



Statlig program for forurensningsovervåkning

Rapport 492/92

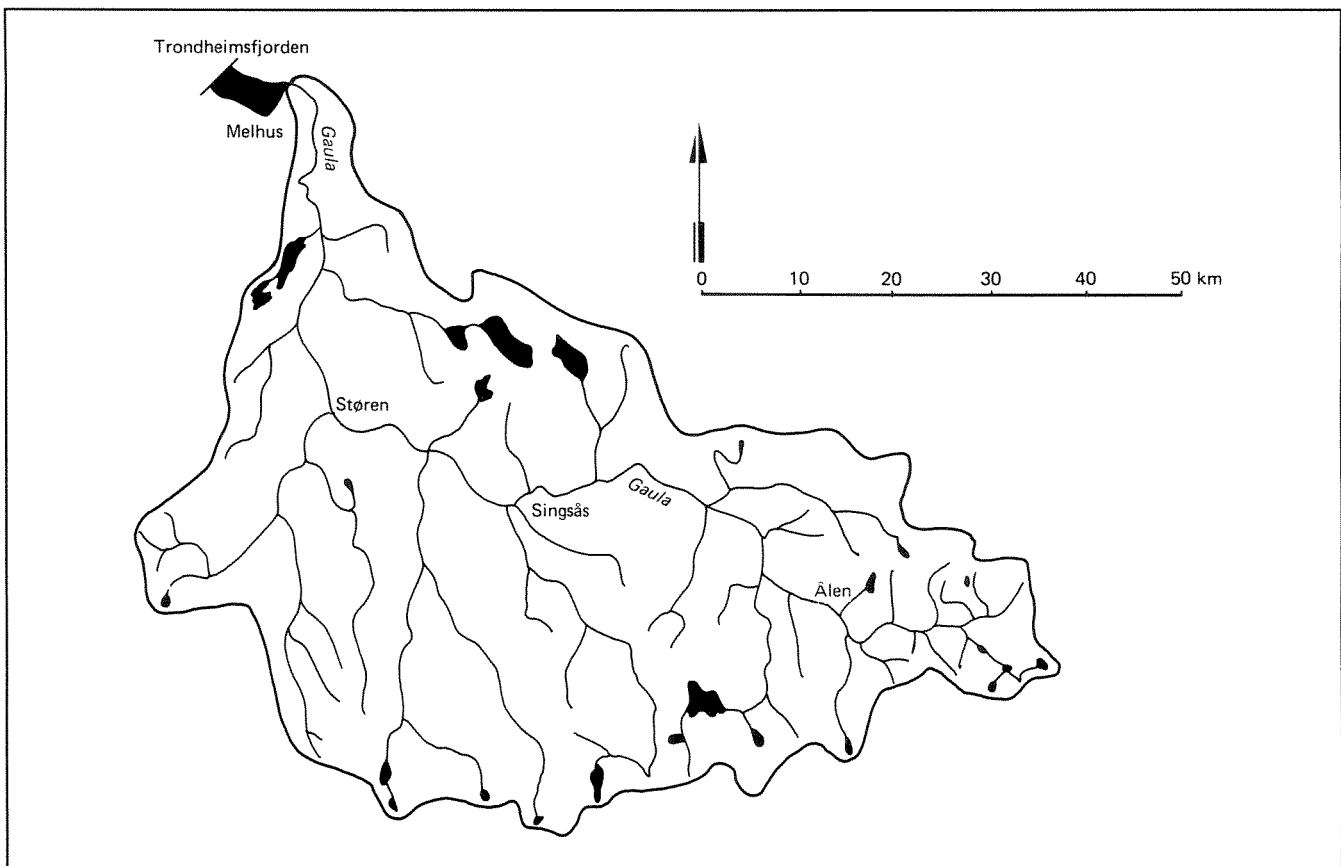
Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Utførende institusjon

NIVA, LFI, NVE

Overvåking av GAULA Sør-Trøndelag 1991



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-90051	Undernr.:
Løpenr.: 2761	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 23 52 80 Telefax (47 2) 95 21 89	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 78 402	Vestlandsavdelingen Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (47 5) 95 17 00 Telefax (47 5) 25 78 90	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	--	--

Rapportens tittel: Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag, 1991. (Overvåkingsrapport nr. 492/92)	Dato: 12.6. 1992	Trykket: NIVA 1992
Forfatter(e): Tor S. Traaen Magne Grande Eigil R. Iversen Eli-Anne Lindstrøm Jo Vegar Arnekleiv	Lars Størseth	Faggruppe: Vassdrag
		Geografisk område: Sør-Trøndelag
		Antall sider: 40
		Opplag:

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	---

Ekstrakt:

I 1991 ble det utført en vannkjemisk og biologisk overvåking i øvre deler av Gaula for å studere effektene av forurensningsbegrensende tiltak ved Kjøli og Killingdal gruver. Resultatene fra vannanalysene viser at tiltakene til nå har redusert forurensningen av kobber med ca 75% og sink med ca 65%. På den tidligere totalskadde 33 km elvestrekningen har rekoloniseringen av flora og fauna begynt. Rett nedstrøms tilløpene av de sure metallholdige gruvebakkene er det imidlertid fremdeles giftvirkninger på organismene i elva. I den lakseførende delen av elva er giftvirkningene trolig ubetydelige.

4 emneord, norske

1. Gruveforurensning
2. Tungmetaller
3. Begroing
4. Fauna

4 emneord, engelske

1. Mine drainage
2. Heavy metals
3. Periphyton
4. Fauna

Prosjektleder

Tor S. Traaen

For administrasjonen

Dag Berge

ISBN 82-577-2120-4



Statlig program for
forurensningsovervåking

O - 9 0 0 5 1

OVERVÅKING AV GAULA, SØR-TRØNDELAG

Vannkjemiske og hydrobiologiske undersøkelser

ÅRSRAPPORT FOR 1991

Saksbehandler: Tor S. Traaen

Medarbeidere: Magne Grande

Eigil Rune Iversen

Eli-Anne Lindstrøm

Jo Vegar Arnekleiv (LFI)

Lars Størseth (LFI)

Leif J. Bogetveit (NVE)

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

INNHOLDSFORTEGNELSE

	side
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	3
2. INNLEDNING	4
3. VANNKJEMI OG TRANSPORTBEREGNINGER	8
3.1 Vannkjemiske resultater	8
3.2 Transportberegninger av kobber og sink	12
4. BEGROING	14
4.1 Materiale og metoder.	14
4.2 Foreløpige resultater.	14
4.3 Sammenfattende kommentarer.	15
5. BUNNDYR	19
5.1 Materiale og metoder.	19
5.2 Foreløpige resultater.	19
6. FISK. BURFORSØK I ELVA	21
6.1 Materiale og metoder.	21
6.2 Resultater	21
LITTERATUR	24
VEDLEGG	25

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 gruvene 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. I 1991 ble prøvetakingen utvidet til 5 stasjoner i hovedvassdraget. Videre ble det tatt prøver av begroing og bunndyr, og utført burforsøk med fisk.

Når man tar hensyn til de usikkerheter som er knyttet til naturgitte variasjoner synes det rimelig å konkludere med at de tekniske tiltakene i gruveområdene hittil har redusert forurensningen av kobber med ca 75% og sink med ca 65%.

Resultatene viser at forholdene i Gaula er betydelig forbedret som følge av tiltakene. Det foregår en betydelig rekolonisering av flora og fauna på tidligere totalskadde lokaliteter. Fremdeles er imidlertid mengden og artsrikdommen av organismer lav. Det ble påvist giftvirkninger på fisk rett nedstrøms der de sure, metallholdige gruvebakkene blandes inn i hovedvassdraget. Men på flere lokaliteter i det tidligere totalskadde området overlevde fisken i bur utsatt i elva. I den lakseførende delen av elva er det trolig ikke giftvirkninger på fisk. Undersøkelsene i 1992 vil vise om den gunstige utviklingen fortsetter.

Den relative betydningen av tilførslene av tungmetaller via Skuru har økt nå som de øvrige tilførslene er sterkt redusert og konsentrasjonene av tungmetaller ligger rundt grensen for hva fisk og bunndyr kan tåle.

Siden det enda er relativt kort tid siden anleggsvirksomheten ved gruveområdene ble avsluttet, kan det være grunn til å håpe på at forholdene i Gaula kan forbedres ytterligere i 1992.

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 gruvene ved Kjøliløi 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 30 tonn sink og 15 - 20 tonn kobber. Undersøkelsene viste at det var vannets kobberinnhold som var mest kritisk for livet i elva.

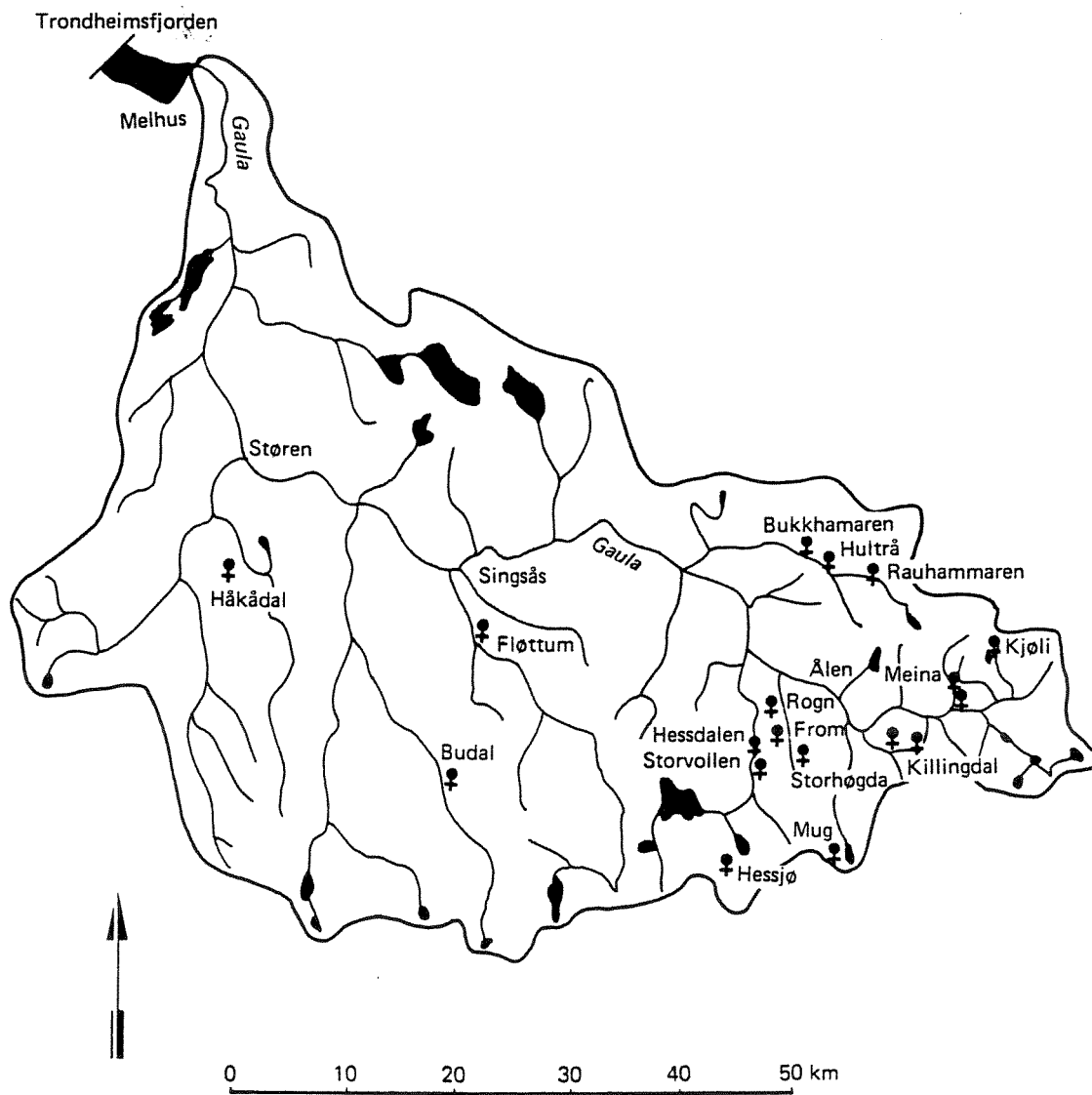
I 1989-90 ble det utført omfattende forurensningsbegrensende tiltak ved gruveområdene. Ved Kjøliløi ble veltene overdekket med plastduk og morenemasse for å hindre utvasking av tungmetaller. Ved Killingdal ble de mest forurensende veltene fylt ned i gruvas dagåpning. Fra midten av oktober 1990 opphørte pumping av vann fra gruva. Sivevann fra området ledes til gruva, og på grunn av høy temperatur nede i gruva regner man med å kunne fordampe tilsiget ved å holde ventilasjonsanlegget i gang.

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 1990/91 er vist i figur 2.3.

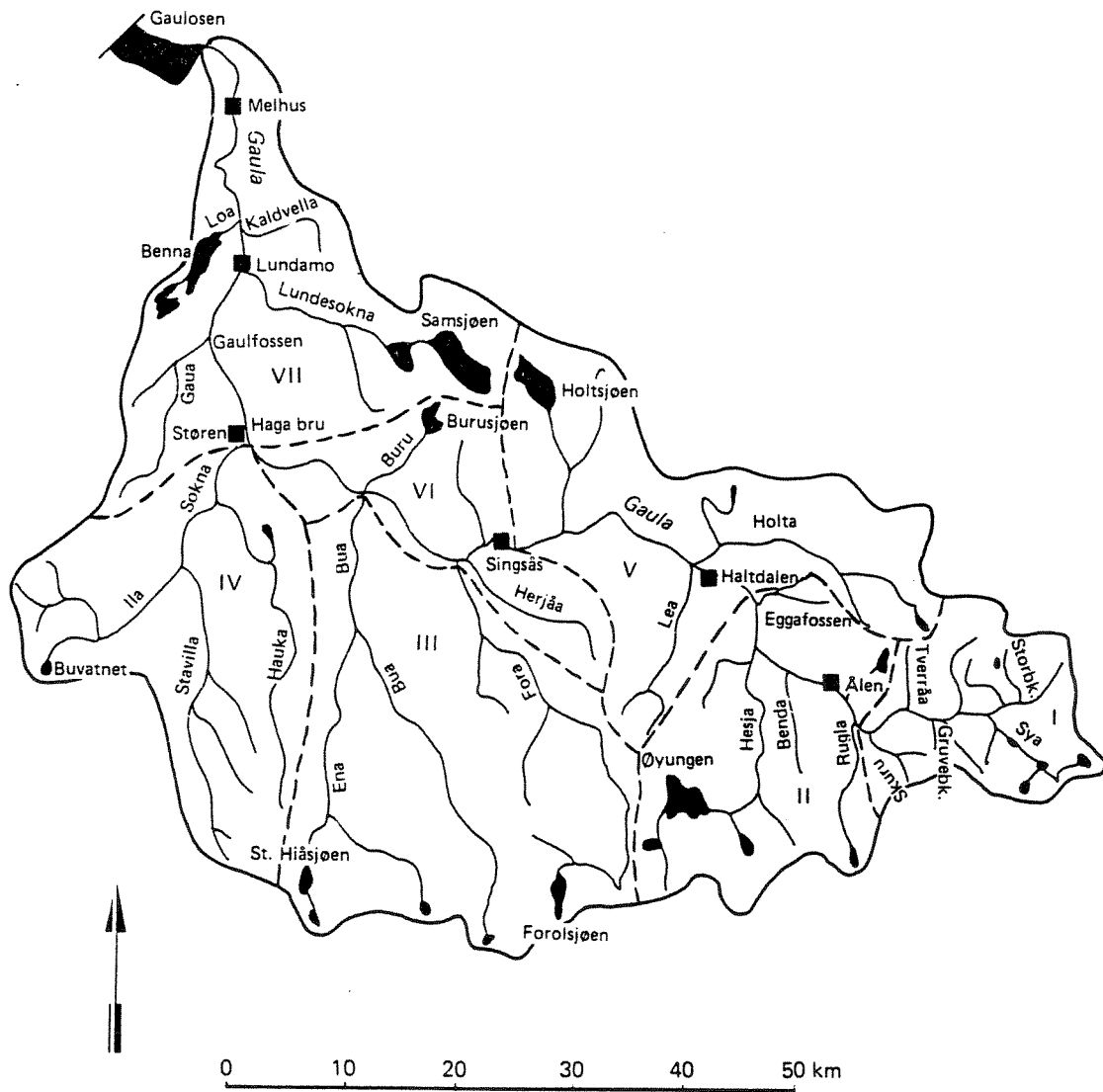
I mars 1990 ble det startet en enkel vannkjemisk overvåking ved 3 målestasjoner i øvre Gaula. Øverste stasjon, G2, ligger ca 3 km nedstrøms Storbekken fra Kjøliløi. Neste stasjon, G3, ligger ca 1 km nedstrøms Grubekken fra Killingdal. Stasjon G4 ligger ved Reitan, ca 2 km nedstrøms sideelva Skuru. Skuru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

I 1991 ble det også tatt prøver av begroing og bunndyr i den berørte elvestrekningen. Videre ble det utført burforsøk med fisk for å studere overleving på de mest forurensede lokalitetene. De biologiske undersøkelsene går over 2-års-perioden 1991-92. Rapporteringen for 1991 i denne fremdriftsrapporten må derfor betraktes som foreløpige. Når materialet for 1992 foreligger vil det samlede materialet bli mer detaljert bearbeidet og vurdert.

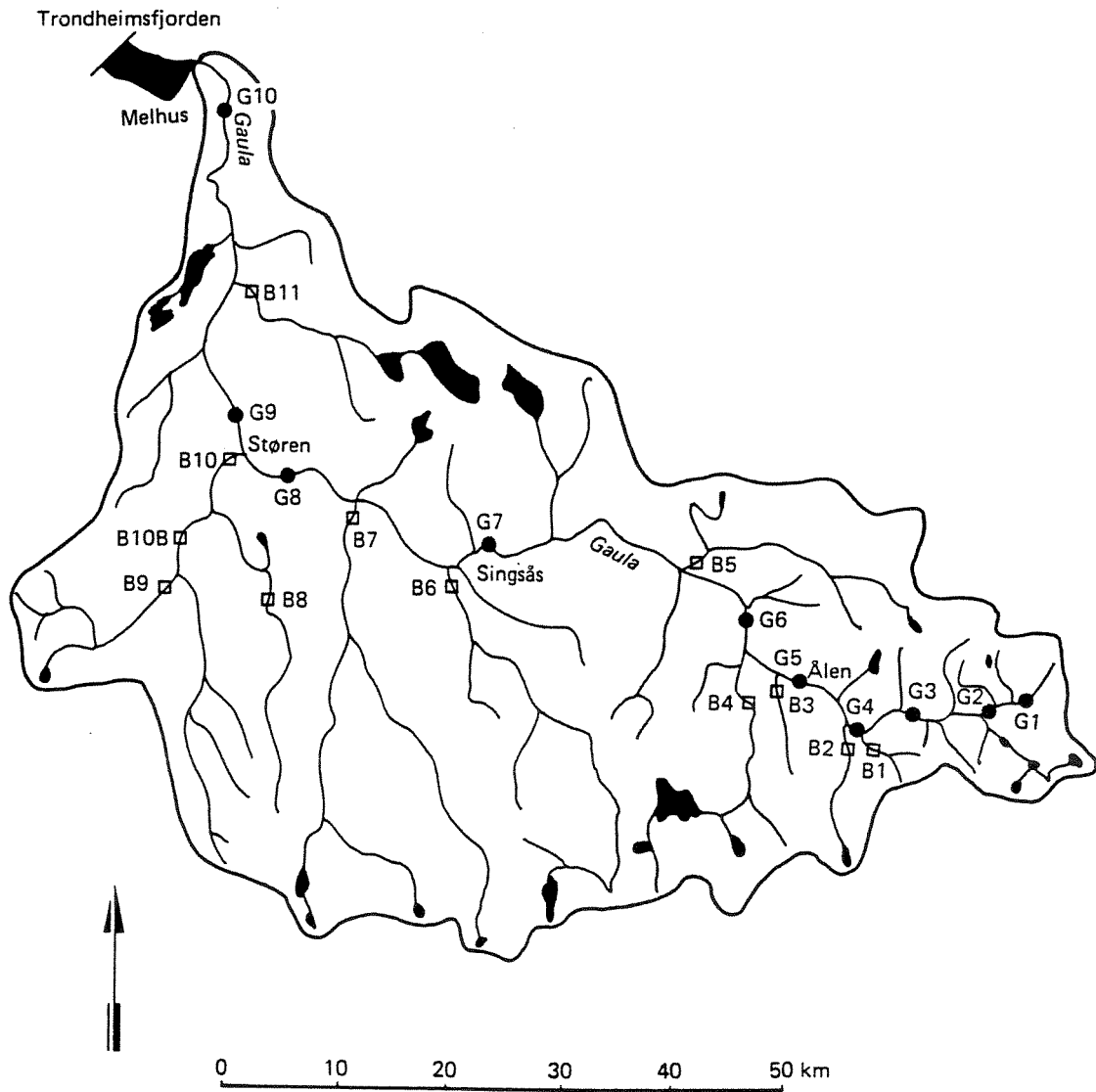
Undersøkelsene er finansiert og administrert av Statens Forurensningstilsyn, SFT.



Figur 2.1. Nedlagte gruver i Gaulas nedbørfelt.



Figur 2.2. De viktigste sidevassdragene til Gaular.



Figur 2.3. Prøvetakingstasjoner i Gaular.

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

3. VANNKJEMI OG TRANSPORTBEREGNINGER.

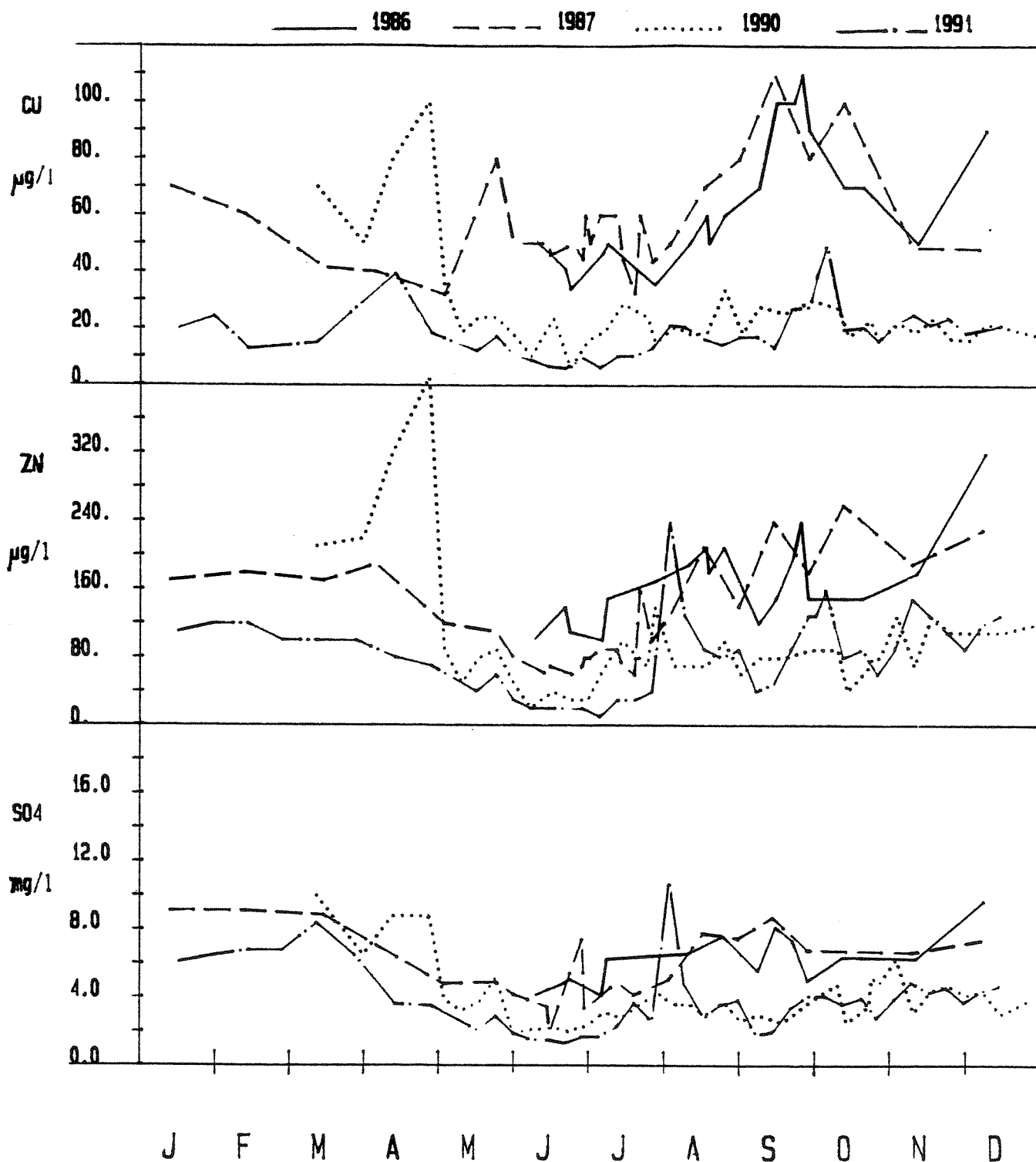
3.1 Vannkjemiske resultater.

Kjemiske analyseresultater er vist i vedlegg. Analyseresultater for kobber sink og sulfat fra stasjon G4 (Reitan) for årene 1986, 1987, 1990 og 1991 er vist i figur 3.1. Tilsvarende figurer for de øvrige stasjonene er vist i bilaget.

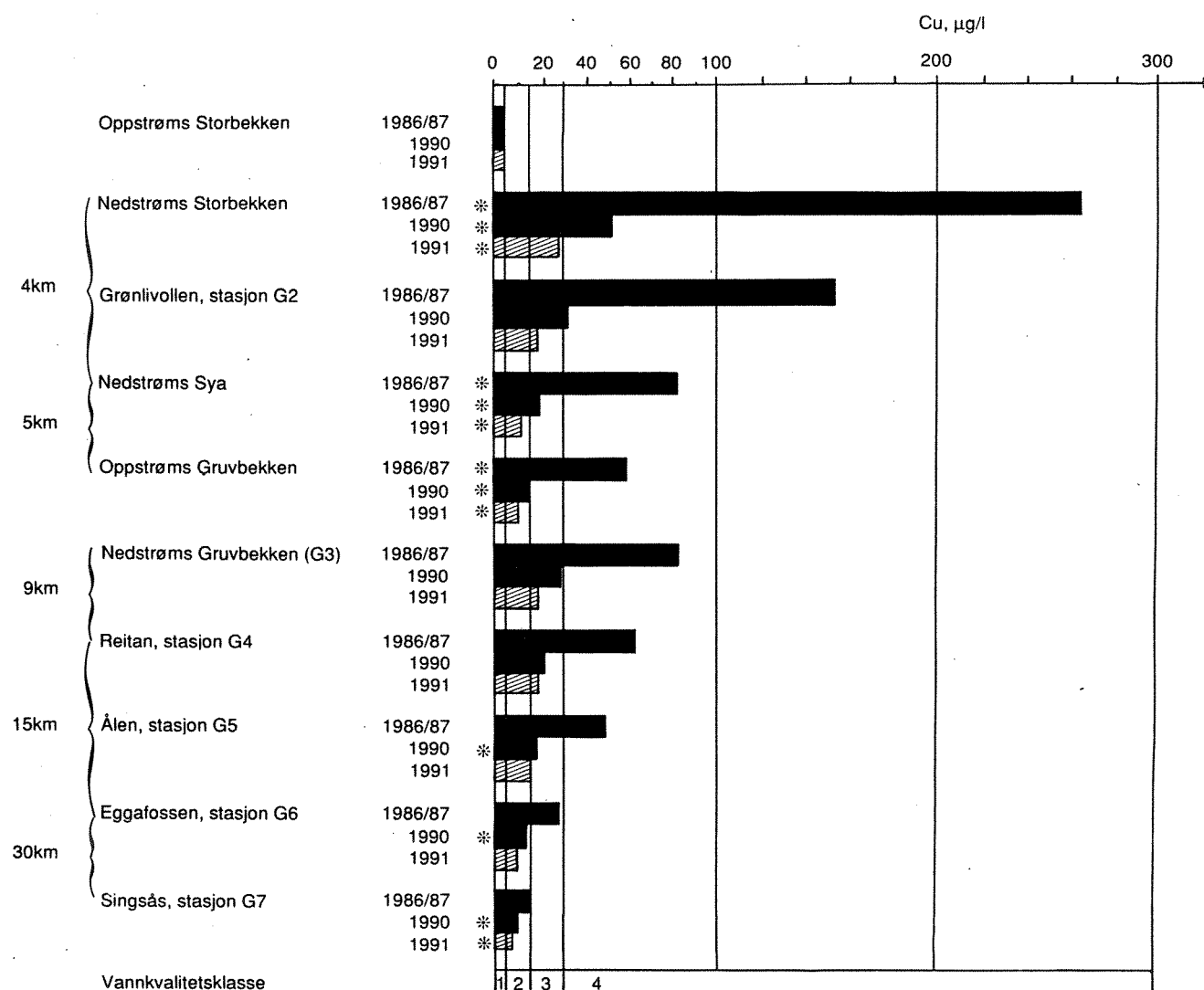
I mars og april 1990 var gruveområdene fremdeles preget av anleggsvirksomhet, noe som medførte høye tungmetallkonsentrasjoner i Gaula. I 1991 var denne effekten vesentlig redusert. Eksempelvis var den registrerte maksimalkonsentrasjonen av kobber ved Reitan (G4) våren 1991 40 µg/l mot 100 µg/l i 1990.

Figur 3.2 viser middelkonsentrasjoner av kobber på 10 steder i øvre Gaula fra oppstrøms Storbekken og ned til Singsås. 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. Nedstrøms Storbekken var reduksjonen i 1991 nær 90 % sammenlignet med 1986/87. I 1991 var middelverdien for kobber lavere enn 30 µg/l på alle stasjonene i hovedvassdraget. Fra nedstrøms Sya til Grubekken og fra Ålen og nedover var middelverdien av kobber i 1991 under 15 µg/l. Her må man kunne forvente at livet i elva i stor grad blir reetablert. Ut fra tidligere erfaringsmateriale kan man regne med at det er gode muligheter for at fisk kan etablere seg ved kobberkonsentrasjoner fra ca 20 µg/l og lavere. Burforsøkene (se kapittel 6) tyder imidlertid på at det kan være spesielle forhold rett nedstrøms der det sure metallholdige vannet fra gruvebekkene blandes inn i hovedelva. Her skjer utfelling av tungmetallene, og dette kan gi større giftighet for fisk enn tilsvarende tungmetallkonsentrasjoner under stabile kjemiske forhold.

GAULA st.G4 Reitan



Figur 3.1. Konsentrasjoner av kobber, sink og sulfat i Gaula ved Reitan for årene 1986, 1987, 1990 og 1991.



Figur 3.2. Middelverdier av kobberkonsentrasjoner i øvre deler av Gaula for perioden juni t.o.m. desember i 1986/87, 1990 og 1991.

Verdier merket med stjerne (*) er beregnet ut fra teoretisk fortykning fra stasjoner med målte verdier. For bakgrunns-stasjonen oppstrøms Storbekken (G1) er det regnet med uendrede forhold etter 1986/87. Lengden på elvestrekninger er angitt. Vannkvalitetsklassene er etter SFT 1989.

Konsentrasjonene av sink er også redusert, men i noe mindre grad enn kobber. Ved Reitan (st. G4) var midlere vannføringsveiet sinkkonsentrasjon redusert med 62% fra 1986/87 til 1991, mens kobberkonsentrasjonen var redusert med 75%. Hovedårsaken til dette er at avrenningen fra Kjølvi, som har hatt den største reduksjonen i kobberavrenning, aldri har bidratt til sinkforurensningen. Fremdeles er det imidlertid kobberkonsentrasjonene som er mest avgjørende for giftvirkningene i vassdraget.

Stikkprøvene av Skuru, som drenerer avrenning fra nye Killingdal gruver, viste at elva var sterkt forurensset av kobber og sink. I oktober 1991 ble det målt konsentrasjoner av kobber opp til 130 µg/l, og konsentrasjoner av sink opp til 340 µg/l. Skuru representerer ca 10% av Gaulas nedbørfelt ved Reitan. Den relative betydningen av tilførslene via Skuru har økt nå som de øvrige tilførslene er sterkt redusert og konsentrasjonene av tungmetaller ligger rundt grensen for hva fisk og bunndyr kan tåle.

Tabell 3.1 viser en beregning av de enkelte kildenes bidrag til kobber konsentrasjonen ved Reitan (st. G4) i 1986/87 og 1990. 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).

Utslippskilde	Kobber, µg/l ved G4		
	1986/87	1990	1991
Kjøli via Storbekken	38	7	4
Killingdal via Gruvbekken	23	10	7
Killingdal via Skuru	4	4	6
Samlet bidrag fra gruvene	65	21	17
Bakgrunn	4	4	4
Beregnet konsentrasjon, G4:	69	25	21
Målt konsentrasjon, G4:	62	21	18

Det er en rimelig god overensstemmelse mellom beregnede og målte konsentrasjoner ved G4. Årsaken til at de beregnede konsentrasjonene er noe høyere enn de målte kan være at metallutfellingene i elva reduserer bidragene fra de ovenforliggende stasjonene mer enn fortyningen skulle tilsi. En annen årsak kan være at avrenningen fra ulike delområder ikke nødvendigvis er helt proporsjonal med arealet. Det kan også tenkes at estimatet for bakgrunnskonsentrasjonen av kobber er litt for høyt. Overensstemmelsen mellom beregnet og målt middelkonsentrasjon ved Reitan er allikevel god nok til at beregnede bidrag fra de ulike kildene skulle gi et rimelig godt estimat. Beregningene for 1991 tyder på at Kjøli gruver bidro til ca 1/4 av kobberforurensningen ved Reitan, mens de øvrige 3/4 fordelte seg temmelig likt mellom de 2 kildene fra Killingdal gruver.

Reduksjonene i konsentrasjonene av kobber fra 1986/87 til 1990 og 1991 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.

Våren 1990 var konsentrasjonene av kobber og sink i Gaula omtrent like høye som før tiltakene ble satt i verk. Fra midten av mai ble konsentrasjonene vesentlig lavere, noe som vedvarte resten av året. De høye konsentrasjonene på våren var trolig forårsaket av anleggsvirksomhet ved gruvene. For å bedømme effekten av de tekniske tiltak på tungmetalltransporten i Gaula, har vi derfor funnet det riktig å sammenligne transporten fra juni 1990 og ut året med tilsvarende perioder i 1986, 1987 og 1991. Transportverdier for hele år er også beregnet (tabell 3.2). Transportberegningene er utført for stasjon G4, Reitan. Denne stasjonen fanger opp de samlede utslipp fra Kjøli og Killingdal gruver. Vannføringsdata for Reitan (Killingdal vannmerke) i 1990 og 1991 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 hydrologisk avdeling, NVE.

Tabell 3.2. Transportverdier av kobber, sink og sulfat ved Reitan (St.G4) i 1986, 1987, 1990 og 1991.

Verdier for perioden juni - desember, samt årlige transportverdier fra juni 1986 - mai 1987 og januar - desember 1987, 1990 og 1991 er vist.

Periode	Transport i tonn			Summert vannføring 10 ⁶ m ³
	| kobber |	sink |	sulfat |	
juni - desember 1986	7.4	17	660	108
juni - desember 1987	12	23	1002	190
juni - desember 1990	2.4	7.7	344	120
juni - desember 1991	2.2	7.9	376	154
<hr/>				
juni 1986 - mai 1987	12	27	1075	189
jan. 1987 - des.1987	16	33	1414	272
jan. 1990 - des.1990	6.9	23	889	219
jan. 1991 - des.1991	3.3	11	560	211

Transporten av kobber i perioden juni - desember ble i 1991 redusert med ca10% i forhold til 1990. Dette til tross for at vannføringen i denne perioden var høyere i 1991 enn i 1990. Transporten av sink og sulfat gikk litt opp grunnet høyere vannføring. Det fremgår av tabellen at transportverdiene er sterkt influert av vannføringen. På årsbasis ble transportverdiene av kobber og sink mer enn halvert fra 1990 til 1991. På årsbasis var vannføringene tilnærmet like i 1990 og 1991. De høye konsentrasjonene av kobber og sink våren 1990 er sterkt medvirkende til reduksjonen i 1991.

Konsentrasjonene av kobber er mindre påvirket av vannføringen enn transportverdiene. Vannføringsveide middelerverdier for kobber i var 63 µg/l i 1986/87, 20 µg/l i 1990 og 16 µg/l i 1991. Fordi transportverdiene vil 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. Siden den akkumulerte vannføringen i 1991 og 1986/87 var temmelig like (211 og $189 \cdot 10^6$ m³) ble også de prosentvise reduksjonene av middelkonsentrasjonen og transportverdien for kobber i denne perioden tilnærmet like (til hhv 75 og 73%).

Hvis man legger til grunn den prosentvise fordelingen mellom kildene som ble beregnet i kapittel 3.1 og trekker fra en beregnet bakgrunnstransport på ca 0.8 tonn fra transportverdien for kobber ved Reitan i 1991 (tabell 3.2), blir bidraget fra Kjøløli ca 0.6 tonn og fra gamle og nye Killingdal gruver ca 1 tonn fra hver. Verdien for Kjøløli gruver er i god overensstemmelse med direkte transportmålinger for kobber i gruveområdet på 0.7 tonn i 1991 (Iversen 1992)

Når man tar hensyn til de usikkerheter som er knyttet til naturgitte variasjoner og beregningsmetoder synes det rimelig å konkludere med at de tekniske tiltakene i gruveområdene hittil har redusert forurensningen av kobber med ca 75% og sink med ca 64%. Tiltakene har vært mest effektive ved Kjøløli gruver. Ved Killingdal gruver ser det ut til å være behov for supplerende tiltak for å redusere avrenningen av tungmetaller.

4. BEGROING

4.1 Materiale og metoder.

Ved en befarung i hovedvassdraget 21.sept 1991 ble det samlet begroingsprøver på 7 stasjoner, G1 til G7. Etter en periode med mye nedbør og svært høy vannføring, sank vannføringen raskt og prøvetakingsforholdene var gode.

Metodikk for innsamling og bearbeiding av begroing er beskrevet i en tidligere rapport om Gaula (Traaen et al. 1989). I hovedsak gjøres en kvalitativ kartlegging av begroingssamfunnet. I felt vurderes hvor stor del av elveleiet som er dekket av de ulike begroingsorganismer (dekningsgrad). I laboratoriet analyseres prøvene i mikroskop, organismene artsbestemmes og mengden av de ulike begroingselementer angis.

4.2 Foreløpige resultater

Deler av begroingsmaterialet er gjennomarbeidet. Foreløpige resultater er gjengitt i tabell 4.1 og 4.2. Tabell 4.1 viser forekomsten av begroingsorganismer på stasjonene 1, 2, 5 og 6. For å vurdere utviklingen i vassdraget er begroingsobservasjonene fra de samme lokaliteter i 1986-87 tatt med i tabellen. Fordi prøvene fra stasjon G3, G4, og G7 ikke er fullstendig gjennomarbeidet er resultatene ikke tatt med i tabellen. Materialet er imidlertid undersøkt såvidt grundig at det har vært mulig å få et inntrykk av tilstanden også på disse stasjonene. Tabell 4.2 viser frekvensen av ulike kiselalgearter på stasjon 1 og 2.

G1 (referansestasjonen oppstrøms Storbekken)

Begroingssamfunnet på referansestasjonen øverst i vassdraget ga samme visuelle inntrykk som i 1986-87 og bestod stort sett av de samme organismer som dengang. Dette samfunnet er karakteristisk for en nøytral lite forurenset lokalitet.

Strekningen G2 til G4 (nedstrøms Storbekken til Reitan)

På stasjonene G2 (nedstrøms Storbekken), G3 (nedstrøms Grubekken) og G4 (Reitan/Killingdal) ble det registrert endringer i begroingssamfunnet siden 1986-87. Det røde okerslammet som tidligere dekket elveleiet, var betydelig redusert. Dette elveavsnittet bærer imidlertid fremdeles noe preg av okerutfellinger. Mosen *Blindia acuta* var i ferd med å etablere seg på alle tre stasjoner. Foreløpig ble det kun observert små kortvokste eksemplarer. Dersom tungmetallkonsentrasjonen fortsetter å være på det nåværende lave nivå, kan man vente at *Blindia* vil etableres med eksemplarer av normal størrelse i løpet av vekstperioden 1992. *Blindia* har vist seg å tåle noe forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller, bl.a. av kobber i Orkla (Grande & Romstad 1989). Orkla har lenge vært påvirket av gammel gruvedrift og har hatt forhøyede konsentrasjoner av kobber og sink. Etter at tiltak for å redusere tungmetallpåvirkningen ble satt i verk på midten av 80-tallet, etablerte *Blindia* seg i nedre deler av hovedvassdraget der kobberkonsentrasjonene ble redusert fra ca 75 til ca 25 µg/l. I et sidevassdrag til Orkla er mosen *Blindia* en av de få begroingsorganismene som trives. Her er kobberkonsentrasjonen ca 50 µg/l i sommerhalvåret.

Selv om det var lite annen synlig begroing i denne del av vassdraget., viste en gjennomgang av prøvematerialet fra denne elvestrekningen , at det også er i ferd med å etableres noe trådformede blågrønnalger og noe kiselalger. Artssammensetningen tilsier at det i alt vesentlig dreier seg om arter som tåler moderat forhøyede tungmetallkonsentrasjoner. En gjennomgang av kiselalgesamfunnet viste redusert mangfold på st. G2 (nedstrøms Storbekken) i forhold til st. G1 (oppstrøms Storbekken), se tabell 4.2. På st. G3 (nedstrøms Grubbekken) er blågrønnalgen *Scytonematopsis starmachii* i ferd med å etablere seg. Denne er bl.a. registrert på noe metallpåvirkede lokaliteter i Storelva ved Sauda, forøvrig vokser *Scytonematopsis* på næringsfattige noe sure lokaliteter (Lindstrøm 1992).

Strekningen G5 til G7 (Ålen til Singsås)

På stasjonene G5 (Ålen), G6 (Eggafossen) og G 7 (Singsås) var det visuelle inntrykk av begroingen omlag som i 1986-87. På st.G5 var fremdeles all stein over en viss størrelse dekket av et mørkt belegg vesentlig bestående av blågrønnalgen *Chamaesiphon fuscus*. Denne algen ser også ut til å tåle forhøyede tungmetallkonsentrasjoner og har bl.a. stor forekomst i et sidevassdrag til Orkla der kobberkonsentrasjonen er ca 50 µg/l (Grande & Romstad 1989). Et markert innslag i begroingen av oker og jern/mangan-oksyderende bakterier var nesten forsvunnet siden 1986-87. Et innslag av grønnalgen *Microspora amoena* var nytt, det samme gjaldt en viss forekomst av bakterier som lever av lett nedbrytbart organisk materiale, bl.a. *Sphaerotilus natans*. Dette indikerer at lokaliteten tilføres moderate mengder av næringssalter og organisk materiale. Dette behøver ikke nødvendigvis skyldes økte tilførsler av næringssalter. Reduksjoner i tungmetalltilførslene kan ha bidratt til at næringskrevende (forurensningsindikerende) organismer, som tidligere var hemmet av de høye tungmetallkonsentrasjonene, nå klarer å etablere seg i området. Forøvrig var begroingssamfunnet noe artsfattig på st.G5 (Ålen).

På st.G6 (Eggafossen) var begroingssamfunnet tilsynelatende normalt , det var imidlertid noe artsfattig og bestod som tidligere vesentlig av metalltolerante organismer. På st.G7 (Singsås) var begroingssamfunnet i store trekk som i 1986-87, det ga i alle henseende inntrykk av å vokse på en lite forurensningspåvirket lokalitet.

4.3 Sammenfattende kommentarer.

De foreløpige resultater av begroingsundersøkelsen i Gaula i 1991 tilsier at forholdene på referansestasjonen G1 (oppstrøms Storbekken) var omlag som i 1986-87. På strekningen nedstrøms Storbekken til og med Reitan (G2, G3, G4) er det markerte okerbelegget som tidligere dekket elveleiet i ferd med å forsvinne. Elva har fremdeles noe rødlig preg. Metalltolerante begroingsorganismer er i ferd med å etablere seg, viktigst i denne forbindelse er mosen *Blindia acuta*. I avtakende grad bærer begroingssamfunnet fra innløpet av Storbekken til nedstrøms Eggafossen fremdeles preg av å være tungmetallpåvirket. Dette kan dels skyldes at normaliseringsprosessen tar noe tid. Det kan også skyldes at metallinnholdet fremdeles er så høyt at det innvirker på begroingssamfunnet. En liten forekomst av bakterier og næringskrevende alger nedstrøms Ålen (G5) er ikke registrert tidligere. Dette kan muligens skyldes at tungmetallkonsentrasjonene nå er så lave at det ikke lenger hindrer denne type organismer i å etablere seg.

Tabell 4.1. forts.

Organismer (latinske navn)	St. --->	G01			G2			G5			G6		
	År --->	86	87	91	86	87	91	86	91	86	87	91	
	Mnd. --->	Aug	Sep	Sep	Aug	Sep	Sep	Aug	Sep	Aug	Sep	Sep	
Spirogyra spp.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.
Spondylosium planum	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stigeochlonium spp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	.
Uidentifisert, Chaetophoraceae	.	.	.	.	*	.	***	.	.	.	.	.
Ulothrix subtilis	.	.	.	.	***	***	.	1	1	.	**	**
Zygnema b (22-25u)	2	3	3	3	.	.	*	.	.	2	2	1	
A R T S A N T A L L , GRØNNALGER	11	10	9	10	3	1	7	2	3	6	7	4	
KISELALGER (Bacillariophyceae)													
Achnanthes minutissima	.	**	**	**	.	.	.	**	**	**	.	*	
Anomooneis vitrea	.	.	.	.	.	.	.	.	**	.	.	**
Ceratoneis arcus	.	.	**	.	.	.	.	.	.	.	*	.
Cymbella affinis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*
Cymbella spp.	.	.	**	**	.	.	.	.	.	.	.	*
Cymbella ventricosa	.	.	.	.	.	.	.	.	**	.	.	*
Diatoma hiemale var mesodon	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*
Didymosphenia geminata	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eucocconeis lapponica	.	**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Frustulia rhomboides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*
Gomphonema angustatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*
Synedra rumpens	.	.	.	.	.	.	.	**	.	.	.	**
Synedra ulna	.	**	*	*	.	.	.	.	.	.	.	*
Tabellaria flocculosa	.	.	**	***	.	.	**	.	.	*	.	*	
Uidentifiserte pennate	.	***	**	.	.	.	.	**	.	**	.	.
A R T S A N T A L L , KISELALGER	1	5	6	4	.	.	1	1	3	4	1	3	
MOSER (Bryophyta)													
Blindia acuta	3	2	3	3	.	.	1	.	.	.	.	.
Fontinalis antipyretica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Hygrohypnum ochraceum	.	.	.	.	.	.	.	1	**	2	1	2
Scapania spp.	.	.	.	.	.	.	**	.	.	1	.	.
Schistidium alpicola var rivulare	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Uidentifiserte bladmoser	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Uidentifiserte levermoser	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	3
A R T S A N T A L L , MOSER	1	1	3	2	.	.	2	2	1	2	3	3	
NEDBRYTERE (Saprophyta)													
Bakterier, aggregater	.	.	.	1	.	.	.	.	**	**	***	**
Bakterier, staver i vannfasen	.	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.
Bakterier, trådformede	.	.	.	.	.	.	.	.	**	**	.	*
Ciliater, uidentifiserte	.	.	.	.	.	.	.	**	.	*	*	*
Flagellater, fargeløse	*	*	.	.	.	.	.	*	.	*	*	*
Jern/mangan bakterier, aggregater	***	***	***	**	5	5	2	1	***	.	**	*	
Jern/mangan bakterier, staver	.	.	.	.	***	***	1	**	**	.	.	*
Jern/mangan bakterier, trådformede	*	.	.	.	***	***	2	**	**	.	**	**	
Sopp, sporer uidentifiserte	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.
Sphaerotilus natans	.	.	.	.	.	.	.	.	**	.	.	.
A R T S A N T A L L , NEDBRYTERE	3	2	1	2	3	3	3	6	4	5	6	5	

Tabell 4.2. Frekvensen av ulike kiselalgearter på stasjonene G1 og G2 i Gaula.

Mengde er angitt som % forekomst i prøven (frekvens).

Tabellen omfatter følgende DATO og STASJON(er)

21.09.91

G01 Oppst. Storbk. Kjøli , G2 Gruvbk. Killingdal

Organismer (latinske navn)	St. --->	G01	G2
KISELALGER (Bacillariophyceae)			
<i>Achnanthes kryophila</i>		1.3	0.6
<i>Achnanthes linearis</i>		6.4	0.6
<i>Achnanthes linearis</i> var <i>pusilla</i>		1.7	.
<i>Achnanthes minutissima</i>		50.8	14.9
<i>Anomoeoneis brachysira</i>		0.4	.
<i>Anomoeoneis vitrea</i>		3.4	66.9
<i>Cymbella affinis</i>		3.0	1.7
<i>Cymbella cesatii</i>		1.3	.
<i>Cymbella delicatula</i>		3.4	.
<i>Cymbella lanceolata</i>		0.8	.
<i>Cymbella microcephala</i>		3.0	.
<i>Cymbella</i> spp.		1.3	.
<i>Cymbella ventricosa</i>		0.4	.
<i>Diatoma vulgare</i>		0.4	.
<i>Eucocconeis flexella</i>		0.4	.
<i>Eunotia</i> spp.		1.3	0.6
<i>Fragilaria</i> spp.		3.8	2.9
<i>Fragilaria vaucheria</i>	?	.	3.4
<i>Frustulia rhomboides</i>		0.4	.
<i>Gomphonema longipes</i> var <i>montana</i>		0.4	.
<i>Gomphonema</i> spp.		1.7	.
<i>Melosira</i> spp.		0.8	.
<i>Navicula</i> spp.		2.1	.
<i>Nitzschia</i> spp.		.	0.6
<i>Pinnularia mesolepta</i>		.	0.6
<i>Synedra rumpens</i>		2.1	0.6
<i>Synedra</i> spp.		.	2.3
<i>Synedra ulna</i>		0.8	.
<i>Tabellaria flocculosa</i>		7.2	4.0
Uidentifiserte pennate		1.7	0.6

5. BUNNDYR

Prosjektet er en oppfølging av tiltaksorientert overvåking av Gaula i 1986-1987. Siden den gang er flere praktiske tiltak gjennomført for å redusere tungmetallforurensningen i de øvre deler av Gaula. Kjemiske analyser viser at nivåene av kobber og sink er sterkt redusert. Formålet med denne undersøkelsen er å kartlegge effekten av disse reduksjonene på bunnfaunaen i de mest belastede områdene.

5.1 Materiale og metoder.

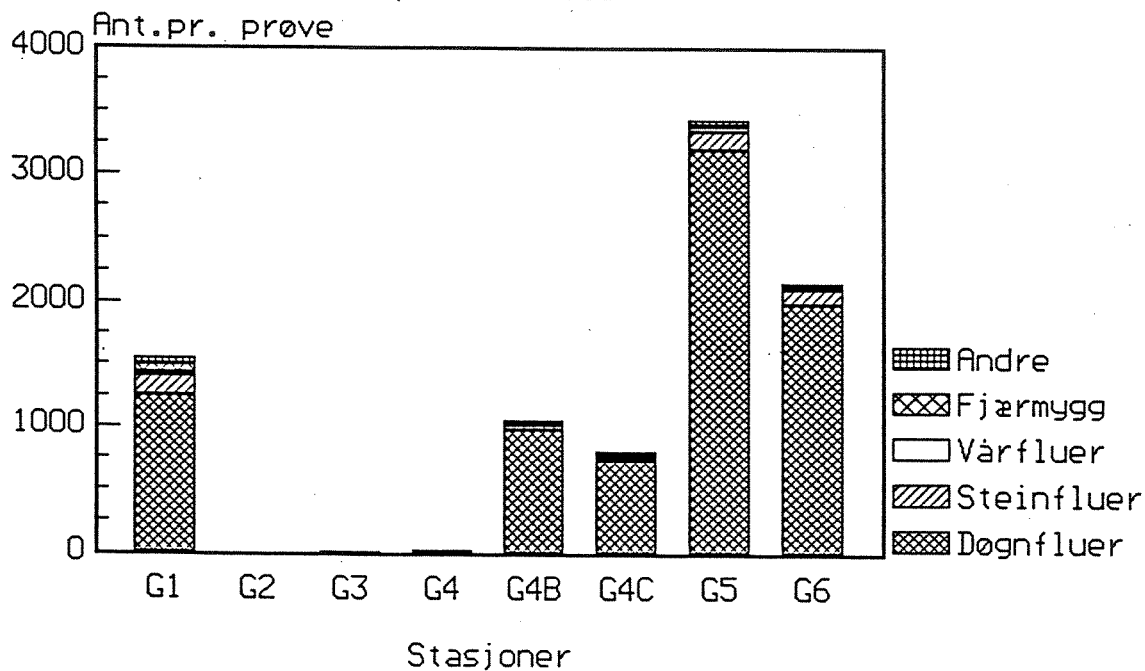
I 1991 ble det tatt prøver i september på de samme stasjonene som i 1986/87 fra oppstrøms Storbekken (G1) helt ned til Eggafossen (G6). Det ble opprettet en ny stasjon (G2B) mellom Storbekken og Grubbekken for undersøke hvilke av de 2 forurensningskildene som nå har størst negativ effekt på bunnfaunaen. Det ble tatt en 5-minutters roteprøve (R5) på hver stasjon og prøvene ble fiksert på etanol. Prøvene ble tatt med til laboratoriet for sortering til gruppe. Døgn-, stein- og vårfluene blir artsbestemt for rapportering sammen med materialet fra 1992. Fra juli 1990 til juli 1991 er det dessuten tatt prøver på de samme stasjonene (foruten B2B) med 3-4 ukers intervall som del av en cand. scient.-oppgave. Det ble her tatt en 1-minutts roteprøve (R1) pr. stasjon.

5.2 Foreløpige resultater.

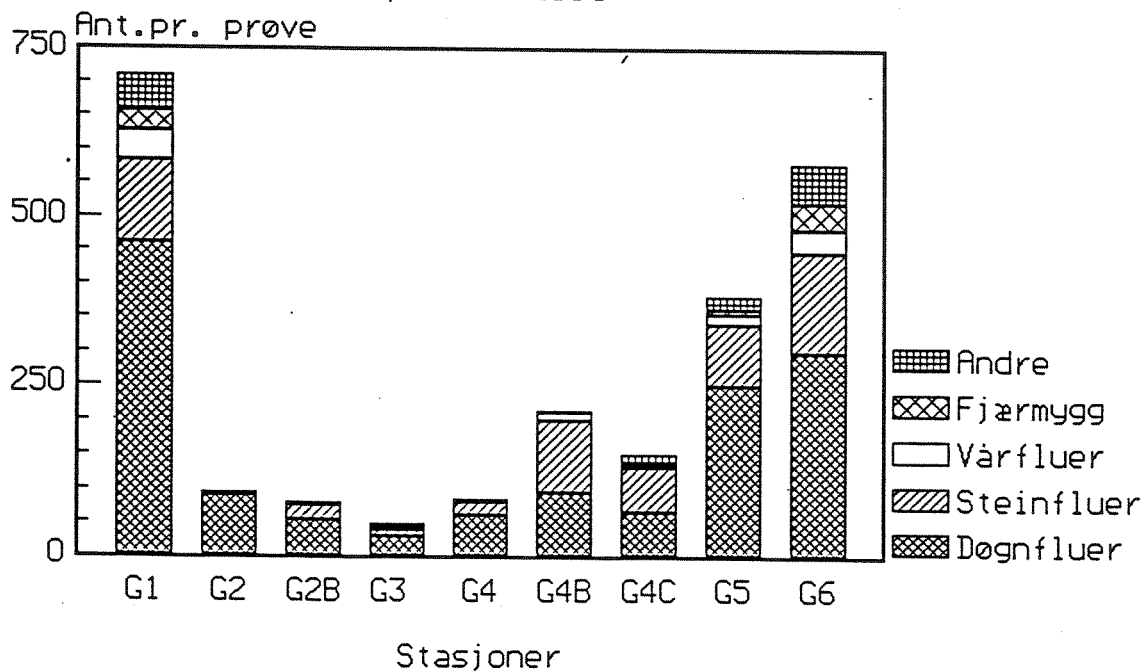
De foreløpige resultatene viser store forandringer, spesielt på stasjonene G2, G3 og G4, i forhold til resultatene fra tidligere undersøkelser (fig.5.1). Betegnelsen "død" elv kan ikke lenger brukes om dette området. Flere arter døgn-, stein- og vårfluer lever på disse stasjonene i korte eller lengre tidsrom i tillegg til fjærmygg og vannmidd. Mengdene er imidlertid fortsatt små, men bunndyrsamfunnet er i en typisk reetableringsfase. Antall dyr var gjennomgående lavere i 1991 enn i 1986, noe som kan skyldes høy vannføring under prøvetakingen i 1991. R1-prøvene viser variasjoner fra dato til dato, noe som kan skyldes variasjoner både i vannføring og tungmetallkonsentrasjoner.

Prosjektet vil bli fulgt opp med ny prøvetakingsrunde våren/forsommeren 1992. Dette er viktig for å klarlegge virkningen av svingninger i tungmetallkonsentrasjonene på de ulike bunndyrgruppene/-artene. Videre vil materialet fra høsten 1991 og våren 1992 bli detaljert bearbeidet på samme måte som i 1986/87 for å kunne sammenligne utviklingen på artsnivå.

Bunndyrmengder (antall pr.R5-prøve) og faunasammensetning i øvre Gaula, september 1986



Bunndyrmengder (antall pr.R5-prøve) og faunasammensetning i øvre Gaula, september 1991



Figur 5.1 Mengder og sammensetning av bunndyr i øvre deler av Gaula i 1986 og 1991

6. FISK. BURFORSØK I ELVA

6.1 Materiale og metoder.

Burforsøkene med fisk i Gaula i 1991 ble i hovedsaken gjennomført på samme måte som i 1987 (Traaen og medarb. 1988). Forsøkene foregikk i periodene 6-28/8 og 19/9-20/10. Det ble benyttet kasser av PVC-plast (35x36x50 cm) med åpninger av perforerte plater i sidekantene for vanngjennomstrømning. Kassene ble satt på bunnen ved stranden på egnede lokaliteter i øvre del av Gaula (G1-G4). Som forsøksfisk ble benyttet villfisk av ørret fanget med elektrisk fiskeapparat i Gaula ved G1. Fisken var et år (1+) eller eldre og i størrelser på ca 6-12 cm. I hvert bur ble det plassert opp til 8 fisk. Under forsøkene ble fisken observert daglig eller med noen få dagers mellomrom. Eventuell død fisk ble tatt ut og notert. Det ble ført journal over dødelighet og vanntemperatur samt gjort notater om spesielle forhold som vannføring, flytting av bur etc.

6.2 Resultater

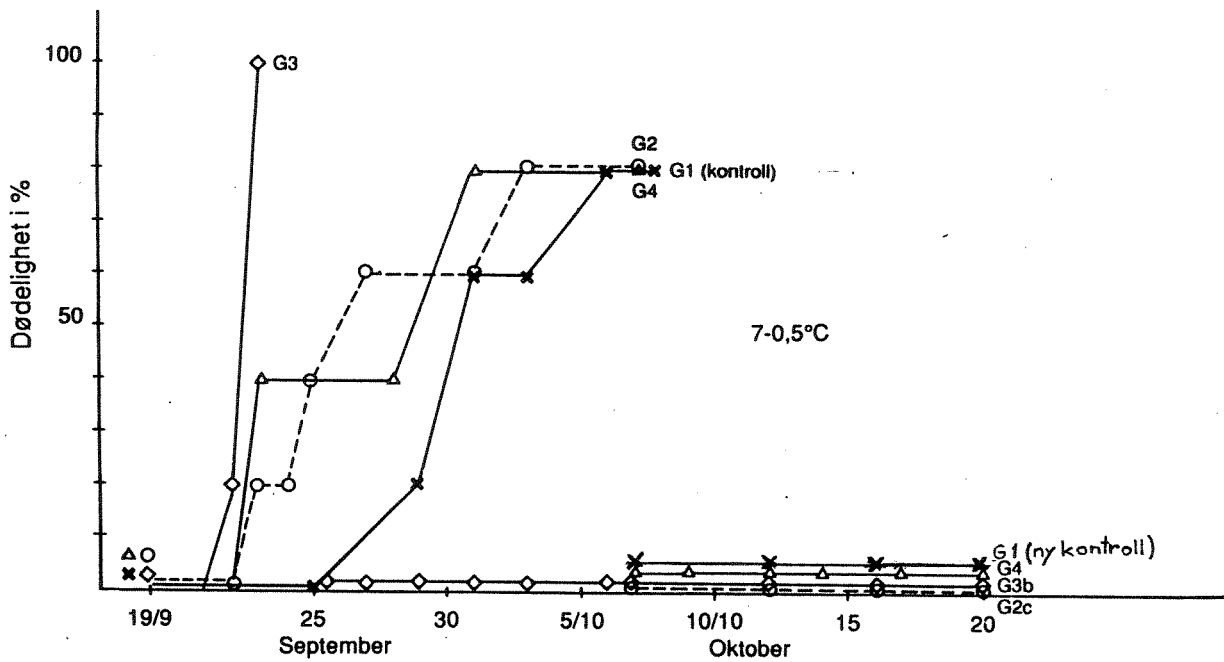
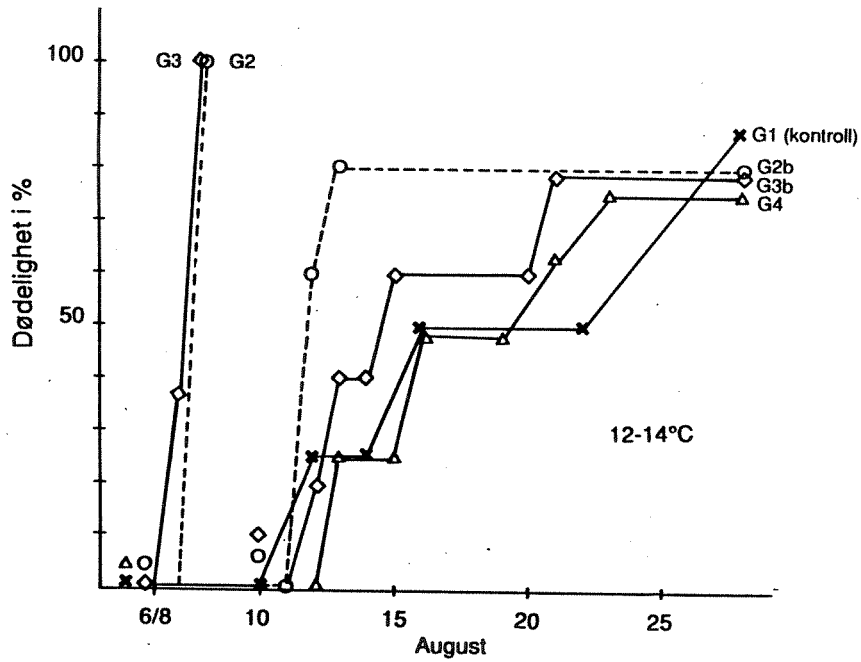
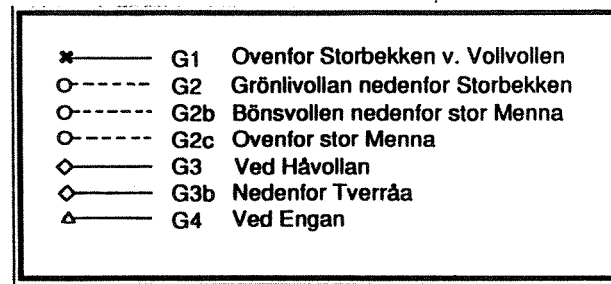
Forsøksresultatene er fremstilt i fig. 6.1, og tabell 6.1 i vedlegget. Resultatene viser at det i den første forsøksperioden og deler av den siste oppsto høy dødelighet også i kontrollene. Ved G1, ovenfor gruvetilløpene, var det bare en levende fisk av åtte igjen etter de 22 dagene forsøket varte. I andre periode døde 4 av 5 fisk fra 19/9-6/10. 7/10 ble det satt ut 4 nye fisk. Samtlige 5 fisk overlevde i tiden 7-20/10. Denne høye dødeligheten i kontrollene vanskeliggjør tolkningen av resultatene fra de øvrige lokalitetene. Normalt må en forkaste resultater fra forsøk med så høy dødelighet i referansegruppen - 10% er regnet som det maksimalt akseptable i slike forsøk. Med alle forbehold skal det likevel trekkes noen slutninger.

Det er helt klart at dødeligheten på flere stasjoner var vesentlig redusert i forhold til 1987. Ved G2B, G3 og G4 døde all fisken i løpet av 1-2 døgn i forsøkene dengang. I 1991 overlevde en eller flere fisk i 3-4 uker på G4. Ved G2B overlevde også en fisk av 5 i 17 dager (20%). Den høyeste dødeligheten inntraff ved G3 hvor fisken var død i løpet av 2-4 døgn i begge periodene. Giftigheten overfor fisk av elvevannet i øvre Gaula hadde altså avtatt betydelig siden 1987.

Av samtlige testede lokaliteter er det bare G3 som hadde signifikant høyere total dødelighet enn kontrollen i begge perioder. På G2 var det en signifikant forskjell i forhold til kontrollen i første periode, mens dette ikke var tilfelle i annen. Fisken døde noe tidligere på G2 enn på G1 hvilket tyder på en gifteffekt. Ved G2B, G3B og G4 skilte den totale dødeligheten seg lite ut fra kontrollen, men også her var det en tendens til tidligere dødelighet.

Det ble tatt vannprøver for kobber- og sinkanalyser på de enkelte lokaliteter under forsøksperiodene. Resultatene av disse fremgår av tabell 6.2 i vedlegget..

På stasjon G1 lå verdiene for kobber omkring 1 µg/l - ved en anledning i annen periode på 6.9 µg/l. På disse lave nivåene må en regne med en viss usikkerhet i analyseresultatene. Det skulle ikke være noen grunn til å mistenke at metallforurensning er årsak til dødeligheten her. Forsøksfisken var også innsamlet på denne lokaliteten.



Figur 6.1 Dødelighet av ørret i burforsøk, Gaula 1991.

Ved G2 var kobberverdiene ca 30 µg/l i første periode og varierte mellom 11 og 19 µg/l i annen. 30 µg/l burde ikke resultere i akutt dødelighet i løpet av 1-2 døgn og sannsynligvis er årsaken at det ikke er oppnådd kjemisk likevekt for endel stoffer etter utblanding av vann fra Storbekken med Gaula. Det er sannsynlig at giftigheten av f.eks. jern, aluminium, kobber, sink etc. er større i utfellingssonene nær samløpet enn lenger ned (Traaen og medarb. 1988). Det samme resonnement kan gjøres for lokaliteten G3 hvor kobberkonsentrasjonene lå omkring 20 µg/l i begge perioder. Her kommer også sink i tillegg med verdier fra 50-110 µg/l. Heller ikke dette er konsentrasjoner som burde gi akutt dødelighet i løpet av 2-4 døgn. Erfaringen fra Gaula og andre gruveforurensede vassdrag i Norge tyder på at konsentrasjoner av kobber under ca 20 µg/l har små eller ingen direkte negative effekter overfor fisk (Grande, 1991). Ved G4, hvor konsentrasjonen var like høye og i perioder også høyere (30 µg Cu/l og 130 µg Zn/l), skilte dødeligheten seg lite ut fra kontrollen og var vesentlig forskjellig fra den på G3. I 1987 var konsentrasjonene av kobber og sink ved Eggafossen gjennomgående høyere enn ved G4 i 1991 og det oppsto da ikke dødelighet her. Det var også forekomster av ørret og laks på denne lokaliteten. Konsentrasjonen av disse forsøkene er at vannet i Gaula er betydelig mindre giftig for fisk enn i 1987. Det er imidlertid ennå strekninger nedenfor Storbekken, Grubekken og Skuru hvor vannet ennå - i alle fall i perioder - virker akutt giftig overfor fisk. Dette skyldes sannsynligvis ikke spesielt høye konsentrasjoner av kobber og sink, men at gruvevannet ennå ikke har oppnådd kjemisk likevekt etter innblanding med vannet i Gaula. Det er mulig at det nå etterhvert vil kunne leve noe fisk i Gaula nedenfor Rugla. Det er ikke sannsynlig at negative effekter vil kunne oppstå så langt nede som ved Eidefossen-Eggafossen som er den øvre grense for laksens utbredelse i Gaula i dag.

LITTERATUR

- Grande, M. og R. Romstad 1989: Tiltaksorientert overvåking i Orkla, 1988. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 368/89.
- Grande, M. 1991: Biologiske effekter av gruveindustriens metallforurensninger. NIVA-rapport, O-89103 (l.nr. 2562), 136 s.
- Iversen, E.R. 1992: Måling av avrenning fra Kjøli Gruve. Resultater 1991. Notat. O-81071. NIVA, 4. mai 1992.
- Lindstrøm, E.-A. 1992: Tålegrenser for overflatevann. Fastsittende alger. Programmet Naturens Tålegrenser, Miljøvern-departementet. NIVA-rapport O-90137/E-90440, rapport 2.
- SFT 1989: Vannkvalitetskriterier for ferskvann. Hovedredaktør: Hans Holtan, NIVA. SFT-rapport TA - 630.
- 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.

VEDLEGG

	side
Vannkjemiske analyser	26
Stasjon G2	26
Stasjon G3	27
Stasjon G4	28
Stasjon G5	29
Stasjon G6	30
Stasjon B1, Skuru	31
Tidsplott av konsentrasjoner av Cu, Zn og SO ₄ for stasjonene i Gaula	32
Vannføringskurve	36
Data fra burforsøk med fisk	37

Vannkjemiske analyser, stasjon G2, nedstrøms Storbekken.

Datasev: GAULA Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag.

AR	DATU	PH	K2S	TURB	SULF	CU	ZN
1991	0518	6.74	2.95	1.37	1.7	28.7	5
1991	0526	6.77	3.29	.40	2.6	17.5	5
1991	0602	6.58	2.01	.80	2.3	12.9	5
1991	0609	6.60	1.79	.65	1.6	10.0	5
1991	0616	6.61	1.67	.67	2.1	13.2	5
1991	0623	6.53	1.62	.44	1.8	9.8	5
1991	0630	6.87	1.88	.46	2.7	17.6	5
1991	0707	6.72	1.68	.42	2.6	19.4	5
1991	0714	6.44	1.87	.55	3.2	17.1	5
1991	0721	6.92	2.23	1.50	4.5	26.6	5
1991	0728	7.05	3.05	.35	5.3	25.8	5
1991	0804	6.63	3.34	.50	6.3	30.9	5
1991	0810	7.08	3.59	.44	5.5	31.7	5
1991	0818	7.10	3.39	.38	4.4	24.1	10
1991	0825	7.14	4.47	.60	8.1	28.1	10
1991	0901	7.25	4.46	.30	7.0	18.2	5
1991	0915	6.92	2.22	.72	2.1	8.7	5
1991	0922	7.20	3.43	.37	3.4	19.3	5
1991	0929	6.96	3.42	.40	3.4	16.9	5
1991	1002					12.5	
1991	1006	7.07	3.33	.50	3.1	15.1	10
1991	1013	7.03	3.23	.35	4.1	20.8	5
1991	1021	6.90	3.54	.23	4.0	13.8	5
1991	1027	6.84	2.73	.35	2.5	12.2	10
1991	1103	7.02	4.24	.36	4.5	14.7	5
1991	1110	7.02	4.51	.60	4.0	11.4	5
1991	1117	6.88	4.80	.54	4.2	13.5	10
1991	1124	6.94	3.79	.33	3.0	12.5	5
1991	1201	6.86	3.69	.29	3.3	11.9	5
1991	1208	6.85	4.60	.50	4.9	14.1	5
1991	1215	7.22	5.75	.30	4.8	16.1	5
N. OBS		30	30	30	30	31	30
MEAN		6.891	3.219	0.522	3.833	17.584	5.833
ST. DEV		0.214	1.088	0.284	1.733	6.504	1.895
MIN		6.440	1.620	0.230	1.600	8.700	5.000
MAX		7.250	5.750	1.500	8.300	31.700	10.000

Vannkjemiske analyser, stasjon G3, nedstøms Gruvbekken.

Dataset: GAULA Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag.

AR	DATE	PH	K25	TURB	SULF	CU	ZN
1991	0518	6.72	2.69	.48	2.2	17.6	60
1991	0526	6.85	2.83	.30	2.3	17.2	50
1991	0602	6.66	1.79	.70	1.7	8.2	20
1991	0609	6.65	1.78	.70	1.8	11.9	30
1991	0616	6.66	1.44	.46	1.8	6.5	10
1991	0623	6.63	1.38	.41	1.3	5.6	20
1991	0630	6.72	1.51	.28	1.9	10.4	20
1991	0707	6.65	1.42	.26	1.5	7.1	10
1991	0714	6.62	1.60	.38	2.1	9.9	30
1991	0721	6.83	2.03	.80	3.3	11.0	30
1991	0728	6.83	2.38	.33	2.9	15.2	50
1991	0804	6.82	2.89	.50	4.4	18.6	90
1991	0810	6.98	2.69	.48	3.9	25.0	10
1991	0818	6.92	2.53	.46	3.3	19.1	100
1991	0825	6.97	3.07	.5	3.6	17.2	100
1991	0901	7.09	3.26	.35	4.7	22.2	120
1991	0908	6.83	1.93	1.10	1.8	15.6	40
1991	0915	6.78	1.87	.72	2.1	13.2	50
1991	0922	6.96	2.71	1.20	3.7	27.6	140
1991	0929	6.83	2.93	1.50	4.2	33.3	170
1991	1002					29.1	160
1991	1006	6.74	3.03	1.60	5.1	41.5	240
1991	1013	6.92	2.64	.51	3.4	20.4	100
1991	1021	6.78	2.80	.40	3.2	18.8	110
1991	1027	6.78	2.34	.52	2.7	17.6	70
1991	1103	6.92	3.28	.69	3.3	18.5	110
1991	1110	6.77	3.78	1.50	4.3	27.0	180
1991	1117	6.77	3.80	.74	4.0	22.4	160
1991	1124	6.79	3.32	.65	3.6	26.0	160
1991	1201	6.79	3.22	.59	3.6	22.7	120
1991	1208	6.85	3.51	.70	4.1	22.3	150
1991	1215	6.94	4.10	.59	4.6	28.6	170
N. OBS		31	31	31	31	32	32
MEAN		6.808	2.600	0.658	3.110	18.984	90.000
ST. DEV		0.116	0.767	0.361	1.078	8.253	62.321
MIN		6.620	1.380	0.260	1.300	5.600	10.000
MAX		7.090	4.100	1.600	5.100	41.500	240.000

Vannkjemiske analyser, stasjon G4, Reitan.

Dataset: GAULA Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag.

AR	DATO	PH	K25	TURB	SULF	CU	ZN
1991	0116	7.33	5.73	.30	6.1	20.2	110
1991	0131	7.02	5.91	.52	6.5	24.5	120
1991	0214	7.12	7.19	.16	6.8	12.9	120
1991	0228	7.21	6.55	.25	6.3	14.0	100
1991	0314	7.28	6.57	.50	8.4	15.2	100
1991	0330	7.24	5.76	.48	6.4	27.7	100
1991	0415	6.79	3.03	.94	3.6	39.7	80
1991	0430	7.03	4.10	.47	3.5	18.4	70
1991	0518	6.85	2.84	.54	2.1	12.1	40
1991	0526	6.95	3.20	.40	2.9	17.5	60
1991	0602	6.70	2.04	.60	1.9	10.6	30
1991	0609	6.70	1.85	.45	1.5	8.9	20
1991	0616	6.65	1.43	.65	1.5	6.7	20
1991	0623	6.60	1.50	.40	1.3	6.1	20
1991	0630	6.78	1.69	.32	1.7	9.9	20
1991	0707	6.61	1.53	.29	1.7	6.3	10
1991	0714	6.80	2.01	.27	2.3	10.5	30
1991	0721	7.13	2.55	.80	3.7	10.6	30
1991	0728	7.15	2.92	.25	2.6	13.4	40
1991	0804	6.88	4.37	1.02	10.9	21.4	240
1991	0810	7.22	3.81	.41	4.8	20.6	130
1991	0818	7.16	2.93	.42	2.9	16.3	90
1991	0825	7.26	3.63	.60	3.6	14.4	80
1991	0901	7.14	3.86	.37	3.9	17.3	90
1991	0908	6.85	1.96	1.20	1.8	17.4	40
1991	0915	6.94	2.09	.98	2.0	13.2	50
1991	0922	7.05	3.07	.67	3.4	27.2	90
1991	0929	6.93	3.38	.90	4.1	27.8	130
1991	1002					38.4	130
1991	1006	6.94	3.58	.90	4.1	49.5	160
1991	1013	7.07	3.01	.45	3.6	19.7	80
1991	1021	6.99	3.56	.44	4.0	20.6	90
1991	1027	6.90	2.69	.55	2.8	15.6	60
1991	1103	7.11	4.23	.82	3.9	22.1	90
1991	1110	7.10	4.64	1.20	4.9	25.1	150
1991	1117	7.06	4.52	.61	4.3	21.4	130
1991	1124	7.21	4.82	.48	4.6	24	110
1991	1201	7.08	3.71	.42	3.7	18.5	90
1991	1208	7.13	4.19	.60	4.4	19.9	120
1991	1215	7.23	4.76	.52	4.7	21.3	130
N. OBS		39	39	39	39	40	40
MEAN		7.005	3.621	0.568	3.941	18.927	85.000
ST. DEV		0.198	1.505	0.261	2.044	9.055	48.092
MIN		6.600	1.430	0.160	1.300	6.100	10.000
MAX		7.330	7.190	1.200	10.900	49.500	240.000

Vannkjemiske analyser, stasjon G5, Ålen.

Dataset: GAULA Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag.

AR	DATO	PH	K25	TURE	SULF	CU	ZN
1991	0522	6.79	2.73	1.5	1.5	8.9	20
1991	0526	6.98	3.64	.3	2.4	12.6	30
1991	0602	6.82	2.34	.5	1.8	9.0	20
1991	0609	6.46	4.10			9.7	20
1991	0616					7.5	10
1991	0623	6.77	1.81			7.5	10
1991	0630	6.55	1.99			14.1	20
1991	0707	6.32	1.9			14.3	20
1991	0714					8.4	20
1991	0721					8.5	20
1991	0728					10.5	30
1991	0804					8.9	30
1991	0810					10.3	50
1991	0818					13.3	50
1991	0825					9.9	50
1991	0901					13.1	60
1991	0908					15.6	40
1991	0915					14.7	40
1991	0922					18.2	70
1991	0929					18.8	90
1991	1006					22.1	100
1991	1013					15.1	60
1991	1021					13.2	50
1991	1027					19.2	50
1991	1103					14.7	60
1991	1110					16.1	90
1991	1117					15.0	90
1991	1124					10.7	60
1991	1201					15.6	70
1991	1208					11.8	70
1991	1215					12.6	80
N. OBS		7	7	3	3	31	31
MEAN		6.670	2.644	0.767	1.900	12.906	47.742
ST. DEV		0.232	0.903	0.643	0.458	3.723	26.167
MIN		6.320	1.810	0.300	1.500	7.500	10.000
MAX		6.980	4.100	1.500	2.400	22.100	100.000

Vannkjemiske analyser, stasjon G6, Eggafossen.

Dataset: GAULA Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag.

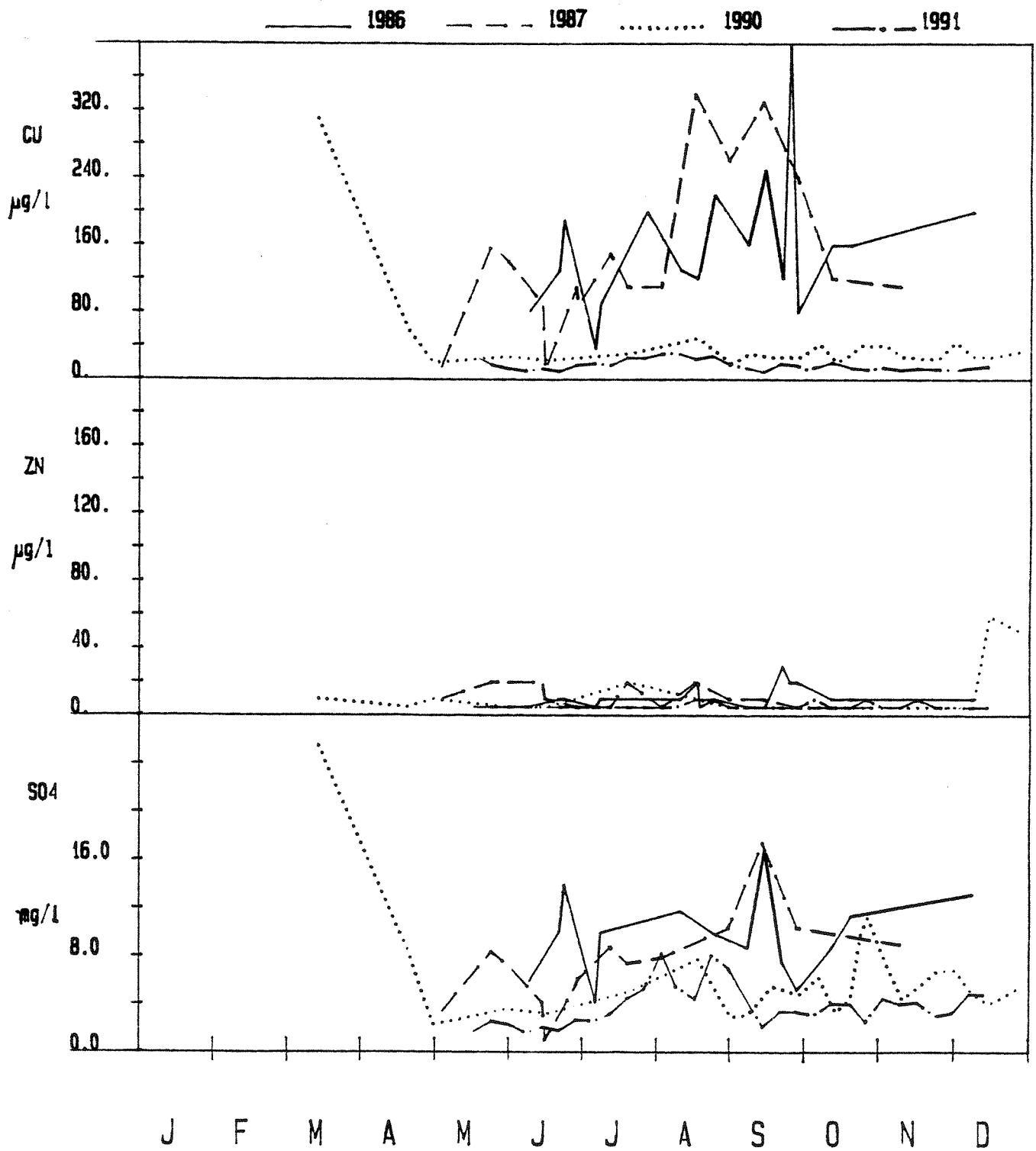
AR	DATE	PH	K25	TURB	SULF	CU	ZN
1991	0522	6.99	2.68	1.5	2.0	7.3	20
1991	0526	7.02	3.22	.2	2.3	9.4	20
1991	0602	6.86	2.27	.8	1.8	6.3	10
1991	0609	6.57	2.01			6.0	10
1991	0616					5.2	5
1991	0623	6.63	1.84			5.4	20
1991	0630	6.59	2.04			5.3	20
1991	0707	6.55	1.96			6.4	20
1991	0714					5.8	20
1991	0721					5.9	20
1991	0728					6.4	20
1991	0804					5.1	20
1991	0810					7.6	30
1991	0818					10.7	40
1991	0825					6.4	30
1991	0908					17.2	40
1991	0915					8.7	30
1991	0922					13.0	50
1991	0929					9.6	40
1991	1006					12.7	50
1991	1013					9.4	50
1991	1021					8.2	30
1991	1027					7.9	30
1991	1103					10.1	50
1991	1110					10.6	60
1991	1117					10.4	60
1991	1124					8.3	50
1991	1201					10.6	40
1991	1208					7.7	40
1991	1215					9.0	50
N. OBS		7	7	3	3	30	30
MEAN		6.730	2.289	0.833	2.033	8.420	32.500
ST. DEV		0.189	0.495	0.651	0.252	2.757	15.355
MIN		6.550	1.840	0.200	1.800	5.100	5.000
MAX		7.020	3.220	1.500	2.300	17.200	60.000

Vannkjemiske analyser, stasjon B1, Skuru.

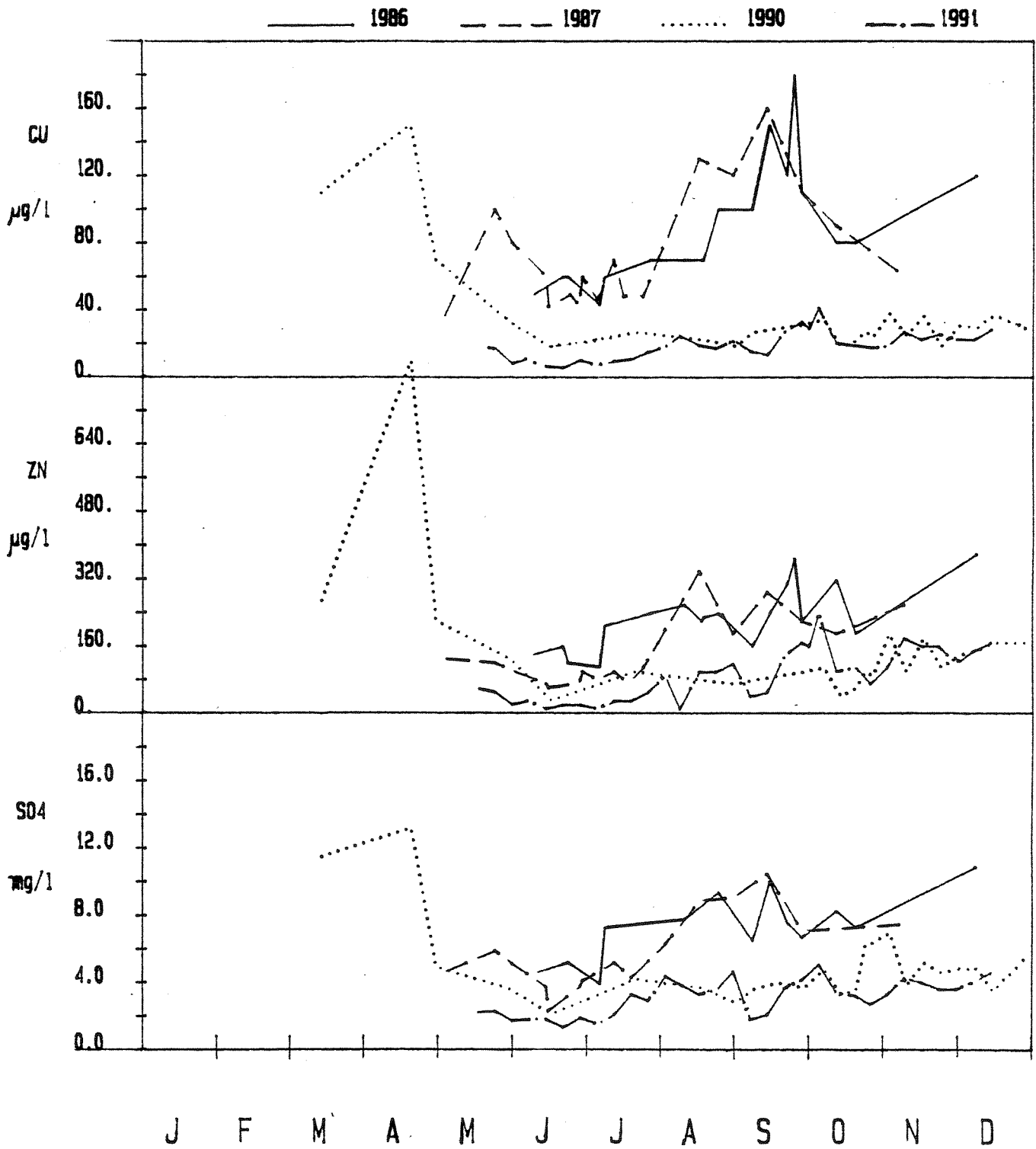
Dataset: GAULA Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag.

AR	DATO	PH	K25	TURB	SULF	CU	ZN
1991	1003					130	340
1991	1006					70	180
1991	1013					47.4	130
1991	1021					80	200
1991	1027	7.00	4.53	.79	6.8	51	130
1991	1103					70	180
1991	1110					51.1	180
1991	1124					100	260
1991	1201					54	180
1991	1208					50	160
1991	1215					60	170
N.OBS		1	1	1	1	11	11
MEAN		7.000	4.530	0.790	6.800	69.409	191.818
ST.DEV		0.000	0.000	0.000	0.000	25.654	60.302
MIN		7.000	4.530	0.790	6.800	47.400	130.000
MAX		7.000	4.530	0.790	6.800	130.000	340.000

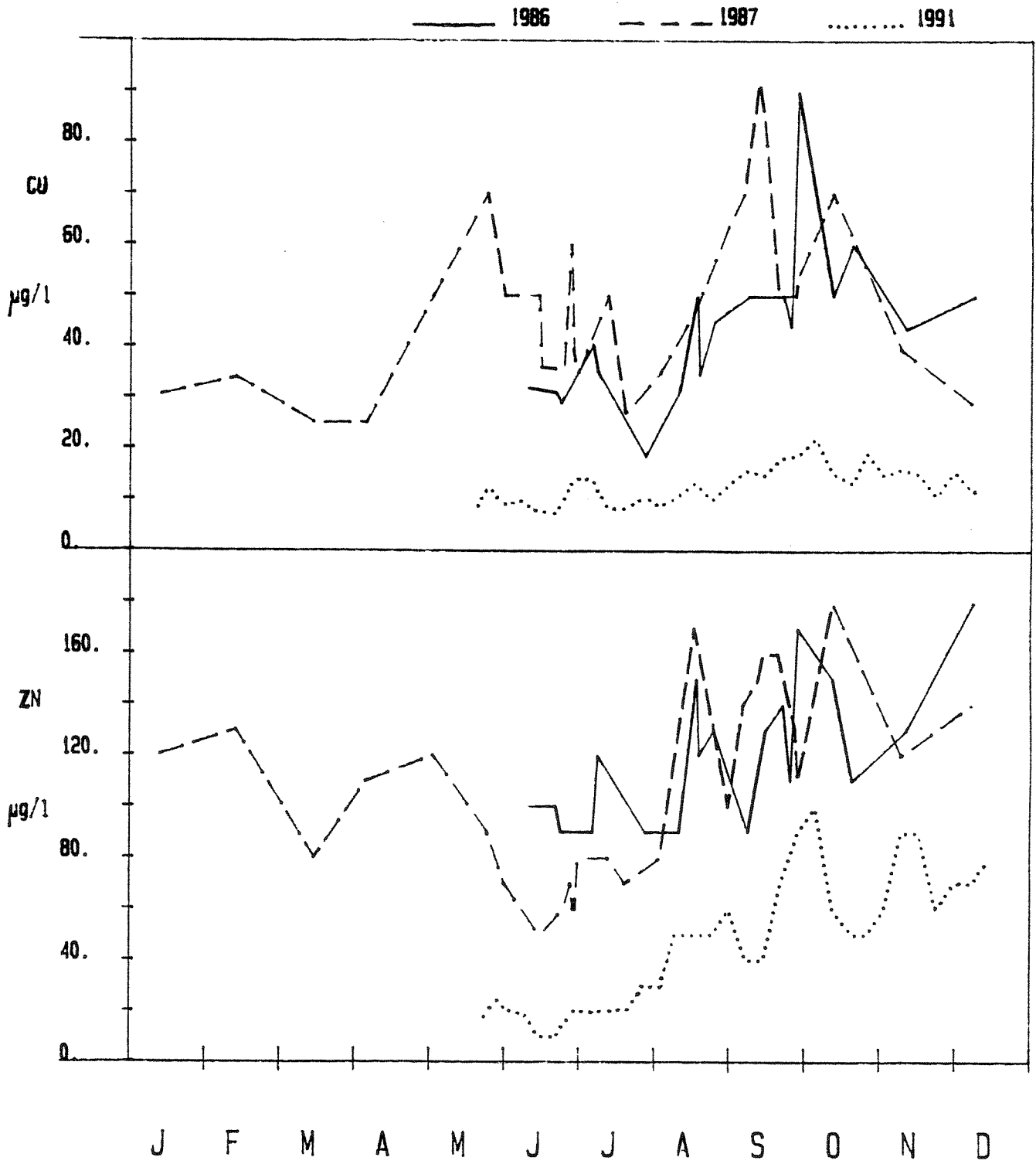
GAULA st.G2 nedstrøms Storbekken



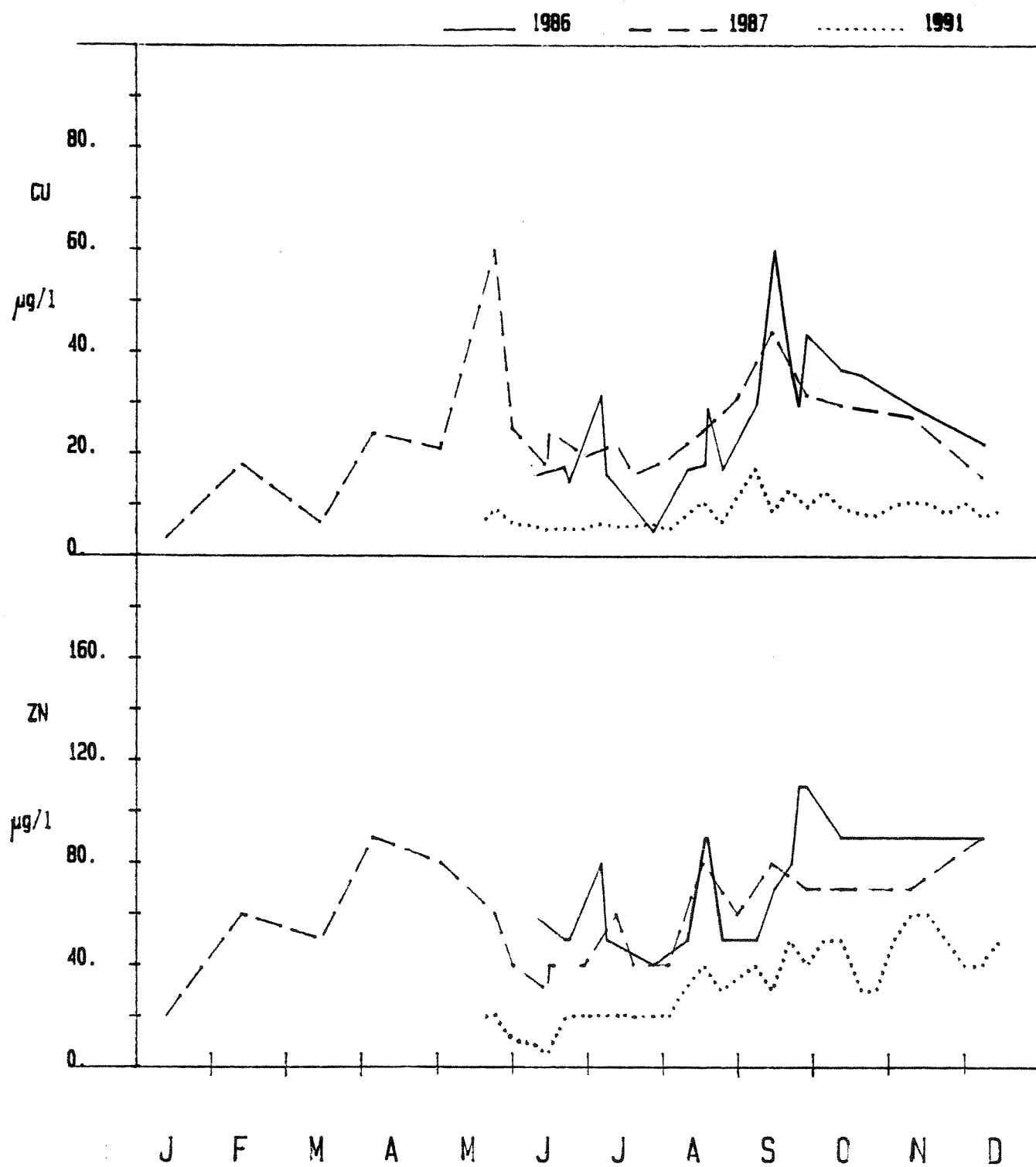
GAULA st.3 nedstrøms Gruvbekken



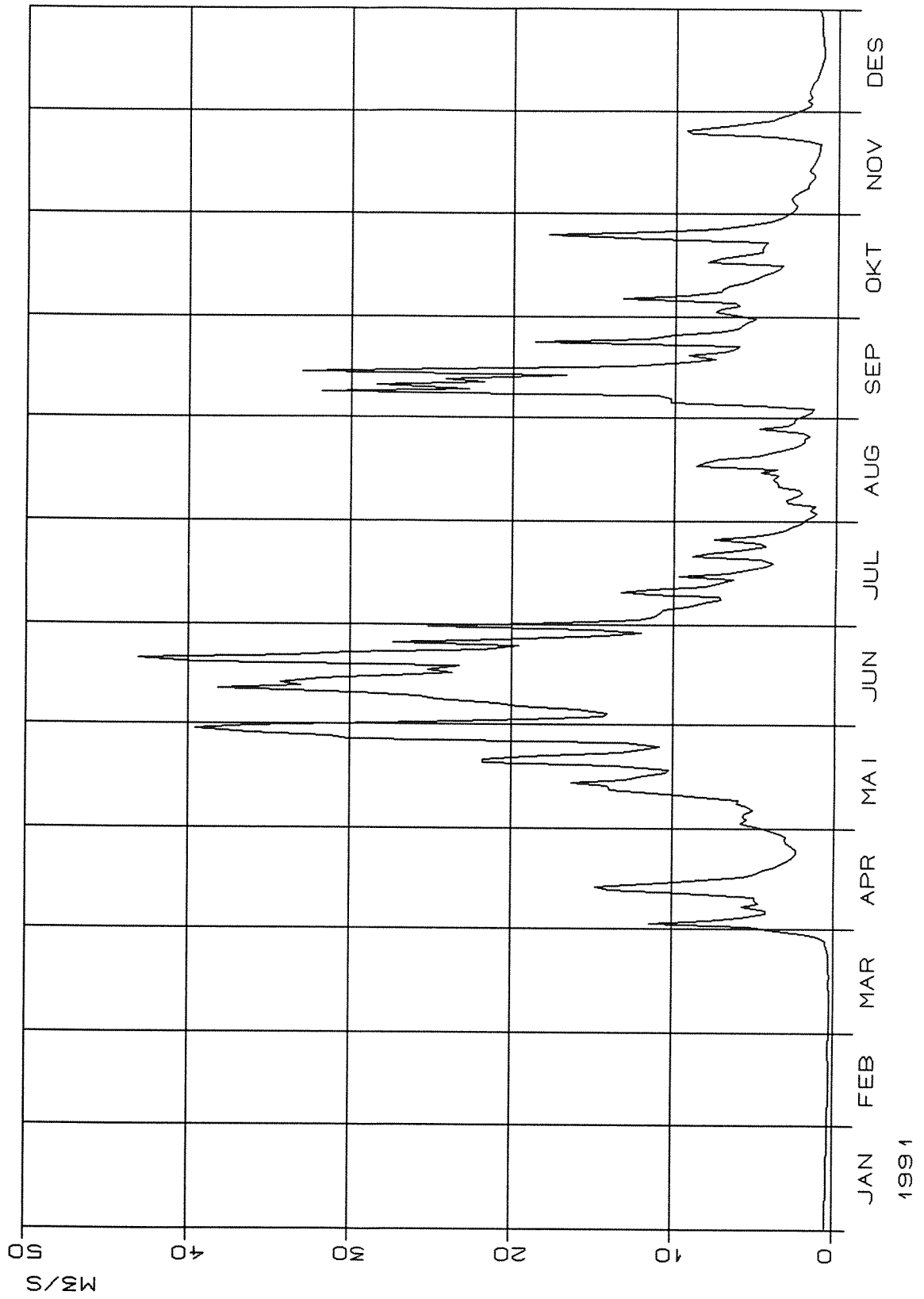
GAULA st.G5 Ålen



GAULA st.G6 Eggafossen



VANNFØRINGSDATA (DØGN-VERDIER) | 1991
STASJON: **G4** 1055 -91 KILLINGDAL



Tabell 6.1 Burforsøk med ørret i Gaula, 1991.

Stasjon	Dato	Kl	Observasjon/utsetting	Antall døde fisk	Vann- temp. °C	Kommentarer
G1	6/8		Innsatt 8 fisk	0	12-14	Stabil vannstand
	8/8			0		
	10/8			0		
	12/8			2		
	14/8			0		
	16/8			2		
	19/8			0		
	22/8			0		
	28/8		Forsøk avsluttet	3			1 fisk levende
G2	6/8		Innsatt 8 fisk	0		Alle fisk døde
	7/8			0		
	8/8		Forsøk avsluttet	8		
G2B	11/8		Innsatt 5 fisk	0		1 fisk levende
	12/8			3		
	13/8			1		
	14-28/8		Forsøket avsluttet	0		
G3	6/8		Innsatt 8 fisk	0		Alle fisk døde
	7/8			3		
	8/8		Forsøk avsluttet	5		
G3B	10/8		Innsatt 5 fisk	0		Skadet?
	11/8			0		
	12/8			1		
	13/8			1		
	14/8			0		
	15/8			1		
	16-20/8			0		
	21/8			1		
	22-28/8		Forsøk avsluttet	0			1 fisk levende
G4	6/8		Innsatt 8 fisk	0	12-14	2 fisk levende
	7-12/8			0		
	13/8			2		
	14-15/8			0		
	16/8			2		
	17-19/8			0		
	21/8			1		
	23/8			1		
	24-28/8		Forsøk avsluttet	0		

Tabell 6.1 forts.

Stasjon	Dato	Kl	Observasjon/utsetting	Antall døde fisk	Vann-temp. °C	Kommentarer
G1	19/9		Innsatt 5 fisk	0		
	22/9	18		0	6.5	
	25/9	19		0	5.0	
	29/9	9.30		1	3.5	
	1/10	18.30		2	3.5	
	3/10	10		0		
	6/10	10		1	2.5	
	7/10	10.30	Innsatt 4 fisk	0		
	12/10	16.30		0		
	16/10	18		0		
	20/10	11	Forsøk avsluttet	0	0.5	5 fisk levende
	G2	19/9		Innsatt 5 fisk	0	
20/9		19		0	7	
21/9		18		0	7	
22/9		18.30		0		
23/9		19		1		
24/9		18.30		0	5.5	
25/9		18.30		1	5.5	
27/9		20		1		
29/9		9		0	4	
1/10		18		0	3,5	
3/10		18.30		1		
6/10		10.30		0		Stor vannstand
7/10	11.30	Forsøk avsluttet	0		1 fisk levende	
G2C	7/10		Innsatt 4 fisk + 1 fra foreg. forsøk	0		
	8/10	17.30		0	4	
	9/10	17		0		
	12/10	16		1		Død fisk med fra G2
	16/10	17.30		0		
	20/10	10.30	Forsøk avsluttet	0	0.5	4 fisk levende
G3	19/9		Innsatt 5 fisk	0		
	20/9	18.30		0	ca 7	
	21/9	17.30		0	"	
	22/9	19		1		
	23/9	18.30	Forsøk avsluttet	4		
G3B	24/9		Innsatt 5 fisk	0		
	25/9	18		0	6	
	27/9	19.30		0		
	29/9	8.30		0	ca 4	
	1/10	17.30		0	4	
	3/10	18		0		
	6/10	11		0	2,5	
	7/10	18		0	4	
	12/10	15		0		
	16/10	17		0		
20/10	10	Forsøk avsluttet	0	0,5	5 fisk levende	

Tabell 6.1 forts

Stasjon	Dato	Kl	Observasjon/utsetting	Antall døde fisk	Vann- temp. °C	Kommentarer
G4	19/9		Innsatt 5 fisk			
	20/9	18		0	ca 7	
	21/9	17		0	7	
	22/9	19.30		0		
	23/9	18		2	2	
	25/9	17.30		0	6	
	26/9	19.30		0		
	28/9	14.30		0		
	1/10	17		2	4	
	3/10	20		0		
	5/10	7.30		0		
	6/10	12		0		Stor vannstand
	7/10	13.30	Innsatt 4 fisk	0		
	9/10	18		0		
	12/10	15		0		
	14/10	16.30		0		
	17/10	16.30		0		Stor vannstand
	20/10		Forsøk avsluttet	0	0.5	5 fisk levende

Tabell 6.2 Kobber og sinkanalyser fra Gaula under burforsøksperiodene 1991. Måleenhet: µg/l.

Dato	Lokalitet									
	G1 Cu	G2 Cu	G2B Cu	Cu	G3 Zn	Cu	G3B Zn	Cu	G4 Zn	
August										
7		31		19	80			17	8	
8	0,9	32		18	80					
9								14	60	
10			9,2	19	110					
12			9,6							
13				21	50			20	40	
15						12	60			
16			9,1							
18								18	70	
28			11			12	50	22	90	
Sept.										
21		17		22	110			22	100	
22	6,9									
23		11		18	80			18	60	
25		19				12	60			
27		19								
28								26	130	
29	1,3	17				16	90			
Oktober										
1						17	100	31	130	
3		13								
20	1,1					6,4	30	20	70	

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2120-4