

NIVA



RAPPORT LNR 4389-2001

Undersøkelse av
forurensningssituasjonen
i øvre Glåma



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 Undersøkelse av forurensningssituasjonen i øvre Glåma	Løpenr. (for bestilling) 4389-2001	Data 30.mai 2001
	Prosjektnr. Undernr. 20074	Sider 35
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune Arnesen, Rolf Tore	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område Sør-Trøndelag og Hedmark	Trykket NIVA 2001

Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn	Oppdragsreferanse 99/3301-5 404.1 TA 1810/2001
-----------------------------------------------------	------------------------------------------------------

Sammendrag

Det er gjennomført en undersøkelse av fysisk/kjemisk vannkvalitet i øvre Glåma for å kartlegge betydningen av forurensningstilførslene fra gruveområdene i regionen. Undersøkelsen viser at øvre Glåma på strekningen fra tilløpet av Orva til et stykke nedenfor Alvdal der Folla løper inn, er påvirket av forurensningstilførslene fra gruveområdene i Røros-området. Det kan påvises forhøyede verdier for kopper og sink på hele elvestrekningen sett i forhold til bakgrunnsnivåene ovenfor Røros. Tilførslene fra Nordgruvefeltet er største forurensningskilde i området og bidrar med ca. 60 % av tilførslene av kopper. Det anbefales at eventuelle forurensningsbegrensende tiltak i første omgang konsentreres om Nordgruvefeltet. Glåma mottar også tungmetalltilførsler nedenfor Røros. Kildene er idag diffuse og anbefales kartlagt videre. Forurensningstilførslene fra gruveområdene i Follidal er også betydelige og belaster Glåma i betydelig grad et stykke nedenfor Follas utløp i Glåma. Det anbefales å kartlegge effektene på biologiske forhold i vassdraget.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kisgruver 2. Tungmetaller 3. Forurensningstransport 4. Glåma 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pyrite mining 2. Heavy metals 3. Transport of pollutants 4. Glåma River
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Eigil Rune Iversen
Eigil Rune Iversen
Prosjektleder

Henning Mohn
Henning Mohn
Forskningsleder

Bente M. Wathne
Bente M. Wathne
Forskningsjef

O-20074

**Undersøkelse av forurensningssituasjonen i
øvre Glåma**

Forord

Forurensningsproblemene i forbindelse med gruvevirksomheten på Røros har vært kjent i lang tid. NIVA har arbeidet med kartlegging av tilstanden i området siden 1960-årene. I de senere år har man arbeidet mer målrettet med å vurdere mulige tiltak for å redusere belastningen på øvre Glåma. I det foreliggende prosjekt har en for første gang foretatt en avrenningstudie ved de viktigste forurensningskilder samtidig over en periode på ett år. Studien er samordnet med de detaljundersøkelser Bergvesenet foretar i Nordgruvefeltet på Røros.

Vi håper undersøkelsen er et nyttig bidrag til å lage en god tiltaksstrategi for øvre Glåma.

Vi vil takke SFT og spesielt rådgiver Grethe Braastad for hennes engasjement i saken og for faglig interesse for forurensningstilstanden i den øvre delen av Norges største vassdrag.

Vi vil også takke Miljølaboratoriet ved dr. ing Åse Berg for innsatsen i forbindelse med gjennomføringen av prøvetakingsprogrammet.

Til slutt vil vi takke NVE, Region Midt-Norge og Glommens og Laagens Brukseierforening for velvilligst å ha stilt vannføringsdata til disposisjon fra målestasjonene i Hittervassdraget og i Glåma.

Oslo, 30. Mai 2001

Eigil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Vassdragsavsnittet øvre Glåma	8
2.1 Geografi	8
2.2 Meteorologi	11
2.3 Forurensningskilder	11
2.4 Stasjonsplasseringer	12
3. Hydrologi	14
3.1 Glåma ved Glåmos	15
3.2 Orva ved Litlstugguvollen	15
3.3 Glåma ved Sundbrua	16
3.4 Hitterelva ved bru ved idrettsplassen	16
3.5 Glåma ved Røstefossen	17
4. Fysisk/kjemisk vannkvalitet	18
4.1 Analysemetodikk	18
4.2 Glåma ved Glåmos	18
4.3 Glåma ved Sundbrua	18
4.4 Glåma ved bru til Galåen	19
4.5 Glåma ved Tolga bru	19
4.6 Glåma ved Tynset bru	20
4.7 Glåma ved Auma bru	20
4.8 Glåma ved Kveberg bru	20
4.9 Orva ved Litlstugguvollen (sideelv)	20
4.10 Hitterelva ved bru ved idrettsplassen (sideelv)	21
5. Forurensningstransport	23
6. Diskusjon	27
7. Konklusjoner	29
8. Referanser	30
Vedlegg A. Fysisk/kjemiske analyseresultater	31

Sammendrag

Det er gjennomført en undersøkelse for å kartlegge hovedkildene for tungmetallavrenning fra kisgruvene i Rørosfeltet og den betydning denne avrenning har for den fysisk/kjemiske vannkvalitet i øvre Glåma. Erfaringene fra de undersøkelsene som hittil er utført i området har vist at forurensningstransporten kan variere forholdvis mye fra år til år avhengig av nedbør og klima. I forbindelse med vurderinger av forurensningsbegrensende tiltak i området er det nødvendig å se hele regionen i sammenheng. Dette er viktig for å kunne lage en tiltaksstrategi for området og formulere realistiske mål for vannkvalitet i Glåma. I denne sammenheng er det derfor av stor betydning å se de enkelte kilder i forhold til hverandre for å vurdere hvilke tiltak som er aktuelle og mest kostnadseffektive for å nå målene. Siden endringene i forurensningstransport har vist seg relativt store fra år til år, har det vært et behov for å studere transporten ved hovedkildene samtidig. Dette var en av grunnene til at det foreliggende prosjektet ble igangsatt. I tillegg var det ønskelig å innhente informasjon om tungmetallnivåene i øvre Glåma der en har tatt i bruk moderne analyseteknikk som ICP-MS.

Undersøkelsene har vist at avrenningen fra Nordgruvefeltet er ansvarlig for ca. 60 % av koppertilførsene og ca. 70 % av sinktilførslene fra Rørosområdet til Glåma. Dette er noe mer enn man tidligere har antatt. De øvrige tilførsler blir hovedsaklig tilført Glåma via Hitterelva som mottar tungmetallavrenning fra Storzgruvefeltet og Røros by. De avgangsmengder som er deponert ved Orvas munning og et stykke nedover Glåma mot brua ved Sundet er funnet å ha mindre betydning for den fysisk/kjemiske vannkvalitet.

Tungmetalltilførslene fra gruveområdene i Rørosområdet påvirker vannkvaliteten i Glåma i betydelig grad. Elvestrekningen mellom Orvos og tilløpet av Håelva er mest påvirket. I de senere år er det påvist konsentrasjoner av kopper opp til 35 µg/l ved stasjonen ved Sundbrua. I undersøkelsesperioden i 2000 ble høyeste konsentrasjon målt til 24 µg/l. Det er mulig at fiskebestanden på elvestrekningen er skadelidende under slike episoder. I Hitterelva nedenfor tilløpene fra smeltehytteområdet er kopperkonsentrasjonene så høye at de ikke gir grunnlag for noen fiskebestand på denne elvestrekningen. Nedenfor Røros ved Røstefossen kraftverk er det påvist kopperkonsentrasjoner i området 5-15 µg/l, og med et årsmiddel på 7,6 µg/l. Dersom man legger vannkvalitetskriteriene til grunn, er nivåene betydelig høyere enn den dårligste tilstandsklassen. Periodevis er også koppernivået høyere enn 10 µg/l, som er et mål man ofte har benyttet for andre vassdrag der det er gjennomført tiltak mot gruveforurensninger.

På den videre elvestrekningen ned til Alvdal er fortsatt kopperkonsentrasjonene høyere enn den dårligste tilstandsklassen i vannkvalitetskriteriene. Ved Alvdal blir Glåma ytterligere belastet med tungmetaller som følge av tilførselen fra Follavassdraget som mottar stor tungmetallavrenning fra gruveområdene i Follidal sentrum. Nedenfor Alvdal ved Kveberg bru ble det observert kopperkonsentrasjoner i området 4-11 µg/l og med et årsmiddel på 7,2 µg/l. Dersom man legger vannkvalitetskriteriene for kopper til grunn, er hele vassdragsstrekningen fra Orvos og ned til Kveberg bru karakterisert som sterkt til meget sterkt forurensset. Beregninger av forurensningstransport viser at vassdraget også tilføres tungmetaller fra andre kilder nedenfor Rørosområdet. Dette gjør at det er vanskelig å beregne den effekten eventuelle tiltak i Røros-området vil ha for hele vassdragsstrekningen ned til Alvdal. Det anbefales derfor at disse kildene kartlegges nærmere.

Dersom det er aktuelt å redusere tungmetallbelastningen på øvre Glåma, er det sannsynligvis mest kostnadseffektivt å gjennomføre tiltak i Nordgruvefeltet og med en størst mulig effekt. Det kan da være et realistisk mål å halvere kopperkonsentrasjonene nedenfor Røros ved Røstefossen. Det anbefales at det gjennomføres mer omfattende biologiske undersøkelser i øvre Glåma for å studere betydningen av de forhold som er påvist når det gjelder fysisk/kjemisk vannkvalitet og for å grunngi behovene for eventuelle tiltak bedre.

Summary

Title: Examination of heavy metal pollution in the upper part of Glomma River, Norway

Year: 2001

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4029-2

Acid mine drainage from several sources in the Røros region has for long time affected the water quality in the upper part of the main stream Glomma River. Glomma River is the largest river system in Norway. The main source of pollution is found to be the Northern mining area, located about 12 km north of Røros town. This field is responsible for 60 % of the copper loadings and 70 % of the zinc loadings to Glomma River. The residual loadings are located to the Storwartz mining area east of the city, and to the area around the copper smelter in the city. In Glomma River downstream Røros copper levels up to 20 µg/l are reported. Natural background level upstream Røros is about 1,5 µg Cu/l. About 80 km downstream Røros is Folla River running into Glomma River. Folla River is carrying acid mine drainage from the abandoned Folldal mines. In Glomma River copper concentrations above 10 µg/l over a distance of 90 km are observed. It is recommended to reduce the copper levels in Glomma River downstream Røros by carrying out mitigative measures in the Northern mining area.

1. Innledning

Forurensningssituasjonen i øvre Glåma har vært kartlagt tidligere innenfor det statlige program for forurensningsovervåking. I undersøkelsene som ble gjennomført i perioden 1984-1986 (Rognerud et al, 1987) ble det lagt mest vekt på tilførslene fra landbruk og befolkning. Det ble også gjort en del tungmetallanalyser og vurdert giftvirkninger m.h.t. noen biologiske forhold. Kvaliteten på den tids tungmetallanalyser kan imidlertid ikke sammenlignes med dagens analyseteknikk. Det er derfor et behov for en oppdatering datamaterialet for tungmetallnivåene i øvre Glåma.

I løpet av 1990-årene er det gjennomført en rekke kartlegginger av de viktigste kilder for tungmetalltilførsler til øvre Glåma fra Rørosfeltet. Det pågår fortsatt undersøkelser i Nordgruvefeltet som er det viktigste feltet når det gjelder denne type forurensning. Undersøkelsene utføres etter oppdrag fra Bergvesenet. De undersøkelser som er gjennomført i løpet av de siste 10 år, har vist at tungmetalltilførslene til øvre Glåma fra Rørosfeltet er betydelige. Det er gjennomført noen forurensningsbegrensende tiltak i Nordgruvefeltet, men disse synes ikke å ha ført til noen reduksjoner i tungmetallavrenningen av betydning. NIVA tok i 1998 og 1999, i forbindelse med annet prosjektarbeid i området, noen orienterende stikkprøver i øvre Glåma for å få en oppfatning hvilke tungmetallnivåer man kan regne med å påvise i dette vassdragsavsnittet. Resultatene viste forholdsvis høye kopperkonsentrasjoner og betydelig over nasjonale mål for vannkvalitet i store vassdrag så langt ned som til Tolga. I Glåma mellom Orvas utløp og Håelvas tilløp kan kopperkonsentrasjonene periodevis være så høye at man normalt kan forvente skadelige effekter på fiskebestanden.

Tidligere undersøkelser har vist at tungmetallavrenningen kan variere svært mye avhengig av nedbør og klima. Det er derfor komplisert å sammenligne resultatene for de forskjellige gruvefelt da undersøkelsene ikke er utført samtidig. Da denne undersøkelsen omfatter undersøkelser av de tre hovedkilder samtidig (Nordgruvefeltet, Stortvartfeltet og Røros by), vil en få en god oversikt over hvordan materialtransporten fordeler seg på de enkelte kilder. Resultatene vil derfor gi et godt grunnlag for lage en god tiltaksstrategi som vil bl.a. innebære å ta stilling til hvor eventuelle tiltak bør settes inn og hvilken virkningsgrad som er nødvendig for å oppnå en tilfredsstillende vannkvalitet i øvre Glåma. Vi håper resultatene vil også være til hjelp for å vurdere omfanget av eventuelle biologiske undersøkelser i vassdragsavsnittet for å kartlegge mulige skadeeffekter.

2. Vassdragsavsnittet øvre Glåma

2.1 Geografi

I denne undersøkelsen legger vi til grunn at vassdragsavsnittet øvre Glåma dekker strekningen fra Aursundens utløp og ned til Alvdal ved Kveberg bru etter at Folla er innblandet. Nedbørfeltet ved Kveberg bru er 6367 km². Vassdragsstrekningen fra Glåmos til Kveberg bru er ca. 90 km.

I dette vassdragsavsnittet er en rekke gruveområder lokalisert. De fleste befinner seg i Røros-området, men flere mindre gruver og smeltehytter er også lokalisert på strekningen fra Røros og ned til Alvdal. Ved Alvdal løper Folla inn i Glåma. Folla mottar avrenning fra flere gruveområder. I tabell 1 er gitt en oversikt over de viktigste gruveområder og smeltehytter med lokalisering og berørte kommuner.

Tabell 1. Beliggenhet til viktige gruver og smeltehytter i vassdragsavsnittet øvre Glåma.

Gruveområde	Kartref. Rute	Kommune	Kartblad
Klinkenberg	32VPQ 3558	Røros	1720 III
Nordgruvefeltet	32VPQ 1751,1851,1951*	Røros	1720 III
Storwartz-feltet	32VPQ 3046 **	Røros	1720 III
Røros hytte	32VPQ 2240	Røros	1720 III
Ormhaugen/Nyplass hytte	32VPQ 2247	Røros	1720 III
Fossgruva	32VPQ 0038	Os	1620 II
Oscar II	32VPQ 0930	Os	1619 I
Fredrik IV	32VPQ 0434	Os	1620 II
Nøren hytte	32VPQ 1631	Os	1619 IV
Vingelen	32VNQ 9624	Tolga	1619 I
Tolga hytte	32VPQ 0221	Tolga	1619 I
Røstvangen	32VNQ 7017, 7117, 7217	Tynset	1619 IV
Klettvangen, Fådalen	32VNQ 8311,8312	Tynset	1619 IV
Sivilvangen	32VNP 8199	Alvdal	1619 III
Strømmen hytte	32VNP 8497	Alvdal	1619 III
Lovise hytte	32VNP 8188	Alvdal	1619 III
Tronslien	32VNP 8690	Alvdal	1619 III
Folldal Verk	32VNP 5190***	Folldal og Dovre	1619 IV, 1519 II, 1519 III

* Kongens-Arvedalens gruve

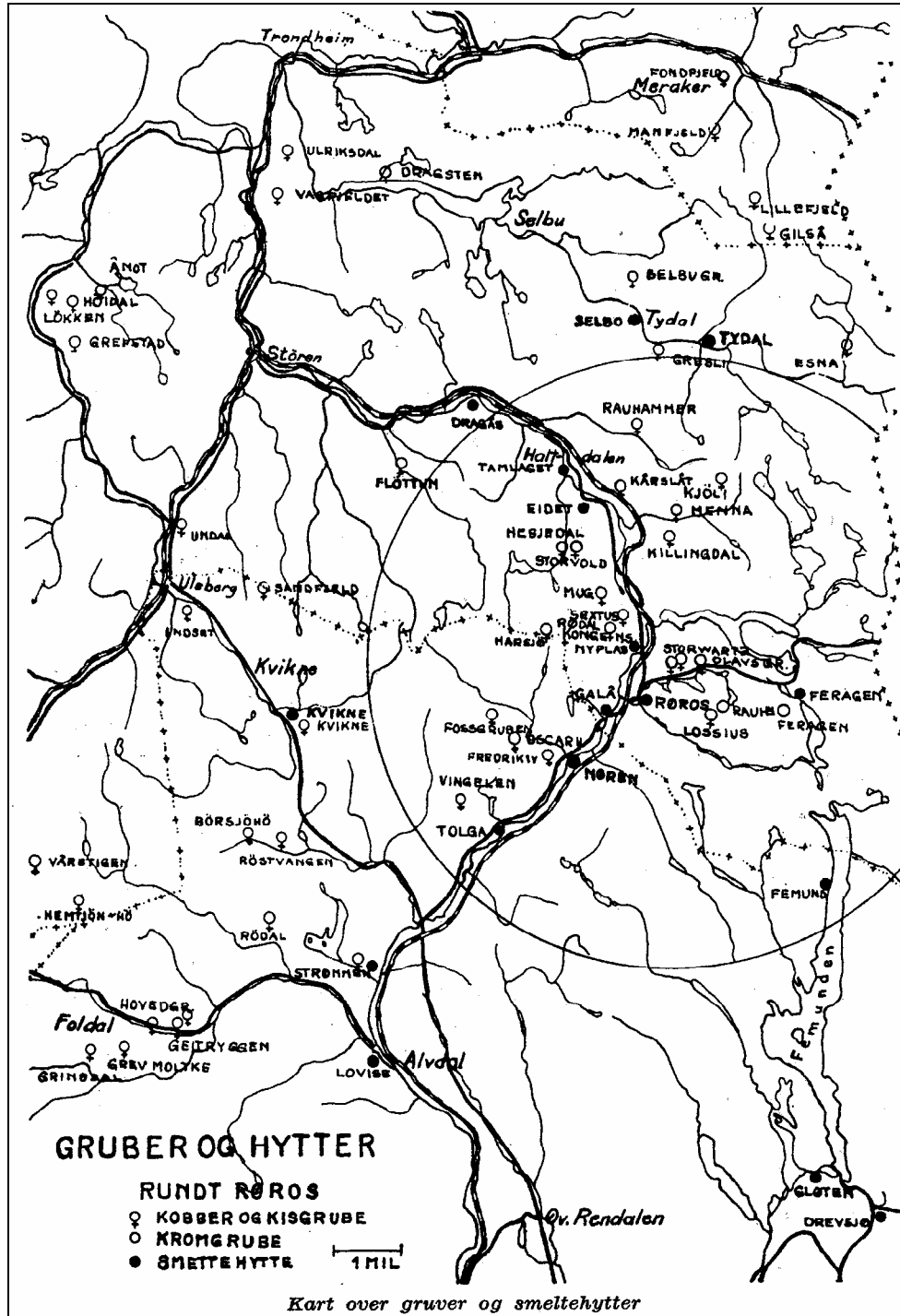
** Storwartz gruve, oppredningsverket

*** Folldal hovedgruve i Folldal

Figur 1 viser øvre Glåma på strekningen fra Aursunden til Alvdal. Figur 2 viser en kartskisse over de viktigste gruver og smeltehytter i Rørosfeltet og Nord-Østerdal.



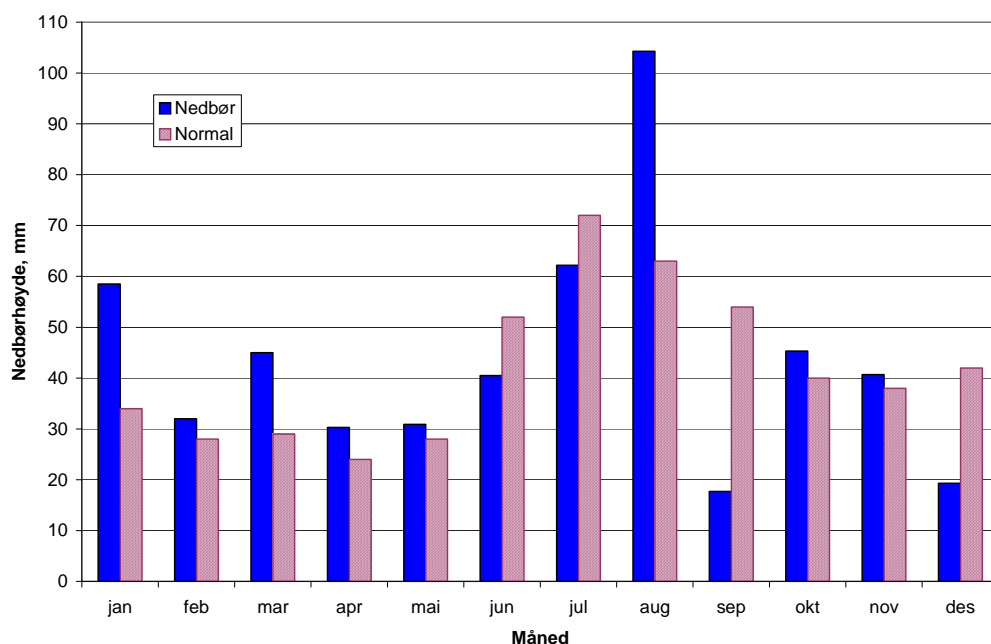
Figur 1. Kartskisse av vassdragsavsnittet øvre Glåma



Figur 2. Oversikt over de viktigste gruver og smeltehytter i Røros-feltet og Nord-Østerdal (etter Røros-boka, 2.bind.)

2.2 Meteorologi

Figur 3 viser de månedlige nedbørhøyder for den meteorologiske stasjonen på Røros ved jernbanestasjonen, 628 m.o.h. Årsnormalen for Røros er 504 mm. I 2000 falt det 527 mm nedbør eller 104,5% av et normalår. Vintermånedene var nedbørrike i 2000, mens månedene juni, juli og september var tørrere enn normalt. August måned var spesielt nedbørrik med en månedsnedbør på 167 % av normalen.



Figur 3. Månedlige nedbørhøyder ved DNMI 10400 Røros i 2000

2.3 Forurensningskilder

Som det fremgår av figur 2 er det en rekke gruver og smeltehytter i vassdragsavsnittet. Avrenningen fra disse områdene påvirker vannkvaliteten i hovedvassdraget i større eller mindre grad. Øverst i nedbørfeltet er Klinkenberg gruve som drenerer til Jamtbekken og Aursunden. Avrenningen herfra er kartlagt tidligere (Iversen, 1999) og har kun betydning for vannkvaliteten i Jamtbekken.

Ved Nyplass der riksveg 30 krysser Glåma kan en se restene etter Ormhaugen hytte som var i drift en kort periode fra 1855 til 1867. Forurensningstilførslene herfra vurderes som ubetydelige. Like nedenfor Nyplass kommer Orva inn som transporterer avrenningen fra Nordgruvefeltet. Forurensningstilførslene fra Nordgruvefeltet via Orva er blant de betydeligste i området. Undersøkelsene av forurensningstransporten fra Nordgruvefeltet i 2000 ble samordnet med det foreliggende prosjektet. Da flotasjonsverket på Kongens gruve var igang, ble avgangen ført på Orva og senere deponert under vann i Orvsjøen. På strekningen fra Orvos og ned til Sundbrua er det avsatt betydelige avgangsmengder som fortsatt er synlige. Hvor langt nedover i Glåma det er mulig å påvise avgang er ikke undersøkt. Rødalen gruve i Nordgruvefeltet drenerer til Røa som løper inn i Glåma mellom Orvos og Sundbrua. Avrenningen fra Rødalen gruve er vurdert som beskjedent (Iversen, 1994).

Hittervassdraget mottar avrenning fra gruvene i Storzartz-feltet. De viktigste forurensningskildene i dette feltet er avgangen til Storzartz gruve som er deponert i en dam oppe i selve gruveområdet. Fra

dammen og nedover langs Prestbekken ned til innløpet i Djupsjøen er også en del avgang. Det er også mye avgang deponert under vann i selve Djupsjøen.

Det er også betydelig tungmetallavrenning fra Røros by, spesielt i området ved smeltehytta og ved slagghaugene. Området drenerer til Hitterelva. Det ble foretatt en vurdering av forurensningstransporten fra Storwartz-feltet i 1994/95 (Arnesen, 1996).

På elvestrekningen fra Røros til samløpet med Folla finnes flere mindre gruveområder der forurensningstransporten er beskjedent og kun forårsaker lokale effekter. Av disse kan nevnes :

- Hytteplassen ved Tolga hytte
- Fossgruva. Avrenning til Vangrøfta som er sideelv til Glåma.
- Fredrik IV og Oscar II gruver. Også avrenning til Vangrøfta. Stikkprøve tatt av Vangrøfta tyder ikke på noen forurensningstransport av betydning (Iversen, 1998).
- Vingelen gruveområde og Klettvingen gruver i Fådalen.
- Røstvingen gruveområde. Avrenningen går til Stubsjøen og Tunna som løper inn i Glåma nedenfor Tynset.
- Sivilvingen.
- Tronslien.

Folla som løper inn i Glåma ved Alvdal er betydelig tungmetallbelastet. Viktigste forurensningskilde i dette vassdraget er avrenningen fra den nedlagte Folldal hovedgruve i Folldal sentrum. Tilførslene herfra påvirker hele vassdragsstrekningen ned til Glåma. Ved Alvdal er også Lovise hytte lokalisert. Grunnen på hytteplassen er tydelig tungmetallforgiftet. Avrenningen går mot Sølva som løper sammen med Folla like før den løper inn i Glåma. Stikkprøver av Sølva tyder ikke på noen stor metallavrenning (Iversen, 1998).

2.4 Stasjonsplasseringer

Undersøkelsen er basert på prøvetakinger ved følgende stasjoner som er listet i tabell 2.

Tabell 2. Prøvetakingsstasjoner for feltundersøkelsen.

Stasjon	Lokalisering Kartref. ED50	Kommune
Glåma ved Glåmos	32 VPQ 24395145	Røros
Orva ved Litlstugguvollen	32 VPQ 20674854	Røros
Glåma ved Sundbrua	32 VPQ 19614175	Røros
Hitterelva ved bru ved idrettsplassen	32 VPQ 22244035	Røros
Glåma ved bru til Galåen	32 VPQ 17713754	Røros
Glåma ved Tolga bru	32 VPQ 02972174	Tolga
Glåma ved Tynset bru	32 VNQ 91900690	Tynset
Glåma ved Auma bru	32 VNP 85979991	Alvdal
Glåma ved Kveberg bru	32 VNP 88538421	Alvdal

Stasjonen ved Glåmos kan betraktes som en referansestasjon for vurdering av vannkvalitet, og er tilnærmet upåvirket av tungmetalltilførsler. Stasjonen i Orva gir uttrykk for tilnærmet samlet avrenning fra Nordgruvefeltet. Det kommer til noen forurensningstilførsler nedenfor fra de avgangsmengdene som er deponert ved Orvas utløp og nedover langs Glåma, samt gruvevann fra Leirgruvebakken gruve. Disse tilførslene fanges opp av stasjonen ved Sundbrua. Det er imidlertid uklart hvor langt nedover Glåma en kan finne avgangsmengder av betydning. Tilførslene fra Storwartz-området og Røros by fanges opp av stasjonen nederst i Hitterelva. Det ble også valgt å ha en stasjon nedenfor

Røros for vurdering av samlede tilførsler fra Røros-området. Stasjonen ble lokalisert ved brua til Galåen, umiddelbart før Røstefossen kraftverk. Tolga bru er nedstrøms tilførslene fra gruvene i Os-området, mens Tynset bru er nedstrøms tilførslene fra Tolga hytte. Stasjonen ved Tynset er lokalisert ovenfor tilløpet av Tunna som mottar avrenning fra Røstvangen-området. Stasjonen ved Auma bru gir uttrykk for vannkvaliteten i Glåma etter mulige tilførsler fra Tunna og før tilløpet fra Savalen kraftverk. Ved Kveberg bru er Folla fullstendig innblandet i Glåma.

3. Hydrologi

Det foreligger kontinuerlige vannføringsmålinger på fire steder i den aktuelle delen av Glåmavassdraget :

- I hovedvassdraget ved Glåmos
- Ved Røstefossen kort nedenfor stasjonen, betegnet "bru til Galåen" i denne rapporten
- I Orva ved veibru på vei til Kongens gruve (Litlstugguvollen)
- I Hitterelva ved Djuphølen, mellom Djupsjøen og Stikkilen

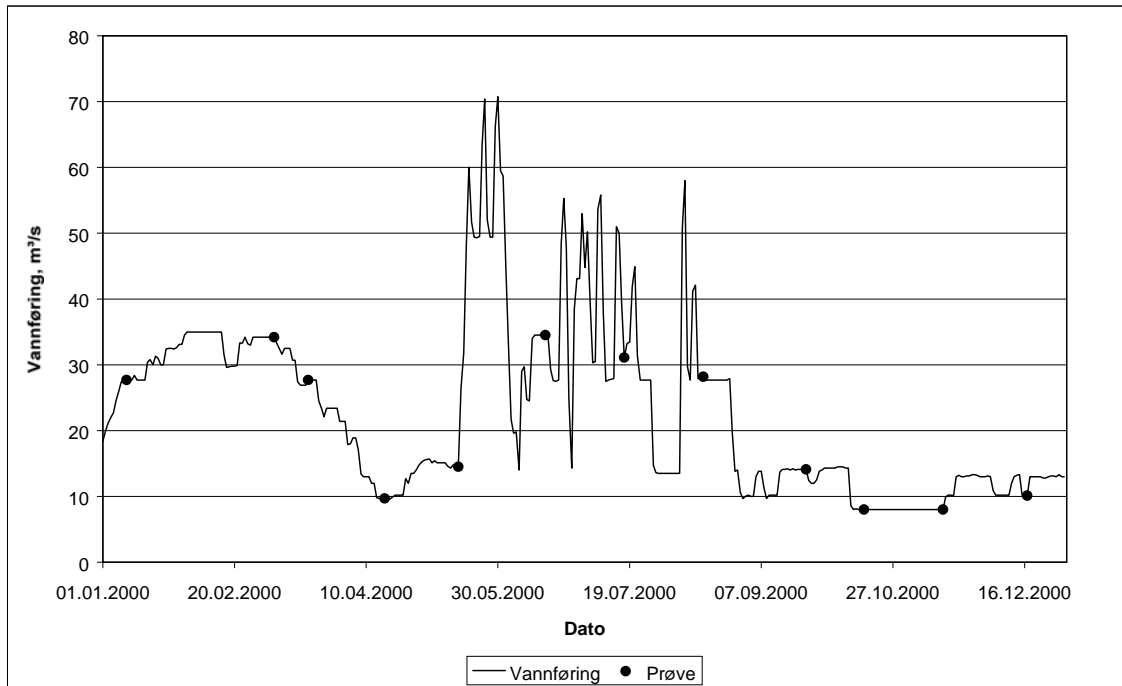
Ved de øvrige stasjonene har det derfor vært nødvendig å beregne avrenningen ut fra nedbørfeltens størrelse, spesifikke avrenningskoeffisienter og målt avrenning ved de fire målestedene. I tabell 3 finnes data og en enkel beskrivelse av hvordan beregningene er utført.

Tabell 3. Data og metode for beregning av middelvannføring ved stasjonene for kjemiske prøver. Beregningene gjelder år 2000.

Stasjon	Beregnings- grunnlag	Areal km ²	Normal vannføring m ³ /s	Spesifikk avrenning l/s·km ²	Målt vannføring m ³ /s	Forhold Målt/normal
Glåmos	Aursunden	835	19,7	23,8	23	1,16
<i>Orva (sideelv)</i>	<i>Veibru x 1,26</i>	32	0,5	15	0,85	1,77
<i>Røa (sideelv)</i>		70	1,0	15		
Sundet	Aursunden og Orva	1042	20,8	20	25,6	1,23
<i>Hitterelva (sideelv)</i>	<i>Djuphølen x 1,09</i>	156	2,1	13,5	2,6	1,25
<i>Håelva (sideelv)</i>		595	8,0	13,5	10,0	1,25
Bro til Galåen	Røstefossen	1720	33,5	19,5	37	1,10
Tolga	Erli bru	2511	47,9	19,1	53	1,10
<i>Tunna (sideelv)</i>		663	9,3	14		1,10
Tynset	Auma-Tunna	2955	51,7	17,5	57	1,10
Auma	Auma	3618	63,3	17,5	70	1,10
<i>Folla (sideelv)</i>		2432				
Kveberg		6367	98,2	15,4	108	1,10

3.1 Glåma ved Glåmos

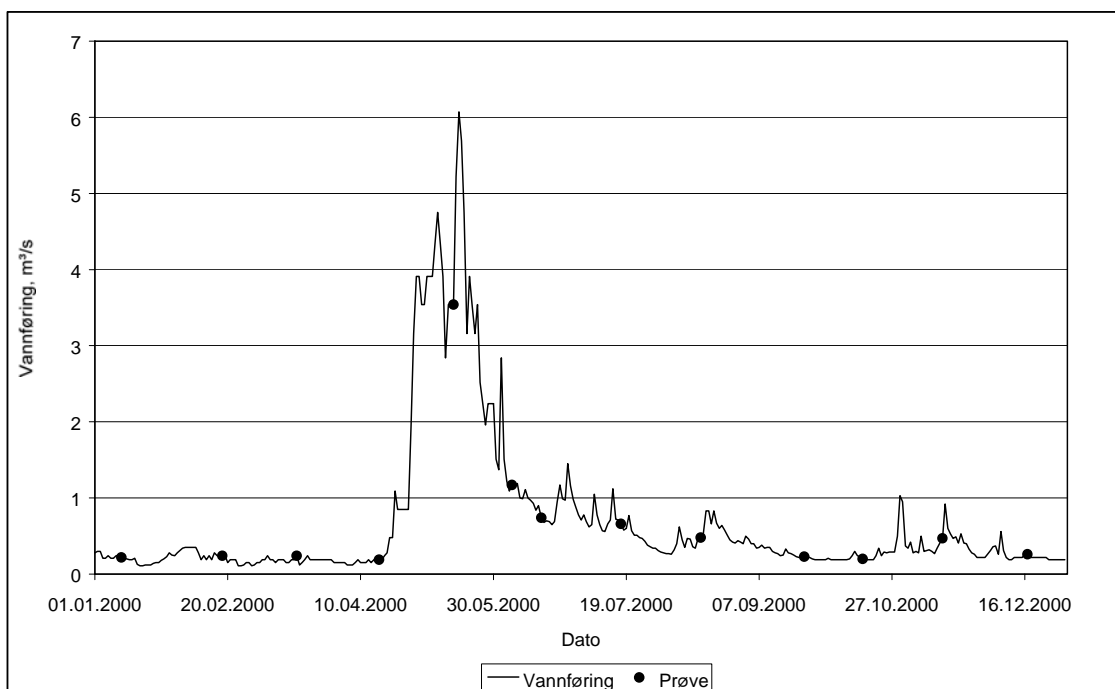
Vannføringen ut av Aursunden måles kontinuerlig ved kraftverket (Kuråsfossen). Figur 4 viser grafisk døgnmiddelvannføringene i 2000. I tabell 3 foran er samlet data for målte og beregnede middelvannføringer ved Glåmos. Ved hjelp av målte daglige middelvannføringer er årsavrenningen beregnet til 725 mill. m³ i 2000.



Figur 4. Målt vannføring i Glåma ved Aursunden år 2000. Prøvetakingstidspunkter er markert i figuren.

3.2 Orva ved Litlstugguvollen

I forbindelse med de kartleggingsprosjektene som Bergvesenet har gjennomført i Nordgruvefeltet, ble det opprettet en målestasjon for vannføring i Orva ved veibrua ved Litlstugguvollen i 1995. Figur 5 viser de observerte døgnmiddelvannføringer i 2000. Ved hjelp av døgnmiddelvannføringene er årsavrenningen beregnet til 21,4 mill. m³ i 2000.



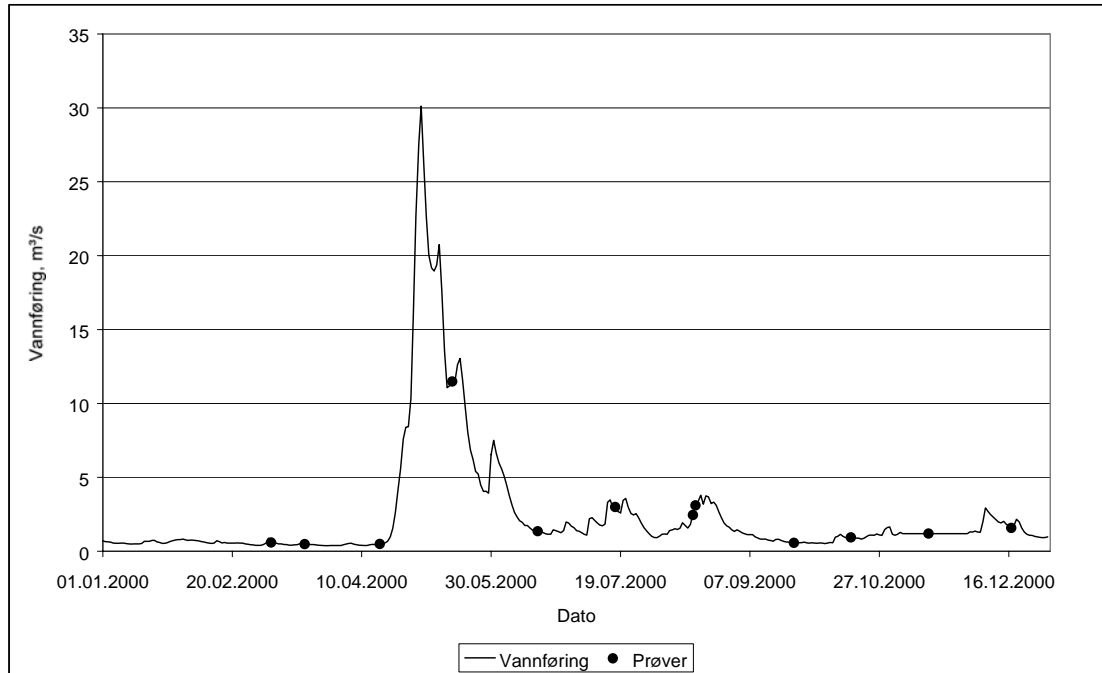
Figur 5. Målt vannføring i Orva ved veibru ved Litlstugguvollen i år 2000. Prøvetakingstidspunktene er markert i figuren.

3.3 Glåma ved Sundbrua

Det er ikke målt vannføringer ved denne stasjonen. Årsavrenningen er derfor beregnet forholdsvis v.h.a. nedbørfelt og målte vannføringer ved Glåmos og i Orva. Årsavrenningen ved Sundbrua ble beregnet til 811 mill. m³ i 2000.

3.4 Hitterelva ved bru ved idrettsplassen

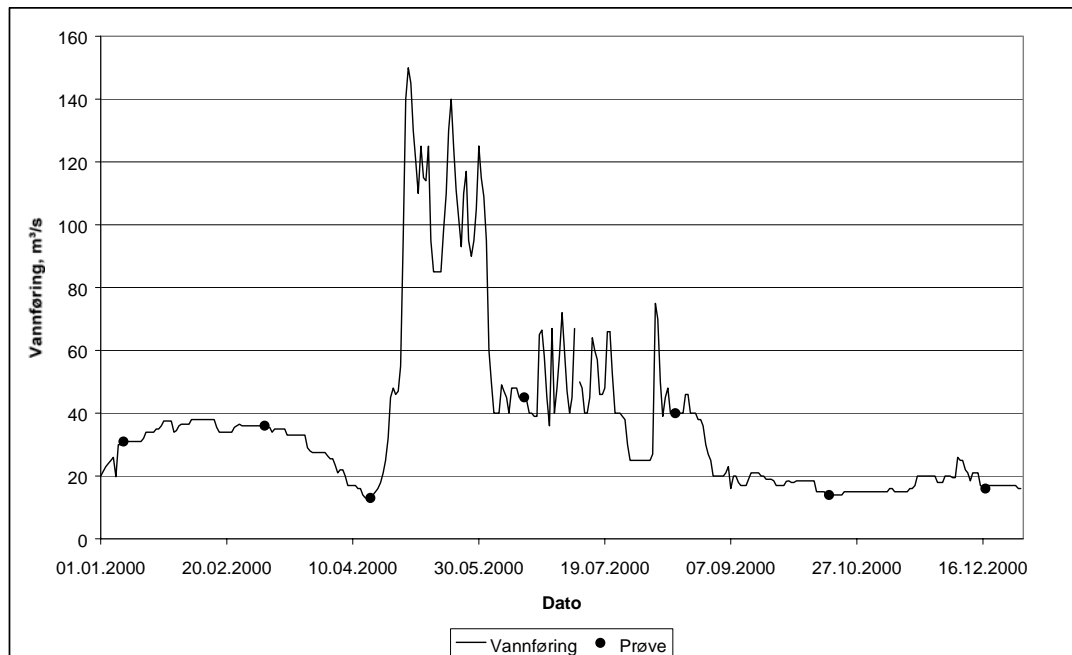
Det er ikke målt vannføring i Hitterelva på samme sted som prøvene for kjemiske analyser er tatt. Vannføringen er målt i elva mellom Djupsjøen og Stikkilen, mens prøvene er tatt nedstrøms Røros by. Vannføringsobservasjonene er derfor omregnet ved å multiplisere dem med faktoren 1,09, som er forholdet mellom areal av nedbørfeltene ved de to punktene. I figur 6 er vannføringen som er målt ved Djuphølen vist grafisk. Dato for prøvetakingstidspunkter er markert i figuren. Årsavrenningen i Hitterelva ved idrettsplassen er beregnet til 83,2 mill. m³ i 2000.



Figur 6. Vannføring i Hitterelva ved Djuphølen i år 2000. Prøvetakingstidspunktene er markert i figuren.

3.5 Glåma ved Røstefossen

Røstefossen kraftverk ligger like nedenfor prøvetakingsstasjonen ved brua til Galåen. Figur 7 viser de observerte døgnmiddelvannføringer i 2000. Årsavrenningen ved Røstefossen i 2000 er beregnet til 1170 mill. m³.



Figur 7. Målt vannføring i Glåma ved Røstefossen, år 2000. Prøvetakingstidspunktene er markert i figuren.

4. Fysisk/kjemisk vannkvalitet

4.1 Analysemetodikk

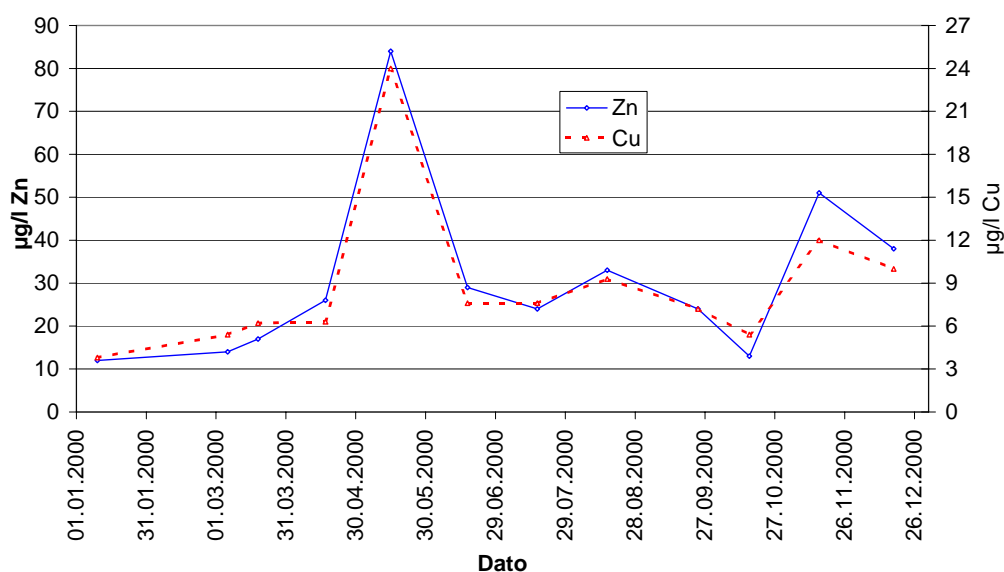
Alle analyser er utført ved NIVA v.h.a akkrediterte metoder. Tungmetallanalysene er utført v.h.a atomemisjonsteknikk med massespektrometer som detektor (ICP-MS). Prøvene er tatt av lokal observatør etter avtale med NIVA og på prøvetakingsflasker utsendt av NIVA.

4.2 Glåma ved Glåmos

Ved referansestasjonen ved Glåmos viser resultatene for de 8 prøvene som er tatt at tungmetallkonsentrasjonene er lave (se tabell 6 i vedlegg A). Middelverdiene for kopper og sink ble beregnet til henholdsvis 1,3 og 3,4 $\mu\text{g/l}$. Middelverdien for sulfat ble beregnet til 1,5 mg/l . Det er forekomster av kisminerale i berggrunnen rundt Aursunden. De viktigste bidragene er områdene ved Klinkenberg og Klasberget gruver. De undersøkelsene som er gjort ved disse lokalitetene (Iversen, 1994 og 1999) tyder på en relativt beskjeden tungmetallavrenning. Siden sink er mest mobilt av metallene, tyder en konsentrasjon på opp til 4,8 $\mu\text{g/l}$ på en viss tilførsel fra områder med kisminerale i berggrunnen.

4.3 Glåma ved Sundbrua

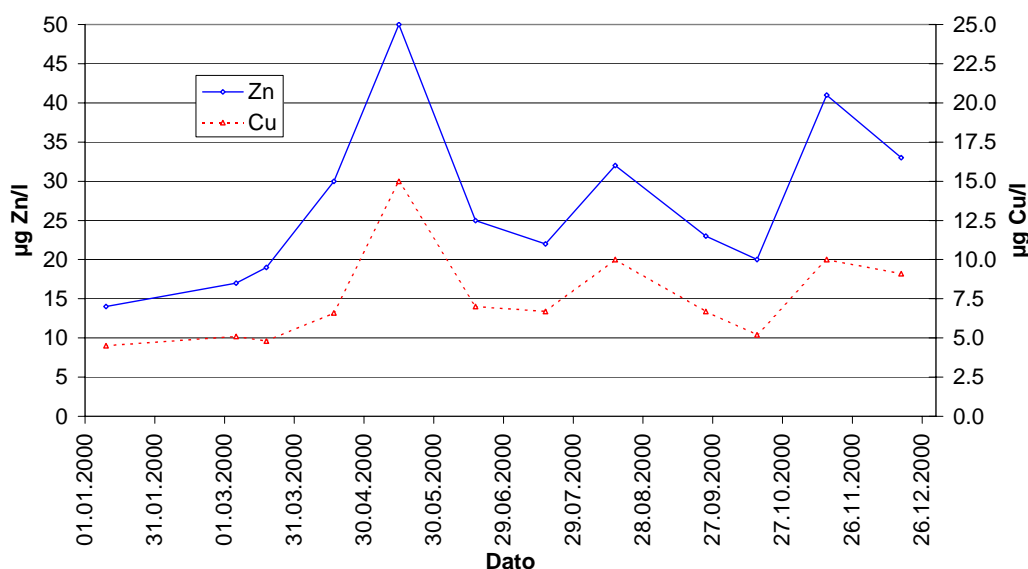
NIVA har data for denne lokaliteten tilbake til 1977. Det ble da påvist meget høye tungmetallkonsentrasjoner i Glåma. Dette hadde sammenheng med at prøvene ble tatt i forbindelse med påbygging av dammen ved Aursunden. Resultatene viser at forurensningstilstanden er avhengig av hvor store vannmengder som slippes på fra Aursunden. Figur 8 viser observasjonsmaterialet for kopper og sink i 2000. I tabell 7 i vedlegg A er alle analyseresultater samlet. Når de laveste konsentrasjonene ble påvist om vinteren (januar-mars), skyldes dette at fortyningen av tilførslene fra Orva er god da kraftverket kjøres for fullt og forårsaker stor vannføring i Glåma. I 2000 varierte kopperkonsentrasjonene mellom 3,8 og 24 $\mu\text{g/l}$ med 8,7 $\mu\text{g/l}$ som middelværdi. Sinkkonsentrasjonene varierte i området fra 12 til 84 $\mu\text{g/l}$ med 30 $\mu\text{g/l}$ som årsmiddel. Det er mulig at fiskebestanden kan være skadelidende på elvestrekningen dersom kopperkonsentrasjonen er så vidt høy som 24 $\mu\text{g/l}$. Periodevis kan konsentrasjonen sannsynligvis være høyere. I 1999 ble det f.eks påvist en kopperkonsentrasjon på 35 $\mu\text{g/l}$ i juni.



Figur 8. Kopper- og sinkobservasjoner i Glåma ved Sundbrua i 2000.

4.4 Glåma ved bru til Galåen

Stasjonen ved Galåen gir uttrykk for forurensningstilstanden nedenfor Røros etter at tilførslene fra Hittervassdraget er blandet inn. Vannkvaliteten ved denne stasjonen er også preget av at vassdaget er regulert ved at de laveste metallkonsentrasjonene observeres om vinteren når vannføringen er unormalt høy p.g.a. av at kraftverket ved Aursunden kjøres for fullt. Resultatene i tabell 8 i vedlegg A viser at vannkvaliteten er tydelig påvirket av tilførslene fra gruveområdene i Røros-området. Kopperkonsentrasjonene er ofte høyere enn 6 µg/l hele året, d.v.s. høyere enn dårligste tilstandsklasse i vannklassifiseringssystemet. Høyeste kopperkonsentrasjon ble observert til 15µg/l i 2000. Det kan heller ikke her utelukkes enda høyere verdier under spesielle episoder.



Figur 9. Kopper- og sinkobservasjoner i Glåma ved bru til Galåen i 2000.

4.5 Glåma ved Tolga bru

Ved Tolga bru ble det tatt prøver hver annen måned i 2000. Analyseresultatene er samlet i tabell 9. Her er også samlet resultater for tidligere prøvetakinger. Beregning av middelverdier er kun utført for året 2000.

Tungmetallkonsentrasjonene er lavere enn ved Galåen, men kan trolig også her periodevis være forholdsvis høye. Eksempelvis ble det påvist en så vidt høy kopperkonsentrasjon som 16 µg/l i stikkprøven som ble tatt i september 1998. Dette var også en av årsakene til at den foreliggende undersøkelsen ble igangsatt. I 2000 ble middelverdiene for kopper beregnet til 5,6 µg/l, noe som klassifiserer stasjonen som sterkt forurensset av kopper dersom en legger vannkvalitetskriteriene til grunn. Høyeste kopperkonsentrasjon ble målt til 6,3 µg/l. Mulige tilførsler fra smeltehytteområdet fanges ikke opp ved prøvetakingsstedet som er midt på brua i Tolga sentrum. Tilførslene fra kisgruvene i Os-området er blandet inn ved dette prøvetakingsstedet. En kan ikke påvise noen økte tungmetallkonsentrasjoner av betydning i Glåma nedstrøms Os som følge av disse tilførslene.

4.6 Glåma ved Tynset bru

Analyseresultatene for prøvetakingene ved Tynset bru er samlet i tabell 10 i vedlegg A. Resultatene viser at tungmetallkonsentrasjonene er noe høyere ved Tynset enn ved Tolga. Dette gjelder både kopper, sink, bly og kadmium. Høyeste kopperkonsentrasjon ble målt til 10 µg/l (7/3-00). Årsmiddel er beregnet til 7,5 µg Cu/l. Det er vanskelig å si noe sikkert om årsaken til konsentrasjonsøkningene fra Tolga til Tynset. Av kjente kilder som kan knyttes til gruveforurensninger kan nevnes smeltehytteområdet på Tolga og gruvene i Vingelen som dreneres av Stormyrbekken. Sistnevnte kilder er ikke nærmere kartlagt ved prøvetaking i Stormyrbekken, men ut fra en skjønnsmessig vurdering under en befaring til området ble gruveområdet vurdert å ha liten forurensningsmessig betydning.

4.7 Glåma ved Auma bru

Stasjonen ved Auma bru gir uttrykk for vannkvaliteten i Glåma før tilførselene fra Savalen kraftverk. Analyseresultatene er samlet i tabell 11. Resultatene viser at tungmetallkonsentrasjonene er lavere enn ved Tynset. Årsmiddelverdiene for kopper er fortsatt høyere enn 5 µg/l. I mars måned ble det påvist en uvanlig sinkverdi (92 µg/l). Forholdet kan ha sammenheng med at prøvetaksstedet ikke er ideelt ved at vannet er forholdsvis stilleflytende, særlig om vinteren. I mars måned var det tykk is på elva. Mellom Tynset og Auma bru kommer Tunna inn. Tunna mottar avrenning fra Røstvangen gruveområde. Stikkprøver tatt av Gløta og av utløpet fra Stubbsjøen (Stugusjøen) tyder på at tilførselene fra Røstvangen gruve er meget beskjedne etter de tiltakene som er gjennomført (Arnesen et al, 1999). Prøvetakingstasjonen fanger også opp mulige tilførsler fra gruveområdet ved Klettvangen i Fådalen. Området drenerer til Fåa. Det gikk i sin tid også en taubane for transport av malm fra Røstvangen gruve fram til jernbanelinjen. Det er ikke kjent om denne virksomheten kan ha medført noe spill som kan ha betydning i dag.

4.8 Glåma ved Kveberg bru

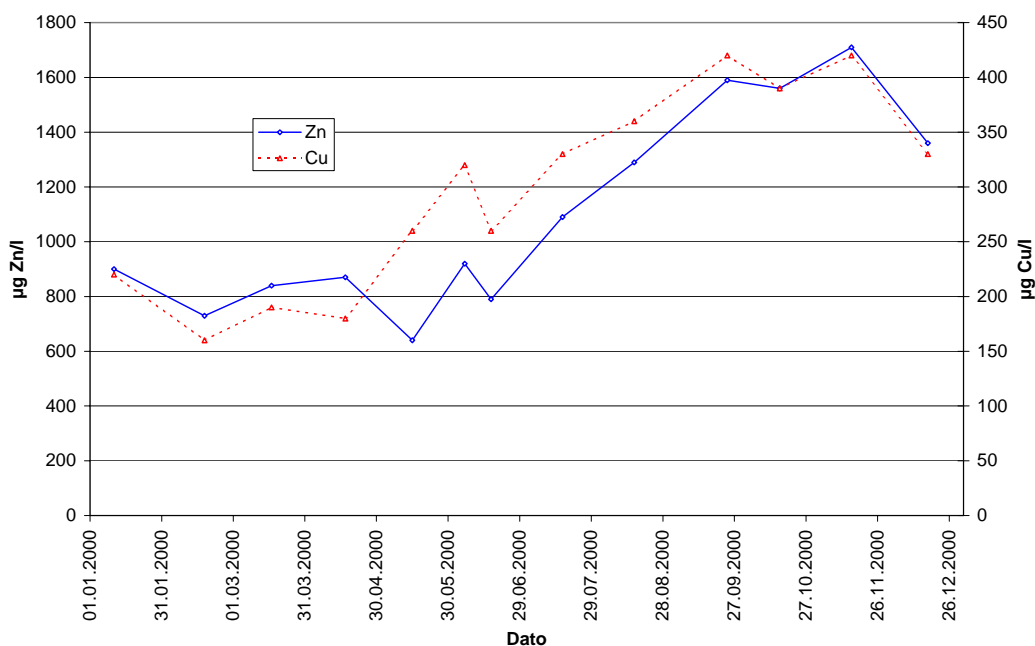
Ved Kveberg bru er tilførselene fra Folla fullstendig innblandet. Prøvene ble tatt midt på brua. Analyseresultatene er samlet i tabell 12 i vedlegg A. Resultatene viser at tungmetallkonsentrasjonene stiger merkbart igjen sett i forhold til nivåene ved Auma. Forholdet skyldes tilførselene fra sidevassdraget Folla som mottar meget store tungmetalltilførsler fra det nedlagte gruveområdet i Folldal sentrum (Iversen, 2001). Disse tilførselene påvirker Folla hele veien ned til Glåma. Det er også flere mindre kilder for tungmetallavrenning i Alvdalsområdet som Lovise smeltehytte, Tronslien gruver og Sivilvangen gruver. Tilførselene herfra er ubetydelige i forhold til tilførselene fra Follidalen.

Høyeste kopperkonsentrasjon ble målt til 11 µg/l, mens årsmiddelverdien ble beregnet til 7,2 µg Cu/l. Koppernivået er således også her høyere enn den dårligste tilstandsklassen i vannkvalitetskriteriene.

4.9 Orva ved Litlstugguvollen (sideelv)

Undersøkelsene av vannkvaliteten i Orva inngår i de kartleggingsundersøkelser som Bergvesenet finansierer. Prøvetakingene i 2000 ble samordnet med programmet for Glåma ved at prøvene ble tatt samtidig og av samme person. Orva drenerer mesteparten av Nordgruvefeltet og de viktigste forurensningskildene i dette feltet. Elva er betydelig forurenset (se forsidebildet) og det har hittil vært beskjedne endringer i forurensningstilstanden etter de tiltakene som ble gjennomført i feltet i perioden 1992-1996 (Iversen et al, 2001).

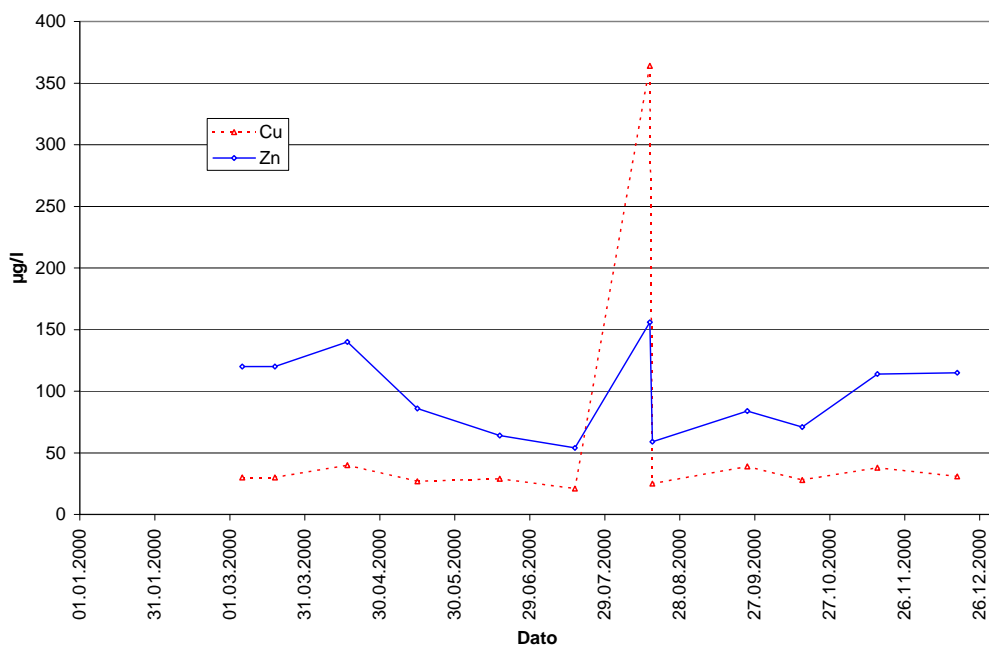
Figur 10 viser observasjonsmaterialet for kopper og sink i Orva i 2000. Det er ikke fisk i Orvsjøen og Orva.



Figur 10. Kopper- og sinkkonsentrasjoner i Orva ved Litlstugguvollen i 2000.

4.10 Hitterelva ved bru ved idrettsplassen (sideelv)

Hittervassdraget er belastet med forurensningstilførsler fra Storwartz gruveområde og fra Røros by der området omkring smeltehytta antas å være en betydelig kilde. Ved prøvetakingsstasjonen ved idrettsplassen har en fått blandet inn avrenningen fra smeltehytteområdet. Hitterelva er betydelig tungmetallbelastet. Figur 11 viser kopper- og sinkkonsentrasjonene i 2000.



Figur 11. Kopper- og sinkkonsentrasjoner i Hitterelva ved idrettsplassen i 2000.

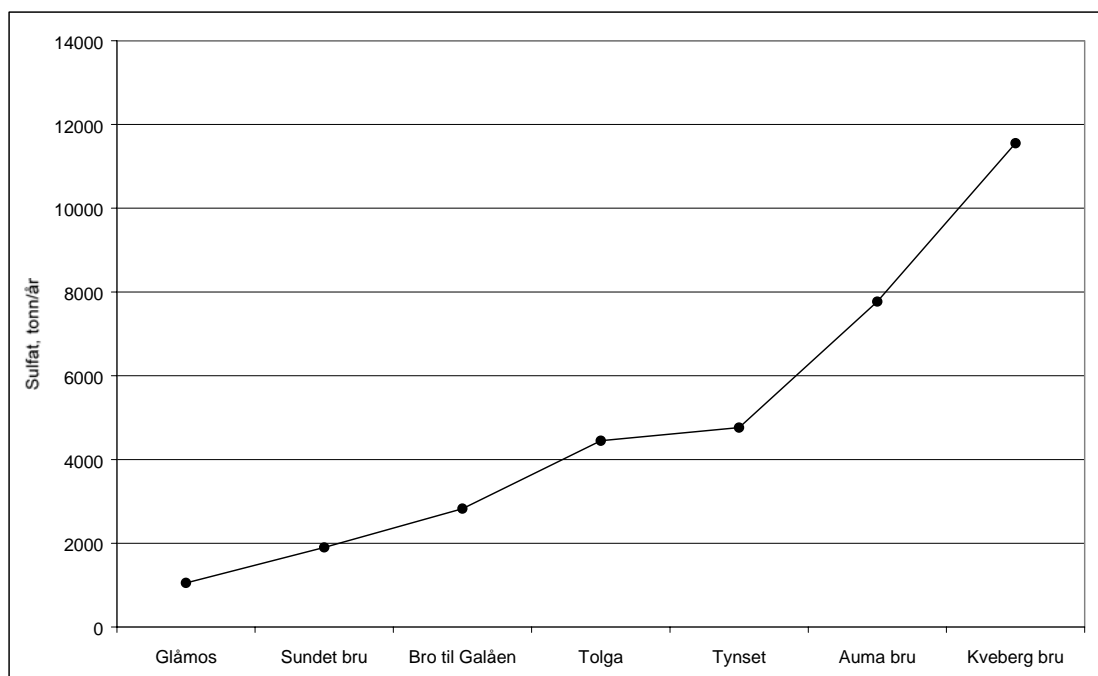
Som det fremgår av figuren ble det observert ekstreme verdier den 16.08.00. Dette hadde sammenheng med sterk lokal nedbør og derav følgende kraftig utvasking fra smeltehytteområdet der det pågikk reparasjon av spuntveggene langs elva. Som det fremgår av tabell 14 ble det tatt en ny prøve dagen etter med et mer normalt resultat. Årsmiddelverdien er beregnet som tidsveiet, noe som gjør at de ekstreme observasjonene får mindre betydning for årsmiddelverdien. Hitterelva blandes inn i Håelva før tilførselene fra Røros når Glåma. Det vil neppe være mulig å opprettholde noen fiskebestand i Hitterelva. Det er ikke kjent hvordan tilstanden er i nedre del av Håelva.

5. Forurensningstransport

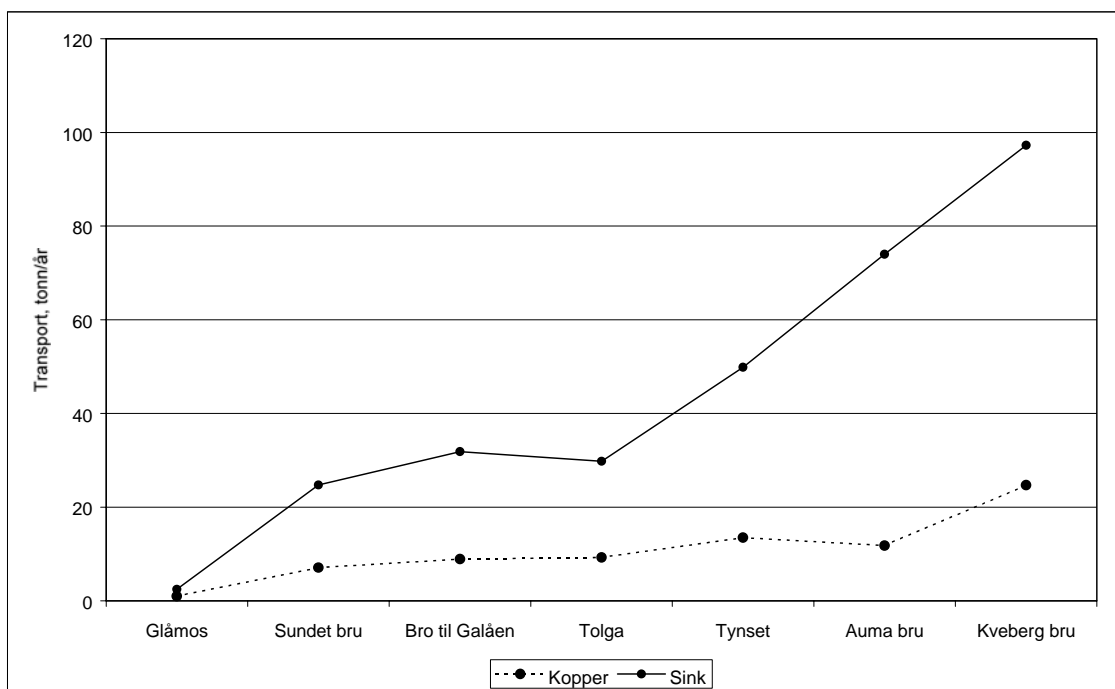
Forurensningstransporten ved de enkelte målestasjonene er beregnet ved å multiplisere målt eller anslått årlig avrenning ved stasjonen med en tidsveiet middelvei for de aktuelle analyseparametre. I tabell 4 er årlige transportverdier for sulfat, jern, kopper og sink i hovedvassdraget angitt. I figur 12 og figur 13 er transport av henholdsvis sulfat og kopper og sink vist grafisk.

Tabell 4. Årlig transport av sulfat, jern, kopper og sink i øvre del av Glåmavassdraget i 2000.

Stasjon	Avrenning mill. m ³	Sulfat tonn/år	Jern tonn/år	Kopper tonn/år	Sink tonn/år
Glåmos	725	1050	20	1,0	2
Orva ved veibru (sideelv)	21,4	728	59	6,3	24
Sundet bru	811	1898	74	7,1	25
Hitterelva ved idrettsplassen (sideelv)	83,2	535	16	4,0	8
Bru til Galåen	1170	2828	114	8,9	32
Tolga	1671	4447	175	9,3	30
Tynset	1804	4760	185	13,5	50
Auma bru	2209	7772	279	11,8	74
Kveberg bru	3427	11550	482	24,7	97



Figur 12. Transport av sulfat ved målestasjonene i hovedvassdraget.

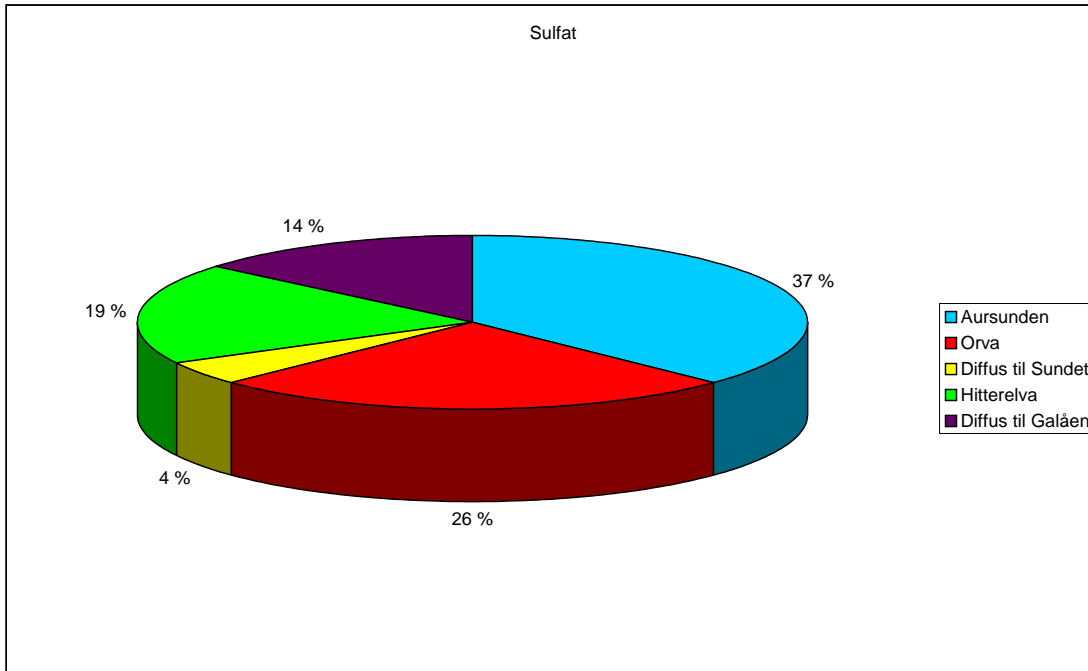


Figur 13. Transport av kopper og sink ved målestasjonene i hovedvassdraget.

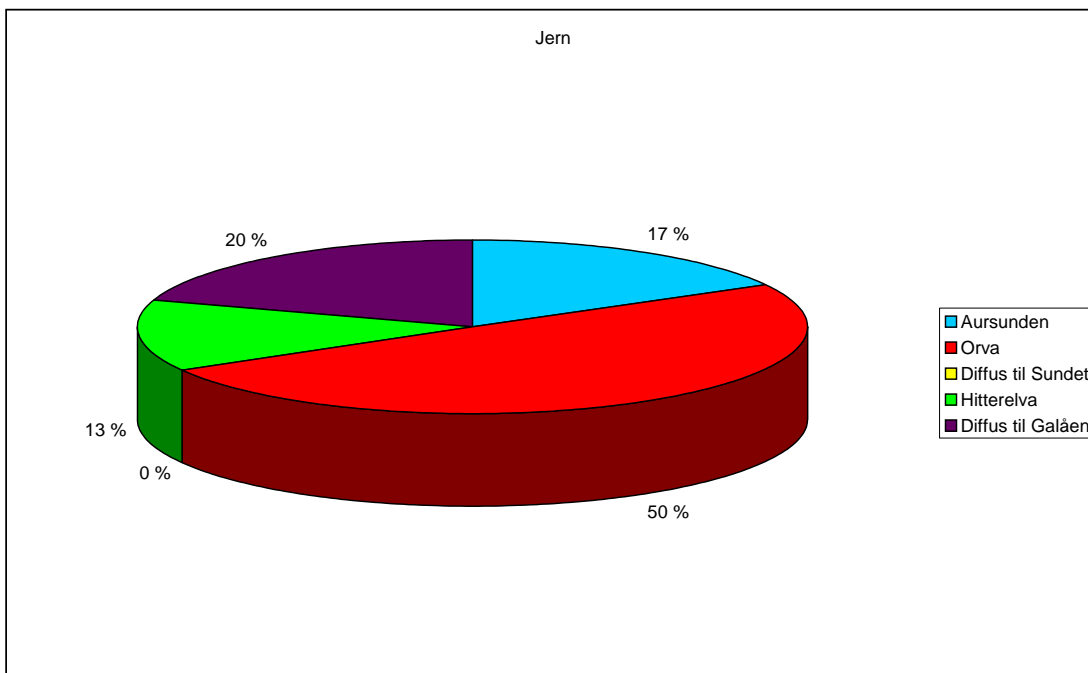
Fordeling av tilførslene på ulike kilder for forurensninger i Glåma ned til Galåen er vist i tabell 5 og i figur 14, figur 15, figur 16 og figur 17. I tabellen er enkelte diffuse tilførsler oppført som negative. Det vil si at noe materiale forsvinner på strekningen. Som regel er dette små mengder i forhold til totalverdien, og i figurene er de negative verdiene erstattet med 0. Negative verdier vil gi et uriktig bilde av størrelsesfordelingen mellom kildene. Beregningene viser at avrenningen fra Nordgruvefeltet til Orva utgjør ca. 60 % av koppertilførslene og ca. 70 % av sinktilførslene til Glåma.

Tabell 5. Fordeling av tilførsel av sulfat på de ulike elvestrekningene fra Aursunden til broen over Glåma til Galåen. Diffus til Sundet og diffus til Galåen gjelder henholdsvis strekningen Aursunden - Sundet og Sundet - Galåen.

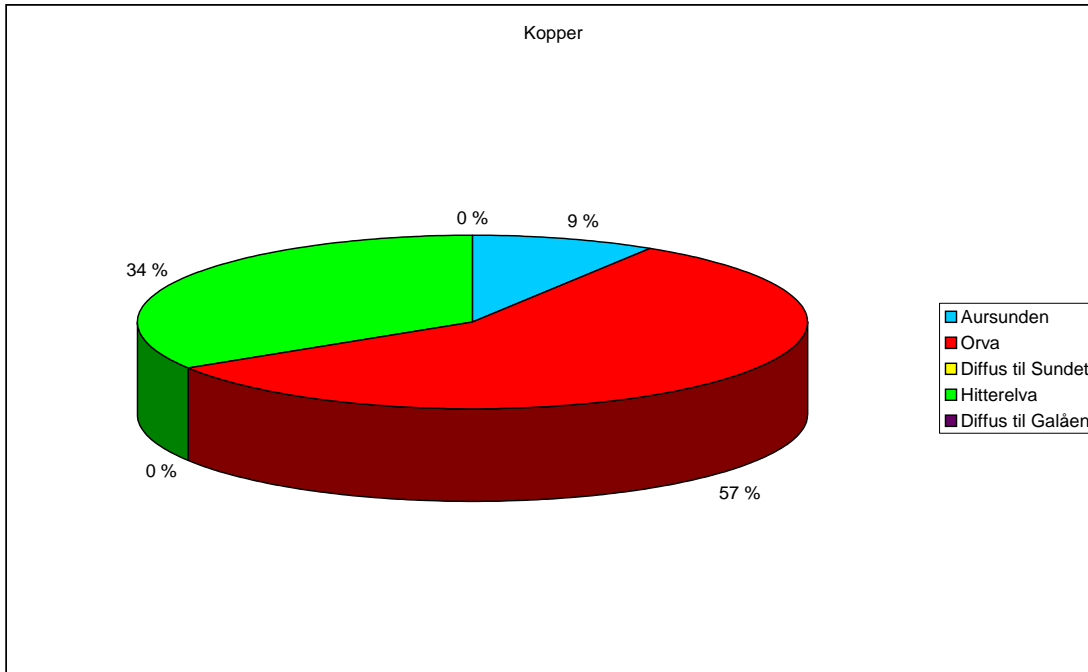
Strekning	Sulfat tonn/år	Jern tonn/år	Kopper tonn/år	Sink tonn/år
Aursunden	1050	20	1	2
Orva	728	59	6	24
Diffus til Sundet	120	-6	0	-2
Hitterelva	535	16	4	8
Diffus til Galåen	395	24	-2	-1



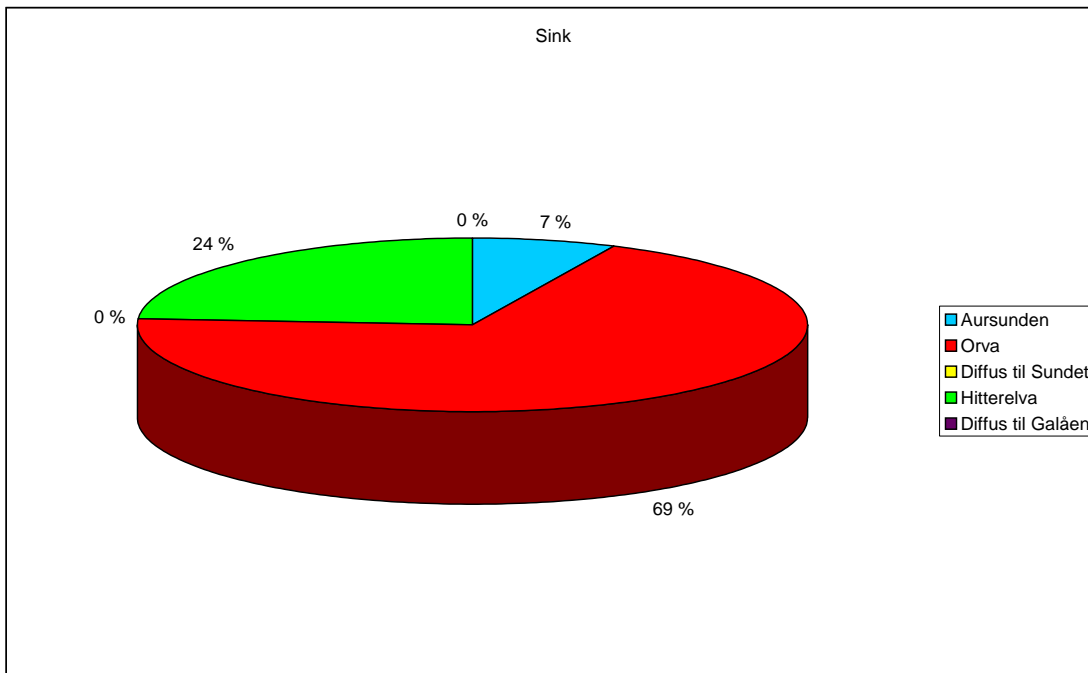
Figur 14. Fordeling av tilførsel av sulfat på de ulike elvestrekningene fra Aursunden til brua over Glåma til Galåen. Diffus til Sundet og diffus til Galåen gjelder henholdsvis strekningen Aursunden - Sundet og Sundet - Galåen.



Figur 15. Fordeling av tilførsel av jern på de ulike elvestrekningene fra Aursunden til brua over Glåma til Galåen. Diffus til Sundet og diffus til Galåen gjelder henholdsvis strekningen Aursunden - Sundet og Sundet - Galåen.



Figur 16. Fordeling av tilførsel av kopper på de ulike elvestrekningene fra Aursunden til brua over Glåma til Galåen. Diffus til Sundet og diffus til Galåen gjelder henholdsvis strekningen Aursunden - Sundet og Sundet - Galåen.



Figur 17. Fordeling av tilførsel av sink på de ulike elvestrekningene fra Aursunden til brua over Glåma til Galåen. Diffus til Sundet og diffus til Galåen gjelder henholdsvis strekningen Aursunden - Sundet og Sundet - Galåen.

6. Diskusjon

NIVAs undersøkelser av forurensningstilstanden ved gruveområdene i Røros-regionen har pågått i lang tid. Undersøkelsene har hatt forskjellig målsetting idet de hittil har vært konsentrert om mål som vannkvalitet, kildekartlegging, forurensningstransport og effekter i de enkelte gruveområder som er lokalisert over et stort geografisk område. Erfaringene fra disse undersøkelsene har vist at den årlige forurensningstransport kan variere svært mye fra år til år avhengig av nedbør og klima.

Når en skal vurdere forurensningsbegrensende tiltak og lage en tiltaksstrategi for Røros-området, er det helt nødvendig å ha kunnskap om hvor mye de enkelte kilder betyr og hvor det er mulig å gjøre effektive tiltak slik at man kan formulere et realistisk mål for vannkvalitet i hovedvassdraget. Da den årlige forurensningstransporten varierer så vidt mye, har det hittil vært vanskelig å vurdere de enkelte områdene i forhold til hverandre. I den foreliggende undersøkelsen har en for første gang foretatt en omfattende kartlegging av forurensningstransporten fordelt på de to hovedkildene i regionen, Nordgruvefeltet og Storwartzfeltet med Røros by. Resultatene viser at forurensningstransporten fra Nordgruvefeltet betyr mer for forurensningstilstanden i øvre Glåma enn man tidligere har antatt. Ca. 60 % av koppertilførslene og 70 % av sinktilførslene til Glåma kommer fra Nordgruvefeltet. De avgangsmasser som er deponert i nedre del av Orva og på strekningen fra Orvos til Sundbrua betyr sannsynligvis lite for tungmetallnivåene på elvestrekningen. Vi kjenner imidlertid ikke til hvor langt nedover Glåma en vil finne avgangsrester og hvilken betydning restene har for biologiske forhold.

Når det gjelder Storwartzfeltet og Røros by, er forurensningsbegrensende tiltak vanskelige og vil bli svært kostbare av mange årsaker. Da det dessuten knytter seg kulturminneinteresser til viktige områder, har en foreløpig valgt ikke å gjennomføre tiltak i dette området. Dersom man har som mål å forbedre vannkvaliteten i øvre Glåma, bør derfor tiltakene settes inn i Nordgruvefeltet der Kongens-Arvedalens gruve og Sextus gruve er de viktigste kildene. Elvestrekningen mellom Orva og tilløpet fra Håelva er sterkt belastet som følge av forurensningstilførslene fra Nordgruvefeltet. I perioder er det mulig at fiskebestanden er skadelidende med de kopperkonsentrasjoner som er påvist her. Hvis man i tillegg f.eks. har som mål å halvere kopperkonsentrasjonene i Glåma nedstrøms Røros, anbefaler vi at eventuelle tiltak i Nordgruvefeltet har en høyest mulig virkningsgrad. Sannsynligvis vil det også være mest kostnadseffektivt å sette inn innsatsen i Nordgruvefeltet framfor å gjøre tiltak på Storwartz-siden.

Hvis man tar utgangspunkt i bakgrunnskonsentrasjonene i Glåma ved utløpet av Aursunden, påvirker tilførslene fra Rørosområdet vannkvaliteten i Glåma i betydelig grad et godt stykke nedenfor Røros. Det er påvist kopperkonsentrasjoner opp til 10 µg/l helt ned til Tynset. Dersom man benytter de konsentrasjonsgrenser som er fastsatt for kopper i vannkvalitetskriteriene, er hele elvestrekningen ned til Alvdal karakterisert som sterkt til meget sterkt forurenset av kopper (tilstandsklasse IV og V). Middelverdiene for kopper overstiger 5 µg/l på hele den undersøkte vassdragsstrekning fra Orvos og ned til Kveberg bru, en strekning på ca. 90 km. Ved Alvdal mottar Glåma ytterligere tungmetalltilførsler igjen som følge av betydelige tilførsler fra de nedlagte gruvene i Follidal. Det er påvist en merkbar økning i tungmetallnivåene nedstrøms tilløpet av Folla ved Kveberg bru.

Anslag over forurensningstransporten ved de enkelte prøvetakingsstasjoner i Glåma ned til Alvdal viser at transporten øker på vassdragsstrekningen. Dette betyr at Glåma nedenfor Røros også mottar tungmetallavrenning fra andre kilder enn fra gruveområdene rundt Røros. I denne undersøkelsen har en ikke tatt sikte på en nærmere kartlegging av disse kildene. Etter vår vurdering hadde dette vært svært interessant og vi anbefaler at dette blir gjort.

Den foreliggende undersøkelse har kun hatt som mål å beskrive forurensningstransport og fysisk/kjemisk vannkvalitet i øvre Glåma som følge av tilførslene fra gruveområdene. Det er funnet

tildels relativt høye tungmetallkonsentrasjoner på vassdragsstrekningen. Konsentrasjonene er bestemt som totalt metallinnhold. I undersøkelser foretatt i perioden 1984-86 kunne det spores effekter på bunndyrsamfunnene ned til Tynset (Rognerud et al, 1987). Undersøkelser foretatt i 1995 viste påvisbare gifteffekter overfor flora og fauna med tapt naturgitt biodiversitet og produksjonsevne i Glåma på strekningen fra Orvas utløp og ned til Os (Kjellberg et al, 1996). Vi anbefaler derfor at det blir gjort mer omfattende biologiske undersøkelser på elvestrekningen fra Orvos til Alvdal for å dokumentere effekter og influensområde bedre som følge av forurensningstilførslene, noe som er viktig for å grunnngi behovene for tiltak bedre.

7. Konklusjoner

NIVA har foretatt undersøkelser av vannkvalitet og forurensningstilførsler fra gruvene i Røros-området og i Nord-Østerdal i lang tid. I den foreliggende undersøkelse har en for første gang studert tilførslene fra de viktigste kildene i Røros-området og de fysiske/kjemiske effektene i Glåma samtidig. Dette har vist seg svært nyttig da en derved får bedre informasjon om betydningen av de enkelte kilder, noe som er viktig informasjon i tiltakssammenheng.

Undersøkelsen har vist at tilførslene fra Nordgruvefeltet er av størst betydning. Ca 60 % av koppertilførslene og ca. 70 % av sinktilførslene til øvre Glåma kommer herfra. De resterende mengder kommer hovedsaklig fra Storwarz-området og fra smeltehytteområdet i Røros by.

Tilførselen forårsaker forhøyede tungmetallkonsentrasjoner på hele elvestrekningen fra Orvos og ned til Alvdal. På strekningen fra Røstefossen nedenfor Røros og ned til Alvdal er det tydelig at det er flere kilder for metallbelastning av Glåma. Disse kildene er ikke kartlagt i denne undersøkelsen. Ved Alvdal mottar Glåma ytterligere tungmetalltilførsler av betydning via Folla som mottar avrenning fra det nedlagte gruveområdet i Folldal sentrum.

Koppernivåene på hele elvestrekningen fra Orvos til Kveberg bru nedenfor Alvdal, en strekning på ca. 90 km, er ofte høyere enn 6 µg/l, noe som klassifiserer vannkvaliteten til den dårligste tilstandsklassen dersom en legger vannkvalitetskriteriene til grunn. Det er påvist kopperkonsentrasjoner vesentlig over 10 µg/l mellom Orvos og Røstefossen nedenfor Røros.

Dersom det er et mål å redusere belastningen på Glåma i Røros-området, vil det trolig være mest kostnadseffektivt å gjennomføre tiltak i Nordgruvefeltet og med en høyest mulig virkningsgrad. Det vil da trolig være mulig å halvere kopperkonsentrasjonene i Glåma nedstrøms Røros.

8. Referanser

- Arnesen, R.T., 1996. Storwartz-prosjektet. Dokumentasjon av gruvedriftens påvirkning av miljøet. Del I: Vannkjemiske undersøkelser. NIVA-rapport, O-94196, L.nr. 3476-96, 36 s.
- Arnesen, R.T. og Iversen, E.R., 1999. Røstvangen gruve – Undersøkelser 1993-98. NIVA-rapport, O-98116, L.nr. 4135-99. 19 s.
- Iversen, E.R., 1994. Vannforurensning fra nedlagte gruver. NIVA-rapport, O-92152, L.nr. 3045, 36 s.
- Iversen, E.R., 1998. Vannforurensning fra nedlagte gruver, Del VI. NIVA-rapport, O-96100, L.nr. 3787-98. 63 s.
- Iversen, E.R., 1999. Kartlegging av forurensningstilførsler fra Klinkenberg gruve. NIVA-rapport, O-96101, l.nr. 4153-99. 19 s.
- Iversen, E.R., 2001. Oppfølging av forurensningstilførsler fra Folldal sentrum. Undersøkelser i 2000. NIVA-rapport, O-99155, L.nr. 4365-2001, 25 s.
- Iversen, E.R. og Arnesen, R.T., 2001. Forurensningstransport i Nordgruvefeltet, Røros. Undersøkelser i 1999 og 2000. NIVA-rapport, O-20071, L.nr. 4372-2001. 42 s.
- Kjellberg, G. og Løvik, J.E., 1997. Tiltaksorientert overvåking av øvre del av Glåma i 1995. (Overvåkingsrapport 643/96). Statlig program for forurensningsovervåking. TA 1315/96. NIVA-rapport, O-800212, L.nr. 3452-96. 78 s.
- Rognerud, S., Kjellberg, G., Romstad, R. og Mjelde, M., 1987. Overvåking av Øvre Glåma. Sluttrapport fra undersøkelsen 1984-86 (Overvåkingsrapport 284/87). Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport, O-8000212. L.nr. 2017. 58 s.
- Statens forurensningstilsyn, 1997. Veiledning 97:04. TA 1468/1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. 31 s.

Vedlegg A. Fysisk/kjemiske analyseresultater

Tabell 6. Analyseresultater. Glåma ved Glåmos

Dato	pH	Kond mS/m	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
02.06.99	7,05	4,01	1,4	5,26	0,85	44	1,0	4,5	0,04	0,005
10.01.00	7,05	3,18	1,4	4,20	0,60	18	1,5	3,1	0,05	<0,003
07.03.00	7,15	3,25	1,5	4,29	0,59	20	1,5	4,8	0,76	<0,003
17.04.00	7,15	3,95	1,8	5,50	0,72	42	1,3	3,1	0,10	<0,003
17.06.00	7,38	3,37	1,5	4,58	0,64	41	1,1	4,6	0,69	<0,003
16.08.00	7,33	3,14	1,3	4,17	0,59	29	1,5	4,2	0,68	0,003
16.10.00	7,34	3,28	1,3	4,40	0,61	20	1,2	1,5	0,16	<0,003
17.12.00	7,20	3,36	1,4	4,55	0,67	21	1,4	2,2	2,30	<0,005
Tidsv. middel	7,25	3,36	1,5	4,50	0,63	28	1,3	3,4	0,66	<0,003
Maks.verdi	7,38	4,01	1,8	5,50	0,85	44	1,5	4,8	2,30	0,005
Min.verdi	7,05	3,14	1,3	4,17	0,59	18	1,0	1,5	0,04	<0,003

Tabell 7. Analyseresultater. Glåma ved Sundbrua

Dato	pH	Kond mS/m	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
04.09.98	7,12	3,92	3,2	5,03	0,76		19,5	79	0,31	0,13
02.06.99	7,01	3,69	3,9	4,61	0,74	190	35,0	101	0,20	0,19
10.01.00	7,29	3,42	1,6	2,86	0,61	54	3,8	12	0,15	<0,003
06.03.00	7,24	3,40	1,7	4,43	0,61	68	5,4	14	1,2	<0,003
19.03.00	7,17	3,40	1,8	4,92	0,68	66	6,2	17	2,6	0,03
17.04.00	7,23	4,34	2,4	5,98	0,82	120	6,3	26	0,17	0,05
15.05.00	7,03	3,59	3,0	4,27	0,72	180	24,0	84	4,9	0,15
17.06.00	7,28	3,40	2,0	4,63	0,68	96	7,6	29	13	0,04
17.07.00	7,21	3,49	2,0	4,49	0,66	68	7,6	24	7,6	0,04
16.08.00	7,20	3,50	2,1	4,72	0,67	100	9,3	33	5,4	0,04
24.09.00	7,24	3,60	2,0	5,00	0,71	56	7,2	24	7,4	0,04
16.10.00	7,43	6,01	4,5	8,45	1,16	124	5,4	13	6,1	<0,003
15.11.00	7,29	4,00	2,9	5,43	0,78	101	12,0	51	3,4	0,066
17.12.00	7,26	4,04	2,6	5,26	0,79	74	10,0	38	1,7	0,059
Tidsv. middel	7,24	3,81	2,3	4,90	0,73	92	8,7	31	4,4	0,043
Maks.verdi	7,43	6,01	4,5	8,45	1,16	180	24,0	84	13,0	0,150
Min.verdi	7,03	3,40	1,6	2,86	0,61	54	3,8	12	0,2	<0,003

Tabell 8. Analyseresultater. Glåma ved bru til Galåen

Dato	pH	Kond mS/m	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
04.09.98	7,24	3,72	3,0	4,38	0,95		13,8	51	0,13	0,08
02.06.99	7,01	3,10	3,1	3,44	0,88	82	18,0	49	0,20	0,08
10.01.00	7,72	3,46	1,9	4,13	0,74	72	4,5	14	0,14	<0,003
06.03.00	7,23	3,50	1,8	4,56	0,70	87	5,1	17	0,95	0,020
19.03.00	7,26	3,58	1,9	4,94	0,76	56	4,8	19	1,40	0,060
17.04.00	7,26	4,51	2,7	5,82	0,98	150	6,6	30	0,13	0,040
15.05.00	7,03	3,20	2,7	3,48	0,92	140	15,0	50	2,20	0,110
17.06.00	7,33	3,36	2,1	4,27	0,81	96	7,0	25	3,70	0,050
17.07.00	7,07	3,41	2,1	4,11	0,82	73	6,7	22	1,60	0,030
16.08.00	7,34	3,57	2,3	4,54	0,86	108	10,0	32	6,30	0,030
24.09.00	7,24	3,68	2,2	4,83	0,88	68	6,7	23	1,60	0,030
16.10.00	7,45	5,55	3,6	7,78	1,17	113	5,2	20	1,50	<0,003
15.11.00	7,33	3,97	3,2	4,90	1,08	110	10,0	41	0,71	0,056
17.12.00	7,14	3,91	2,8	4,78	1,03	95	9,1	33	0,91	0,049
Tidsv. middel	7,29	3,78	2,4	4,80	0,91	98	7,6	27	1,93	0,039
Maks.verdi	7,72	5,55	3,6	7,78	1,17	150	15,0	50	6,30	0,110
Min.verdi	7,03	3,20	1,8	3,48	0,70	56	4,5	14	0,13	<0,003

Tabell 9. Analyseresultater. Glåma ved Tolga bru.

Dato	pH	Kond mS/m	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
04.09.98	7,19	5,23	3,5	7,11	0,96		16,1	45	0,09	0,13
02.06.99	7,09	3,17	2,4	3,97	0,71	135	7,8	22	0,11	0,04
10.01.00	7,27	4,15	2,3	5,26	0,82	47	4,3	16	0,22	<0,003
06.03.00	7,28	3,93	2,1	5,14	0,76	120	4,6	16	0,92	0,009
17.04.00	7,36	5,84	3,2	7,99	1,13	160	5,3	15	0,16	0,030
17.06.00	7,38	3,77	2,3	4,99	0,81	92	6,0	17	4,20	0,030
16.08.00	7,42	4,28	2,4	5,78	0,91	106	5,8	14	1,60	0,020
16.10.00	7,50	5,00	3,2	6,73	1,12	108	6,2	21	1,50	0,020
17.12.00	7,32	7,06	3,1	6,38	1,10	85	6,3	25	0,43	0,028
Tidsv. middel	7,37	4,83	2,7	6,10	0,95	105	5,6	18	1,73	0,019
Maks.verdi	7,50	7,06	3,2	7,99	1,13	160	6,3	25	4,20	0,030
Min.verdi	7,27	3,77	2,1	4,99	0,76	47	4,3	14	0,16	<0,003

Tabell 10. Analyseresultater. Glåma ved Tynset bru.

Dato	pH	Kond mS/m	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
07.03.00	7,13	4,56	2,3	5,58	0,80	96	10,0	43	1,1	0,07
17.06.00	7,46	4,20	2,5	5,69	0,85	110	5,4	15	4,3	0,01
16.08.00	7,54	4,72	2,7	6,56	0,96	105	5,2	12	2,6	0,02
16.10.00	7,31	3,96	2,8	4,95	1,02	115	9,1	35	3,8	0,05
17.12.00	7,30	5,34	3,5	7,45	1,15	88	5,7	22	0,33	0,03
Tidsv. middel	7,32	4,50	2,6	5,90	0,92	103	7,5	28	2,4	0,04
Maks.verdi	7,54	5,34	3,5	7,45	1,15	115	10,0	43	4,3	0,07
Min.verdi	7,13	3,96	2,3	4,95	0,80	88	5,2	12	0,33	0,01

Tabell 11. Analyseresultater. Glåma ved Auma bru.

Dato	pH	Kond mS/m	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
06.03.00	7,15	4,81	2,5	6,17	0,84	140	7,7	92	2,5	0,110
17.04.00	7,18	6,69	3,7	8,99	1,21	180	4,6	15	0,94	0,030
17.06.00	7,47	4,37	2,7	5,91	0,90	130	5,0	17	1,9	0,010
16.08.00	7,44	4,89	2,8	6,66	0,98	97	4,2	13	3,5	0,020
16.10.00	7,54	6,77	6,0	8,58	2,12	113	4,4	15	1,4	<0,003
17.12.00	7,29	5,67	4,0	7,88	1,19	96	5,1	19	1,1	<0,003
Tidsv. middel	7,34	5,45	3,5	7,20	1,18	127	5,4	34	2,0	0,035
Maks.verdi	7,54	6,77	6,0	8,99	2,12	180	7,7	92	3,5	0,110
Min.verdi	7,15	4,37	2,5	5,91	0,84	96	4,2	13	0,94	<0,003

Tabell 12. Analyseresultater. Glåma ved Kveberg bru.

Dato	pH	Kond mS/m	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
06.03.00	7,61	5,52	3,2	6,69	0,94	200	9,9	51	1,2	0,13
17.04.00	7,23	7,13	4,4	9,73	1,32	190	6,0	21	3,5	0,04
17.06.00	7,51	4,78	3,4	6,59	0,91	120	5,2	17	7,1	0,02
16.08.00	7,55	5,17	3,3	7,18	0,94	81	4,0	8,3	5,0	0,01
16.10.00	7,33	3,94	2,6	5,25	0,75	114	11,0	45	3,8	0,07
Aritm. middel	7,45	5,31	3,4	7,09	0,97	141	7,2	28	4,1	0,05
Maks.verdi	7,61	7,13	4,4	9,73	1,32	200	11,0	51	7,1	0,13
Min.verdi	7,23	3,94	2,6	5,25	0,75	81	4,0	8,3	1,2	0,01

Tabell 13. Analyseresultater. Orva ved veibru ved Litlstugguvollen.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Vannf l/s
11.01.00	4,72	8,34	28,9	5,76	1,62	620	2640	220	900	1,35	220
18.02.00	5,33	6,10	21,9	5,05	1,31	420	1590	160	730	1,10	240
17.03.00	5,02	7,15	26,1	5,80	1,58	610	2390	190	840	1,06	240
17.04.00	4,91	7,64	27,5	5,89	1,63	640	2680	180	870	1,11	190
15.05.00	4,49	6,30	17,5	3,33	1,02	550	1570	260	640	1,03	3540
06.06.00	4,66	6,97	22,7	3,95	1,26	710	1830	320	920	1,60	1170
17.06.00	5,02	5,97	19,7	3,84	1,16	570	1430	260	790	1,48	740
17.07.00	4,32	9,04	29,6	4,64	1,58	880	2060	330	1090	1,78	660
16.08.00	4,03	12,5	39,8	5,62	2,07	1220	3550	360	1290	2,10	480
24.09.00	4,14	13,7	53,6	6,49	2,43	1390	3710	420	1590	2,63	230
16.10.00	3,89	16,7	49,1	7,05	2,61	1450	5470	390	1560	2,33	200
15.11.00	3,92	15,6	49,1	7,18	2,67	1500	4210	420	1710	2,53	470
17.12.00	4,00	13,1	45,8	6,13	2,13	960	2230	330	1360	2,02	260
Tidsv. middel	4,48	10,2	34,1	5,55	1,82	904	2778	296	1119	1,72	676
Maks.verdi	5,33	16,70	53,6	7,18	2,67	1500	5470	420	1710	2,63	3540
Min.verdi	3,89	5,97	17,5	3,33	1,02	420	1430	160	640	1,03	190
Std.av.	0,48	3,85	12,6	1,21	0,55	380	1201	90	361	0,57	911

Tabell 14. Analyseresultater. Hitterelva ved bru ved idrettsplassen.

Dato	pH	Kond mS/m	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
06.03.00	7,46	7,59	7,4	8,80	2,43	140	30	120	0,3	0,11
19.03.00	7,44	7,44	7,1	9,24	2,53	190	30	120	1,7	0,15
17.04.00	7,40	7,69	7,3	9,34	2,41	210	40	140	1,6	0,19
15.05.00	7,28	4,98	5,0	5,77	1,61	140	27	86	10,5	0,15
17.06.00	7,50	5,77	6,1	7,07	1,91	106	29	64	4,3	0,11
17.07.00	7,26	5,86	5,4	7,18	1,89	89	21	54	5,7	0,10
16.08.00	7,31	6,01	6,3	7,62	2,16	1430	364	156	32,0	0,28
17.08.00	7,50	5,95	5,5	7,54	1,95	125	25	59	1,0	0,11
24.09.00	7,48	6,84	6,4	9,17	2,25	105	39	84	1,1	0,15
16.10.00	7,46	5,96	4,1	8,29	1,24	108	28	71	3,2	0,11
15.11.00	7,52	6,60	7,2	8,21	2,15	175	38	114	12,0	0,17
17.12.00	7,40	6,78	7,5	8,27	2,25	130	31	115	1,3	0,20
Tidsv. middel	7,42	6,59	7,4	8,12	2,10	192	45	99	4,8	0,14
Maks.verdi	7,52	7,69	7,5	9,34	2,53	1430	364	156	32,0	0,28
Min.verdi	7,26	4,98	4,1	5,77	1,24	89	21	54	0,3	0,10