0,0076	0,021	0,928	2,84	27,1	2,00	0,017	0,048	4,61	9,27	7,10
Prestbekken, nedre del	3,56	76,5	356,3	5,07	75,4	0,0076	0,028	1,30	1,12	25,5	2,13	0,022	0,074	8,49	4,77	8,72
Gruvevann Storwartz	6,58	38,5	129,6	0,03	53,9	0,0010	0,005	0,034	1,89	10,3	1,40	0,006	<0,01	3,15	2,22	0,75
Stoll inngang Storwartz	3,78	67,0	341,3	10,7	48,8	0,0384	0,040	2,71	5,22	19,1	1,76	0,049	0,33	10,1	34,8	0,50