

# Oppfølgende undersøkelser etter vannfylling av Joma gruve

Fysisk/kjemiske undersøkelser i  
perioden 1999-2006. Sluttrapport



*Foto: Grethe Braastad, SFT, 1996*

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 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  
5817 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 73 54 63 85 / 86  
Telefax (47) 54 63 87

Tittel Oppfølgende undersøkelser etter vannfylling av Joma gruve Fysisk/kjemiske undersøkelser i perioden 1999-2006 Sluttrapport	Løpenr. (for bestilling) 5297-2006	Dato 31.10.2006
	Prosjektnr. Undernr. O-99215	Sider 29
Forfatter(e)  Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område Nord-Trøndelag	Trykket 2006

Oppdragsgiver(e) Norsulfid AS	Oppdragsreferanse
----------------------------------	-------------------

**Sammendrag**

Vannfyllingen av Joma gruve våren 1999 førte til en uforutsett støtbelastning av overløpsvann på vassdraget nedenfor som følge av at overløpet skjedde gjennom en av stigortene som hadde et overløpsnivå lavere enn angitt på tegninger. I tiden etter er forskjellige tiltak gjennomført for å stabilisere situasjonen. De siste tiltakene ble avsluttet i november 2004. All kommunikasjon mellom dagbruddet og Orelva er nå stengt. Drensvannet fra dagbruddsområdet går nå hovedsakelig gjennom stigort 4 som har avløp til bekk som fører til Orelva. Viktigste metall i avrenningen er sink. Støtbelastningen av sink på vassdraget var betydelig under flomperiodene. Siste tiltak har redusert faren for støtbelastning ved at Orelva ikke lenger trenger inn i dagbruddet. Kalsium- og sulfatkonsentrasjonene i drensvannet har økt noe i perioden 1999-2006, mens metallkonsentrasjonene har endret seg lite i perioden. Vannkvaliteteten er som forventet fra en vannfylt kisgruve. pH-verdien er svakt alkalisk og omkring 7,2. Metallnivåene vil neppe endre seg vesentlig i årene framover. Siden overløpsvannet fra stigort 4 kommer fra et område lenger ned i gruva der vannkvaliteten er stabil, vil den årlige metalltransporten fra den vannfylte gruva være avhengig av hvor stort tilsiget til gruva er til enhver tid.

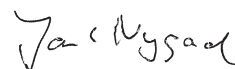
Fire norske emneord 1. Kisgruve 2. Gruvevann 3. Vannfylling 4. Joma gruve	Fire engelske emneord 1. Pyrite mining 2. Acid Rock Drainage 3. Flooding 4. Joma mine, Norway
---	---



Eigil Rune Iversen  
Prosjektleder



Helge Liltved  
Forskningsleder



Jarle Nygaard  
Fag- og markedsdirektør

O-99215

**Oppfølgende undersøkelser etter vannfylling av  
Joma gruve**

Fysisk/kjemiske undersøkelser i perioden 1999-2006

Sluttrapport

## Forord

Joma gruve ble fylt med vann fra Orelva våren 1999. Da gruva ved høy vannstand i dagbruddet fikk overløp gjennom en av stigortene, stigort 4, førte dette til en økt tungmetallbelastning på Orvatn og Orvasselva. Etter at forskjellige tiltak er gjennomført for å stabilisere situasjonen, ble et utvidet overvåkingsprogram ble igangsatt etter pålegg fra Statens forurensningstilsyn. Programmet for feltundersøkelsene ble avsluttet i september 2006

De biologiske feltundersøkelsene ble avsluttet og rapportert i 2005. Denne rapporten beskriver resultatene fra de fysisk/kjemiske undersøkelsene i perioden 1999-2006. De fysisk/kjemiske feltundersøkelsene er utført av Tom Chr. Mortensen og Eigil Rune Iversen, NIVA.

Vi vil takke Anders Selliås og Arve Finvold, Røyrvik, for all assistanse i forbindelse med den rutinemessige innsamling av vannføringsdata og vannprøver i gruveområdet og i vassdraget.

Denne rapporten markerer også slutten på det mangeårige samarbeidet som Norsk institutt for vannforskning har hatt med gruveselskapet Grong Gruber AS og senere Norsulfid AS. Vi vil derfor til slutt takke Norsulfid AS for samarbeidet gjennom nesten 40 år. Erfaringene fra dette samarbeidet har i stor grad bidratt til å gi oss den kunnskap vi har bygget opp om hva bruk av vann som tiltak mot tungmetallutløsning fra sulfidmineraler innebærer.

Oslo, 31. oktober 2006

*Eigil Rune Iversen*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Fysisk-kjemiske undersøkelser</b>	<b>8</b>
2.1 Gjennomførte tiltak	8
2.2 Hydrologi og klima	9
2.3 Fysisk/kjemisk vannkvalitet	11
2.3.1 Prøvetakingsstasjoner	11
2.3.2 Analyseprogram	11
2.3.3 Resultater fra stasjoner i dagbruddsområdet	11
2.3.4 Orvatn og Orvasselva	15
2.3.5 Huddingselva	17
2.4 Forurensningstransport	19
2.4.1 Transport fra dagbruddsområdet	19
2.4.2 Transport i Huddingselva	20
<b>3. Konklusjoner</b>	<b>22</b>
<b>4. Referanser</b>	<b>23</b>
<b>Vedlegg A. Analyseresultater</b>	<b>24</b>

---

## Sammendrag

Det er gjennomført en kartlegging av forurensningstilførsler fra dagbruddsområdet ved Joma gruve etter at gruva ble vannfylt og en fikk overløp til Orvassdraget i juli 1999. Undersøkelsene omfatter dreinsvann fra dagbruddet og virkninger på vassdragsstrekningen fra dagbruddet til Orvatn, Orvasselva og ned til Huddingselva. Det ble gjennomført stabiliserende tiltak i perioden 2001-2004. Denne rapporten er en sluttrapport som gir en beskrivelse av forurensningssituasjonen mht fysisk/kjemiske forhold fram til avslutning av programmet i september 2006. Den biologiske delen av programmet ble avsluttet med befaring og prøvetaking i august måned 2005. Resultatene fra disse undersøkelsene ble rapportert i desember 2005. Undersøkelsene er foretatt etter pålegg fra Statens forurensningstilsyn.

I perioden etter at gruva fikk overløp har det vært to større støtutslipp av gruvevann til vassdraget. Det første skjedde da gruva fikk overløp i slutten av juli 1999. Det andre skjedde under vårfloppen 2000. Årsakene til de uforutsatte utslippene hadde sammenheng med at nivået på betongoverbygget på stigort 4 var lavere enn antatt. Dette medførte at vann som etter vannfyllingsplanen strømmet inn i dagbruddet også strømmet gjennom en del av gruva og vasket med seg moderat forurenset vann. I støtutslippene var sink viktigste metall.

Selv om metallkonsentrasjonene i dreinsvannet fra dagbruddområdet er relativt moderate, har utslippene likevel ført til merkbart høyere metallkonsentrasjoner i vassdraget, spesielt når det gjelder sink. Det første støtutslippet var trolig det største. Etter dette utslippet ble det målt forholdsvis høye metallkonsentrasjoner i Orvasselva. Etter siste tiltak har vannkvaliteten til samlet dreinsvann stabilisert seg som følge av at dagbruddet ikke lenger mottar uforurenset fortynningsvann fra Orelva.

I perioden 2001-2004 ble det arbeidet med forskjellige tiltak for å begrense tilførslene av vann fra Orelva under flom, samt å studere hvordan tiltakene virket. Høsten 2004 ble situasjonen vurdert slik at man fant det gunstigst å stenge den direkte kommunikasjonen med Orelva fullstendig. All avrenning fra dagbruddet og øvre deler av gruva skjer nå stort sett gjennom stigort 4 der overløpsarrangementet ble forbedret høsten 2004. Lekkasje rundt betongproppen i rampen og ved stigort 5 er av mindre betydning. Tiltakene har ført til at det nå går mindre mengder dreinsvann fra dagbruddet til Orelva ved at det ikke lenger trenger inn flomvann fra Orelva. Siden vannkvaliteten har endret seg forholdsvis lite mht til metallnivåer, innebærer dette at metallbelastningen på vassdraget har avtatt noe. Forurensningstransporten fra gruva vil imidlertid fortsatt variere betydelig fra år til år avhengig av hvor store vannmengder som kommer fra gruva. Siden overløpsvannet kommer fra dypere liggende områder i gruva der vannkvaliteten antas å være forholdsvis stabil, vil forurensningstransporten fra gruva være styrt av hvor mye vann som kommer inn i dagbruddet og som grunnvannstilførsler til enhver tid. Vassdraget vil alltid motta større metallmengder enn i tiden før gruva fikk overløp.

Vannkvaliteten til overløpsvannet fra den nesten fullstendig vannfylte Joma gruve er omtrent som en kan forvente seg sett i forhold til hva en kan oppnå ved vannfylling av en kisgruve som tiltak mot forvitring. Sink er viktigste metall i avrenningen fra dagbruddsområdet. Tilførslene til Orvatn fra dagbruddsområdet vil i overskuelig framtid medføre at sinkkonsentrasjonen i Orvatn vil være omkring 25-30 µg/l, dvs ca. 10 ganger høyere enn opprinnelig. Den generelle vannkvaliteten i Orvatn og Orvasselva er forøvrig gunstig i forhold til skadelige tungmetalleffekter på fisk ved at pH-verdien er gunstig og at kalsiuminnholdet er forholdsvis høyt. Tilførslene fra dagbruddsområdet kan fortsatt spores på hele vassdragsstrekningen ned til Vektarbotn ved at sinkkonsentrasjonene er en del høyere enn antatt naturlig bakgrunnsnivå. Metalltransporten i Huddingselva er svakt avtakende som følge av at tilførslene fra deponiområdet i østre Huddingsvatn avtar gradvis som forutsatt.

## Summary

Title: Effects of flooding the Joma pyrite mine, Norway

Year: 2006

Author: Eigil Rune Iversen

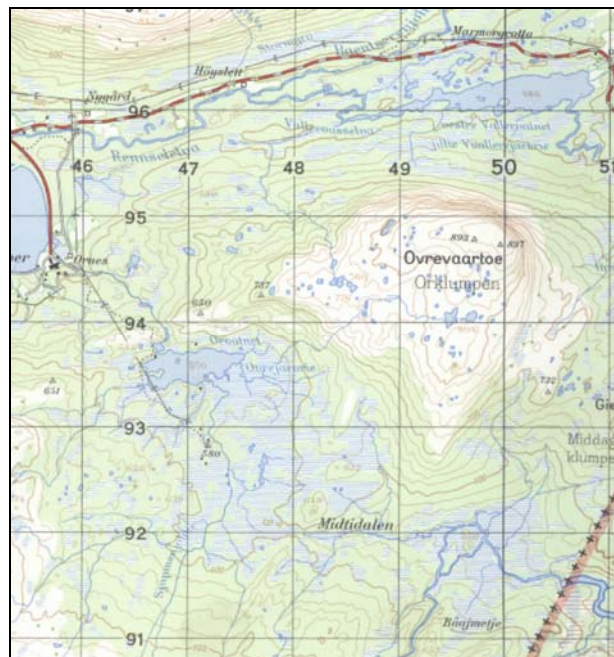
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5026-3

Joma pyrite mine was operated between 1970 and 1998. Concentrates of copper and zinc were produced by selective flotation. The mine is an underground mine. The upper part of the mine is ending in an opencast. The combined minewater has always been weakly alkaline, but the upper part of the mine was acid generating. After mine closure in 1998 the main adit was plugged with concrete. The mine was flooded by diverting a small river through the opencasting and further into the mine. The final overflow had a pH-value about 7. Zinc was the only metal of importance in the drainage. As the level of one of the shafts was lower than expected, the flooding caused an impact load on the receiving watercourse. Zinc levels of 0.5 mg/l in Lake Orvatn downstream the mine was reported. Up to 2004, different measures were carried out to stabilise the water level in the opencast. In September 2006, at the end of the programme, the water quality looks stable. The pH-value of the combined drainage is about 7 and the zinc concentration about 2 mg/l.



# 1. Innledning

Driften ved Grong Gruber opphørte 29.mai 1998. Avgangsdeponeringen i Østre Huddingsvatn ble fulgt opp med et eget program som ble avsluttet i 2003 (Iversen et al 2004). Tiltakene når det gjelder selve gruva ble fulgt opp med et særskilt program som startet i 1999. Joma gruve ble som planlagt raskt fylt med vann fra Orelva våren 1999. Dette ble gjort ved å lage en åpning i ryggen som skiller dagbruddet fra elva. Ved en befaring til dagbruddsområdet den 28.juli 1999 ble det konstatert at dagbruddet som ventet var oppfylt med vann og at en hadde fått et uventet overløp ut av stigort 4. Figur 1 viser et kartutsnitt som viser prosessanleggene nede ved Ornes ved Huddingsvatn og Orvassdraget med Orvatn. Dagbruddet befinner seg rett sør for Orvatnet ved trig. punkt 580 på kartet. Norsulfid beskrev situasjonen som oppsto i 1999 og mulige tiltak i et notat (Haugen, A., 2.august 1999). Norsk institutt for vannforskning ble anmodet om ta orienterende vannprøver i området under den rutinemessige høstbefaringen. Analyseresultatene for prøver tatt i Orvasselvas nedre del viste fortsatt uvanlig høye tungmetallkonsentrasjoner. Dette ble rapportert til bedriften og til Statens forurensningstilsyn som deretter påla bedriften å gjennomføre oppfølgende fysisk/kjemiske undersøkelser av overløpsvannet fra dagbruddet, samt biologiske undersøkelser i Orvatnet i et brev av 1.oktober 1999. NIVA utarbeidet et programforslag for undersøkelsene i et brev av 8.oktober 1999 som ble lagt til grunn for undersøkelsene. Det ble foretatt en ny befaring til området den 14.-15.oktober 1999 der det bl.a. ble foretatt et prøvefiske i Orvatn samt startet et prøvetakingsprogram for overløpsvannet fra sjakt 4. Det ble montert en måleprofil i bekken nedenfor sjakten for registreringer av vannmengder. Da det oppsto en ny stor flomvannføring gjennom gruva våren 2000, ble det den 21.august 2000 foretatt nye biologiske undersøkelser i Orvatn og Orvassdraget (Iversen et al, 2001). Den direkte kommunikasjonen mellom dagbruddet og Orelva ble begrenset med et nytt tiltak i 2001 og Norsulfid AS ble pålagt å følge opp situasjonen over en periode over 5 år fram til høsten 2006. Kommunikasjonen med Orelva ble fullstendig avstengt i november 2004. De siste biologiske undersøkelsene i vassdraget ble gjennomført under befaringen høsten 2005. I det siste året er det kun gjennomført fysisk/kjemiske undersøkelser. Den foreliggende rapporten kan betraktes som bedriftens sluttrapport. Når det gjelder vurdering av biologiske forhold henvises det til den foregående årsrapporten (Iversen et al, 2005).



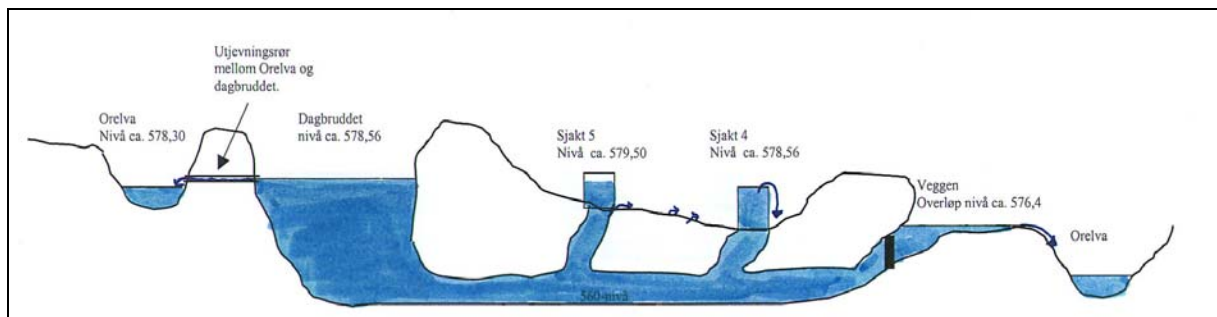
**Figur 1.** Kartutsnitt som viser Orvassdraget (1:50.000)



## 2. Fysisk-kjemiske undersøkelser

### 2.1 Gjennomførte tiltak

Da gruvedriften opphørte i 1998, gikk et av oppryddingstiltakene ut på å fylle gruva med vann for å redusere omfanget av forvittringsprossene på kisflater i gruva og derved redusere forurensningsbelastningen på Huddingsvassdraget. Det ble støpt en betongpropp i grunnstollen. Innledningsvis planla en å ta overløpet ut gjennom rampen nedenfor dagbruddet. Da dagbruddet hadde en del flater som produserte sur, metallholdig avrenning (se forsidebildet), så en det som fordelaktig å heve vannstanden ytterligere ved å støpe igjen bilstollen og ta overløpet ut gjennom en åpning i vollen mot Orelva. Dette så en også som en fordel rent sikkerhetsmessig da kantene på bruddet ellers ville ha blitt bratte. Denne planen ble gjennomført. Planen var å la dagbruddet kommunisere med Orelva gjennom åpningen i vollen. En antok at det ville være relativt beskjedne vannmengder som ville komme fra dagbruddet og at vannkvaliteten ville ha et forholdsvis beskjedent tungmetallinnhold da gruva da var nær maksimalt vannfylt. Da overløpet kom våren 1999, så en at overbygget på stigort 4 var lavere enn det som var angitt på tegningene. Deler av overløpet tok veien gjennom stigorten. Dette ble vurdert å være betenkelig, men en valgte å se situasjonen an til neste sommer. Da det ble isoppstuvning i Orelva våren 2000, førte dette til høy vannstand i dagbruddet, noe som igjen førte til en meget stor vannføring gjennom stigort 4. Orelva tok i praksis veien gjennom dagbruddet en periode. Det ble da gjort en endring ved å la dagbruddet kummunisere med Orelva kun gjennom et rør (se figur 2). Etter å ha prøvd denne løsningen fram til sommeren 2004 vurderte en situasjonen slik at det var gunstigst å stenge fullstendig mot Orelva og ta hele overløpet gjennom stigort 4. Vannmengdene gjennom dagbruddet og øvre deler av gruva ville da bli mindre på årsbasis samtidig som en unngikk støtbelastninger av forurenset vann på Orvatn i flomperioder ved at en unngikk tilførsler av vann fra Orelva. Den viktigste grunnen til at en stengte mot Orelva var å fjerne støtbelastningene på den vannfylte gruva. Etter en befaring til området i september 2004, og en vurdering av løsningen utført av Multiconsult (Kristiansen, 2004), ble rørgjennomføringen til Orelva stengt og avløpet via stigort 4 forbedret sent på høsten 2004. Ved programmets avslutning høsten 2006 har en således 2 års erfaringer for hvordan siste tiltak har virket.



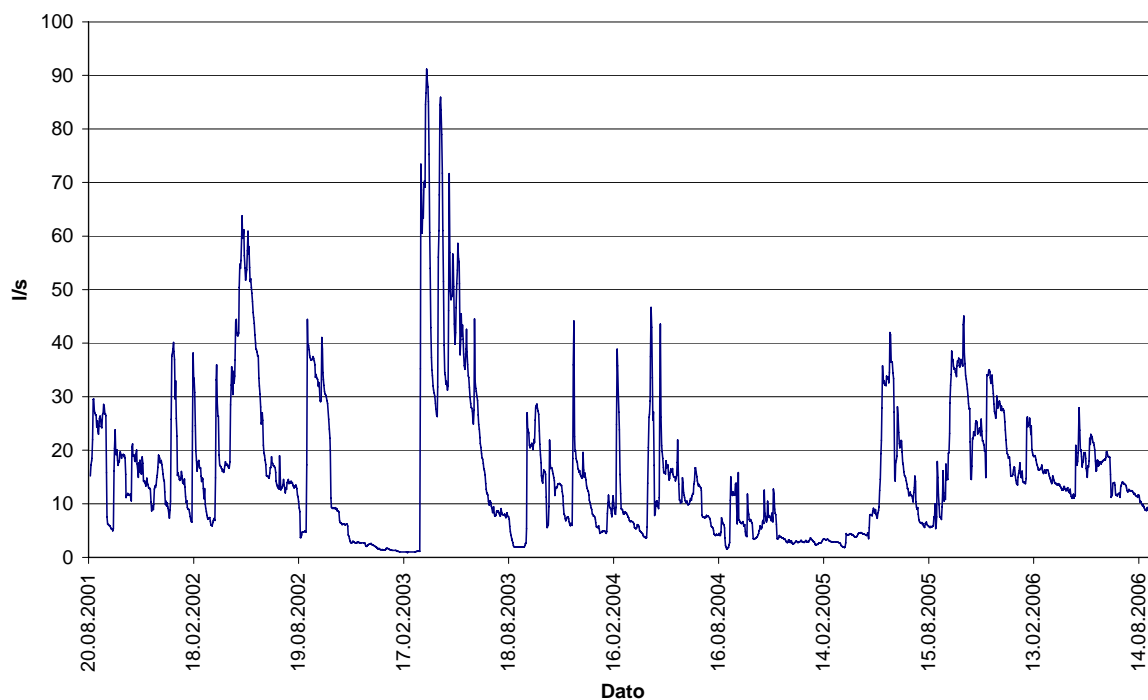
**Figur 2.** Prinsippkisse, snitt gjennom Orelva, dagbruddet, sjakt 5, sjakt 4 og rampen (veggen) med overløp til Orelva (fra notat av Kjell Kristiansen, Multiconsult, 11.august 2005).

## 2.2 Hydrologi og klima

I dagbruddsområdet har en fram til november 2004 hatt tre kilder for avløp til Orelva.

1. Stigort 4 og stigort 5
2. Lekkasje omkring proppen i rampen
3. Rørgjennomføring fra dagbruddet til Orelva

Etter at kommunikasjonen med Orelva ble avstengt i november 2004, har en i tiden etter kun hatt de to førstnevnte tilløp fra dagbruddsområdet. En antar at lekkasjen fra rampen er tilnærmet konstant og av størrelsesorden 1 l/s (kontrollert ved hver befaring) idet vanntrykket på proppen kun er avhengig av vannstanden i dagbruddet. De største vannmengdene fra dagbruddet kommer som overløp på betong-overbygget på stigort 4 og lekkasje rundt overbygget på stigort 5. Samlet avrenning fra stigortene 4 og 5 går til en bekk som går gjennom en kulvert under veiene rundt dagbruddet og videre til avløp til Orelva. Vannføringen i bekken har vært målt kontinuerlig (målt 6x/time, logging av timesmiddelverdi) siden 1999. Figur 3 viser en grafisk fremstilling av beregnede døgnmiddelvannføringer for årene 2001-2006. Resultatene viser at vannføringsforløpet for hvert av årene har et svært forskjellig forløp. De mange flomtoppene som en hadde i 2003/2004 ble ikke observert i 2004/2005, mens det vinteren 2005-2006 rant uvanlig mye vann. Dette førte til at årsavrenningen var en del høyere i 2005-2006 i forhold til foregående år. Det ble ikke registrert noen typisk vårflo i 2006. Det er vanskelig å si noe bestemt om hva avstengningstiltaket har ført til bortsett fra at en ikke har registrert noen ekstreme vannføringer i tiden etter november 2004.



**Figur 3.** Døgnmiddelvannføringer i kulvert nedenfor stigort 4 i perioden 2001-2006.

Ved hjelp av døgnvannføringene kan årsavrenningen beregnes. I tabell 1 har en beregnet årsavrenningen for de 6 hele måleperiodene en har (tilnærmet hydrologiske år). De tiltakene som er gjort i området har ført til en vesentlig mindre transport av vann fra dagbruddet og gruva ved at deler av vannmengdene i Orelva ikke lenger går inn i dagbruddet. Erfaringene fra siste år viser likevel at vannmengdene kan variere mye avhengig av nedbør og klima. Siste vinter var relativt mild, noe som sannsynligvis kan være en forklaring på at avrenningen var en del større i 2005-2006 enn i de to foregående år.

**Tabell 1.** Årsavrenning i kulvert nedenfor stigort 4 1999-2006.

Periode	Hyd. år	Avrenning m <sup>3</sup>
15.10.99-19.10.00	1999-2000	1317531
23.08.01-23.08.02	2001-2002	645713
18.08.02-18.08.03	2003-2003	633038
19.08.03-18.08.04	2003-2004	376692
19.08.04-21.08.05	2004-2005	254968
01.09.05-31.08.06	2005-2006	600006

Dersom en antar at lekkasjen gjennom rampen er på ca 0,8 l/s i gjennomsnitt i løpet av ett år, vil årsavrenningen her bli ca 25.000 m<sup>3</sup>, dvs. størrelsesorden 8-10 % av den vannmengde som måles i kulverten.

I Huddingselva har en ingen vannføringsmålinger. En kan imidlertid anslå årsavrenningen vha avrenningskoeffisienten, nedbørfeltets areal og årsnedbør. I tabell 2 er samlet hydrologiske data for Huddingselva.

**Tabell 2.** Hydrologiske data for Huddingselva (NVE, 1987).

Kartref.	Nedbørfelt	Avrenningskoeff.	Norm. vannføring
33W VM 355972	169 km <sup>2</sup>	42,4 l s <sup>-1</sup> km <sup>-2</sup>	7,16 m <sup>3</sup> /s

Dersom en benytter nedbørdata for den meteorologiske stasjonen på Trones (DNMI 74320 Trones – Tromsstad), har en i tabell 3 anslått årsavrenningen.

**Tabell 3.** Anslåtte middelvannføringer og årsavrenning i Huddingselva 1999-2006.

Hyd. år	Nedbør mm	Normal mm	Nedbør %	Korr.middelvannf. m <sup>3</sup> /s	Årsavrenning 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
1999-2000	1525	1300	117,3	8,40	265
2000-2001	1101	1300	84,7	6,06	191
2001-2002	1195	1300	91,9	6,58	208
2002-2003	1104	1300	85,0	6,08	192
2003-2004	1076	1300	82,8	5,93	187
2004-2005	1081	1300	83,2	5,95	188
2005-2006	825	1300	63,4	4,54	143

## 2.3 Fysisk/kjemisk vannkvalitet

### 2.3.1 Prøvetakingsstasjoner

Programmet har omfattet undersøkelse av fysisk/kjemisk vannkvalitet ved prøvetakingsstasjoner i dagbruddsområdet, i nedre del av Orvasselva. I tillegg har en også fulgt opp vannkvaliteten i Huddingselva ved veibru, hovedstasjonen som er benyttet i alle år i undersøkelsene for Grong Gruber. Det er også tatt stikkprøver under befaringer ved utløpet av deponiområdet i Østre Huddingsvatn og i Vektarbotn for oversiktens skyld. I tabell 4 er gitt en oversikt over lokalisering av prøvetakingsstasjoner og prøvetakingsfrekvens. Prøvetakingsstasjonene i dagbruddsområdet er markert på kartskissen i figur 4.

**Tabell 4.** Lokalisering av prøvetakingsstasjoner for feltundersøkelsene.

Stasjon	Posisjon målt med GPS	Prøvetakingsfrekvens
St.3 Orvasselva, nedre del	N 64gr 52,134 min ; Ø 13 gr 51,418 min	1 x mnd
St.3B Utløp Orvatn	N 64gr 51,696 min ; Ø 13 gr 52,479 min	Ved befaring
Orvatn ved største dyp	N 64gr 51,658 min ; Ø 13 gr 52,509 min	Ved befaring
St.3C Orvasselva ovenfor dagbrudd	N 64gr 51,184 min ; Ø 13 gr 53,286 min	Ved befaring
St.3A Orvasselva nedenfor dagbrudd	N 64gr 51,307 min ; Ø 13 gr 53,139 min	Ved befaring
Overflatevann i dagbrudd	N 64gr 51,209 min ; Ø 13 gr 53,229 min	Ved befaring
Drensvann fra rampe	N 64gr 51,287 min ; Ø 13 gr 53,056 min	Ved befaring
Måleprofil (kulvert) nedenfor stigort 4 og 5	N 64gr 51,270 min ; Ø 13 gr 53,035 min	1 x mnd
St.8 Huddingselv ved veibru	N 64gr 53,452 min ; Ø 13 gr 38,051 min	1 x mnd
St.6B Overløp terskel østre Huddingsvatn	N 64gr 52,231 min ; Ø 13 gr 46,872 min	Ved befaring
St.11 Utløp Vektarbotn	N 64gr 54,764 min ; Ø 13 gr 33,448 min	Ved befaring

### 2.3.2 Analyseprogram

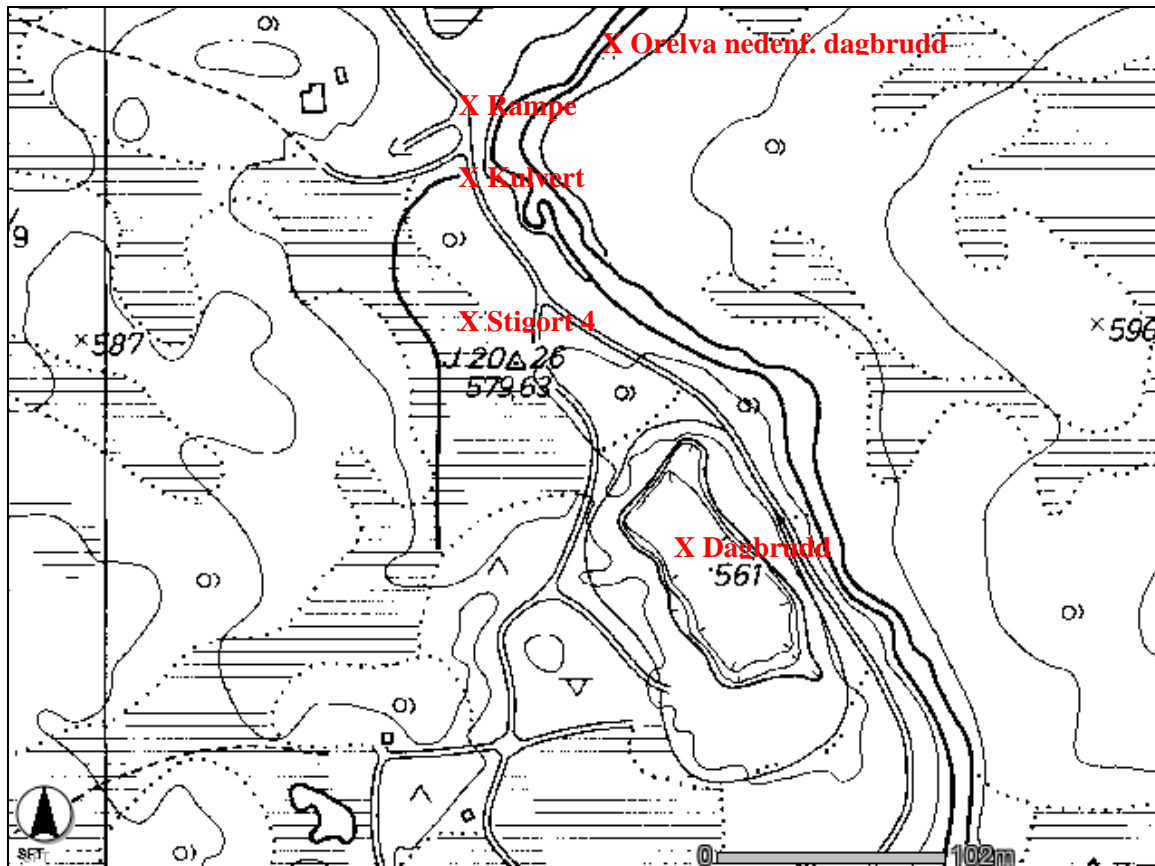
I analyseprogrammet er det lagt mest vekt på tungmetallanalyser. Disse er utført etter akkrediterte metoder og v.h.a. atomemmisjonsteknikk, såkalt ICP-teknikk. Ved lave konsentrasjoner er metallene bestemt v.h.a. ICP-teknikk med massespektrometer som detektor, såkalt ICPMS-teknikk. Det er også tatt med noen analyser som beskriver generell vannkvalitet som pH, konduktivitet, turbiditet, sulfat, kalsium og magnesium. Alle analysene er utført av NIVA og prøvene er tatt på kontrollerte prøveflasker utsendt av NIVA.

### 2.3.3 Resultater fra stasjoner i dagbruddsområdet

De viktigste stasjonene i dagbruddsområdet er markert på figur 4 som fremstiller en kartskisse over området. Den viktigste stasjonen i dagbruddsområdet er bekken som mottar drensvann fra stigortene 4 og 5. De største vannmengdene fra dagbruddet har alltid gått til denne bekken etter at gruva fikk overløp. Stasjonen er prøvetatt månedlig og er utstyrt med kontinuerlig vannmengdemåler. De øvrige stasjonene i området, overflate dagbrudd, lekkasje gjennom rampe og Orelva oppstrøms og nedstrøms dagbruddet er prøvetatt 1x årlig under befaringen om høsten.

Analyseresultatene for bekken fra stigortene er samlet i vedlegg A bak i rapporten. I tabell 5 er samlet tidsveiede middelveier for hydrologiske år (1/9-31/8) for de årene bekken har vært prøvetatt. Resultatene viser at vannkvaliteten er relativt stabil med pH-verdier omkring 7. Som forsidebildet viser, var vannkvaliteten til drensvann som sto i dagbruddet før det ble vannfylt tydelig sur og hadde sannsynligvis et betydelig tungmetallinnhold. Dette vannet ble spylt ned i gruva da den ble vannfylt våren 1999. Etter at gruva fikk overløp, har pH-verdien ligget omkring 7. Ved noen anledninger er pH-verdien noe lavere. Dette har ingen sammenheng med tilførsler fra gruva, men skyldes

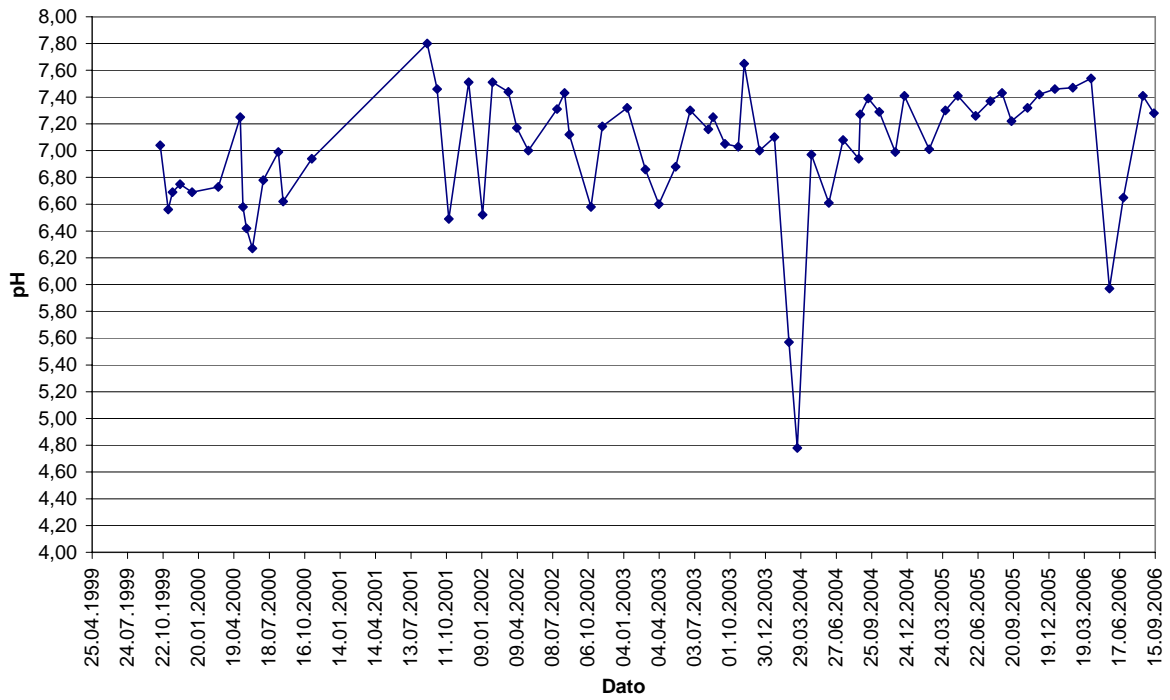
overflatetilførsler i bekkens nedbørfelt. Dette kan en se ved at konduktiviteten er lav (se data for 22/5-06, tabell 17 i vedlegg A). De høye kalsiumverdiene viser betydningen av kalkrike bergarter i berggrunnen. Tungmetallinnholdet i overløpsvannet er relativt beskjedent i forhold til de nivåer en ville ha hatt dersom drens vannet hadde vært surt. Sink er viktigste metall i avrenningen. Kalsium- og sulfatinnholdet har økt en del i perioden 1999-2006 uten at dette har ført til tilsvarende endringer i tungmetallinnholdet.



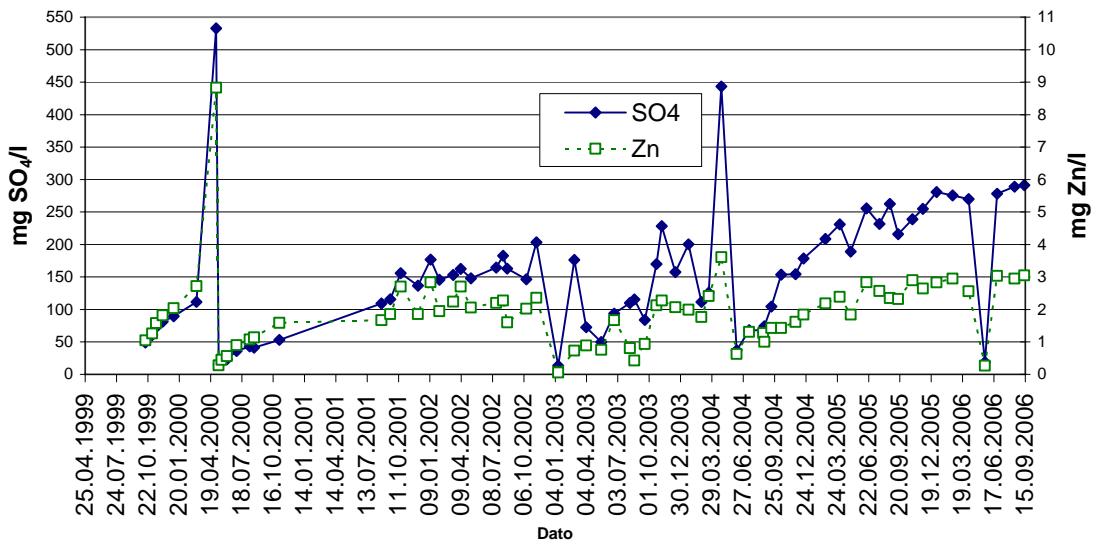
**Figur 4.** Kart over dagbruddsområdet med markering av prøvetraksjonsstasjoner.

**Tabell 5.** Tidsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år. Kulvert nedenfor stigort 4. 1999-2006.

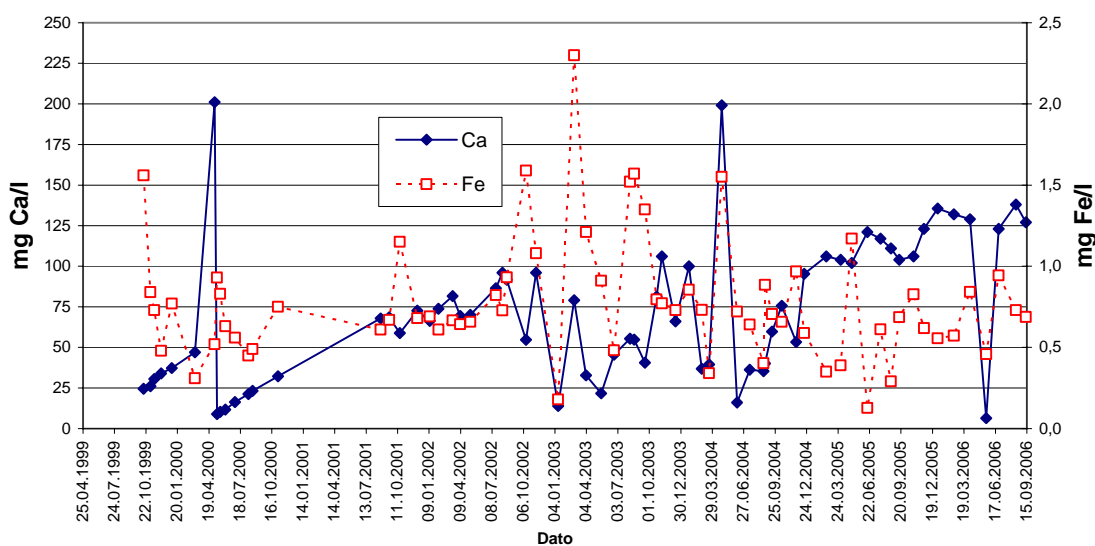
Dato	Antall obs.	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
1999-2000	14	6,78	28,31	102,4	43,3	1,74	0,09	0,61	0,09	2,15	0,009	0,28	0,015	0,016	1,19	88,83
2001-2002	12	7,20	40,76	151,6	73,7	2,71	0,41	0,74	0,13	2,22	0,008	0,56	0,022	0,017	2,06	20,15
2002-2003	9	6,97	29,40	107,8	49,4	2,19	0,49	1,14	0,11	1,15	0,005	0,39	0,018	0,013	1,81	19,15
2003-2004	13	6,74	39,13	157,0	70,5	2,88	0,60	0,84	0,12	1,84	0,006	0,54	0,023	0,017	1,92	13,26
2004-2005	10	7,25	52,27	197,4	95,7	3,37	0,47	0,57	0,10	2,06	0,005	0,65	0,023	0,017	2,17	8,34
2005-2006	10	7,26	58,87	242,2	113,4	4,09	0,93	0,70	0,14	2,55	0,006	0,83	0,028	0,021	2,32	17,95



Figur 5. pH-observasjoner ved målestasjon i kulvert nedenfor stigort 4 og 5, 1999-2006.



Figur 6. Sulfat- og sinkkonsentrasjoner i kulvert nedenfor stigort 4 og 5, 1999-2006.



**Figur 7.** Kalsium- og jernkonsentrasjoner i kulvert nedenfor stigort 4 og 5, 1999-2006.

I tabell 18 og tabell 19 i vedlegg A er alle analyseresultater for prøver som er tatt av lekkasjevann fra rampe og i overflaten av dagbrudd samlet. Når det gjelder lekkasjevannet, har vannkvaliteten variert en del etter den første prøvetakingen i 1999. Det kan ha sammenheng med varierende vannkvalitet i dagbruddet som følge av inntrengning av vann fra Orelva i flomperioder. I 2005 var vannkvaliteten uvanlig sur uten at sulfatverdien viste noen økning. I 2006 var igjen pH-verdien normal og ca 7,8. En ser at når surheten tiltar, øker også innholdet av jern og aluminium. En mulig forklaring på variasjonen i pH-verdien kan være at jernet er i toverdig form når vannet kommer fra gruva. I dammen utenfor betongproppen luftes vannet. Jernet oksideres til treverdig. Oksidasjonsprosessen med utfelling av treverdig jernhydroksid medfører utvikling av syre. I det sure miljøet i dammen kan utfelt aluminium og noe kobber løses ut. Vannmengdene er imidlertid fortsatt beskjedne (ca. 1 l/s). Denne tilførselen til Orelva er derfor av mindre betydning enn tilførselen fra stigort 4.

Det kan ha litt interesse å sammenligne vannkvaliteten til overløpsvannet fra Joma gruve med tilsvarende andre sulfidmalmgruver. Ofte kan lokale forhold gjøre slike sammenligninger lite relevante. Det er imidlertid en gruve som er fullstendig vannfylt i likhet med Joma, Nordre Geiteryggen gruve i Folldal. Denne gruva ble drevet av Folldal Verk og driftstiden var forholdsvis kortvarig som for Joma. Nordre Geiteryggen gruve ble nedlagt i 1968 og gruva ble vannfylt ved naturlig tilsig. En har noen data for overløpsvannet (Iversen, 2003). I tabell 6 er det gjort en sammenligning mellom en stikkprøve av overløpsvannet fra Nordre Geiteryggen og prøvetakingspunktet nedenfor stigort 4 i Joma. Resultatene viser at begge lokaliteter har en pH-verdi omkring 7. Ved begge lokaliteter foreligger jerninnholdet i det vesentligste som toverdig, men vannet fra Folldal inneholder vesentlig mer jern. Kobberinnholdet er relativt lavt for begge lokaliteter, mens sinkinnholdet er omtrent det samme. Sink er viktigste metall i avrenningen.

**Tabell 6.** Vannkvalitet til overløpsvann fra Nordre Geiteryggen gruve og Joma gruve.

	pH	Kond. mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l
N. Geiteryggen 6/7-2002	6,85	77,6	265	130	14,0	<0,005	9,95	0,019	3,42	0,0046
Joma, middel 2005/2006	7,17	58,6	241	112	4,09	0,92	0,69	0,145	2,55	0,0064

I tabell 20 og i tabell 21 vedlegg A er resultatene for de stikkprøver som er tatt i Orelva ovenfor og nedenfor dagbruddet samlet. Orelva er største tilløpselv til Orvatnet. Elva er alltid mottatt metaller fra dagbruddsområdet da malmen har sitt utgående i elveleiet. Etter at dagbruddet fikk avløp til elva



sommeren 1999, ser en at metallnivåene i elva økte betydelig. Tilførslene fra dagbruddet påvirker ikke pH-verdien i elva som er omkring pH 7,5, men innholdet av forvitningsprodukter som sulfat, kalsium, samt tungmetaller øker merbart. Viktigste metall er sink som er påvist i konsentrasjoner i området 80-200 µg/l. Kobberkonsentrasjonen øker fra 1-2 µg/l til 6-19 µg/l. Nivåene vil være avhengig av vannføringen i Orelva, dvs. hvor mye tilførslene fortynnes.

### 2.3.4 Orvatn og Orvasselva

I tabell 7 er samlet analyseresultater for samtlige prøvesnitt som er gjennomført i Orvatnet etter at dagbruddet fikk overløp. Som for Orelva merker en betydningen av tilførslene fra dagbruddsområdet best på sinknivåene som ligger omkring 30 µg/l. Vannkvaliteten synes å ha endret seg lite i perioden. Vannkvaliteten er god mht pH-verdi som er litt høyere enn 7. Kalsiumnivået er også relativt høyt sett etter norske forhold som følge av kalkrike bergarter i nedbørfeltet og tilførsler av kalsium fra den vannfylte gruva. I likhet med Orelva varierer metallnivåene med vannføringen. Ved utløpet av Orvatnet (tabell 8) er vannkvaliteten svært lik forholdene ved stasjonen ved største dyp.

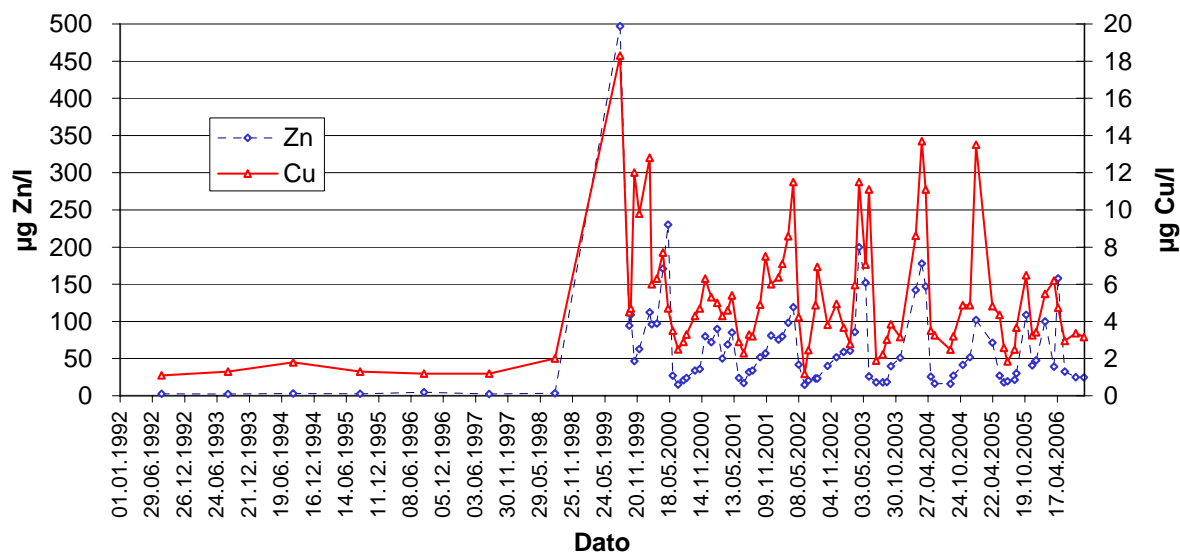
**Tabell 7.** Analyseresultater for prøver fra Orvatnet ved største dyp 1999-2006.

Dato	Dyp m	Temp gr.C	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	As µg/l
15.10.1999	1	3,2	7,21	4,23	4,4	6,56	0,36	135	4,6	37	0,35	0,20	10,1	1,6	0,3	<0,5	0,4
15.10.1999	4	3,4	7,24	4,20	4,2	6,48	0,35	127	4,5	37	0,58	0,22	8,5	1,6	0,3	<0,5	0,3
15.10.1999	8	3,5	7,27	4,21	4,3	6,54	0,36	127	4,7	37	0,21	0,17	9,6	1,7	0,2	<0,5	0,3
22.08.2000	1	12,0	7,38	3,11	2,7	4,93	0,29	103	3,5	27	0,18	0,14	9,5	1,4	0,21	<0,1	0,12
22.08.2000	4	11,5	7,32	3,05	2,2	4,79	0,29	102	3,2	25	0,11	0,13	8,7	1,5	0,19	<0,1	0,12
22.08.2000	8	9,4	7,18	2,91	2,3	4,59	0,27	104	3,4	48	0,10	0,15	7,4	1,4	0,13	<0,1	0,12
23.08.2001	1	11,6	7,35	4,27	4,3	7,32	0,44	97	3,2	37	0,05	0,17	13	1,5	0,24	0,1	0,12
23.08.2001	5	11,4	7,35	4,33	4,6	7,22	0,38	106	3,3	39	0,05	0,17	13	1,5	0,26	<0,1	0,10
23.08.2001	8	11,2	7,37	4,33	4,4	7,24	0,38	98	3,7	38	0,05	0,19	12	1,4	0,21	0,1	0,12
19.08.2002	1	20,4	7,23	6,24	8,3	10,4	0,51	120	2,9	34,5	0,07	0,15	23,6	1,6	0,21	0,5	0,2
19.08.2002	4	17,2	7,41	6,02	7,6	9,98	0,49	120	2,8	35,6	0,11	0,15	23,7	1,6	0,19	0,5	0,2
19.08.2002	6	13,5	7,01	4,65	4,9	7,73	0,40	110	2,6	29,3	0,08	0,10	14,1	1,3	0,11	0,5	0,2
19.08.2003	1	15,1	7,23	4,32	5,5	7,04	0,38	76	2,7	23,4	0,042	0,087	11,4	1,1	0,10	0,5	0,2
19.08.2003	4	14,5	7,28	4,29	5,4	6,84	0,36	85	2,6	23,4	0,079	0,083	12,1	1,0	0,11	0,5	0,2
19.08.2003	8	13,6	7,2	4,23	5,3	6,75	0,35	91	2,7	25,0	0,059	0,088	12,0	1,1	0,10	0,5	0,2
22.08.2005	1	12,8	7,63	4,22	5,6	8,03	0,38	110	2,6	33,3	0,083	0,081	19,6	1,4	0,25	<0,1	0,2
22.08.2005	4	11,7	7,29	4,42	5,2	7,58	0,38	110	2,7	30,2	0,150	0,084	19,1	1,4	0,23	<0,1	0,2
22.08.2005	8	7,0	6,65	2,78	3,0	4,56	0,23	75	4,5	31,2	0,190	0,086	16,1	1,1	0,13	<0,1	0,1
12.09.2006	1	10,2	7,36	6,72	10,9	11,1	0,56	160	4,3	32,6	0,504	0,085	22,5	1,7	1,19	<0,1	0,2
12.09.2006	3	10,1	7,42	6,66	10,5	10,8	0,53	160	3,2	28,0	0,190	0,069	21,6	1,6	0,21	<0,1	0,2
12.09.2006	6	9,8	7,46	6,72	10,6	10,9	0,53	160	3,2	26,8	0,491	0,070	21,9	1,7	0,19	<0,1	0,2
12.09.2006	8	9,7	7,51	6,74	10,7	10,9	0,53	170	3,1	27,1	0,160	0,076	23,7	1,6	0,20	<0,1	0,2

**Tabell 8.** Analyseresultater for stikkprøver tatt ved utløpet av Orvatn.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	As µg/l
15.10.1999	7,26	4,27	4,4	6,61	0,36	120	5,1	39,5	0,66	0,24	10,1	1,8	0,30	0,3
03.07.2000	6,91	1,71	1,4	2,44	0,17	60	2,0	15,0		<0,5				
22.08.2000	7,15	3,24	2,7	5,00	0,30	99	3,3	27,0	0,08	0,13	9,2	1,4	0,20	0,1
23.08.2001	7,42	4,35	4,3	7,23	0,37	104	3,5	38,0	0,05	0,17	13,0	1,4	0,24	0,1
19.08.2002	7,39	6,25	8,3	10,5	0,50	120	2,8	31,8	0,05	0,13	20,8	1,5	0,18	0,2
22.08.2005	7,36	4,61	5,5	7,92	0,38	110	2,5	29,5	0,05	0,07	17,6	1,3	0,21	0,1
12.09.2006	7,49	6,67	10,6	10,8	0,52	160	3,1	27,9	0,07	0,08	22,6	1,7	0,21	0,2

Orvasselva har vært prøvetatt siden 1970 idet stasjonen i elvas nedre del har vært benyttet som en referansestasjon. Moderne analyseteknikk som ICPMS har vært benyttet siden 1992. Resultatene for de to siste år er samlet i tabell 22 og tabell 23 i vedlegg A. Figur 8 viser observasjonsmaterialet for kobber og sink etter 1992. Materialet viser tydelig betydningen av tilførselene fra dagbruksområdet. Etter støtbelastningen som inntraff våren 1999 da gruva fikk overløp, har situasjonen stabilisert seg. De høyeste metallnivåene inntreffer som regel om vinteren. Kobbernivåene har tilsynelatende vært noe lavere siste år enn i de foregående, men med en relativt begrenset prøvetakingsfrekvens vil en ikke fange opp eventuelle kortvarige episoder hvert år. I tabell 9 er samlet beregnede tidsveiede årsmiddelverdier for perioden 1999-2006. Materialet gir inntrykk av en stabil situasjon i årene etter det første støtutslippet i 1999.

**Figur 8.** Kobber- og sinkobservasjoner ved st.3 Orvasselva, nedre del, 1992-2006.

**Tabell 9.** Tidsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år for st.3 Orvasselva 1999-2006

Hyd.år	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	As µg/l
1999-2000	7,13	5,52	0,63	8,4	8,06	0,49	138	7,52	117,1	0,275	0,386	14,6	2,7	0,40	0,16
2000-2001	7,29	5,13	0,36	5,8	8,08	0,48	140	4,36	52,1	0,099	0,190	8,9	1,8	0,18	0,13
2001-2002	7,23	5,39	0,49	7,5	8,38	0,50	119	5,88	58,8	0,073	0,215	13,5	1,8	0,29	0,12
2002-2003	7,28	6,88	0,62	11,1	11,67	0,63	133	5,11	64,4	0,133	0,180	10,7	1,8	0,21	0,13
2003-2004	7,32	6,34	0,46	9,5	10,34	0,60	142	5,41	67,9	0,076	0,183	11,1	2,0	0,21	0,13
2004-2005	7,14	5,59	0,82	7,2	8,36	0,55	159	5,54	50,6	0,217	0,122	15,3	1,6	0,26	0,10
2005-2006	7,23	5,84	0,85	8,2	8,61	0,49	142	4,33	61,1	0,247	0,113	15,8	1,8	0,26	0,17

Etter at dagbruddsområdet fikk overløp til Orvassdraget i 1999, har metalltilførslene til Orvatnet økt. Mye av tilførslene fortynnes i vannmassene og transporteres videre nedover vassdraget. Noe tas også opp av partikler og sedimenterer i Orvatnet. For å kartlegge dette forholdet og for å ha bakgrunnsdata for eventuelle senere undersøkelser, ble det under den siste befaringen tatt en sedimentkjerne ved største dyp i Orvatnet der vannprøvene også er tatt. Kjernen ble snittet i segmenter på 1 cm på stedet. De øverste 3 segmentene ble tatt med til laboratoriet for analyse. Analysene er utført på frysetørrede prøver. Oppslutningen for metallanalyse er gjort med varm salpetersyre under trykk. Det ble analysert mht til kobber, sink, jern, kadmium og totalt organisk karbon. Resultatene, som er beregnet mht tørrvekt, er samlet i tabell 10 og viser at tilførslene fra dagbruddsområdet kan spores i de øverste 1-2 cm av sedimentet.

**Tabell 10.** Sedimentanalyse. Orvatn ved største dyp 12.09.2006.

	Cu mg/kg TS	Zn mg/kg TS	Fe mg/kg TS	Cd mg/kg TS	TOC mg C/g TS
Orvatn 0-1 cm	146	649	73800	4,3	86,9
Orvatn 1-2 cm	106	350	55400	2,4	85,3
Orvatn 2-3 cm	73,5	198	51900	1,3	70,8

### 2.3.5 Huddingselva

Den viktigste stasjonen i Huddingsvassdraget har i alle år vært stasjon 8 ved terskelen i Huddingselva ved veibru. Stasjonen har vært prøvetatt siden 1970. En har valgt å fortsette prøvetakingen ved denne stasjonen også i programmet for dagbruddsområdet for å se på virkningen i fysisk/kjemisk vannkvalitet i vassdraget. I tillegg er det tatt en stikkprøve under den årlige befaringen ved utløpet av deponiet i Østre Huddingsvatn (stasjon 6B) og nederst i Huddingsvassdraget ved utløpet av Vektarbotn. Resultatene for det hydrologiske året 2005-2006 er samlet i tabell 14 i vedlegg A. I tabell 15 og tabell 16 i vedlegg A er samlet resultatene for de prøver som er tatt ved utløpet av deponiområdet Østre Huddingsvatn og ved utløpet av Vektarbotn i 2005-2006.

Etter at det ble overløp i dagbruddsområdet våren 1999, har Huddingsvassdraget vært påvirket av tilførsler fra to hovedområder:

- Avgangsdeponiet i Østre Huddingsvatn
- Tilførsler fra dagbruddsområdet via Orvasselva

Som påpekt i sluttrapporten for Grong Gruber i forbindelse med avgangsdeponiet (Iversen et al, 2003) har metall-, sulfat- og kalsiumkonsentrasjoner slik som forutsatt vært avtakende ved utløpet av Østre Huddingsvatn i årene etter at avgangsdeponeringen opphørte i 1998. Disse virkningene er også påvist lenger ned i vassdraget ved stasjonen i Huddingselva. I tabell 11 er beregnet tidsveiede årsmiddelverdier for hydrologiske år (1/9-31/8) etter at gruva fikk overløp. I Huddingselva er generelt tungmetallkonsentrasjonene lave og for mange elementer i nærheten av nivåer som kan betraktes som naturlige bakgrunnsnivåer. En merker imidlertid fortsatt tilførslene fra de to forurensningskildene tydeligst mht sinkkonsentrasjoner. Sinknivået sett som årsmiddel antas å være omkring dobbelt så høyt som antatt naturlig bakgrunnsnivå. Tungmetallnivåene er uproblematisk i forurensningssammenheng. En ser også at kobber-, sink, sulfat- og kalsiumkonsentrasjoner fortsatt er fallende. Årsaken til at kalsiumkonsentrasjonene avtar, er at en etter hvert mister effekten av de kalkmengder som ble avsatt i avgangsmassene mens deponeringen pågikk. Likeledes frigjøres mindre sulfat fra overflaten i avgangsdeponiet da omfanget av forvittringsprosessene avtar. Reduserte tilførsler fra dagbruddet vil også medføre lavere sulfat- og metallkonsentrasjoner i Huddingselva, spesielt gjelder dette for sink som er viktigste metall i avrenningen fra dagbruddet.

**Tabell 11.** Tidsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år 1999-2006.

Hyd.år	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	As µg/l
1999-2000	7,09	5,38	0,35	8,6	7,41	0,47	47,6	2,24	22,5	0,072	0,085	10,60	0,96	0,11	0,14
2000-2001	7,26	4,76	0,47	5,8	6,84	0,44	59,6	2,59	16,5	0,139	0,049	6,75	1,41	0,06	0,12
2001-2002	7,25	4,68	0,51	4,3	7,03	0,49	69,7	2,12	11,8	0,059	0,056	11,45	0,77	0,11	0,12
2002-2003	7,18	4,53	0,56	4,7	6,90	0,49	46,3	1,78	12,8	0,077	0,043	10,54	0,65	0,06	0,12
2003-2004	7,23	4,22	0,44	4,3	6,27	0,45	41,2	1,81	12,2	0,031	0,038	8,42	0,64	0,06	0,11
2004-2005	7,17	4,30	0,40	3,7	6,40	0,50	45,3	1,83	11,0	0,037	0,040	9,56	0,72	0,07	0,09
2005-2006	7,24	4,39	0,51	3,6	6,55	0,47	42,2	1,98	13,3	0,064	0,036	7,05	0,74	0,06	0,11

## 2.4 Forurensningstransport

Beregning av forurensningstransport vil i mange tilfeller gi supplerende og bedre informasjon om omfanget til forvittringsprosesser som pågår i gruverom og i gruveavfall. Det kan ofte være et svært omfattende arbeid å beregne forurensningstransport vha feltmålinger. I dette tilfelle har en sett at analyse-resultatene endrer seg betydelig mindre enn vannføringen. Det er derfor gjort en forenkling ved beregning av årstransport ved å multiplisere avrenningsmengden med tidsveiet middelerverdi for den enkelte analysevariable. Beregnede verdier gir ikke uttrykk for den absolutte sannhet, men gir likevel informasjon om hvilken størrelsesorden det dreier seg om og betydningen av de enkelte hovedkilder. I denne rapporten har vi på denne måten beregnet transporten fra dagbruddområdet og samlet transport i Huddingselva, dvs etter at en også har fått med bidraget fra deponiområdet i østre Huddingsvatn.

### 2.4.1 Transport fra dagbruddsområdet

I dagbruddsområdet har en foretatt kontinuerlige vannføringmålinger i kulverten der dreinsvannet fra stigortene 4 og 5 er samlet. Årstransporten er beregnet ved å multiplisere avrenningsmengden med tidsveiet årsmiddelerverdi for konsentrasjon. Resultatene for de viktigste komponenter er samlet i tabell 12. Som tidligere nevnt er det også et bidrag til fra rampen. Vi vurderer det slik at dette bidraget er lite i forhold til hva som transporterer gjennom kulverten og mindre enn usikkerheten i beregnet årstransport i kulverten.

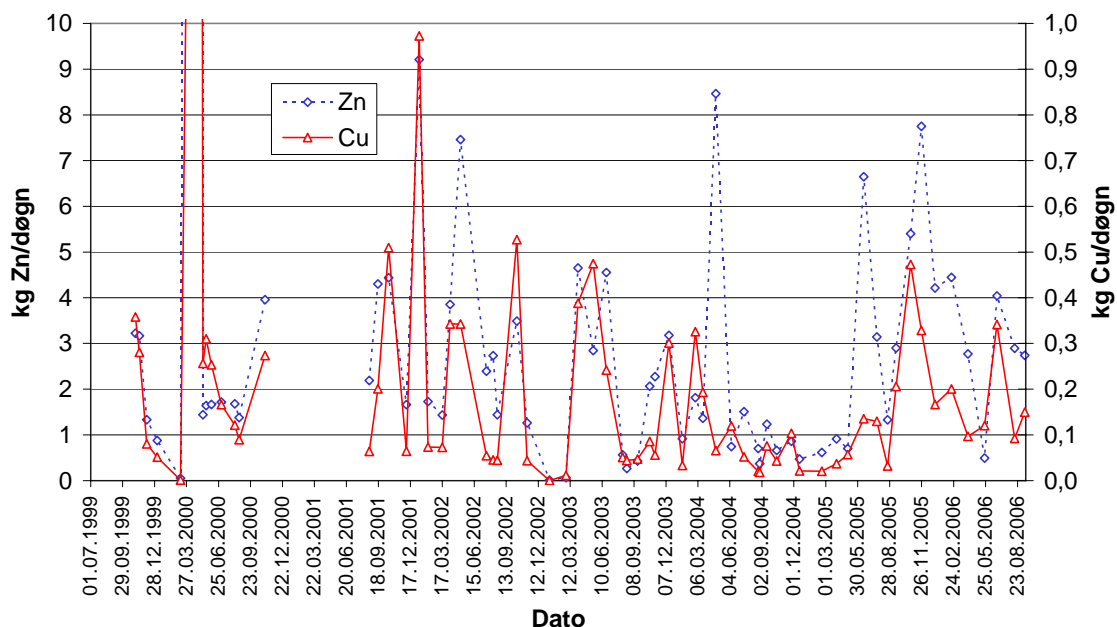
**Tabell 12.** Forurensningstransport i kulvert nedenfor stigortene 4 og 5. Hydrologisk årstransport.

Periode	Hyd. År	Avrenning	SO <sub>4</sub>	Fe	Cu	Zn	Cd	Al	Ni
		m <sup>3</sup>	tonn/år	tonn/år	tonn/år	tonn/år	kg/år	kg/år	kg/år
15.10.99-19.10.00	1999-2000	1317531	135	0,80	0,12	2,83	11,9	119	26,4
23.08.01-23.08.02	2001-2002	645713	98	0,48	0,08	1,43	5,0	265	14,2
18.08.02-18.08.03	2003-2003	633038	65	0,68	0,06	0,68	3,0	266	10,1
19.08.03-18.08.04	2003-2004	376692	58	0,29	0,04	0,68	2,1	224	8,4
19.08.04-21.08.05	2004-2005	254968	50	0,15	0,03	0,53	1,4	120	5,8
01.09.05-31.08.06	2005-2006	600006	145	0,42	0,09	1,53	3,8	555	16,7

Beregningene i tabellen viser at metalltransporten fra området var høyest det første året etter at overløpet kom. I årene etter har metalltransporten vært avtakende. Sink er viktigste metall i avrenningen. Som tidligere nevnt knytter seg betydelige usikkerheter til slike beregninger. Tallene må derfor ikke tolkes som et uttrykk for den absolutte sannhet, men heller som et forsøk på å gi informasjon om trender. Transporten fra området siste år var en del høyere enn i de foregående. Dette har sammenheng med at vannmengdene ut av gruva også var større. Mesteparten av vannet kommer fra stigort 4 som har tilløp et stykke ned i gruva. Vannet har derfor hatt lang oppholdstid i systemet. Når nytt overflatevann kommer til via dagbrudd og gjennom berggrunnen, vil dette skyve ut vann som står i systemet, dvs fortynningen er liten. Det årlige utslipp er derfor for en stor del styrt av hvor mye vann som går gjennom gruvesystemet. Siste vinter var forholdvis mild og kan ha bidratt til at tilrenningen til gruva var større enn normalt. Foreløpig er det derfor vanskelig å observere noen effekter av det siste avstengningstiltaket. En regner likevel med at dette tiltaket vil forhindre støtbelastninger på vassdraget i flomperioder ved at vann fra Orelva forhindres fra å trenge inn i dagbruddet.

Døgnmiddelvannføringene kan beregnes vha observerte timesverdier. Ved å multiplisere døgnmiddelvannføring med analyseresultat kan en angi øyeblikksverdier for transport. Figur 9 og viser beregnede døgntransportverdier for kobber og sink i kulverten nedenfor stigortene 4 og 5 i perioden 1999-2006. Resultatene viser at når det gjelder jern- og kobbertransport, har en ikke lenger så høye transportverdier som i 1999 og 2000 da mye vann gikk gjennom gruva. Siste år var transporten en del

høyere om vinteren og sommeren enn i tidligere år. Som nevnt har dette sin årsak i at det gikk mer vann gjennom gruva. Transportmengdene er stort sett styrt av vannføringen gjennom systemet til enhver tid da det er vann som har stått i kontakt med flatene i gruva i lengre tid som presses ut gjennom stigort 4.



Figur 9. Døgntransport av kobber og sink i kulvert nedenfor stigortene 4 og 5 1999-2006.

#### 2.4.2 Transport i Huddingselva

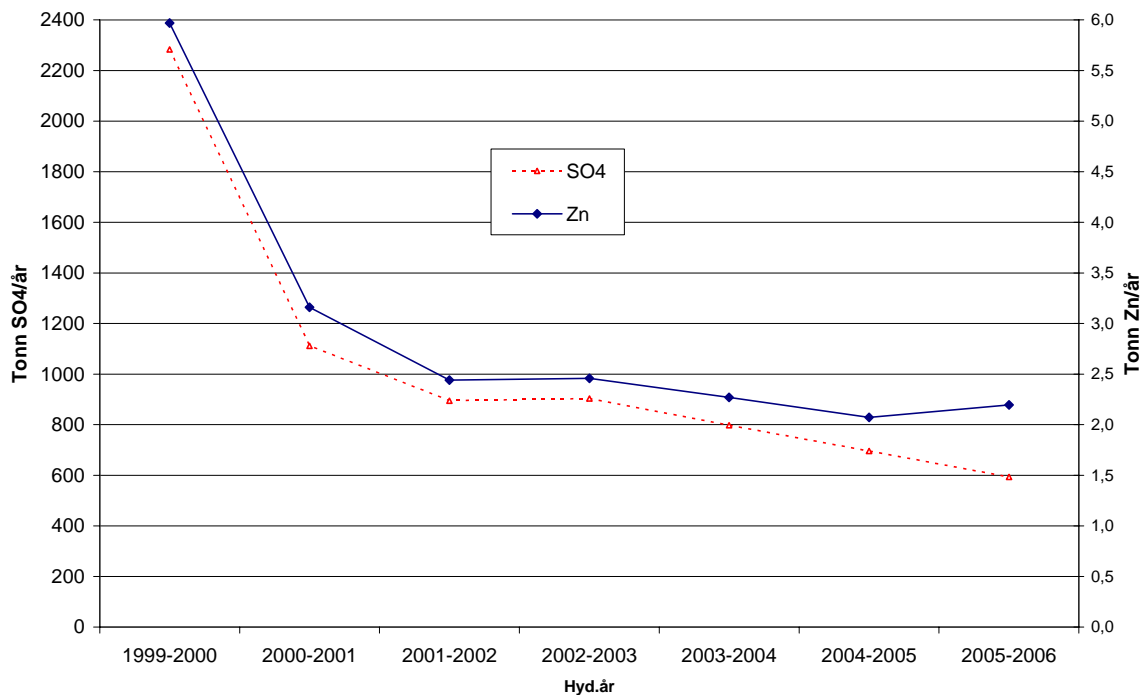
Siden det ikke gjennomføres noen vannføringsmålinger i Huddingselva, er det vanskelig å beregne den samlede forurensningstransporten i vassdraget. Som i tidligere år vil vi derfor beregne total årstransport ved å multiplisere årlige tidsveiede middelkonsentrasjoner med korrigert normal vannføring ved stasjon 8.

Korrigert vannføring er beregnet ved å korrigerere normalverdien (7,16 m<sup>3</sup>/s) i forhold til nedbørhøyden i % av årnormalen for den nærmeste nedbørstasjonen til Det norske meteorologiske institutt, 74320 Trones-Tromsstad. I tabell 13 har en utført beregningen for hydrologiske år (1/9-31/8) for perioden 1999-2006.

Tabell 13. Forurensningstransport i Huddingselva. Beregnet på grunnlag av tidsveiede middelværdier for konsentrasjon og korrigerte normalvannføringer. Hydrologiske år 1999- 2006.

Hyd. år	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Kadmium kg/år	Jern tonn/år	Sulfat tonn/år
1999-2000	0,59	6,0	22,5	12,6	2283
2000-2001	0,50	3,2	9,3	11,4	1111
2001-2002	0,44	2,4	11,7	14,5	895
2002-2003	0,34	2,5	8,3	8,9	903
2003-2004	0,34	2,3	7,0	7,7	798
2004-2005	0,34	2,1	7,4	8,5	696
2005-2006	0,33	2,2	5,9	7,0	593

Det medfører stor usikkerhet å beregne forurensningstransporten fra gruveområdet da konsentrasjonene som er påvist i Huddingselva er så nære naturlig bakgrunnsnivå for en del elementer. Det er mest pålitelig å følge utviklingen mht sink og sulfat. Sinkkonsentrasjonen i Huddingselva er av størrelsesorden ca dobbelt så høy som antatt naturlig bakgrunnsnivå. I figur 10 har en avbildet sink- og sulfattransporten grafisk. Selv om det er store usikkerheter knyttet til de beregnede verdier, gir figuren likevel et pålitelig uttrykk for en reell trend. I 1999-2000 ble det forholdsvis store tilførsler av sink og sulfat under vannfyllingen av gruva. Våren 2000 var igjen vannføringene gjennom dagbruddet og øvre deler av gruva stor på grunn av inntrengning fra Orelva. I årene etter har situasjonen stabilisert seg og transporten er svakt fallende. Det er vanskelig å vurdere hvilken av de to hovedkildene som betyr mest for vannkvaliteten i Huddingselva, tilførslene via Orvasselva eller deponiet i Østre Huddingsvatn. Hvis en antar at naturlig bakgrunnsnivå for sink er  $5 \mu\text{g/l}$  i Huddingselva, kan naturlig bakgrunns-transport anslås til ca.1 tonn sink/år. For siste år ble den årlige sinktransporten i kulverten nedenfor stigort 4 i dagbruddsområdet til ca 1,5 tonn (tabell 12). Dette tyder på at betydningen av tilførslene fra dagbruddsområdet nå er større enn tilførslene fra deponiområdet i østre Huddingsvatn. Det forventes å være beskjedne endringer i forurensningstransporten i årene framover og at tendensen vil være avtakende forurensningstransport som følge av avtakende transport fra deponiområdet (Arnesen et al, 1997 og 1998, Iversen et al, 2004). I dagbruddsområdet forventes det ikke noen vesentlige endringer i forhold til dagens situasjon. I dette området forventes forurensningstilstanden å holde seg på dagens nivå i lang tid framover og at den årlige forurensningstransporten vil være bestemt av nedbør og klima.



**Figur 10.** Transport av sink og sulfat i Huddingselva. Hydrologiske år 1999-2006.



### 3. Konklusjoner

1. Orvassdraget har mottatt støtbelastninger av tungmetaller som følge av uventede avrenningsforhold som oppsto under vannfyllingen av Joma gruva. Endelige tiltak for å stabilisere situasjonen ble avsluttet i november 2004.
2. Tiltakene som ble gjennomført i 2004 medfører at det nå ikke lenger trenger inn vann fra Orelva i dagbruddet. Observasjoner fram til programmets avslutning i september 2006 tyder så langt på at tiltaket ser ut til å virke bra rent fysisk. Tiltaket medfører også at det går mindre vann gjennom dagbruddet og øvre deler av gruva fram til det permanente overløpet gjennom stigort 4.
3. Det har ikke skjedd vesentlige endringer i drensvannets kjemiske sammensetning. Dette betyr at forurensningstransporten fra dagbruddsområdet har avtatt.
4. Drensvannets pH-verdi er omkring 7 og viktigste metall i avrenningen er sink. Sinkkonsentrasjonen er omkring 2 mg/l som årsmiddel. Vannkvaliteten er som man kan forvente ved en vannfylt sulfidmalmgruve og er nå mer stabil enn tidligere som følge av mindre tilførsler av fortynningsvann fra Orelva.
5. Dagens vannkvalitet og fysisk/kjemisk forurensningstilstand i Orvatn og Orvasselva vil trolig endre seg lite i årene framover og vil derfor i lang tid framover være forskjellig fra den opprinnelige mht til tungmetallnivå der sink er viktigste metall.

## 4. Referanser

- Arnesen, R.T., Bjerkeng, B. and Iversen, E.R., 1997. Comparison of Modell Predicted and Measured Copper and Zinc Concentrations at Three Norwegian Underwater Tailings Disposal Sites. Proc. from Fourth Int. Conf. on Acid Rock Drainage. Vancouver, B.C., Canada, May 31-June 6, 1997. pp 1831-1847.
- Arnesen, R.T., 1998. Avgangsdeponering under vann. Utlutning av forurensninger fra avgangsdeponiet i Huddingsvatnet. NIVA-rapport, L.nr. 3780-98. O-69120. 26 s.
- Haugen, A., 1999. Gjennomgang av situasjonen som har ført til overløp ved sjakt nr.4, dagbruddsområdet Joma. Norsulfid AS, Notat. Joma, 2. August 1999.
- Iversen, E.R., Grande, M., 2001. Oppfølgende undersøkelser etter vannfylling av Joma gruve. NIVA-rapport 4369-2001, 36 s.
- Iversen, E.R., 2003. Avrenning fra Folldal Verk. Undersøkelser i perioden 2001-2003. NIVA-rapport, L.nr. 4734-2003, O-21709, 21265. 38 s.
- Iversen, E.R., Grande, M., Brettum, P., Løvik, J.E., Bækken, T., 2004. Kontrollundersøkelser i vassdrag 1970-2003. Norsulfid AS avd. Grong Gruber. NIVA-rapport, O-69120, L.nr. 4871-2004, 97 s.
- Iversen, E.R., Grande, M., Brettum, P., Løvik, J.E., Bækken, T., 2005. Oppfølgende undersøkelser Etter vannfylling av Joma gruve. Undersøkelser i perioden 1999-2005. Norsulfid AS avd. Grong Gruber. NIVA-rapport, O-99215, L.nr. 5105-2005, 43 s.
- Kristiansen, K., 2004. Joma Gruber - Avvikling av gruvevirksomhet. Rapport fra befarings i dagbruddet i Joma. Notat 1. Multiconsult, 11.august 2004. 5 s.
- Kristiansen, K., 2004. Joma Gruber - Avvikling av gruvevirksomhet. Rapport fra befarings i dagbruddet i Joma. Notat 2. Multiconsult, 05.oktober 2004. 6 s.
- NVE (1987). Avrenningskart over Norge. Norges vassdrags- og energiverk. Vassdragsdirektoratet, hydrologisk avdeling. 1987.

## **Vedlegg A. Analyseresultater**

**Tabell 14.** Analyseresultater Stasjon 8. Huddingselv ved terskel ved veibru. 2005-2006.

Dato	pH	Kond	Turb	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr	As
		mS/m	FNU	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
26.10.2005	7,35	3,99	0,43	3,3	6,17	0,43	36	1,46	15,4	0,010	0,023	4,13	0,66	0,04	0,2	0,09
28.11.2005	7,13	3,94	0,46	2,7	6,39	0,45	30	1,29	8,60	0,020	0,027	5,06	0,68	0,05	<0,1	0,07
20.12.2005	7,06	5,36	1,04	3,6	6,60	0,58	70	3,99	22,5	0,311	0,085	21,6	1,10	0,21	<0,1	0,20
08.02.2006	7,17	4,84	0,53	3,7	7,03	0,56	54	2,60	14,0	0,120	0,042	7,34	0,78	0,071	0,1	0,2
29.03.2006	7,31	5,52	0,42	4,6	8,41	0,56	48	2,00	15,1	0,059	0,034	4,43	0,88	0,032	0,1	0,1
21.04.2006	7,27	4,74	0,34	4,6	7,01	0,49	34	2,03	15,7	0,024	0,048	6,32	0,95	0,049	0,3	0,1
28.05.2006	7,23	3,62	0,37	3,1	5,46	0,38	37	1,52	10,3	0,020	0,031	6,63	0,66	0,047	0,2	<0,05
29.07.2006	7,36	3,98	0,57	3,4	6,24	0,41	34	1,54	9,5	0,024	0,023	4,56	0,48	0,026	0,1	0,1
12.09.2006	7,44	4,05	0,43	3,5	6,50	0,45	38	1,67	7,67	0,002	0,022	5,57	0,71	0,034	<0,1	0,1
Tidsv.middel	7,24	4,39	0,51	3,6	6,55	0,47	42	1,98	13,3	0,060	0,040	7,05	0,74	0,06	0,1	0,11
Maks.verdi	7,44	5,52	1,04	4,6	8,41	0,58	70	3,99	22,5	0,311	0,085	21,6	1,10	0,21	0,3	0,2
Min.verdi	7,06	3,62	0,34	2,7	5,46	0,38	30	1,29	8,60	0,002	0,022	4,13	0,48	0,026	<0,1	<0,05

**Tabell 15.** Analyseresultater. Stasjon 6B Terskel ved utløp østre Huddingsvatn 2005-2006.

Dato	pH	Kond	Turb	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr	As
		mS/m	FNU	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
23.08.2005	7,01	7,03	0,55	19,9	9,76	0,61	20	6,0	76	0,046	0,262	36,8	2,34	0,31	<0,1	0,20
12.09.2006	7,41	3,95	0,31				20	1,7	8,1	0,005	0,028	2,5	0,74	0,02	<0,1	0,10

**Tabell 16.** Analyseresultater. Stasjon 11. Utløp Vektarbotn 2005-2006.

Dato	pH	Kond	Turb	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr	As
		mS/m	FNU	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
22.08.2005	7,20	3,00	0,72	2,6	4,45	0,32	45	1,21	4,89	0,303	0,020	7,61	0,43	0,03	<0,1	0,10
12.09.2006	7,32	3,52	0,47				52	1,53	3,35	0,027	0,010	6,40	0,36	0,03	<0,1	0,10

Tabell 17. Analyseresultater. Kulvert nedenfor stigort 4.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
15.09.2005	7,22	56,0	216,2	104	3,65	1,03	0,686	0,165	2,32	<0,01	0,0055	0,733	0,026	0,020	2,15	14,5
26.10.2005	7,32	58,1	238,9	106	4,38	1,78	0,827	0,254	2,90	<0,01	0,0091	0,871	0,035	0,025	2,82	21,5
25.11.2005	7,42	66,0	254,8	123	4,28	0,76	0,619	0,112	2,64	<0,01	0,0053	0,860	0,027	0,021	2,31	34,0
03.01.2006	7,46	68,4	280,7	136	4,43	0,82	0,556	0,112	2,83	0,003	0,0060	0,920	0,028	0,024	2,40	17,2
18.02.2006	7,47	69,1	275,4	132	4,53	0,97	0,572	0,133	2,95	<0,01	0,0067	0,940	0,029	0,024	2,42	17,4
05.04.2006	7,54	67,9	270,1	129	4,42	0,41	0,842	0,090	2,56	<0,01	0,0058	0,892	0,026	0,022	2,35	12,5
22.05.2006	5,97	5,02	18,9	6,47	0,59	0,37	0,459	0,066	0,27	<0,01	0,0010	0,069	0,007	0,003	0,68	21,1
26.06.2006	6,65	57,0	278,1	123	4,90	1,95	0,943	0,256	3,03	<0,01	0,0089	0,992	0,036	0,025	2,85	15,4
15.08.2006	7,41	70,4	289,2	138	4,75	0,249	0,729	0,094	2,95	0,01	0,0066	0,983	0,031	0,023	2,48	11,4
12.09.2006	7,28	68,1	291,3	127	5,00	0,837	0,688	0,167	3,05	<0,01	0,0086	1,02	0,036	0,025	2,81	10,4
Gj.snitt	7,17	58,6	241,4	112	4,09	0,92	0,692	0,145	2,55	0,01	0,0064	0,828	0,028	0,021	2,33	17,5
Maks. verdi	7,54	70,4	291,3	138	5,00	1,95	0,943	0,256	3,05	0,01	0,0091	1,02	0,036	0,025	2,85	34,0
Min. verdi	5,97	5,02	18,9	6,47	0,59	0,25	0,459	0,066	0,27	<0,01	0,0010	0,069	0,007	0,003	0,68	10,4

Tabell 18. Analyseresultater. Lekkasjevann fra rampe.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Pb mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
16.08.1999	6,75	19,6	20,7	9,48	0,69	0,38	1,17	0,060	0,39	<0,005	<0,05	0,09	<0,01	0,005	0,92	
23.08.2001	7,90	35,8	93,7	65,4	1,73	<0,01	0,29	0,010	1,18	<0,005	<0,01	0,24	0,008	<0,005	1,60	1,0
19.08.2002	7,45	57,5	206,6	114	2,98		0,19	0,004	2,01	0,007	0,0005	0,49	0,016	0,010		0,88
19.08.2003	7,42	48,9	185,9	91,7	3,37	0,01	0,19	0,030	2,88	0,011	<0,01	0,59	0,026	0,013	1,90	0,87
22.08.2005	3,69	33,7	131,3	26,2	3,39	3,94	2,70	0,551	2,30	0,014	0,01	0,60	0,043	0,022	2,92	0,78
12.09.2006	7,80	81,6	332,3	165	4,63	0,009	0,22	0,007	2,79	0,003	<0,01	0,67	0,024	0,013	1,69	1

**Tabell 19.** Overflatevann i dagbrudd

Dato	pH	Kond	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Cd	Pb	Mn	Ni	Co	Si
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
16.08.1999	6,72	7,14	65,3	30,3	1,17	0,15	2,31	0,080	1,43	0,005	<0,05	0,16	0,020	0,010	0,87
19.08.2003	4,22	17,9	71,0	16,4	2,08	1,71	1,24	0,279	1,31	0,008	<0,01	0,31	0,025	0,012	1,91
22.08.2005	7,59	68,2	250,3	131	3,70	<0,005	0,21	0,005	2,05	0,002	<0,01	0,49	0,018	0,009	1,39
12.09.2006	3,74	52,9	235,9	55,2	6,53	6,38	2,2	0,872	4,07	0,024	0,02	1,23	0,072	0,040	5,02

**Tabell 20.** Orelva ovenfor dagbrudd

Dato	pH	Kond	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Cd	Pb	Mn	Ni	Co	Cr	As
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
03.07.2000	7,01	1,57	0,9	2,27	0,15	24	<0,3	0,8	<0,5						
23.08.2001	7,61	5,08	3,0	8,63	0,43	55	3,2	5,7	0,041	0,02	5,40	0,98	0,076	<0,1	0,09
19.08.2002	7,43	6,91	3,4	11,8	0,59	30	1,0	0,94	<0,02	0,01	5,62	0,94	0,054	0,62	0,1

**Tabell 21.** Orelva nedenfor dagbrudd og tilførsler fra rampe.

Dato	pH	Kond	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr	As
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
20.08.1996	7,63	5,19	3,9	8,69	0,43	30	1,2	4,9	0,03	0,04	2,2	1,2	<0,1	<0,5	0,2
19.08.1998	7,04	2,38	1,7	3,87	0,24	80	1,9	5,1	0,07	0,03	2,9	2,0	<0,1	<0,5	0,1
16.08.1999	7,17	9,20	9,0	20,4	0,64	108	18,8	100	0,32	0,52	26,9	3,4	1,4	<0,5	0,2
15.10.1999	7,40	5,91	6,7	9,28	0,45	175	9,2	148	0,40	0,64	17,6	2,0	0,7	<0,5	0,4
22.08.2000	7,20	5,31	5,6	8,82	0,46	120	8,2	81	0,20	0,49	18,0	1,7	0,6	<0,1	0,1
23.08.2001	7,57	6,76	8,6	11,1	0,51	102	6,4	93	0,07	0,46	28,0	1,9	0,7	<0,1	0,1
19.08.2002	7,45	12,8	23,5	21,0	0,87	330	13,1	197	0,45	0,76	63,3	3,3	1,5	0,7	0,5
19.08.2003	7,50	8,23	13,5	13,9	0,67	300	11,1	124	0,20	0,49	43,7	2,5	1,2	0,8	0,3
22.08.2005	7,54	8,08	12,0	12,6	0,64	120	9,9	125	0,18	0,25	41,8	2,1	1,0	<0,1	0,2
12.09.2006	7,50	6,01				120	3,6	27	0,14	0,09	15,3	1,6	0,3	<0,1	0,2

Tabell 22. Analyseresultater. Stasjon Orvasselva, nedre del 2005.

Prøve tatt	pH	Kond mS/m	Turb FNU	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	As µg/l
20.01.2005	7,22	8,61	1,85	12,9	13,2	0,81	280	13,5	102	0,928	0,180	17,9	1,7	0,30	0,1	0,10
21.04.2005	7,28	9,01	0,52	11,8	13,2	0,95	280	4,82	71,5	0,078	0,180	30,6	2,4	0,38	0,2	0,10
31.05.2005	6,76	2,84	1,02	3,0	3,27	0,31	130	4,36	27,1	0,120	0,088	21,9	1,1	0,38	0,1	0,10
24.06.2005	6,78	1,68	0,83	2,0	2,52	0,16	66	2,58	18,2	0,090	0,056	8,2	1,0	0,17	0,1	0,10
14.07.2005	6,97	2,32	0,71	2,9	3,70	0,18	49	1,85	19,5	0,042	0,051	7,0	0,8	0,12	<0,1	0,05
22.08.2005	7,41	4,67	0,36	5,5	7,92	0,42	82	2,48	21,5	0,040	0,056	3,8	1,2	0,05	<0,1	0,10
02.09.2005	7,13	3,71	0,62	5,0	6,85	0,28	93	3,67	30,2	0,076	0,070	6,3	1,6	0,12	0,1	0,10
26.10.2005	7,32	5,25	0,60	7,3	8,38	0,48	99	6,49	109	0,092	0,130	6,67	2,0	0,18	0,48	0,09
28.11.2005	6,98	4,02	0,49	5,8	6,70	0,38	61	3,25	40,8	0,040	0,088	6,88	1,4	0,16	<0,1	0,07
20.12.2005	7,13	5,22	0,37	8,3	8,06	0,49	60	3,42	47,8	0,029	0,092	4,22	1,8	0,092	<0,1	0,20
Gj.snitt	7,10	4,73	0,74	6,4	7,38	0,45	120	4,64	48,8	0,154	0,099	11,3	1,5	0,20	0,1	0,10
Maks.verdi	7,41	9,01	1,85	12,9	13,20	0,95	280	13,50	109	0,928	0,180	30,6	2,4	0,38	0,5	0,20
Min.verdi	6,76	1,68	0,36	2,0	2,52	0,16	49	1,85	18,2	0,029	0,051	3,8	0,8	0,05	<0,1	0,05



Tabell 23. Analyseresultater. Stasjon 3. Orvasselva nedre del i 2006.

Prøve tatt	pH	Kond mS/m	Turb FNU	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	As µg/l
08.02.2006	7,57	8,00	0,78	14,5	12,8	0,69	160	5,48	100	0,099	0,229	38,2	2,41	0,67	0,1	0,3
29.03.2006	7,02	4,64	3,72	2,9	5,90	0,36	130	6,20	39,3	0,726	0,120	20,9	1,40	0,44	0,3	0,2
21.04.2006	7,35	11,40	0,75	18,7	18,1	1,30	652	4,74	158	1,610	0,140	57,0	3,76	0,45	0,5	0,6
28.05.2006	7,09	3,40	0,47	4,6	4,82	0,27	91	2,95	32,5	0,054	0,078	9,65	1,30	0,19	0,3	<0,1
29.07.2006	7,32	6,46	0,30	10,3	11,0	0,50	53	3,36	25,1	0,032	0,075	3,32	0,99	0,07	<0,1	0,1
12.09.2006	7,53	6,73	0,73				140	3,16	24,7	0,046	0,062	6,17	1,60	0,08	<0,1	0,2
Gj.snitt	7,31	6,77	1,13	10,2	10,5	0,62	204	4,32	63,3	0,43	0,12	22,5	1,91	0,32	0,21	0,23
Maks.verdi	7,57	11,40	3,72	18,7	18,1	1,30	652	6,20	158,0	1,61	0,23	57,0	3,76	0,67	0,46	0,58
Min.verdi	7,02	3,40	0,30	2,9	4,82	0,27	53	2,95	24,7	0,03	0,06	3,32	0,99	0,07	<0,1	<0,1