



Statlig program for  
forurensningsovervåking

## Rapport 669/96

Oppdragsgiver

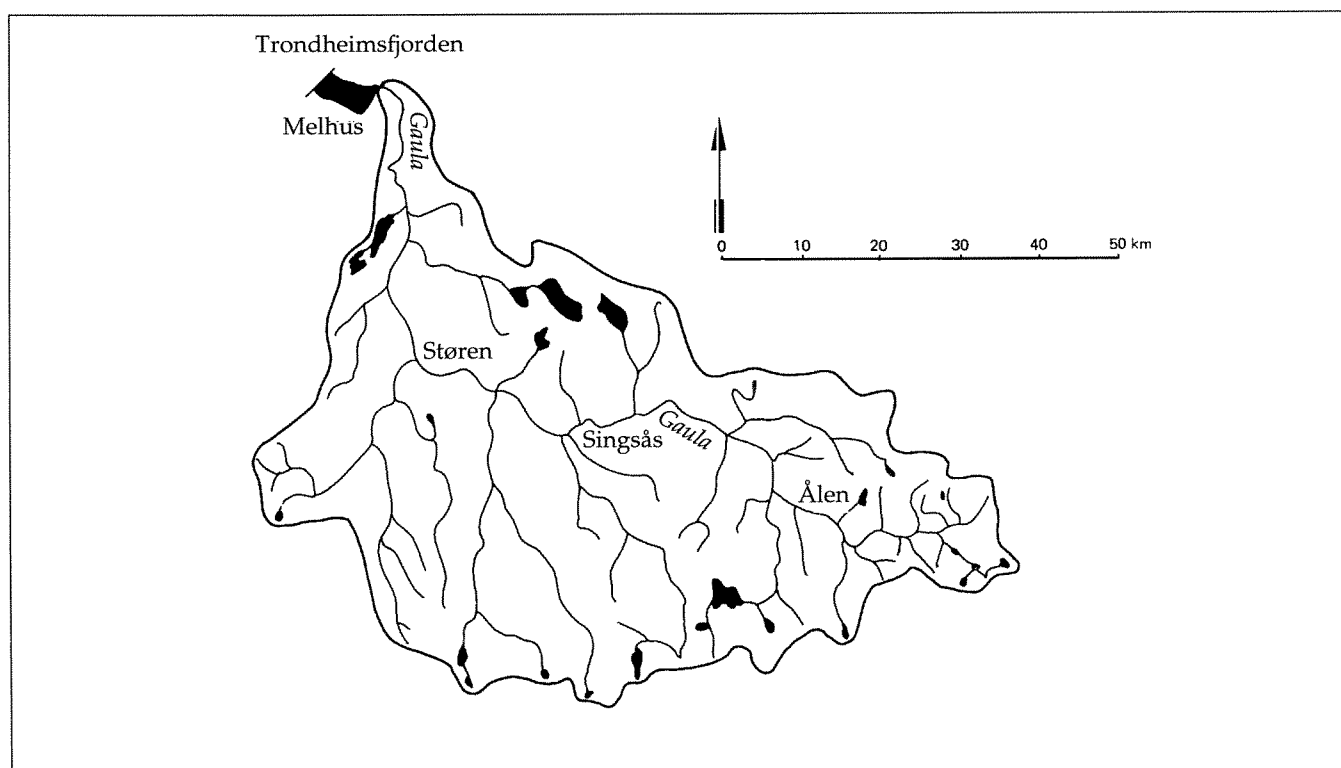
Statens Forurensningstilsyn

Utførende institusjon

Norsk institutt for vannforskning

# Overvåking av GAULA, Sør Trøndelag

Vannkjemiske undersøkelser  
Årsrapport 1995



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

|                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| Prosjektnr.:<br>O-90051 | Undernr.:       |
| Løpenr.:                | Begr. distrib.: |

| Hovedkontor  | Sørlandsavdelingen   | Østlandsavdelingen  | Vestlandsavdelingen   | Akvaplan-NIVA A/S  |
|--|--|---|---|--|
| Postboks 173, Kjelsås<br>0411 Oslo<br>Telefon (47) 22 18 51 00<br>Telefax (47) 22 18 52 00 | Televeien 1<br>4890 Grimstad<br>Telefon (47) 37 04 30 33<br>Telefax (47) 37 04 45 13 | Rute 866<br>2312 Ottestad<br>Telefon (47) 62 57 64 00<br>Telefax (47) 62 57 66 53 | Thormøhlensgt 55<br>5008 Bergen<br>Telefon (47) 55 32 56 40<br>Telefax (47) 55 32 88 33 | Søndre Tollbugate 3<br>9000 Tromsø<br>Telefon (47) 77 68 52 80<br>Telefax (47) 77 68 05 09 |

|  |                                     |                       |
|--|-------------------------------------|-----------------------|
| Rapportens tittel:<br>Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag.<br>Vannkjemiske undersøkelser.<br>Årsrapport for 1995.<br>(Overvåkingsrapport nr. 669/96). TA-nr. 1355/1996. | Dato:<br>30. april                  | Trykket:<br>NIVA 1996 |
| Forfatter(e):<br>Tor S. Traaen   | Faggruppe:<br>Vassdrag              |                       |
|  | Geografisk område:<br>Sør-Trøndelag |                       |
|  | Antall sider:<br>21                 | Opplag:               |

|  |                  |
|--|------------------|
| Oppdragsgiver:<br>Statens forurensningstilsyn (SFT)<br>(Statlig program for forurensningsovervåking) | Oppdragsg. ref.: |
|--|------------------|

**Ekstrakt:**

I 1995 ble det utført vannkjemisk overvåking i øvre deler av Gaula for å studere effektene av forurensningsbegrensende tiltak ved Kjøli og Killingdal gruver. Årlig transport av kobber ved Reitan er redusert fra ca 14 tonn i 1986/87 til 2.0 tonn i 1995, opp fra 1.3 tonn i 1994. Tilsvarende vannføringsveide årsmiddelkonsentrasjoner for kobber er redusert fra 61 µg/l i 1986/87 til 9.2 µg/l i 1995. Det har stort sett vært små endringer i konsentrasjonene av kobber og sink de siste 3 årene.

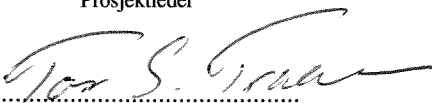
4 emneord, norske

1. Gruveforurensning
2. Tungmetaller
3. Forurensningsbegrensende tiltak
- 4.

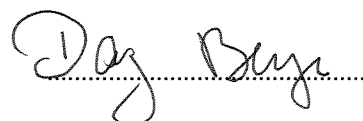
4 emneord, engelske

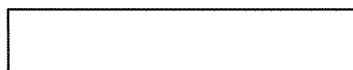
1. Mine pollution
2. Heavy metals
3. Pollution abatement
- 4.

Prosjektleder



For administrasjonen





**O - 9 0 0 5 1**

**OVERVÅKING AV GAULA, SØR-TRØNDELAG**

**Vannkjemiske undersøkelser**

**ÅRSRAPPORT 1995**

Saksbehandler: Tor S. Traaen

Medarbeider: Eigil Rune Iversen

Norsk Institutt for Vannforskning

# INNHALDSFORTEGNELSE

|  |    |
|--|----|
| 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER .....              | 3  |
| 2. INNLEDNING .....                              | 5  |
| 3. VANNKJEMI OG HYDROLOGI.....                   | 9  |
| 3.1 VANNKJEMISKE RESULTATER.....                 | 9  |
| 3.2. TRANSPORTBEREGNINGER AV KOBBER OG SINK..... | 14 |
| LITTERATUR .....                                 | 16 |
| VEDLEGG.....                                     | 17 |

# 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Under Statlig Program for Forurensningsovervåking ble det i årene 1986-1987 gjennomført en undersøkelse av biologiske og vannkjemiske forhold i Gaula. Gaulas øvre deler var sterkt skadet av tungmetall- forurensninger fra de nedlagte gravene ved Kjøli og Killingdal. Totalt var ca. 33 km av elva fra nedstrøms Storbekken til Eggafossen fisketom, og både alge- og bunndyrsamfunnene var sterkt skadet.

I 1989-90 ble det utført omfattende forurensningsbegrensende tiltak ved gruveområdene. Ved Kjøli ble veltene overdekket med plastduk og morenemasse for å hindre utvasking av tungmetaller. Ved Killingdal ble de mest forurensende veltene fylt ned i gruvass dagåpning, og fra midten av oktober 1990 opphørte pumping av vann fra gruve. Videre ble det laget dreneringsgrøfter rundt veltene.

I mars 1990 ble det startet en enkel vannkjemisk overvåking ved 3 målestasjoner i øvre Gaula for å studere effektene av tiltakene i gruveområdene. Fra 1991 ble prøvetakingen utvidet til 5 stasjoner i hovedvassdraget, samt sidevassdraget Skuru. I 1993 - 1995 ble det også tatt stikkprøver av Rugla.

På årsbasis var det liten endring i konsentrasjonene av kobber og sink. I 1995 var vannføringsveide årsmiddelverdier ved Reitan 9.2 µg Cu/l og 29 µg Zn/l, mot h.h.v. 8.6 og 32 µg/l i 1994. Sammenlignet med 1994 var konsentrasjonene høyere om vinteren og våren 1995, men lavere sommer og høst. Bestemmelse av vannkvalitetsklassene for de enkelte stasjonene (se neste side) er basert på prøver fra perioden juni til desember, da det er god dekning av prøver på de øverste stasjonene. I denne perioden var konsentrasjonene gjennomgående lavere i 1995 enn i 1994 for stasjonene G3 (nedstrøms Grubekken fra Gml.Killingdal) og nedover, mens konsentrasjonene var høyere ovenfor. Dette medførte at stasjon G1b (nedstrøms Storbekken fra Kjøli) gikk opp fra klasse III til IV. Konsentrasjonen (16µg Cu/l) ligger imidlertid like ved klassegrensen på 15 µg/l, og økningen fra 1994 var moderat (fra 14µg/l). Likeledes gikk stasjon G2b (nedstrøms Sya) opp fra klasse II til III. Også denne stasjonen har konsentrasjoner like ved klassegrensen på 5µg/l (5.7 µgCu/l i 1995 mot 4.9 µg/l i 1994). Også stasjon G6 Eggafossen ligger like over klassegrensen (5.4 µg Cu/l i 1995). For stasjoner som har konsentrasjoner like ved klassegrensene kan det bero på tilfeldigheter hvilken vannkvalitetsklasse de havner i.

Årlig transport av kobber og sink ved Reitan var i 1995 2.0 tonn Cu og 6.1 tonn Zn, mot hhv 1.3 og 5.1 tonn i 1994. Den økte kobbertransporten fra 1994 til 1995 skyldes i hovedsak økt vannføring. Det var økt kobbertransport både fra Kjøli og Nye Killingdal, mens transporten fra Gamle Killingdal var uendret. Til sammenlikning var transportene i 1986/87 12-16 tonn kobber og 27-33 tonn sink. Fra 1986/87 til 1995 er kobbertransporten redusert med ca. 86 % ( 91% til 1994) og sinktransporten med ca. 80 % (83% til 1994).

Resultatene viser at forholdene i Gaula er betydelig forbedret som følge av tiltakene. De biologiske undersøkelsene har vist at det foregår en betydelig rekolonisering av flora og fauna på tidligere totalskadde lokaliteter. Vannkvaliteten er nå så god at man kan forvente naturlig reproduksjon av fisk på flere lokaliteter i øvre deler av vassdraget. I 1996 vil det derfor bli utført prøvefiske.

## Vannkvalitet i Gaula, 1986 - 1994.

| Lokalitet                    | St.nr. | 1986/87 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|------------------------------|--------|---------|------|------|------|------|------|------|
| Oppstrøms<br>Storbekken      | G1     | I       | I    | I    | I    | I    | I    | I    |
| Rett nedstrøms<br>Storbekken | G1b    | V       | V    | IV   | III  | III  | III  | IV   |
| 3 km nedstrøms<br>Storbekken | G2     | V       | IV   | IV   | III  | III  | III  | III  |
| Rett nedstrøms<br>Sya        | G2b    | V       | IV   | III  | III  | II   | II   | III  |
| Rett oppstrøms<br>Grubekken  | G2c    | V       | III  | III  | II   | II   | II   | II   |
| Rett nedstrøms<br>Grubekken  | G3     | V       | IV   | IV   | III  | III  | III  | III  |
| Reitan                       | G4     | V       | IV   | IV   | III  | III  | III  | III  |
| Ålen                         | G5     | IV      | IV   | III  | III  | III  | III  | III  |
| Eggafossen                   | G6     | IV      | III  | III  | III  | II   | III  | III  |
| Singsås                      | G7     | III     | II   | II   | II   | II   | II   | II   |

Tilstandsklasser for kobber (etter SFT-veiledning nr.92:06):

|     |                |            |
|-----|----------------|------------|
| I   | "God"          | < 2 µg/l   |
| II  | "Mindre god"   | 2-5 µg/l   |
| III | "Nokså dårlig" | 5-15 µg/l  |
| IV  | "Dårlig"       | 15-50 µg/l |
| V   | "Meget dårlig" | > 50 µg/l  |

## 2. INNLEDNING

Under Statlig Program for Forurensningsovervåking ble det i årene 1986-1987 gjennomført en undersøkelse av biologiske og vannkjemiske forhold i Gaula. Gaulas øvre deler var sterkt skadet av tungmetall- forurensninger fra de nedlagte gravene ved Kjøli og Killingdal. Totalt var ca. 33 km av elva fra nedstrøms Storbekken til Eggafossen fisketom, og både alge- og bunndyrsamfunnene var sterkt skadet.

I 1986-1987 var den årlige transporten i Gaula ved Reitan ca 27-33 tonn sink og ca. 12-16 tonn kobber. Undersøkelsene viste at det var vannets kobberinnhold som var mest kritisk for livet i elva.

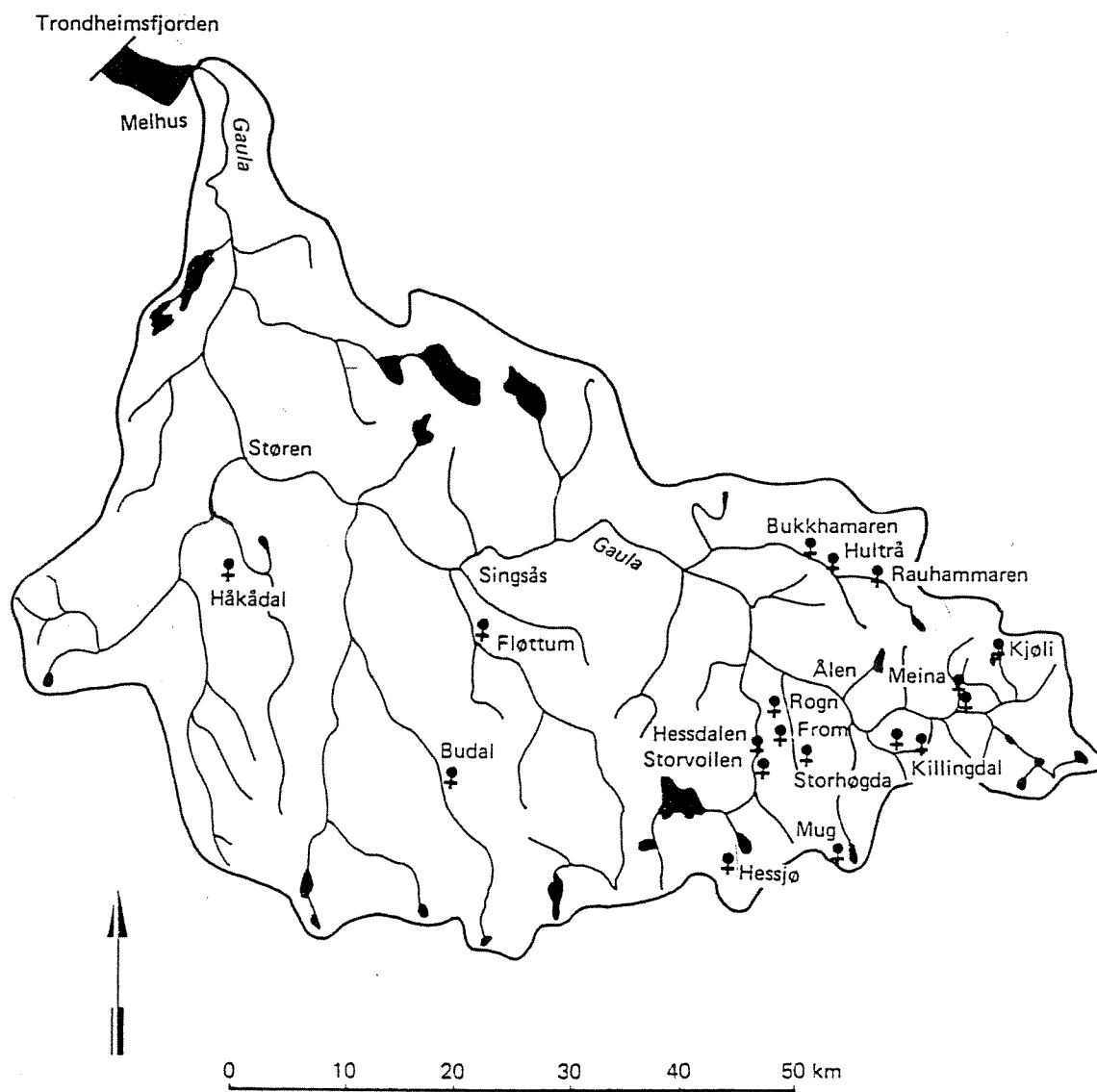
I 1989-90 ble det utført omfattende forurensningsbegrensende tiltak ved gruveområdene. Ved Kjøli ble veltene overdekket med plastduk og morenemasse for å hindre utvasking av tungmetaller. Ved Killingdal ble de mest forurensende veltene fylt ned i gruvass dagåpning. Fra midten av oktober 1990 opphørte pumping av vann fra gruva. Sivevann fra området ble ledet til gruva, og på grunn av høy temperatur nede i gruva regnet man med å kunne fordampe tilsigtet ved å holde ventilasjonsanlegget i gang. Senere har det vist seg at gruva begynner å fylles med vann.

Beliggenheten av gamle gruver i Gaulas nedbørfelt er vist i figur 2.1. Figur 2.2 viser navn på de viktigste sidevassdragene. Målestasjonene for undersøkelsene i 1986/87 og 1990-95 er vist i figur 2.3.

I mars 1990 ble det startet en enkel vannkjemisk overvåking ved 3 målestasjoner i øvre Gaula. Øverste stasjon, G2, ligger ca 3 km nedstrøms Storbekken fra Kjøli. Neste stasjon, G3, ligger ca 1 km nedstrøms Grubekken fra Killingdal. Stasjon G4 ligger ved Reitan, ca 2 km nedstrøms sideelva Skuru. Skuru mottar tungmetaller fra Nye Killingdal Gruver i Bjørgenåsen. I 1991-1995 ble det også tatt prøver ved stasjonene G5 (Ålen) og G6 (Eggafossen). Det ble også tatt en del stikkprøver i Skuru og Rugla (1993-1995). Prøvene ble analysert på følgende parametre: Kobber og sink (alle stasjonene), pH, konduktivitet, turbiditet, sulfat (G2 - G4).

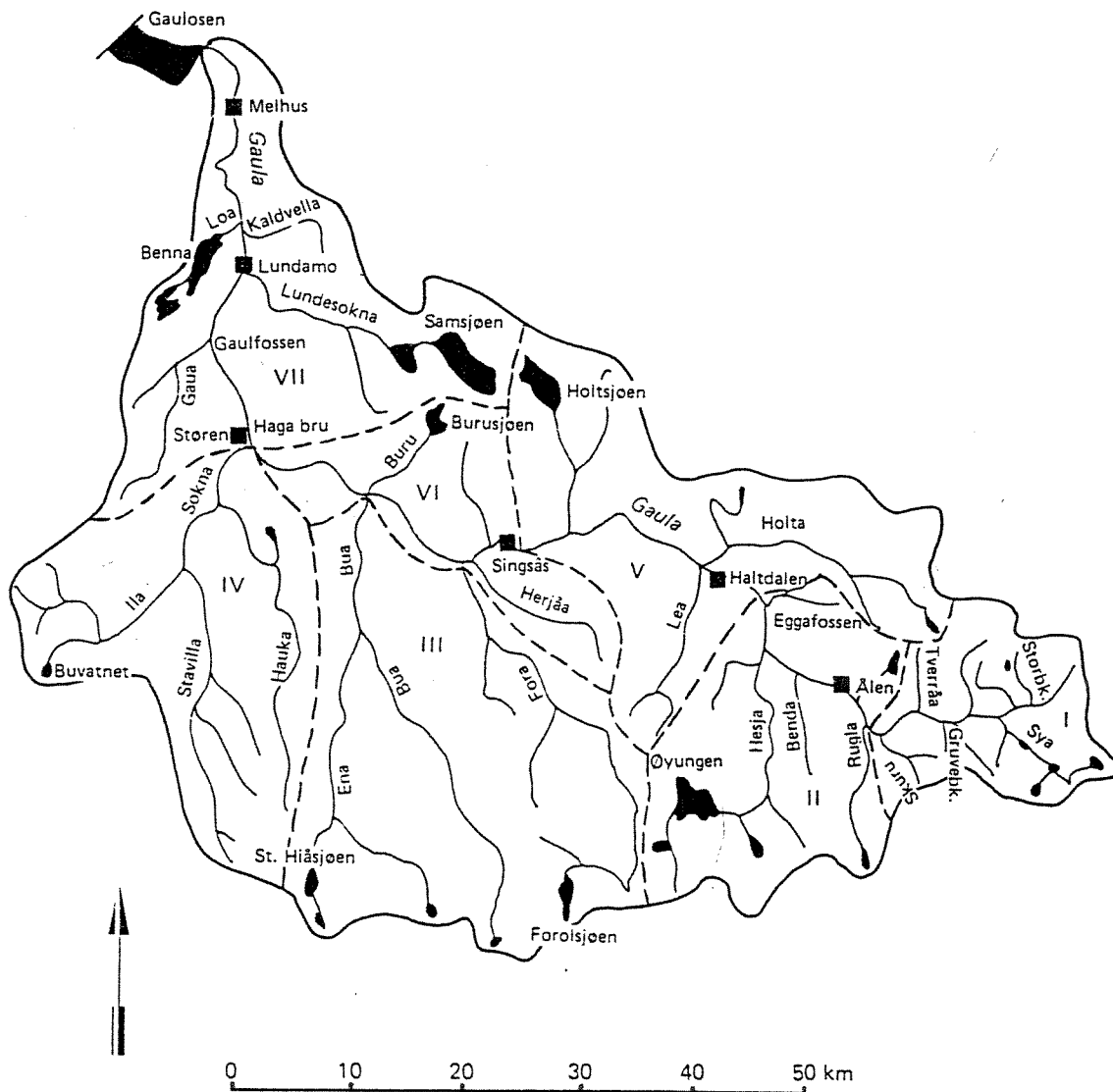
I 1991 og 1992 ble det tatt prøver av begroing, bunndyr og fisk på den berørte elvestrekningen. Nye biologiske undersøkelser ble utført i 1994. De biologiske undersøkelsene i 1994 viste en markert forbedring i forhold til 1991/1992.

Undersøkelsene er finansiert og administrert av Statens Forurensningstilsyn, SFT.

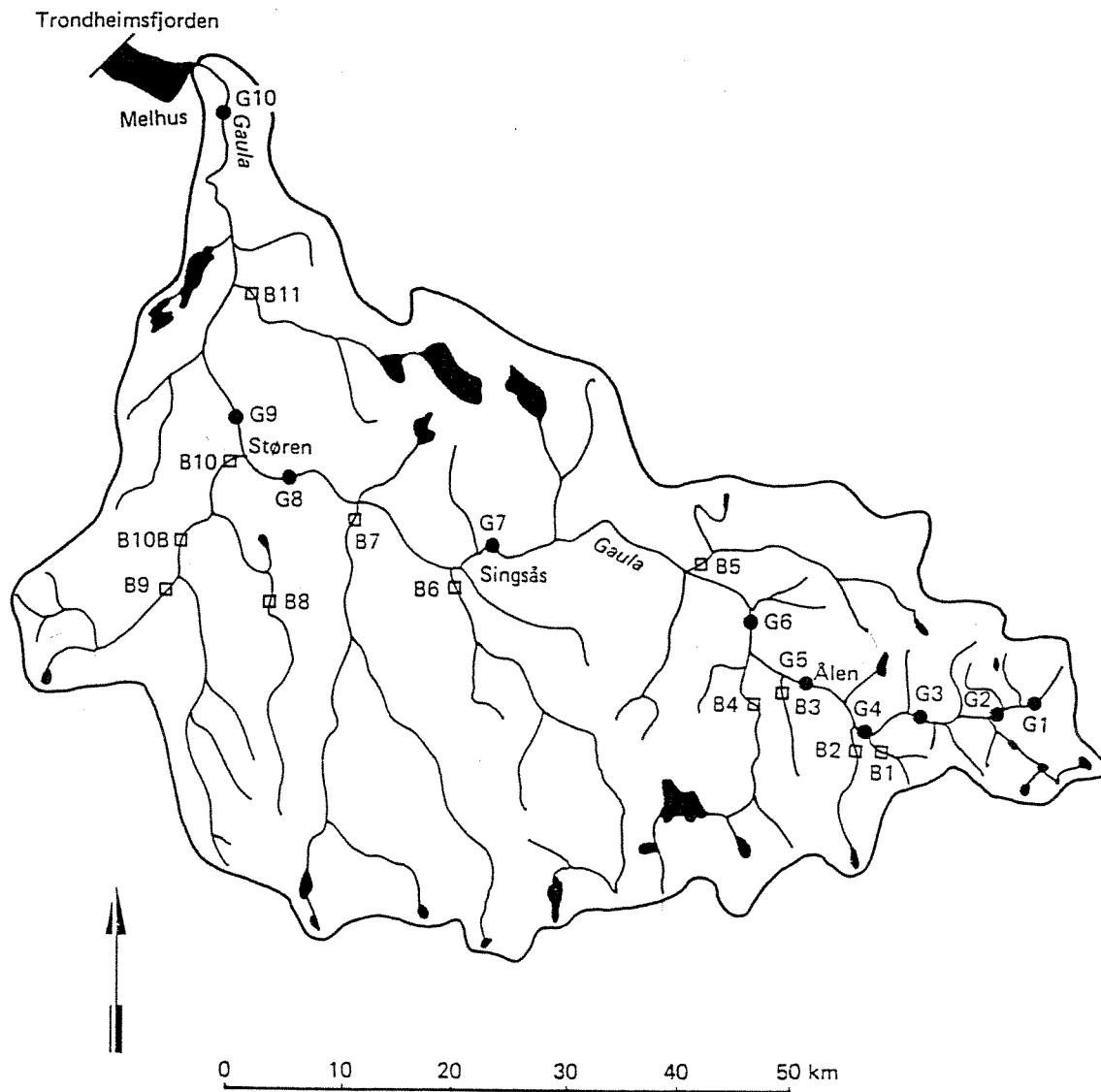


**Figur 2.1. Nedlagte gruver i Gaulas nedbørfelt.**





**Figur 2.2. De viktigste sidevassdragene til Gaular.**



**Figur 2.3. Prøvetakingstasjoner i Gaula.**

I 1991-1995 ble det tatt prøver ved stasjonene G2 til G6, samt stikkprøver i Skuru (B1) og Rugla (B2).

## 3. VANNKJEMI OG HYDROLOGI

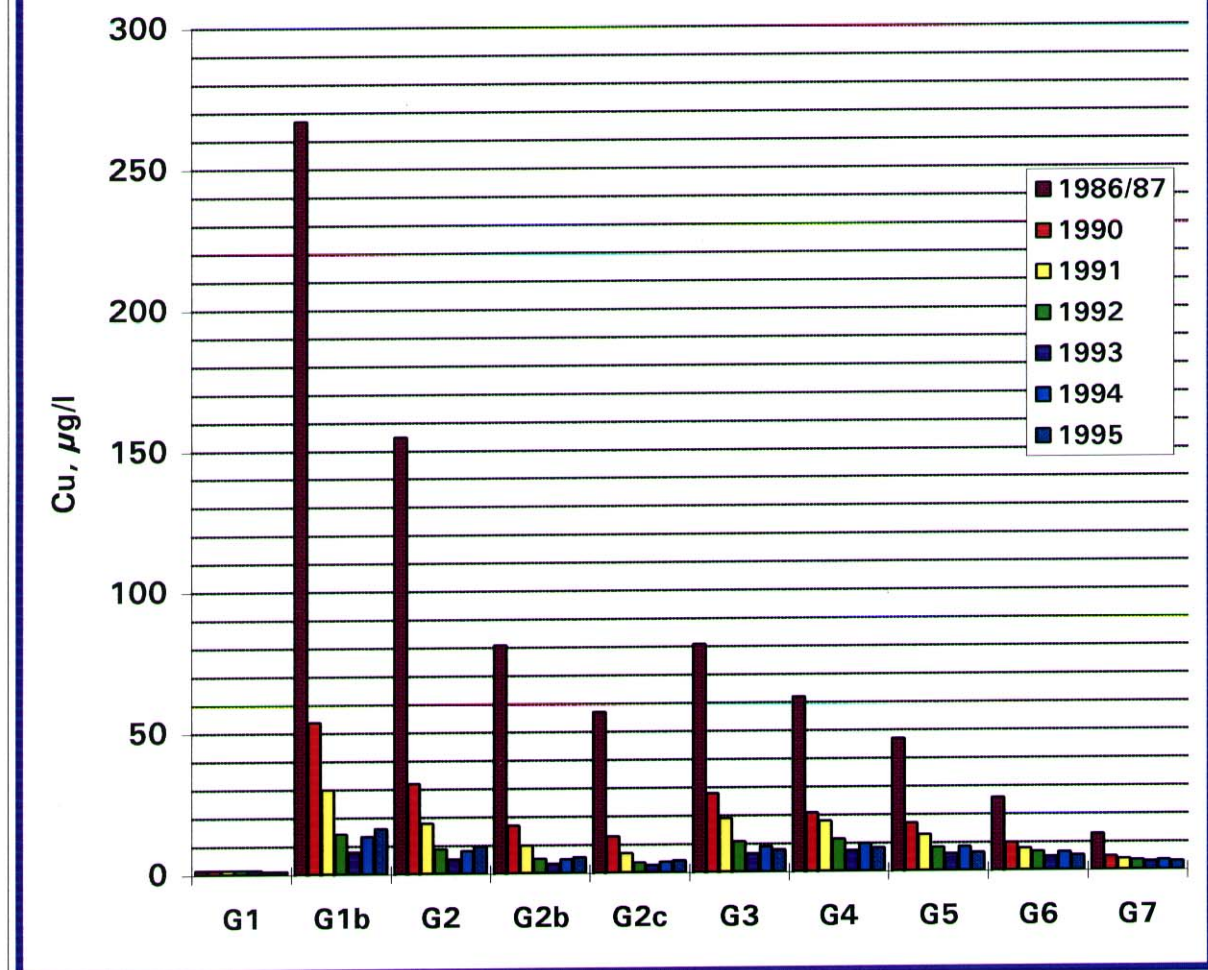
### 3.1 Vannkjemiske resultater.

Kjemiske analyseresultater er vist i vedlegg.

Figur 3.1 viser middelkonsentrasjoner av kobber for perioden juni t.o.m. desember på 10 steder i øvre Gaula fra oppstrøms Storbekken og ned til Singsås. Perioden juni til desember er valgt for å sammenligne prøvestasjonene fordi vi i denne perioden har god prøvedekning på stasjonene. For de øvre stasjonene er prøvetettheten lav på ettervinteren og våren på grunn av vanskelig tilgjengelighet. På steder hvor det ikke er tatt målinger er konsentrasjonen beregnet ut fra teoretisk fortykning fra nærmeste stasjon hvor det er tatt målinger. Det fremgår av figur 3.2 at nedgangen i konsentrasjonen av kobber fra 1986/87 til 1990 var meget markert og at konsentrasjonene gikk ytterligere ned i 1991, 1992 og 1993. I 1994 var middelkonsentrasjonene av kobber fra juni til desember gjennomgående noe høyere enn i 1993. I 1995 (juni til desember) var kobberkonsentrasjonene gjennomgående noe høyere enn i 1994 på de øverste stasjonene (ovenfor G3), mens konsentrasjonene var noe lavere fra G3 og nedover. Dette har sammenheng med økte tilførsler av kobber fra Kjøli, mens tilførslene fra gamle Killingdal var uendret fra 1994 til 1995, selv om vannføringen økte. Økt tilførsel av kobber fra Kjøli kan ha sammenheng med økt utvasking på grunn av økt nedbør (ca 30% større avrenning i 1995 enn i 1994). Det er ikke uvanlig at konsentrasjonene kan stige ved økende vannføring når forurensningen kommer fra utvasking av velter ( i motsetning til konstante tilførsler som blir fortennet). At økt avrenning ikke førte til økt kobbertransport fra Gamle Killingdal gruver kan tyde på en bedring av forholdene der.

Variasjoner i konsentrasjonene for kobber og sink fra stasjon G4 (Reitan) for årene 1991 -1995 er vist i figur 3.3. I mars og april 1990 var gruveområdene fremdeles preget av anleggsvirksomhet, noe som medførte høye tungmetallkonsentrasjoner i Gaula. Fra 1991 ble denne effekten vesentlig redusert. Eksempelvis var de registrerte maksimalkonsentrasjonene av kobber ved Reitan (G4) 100 µg/l i 1990, 50 µg/l 1991, 38 µg/l i 1992, 23 µg/l i 1993, 18.2 µg/l i 1994 og 22 µg/l i 1995. I 1994 var konsentrasjonene av kobber og sink under vinteren/våren lavere enn tidligere år. I 1995 var konsentrasjonene i denne perioden tilbake til nivået i 1993. I annet halvår 1995 var imidlertid konsentrasjonene gjennomgående lavere enn i 1994. På årsbasis har det vært liten endring i konsentrasjonene av kobber og sink de 3 siste årene, selv om mønsteret i sesongvariasjonene varierte i de ulike år.

## Middelverdier av kobberkonsentrasjoner i Gaula i perioden juni til desember



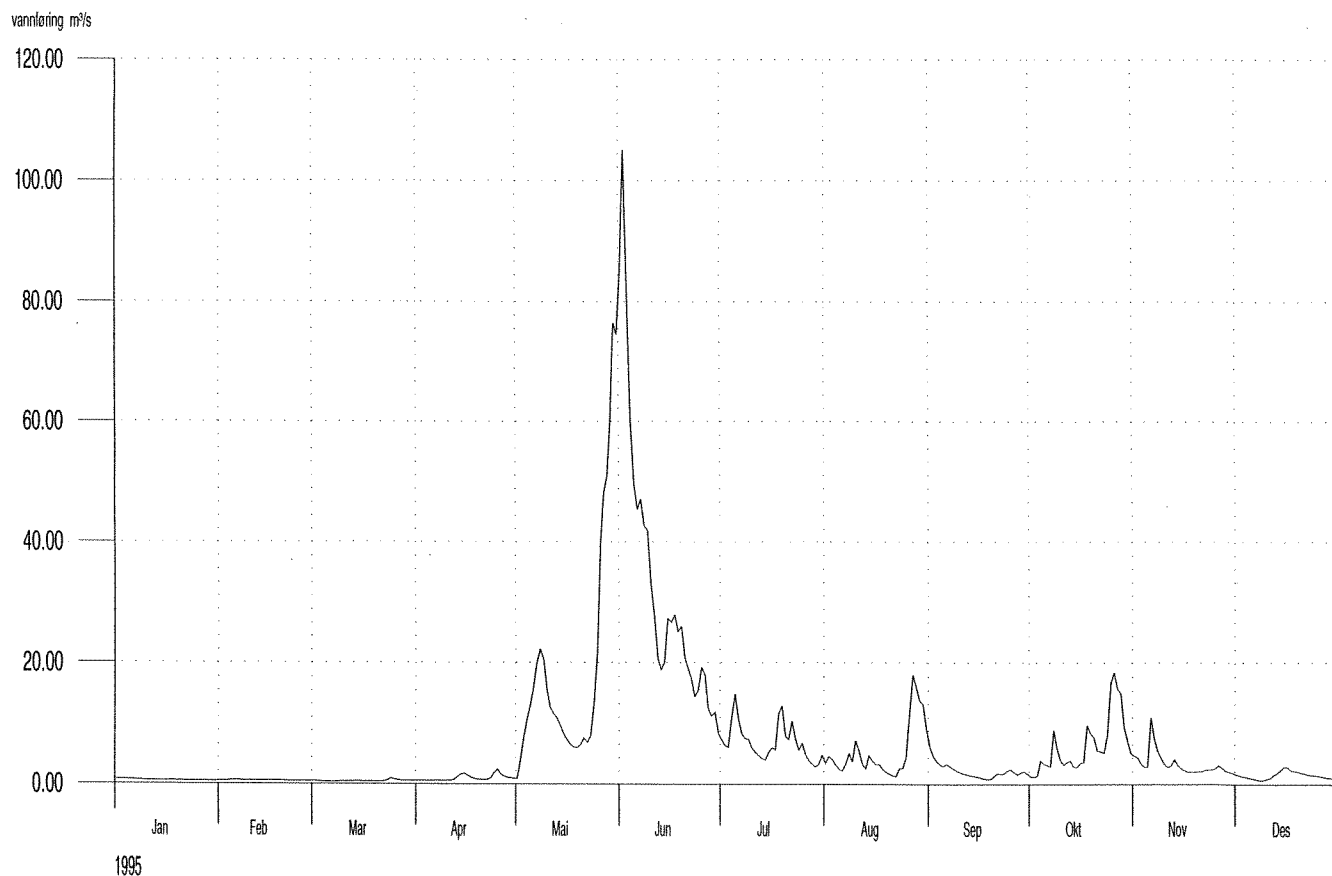
**Figur 3.1. Middelverdier av kobberkonsentrasjoner i øvre deler av Gaula for perioden juni t.o.m. desember i 1986/87 og 1990 - 1995.**

Stasjonsbetegnelser: G1: oppstrøms Storbekken. G1b: rett nedstrøms Storbekken.

G2: 3 km nedstrøms Storbekken. G2b: Nedstrøms Sya. G2c: oppstrøms Grubbekken.

G3: nedstrøms Grubbekken. G4: Reitan. G5: Ålen. G6: Eggafossen. G7: Singsås.

Konsentrasjoner på steder uten målinger er beregnet ut fra teoretisk fortykning fra stasjoner med målte verdier. Dette gjelder stasjonene G1b, G2b og G2c (alle årene), st. G5 og G6 i 1990, og st.G7 i 1990-95.

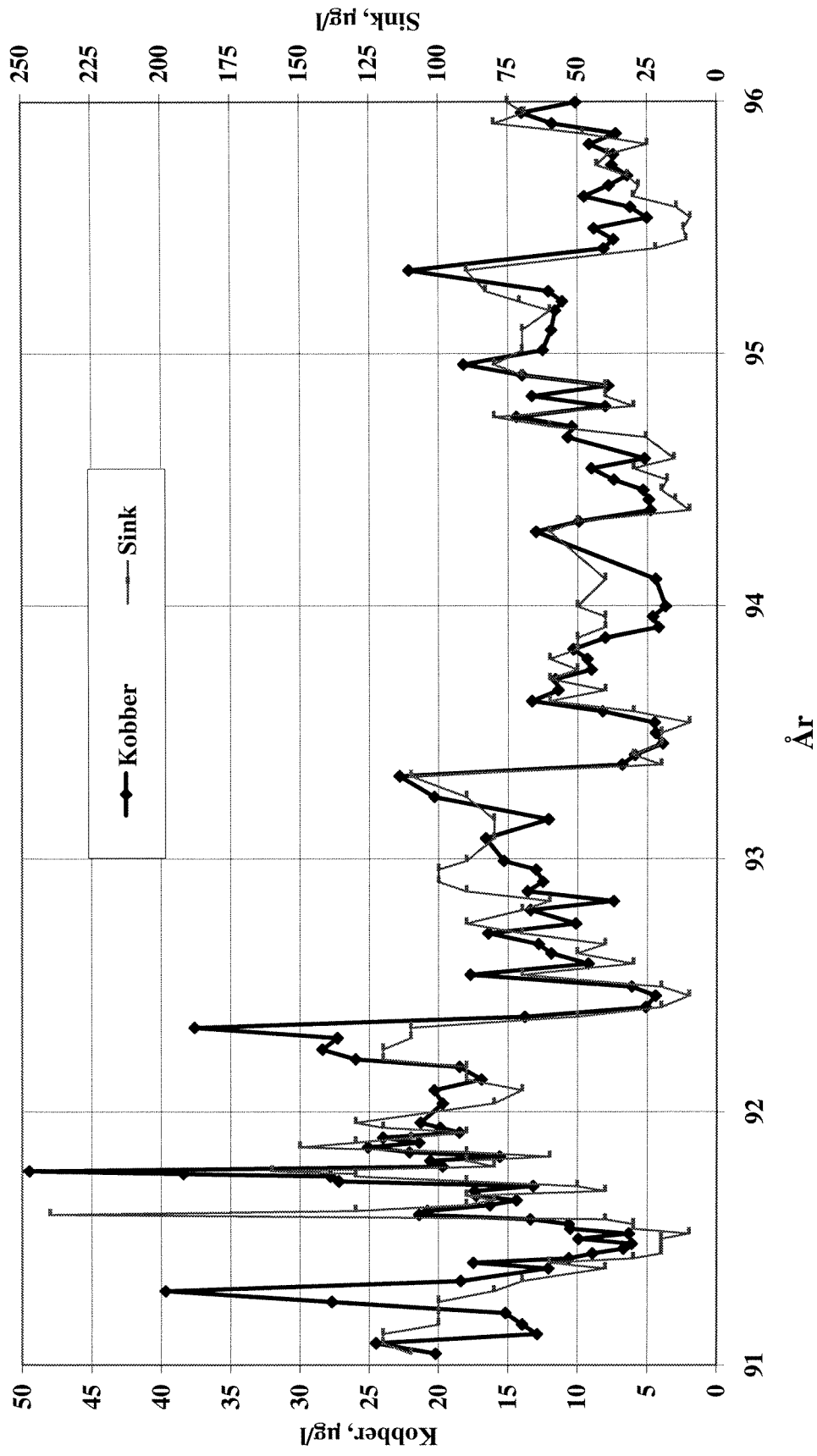


**Figur 3.2. Vannføringskurve for Gaula ved Reitan (Killingdal vannmerke) i 1995. Data og figur fra NVE, Region Midt-Norge.**

Konsentrasjonene av sink er også redusert, men i noe mindre grad enn kobber. Ved Reitan (st. G4) var midlere vannføringsveid sinkkonsentrasjon (for hele året) redusert med ca 80% fra 1986/87 til 1995, mens kobberkonsentrasjonen var redusert med ca 85%. Hovedårsaken til dette er at avrenningen fra Kjøli, som har hatt den største reduksjonen i kobberavrenning, aldri har bidratt til sinkforurensningen.

Stikkprøvene av Skuru, som drenerer avrenning fra nye Killingdal gruver, viste at elva fremdeles var sterkt forurenset av kobber og sink. I 1995 var høyeste registrerte verdier 100 µg/l Cu (83 µg/l i 1994) og 330 µg/l Zn (220 µg/l i 1994). Skuru er en betydelig bidragsyter til metallforurensningene i Gaula. I 1995 var Skurus andel av kobberforurensningene 39%, omtrent det samme som i 1993 og 1994.

### Kobber og sink ved Reitan, G4



Figur 3.3. Konsentrasjoner av kobber og sink i Gaular ved Reitan for årene 1991 - 1995.

Stikkprøver fra Rugla, som får avrenning fra den nedlagte Mug-gruva, viste kobberverdier i 1995 fra 4 til 14 µg/l, mot 4 til 15 µg/l i 1994 og 3 -8 µg/l i 1993. Kobberkonsentrasjonene i Rugla ligger på omtrent samme nivå som ved Ålen i hovedvassdraget. Forurensningen i Rugla er derfor såpass høy at Rugla ikke bidrar til fortykning av kobberforurensningen i hovedvassdraget.

Tabell 3.1 viser en beregning av de enkelte kildenes bidrag til kobberkonsentrasjonen ved Reitan (st. G4) i 1986/87 og 1990-95. Beregningene er basert på middelverdier for perioden juni-desember og teoretisk fortykning fra ovenforliggende stasjoner ut fra nedbørfeltens størrelse.

**Tabell 3.1. Beregning av ulike kilders bidrag til kobberkonsentrasjonen ved Reitan (st. G4).**

Beregningene er basert på middelverdier for perioden juni t.o.m. desember.

| Utslippskilde / År         | Kobber, µg/l ved G4 |           |           |             |            |            |            |
|----------------------------|---------------------|-----------|-----------|-------------|------------|------------|------------|
|                            | 1986/87             | 1990      | 1991      | 1992        | 1993       | 1994       | 1995       |
| Kjøli via Storbekken       | 39                  | 8         | 4         | 1.9         | 0.9        | 1.8        | 2.2        |
| Killingdal via Gruvbekken  | 16                  | 10        | 8         | 4.7         | 2.7        | 3.3        | 1.6        |
| Killingdal via Skuru       | 7                   | 5         | 7         | 2.4         | 2.3        | 3.4        | 2.4        |
| Samlet bidrag fra gruvene  | <b>62</b>           | <b>23</b> | <b>19</b> | <b>9.0</b>  | <b>5.9</b> | <b>8.5</b> | <b>6.2</b> |
| Bakgrunn                   | 1.5                 | 1.5       | 1.5       | 1.5         | 1.5        | 1.2        | 1.2        |
| Beregnet konsentrasjon, G4 | <b>64</b>           | <b>25</b> | <b>21</b> | <b>10.5</b> | <b>7.4</b> | <b>9.7</b> | <b>7.4</b> |
| Målt konsentrasjon, G4     | <b>62</b>           | <b>21</b> | <b>18</b> | <b>11.7</b> | <b>7.5</b> | <b>9.9</b> | <b>8.4</b> |

Det er en rimelig god overensstemmelse mellom beregnede og målte konsentrasjoner ved G4. Dette gjør det rimelig å anta at de beregnede bidrag fra de ulike kildene gir et godt estimat. Beregningene for 1995 tyder på at Kjøli gruver bidro med 35% (21% i 1994) av kobberforurensningen ved Reitan, mens gamle Killingdal bidro med 26% (39% i 1994) og nye Killingdal med 39% (40% i 1994).

Forholdet mellom bidragene fra de ulike kildene variere episodisk og sesongmessig. Reduksjonene i konsentrasjonene av kobber er ikke nødvendigvis lik reduksjonene i materialtransporten, da denne er avhengig av avrenningen i det enkelte år. Det er dog konsentrasjonene i elva og ikke transportverdier eller prosentvise reduksjoner som er avgjørende for de biologiske forhold i elven.

### 3.2. Transportberegninger av kobber og sink.

Transportverdier for kopper, sink og sulfat er beregnet på årsbasis fra juni 1986 til mai 1987, og for årene 1987 og 1990 - 1995 (tabell 3.2). Transportberegningene er utført for stasjon G4, Reitan. Denne stasjonen fanger opp de samlede utslipp fra Kjølvi og Killingdal gruver. Vannføringsdata for Reitan (Killingdal vannmerke) i 1990-1995 er generert ut fra data fra Eggafossen. Målinger i 1986/87 viste god samvariasjon for vannføringene mellom Eggafossen og Reitan. Vannføringsdata er skaffet til veie av NVE.

**Tabell 3.2. Årlige transportverdier av kobber, sink og sulfat ved Reitan (St.G4) for årene 1986 - 1995.**

| Periode              | Kobber<br>tonn / år | Sink<br>tonn / år | Sulfat<br>tonn / år | Vannføring<br>10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> / år |
|----------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---|
| juni 1986 - mai 1987 | 12                  | 27                | 1075                | 189   |
| 1987                 | 16                  | 33                | 1414                | 272   |
| 1990                 | 6.9                 | 23                | 889                 | 219   |
| 1991                 | 3.3                 | 11                | 560                 | 211   |
| 1992                 | 2.6                 | 10                | 508                 | 223   |
| 1993                 | 2.3                 | 10                | 536                 | 231   |
| 1994                 | 1.3                 | 5.1               | 382                 | 162   |
| 1995                 | 2.0                 | 6.1               | 481                 | 213   |

Årlig transport av kobber ved Reitan økte med 54%, sinktransporten med 20% og sulfattransporten med 26% fra 1994 til 1995. Det fremgår av tabellen at transportverdiene er sterkt influert av vannføringen. Økt vannføring (31%) i 1995 i forhold til 1994 var sterkt medvirkende til høyere transportverdier i 1995. Konsentrasjonene av kobber er mindre påvirket av vannføringen enn transportverdiene. Vannføringsveide årsmiddelverdier for kobber ved Reitan var 61 µg/l i 1986-1987, 30 µg/l i 1990, 16 µg/l i 1991, 12 µg/l i 1992, 9.9 µg/l i 1993, 8.5 µg/l i 1994 og 9.2 µg/l i 1995. Årsaken til at transporten av sink ikke økte i like stor grad som kobbertransporten var at mesteparten av transportøkningen av kobber kom fra Kjølvi som ikke har sinkavrenning av betydning.

Fordi transportverdiene kan variere mye fra år til år avhengig av de hydrologiske forhold, vil trolig konsentrasjonsendringene gi et sikrere grunnlag for å bedømme effekten av de tekniske tiltakene i gruveområdene. Forholdene i elva med hensyn på forurensning må sies å ha vært tilnærmet like i årene 1993, 1994 og 1995.

Hvis man legger til grunn den prosentvise fordelingen mellom kildene som ble beregnet i kapittel 3.1 og trekker fra en beregnet bakgrunnstransport i 1995 på ca 0.3 tonn fra transportverdien for kobber ved Reitan i 1995 (tabell 3.2), blir bidraget fra Kjølvi i 1995 ca 0.6 tonn (0.2 tonn i 1994) og fra gamle og nye Killingdal gruver hhv. 0.4 tonn (som i 1994) og 0.7 tonn (0.5 tonn i 1994).

Det forhold at transportverdien fra gamle Killingdal gruver (via Grubekken) ikke økte fra 1994 til 1995 selv med økende vannføring, tyder på at bedret effekt av tiltakene ved gamle Killingdal. Ved



Kjøli tyder målingene på en viss forverring av forholdene siden kobbertransporten økte mer enn den økte vannføringen skulle tilsi. Ved Nye Killingdal (via Skuru) økte kobbertransporten omtrent i takt med vannføringen, noe som tyder på uendrede forhold.

# LITTERATUR

- Iversen, E.R. 1992: Måling av avrenning fra Kjøløi Gruve. Resultater 1991. Notat. O-81071. NIVA, 4. mai 1992.
- Iversen, E.R. 1993 I: Målinger av avrenning fra Killingdal gruve. Resultater 1992. Notat.O-91181. NIVA, 16.mars 1993.
- Iversen, E.R. 1993 II: Målinger av avrenning fra Kjøløi gruve. Resultater 1992. Notat.O-81071. NIVA, 15.mars 1993.
- SFT 1989: Vannkvalitetskriterier for ferskvann. Hovedredaktør: Hans Holtan, NIVA. SFT-rapport TA - 630.
- Traaen, T.S. 1994: Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske undersøkelser. Årsrapport for 1993. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 568/94.
- Traaen, T.S., J.V. Arnekleiv, T. Bongard, M. Grande, E.-A. Lindstrøm og L. Lingsten 1988: Tiltaksorientert overvåking i Gaula, Sør-Trøndelag, 1986-1987.-Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 337/88.
- Traaen, T.S. og E.R. Iversen 1991: Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske undersøkelser. Årsrapport for 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 459/91.
- Traaen, T.S., M. Grande, E.R. Iversen, E.-A. Lindstrøm, J.V. Arnekleiv og L. Størseth 1992: Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske og hydrobiologiske undersøkelser. Årsrapport for 1991. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 492/92.
- Traaen, T.S., M. Grande, E.R. Iversen, E.-A. Lindstrøm, J.V. Arnekleiv og L. Størseth 1993: Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske og hydrobiologiske undersøkelser. Årsrapport for 1992. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 530/93.
- Traaen, T.S 1995: Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske undersøkelser. Årsrapport for 1993. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 568/94.
- Traaen, T.S., J.V. Arnekleiv, E.R. Iversen og E.-A. Lindstrøm 1995: Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske og hydrobiologiske undersøkelser. Årsrapport for 1994. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 609/95.

## VEDLEGG

|                       | side |
|-----------------------|------|
| Vannkjemiske analyser |      |
| Stasjon G1 og G2      | 18   |
| Stasjon G3 og G4      | 19   |
| Stasjon G5 og G6      | 20   |
| Stasjon B1 og B2      | 21   |

## Vannkjemiske analyser i Gaula, 1995.

### Stasjon G1, oppstrøms Storbekken, 1995.

| Dato | pH   | Kond.<br>mS/m | Turb.<br>FTU | Sulfat<br>mg/l | Cu<br>µg/l | Zn<br>µg/l |
|------|------|---------------|--------------|----------------|------------|------------|
| 0630 |      |               |              |                |            | 1.5        |
| 0730 |      |               |              |                | 0.8        | M 0.5      |
| 0831 |      |               |              |                | 2.5        | 0.7        |
| 0930 | 7.00 | 3.27          | 0.17         | 1.1            | 0.7        | 1.0        |
| 1030 | 6.97 | 2.97          | 0.32         | 1.4            | 1.0        | 2.0        |
| 1130 |      |               |              |                | 0.8        | 1.0        |

### Stasjon G2, Grønlivollen, 3km nedstrøms Storbekken, 1995.

| Dato | pH   | Kond.<br>mS/m | Turb.<br>FTU | Sulfat<br>mg/l | Cu<br>µg/l | Zn<br>µg/l |
|------|------|---------------|--------------|----------------|------------|------------|
| 0105 | 6.99 | 5.03          | 0.27         | 5.6            | 5.6        | 2.9        |
| 0630 | 6.82 | 1.64          | 0.60         | 2.0            | 13.3       | 3.0        |
| 0715 | 6.80 | 1.37          | 0.33         | 1.6            | 20.7       | 2.5        |
| 0730 | 7.01 | 2.18          | 0.17         | 3.5            | 12.7       | 3.0        |
| 0815 | 7.14 | 3.01          | 0.24         | 3.4            | 11.7       | 0.5        |
| 0831 | 7.08 | 3.53          | 0.24         | 3.7            | 13.3       | 1.3        |
| 0915 | 7.19 | 3.76          | 0.22         | 4.6            | 12.9       | 1.1        |
| 0930 | 7.05 | 3.38          | 0.21         | 3.5            | 9.9        | 1.0        |
| 1015 | 7.17 | 3.25          | 0.23         | 3.0            | 7.9        | 1.0        |
| 1030 | 6.92 | 2.17          | 0.43         | 2.1            | 5.7        | 2.0        |
| 1115 | 7.19 | 3.91          | 0.15         | 3.4            | 4.8        | 2.5        |
| 1130 | 7.23 | 4.36          | 0.23         | 3.7            | 4.3        | 1.0        |

**Stasjon G3, nedstrøms Gruvbekken, 1995.**

| Dato | pH   | Kond. | Turb. | Sulfat | Cu   | Zn   |
|------|------|-------|-------|--------|------|------|
|      |      | mS/m  | FTU   | mg/l   | µg/l | µg/l |
| 0105 | 6.90 | 3.75  | 0.23  | 4.0    | 12.0 | 90.0 |
| 0330 | 6.90 | 3.97  | 0.13  | 3.7    | 6.0  | 82.0 |
| 0430 | 6.79 | 4.88  | 0.33  | 4.1    | 5.8  | 80.0 |
| 0531 | 6.67 | 1.60  | 1.20  | 1.2    | 7.3  | 18.0 |
| 0630 | 6.81 | 1.48  | 0.33  | 1.5    | 7.9  | 12.0 |
| 0715 | 6.80 | 1.22  | 0.43  | 1.3    | 5.9  | 10.5 |
| 0730 | 6.96 | 1.94  | 0.18  | 2.4    | 6.2  | 13.0 |
| 0815 | 6.99 | 2.39  | 0.25  | 2.7    | 9.3  | 42.0 |
| 0831 | 6.97 | 2.57  | 0.25  | 2.7    | 8.5  | 41.0 |
| 0915 | 7.09 | 2.92  | 0.25  | 3.2    | 7.4  | 43.0 |
| 0930 | 6.91 | 2.54  | 0.26  | 2.9    | 8.7  | 37.0 |
| 1015 | 7.04 | 2.62  | 0.32  | 2.8    | 9.2  | 50.0 |
| 1030 | 6.84 | 1.79  | 0.33  | 1.9    | 5.7  | 22.0 |
| 1115 | 7.08 | 3.18  | 0.32  | 3.5    | 3.5  | 26.0 |
| 1130 | 7.11 | 3.35  | 0.43  | 3.5    | 10.0 | 91.0 |
| 1215 | 6.92 | 3.15  | 0.55  | 3.6    | 12.3 | 91.0 |

**Stasjon G4, Reitan, 1995.**

| Dato | pH   | Kond. | Turb. | Sulfat | Cu   | Zn   |
|------|------|-------|-------|--------|------|------|
|      |      | mS/m  | FTU   | mg/l   | µg/l | µg/l |
| 0105 | 7.21 | 4.60  | 0.31  | 4.9    | 12.5 | 70.0 |
| 0204 | 7.29 | 4.68  | 0.37  | 5.1    | 11.9 | 70.0 |
| 0302 | 7.37 | 5.32  | 0.30  | 4.9    | 11.6 | 60.0 |
| 0315 | 7.42 | 5.58  | 0.70  | 5.2    | 11.1 | 71.0 |
| 0330 | 7.34 | 5.07  | 0.33  | 5.1    | 12.1 | 83.0 |
| 0430 | 7.29 | 5.78  | 0.79  | 6.3    | 22.1 | 90.0 |
| 0531 | 6.68 | 1.92  | 1.50  | 1.5    | 8.1  | 22.0 |
| 0614 | 6.69 | 1.27  | 0.68  | 1.1    | 7.4  | 11.0 |
| 0630 | 6.94 | 1.71  | 0.46  | 1.6    | 8.8  | 12.0 |
| 0715 | 6.94 | 1.43  | 0.25  | 1.5    | 5.0  | 9.5  |
| 0730 | 7.10 | 2.43  | 0.21  | 2.7    | 6.2  | 14.5 |
| 0815 | 7.16 | 2.73  | 0.24  | 2.8    | 9.5  | 30.0 |
| 0831 | 7.17 | 2.81  | 0.24  | 2.6    | 7.7  | 28.0 |
| 0915 | 7.32 | 3.69  | 0.23  | 3.3    | 6.4  | 32.0 |
| 0930 | 7.13 | 3.67  | 0.24  | 3.4    | 7.5  | 43.0 |
| 1015 | 7.13 | 2.92  | 0.24  | 2.8    | 7.4  | 39.0 |
| 1030 | 6.84 | 2.08  | 0.59  | 2.0    | 9.1  | 25.0 |
| 1115 | 7.42 | 3.63  | 0.21  | 3.5    | 7.2  | 48.0 |
| 1130 | 7.41 | 4.23  | 0.41  | 4.3    | 11.8 | 80.0 |
| 1215 | 7.19 | 3.65  | 0.53  | 4.3    | 14.0 | 69.0 |
| 1230 | 7.28 | 4.53  | 0.40  | 4.5    | 10.1 | 75.0 |

**Stasjon G5, Ålen, 1995.**

| Dato | Cu<br>µg/l | Zn<br>µg/l |
|------|------------|------------|
| 0105 | 7.1        | 40.0       |
| 0204 | 7.3        | 40.0       |
| 0302 | 7.2        | 40.0       |
| 0315 | 7.7        | 45.0       |
| 0330 | 7.6        | 40.0       |
| 0430 | 10.4       | 40.0       |
| 0531 | 7.7        | 14.0       |
| 0614 | 5.7        | 11.0       |
| 0630 | 6.0        | 9.0        |
| 0715 | 4.5        | 6.5        |
| 0730 | 5.3        | 11.0       |
| 0815 | 8.6        | 20.0       |
| 0831 | 6.9        | 17.0       |
| 0915 | 5.3        | 23.0       |
| 0930 | 5.7        | 29.0       |
| 1015 | 6.2        | 35.0       |
| 1030 | 7.4        | 20.0       |
| 1115 | 5.9        | 26.0       |
| 1130 | 7.9        | 51.0       |
| 1215 | 8.9        | 51.0       |
| 1230 | 6.3        | 51.0       |

**Stasjon G6, Eggafossen, 1995.**

| Dato | Cu<br>µg/l | Zn<br>µg/l |
|------|------------|------------|
| 0105 | 7.4        | 30.0       |
| 0204 | 7.7        | 30.0       |
| 0302 | 5.7        | 30.0       |
| 0315 | 7.0        | 31.0       |
| 0330 | 8.2        | 49.0       |
| 0430 | 10.0       | 30.0       |
| 0531 | 7.5        | 14.0       |
| 0614 | 5.2        | 6.0        |
| 0630 | 5.7        | 6.5        |
| 0715 | 3.7        | 6.0        |
| 0730 | 4.4        | 9.0        |
| 0815 | 5.4        | 11.5       |
| 0831 | 4.5        | 7.0        |
| 0915 | 4.2        | 9.8        |
| 0930 | 4.9        | 23.0       |
| 1015 | 5.2        | 17.0       |
| 1030 | 7.3        | 20.0       |
| 1115 | 5.3        | 23.0       |
| 1130 | 6.2        | 31.0       |
| 1215 | 6.6        | 29.0       |
| 1230 | 5.5        | 30.0       |

**Stasjon B1, Skuru, 1995.**

| Dato              | Cu<br>µg/l         | Zn<br>µg/l |
|-------------------|--------------------|------------|
| 0105 <sub>i</sub> | 43.5 <sub>i</sub>  | 140.0      |
| 0204 <sub>i</sub> | 53.0 <sub>i</sub>  | 150.0      |
| 0302 <sub>i</sub> | 46.7 <sub>i</sub>  | 150.0      |
| 0330 <sub>i</sub> | 50.0 <sub>i</sub>  | 210.0      |
| 0430 <sub>i</sub> | 100.0 <sub>i</sub> | 330.0      |
| 0531 <sub>i</sub> | 15.0 <sub>i</sub>  | 30.0       |
| 0630 <sub>i</sub> | 22.9 <sub>i</sub>  | 50.0       |
| 0715 <sub>i</sub> | 11.5 <sub>i</sub>  | 31.0       |
| 0730 <sub>i</sub> | 19.0 <sub>i</sub>  | 51.0       |
| 0815 <sub>i</sub> | 22.4 <sub>i</sub>  | 64.0       |
| 0831 <sub>i</sub> | 24.3 <sub>i</sub>  | 79.0       |
| 0915 <sub>i</sub> | 10.6 <sub>i</sub>  | 38.0       |
| 0930 <sub>i</sub> | 16.1 <sub>i</sub>  | 53.0       |
| 1015 <sub>i</sub> | 22.7 <sub>i</sub>  | 77.0       |
| 1030 <sub>i</sub> | 36.9 <sub>i</sub>  | 108.0      |
| 1115 <sub>i</sub> | 13.5 <sub>i</sub>  | 106.0      |
| 1130 <sub>i</sub> | 41.9 <sub>i</sub>  | 152.0      |
| 1215 <sub>i</sub> | 50.6 <sub>i</sub>  | 162.0      |
| 1230 <sub>i</sub> | 26.2 <sub>i</sub>  | 107.0      |

**Stasjon B2, Rugla, 1995.**

| Dato              | Cu<br>µg/l        | Zn<br>µg/l |
|-------------------|-------------------|------------|
| 0105 <sub>i</sub> | 4.4 <sub>i</sub>  | 2.4        |
| 0204 <sub>i</sub> | 4.3 <sub>i</sub>  | 7.0        |
| 0302 <sub>i</sub> | 7.9 <sub>i</sub>  | 6.3        |
| 0330 <sub>i</sub> | 3.7 <sub>i</sub>  | M 10       |
| 0430 <sub>i</sub> | 5.4 <sub>i</sub>  | M 10       |
| 0531 <sub>i</sub> | 11.0 <sub>i</sub> | 4.0        |
| 0630 <sub>i</sub> | 12.5 <sub>i</sub> | 4.0        |
| 0715 <sub>i</sub> | 9.6 <sub>i</sub>  | 2.0        |
| 0730 <sub>i</sub> |                   | 1.5        |
| 0815 <sub>i</sub> | 7.1 <sub>i</sub>  | 0.5        |
| 0831 <sub>i</sub> | 14.2 <sub>i</sub> | 2.8        |
| 0915 <sub>i</sub> | 6.1 <sub>i</sub>  | 1.5        |
| 0930 <sub>i</sub> | 4.8 <sub>i</sub>  | 1.0        |
| 1015 <sub>i</sub> | 5.2 <sub>i</sub>  | 1.0        |
| 1030 <sub>i</sub> | 10.1 <sub>i</sub> | 2.5        |
| 1115 <sub>i</sub> | 5.0 <sub>i</sub>  | 4.0        |
| 1130 <sub>i</sub> | 4.3 <sub>i</sub>  | 2.0        |
| 1215 <sub>i</sub> | 6.1 <sub>i</sub>  | 3.0        |
| 1230 <sub>i</sub> | 3.5 <sub>i</sub>  | 3.0        |



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3520-96

ISBN 82-577-3064-5