

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
5008 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 Oppfølgende undersøkelser etter vannfylling av Joma gruve	Løpenr. (for bestilling) 4369-2001	Dato 23.04.2001
	Prosjektnr. Undernr. O-99215	Sider 36
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune Grande, Magne	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område Nord-Trøndelag	Trykket NIVA 2001

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. Forholdet gjentok seg under vårflommen 2000. Drensvannet fra dagbruddområdet inneholder hovedsaklig sink. Støtbelastningen av sink på vassdraget var betydelig under flomperiodene. Utslippene har tilsynelatende ikke hatt noen negative konsekvenser av betydning på fiskebestanden i Orvatn, men forhøyede tungmetallnivå i fiskens lever er påvist. Det er mulig å redusere belastningen på vassdraget ved å heve nivået på sjakten der overløpet skjer. Tiltaket ble gjennomført vinteren 2001.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kisgruve 2. Gruvevann 3. Tungmetaller 4. Hydrobiologi 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pyrite Mining 2. Acid Rock Drainage 3. Heavy Metals 4. Hydrobiology
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Eigil Rune Iversen
Eigil Rune Iversen
Prosjektleder

Svein Stene-Johansen
Svein Stene-Johansen
Forskningsleder

Bente M. Wathne
Bente M. Wathne
Forskningsjef

O-99215

**Oppfølgende undersøkelser etter vannfylling av
Joma gruve**

Forord

Joma gruve ble fylt med vann fra Orvasselva 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. Et utvidet overvåkingsprogram ble igangsatt etter pålegg fra Statens forurensningstilsyn. Programmet ble avsluttet i oktober 2000.

De biologiske undersøkelsene er utført av Magne Grande og Sigbjørn Andersen, NIVA. De fysisk/kjemiske undersøkelsene er utført av Tom Chr. Mortensen og Eigil Rune Iversen, NIVA.

Vi vil takke Svein Rustad, Røyrvik for all assistanse i forbindelse med den rutinemessige innsamling av vannføringsdata og vannprøver i gruveområdet.

Oslo, 23.april 2001

Eigil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Bakgrunn	7
2. Fysisk/kjemiske undersøkelser	8
2.1 Prøvetakingsprogram og stasjonsplassering	8
2.2 Analysemetodikk	10
2.3 Fysisk/kjemisk vannkvalitet	11
2.3.1 Måledam for samlet avrenning fra sjakt 4	11
2.3.2 Stasjon 3.Orvasselva, nedre del	11
2.3.3 Prøver tatt under befaringer	12
2.4 Vannføringsmålinger	13
2.5 Forurensningstransport	14
3. Biologiske undersøkelser	16
3.1 Fiskeundersøkelser	16
3.1.1 Innledning	16
3.1.2 Metoder	16
3.1.3 Resultater	16
3.1.4 Tungmetaller i fisk	18
3.1.5 Konklusjon	19
4. Samlet vurdering	20
5. Referanser	21
Vedlegg A. Fysisk/kjemiske analyseresultater	22
Vedlegg B. Resultater fra biologiske undersøkelser i Orvassdraget i 1999	27
Fisk	28
Orvatnet	28
Tungmetaller i fisk fra Orvatn	28
Bunndyr	29
Orvasselva	29
Sammenfattende vurderinger	32
Orvatnet og Orvasselva	32
Vedlegg C. Resultater fra garnfangst av aure i Orvatnet i 2000	34

Sammendrag

Det er gjennomført en kartlegging av forurensningstilførslene fra Joma gruve etter at denne fikk et utilsiktet overløp i juli 1999. Undersøkelsene har pågått i perioden oktober 1999- oktober 2000. 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 vårflommen 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.

Det er ikke rapportert om fiskedød i forbindelse med utslippene. Forsøksfiske gjennomført i Orvatn i oktober 1999 ga et normalt fiske, men fisken hadde en svekket kondisjon. Det ble gjennomført et nytt fiske i august 2000. Resultatene viste at Orvatn hadde en god aurebestand på grensen til overbefolkning. Analyse av mageinnholdet viste at næringstilbudet var rikt og variert. Analyse av tungmetallinnholdet i fiskens lever viste forhøyede nivåer. Nivåene i filéten var i nærheten av normale bakgrunnsverdier. Utslippene har derfor tilsynelatende ikke hatt negative effekter på fisket i Orvatn. Det medfører etter vår vurdering ingen fare å konsumere fisk fra Orvatn.

Vassdraget vil alltid motta større metallmengder enn i tiden før gruva fikk overløp. Belastningen på vassdraget kan trolig reduseres betydelig ved å heve nivået på betongoverbygget på stigort 4. Dette ble også gjort vinteren 2001. Forurensningssituasjonen i Orvassdraget vil bli fulgt opp med rutinemessig prøvetaking i nedre del av Orvasselva fram til utgangen av 2002.

Summary

Title: Effects of flooding Joma pyrite mines, Norway

Year: 2001

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4006-3

Joma pyrite mines was operating between 1970 and 1997. 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 1997 the main adit was plugged with concrete. The mine was flooded by directing 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 a lake downstream the mine are reported. However, except elevated metal levels in the fish liver, no negative effects on the trout population are observed.

1. Bakgrunn

Joma gruve ble som planlagt fylt med vann fra Orvasselva våren 1999. Dette ble gjort ved å lage en åpning i ryggen som skiller dagbruddet fra Orvasselva. 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 sjakt nr. 4 (lokalisering se figur 2). Norsulfid as har beskrevet situasjonen 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 som ble foretatt den 16.08.1999. Analyseresultatene for prøver tatt i Orvasselvas nedre del viste 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. Den 21.august 2000 ble det foretatt nye biologiske undersøkelser i Orvatn og Orvassdraget.

Undersøkelsesprogrammet har hatt en varighet på ett år. Feltobservasjonene ble avsluttet med siste prøvetaking den 3.november 2000.



Figur 1. Måledam nedenfor stigort 4 (betongoverbygget på stigorten til venstre i bildet).

2. Fysisk/kjemiske undersøkelser

2.1 Prøvetakingsprogram og stasjonsplassering

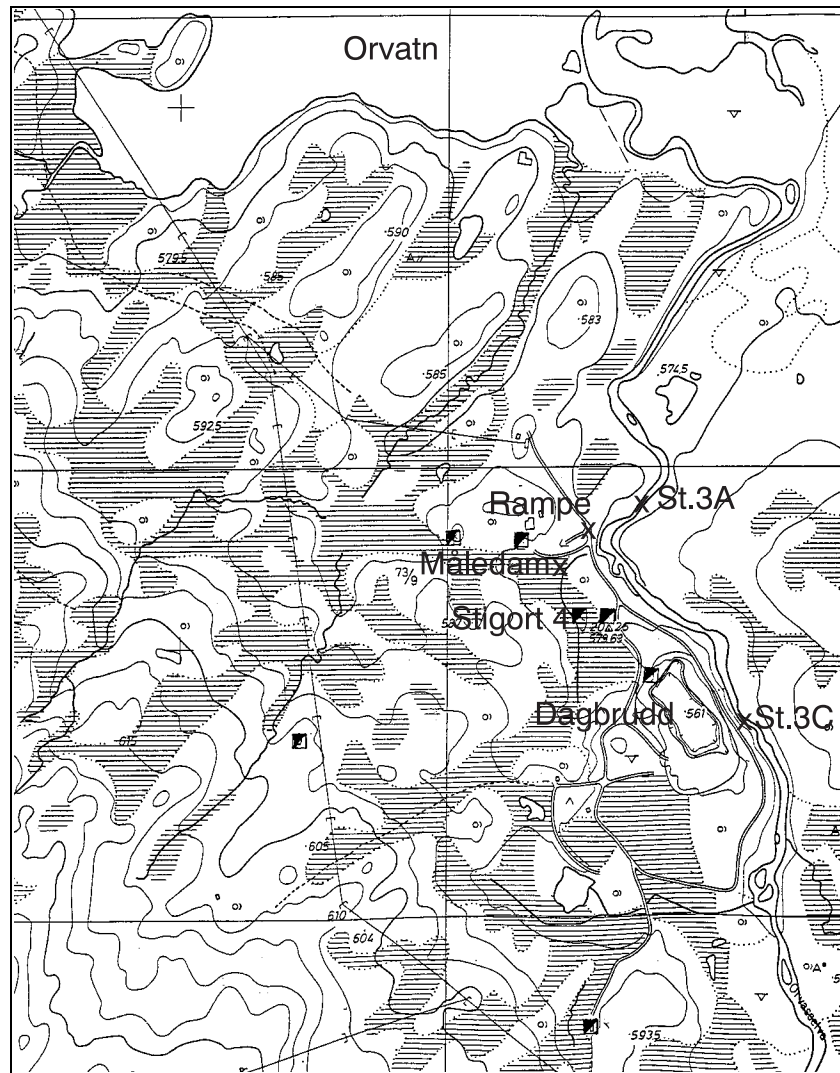
Det fysisk/kjemiske prøvetakingsprogrammet har omfattet månedlig prøvetaking ved en måledam med 90 graders trekantprofil som ble anlagt i bekken nedenfor sjakt nr. 4. Vannstanden over måleprofilen ble registrert automatisk v.h.a. av trykkcelle i måledammen tilknyttet en batteridrevet datalogger. Dataloggeren ble tømt av NIVA og vannføringen ble beregnet etter Otnæs og Ræstad (1971). Da måleprofilen ble ødelagt under vårflommen i 2000, ble det montert en ny målestasjon et lite stykke nedenfor i en stålkulvert like før bekken løper inn i Orvasselva. Prisippet for disse vannmengdemålingene var logging av vannhastigheter og vannhøyder i kulverten. Avspilling av data ble foretatt av lokal observatør og sendt til NIVA for beregning av vannføring. Målepunktet fanget også opp i en periode lekkasjevann fra et borhull i nærheten som senere ble tettet. Bekken fører mot Orvasselva nedenfor dagbruddet.

Måleprogrammet har også omfattet månedlig prøvetaking i nedre del av Orvasselva ved Ornes gård (st.3). Denne stasjonen er rutinemessig prøvetatt i tidligere undersøkelser slik at det foreligger referansemateriale for vannkvaliteten før gruva fikk overløp. Stasjonen vil også bli fulgt opp i det videre kontrollprogram som vil løpe ut 2002.

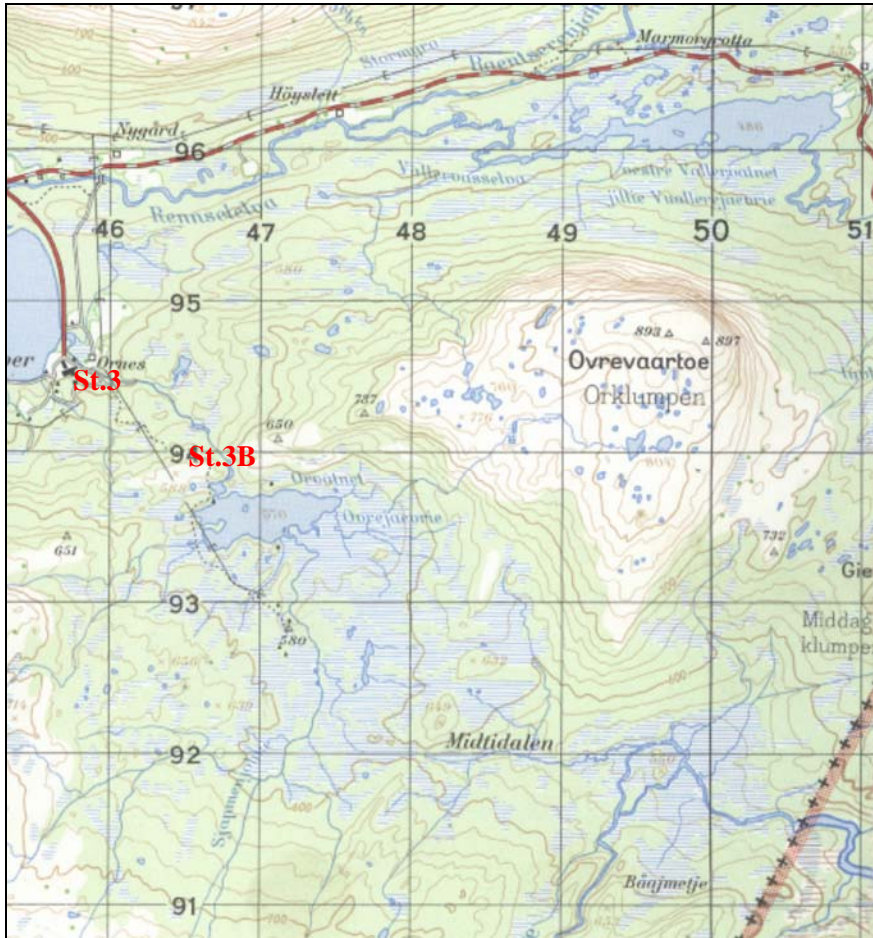
Under befaringene er det foruten prøvetaking ved forskjellige dyp i Orvatn også tatt orienterende prøver ved utløpet av Orvatn, i Orvasselva ovenfor og nedenfor dagbruddet, i dagbruddet, samt av dreinsvann fra bilstoll, et borhull i området og av overløpsvann fra sjakt 4. Posisjonene til prøvetakingsstasjonene er angitt i tabell 1 og markert på figur 2 og figur 3 som er kartskisser over området.

Tabell 1. Stasjonsplasseringer 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
Overløp sjakt 4	N 64gr 51,247 min ; Ø 13 gr 53,053 min	Ved befaring
Utløp borhull ved sjakt 4	N 64gr 51,260 min ; Ø 13 gr 53,019 min	Ved befaring
Dreinsvann fra rampe	N 64gr 51,287 min ; Ø 13 gr 53,056 min	Ved befaring
Måledam nedenfor sjakt 4	N 64gr 51,270 min ; Ø 13 gr 53,035 min	1 x mnd



Figur 2. Utsnitt av kart over dagbruddsområdet med markering av sjakter og prøvetakingspunkter



Figur 3. Kartutsnitt over Orvassdraget (1:50.000)

2.2 Analysemetodikk

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, alkalitet, sulfat, kalsium og magnesium. Alle analysene er utført av NIVA og prøvene er tatt på kontrollerte prøveflasker utsendt av NIVA.

2.3 Fysisk/kjemisk vannkvalitet

2.3.1 Måledam for samlet avrenning fra sjakt 4

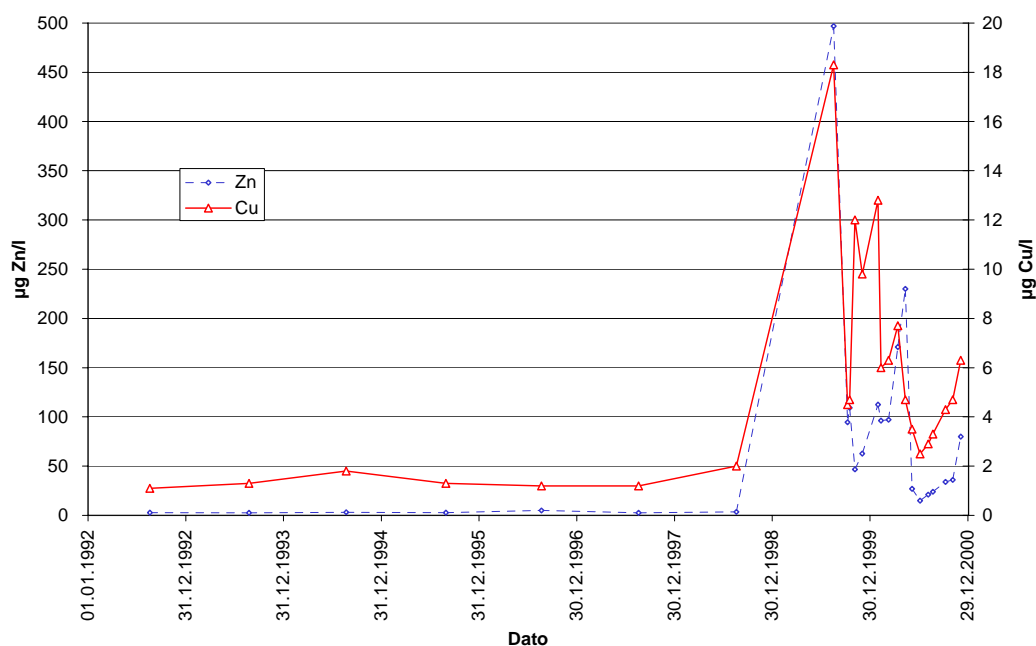
Analyseresultatene for de prøver som er tatt, er samlet i tabell 13 i vedlegget bak. Resultatene viser at pH-verdiene er omkring pH7, noe som viser at det vann som kommer fra gruva ikke er surt (se også tabell 12). Det vann som opprinnelig sto i dagbruddet da vannfyllingen av gruva startet, var meget sterkt forurensset (se forsidebildet). Fyllingen medførte at vannet ble fortynnet og transportert ned i gruva. Forholdene nede i gruva var forskjellige vannkjemisk sett i forhold til situasjonen når en begynte å nærme seg dagen ved utkjøring i dagbruddet. Gruvevannet som ble drenert av grunnstollen var i alle år svakt alkalisk med pH-verdier omkring 8 og var følgelig moderat tungmetallforurensset. Kobberkonsentrasjonene var svært lave. Viktigste metall var sink. Dette viser at sideberget i gruva har et høyt innhold av basiske mineraler som kalkspat som har evne til å begrense omfanget av de naturlige forvittringsprosessene.

Når surt, tungmetallholdig drens vann blir ført inn i gruva, heves pH-verdien. Ved økende pH-verdier har svovelkis evne til å adsorbere kobberioner. Dette er årsaken til at kobberkonsentrasjonene var forholdsvis lave ved grunnstollnivå og i overløpsvannet fra sjakt 4. Når kobberioner avsettes på kisovertflatene, frigjøres jern som toverdige ioner. Likeledes vil sinkioner bli frigjort ved at kobberioner avsettes på sinkblende. Ved overløpet av sjakten og eventuelt andre steder der vann strømmer ut fra den vannfylte gruva, vil vannet se helt fargeløst ut (svakt grønnfarget ved høye jernverdier). Når vannet luftes f.eks. i en bekk, vil jerninnholdet raskt oksideres til treverdige som er brunfarget. Drensvannet fra sjakt 4 har et relativt beskjedent jerninnhold, noe som viser at forvittringsprosessenene i den delen av gruva som står under sirkulasjon med vann fra dagbruddet har et forholdsvis beskjedent omfang. Sulfationer dannes ved forvitring av sulfider. Sulfatinnholdet i drensvannet vurderes også som beskjedent sett i forhold til de konsentrasjoner som en kan påvise i surt drens vann fra avfall eller gruver. De høyeste konsentrasjoner av forurensningskomponenter ble påvist under vårfloppen (5. mai 2000).

2.3.2 Stasjon 3. Orvasselva, nedre del

I tabell 10 er samlet de viktigste analyseresultater for alle prøver som er tatt i Orvasselva siden 1992, d.v.s. i den perioden en har benyttet moderne analysemetodikk som ICPMS. Resultatene viser at konsentrasjonene av kobber og sink i Orvasselva var henholdsvis 1-2 µg/l og 2-5 µg/l i tiden før vassdraget ble tilført avrenning fra det vannfylte dagbruddet. Ved prøvetakingene den 16.08.99 ble det påvist såvidt høy sinkkonsentrasjon som ca. 500 µg/l mens kobbernivået ble påvist til 18 µg/l. Denne observasjonen var som nevnt årsaken til at det utvidede undersøkelsesprogrammet ble igangsatt. Figur 4 viser hele observasjonmaterialet for kobber og sink for perioden 1992-2000.

Etter at vannstanden i dagbruddet sank utover høsten 1999, ble dermed også forurensningstilførslene til vassdraget redusert. En ser at metallkonsentrasjonene sank i perioden etter det første overløpet. Under vårfloppen 2000 i begynnelsen av mai måned ble det en ny støtbelastning på vassdraget på grunn av isoppstuvning i elveløpet ved siden av dagbruddet. Vannstanden i dagbruddet steg derved betydelig og tvang store vannmengder gjennom øvre deler av gruva og til avløp gjennom sjakt 4. En ser at konsentrasjonene denne gang ikke ble så høye ved denne stasjonen. Oppstuvningen varte i perioden fra 22.04 til ca 10.05. 2000. Selv om metallkonsentrasjonene i Orvasselva falt betydelig i løpet av 2000 i forhold til hva som ble observert i august 1999, var de likevel vesentlig høyere enn de opprinnelige verdiene før gruva fikk overløp. Kobberkonsentrasjonene var i 2000 godt under 10 µg/l, ca. 5x høyere enn normalt, mens sinkkonsentrasjonene varierte i området fra 15 til 230 µg/l betydelig høyere enn det opprinnelige bakgrunnsnivået på 2-5 µg/l.



Figur 4. Kobber- og sinkkonsentrasjoner ved st.3. Orvasselva, nedre del.

2.3.3 Prøver tatt under befaringer

Orvatn, utløp Orvatn

Under befaringene til området ble det tatt to prøvesnitt i Orvatn ved det dypeste området som ble lokalisert i nærheten av utløpet. Største dyp ble observert til ca. 10 meter. Analyseresultatene er samlet i tabell 11. Resultatene viser at vannkvaliteten var forholdsvis lik ved de to anledningene. Tungmetallnivåene var noe høyere høsten 1999 enn høsten 2000. Nivåene høsten 1999 var imidlertid betydelig lavere enn de nivåer som ble påvist i nedre del av Orvasselva i august 1999. Dette tyder på at de forhold som ble påvist i vassdraget da gruva fikk overløp første gang i slutten av juli 1999 var et etgangs-fenomen. Etter at forholdene har stabilisert seg, er imidlertid tungmetallnivåene noe høyere enn de var før gruva fikk overløp, spesielt når det gjelder sink. De nivåer som er påvist vil normalt ikke ha noen skadelige effekter på fiskebestanden.

Det er også tatt tre prøver ved utløpet av Orvatn i løpet av undersøkelsesperioden (se tabell 9). Prøve tatt i juli 2000 ble tatt av Lensmannen i Grong på flasker utsendt av NIVA. Resultatene viser omtrent samme tungmetallnivåer som for prøvesnittet i Orvatn. Kobberkonsentrasjonene var lave ved alle prøvetakingene, men en merker tilførselene fra gruva ved forhøyede verdier for sink (15-40 µg/l) i forhold til antatt bakgrunnsnivå på 5 µg/l.

Orvasselva ovenfor og nedenfor tilløp fra dagbruddet

Resultatene i tabell 7 og tabell 8 viser resultatene for de prøver som er tatt av Orvasselva ovenfor og nedenfor tilløp fra dagbruddet. Resultatene viser svært lave tungmetallverdier i elva ovenfor dagbruddet. Nedenfor er verdiene merkbart høyere også for de prøver som ble tatt før gruva fikk overløp. Dette har sammenheng men at malmen i området har sitt utgående i elveleiet nedenfor åpningen i vollen mellom dagbruddet og elva, noe som også er lett synlig. Etter at gruva fikk overløp har tungmetallkonsentrasjonene økt merkbart, men er likevel relativt moderate.

Øvrige stikkprøver

Under befaringene er det også tatt stikkprøver av overløpsvann fra stigort 4, lekkasjevann fra et borhull i nærheten, lekkasjevann fra den tidligere rampen, samt overflatevann fra dagbruddet. Resultatene i tabell 12 viser relativt moderate tungmetallkonsentrasjoner der sink er viktigste metall. pH-verdiene er så vidt høye som 6,7-6,9 noe som også viser at sigevannet er relativt lite forurenset sammenliknet med slike verdier som man som regel har i denne type avrenning dersom vannet er sterkt surt (pH 2,5-3,5).

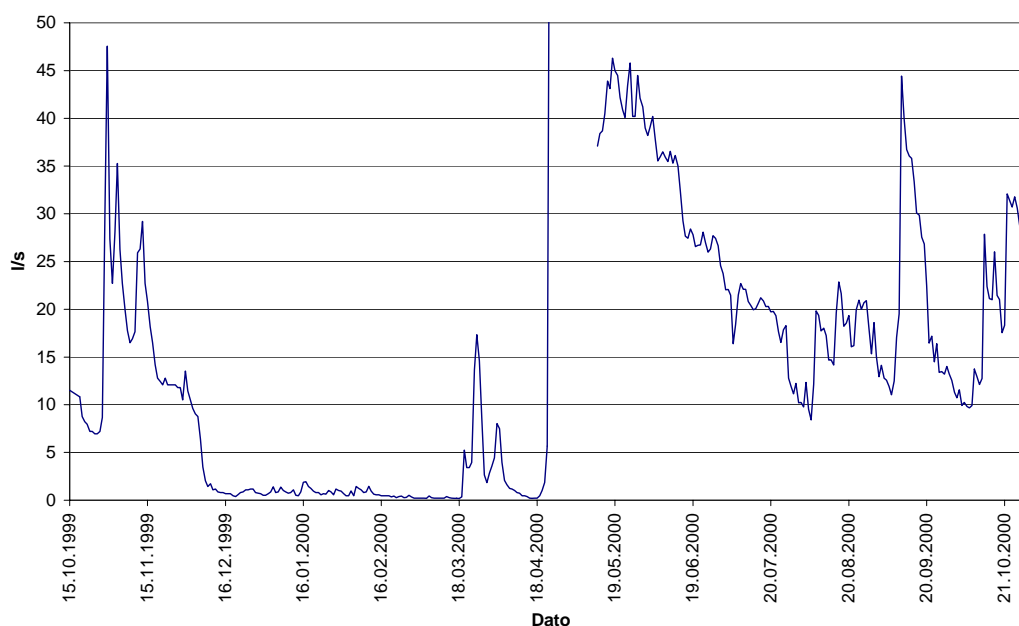
2.4 Vannføringsmålinger

Vannføringen i bekken som mottar overløpsvann fra stigort 4 ble målt ved å sette ned en overløpsprofil i bekken. Profilen var laget av vannfast finer og hadde en 90 graders trekantprofil. Overløpshøyden ble målt automatisk v.h.a. trykkcelle koblet til batteridrevet datalogger. Vannføringen ble kontrollert under de besøk NIVA hadde til området.

Under vårfloppen 2000 ble måledammen ødelagt og målepunktet måtte flyttes et lite stykke nedenfor der bekken krysser under en anleggsvei før den løper ut i Orvasselva. Det ble montert en målecelle som målte vannhastighet og vannhøyde i kulverten. Vannføringen ble deretter beregnet v.h.a. måledata og kulvertens diameter.

Måleresultatene er presentert i figur 5. Vannføringskurven har intet normalt forløp idet vannføringen i bekken var bestemt av hvorvidt det var overløp på stigort 4 eller ikke. Nedbørsfeltet til bekken er under normale forhold bekjedent.

På grunn av ødelagt profil ble det et brudd i målingene mellom 24.04.2000 og 12.05.2000 før ny målestasjon var på plass. I denne tiden er vannføringen anslått. Under NIVAs befaring til området den 05.05.2000 ble vannføringen målt til 900 l/s v.h.a. "saltmetoden" (se figur 6). Denne metoden går ut på å tilsette en kjent mengde salt til bekken og måle konduktivitetøkningen i bekken nedenfor etter innblanding av saltet. Når en på forhånd har bestemt hvilket ledningsevneøkning en kjent saltmengde fører til ved innblanding i en liter vann, kan vannføringen beregnes.



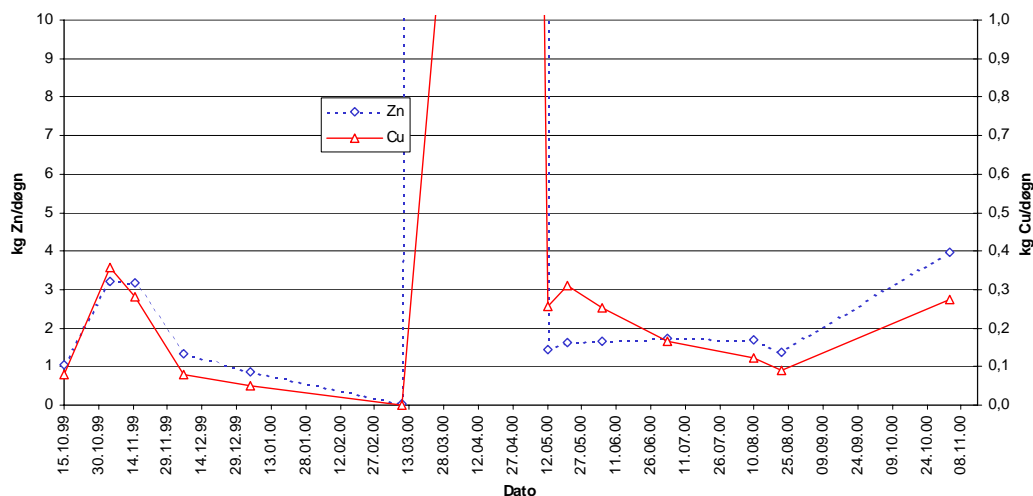
Figur 5. Vannføringskurve for måledam i bekk ved sjakt 4.



Figur 6. Overløp ved stigort 4 under vårfloppen. Bildet er tatt 5. mai 2000. Vannføring ca. 900 l/s.

2.5 Forurensningstransport

Ved hjelp av analyseverdi og vannføringsobservasjon kan den momentane forurensningstransporten beregnes. I tabell 2 er døgntransporten av de viktigste forurensningskomponenter beregnet for alle observasjoner som er gjort i undersøkelsesperioden. Kobber- og sinktransporten er avbildet grafisk i figur 7. Beregningene viser at transporten er forholdsvis beskjeden i mesteparten av undersøkelsesperioden. Sink er viktigste metall. Resultatene viser også at transporten mangedobles når gruva får en gjennomstrømning som under en flomperiode. Selv om konsentrasjonene under en slik episode er forholdsvis beskjedne, blir likevel vassdraget tilført betydelige metallmengder når vannføringen blir så stor som 900 l/s. Flomepisoden i april/mai varte fra 24.april til 6. eller 7. mai da elva ble tatt opp med gravemaskin, noe som førte til at vannstanden i dagbruddet sank raskt.



Figur 7. Kobber-og sinktransport ved overløpet av stigort 4.

Tabell 2. Døgntransport av forurensningskomponenter ved måledam ved stigort 4.

Dato	SO ₄ kg/døgn	Fe kg/døgn	Cu kg/døgn	Zn kg/døgn	Cd kg/døgn	Vannf l/s
15.10.99	48,8	1,55	0,08	1,04	0,0079	11,5
04.11.99	154,7	2,15	0,36	3,22	0,0256	29,6
15.11.99	145,3	1,46	0,28	3,17	0,0200	23,2
06.12.99	59,6	0,35	0,08	1,33	0,0073	8,48
04.01.00	38,6	0,33	0,05	0,88	0,0065	4,99
10.03.00	2,2	0,01	0,00	0,05	0,0003	0,23
05.05.00	41438	40,4	3,89	687	1,9440	900
12.05.00	49,0	2,98	0,26	1,44	0,0080	37,1
21.05.00	77,7	3,03	0,31	1,64	0,0091	42,2
05.06.00	69,8	1,88	0,25	1,67	0,0075	34,5
03.07.00	68,5	1,07	0,17	1,72	0,0048	22,1
10.08.00	67,0	0,70	0,12	1,68	0,0078	18,0
22.08.00	49,6	0,59	0,09	1,38	0,0079	14,0
03.11.00	132,6	1,87	0,27	3,96	0,0062	28,8

Årstransporten de viktigste forurensningskomponenter for perioden på ett år fra oktober 1999 til oktober 2000 kan beregnes v.h.a. samlet avrenning og tidsveiede middelerverdier for analyseresultatene. Avrenningen er beregnet til 1317531 m³/år (19/10-99 til 19/10-00) ved å summere alle døgnvannmengder fra de kontinuerlige målingene. Dette gir følgende utslipp for måleperioden :

Komponent	Tonn/år
Sulfat	135
Jern	0.80
Kobber	0.12
Sink	2.8
Kadmium	0.012

Sammenholdt med døgntransportberegningene i tabell 2 viser beregningen ovenfor at mesteparten av årstransporten i måleperioden foregikk under vårflommen i månedsskiftet april/mai 2000. Bortsett fra sink vurderes de øvrige transportverdier som beskjedne. For å begrense belastningen på vassdraget vil det derfor være viktig å heve nivået på betongoverbygget på stigort 4 slik at det ikke blir gjennomstrømning av vann gjennom dagbrudd og øvre deler av gruva i flomperioder. Dette tiltaket ble gjennomført vinteren 2001.

3. Biologiske undersøkelser

3.1 Fiskeundersøkelser

3.1.1 Innledning

I 1999 ble det foretatt et enkelt prøvafiske samt innsamling av plante- og dyreplankton i Orvatnet. Undersøkelsen ble gjennomført på grunn av metallutslipp fra dagbruddet i juli. Konklusjonen på undersøkelsen ble at det var liten tvil om at forurensningene hadde hatt negative effekter på bunndyr i Orvasselva ovenfor Orvatn og på plante- og dyreplankton i Orvatn. Fiskebestanden syntes imidlertid å være god, men med en mulig svekkelse i kondisjon på grunn av forurensningene (Iversen og medarb., 2000). For oversiktens skyld er et utdrag av rapporten fra undersøkelsene i 1999 gjengitt i Vedlegg B i den foreliggende rapport.

Den 22.-23. august 2000 ble det gjennomført et litt mer omfattende prøvafiske for å verifisere resultatene fra 1999. I mellomtiden har det også skjedd ytterligere utslipp fra dagbruddet.

3.1.2 Metoder

Det ble, som i 1999, fisket med et oversiktsgarn med en lengde av 42 m sammensatt av 14 garn á 3 m. Disse hadde forskjellige maskevidder som varierte fra 6-60 mm. Dette garnet ble plassert som i 1999 i en rett linje ut fra båtnaustet nær utløpsoset. I tillegg ble det fisket med en "Jensen garnserie" som består av 8 garn med maskevidder fra 21-52 mm. Disse garna ble plassert spredt i den sør-østre delen av vannet. Garna ble satt omkring kl. 14-15 og tatt opp ca kl. 9-10 dagen etter. Fisken ble frosset ned for senere bestemmelser av lengde, vekt, kjønn, kjønnsmodningsstadium, kjøttfarge og mageinnhold. Det ble også foretatt analyser av metaller i lever og filét fra et antall fisk.

3.1.3 Resultater

I Vedlegg C er oppført data for samtlige fisk fra fisket i 2000. Tabell 3 viser fangsten på "Jensen-serien".

Tabell 3. Garnfangst av aure i Orvatn, 22.-23. august 2000.

Maskevidde mm	omfar	Fangst antall	Vekt g
21	30	30	4207
21	30	22	1961
26	24	9	1027
29	22	10	1546
35	18	13	786
40	16	2	213
45	14	5	373
52	12	0	-
Totalt		91	10113
Pr. garnnatt (:8)		11,4	1264
Middelvekt		-	111

Det ble til sammen fisket 91 fisk med en samlet vekt av ca 10 kg på denne serien. Fisken varierte i størrelser mellom 22-1138 g. Fangsten på de finmaskede garna (21 mm) var særlig stor.

Jensen (1979) har gitt en oversikt over gjennomsnittlige garnfangster med maskeviddene 26-35 mm i 79 norske aure- og/eller røyevann og klassifisert vannene ut fra dette. Disse maskeviddene ble valgt ut som et mål for fisk av attraktiv størrelse. Fangstene på 21 mm maskevidde ble brukt som et mål for rekruttering.

Om en ser fangstene fra Orvatn i forhold til Jensens fangstoversikt, får en følgende resultat. Garna med maskeviddene 26, 29 og 35 mm gir en samlet fangst på 3359 g (tabell 3). Dette gir 1120 g/garnnatt (3359:3). I Jensens oversikt klassifiseres dette som følger:

"900-2000 g/garnnatt

Meget godt fiske, vatn med meget tette bestander. Særlig produktive ørretvatn <2 km² med akkumulerte bestander. Lite beskattede ørret/røyevatn. Mediane fangster i reguleringsmagasin de første 5-7 år etter betydelige oppdemninger."

Etter dette kan fisket i Orvatnet i august 2000 altså karakteriseres som meget godt.

Rekrutteringen beregnes etter Jensen (1979) som forholdet mellom fangsten i gram pr. garnnatt på garn med maskeviddene 26-35 mm og fangsten i antall fisk pr. garnnatt på 21 mm. Dersom verdiene er over 70 er rekrutteringen for dårlig i forhold til den utnyttbare del av populasjonen. I 2000 ligger verdien på 43 i Orvatn. Det vil si at rekrutteringen også kan karakteriseres som god. Dersom verdiene er under 40, kan det tyde på overbefolkning eller vekststagnasjon. Orvatnet ligger således nær grensen til å kunne karakteriseres som overbefolket.

I tabell 4 er gitt en oversikt over kondisjon og kjøttfarge hos fisk i forskjellige størrelsesgrupper. Tabellen viser at K-faktoren ligger omkring 1,02 for fisk i størrelser over 20 cm. Dette er normalt god kondisjon for aure.

Tabell 4. Kondisjon og kjøttfarge hos aure fra Orvatnet, 22.-23. august 2000.

	Orvatnet		
	Lengde cm		
	≤19,5	20-29,5	30≤
Antall fisk	58	46	4
K-faktor	1,04	1,02	1,02
Rød/lyserød kjøttfarge %	88	98	100

Kjøttfargen var rød eller lyserød hos praktisk talt all fisk over 20 cm.

Fangsten på oversiktsgarnet besto av 18 aure i størrelser fra 15-1244 g (13-49 cm) til en samlet vekt av 2588 g. Dette var omtrent samme antall som i 1999 (19 fisk), men vekten var mindre (4,5 kg i 1999). Dette skyldes at fisken var gjennomgående større i 1999. Årsaken kan være at fisket da foregikk så sent som i midten av oktober og at en del større fisk da var konsentrert nær gyteområdet ved utløpsoset.

Fisken var alt overveiende ikke kjønnsmoden og befant seg i modningsstadium 1-2. Bare vel 6% av fisken ble bedømt til å skulle gyte samme høst (stad. 5).

Fiskens mageinnhold fremgår av oversikten i tabell 5 hvor de forskjellige næringsgruppene forekomst i fisken er fremstilt.

Tabell 5. Mageinnhold i aure fra Orvatn 22. august 2000. Uttrykt som prosent fisk med noen viktige næringsdyr i magene (frekvensprosent).

Næringsgruppe	Frekvensprosent
Døgnfluer	43
Vårfluer	33
Biller	23
Småkreps	18
Insekter, ubestemte	14
Mudderfluer	13
Svevemygg	8
Fjærmygg	8
Marflo	3
Fisk	1

Døgnfluer ble funnet i flest mager, dernest vårfluer, biller og småkreps. Insekter var totalt sett dominerende i mageinnholdet, men småkreps, marflo og en enkelt fisk (aure) ble funnet. At marflo ble funnet, om enn i liten mengde, er interessant. Dette dyret er generelt sårbart overfor forurensning, men også for sterk beiting.

3.1.4 Tungmetaller i fisk

Det ble, i liket med i 1999, tatt filét- og leverprøver av 10 fisk fra Orvatn for analyse av tungmetaller. Prøvene ble tatt av opptint fisk på laboratoriet, frosset på ny og senere analysert på NIVA i henhold til akkrediterte analysemetoder. Resultatene fremgår av tabell 6.

Tabell 6. Metaller i aure fra Orvatn 22.-23. august 2000. mg/kg våtvekt. L=lever, F=filét.

Fisk nr. (Vedlegg 1)	Cd		Cu		Pb		Zn	
	F	L	F	L	F	L	F	L
52	0,009	1,47	1,76	131	<0,03	<0,05	3,5	96
53	0,008	2,37	1,24	102	<0,02	<0,02	3,2	117
54	0,013	2,45	0,32	100	<0,03	<0,03	3,9	98
62	<0,002	0,87	0,91	97	<0,03	<0,02	2,5	64
63	0,008	1,60	1,37	56	0,03	<0,03	5,3	103
64	0,017	2,63	0,81	87	<0,02	<0,03	3,8	111
65	0,011	2,25	0,98	134	<0,02	0,04	3,2	89
66	0,011	1,55	0,91	97	<0,02	<0,03	3,1	112
92	0,003	1,00	0,29	281	<0,02	<0,03	1,3	76
93	0,007	2,10	1,43	173	0,02	<0,03	2,7	164
Middelverdi	0,009	1,83	1,00	127	<0,02	<0,03	3,3	103
" 1999	0,004	2,02	0,21	178	<0,02	<0,04	2,9	85
Bakgrunns- verdier (antatte)	0,002 0,01	0,03 0,3	0,1 0,8	1-40	0,002- 0,1(?)	0,03- 0,3	1-10	20-80

I tabellen er også angitt middelverdiene fra 1999 samt antatte bakgrunnsverdier (Grande, 1987). Metallverdien ligger under øvre grense for bakgrunnsnivå, bortsett fra for kobber, hvor den ligger litt over (1.0-0.8). I lever derimot er verdiene for kadmium, kobber og sink over bakgrunnsverdiene. Verdien for kadmium og kobber var imidlertid lavere enn i 1999, noe som antyder en synkende tendens.

Verdiene i filét (muskulatur) er som nevnt på bakgrunnsnivå eller litt over (kobber). Fisken utgjør såvidt vi kan se ingen fare ved konsum på grunn av tungmetallinnholdet.

3.1.5 Konklusjon

Resultatene fra undersøkelsen i august 2000 viser at Orvatn har en stor aurebestand som ligger på grensen til overbefolkning. Fiskene har imidlertid normalt god kondisjon og mageprøvene viser et rikt og variert næringstilbud. Forhøyede metallverdier i fiskens lever viser at innsjøen er, eller har vært, kontaminert med metaller. Lever av aure konsumeres ikke og filétverdiene ligger innenfor eller svært nær bakgrunnsnivåene. Det er derfor vanskelig å se at forurensningen har hatt negative effekter av betydning overfor fisken i Orvatn.

4. Samlet vurdering

Da vannfyllingen av Joma gruve ble planlagt, ble to muligheter for avslutning av vannfyllingen vurdert. Det ble først vurdert å la gruva få naturlig overløp ut rampen. Avrenningen fra dagbruddet ville derved ta en kort vei via bilstollen og videre til avløp. Senere ble det vurdert å støpe igjen bilstollen ved rampen og opprettholde åpningen i vollen mellom dagbruddet og Orvasselva som ble benyttet i forbindelse med vannfyllingen av gruva. Hensikten med dette alternativet var å heve vannstanden i gruva ytterligere, noe som ble vurdert som gunstig. Gruva ville dessuten bare få en kommunikasjon med vassdraget gjennom vollen. Det ble vurdert slik at dette alternativet ville medføre en mindre belastning på vassdraget nedenfor. Man var klar over at det dårlige fjellet ved rampen kunne medføre en viss lekkasje rundt betongproppen, men dette ble vurdert å være av liten forurensningsmessig betydning. Etter nærmere vurderinger ble sistnevnet alternativt valgt.

Da gruva ble full i slutten av juli 1999, viste det seg at det uventet ble overløp gjennom stigort 4. Vannmengdene gjennom sjakten var sannsynligvis ganske store slik at overløpet i en periode medførte en stor belastning på vassdraget nedenfor. Ved NIVAs befaring den 16.08.99 var det intet overløp. Resultatene for prøve tatt i nedre del av Orvasselva tydet på at utslippet var omfattende. Det ble imidlertid ikke påvist død fisk i Orvatnet eller i Orvasselva nedenfor. Dette skyldes sannsynligvis at overløpsvannet hadde et forholdsvis beskjedent innhold av kobber. Sinkinnholdet var sannsynligvis betydelig større, men sink er vesentlig mindre giftig enn kobber. pH i overløpsvannet var trolig mellom 6,5 og 7, d.v.s. forholdsvis høyt. Mye av kobberinnholdet forelå av den grunn i partikulær form, noe som nedsetter giftigheten.

Det ble foretatt innsamling av bunndyr i Orvasselva og gjennomført prøvafiske i Orvatn den 15.10.99. Resultatene fra undersøkelsene i 1999 tydet på at utslippet av gruvevann hadde redusert bunndyrbestanden i vassdraget. Utslippet hadde ikke hatt skadelige effekter på fiskebestanden, bortsett fra at fisken syntes å være i dårligere kondisjon enn forventet. På den annen side var det nokså sent på året og like før isen la seg slik at dette også kan ha vært en medvirkende årsak til den dårlige kondisjon.

Våren 2000 ble det et nytt støtutslipp av overløpsvann fra gruva til vassdraget. Årsaken hadde sammenheng med isoppstuvning i elveleiet forbi dagbruddet, noe som førte til en økt vannstand i bruddet og en kraftig økning av vannføringen ut av stigort 4. Forholdet ble rettet på etter en par uker. Utslippet denne gang var betydelig mindre når det gjaldt mengde, men førte likevel til en støtbelastning på vassdraget, spesielt m.h.t. sink.

De biologiske undersøkelsene som ble gjennomført i august måned viste at Orvatn hadde en stor aurebestand på grensen til overbefolkning. Fisken var i god kondisjon og mageinnholdet var rikt og variert. Det ble imidlertid funnet forhøyede nivå av tungmetaller i lever, mens nivåene i filéten var i nærheten av naturlig bakgrunnsnivå. Det ble derfor konkludert med at utslippene ikke har hatt noen skadelige effekter på fiskebestanden i Orvatn. Etter vårt syn er det heller ingen fare forbundet med konsum av fisk fra Orvatn. Det faller imidlertid inn under helsemyndighetenes ansvar å vurdere fiskens egnethet som mat.

Før gruva fikk overløp hadde vassdraget et beskjedent tungmetallinnhold. Etter at det ble overløp må en regne med et høyere nivå, spesielt når det gjelder sink. For å begrense utslippene til et minimum er det viktig at vannstanden i gruva blir så stabil som mulig og at tilførselene bare skjer gjennom åpningen i vollen mellom dagbruddet og Orvasselva. For å oppnå dette ble det vinteren 2001 foretatt en påbygging av betongoverbygget på stigort 4. En oppfølging av vannkvaliteten i vassdraget vil bli foretatt innenfor løpende kontrollprogram som vil bli avsluttet med siste prøvetaking i desember 2002.

5. Referanser

- Haugen, A., 1999. Gjennomgang av situasjonen som har ført til overløp ved sjakt nr.4, dagbruddsområdet Joma. Norsulfid AS, Notat. Joma, 2. August 1999.
- Grande, M. 1987 "Bakgrunnsnivåer" av metaller i ferskvannsfisk. NIVA-rapport. O-85167. L.nr. 1979, 34 s.
- Iversen, E.R., Grande, M., Brettum, P., Løvik, J.E. 2000. Norsulfid A/S avd. Grong Gruber. Kontrollundersøkelser 1999. NIVA-rapport, O-69120, l.nr. 4195-2000. 54 s.
- Jensen, J.W. 1979. Utbytte av prøvefiske med standardserier av bunngarn i norske aure- og røyevatn. Garnserie 31:1-36.

Vedlegg A. Fysisk/kjemiske analyseresultater

Tabell 7. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Orvasselva ovenfor tilløp fra dagbruddet.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l
03.07.00	7.01	1.57	0.9	2.27	0.15	24	<0.3	0.8	<0.5

Tabell 8. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Orvasselva nedenfor dagbruddet.

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l
20.08.96	7.63	5.19	0.21	0.403	3.9	8.69	0.43	30	1.2	4.9
19.08.98	7.04	2.38	0.22	0.201	1.7	3.87	0.24	80	1.9	5.1
16.08.99	7.17	9.20	0.56	0.669	9.0	20.4	0.64	108	18.8	100
15.10.99	7.40	5.91	0.49	0.397	6.7	9.28	0.45	175	9.2	148
22.08.00	7.20	5.31	0.46	0.390	5.6	8.82	0.46	120	8.2	81

Dato	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l
20.08.96	0.03	0.04	2.2	1.2	<0.1	<0.5	<0.2	0.2
19.08.98	0.07	0.03	2.9	2.0	<0.1	<0.5	<0.2	0.1
16.08.99	0.32	0.52	26.9	3.4	1.4	<0.5	<0.2	0.2
15.10.99	0.40	0.64	17.6	2.0	0.7	<0.5	<0.2	0.4
22.08.00	0.20	0.49	18.0	1.7	0.6	<0.1	<0.1	0.1

Tabell 9. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 3B Utløp Orvatn.

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l
15.10.99	7.26	4.27	0.46	0.296	4.4	6.61	0.36	120	5.1	39.5
03.07.00	6.91	1.71			1.4	2.44	0.17	60	2.0	15.0
22.08.00	7.15	3.24	0.40	0.237	2.7	5.00	0.30	99	3.3	27.0

Dato	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l
15.10.99	0.66	0.24	10.1	1.8	0.3	<0.5	<0.2	0.30
03.07.00		<0.5						
22.08.00	0.08	0.13	9.2	1.4	0.2	<0.1	<0.1	0.11

Tabell 10. Fysisk/kjemiske analyseresultater. St.3 Orvasselva, nedre del

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ 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
19.08.92	7.42	2.78	0.46	0.217	1.7	4.39	0.26	35	1.1	2.7	0.04	0.01	2.6	1.0	0.1	0.3	
24.08.93	7.18	2.81	0.52	0.216	2.0	4.20	0.25	89	1.3	2.5	<0.02	<0.01	4.4	1.0	<0.1	<0.5	<0.2
22.08.94	7.02	3.27	0.21	0.250	2.1	5.00	0.29	67	1.8	3.1	0.05	<0.01	2.7	<0.5	0.1	0.8	0.1
29.08.95	7.25	2.75	0.41	0.230	1.9	4.57	0.30	119	1.3	2.8	0.07	0.02	2.7	2.2	<0.1	<0.5	0.3
19.08.96	7.41	3.52	0.40	0.279	2.3	5.22	0.31	106	1.6	2.6	0.04	<0.01	5.2	1.2	<0.1	<0.5	<0.1
18.08.97	6.80	2.16	0.21	0.181	1.3	2.97	0.20	75	1.2	2.5	0.06	0.01	3.1	0.5	<0.1	<0.5	<0.1
18.08.98	7.07	2.65	0.54	0.226	1.6	4.22	0.28	156	2.0	3.6	0.12	0.02	11.9	1.3	0.2	<0.5	0.1
16.08.99	6.90	13.46	0.47	0.330	37.0	19.9	0.92	106	18.3	456.2	0.08	1.58	1.7	9.3	0.2	<0.5	0.1
07.10.99	7.30	3.88	0.40	0.269	3.8	5.96	0.35	126	4.5	94.5	0.07	0.18	4.3	1.6	0.1	<0.5	0.3
15.10.99	7.33	4.23	0.36	0.293	4.3	6.50	0.37	114	4.7	109.3	0.12	0.12	4.5	1.7	0.1	<0.5	0.2
04.11.99	6.79	2.69	0.63	0.159	2.9	3.67	0.26	166	12.0	46.7	0.21	0.34	40.9	2.0	0.7	<0.5	0.2
01.12.99	7.21	4.21	0.33	0.255	5.6	6.25	0.37	80	9.8	62.7	0.10	0.37	9.8	1.9	0.2	<0.5	<0.1
29.01.00	7.17	6.77	2.80	0.392	9.3	10.4	0.62	310	12.8	112.4	1.81	0.56	50.2	3.6	1.3	<0.5	0.2
09.02.00	7.32	7.05	0.33	0.409	9.4	10.2	0.63	160	6.0	96.2	0.05	0.39	9.7	3.1	0.2	<0.5	<0.1
08.03.00	7.24	7.61	0.29	0.436	9.3	11.9	0.74	216	6.3	97.1	0.13	0.34	12.1	3.3	0.3	<0.5	0.1
12.04.00	7.19	8.35	0.48	0.384		12.1	0.80	230	7.7	171	<0.5	<0.5	12.0	3.5	0.2	0.4	0.2
10.05.00	7.00	6.82	0.35	0.175	12.2	8.02	0.57	93	4.7	230	0.12	0.64	28.0	2.8	1.5	0.4	0.1
04.06.00	6.81	2.21	0.36	0.112	2.2	2.63	0.21	56	3.5	27	0.13	0.11	5.9	1.2	0.2	<0.1	0.3
04.07.00	6.91	1.88	0.52	0.130	1.6	2.70	0.19	46	2.5	15	0.07	0.08	2.9	0.8	0.1	7.9	0.2
03.08.00	7.21	2.95	0.28	0.215	2.4	4.56	0.28	54	2.9	21	0.05	0.08	1.9	0.8	0.1	0.2	0.3
21.08.00	7.19	3.09	0.43	0.299	2.5	4.98	0.29	81	3.3	24	0.05	0.08	2.8	1.4	0.1	<0.1	0.1
07.10.00	7.35	4.74	0.35	0.316	4.6	7.37	0.41	106	4.3	34	0.05	0.13	3.5	1.3	0.1	<0.1	0.1
03.11.00	7.31	4.33	0.38	0.278	4.4	6.87	0.42	108	4.7	36	0.10	0.16	4.8	1.5	0.1	0.1	0.3
03.12.00	7.35	5.77	0.54	0.376	7.0	9.36	0.50	140	6.3	80	0.08	0.35	14.0	1.9	0.4	<0.1	0.1

Tabell 11. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Orvatn ved største dyp.

Dato	Dyp m	Temp gr.C	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ 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	V µg/l	As µg/l
15.10.99	1	3.2	7.21	4.23	0.46	0.294	4.4	6.56	0.36	135	4.6	37	0.35	0.20	10.1	1.6	0.3	<0.5	<0.2	0.4
15.10.99	4	3.4	7.24	4.20	0.49	0.293	4.2	6.48	0.35	127	4.5	37	0.58	0.22	8.5	1.6	0.3	<0.5	<0.2	0.3
15.10.99	8	3.5	7.27	4.21	0.44	0.293	4.3	6.54	0.36	127	4.7	37	0.21	0.17	9.6	1.7	0.2	<0.5	<0.2	0.3
22.08.00	1	12.0	7.38	3.11	0.52	0.240	2.7	4.93	0.29	103	3.5	27	0.18	0.14	9.5	1.4	0.21	<0.1	<0.1	0.12
22.08.00	4	11.5	7.32	3.05	0.50	0.227	2.2	4.79	0.29	102	3.2	25	0.11	0.13	8.7	1.5	0.19	<0.1	<0.1	0.12
22.08.00	8	9.4	7.18	2.91	0.72	0.214	2.3	4.59	0.27	104	3.4	48	0.10	0.15	7.4	1.4	0.13	<0.1	<0.1	0.12

Tabell 12. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Prøver tatt i dagbruksområdet.

Prøver tatt 16.08.99

Stasjon	pH	Kond mS/m	SO ₄ 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
Overløp rampe	6,75	19,63	20,7	9,48	0,69	0,38	1,17	0,06	0,39	<0,005	<0,05	0,09	<0,01	0,005	0,92
Overflate dagbrudd	6,72	7,14	65,3	30,3	1,17	0,15	2,31	0,08	1,43	0,005	<0,05	0,16	0,02	0,01	0,87

Prøver 15.10.99

Stasjon	pH	Kond mS/m	SO ₄ 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
Utløp borhull	6,92	15,0	47,6	23,6	0,70	0,09	1,64	0,06	1,04	0,008	<0,05	0,19	<0,01	0,008	0,82
Overløp stigort 4	6,94	15,5	50,0	24,2	0,73	0,09	1,57	0,07	1,13	0,009	<0,05	0,19	<0,01	0,008	0,83

Tabell 13. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Måledam for samlet avrenning fra området nedenfor overløpet av stigort 4.

Dato	pH	Kond	SO₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Si	Vannf
		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	l/s
15.10.1999	7.04	15.6	49.1	24.6	0.76	0.10	1.56	0.080	1.05	<0.05	0.008	0.19	<0.01	0.008	0.95	11.5
04.11.1999	6.56	17.2	60.5	26.0	0.95	0.10	0.84	0.140	1.26	<0.05	0.010	0.22	0.01	0.010	1.05	29.6
15.11.1999	6.69	19.0	72.5	30.5	1.18	<0.05	0.73	0.140	1.58	<0.05	0.010	0.25	0.02	0.015	1.16	23.2
04.12.1999	6.75	21.5	81.4	34.0	1.30	0.05	0.48	0.110	1.82	<0.05	0.010	0.29	0.02	0.010	1.23	8.5
04.01.2000	6.69	23.2	89.5	37.3	1.42	0.07	0.77	0.120	2.04	<0.05	0.015	0.32	0.02	0.015	1.23	5.0
10.03.2000	6.73	28.5	111.7	47.0	1.67	<0.05	0.31	0.065	2.72	<0.05	0.015	0.40	0.02	0.015	1.27	0.23
05.05.2000	7.25	112.0	532.9	201	6.90	<0.05	0.52	0.050	8.83	<0.05	0.025	1.20	0.07	0.080	1.43	900
12.05.2000	6.58	7.88	15.3	9.00	0.69	0.24	0.93	0.080	0.28	<0.05	<0.005	0.06	<0.01	<0.005	0.80	37.1
21.05.2000	6.42	9.03	21.3	10.4	0.74	0.34	0.83	0.085	0.45	<0.05	<0.005	0.08	<0.01	0.005	0.80	42.2
05.06.2000	6.27	10.1	23.4	11.7	0.85	0.20	0.63	0.085	0.56	<0.05	<0.005	0.095	<0.01	0.005	0.91	34.5
03.07.2000	6.78	12.6	35.9	16.3	1.10	0.089	0.56	0.087	0.90	<0.05	<0.005	0.14	0.01	0.006	1.06	22.1
10.08.2000	6.99	15.2	43.1	21.3	1.20	0.061	0.45	0.078	1.08	<0.01	0.005	0.19	0.01	0.007	1.13	18.0
22.08.2000	6.62	29.7	41.0	23.2	1.22	0.058	0.49	0.074	1.14	<0.01	0.007	0.205	0.012	0.008	1.12	14.0
03.11.2000	6.94	21.6	53.3	32.2	1.57	0.20	0.75	0.11	1.59	<0.01	<0.005	0.29	0.013	0.009	1.46	28.8
Tidsv. middel	6.78	28.3	102.4	43.3	1.74	0.09	0.61	0.09	2.15	<0.05	0.009	0.28	0.02	0.02	1.19	88.8
Arit. middel	6.74	24.5	87.9	37.5	1.54	0.14	0.70	0.09	1.81	<0.05	0.012	0.28	0.02	0.01	1.11	83.9
Maks.verdi	7.25	112.0	532.9	201	6.90	0.34	1.56	0.14	8.83	<0.05	0.025	1.20	0.07	0.08	1.46	900
Min.verdi	6.27	7.88	15.3	9.0	0.69	0.05	0.31	0.05	0.28	<0.01	<0.005	0.06	0.01	0.01	0.80	0.23

Vedlegg B. Resultater fra biologiske undersøkelser i Orvassdraget i 1999

Biologiske undersøkelser

Fisk

Orvatnet

I Orvatnet ble det fisket med et oversiktsgarn med en lengde av 42 m sammensatt av 14 garn á 3 m. Disse hadde forskjellige maskevidder som varierte fra 6-60 mm. Garnet ble plassert i rett linje ut fra båtnaustet nær utløpsoset.

Utplasseringen skjedde den 14. oktober kl. 15 og opptaket ble foretatt 15. oktober kl. 13. Garnet sto således ute i 22 timer. Fisk ble tatt ut av garnet kl. 18 og kl. 10.

Resultatet av fisket fremgår av tabell 17. Det ble fisket til sammen 19 aure med en samlet vekt av ca 4.5 kg og en middelvekt på 235 g. Største fisk veide 936 g, mens den minste var 12 cm og veide 15 g.

Tabell 14. Kondisjon og kjøttfarge hos aure fra Orvatnet 14.-15.10. 1999

Orvatn	Lengde cm		
	≤19.5	20-29.5	30≤
Antall fisk	4	7	8
K-faktor	0.87	0.89	0.92
Rød/lyserød kjøttfarge %	0	100	100

Fisken hadde kondisjonsfaktorer på omkring 0.9, dvs. omtrent som i Huddingsvatn. Dette kan, som i Huddingsvatn, skyldes genetiske forhold, dvs. at det dreier seg om en slank fisketype. Det er imidlertid også mulig at det kan skyldes redusert næringstilgang eller svekkelse av fisken i forbindelse med sommerens forurensningsepisode. Samtlige fisk over 20 cm var røde eller lyserøde i kjøttet. Karakteristisk var en meget sterk og fin rødfarge hos større fisk.

Fiskens mageinnhold besto vesentlig av insekter. Den største fisken hadde en mus i magen. For øvrig hadde 63% av fiskene vårfluer i magene, 42% hadde mudderfluer; det samme gjaldt fjærmygg. I 21% av fiskene ble det funnet døgnfluer, i 16% svevemygg. Av snegl og steinfluer ble begge grupper funnet i én fisk. Marflo, fisk eller dyreplankton ble ikke funnet.

Fiskens vekst er ikke beregnet. Antall fisk i forskjellige størrelsesgrupper er for lite til at årsklassenes lengder kan måles ut fra dette.

Det ble bare fisket aure i garnet. I de minste maskeviddene kan en få større ørekyter. Denne fiskearten ble som nevnt heller ikke påvist i mageprøvene.

Fangsten i oversiktsgarnet var relativt stor og indikerer en relativt stor aurebestand normalt sammensatt av forskjellige størrelsesgrupper.

Tungmetaller i fisk fra Orvatn

Det ble tatt filét- og leverprøver av 10 fisk fra Orvatn for analyse av tungmetaller. Prøvene ble tatt av oppting fisk på laboratoriet, frosset på ny og senere analysert på NIVA i henhold til akkrediterte analysemetoder. Resultatene fremgår av tabell 15.

Tabell 15. Metaller i aure fra Orvatn 14-15/10, 1999. mg/kg våtvekt. L = lever, F = filét.

Fisk nr. (tabell)	Cd		Cu		Pb		Zn	
	F	L	F	L	F	L	F	L
1	<0,002	0,729	0,19	136	<0,002	<0,04	2,3	58,7
2	0,003	2,08	0,26	270	"	"	2,6	63,7
3	2,004	2,53	0,22	278	"	"	4,4	94,6
4	0,002	1,50	0,17	99,1	"	"	2,3	89,2
5	0,002	1,53	0,16	156	"	"	2,1	86,9
6	0,008	2,17	0,23	86,6	"	"	3,7	129
7	0,002	1,44	0,23	221	"	"	2,4	80,1
8	0,003	3,14	0,19	268	"	"	2,7	63,7
9	0,005	2,93	0,21	166	"	"	2,9	83,8
10	0,005	2,14	0,23	97,4	"	"	3,4	106
Middelverdi	0,004	2,02	0,21	178	<0,02	<0,04	2,9	84,6
Bakgrunnsverdier (antatte)	0,002- 0,01	0,03- 0,3	0,1- 0,8	1-40	0,002- 0,1(?)	0,03- 0,3	1-10	20-80

I tabellen er også oppført antatte bakgrunnsverdier, dvs. verdier fra bare diffust belastede eller tilnærmet uberørte områder (Grande, 1987). Alle metallverdiene i filét ligger godt under øvre grense for bakgrunnsnivå. Derimot viser verdiene i lever tydelig kontaminering av kadmium og kobber. Kadmiumverdiene er omkring 7 ganger over antatt høyeste nivå for bakgrunnsverdier, mens kobberverdiene ligger ca 4,5 ganger over. Sink er omkring øvre grense for bakgrunnsverdi mens bly er under. Verdiene for kadmium i lever ligger omtrent på det dobbelte av det som ble funnet i Huddingsvatn i 1984-85 (Sørstrøm og Rikstad, 1985, Grande og medarb. 1985).

Verdiene i filét (muskulatur) er som nevnt på bakgrunnsnivå og fisken utgjør såvidt vi kan se ingen fare ved konsum på grunn av tungmetallinnholdet.

Bunndyr Orvasselva

På stasjon 3 ved Ornes ble det tatt prøver både i august og oktober. Det største antall dyr ble påvist i august med 2600 dyr. Av disse var det spesielt mye steinfluelarver og midd. I oktober var det vesentlig mindre med dyr, men flere grupper var representert. På de to andre stasjonene var forholdene relativt like, bortsett fra på den øverste stasjonen (st. 1 ovenfor dagbrudd) hvor det var en rik forekomst av døgnfluer. Døgnfluene er relativt følsomme overfor forurensninger og dette kan være en årsak til det lave antall av denne gruppen nedenfor dagbruddet. Antall dyr og grupper var totalt sett lavest på lokaliteten nedenfor dagbruddet.

Orvatnet

I Orvatnet ble det brukt en Petersen grabb for stikkprøver av bunnmaterialet. Prøvene ble tatt i vannets østende, øst for innløpet av Orvasselva på 1-3 m dyp. Det ble tatt prøver á tre klipp på tre lokaliteter. Prøvene ble plassert i en hvit fotoskål med vann og observert på stedet.

Bunnmaterialet virket rent, hadde en brunlig farge og var uten synlige sedimenterte utfellinger av metaller. Det ble ikke observert marflo eller andre større fiskenæringsdyr i prøvene. Langt mer omfattende prøvetaking og analyse må til om en skal få et noenlunde pålitelig bilde av mengde og sammensetning av bunndyr. Mageanalysene av fisk gir imidlertid et noenlunde bilde av hvilke næringsdyr som var til stede på det aktuelle tidspunktet.

Plankton

Planteplankton i Orvatnet

Prøven fra denne innsjøen ble samlet inn så sent på året som 14. oktober 1999. På dette tidspunktet er planteplanktonsamfunnet noe mindre sammensatt enn i sommerperioden, og det samlede algevolum vanligvis også betydelig mindre. Prøven er derfor ikke helt representativ for innsjøen.

Ut fra det analyseresultatene i tabell 16 viser er det klart at vannmassene er næringsfattige men at det er en viss påvirkning av vannmassene også her. Totalvolumet som ble registrert så sent på året var 73 mm³/m³. Gruppen Chrysophyceae (gullalger) dominerte, som den vanligvis gjør i næringsfattige vannmasser, og utgjorde 77 % av det samlede algevolum. I denne gruppen var også halvparten, 9, av de 18 arter/taksa som ble registrert. *Rhodomonas lacustris* og *Katablepharis ovalis*, to arter innen gruppen Cryptophyceae (svelflagellater), forsvinner gjerne når vannmassene blir for sure, og/eller innholdet av tungmetaller øker. *Katablepharis ovalis* tåler vanligvis mest. Dette er ellers arter som er svært vanlig i de fleste vannforekomster. Som tabellen viser ble *Katablepharis ovalis* registrert i prøven, men ikke *Rhodomonas lacustris*. Dette, sammen med det lave arts-/taksa-antallet, indikerer at vannmassene i Orvatn er påvirket, i dette tilfellet høyst sannsynlig av forhøyet tungmetallinnhold.

Dyreplankton i Orvatnet

I planktonprøven fra Orvatnet ble det kun funnet ett individ av en cyclopid hoppekreps, trolig *Cyclops scutifer*. Prøven ble tatt seinere på året enn i Huddingsvatnet, og det er vanlig at individtettheten avtar utover høsten når det blir kaldere vannet og fødetilgangen reduseres. De fleste arter produserer da hvilestadier som overvintrer på bunnen av innsjøen. Dermed blir bestandene i de fri vannmasser svært små i vinterhalvåret. Likevel ville en forvente å finne noen flere arter og et større individantall i midten av oktober, f.eks. av en kaldtvannsort som *C. scutifer*. Mangelen på dyreplankton virker derfor unaturlig, og skadeeffekter som følge av høye metallkonsentrasjoner i vannet kan være en mulig årsak. På grunnlag av laborietester er det påvist at arter av dyreplankton har ulike terskler for toksiske effekter av forskjellige metaller (Baudouin and Scoppa 1974). Slike tester er ofte utført med en art og ett metall, d.v.s. under forhold som er svært forskjellig fra de en vanligvis finner i naturen. Flere undersøkelser i metallbelastede innsjøer har imidlertid også gitt klare indikasjoner på redusert artsmangfold (se f.eks. Grande et al. 1996, Schartau et al. 1997).

Sammenfattende kan det sies: I Orvatnet ble det praktisk talt ikke observert dyreplanktonorganismer. Høye konsentrasjoner av metaller, spesielt sink, kan være en mulig årsak til at dyreplanktonet virket nærmest totalskadet i denne innsjøen.

Tabell 16. Analyseresultater av kvantitativ planteplanktonprøve fra Orvatn tatt 14.10.99. Verdier gitt i mm^3/m^3 (= mg/m^3 våtvekt).

Chlorophyceae (Grønnalger)	
Chlamydomonas sp. (l=8)	0,3
Oocystis submarina v.variabilis	0,1
Paramastix conifera	0,3
Scenedesmus ecornis	0,5
Sum - Grønnalger	1,3
Chrysophyceae (Gullalger)	
Craspedomonader	0,4
Dinobryon crenulatum	0,6
Dinobryon sociale v.americanum	0,2
Løse celler Dinobryon spp.	33,9
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	5,8
Små chrysomonader (<7)	10,1
Spiniferomonas sp.	0,2
Store chrysomonader (>7)	4,7
Ubest.chrysophyceae	0,1
Sum - Gullalger	56,1
Bacillariophyceae (Kiselalger)	
Achnanthes sp. (l=15-25)	0,4
Fragilaria sp. (l=30-40)	0,2
Sum - Kiselalger	0,6
Cryptophyceae (Svelgflagellater)	
Katablepharis ovalis	4,2
Sum - Svelgflagellater	4,2
Dinophyceae (Fureflagellater)	
Ubest.dinoflagellat	1,3
Sum - Fureflagellater	1,3
My-alger	
My-alger	9,3
Sum - My-alger	9,3
Sum totalt :	72,9

Sammenfattende vurderinger

Orvatnet og Orvasselva

Utslippene fra dagbruddet i juli 1999 førte til høye konsentrasjoner av metaller i vassdraget nedenfor. Konsentrasjonene i Orvasselva ved Ornes (st. 3) har i de senere år hatt tilnærmet bakgrunnsverdier for kobber og sink og bare litt høyere enn i Renseelva som må ansees upåvirket av menneskelig aktivitet.

Med de sterkt økende konsentrasjoner av metaller en periode i 1999 kunne en forvente effekter på biologiske forhold. Henvendelse til NIVA om å foreta en undersøkelse av forholdene kom såvidt sent at en befaring først kunne finne sted midt i oktober. Arbeidet måtte gjennomføres i løpet av vel et døgn og dette sammen med det sene tidspunkt gjør at resultatene må vurderes deretter og med et visst forbehold.

Undersøkelsene av plante- og dyreplankton viste at det har vært klare effekter av høyt metallinnhold på disse gruppene. Det er også naturlig idet en her har med følsomme organismegrupper å gjøre og de frie vannmasser også vil bli mest berørt ved en forurensningsbølge av denne type. Metallkonsentrasjonene har sannsynligvis vært så vidt høye som 500-1000 µg Zn/l i en periode. Også bunndyra i Orvasselva nedenfor dagbruddet var påvirket. Spesielt gjaldt dette døgnfluene som er kjent for å være følsomme overfor metaller (og surt vann). I Orvasselva ved Ornes nedenfor Orvatn var det flere dyr i august 1999 enn i 1998 og forholdene virket for øvrig normale. Store stimer av ørekyte ble også observert på dette tidspunkt. Det var derfor ikke sannsynlig at forurensningen har hatt vesentlig negative konsekvenser her på dette tidspunktet.

Fisket med oversiktsgarn ga et godt resultat ut i fra den erfaring vi har hatt med dette garnet fra andre lokaliteter. Påfallende var fiskens lave kondisjonsfaktor. Selv om en som i Huddingsvatn, har med en slank fisketype å gjøre, var de vesentlig lavere enn i Huddingsvatn og under det en burde forvente. På den annen side hadde fisken en meget fin og sterk rød kjøttfarge, noe som oftest er betinget av god tilgang på verdifulle næringsdyr. Mageinnholdet besto vesentlig av insekter, bl.a. mudderfluer, svevemygg og vårfluer. Dette er relativt store næringsdyr som kan gi god vekst hos aure. Marflo ble derimot ikke funnet. Ut i fra den generelt gode vannkvaliteten kunne en ha forventet dette. Mangelen på marflo kan skyldes en forurensningseffekt da denne arten, i motsetning til de nevnte insekter, er spesielt følsom overfor metallforurensninger og surt vann.

Mangelen på tidligere dokumenterte observasjoner fra Orvatn gjør det vanskeligere å trekke sikre konklusjoner. Det er imidlertid liten tvil om at forurensningene har hatt negative effekter på bunndyr i Orvasselva ovenfor Orvatn og på planktonorganismer i Orvatn. Fiskebestanden synes imidlertid å være god, muligens med en svekkelse i kondisjon som følge av forurensninger. Om forurensningene avtar og etterhvert opphører, vil neppe noen vesentlig skade ha skjedd på fiskebestanden. Utviklingen i denne del av vassdraget bør følges opp med kjemiske analyser, kontroll av avløp fra dagbrudd og helst biologisk prøvetaking og et enkelt prøvefiske under en eventuell senere biologisk befaring av Huddingsvatn (august 2000).

Tabell 17. Resultat av garnfiske i Orvatn 14.-15. oktober 1999.

Garntype: Oversiktsgarn 6-70 mm
 Art: Aure
 Kjøttfarge: R = rød, LR = lys rød, H = hvit
 Mageinnhold: cc = mye, c = en del, r = lite

Nr.	Prøvefisk tungmet.	Lengde mm	Vekt g	Kjønn	Stad.	Farge	Kond.	Mageinnhold
1	x	450	936	Hunn	3?	R	1,03	1 mus
2	x	385	473	Hunn	7-2?	R	0.97	Vårfluelarver - cc, svevemygg - c
3	x	320	269	Hunn	1	R	0.82	Mudderfluelarver - cc, svevemygg - r, fjærmygg - r
4	x	330	337	Hann	1	R	0.94	Fjærmygglarver - cc, vårfluelarver - c
5	x	360	450	Hann	1-2	R	0.96	Fjærmygglarver - cc, vårfluelarver - c, døgnfluelarver - r
6	x	320	294	Hann	1-2	R	0.90	Mudderfluelarver - cc, lungesnegl - c, svevemygg - r
7	x	360	393	Hunn	2	R	0.84	Vårfluelarver - cc, døgnfluelarver - c, fjærmygglarver - c
8	x	340	342	Hunn	2	R	0.87	Døgnfluelarver
9	x	265	151	Hann	2	R	0.81	Mudderfluelarver - cc, vårfluelarver - r
10	x	265	166	Hann	2	R	0.89	Døgnfluelarver
11		220	98	Hunn	1	R	0.92	Fjærmygglarver - cc, vårfluelarver - r
12		220	98	Hunn	1	LR	0.92	Mudderfluelarver - cc, vårfluelarver - c
13		245	140	Hunn	1	LR	0.94	Vårfluelarver
14		240	124	Hann	1	LR	0.90	Mudderfluelarver
15		220	89	Hunn	1	LR	0.84	Mudderfluelarver - cc, vårfluelarver - r, steinfluelarver - r
16		185	52	Hann	1	H	0.82	Vårfluelarver - c, fjærmygglarver - r
17		135	23	Hann	1	H	0.93	Mudderfluelarver - c, vårfluelarver - r
18		135	21	Hann	1	H	0.85	Mudderfluelarver - cc, fjærmygglarver - r
19		120	15	Hunn	1	H	0.87	Vårfluelarver - cc, fjærmygglarver - r

Vedlegg C. Resultater fra garnfangst av aure i Orvatnet i 2000

Tabell 18. Garnfangst (Jensen-serie, oversiktsgarn) av aure i Orvatnet, 22.-23. august, 2000.

Kjøttfarge: R = rød, LR = lysrød, H = hvit

Mageinnhold: cc = mye, c = endel, r = lite

Fisk nr.	Maske-str.	Vekt g	Lengde mm	Kjønn *	Stadium	Kjøtt-farge	Kondisjons-faktor	Mageinnhold
1	21	99	220	Hunn	1-2	LR	0,93	Vårfluelarve-1
2		57	180	"	"	"	0,98	Vårfluelarve-1, sub.im.-1
3		67	185	"	"	"	1,06	Døgnfluelarver-17, Billelarver-2, småkreps-r
4		58	185	"	"	"	0,92	Småkreps-cc, mudderfluelarve-2
5		66	190	Hann	"	"	0,96	Vårfluelarver-3, døgnfluelarver-1, småkreps-cc
6		60	180	Hunn	"	"	1,03	Vårfluelarver-4
7		57	180	"	"	"	0,98	Vårfluelarver-1, døgnfluelarver-3, fjørmygglarver-1, småkreps-cc
8		65	185	Hann	"	"	1,03	Mudderfluelarver-2, småkreps-cc
9		183	250	Hunn	"	"	1,17	Vårfluelarver-mange
10		164	255	"	"	"	0,99	Insektrester
11		100	205	"	"	"	1,16	Tom
12		70	195	Hann	"	"	0,94	Småkreps-cc, billelarve-1
13		88	205	Hunn	"	"	1,02	Svevemygglarver-cc, billelarver-9, småkreps-r
14		73	190	Hann	"	"	1,06	Småkreps-cc, billelarver-3
15		76	195	"	"	"	1,03	Tom
16		107	215	"	"	5	1,08	Småkreps
17		76	200	"	"	1-2	0,95	Billelarver-9, døgnfluelarver-2, vårfluelarver-1
18		105	225	"	"	5	0,92	Døgnfluelarver-1, svevemygglarver-1
19		99	210	"	"	1-2	1,07	Insektrester
20		97	215	"	"	"	0,98	Tom
21		80	205	"	"	"	0,93	Fiskerester
22		114	215	"	"	5	1,15	Tom
23	35	138	245	"	"	1-2	0,94	Døgnfluelarver-3
24		55	175	"	"	"	1,03	Døgnfluelarver-24, mudderfluelarver-3
25		71	190	"	H	"	1,04	Tom
26		69	190	"	LR	"	1,01	Tom
27		68	185	"	"	"	1,07	Døgnfluelarver-1
28		65	185	Hunn	"	"	1,03	Døgnfluelarver-1
29		49	170	"	"	"	1,00	Småkreps-cc, billelarver-c, døgnfluelarver-r
30		46	165	"	"	"	1,02	Vårfluelarver-4, mudderfluelarver-1
31		63	180	"	"	"	1,08	Insektrester
32		52	170	"	"	"	1,06	Småkreps
33		65	185	"	"	"	1,03	Vårfluelarver-cc, insektrester
34		22	130	Hann	H	"	1,00	Småkreps
35		23	125	"	"	"	1,18	Døgnfluelarver-mange
36	26	232	275	"	LR	"	1,12	Småkreps-cc, billelarver-c, vårfluelarver-1
37		210	270	"	R	5	1,07	Døgnfluelarver-61, mudderfluelarver-2
38		161	240	Hunn	"	1-2	1,16	Vårfluelarver-cc, småkreps-c, døgnfluelarver-1
39		126	230	Hann	LR	"	1,03	Insektrester
40		87	190	Hunn	"	"	1,27	Fjørmygg- sub.im.-cc, billelarver
41		69	180	Hann	1-2	LR	1,18	Vårfluelarver-1
42		60	180	"	"	"	1,03	Døgnfluelarver-3-cc, småkreps-c, fjørmygglarver-1
43		54	170	Hunn	"	"	1,10	Billelarver-2, fjørmygglarver-1
44		28	135	Hann	"	"	1,14	Mudderfluelarver-1
45	45	137	235	"	"	"	1,06	Vårfluelarver
46		63	180	"	"	"	1,08	Døgnfluelarver-14, billelarver-8, vårfluelarver-3
47		59	180	"	"	"	1,01	Småkreps
48		54	170	"	"	"	1,10	Vårflue-12, svevemygglarver-c, mudderfluelarver-1
49		60	185	"	"	"	0,95	Vårfluelarver-1, døgnfluelarver-1, svevemygglarver-1
50	40	140	240	"	"	R	1,01	Tom
51		73	185	"	"	LR	1,15	Insektrester
52	29	277	295	"	"	R	1,08	Fjørmygg-sub.im.-cc, billelarver-c, småkreps
53		257	280	"	"	"	1,17	Døgnfluelarver-mange.
54		191	260	Hunn	"	"	1,09	Døgnfluelarver-16-cc, småkreps
55		163	245	"	"	LR	1,11	Døgnfluelarver-cc, vårfluelarver-r
56		168	250	"	"	"	1,08	Insektrester
57		158	240	Hann	"	"	1,14	Vårfluelarver-c
58		182	250	"	"	"	1,16	Døgnfluelarver-2
59		60	190	"	"	"	0,87	Tom

Tabell 18 forts.

Fisk nr.	Mask e-str.	Vekt g	Lengde mm	Kjønn *	Stadium	Kjøtt-farge	Kondisjons-faktor	Mageinnhold
60	29	48	175	Hunn	"	"	0,90	Tom
61		42	165	"	"	"	0,93	Tom
62	21	1138	480	"	5	R	1,03	Vårfluelarver-mange
63		264	300	"	1-2	"	0,98	Døgnfluelarver-cc, billelarver
64		175	265	"	"	"	0,94	Døgnfluelarver-mange
65		199	280	"	"	LR	0,91	Vårfluelarver-cc, billelarver-15
66		157	255	Hann	"	"	0,95	Tom
67		183	265	"	"	"	0,98	Fjærmygg sub.im.-cc, svevemygglarver
68		148	245	"	"	"	1,01	Vårfluelarver-cc, billelarver
69		99	210	Hunn	"	"	1,07	Mudderfluelarver
70		118	220	"	"	"	1,11	Døgnfluelarver-12, billelarver-1, vårfluelarver-1
71		126	225	Hann	"	"	1,11	Marflo-1, vårfluelarver-1, døgnfluelarver-1
72		63	180	"	"	"	1,08	Marflo-8, døgnfluelarver-1
73		109	220	"	"	H	1,02	Døgnfluelarver-1
74		95	215	"	"	LR	0,96	Døgnfluelarver-1, vårfluelarver-1, insektrester
75		110	230	"	"	"	0,90	Vårfluelarver-cc, døgnfluelarver-1
76		77	200	Hunn	"	"	0,96	Vårflue-sub.im.-1
77		71	195	"	"	"	0,96	Marflo-1, mudderfluelarver-1, døgnfluelarver-1, vårfluelarver-1
78		82	190	"	"	"	1,20	Vårfluelarver-1, billelarver-1
79		72	185	"	"	"	1,14	Tom
80		74	?	"	"	"		Småkreps
81		89	205	Hann	"	"	1,03	Døgnfluelarver-7,cc, billelarver-2
82		80	195	"	"	"	1,08	Mudderfluelarver-1, cc, svevemygglarver-1
83		80	195	"	"	"	1,08	Døgnfluelarver-1, fjærmygglarver-1
84		68	190	"	"	"	0,99	Døgnfluelarver-6
85		90	200	"	"	"	1,13	Døgnfluelarver-7
86		68	195	"	"	"	0,92	Døgnfluelarver-6, vårfluelarver-1, billelarver-1
87		95	200	Hunn	"	"	1,19	Døgnfluelarver-8, billelarver-1, vårfluelarver-1
88		67	185	"	"	"	1,06	Døgnfluelarver-3, mudderfluelarver-1, vårfluelarver-1
89		71	190	"	"	"	1,04	Vårfluelarver-1, insektrester-cc
90		69	190	"	"	"	1,01	Insektrester
91		70	190	"	"	"	1,02	Vårfluelarver-1, døgnfluelarver-1, billelarver-1
92		1244	490	Hunn	5	R	1,06	Vårfluelarver-cc, døgnfluelarver-, billelarver-1
93		312	315	Hann	"	R	1,00	Døgnfluelarver-6, billelarver-1
94		179	265	"	1-2	LR	0,96	Døgnfluelarver-5, vårfluelarver-1, mudderfluelarver-1
95		113	220	"	"	"	1,06	Døgnfluelarver-8
96		105	220	Hunn	"	"	0,99	Svevemygglarver-cc, billelarver-c, mudderfluelarver-3
97		100	220	Hann	"	"	0,94	Svevemygglarver-cc, døgnfluelarver-2, billelarver-1
98		82	200	Hunn	"	"	1,03	Døgnfluelarver-9
99		73	195	Hann	"	"	0,98	Svevemygglarver-cc, døgnfluelarver-4, vårfluelarver-1
100		45	160	"	"	"	1,10	Fjærmygglarver-cc, insektrester-r, småkreps-c
101		55	165	"	"	H	1,22	Døgnfluelarver-29
102		52	175	"	"	"	0,97	Mudderfluelarver-1, døgnfluelarver-7,cc, billelarver-1
103		46	165	"	"	LR	1,02	Småkreps
104		39	160	Hunn	"	"	0,95	Tom
105		37	155	"	"	"	0,99	Vårfluelarver-1, fjærmygglarver-1, insektrester-cc
106		38	160	Hann	"	"	0,93	Insektrester
107		28	135	"	"	H	1,14	Døgnfluelarver-19
108		25	130	Hunn	"	"	1,14	Insektrester
109		15	130	"	"	"	0,68	Tom