



Statlig program for
forurensningsovervåking

Rapport 774/99

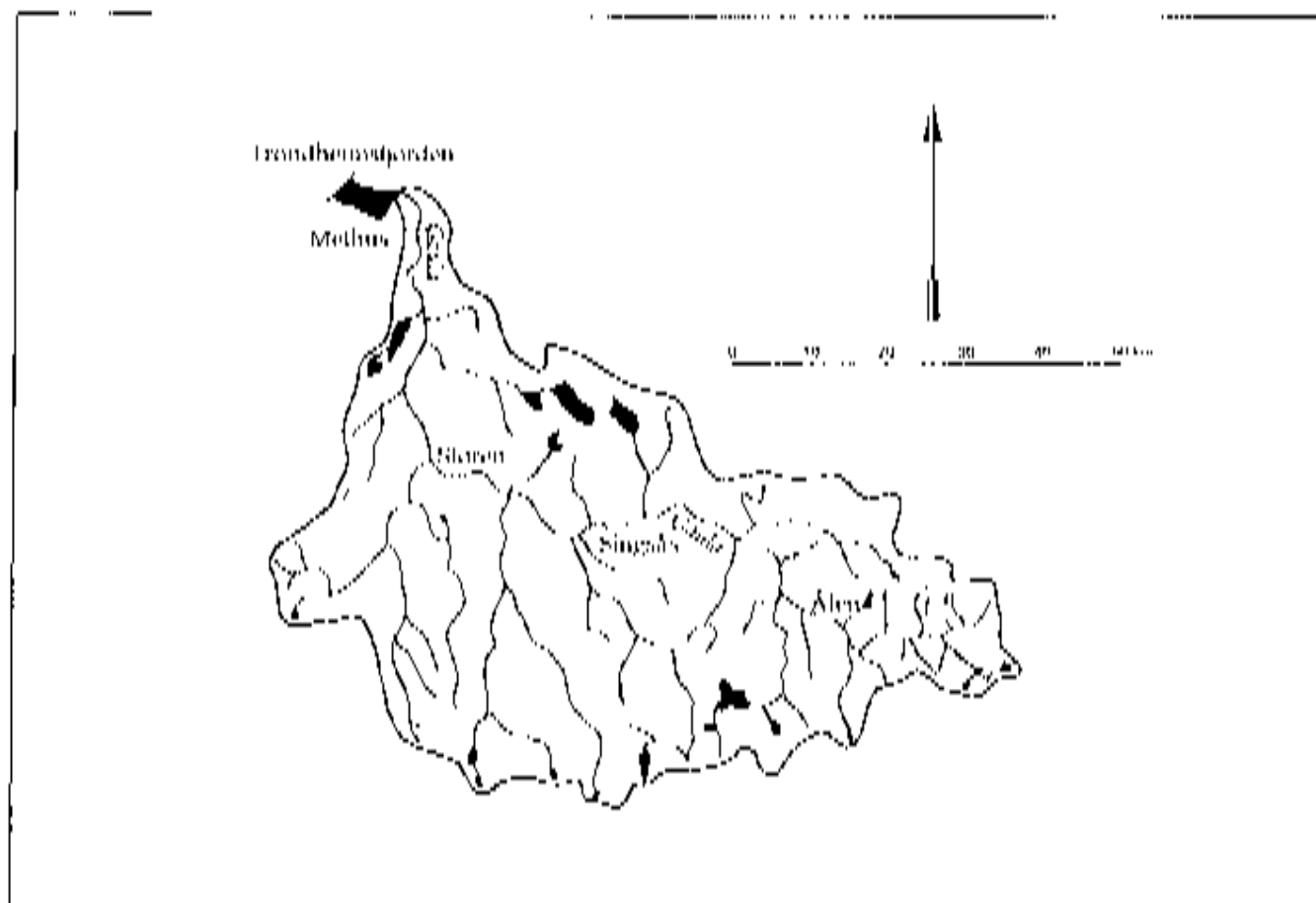
Oppdragsgiver Statens forurensningstilsyn

Utførende institusjoner NIVA, IFL

Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag

Vannkjemiske og hydrobiologiske undersøkelser

Årsrapport for 1998



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett:

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 A/S

Polarmiljøsentret
9005 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske og hydrobiologiske undersøkelser. Årsrapport for 1998. (Overvåkingsrapport nr. 774/99. TA-nr. 1666/1999)	Løpnr. (for bestilling) 4088-99	Dato 5. mai 1999
	Prosjektnr. Undernr. O-90051	Sider Pris 50
Forfatter(e) Tor S. Traaen Jo Vegar Arnekleiv Eli-Anne Lindstrøm	Fagområde Vassdrag	Distribusjon
	Geografisk område Sør-Trøndelag	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsreferanse
--	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>I 1998 ble det utført vannkjemisk og biologisk overvåking i øvre deler av Gaula for å studere effektene av forurensnings-begrensende 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 1998 (2,8 tonn i 1997). Vannføringsveid årsmiddel-konsentrasjon for kobber ved Reitan ble redusert fra 8,9 µg/l i 1997 til 8,0 µg/l i 1998.-Normaliseringen av begroingen nedstrøms Storbekken (G2) har fortsatt, mens begroingssamfunnet på stekningen nedstrøms innløp Grubbekken (G3) til Ålen (G5) fremdeles viser markert påvirkning av tungmetaller. Begroingssamfunnet ved Ålen ga i tillegg klare indikasjoner på overgjødning med næringssalter.- Antall registrerte arter av døgnfluer og steinfluer på elvestrekningen mellom Storbekken og Reitan økte fra 3 i 1986/87 til 15 i 1994 og til 17 arter i 1998. Både mengde og arts mangfold av bunndyr er imidlertid lavere på strekningen Storbekken-Ålen enn på referansestasjonen (G1) og nedstrøms Eggafossen (G6). - Elektrofiske i 1998 viser at forholdene i Gaula er ytterligere forbedret og at det foregår en tydelig rekolonisering av ørretbestanden på tidligere totalskadde områder. Reetableringen går imidlertid forholdsvis seint.</p>
--

Fire norske emneord 1. Gruveforurensning 2. Tungmetaller 3. Forurensningsbegrensende tiltak 4. Overvåking	Fire engelske emneord 1. Mine pollution 2. Heavy metals 3. Pollution abatement 4. Monitoring
---	--



Tor S. Traaen
Prosjektleder



Bjørn Olav Rosseland
Forskningsleder



Nils Roar Sælthun
Forskningssjef

O - 9 0 0 5 1

OVERVÅKING AV GAULA, SØR-TRØNDELAG

Vannkjemiske og hydrobiologiske undersøkelser

ÅRSRAPPORT 1998

Saksbehandler: Tor S. Traaen

Medarbeidere: Jo Vegar Arnekleiv (LFI)
Ed-Anne Lundstrøm
Fjell Rune Iversen

Norsk Institutt for Vannforskning

INNHOILDSFORTEGNELSE

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER.....	4
2. INNLEDNING.....	6
3. VANNKJEMI OG HYDROLOGI.....	10
3.1 VANNKJEMISKE RESULTATER.....	10
3.2 TRANSPORTBEREGNINGER AV KARBODIOKSID.....	16
4. BEGRØNING.....	17
4.1 METODER OG MATERIALER.....	17
4.2 RESULTATER.....	17
4.3 DISKUSJON OG SAMMENDRAG.....	23
5. RUNNIVÅR.....	25
5.1 INNLEDNING.....	25
5.2 METODER.....	28
5.3 RESULTATER.....	26
5.4 DISKUSJON OG SAMMENSETNING.....	32
6. FISK.....	33
6.1 METODER.....	33
6.2 RESULTATER OG DISKUSJON.....	33
LITTERATUR.....	37
VEDLEGG.....	39

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- forurensningen fra de nedlagte gravene ved Kjøli og Killingsdal. Totalt var ca. 33 km av elva fra nedstrøms Storbekken til Eggelassen fisketona, og både alge- og bunndyrsamfunnene var sterkt skadet.

I 1989/90 ble det utført omfattende forurensningsbegrensende tiltak ved graveområdene. Ved Kjøli ble veltene overdrekket med plastduk og mørenemasse for å hindre utvasking av tungmetaller. Ved Killingsdal ble de mest forurensete veltene fylt ned i gravas dagåpning, og fra midten av oktober 1990 opphørte pumping av vann fra graven. Videre ble det laget dreneringsgrøfter rundt veltene.

Vannkjemi

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

I 1998 var vannføringsvende årsmiddelverdier ved Reitan 8,0 µg Cu/l og 35 µg Zn/l, mot hhv. 8,9 og 32 µg/l i 1997. Sammenlignet med 1986/87 var de vannføringsvende årsmiddelverdiene for kobber og sink redusert med hhv. 87% og 76%. Generelt var konsentrasjonene av kobber og sink i vassdraget omtrent som i 1997.

Årlig transport av kobber og sink ved Reitan var i 1998 2,0 tonn Cu og 8,5 tonn Zn, mot hhv. 2,8 og 9,9 tonn i 1997. Reduksjonen skyldes at vannføringen gikk ned med 20% fra 1997 til 1998. Til sammenlikning var transportene i 1986/87 12-16 tonn kobber og 27-33 tonn sink. Fra 1986/87 til 1998 er kobbertransporten redusert med ca. 86 % (80% i 1997) og sinktransporten med ca. 72 % (67% til 1997).

Undersøkelsene har vist at forholdene i Gaula er betydelig forbedret som følge av forurensningsbegrensende tiltak. Konsentrasjonene av tungmetaller er sterkt redusert, pH har økt og partikkelforurensningen av tungmetallholdig okerlam er betydelig redusert. Den forholdsvis sene reetableringen av flora og fauna tyder imidlertid på at det kan være blantoner nedstrøms gravebakkene hvor det kan opptre giftvirkninger ved metallkonsentrasjoner som ikke er giftige i en kjemisk likevektssituasjon. Et mulig tiltak vil være å nøytralisere bakkevannet før det når Gaula.

Begroing

Siden siste undersøkelser i 1994 har det bare skjedd små endringer i begroingsamfunnet. Artsmengdefølede på tidligere tungmetallforurensete stasjoner (G2 til G6) er fremdeles lavere enn på referansestasjonen Rinsten (G1) og ved Singesås (G7), som begge har hatt klart høyere og tilnærmet omdreket artsmengdefølede i hele den undersøkte periode (1986-1998). Lokalnet G2 (3 km nedstrøms Storbekken) danner et unntak i og med at artsmengdefølede har fortsatt å øke også etter 1991 og 1994, men det er fremdeles noe lavere enn på referansestasjonen. Her (G2) var dessuten det tidligere så markerte okerlammet nå nærmest forsvunnet. På den tidligere tungmetallpåvirkede strekning (G2-G6) er etableringen av organismer som ikke vokste her før tiltak mot tungmetaller

ble gjennomført (1986/87) fremdeles spredt og sporadisk. Størst forekomst har organismen som klurer seg i noe tungmetallpåvirket vann, bl.a. cyanobakterien *Chamaecyphon fuscus* og mossen *Blindia ventra*. Disse har etablert seg, tilsynelatende permanent, i områder som før var sterkt tungmetallforurenet (G12-G14). *C. fuscus*, har vært tilstede ved Ålen (G15) og Eggafossen (G16) i hele den undersøkte periode. Etter avtakende forekomst fram til 1994, så den igjen ut til å ha økt noe i 1998. Begroingssamfunnet ved Ålen ga i tillegg klare indikasjoner på overgødning med næringsstoffer, en forurensningseffekt som ikke kom til syne i begroingssamfunnet da tungmetallforurensningen var på det høyeste. Samlet tilsier dette at normaliseringen på strekningen nedstrøms Storbekken (G12) har fortsatt og at tungmetaller fremdeles påvirker begroingssamfunnet nedstrøms nedløp G12-bekken (G13). Det kan også bety at det tar lang tid for begroingssamfunnet normaliseres fullstendig.

Bunn dyr

Resultatet av bunn dyrundersøkelsene viser at forholdene i øvre Gaula er betydelig forbedret i 1991/92, 1994 og 1998 som følge av gjennomførte tiltak. Det foregår en tydelig reetablering og normalisering av faunnen på tidligere totalskadde områder. Eksempelvis er antall registrerte arter av døgnfluer og stemfluer på elvestrekningen mellom Storbekken og Reitan økt fra 3 arter i 1986/87 til 15 arter i 1994 og 17 arter i 1998. Utviklingen mot en markert normalisering av bunnfaunnen slik det ble registrert i 1994 har bare delvis fortsatt i 1998. Forandringen i mengde bunn dyr og forekomsten av sensitive arter er ikke mye endret fra 1994, men med en positiv tendens i døgnfluefaunnen. På stasjonene G12 og dels G13 er arts sammensetningen fortsatt karakterisert av lite individtall av registrerte arter og mangel på arter som er sensitive for tungmetallbelastning. Både mengden bunn dyr og arts mangfoldet av døgnfluer, stemfluer og vårfluer er lavere på strekningen Storbekken-Ålen enn på referansestasjonen øverst og lavere enn i lakseførende del av Gaula (G16). Bunnfaunnen i Gaula nedstrøms Eggafossen (G16) synes å være fullt restituert. Arts mangfoldet var som normalt for vassdraget og med like stor forekomst av sensitive arter her som vi finner på andre stasjoner lenger nedover Gaula.

Fisk

Det ble ved elektrofiske påvist orret på tidligere fisketomme områder mellom Reitan og Ålen både i 1992, 1994 og 1996. Resultatene fra elektrofiske i 1998 viser at forholdene i Gaula er ytterligere forbedret og at det foregår en tydelig rekolonisering av orretbestanden på tidligere totalskadde områder, men reetableringen går forholdsvis seint. Det er nå for første gang gjenetablert en tynn orretbestand i Gaula i området Storbekken - Ålen. Rekolonisering skjer sannsynligvis hovedsaklig ved nedvandring av fisk fra intakte sidebekker, men både i 1996 og 1998 ble det også registrert årsyngel i øvre Gaula, noe som kan tyde på en begynnende naturlig reproduksjon av orret. Fortsatt er det imidlertid også enkelte områder hvor det enda ikke er registrert fisk, eller kun sporadiske observasjoner. Dette gjelder særlig stasjonene G12C, G13 og G15. Årskene til dette, og til den generelt forholdsvis seint reetableringen av fisk, er fortsatt uklart. Det kan delvis skyldes ustabil tidgang på utvann, men det er også mulig at det fortsatt kan opptre blandsoner med metallutfelling i perioder, der selv lave metallkonsentrasjoner kan være giftige.

Også tettheten av laksunger (årsyngel og eldre) har vist en klar økning på stasjon G16 (nedenfor Eggafossen) etter 1991. Tettheten av laksunger var i 1998 stor (79 laks pr. 100 m²) og er nå like stor her som på de beste lokalitetene ellers i Gaula. Det ble også i 1998 registrert laks ovenfor Eggafossen (st. G15e). I lakseførende del av Gaula er det nå sannsynligvis ikke giftvirkninger av tungmetaller på fisk lenger.

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 Kjølø og Killingdal. Totalt var ca. 33 km av elva fra nedstrøms Storbekken til Eggafossen fisketom, og både utge- og bunndyrsutvalmene 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 (Tranen m.fl. 1988).

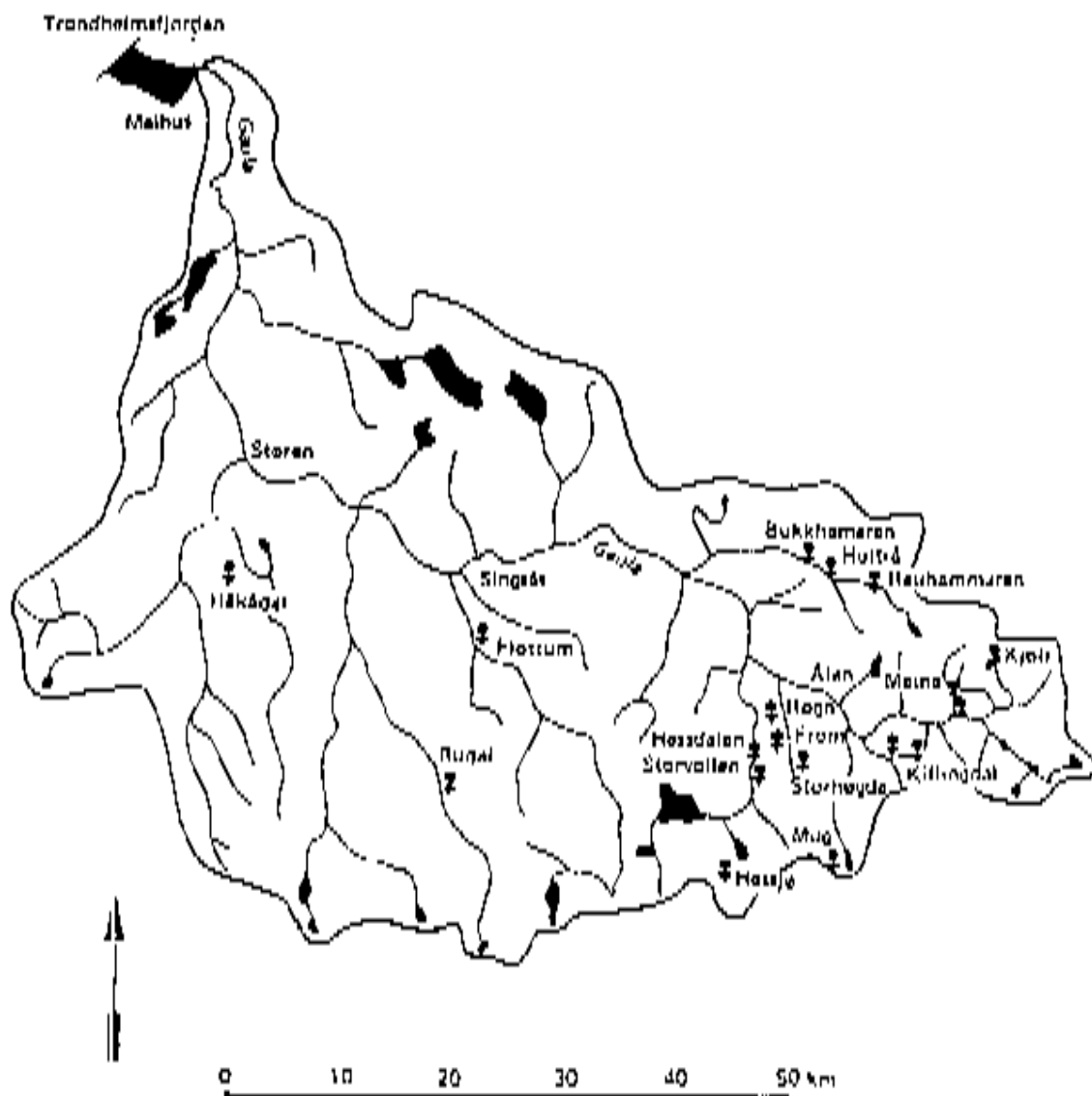
I 1989-90 ble det utført omfattende forurensningsbegrensende tiltak ved graveområdene. Ved Kjølø ble veltene overlekket med plastduk og morenemasse for å hindre utvasking av tungmetaller. Ved Killingdal ble de mest forurensende veltene fylt ned i gruvens dagpitting. Fra midten av oktober 1990 opphørte pumping av vann fra gruva og sludgevann fra området ble ledet til gruva.

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 1990-98 er vist i figur 2.3.

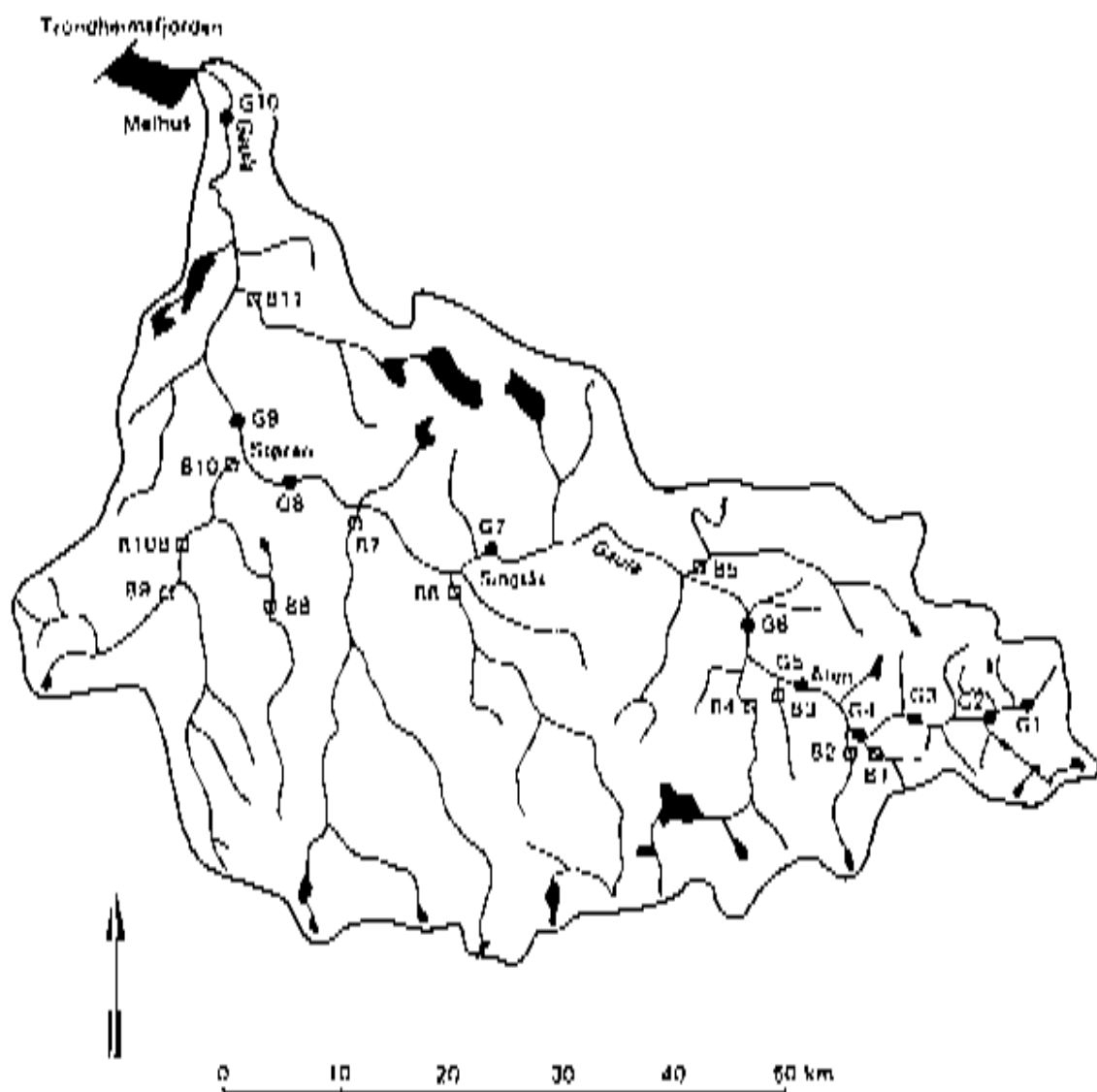
I mars 1990 ble det startet en enkel vannkjemisk overvåking ved 3 målestasjoner i øvre Gaula. Øverste stasjon, G2, ligger ca. 3 km nedstrøms Storbekken fra Kjølø. Neste stasjon, G3, ligger ca. 1 km nedstrøms Grøvbekken fra Killingdal. Stasjon G4 ligger ved Reitan, ca. 7 km nedstrøms sideelva Skuru. Skuru mottar tungmetaller fra Nye Killingdal Gruver i Bjergensåsen. I 1991-1997 ble det også tatt prøver ved stasjonene G5 (Ålen) og G6 (Eggafossen). Det ble også tatt en del stikkprøver i Skuru og Ruge (1993-1997). Prøvene ble analysert på følgende parametre: Kobber og sink (alle stasjonene), pH, konduktivitet, turbiditet, sulfat (G1).

I 1991 og 1992 ble det tatt prøver av begroing, bunndyr og fisk på den berørte elvestrekningen. Nye biologiske undersøkelser ble utført i 1994. I 1996 ble det utført prøvefiske. I 1998 ble det igjen bli utført biologiske undersøkelser av begroing, bunndyr og fisk.

Undersøkelsene er finansiert og administrert av Statens Forurensningstilsyn, SFT.



Figur 2.1. Nedlagte gruver i Gaular nedborefelt.



Figur 2.3. Prøvetakingstasjoner i Gaula.

I 1991-1998 ble det tatt prøver ved stasjonene G:2 til G:6, samt i Skuru (B1) og Ruga (B7).

3. VANNKJEMI OG HYDROLOGI

Vannføringskurve for Gaulta ved Kallingehal vannmerke (like oppstrøms st.G14 Retna) i 1998 er vist i figur 3.2. På årsbasis var vannføringen 20 % lavere i 1998 enn i 1997.

I 1998 ble det analysert for pH, konduktivitet, turbiditet, kobber, sink og sulfid på stasjon G1 (hovedstasjonen ved Reitan). For stasjonene G2, G3, G5 og G6, samt i Skuru og Rugla ble bare kobber og sink analysert. Prøver fra G4 til G6, samt Skuru og Rugla ble tatt månedlig i perioden januar - mai, deretter hver 14. dag. På de 2 øverste stasjonene (G7 og G3) ble det tatt månedlige prøver så lenge veien var åpen (juni-oktober).

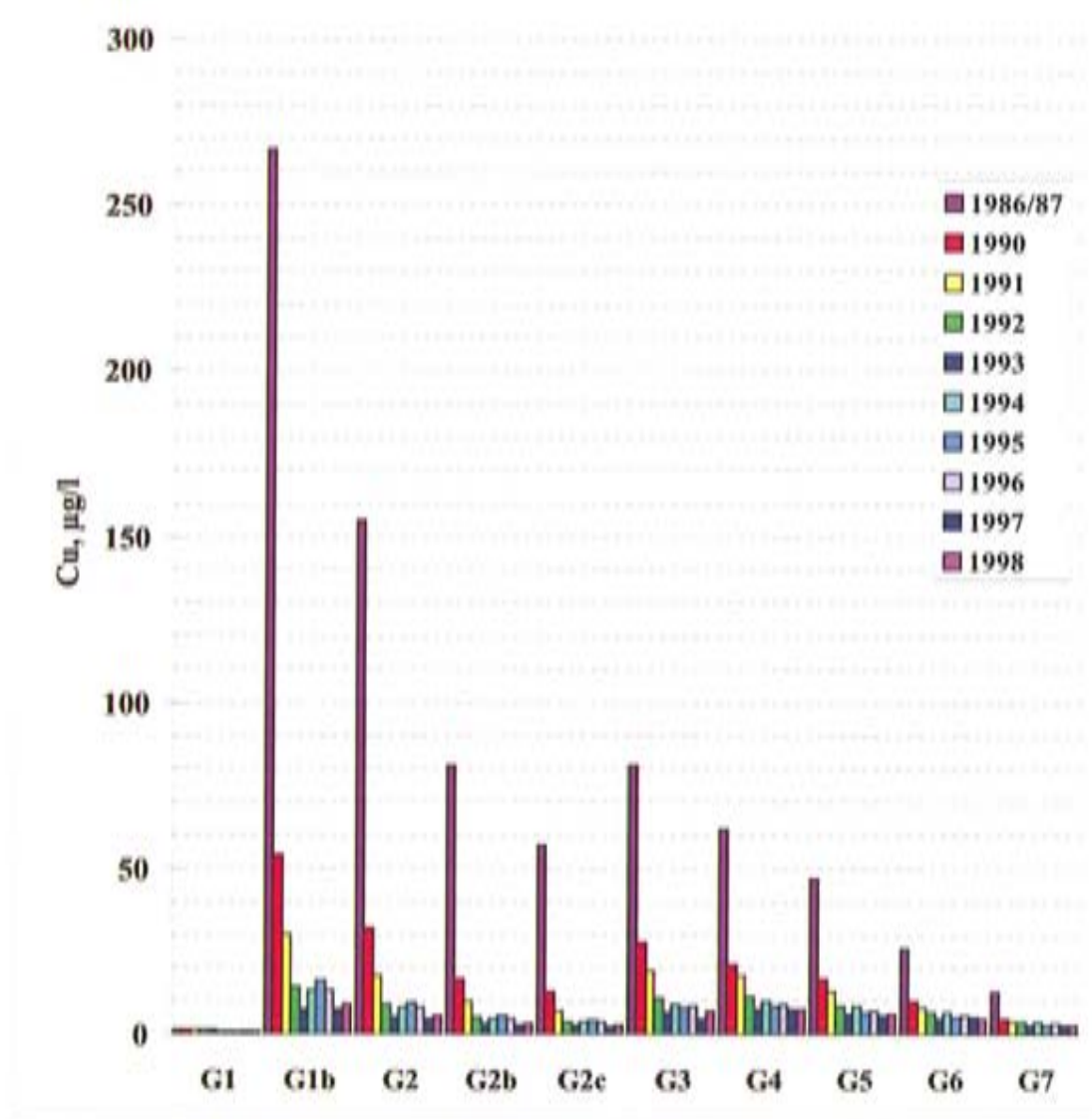
3.1 Vannkjemiske resultater.

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 Gaulta fra oppstrøms Storbekken og ned til Singås. 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 vinteren 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 målingen. Det fremgår av figur 3.1 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 perioden 1994 til 1996 var det relativt små endringer i middelkonsentrasjonene. I 1997 var konsentrasjonene av tungmetaller gjennomgående de laveste siden målingene startet. Det var gjennomgående små endringer i kobberkonsentrasjonene fra 1997 til 1998.

Vannsjoner i konsentrasjonene for kobber og sink fra stasjon G4 (Retna) fra årene 1991 -1998 er vist i figur 3.3. I mars og april 1990 var prøveresultatene tydelig påvirket av anleggsvirksomhet, noe som medførte høye tungmetallkonsentrasjoner i Gaulta. Fra 1991 ble denne effekten vesentlig redusert. Eksempelvis var de registrerte maksimalkonsentrasjonene av kobber ved Retna (G4) 100 µg/l i 1991, 50 µg/l i 1991, 38 µg/l i 1992, 2,3 µg/l i 1993, 18,2 µg/l i 1994, 22 µg/l i 1995, i 1996 16,5 µg/l i 1996 og 26 µg/l i 1997. I 1998 var maksimumsverdien av kobber 16,3 µg/l, den laveste årlige maksimumsverdien siden målingene startet. Maksimumsverdiene synes hovedsakelig å være forårsaket av svært høye kobberkonsentrasjoner i Skuru, med en maksimumsverdi i 1998 på 38 µg Cu/l (78 µg/l i 1997) (Figur 3.4). Dette viser at utfasking fra kontaminte overflater i Bjørgåsen kan gi høy episodisk forurensning nedover i vassdraget, spesielt i begynnelsen av telhusningen. Årsaken er trolig at forvitningsprodukter fra vinterhalvåret i stor grad blir vasket ut med det første smeltevannet om våren. Dette er en kortvarig effekt, og det kan derfor herske på tilfeldigheter om prøvetakingen sammenfaller med maksimumskonsentrasjonen. Det er vanskelig å treffe dette tidspunktet med prøvetaking fordi fenomenet opptrer for man ser noen påfølgende økning i vannføringen. Ved stigende flomvannføring virker smeltevannet fortyknende på forurenningene. Om våren må man derfor forvente store variasjoner i analyseresultatene i ulike år. Uregulerte, kortvarige episoder kan være medvirkende til den forholdsvis store reduksjonen av flom og flom i Gaulta.

Middelverdier av kobberkonsentrasjoner i Gaula i perioden juni til desember



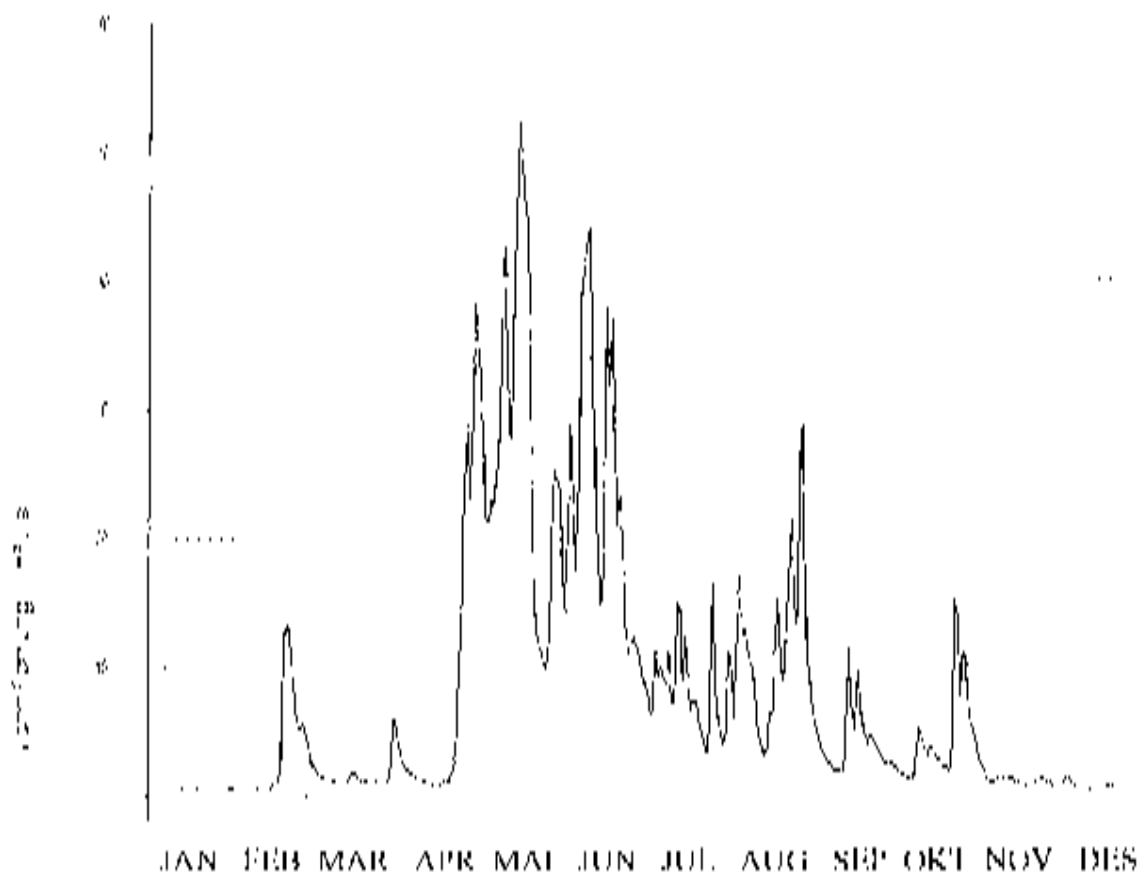
Figur 3.1. Middelverdier av kobberkonsentrasjoner i øvre deler av Gaula for perioden juni t.o.m. desember i 1986/87 og 1990 - 1998.

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

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

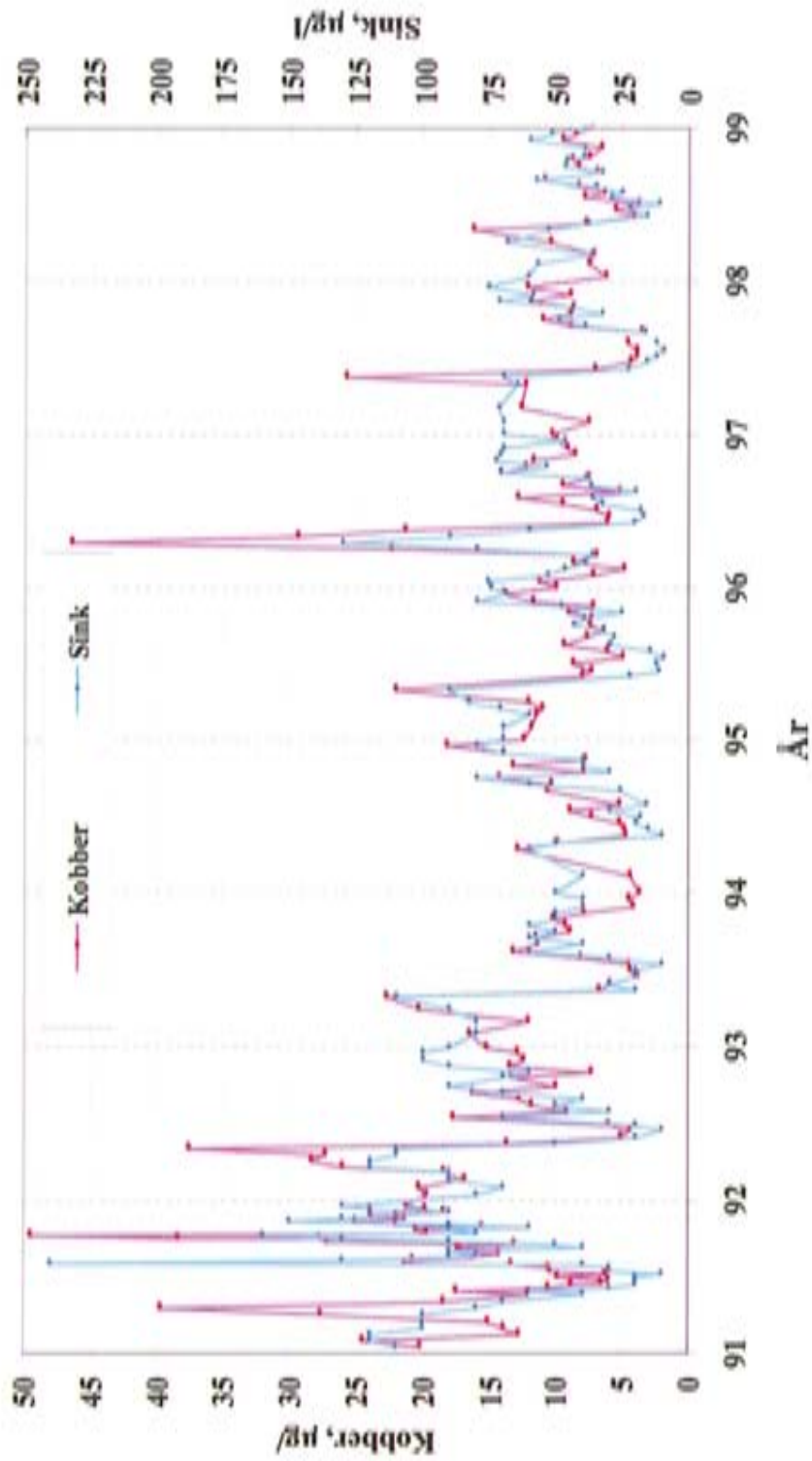
G3: nedstrøms Grubekken, G4: Reitan, G5: Ålen, G6: Eggafossen, G7: Singås.

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 1990-98.



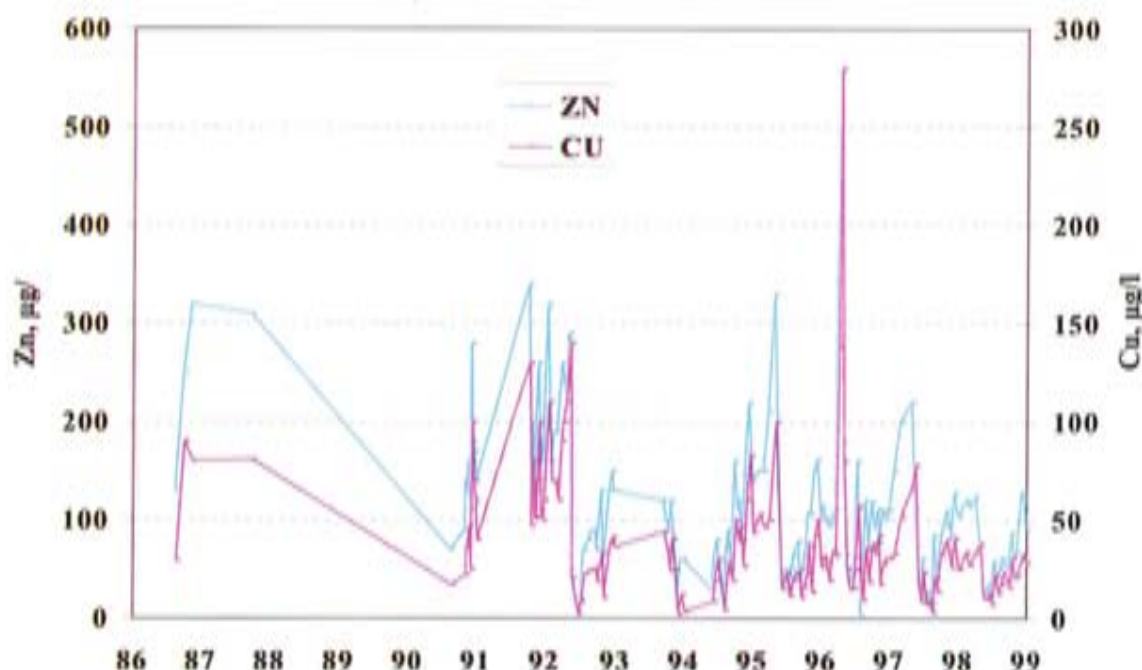
Figur 3.2. Vannføringskurve for Gaula ved Reitan (Killingdal vannmerke) i 1998. Data og figur fra NVE, Region Midt-Norge.

Kobber og sink ved Reitan, G4



Figur 3.3. Konsentrasjoner av kobber og sink i Gaular ved Reitan for årene 1991 - 1998.

Kobber og sink i Skuru



Figur 3.4. Kobber-og sinkkonsentrasjoner i Skuru (stasjon B1), 1990 - 1998.

Stikkprøver fra Rugla, som får avrenning fra den nedlagte Mug-gruva, viste kobberverdier i 1998 fra 3 til 17 µg/l, tilnærmet uendret fra 1997. Kobberkonsentrasjonene i Rugla var i 1998 gjennomgående lik konsentrasjonene ved Reitan i hovedvassdraget. Rugla bidrar derfor ikke til fortykning av kobberforurensningen i hovedvassdraget, og kan i episoder øke konsentrasjonen i Gaula.

Tabell 3.1 viser en beregning av de enkelte kildenes bidrag til kobberkonsentrasjonen ved Reitan (st. G4) i 1986/87 og 1990-98. Beregningene er basert på middelveier 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).

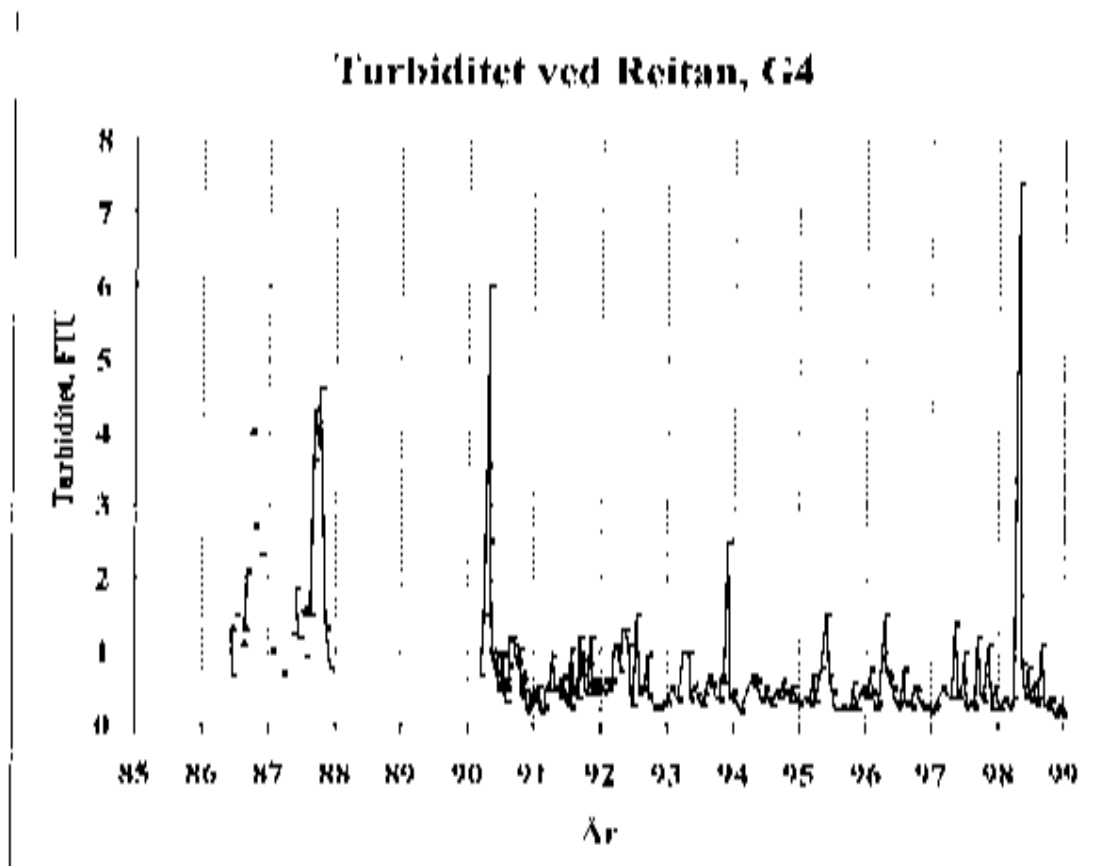
Beregningene er basert på middelveier for perioden juni t.o.m. desember.

Utslippskilde / År	Kobber, µg/l ved G4									
	1986/87	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Kjøli via Storbekken	39	8	4	1,9	0,9	1,8	2,2	1,8	1,0	1,2
Killingdal via Grubekken	16	10	8	4,7	2,7	3,3	1,6	2,6	1,4	2,5
Killingdal via Skuru	7	5	7	2,4	2,3	3,4	2,4	2,7	2,3	2,1
Samlet bidrag fra gravene	62	23	19	9,0	5,9	8,5	6,2	7,1	4,7	5,8
Bakgrunn	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0
Beregnet konsentrasjon, G4	64	25	21	10,5	7,4	9,7	7,4	8,1	5,7	6,8
Målt konsentrasjon, G4	62	21	18	11,7	7,5	9,9	8,4	8,9	7,5	7,5

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 1998 tyder på at Kjøli gruver (Storbekken) bidro med 21% av kobberforurensningen ved Reitan (forandret fra 1997), mens gamle Killingdøl (Grovbekken) bidro med 43 % (30 % i 1997) og nye Killingdøl (Skuru) med 36 % (49 % i 1996).

Forholdet mellom bidragene fra de ulike kildene varierer episdisk 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 konsentrasjonene i elva og ikke transportverdiene eller prosentvise reduksjoner som er avgjørende for de biologiske forhold i elva.

I tillegg til reduksjonene av tungmetaller har vannkvaliteten bedret seg markert med hensyn på partikkelinnhold. Før 1991 var turbiditeten vanligvis over 1 FTU og ofte rundt 4 til 5 (Figur 3.5). Dette innebar at vannet vanligvis var tydelig grunnet av tungmetallholdig okerslud. Fra 1991 har turbiditeten bare unntaksvis vært høyere enn 1. I 1998 var den gjennomsnittlige turbiditeten 0,78 (0,55 FTU i 1997). Økningen fra 1997 til 1998 skyldes en høy regnetert verdi (7,4 FTU) under begynnelsen av vårlommen. Fra juni og ut året var gjennomsnittsverdien 0,4 FTU. Vannet har da et klart utseende. Også elvas pH har økt fra gjennomsnittlig ca. 6,8 i 1986/87 til ca. 7,0 i 1998. Selv om surheten ikke var noe stort problem i Gaula for utløkene, har pH økningen trolig medvirket til økt avgiftning av tungmetallene.



Figur 3.5 Turbiditet i Gaula ved Reitan fra 1986 til 1998.

3.2. Transportberegninger av kobber og sink.

Transportverdier for kobber, sink og sulfat er beregnet på årsbasis fra juni 1986 til mai 1987, og for årene 1987 og 1990 - 1998 (tabell 3.2). Transportberegningene er utført for stasjon G14, Reitan. Denne stasjonen fanger opp de samlede utslipp fra Kjøli og Kallingdal graver. Vannføringsdata for Reitan (Kallingdal vannmerke) i 1990-1998 er generert ut fra data fra Eggafossen. Målingen i 1986/87 viste god sammenheng for vannføringer mellom Eggafossen og Reitan. Vannføringsdata er skaffet til veie av NVE.

Tabell 3.2. Årlige transportverdier av kobber, sink og sulfat ved Reitan (St.G14) for årene 1986 - 1998.

Periode	Kobber tonn / år	Sink tonn / år	Sulfat tonn / år	Vannføring 10 ⁶ m ³ / 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
1996	2,0	6,7	475	176
1997	2,8	9,9	598	310
1998	2,0	8,5	492	247

Årlig transport av kobber og sink ved Reitan ble redusert med hhv 39% og 14% fra 1997 til 1998, mens sulfattransporten ble redusert med 20%. Hovedårsaken til nedgangen i transportverdiene var at vannføringen gikk ned med 30%. Vannføringsveide årsmiddelværdier for kobber ved Reitan var 61 µg/l i 1986-1987, 30 µg/l i 1990, 16 µg/l i 1991, 17 µg/l i 1992, 9,9 µg/l i 1993, 8,5 µg/l i 1994, 9,2 µg/l i 1995, 11,4 µg/l i 1996, 8,9 µg/l i 1997 og 8,0 µg/l i 1998. Som vanlig var de høye Cu-konsentrasjonene tallig på våren som hevet årsgjennomsnittet (Jfr. Figur 3.3). Fra juni 1998 og ut året var vannføringsværet middelkonsentrasjon av kobber 6,6 µg/l (6,4 i 1997).

Hvis man legger til grunn den prosentvise fordelingen mellom kildene som ble beregnet i kapittel 3.1 og trekker fra en beregnet bakgrunnstransport i 1998 på ca 0,25 tonn fra transportverdiene for kobber ved Reitan i 1998 (tabell 3.2), bli bidraget fra Kjøli i 1998 ca 0,36 tonn (0,53 tonn i 1997) og fra gamle og nye Kallingdal graver hhv 0,75 tonn (0,74 tonn i 1997) og 0,63 tonn (1,20 tonn i 1997). De beregnede bidragene fra de ulike kildene varierer betydelig fra år til år. Dette har trolig sammenheng med lokale nedbørsmengder og klimaforhold under smeltningen. Det forhold at forurensningsstoffene kan være utpreget episodiske, bidrar også til usikkerhet i transportverdiene. Beregningen av kobbertransporten fra gamle Kallingdal (via Gravbekken) i 1998 (0,75 tonn) er imidlertid i god overensstemmelse med målinger opppe ved graveområdet (Iversen pers. med.) som viste en årlig kobbertransport på 0,78 tonn. 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 graveområdene. Generelt var det liten endring i konsentrasjonene av kobber og sink fra 1997 til 1998.

4. BEGROING

4.1. Metoder og materiale

Begroingsprøver ble samlet ved en befaring i vassdraget 13-14. august 1998, på stasjonene G1 til G7. Etter en lang periode med tøft og varmt vær, var vannstanden lav og prøvetakingsforholdene gode.

Metodikk for innsamling og bearbeiding av begroing er beskrevet tidligere (Frøen et al. 1988). I hovedsak gjøres en kvalitativ kartlegging av begroingssamfunnet: alger, moser og heterotrofe organismer. I felt vurderes hvor stor prosentdel av elveleiet i prøvetakingsområdet som er dekket av de ulike organismene. De makroskopisk synlige organismene prøvetas og bringes til laboratoriet der materialet analyseres i lupemikroskop. Organismene identifiseres så langt mulig og mengden angis. Det tas separate prøver av mikrosamfunnet, vesentlig kiselalger, som bla. prepareres bla. for opptelling av kiselalgeskull.

4.2. Resultater

Resultatene av begroingsundersøkelsene er vist i vedlegg, der vedlegg 4.1 viser begroingens arts-sammensetning og mengdemessige forekomst og vedlegg 4.2 prosentvis forekomst av kiselalger i kiselalgeprøvene.

Generelt inntrykk av begroingen i 1998

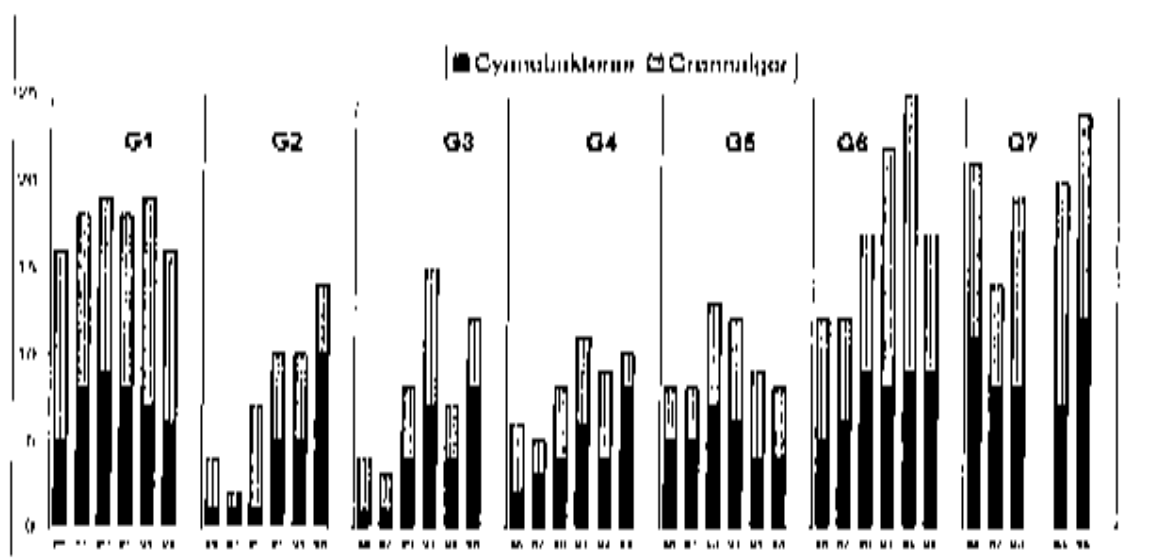
På referansestasjonen oppstrøms Starbekken (G1) så begroingen ut som tidligere. Den var varmt og hadde frisk farge. Fra 3 km nedstrøms Starbekken (G2) til munning av Grusbekken (G3) så forholdene ut til å være ytterligere bedret siden 1994. Økerdammet var forsvunnet og vandige begroingsorganismen var etablert. Nedstrøms Grusbekken (G3) var det, som i 1994, et betydelig slambelegg i de deler av elveleiet som har stabilt substrat i lengere perioder. Som tidligere var det liten begroing ved Reitan (G4). Det brunsvarte algebelegget på stasjonen ved Ålen (G5), som dekket store deler av elveleiet i 1986/87, før reduksjon av tungmetallutslippet hadde noe større forekomst i 1998 enn i 1994. Fra Eggafossen (G6) ned til Singsås (G7) var begroingen tilsynelatende lite endret siden 1994.

Artsmangfold

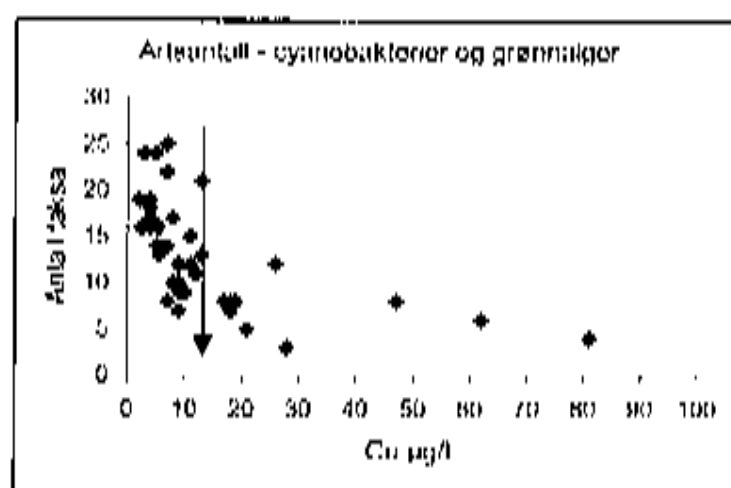
Figur 4.1. Viser antall taksar (arter og grupper av arter) av cyanobakterier (kalt blågrønnalger i tidligere rapporter) og grønnalger i august/september i perioden 1986 til 1998. Fordi cyanobakterier og grønnalger er grundigst bearbeidet er bare disse framstilt i figuren. På referansestasjonen (G1) har arts mangfoldet vært tilnærmet uendret i hele undersøkelsesperioden, mellom 16 og 19. På stasjonen nedstrøms Kjøli (G2) så økningen i arts mangfold ut til å ha fortsatt siden 1994. Her ble det registrert til sammen 13 taksar i 1998 mot 10 i 1994. Før tiltak ble satt i verk for å hindre avrenning fra Kjøli grøvet ble det registrert i gjennomsnitt 3 taksar av cyanobakterier og grønnalger på denne stasjonen. Observasjonene i 1998 tilknyttes at det ikke har vært en tilsvarende økning i arts mangfoldet på stasjonene nedstrøms i vassdraget: nedstrøms Grusbekken (G3), Reitan (G4), Ålen (G5) og Eggafossen (G6). Her har arts mangfoldet vært tilnærmet uendret siden undersøkelsene i 1990-90 da det ble registrert en markert forbedring som følge av de forureningsbegrensende tiltak i 1980-90.

Ved Singsås (G7) er det ikke registrert noen økning i mangfoldet siden undersøkelsene startet i 1986. Selv om mangfoldet har variert en del ved Singsås (G7), fra 15 til 24, har de senere års variasjoner (1990-1998) nemlig ligget innenfor rammen av det naturlige.

Figur 4.1 viser artsantall som funksjon av kobberkonsentrasjonen i vannet. Data fra hele perioden 1986-1998 er med, bortsett fra de høyeste verdiene, over $100 \mu\text{g L}^{-1}$. Da er artsantallet under enhver omstendighet lavt. Figuren viser *markert* nedgang i mangfoldet når kobberinnholdet overskrider $10-12 \mu\text{g L}^{-1}$ (markert med pil i figuren). Siden 1991 har kobberkonsentrasjonen sjelden vært over dette nivået, og alle data fra 1998 ligger til venstre for pilen. Det er derfor sannsynlig at det må være andre årsaker til at mangfoldet på stasjonene G3, G4 og G5 (og muligens G6) ikke har fortsatt å øke til samme nivå som på referansestasjonen Riasten (G1) eller ved Singsås (G7) etter 1991.



Figur 4.1. Artsmangfold (antall taksa) av cyanobakterier og grønnalger i Gaupa i august/september, 1986 til 1998.



Figur 4.2. Artsmangfold (antall taksa) av cyanobakterier og grønnalger som funksjon av kobber. Pilen viser konsentrasjonsområdet der mangfoldet avtar markert. Gaupa 1986-1998.

Forekomst av noen begroingsorganismer i perioden 1986 til 1998

Tabell 4.1 er noen begroingsorganismer gruppert etter forekomst i Ciula i 1986/87 før tiltak mot tungmetallforurensningen ble satt i verk. Utbredelsen av tre av disse er også framstilt i figur 4.3.

Gruppe 1	1986/87: bare oppstrøms utløp Storbekken - ved Rindem (G1) 1998: 4 av totalt 6 arter har etablert seg lenger ned i vassdraget, men bare sporadisk
Gruppe 2	1986/87: øverst og nederst i vassdraget, men ikke i områder med betydelig tungmetallforurensning (G2, G3, G4) 1998: 4 av totalt 6 arter har etablert seg i dette området (G2, G3, G4)
Gruppe 3	1986/87: hovedbredelse i områder med sterk/moderat tungmetallforurensning (G2, G3, G4, G5) 1998: 1 av 2 arter ser ut til å ha forsvunnet fra den undersøkte elvestrekning, den andre har fått mindre utbredelse
Gruppe 4	1986/87: bare i nedre deler fra og med områder med moderat tungmetallpåvirkning (G5, G6, G7) 1998: det ser ikke ut til å ha skjedd noen omfattende etablering av arter innen denne gruppen lenger opp i vassdraget
Gruppe 5	1986/87: bare nederst i vassdraget, fra lite påvirkede områder (G6, G7) 1998: heller ikke for denne gruppen har det skjedd noen omfattende etablering lenger opp i vassdraget
"nye"	1986/87: disse begroingsorganismer ble ikke observert i 1986/87 1998: 3 av 4 arter opptrer nå sporadisk i hele vassdraget.

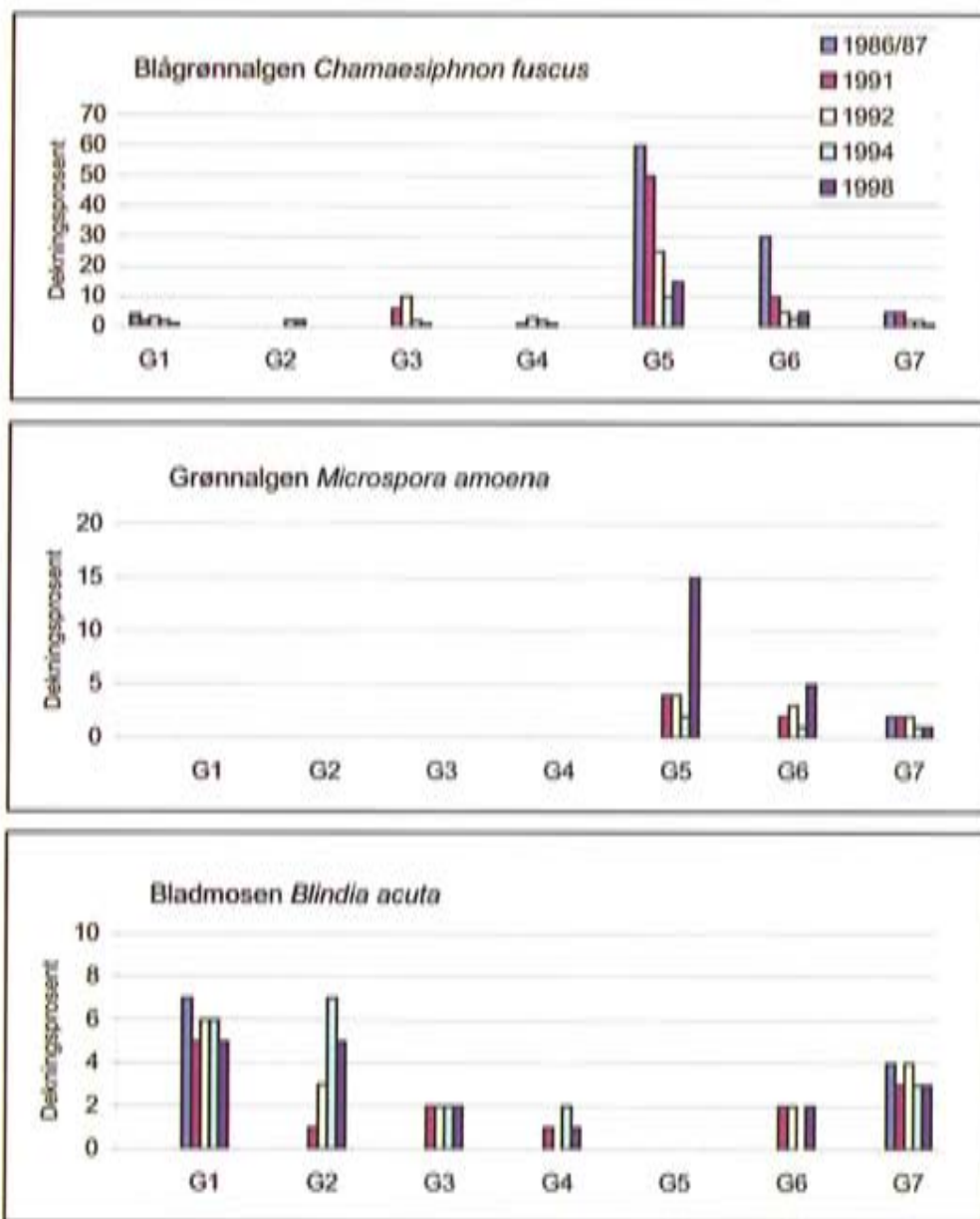
Samlet tilsier dette at de fleste begroingsorganismer som ikke var tilstede i Ciula på den sterkt tungmetallpåvirkede strekningen (G2 til G5), har etablert seg etter at forurensningsbegrensende tiltak ble satt i verk. De fleste opptrer umerkelig spredt og sporadisk. Det kan skyldes at tilstanden fremdeles er ustabil og på en eller annen måte preget av forurensning. Forekomsten av organismer som priset den kumensede strekningen er betydelig redusert.

Figur 4.3 (øverst) viser forekomst av cyanobakterien *Chamaesiphon fuscus* i perioden 1986-1998. Fra å danne et massivt brunsvart belegg på alle større stein ved Ålen (G5) i 1986/87 ble forekomsten gradvis redusert fram til 1994, da den bare dannet små brunsvarte flekker på steinene her. I 1998 så den igjen ut til å ha økt noe i mengde og dekket ca 15 % av alle større stein. At *C. fuscus* har såvidt stor forekomst ved Ålen (G5) kan tyde på at tilførslene av tungmetaller fremdeles er så store at de påvirker begroingssamfunnet. Etter 1990 har *C. fuscus* har etablert seg på alle påvirkede stasjoner oppstrøms Ålen (G2, G3, G4).

Figur 4.3 (midten) viser forekomst av grønnalgen *Microspora amoena*. Fra å være begrenset til nederste stasjon ved Singsås (G7) i 1986/87, har *M. amoena* etablert seg og opptrer nå jevnlig opp til Ålen (G5). Forløpene er den ikke observert i vassdragets øvre deler. *M. amoena* får ofte stor

forekomst i vassdrag som har høyt næringssaltinnhold. At den hadde stor forekomst ved Ålen (G15) i 1998 kan derfor bety at denne lokaliteten er noe belastet med næringsstoffer.

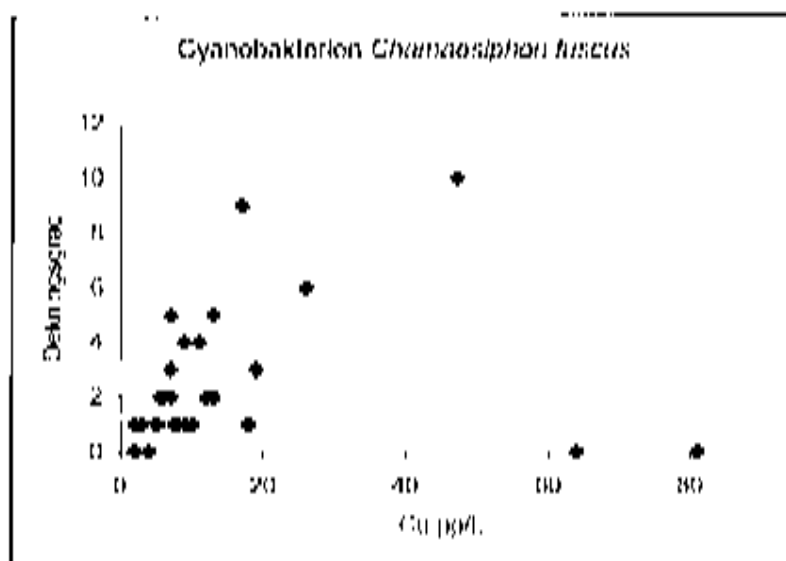
Figur 4.3 (*moderat*) viser forekomst av mosen *Blindia acuta*. I 1986/86 ble den bare observert på referansestasjonen (G11) og nedest ved Singsås (G7). Fra og med 1990 hadde den etablert seg på alle stasjonene unntatt Ålen (G15). *B. acuta* er vanligvis for generell forurensning, det er trolig grunnen til at den ikke vokser nedstrøms Ålen. Ved Starbekken (G7) har den etter hvert fått stor forekomst og er, som i 1991 og 1994 (Traaen m. fl. 1995), begroingens mest markerte og lett synlige begroingsorganisme. Observasjoner i Orkla kan tyde på at *B. acuta* trives i vann med noe høye konsentrasjoner av kobber og muligens også sink (Grunde & Rønstad 1996).



Figur 4.3. Dekningsprosent av tre begroingsorganismer i Gaula fra 1986 til 1998.

Mengdemessig forekomst av cyanobakterien C. fuscus.

På grunnlag av NIVA's observasjoner i Gaula og Orkla (Grande og Romstad 1996) ser *C. fuscus* ut til å trives i moderat tungmetallforurensede vassdrag og er da i stand til å utvikle unormalt store bestander. Den forsvinner imidlertid når kobberkonsentrasjonen går over en viss verdi. I figur 4.4 er forekomst av *C. fuscus* framstilt som funksjon av kobberinnholdet i Gaula i perioden 1986-1998. Figuren viser at *C. fuscus* øker i mengde allerede ved ganske lave konsentrasjoner av kobber, fra 7-10 $\mu\text{g L}^{-1}$, inntil en øvre grense på 50-60 $\mu\text{g L}^{-1}$ der den forsvinner. Dette betyr at med de nivåer av kobber som var i deler av Gaula i 1998, med maksimumsverdier i området 10-16 $\mu\text{g L}^{-1}$, var det mulighet for unormalt store bestander av *C. fuscus*. Undersøkelser i andre vassdrag kan tyde på at denne effekten kan forsterkes dersom sinkinnholdet også er høyt (Hylland m. fl. 1998).



Figur 4.4. Forekomst av cyanobakterien *Chamaesiphon fuscus* som funksjon av kobber, Gaula 1986 til 1998.

4.3 Diskusjon og sammendrag

Referansestasjonen nedstrøms Rueten (G1)

Begrongssamfunnet ga samme visuelle uttrykk og bestod i hovedsak av de samme arter som tidligere. Variasjon i artsmangfold, arts sammensetning og mengde fra år til år ligger etter alt å dømme innenfor den naturlige variasjonsbredden. Begrongssamfunnet tilkaf en høy grad, lite forurensningspåvirket vannkvalitet.

Strekningen Storbekken til 3 km nedstrøms (G2)

På denne strekningen var det tidligere så påfallende røde okerslammet nesten borte og elveløpet så tilnærmet normalt ut. Økningen i begrongens mangfold hadde dessuten fortsatt siden 1994 og karaktersammenhengstilnlige organismer som cyanobakteriene *Rivularia biosolettiana* og *Schizothrix lacustris* hadde etablert seg. Artsmangfoldet var midlertid fremdeles noe lavere enn på referansestasjonen (G1) og i nedre deler av vassdraget ved Eggafossen (G6) og Singsås (G7), se figur 4.1. Om dette skyldes episodiske tilførsler av kobber, rester av forurensninger i elveløpet eller en treghet i etablering av enkelte organismer er vanskelig å si.

Strekningen nedstrøms Grusbekken (G3) til Reitan (G9)

Ved befaringen i august 1998 ble det observert okerslam rett nedstrøms innløp av selve Grusbekken. På stasjonen nedstrøms Grusbekken (G3), var dette mindre påfallende, men også her ble det registrert et slambelagg på større stein. På strekningen fra Grusbekken til Reitan så det ikke ut til å ha vært noen økning i artsmangfoldet siden 1991. Det var fremdeles klart lavere enn på referansestasjonen (G1) og i vassdragets nedre deler (G6 og G7). Organismer som klaret seg ved lave/moderate tilførsler av kobber og sink, som cyanobakterien *Chamaesiphon fuscus*, grønnalgen *Zygnema* b og mosen *Blindia acuta* hadde dessuten markert forekomst ved Grusbekken (G3) og Reitan (G9). Det er derfor trolig at det ikke har skjedd en tilsvarende bedring av vannkvaliteten her etter 1991-94 som på strekningen mellom Storbekken og Grusbekken (G2).

Nedstrøms Allen (G1)

Et brunsvart belegg av cyanobakterien *Chamaeviphon fuscus* preget denne lokaliteten da undersøkelsene startet i 1986. Dette avtok i mengde fram til 1994, men hadde på nytt økt noe i 1998, figur 4.3. Artsmangfoldet på denne stasjonen så heller ikke ut til å ha økt siden 1986/87, figur 4.1. Disse forhold tilsier at denne del av Gaula fremdeles er noe belastet med tungmetaller i perioder. Fravær av organismer som ikke tåler generell forurensning, men som vokser andre steder i vassdraget, bl.a. cyanobakteriene *Calothrix gypsophylla* og *Stigonema mamillatum* og grønnalgen *Rubrococcone* sp., samt mosen *Blindia acuta* tilsier dessuten noe generell forurensningsbelastning. Markert forekomst av forurensningstolerante organismer som grønnalgen *Micrasygma amicum* og mosen *Hygrohypnum ochraceum* forsterker dette inntrykket. Bakterier som lever av lett nedbrytbart organisk materiale ble også observert. At gulgrønnalgen *Chaetocera*, som hadde stor forekomst i 1994, ikke ble registrert i 1998 er trolig et uttrykk for de noe ustabile forhold som fremdeles preger denne del av vassdraget.

Strekningen Eggafossen (G6) til Stugsås (G7)

Denne elvestrekningen så ut til å være lite påvirket av tungmetaller og generelle forurensninger. Det ble bare registrert 13 endringer siden 1994. Artsmangfoldet var omtrent som på referansestasjonen ved Riasten (G1), se figur 4.1, og flere forurensningsemførlige arter vokste på begge lokaliteter.

5. BUNNDYR

5.1. Innledning

Undersøkelser av bunndyr kan i tillegg med andre biologiske parametre gi informasjon om forholdene i vassdragene. Siden bunnen er avhengig av vassdraget som levested over et lengre tidrom, vil studier av bunndyrsamfunnets oppbygging og artsammelfold gi informasjon om leveforholdene over tid.

I Gaula er bunndyr brukt i vannkvalitetsovervåkingen i 1986/87, 1991/92 og 1994 (Traaen et al. 1988, 1993, 1995). Det ble foreslått en bunndyr-overvåking annet hvert år i Gaula for å følge utviklingen i bunndyrbestandene og reetableringen av livet i elva etter at tiltak ble gjennomført for å begrense tungmetalltilførslene. Det ble utført bunndyrundersøkelser igjen i 1998, fire år etter forrige undersøkelse. Flere undersøkelser har videre vist at særlig døgnfluer kan være gode indikatororganismer ved gruveforurensninger (jfr. Rehfeldt & Söehng 1991, Clements et al. 1990, Aanes 1980, Arnekleiv & Størset 1984). Døgnfluer har arter med lik toleranse for tungmetaller, men er også brukt som indikatororganismer ved forsuring, og gruveavrenning vil i de fleste tilfelle også gi en lokal forsuringseffekt (jfr. Raddum & Fjellheim 1984, Fjellheim & Raddum 1990). For å bruke bunndyr som indikatorer på forurensning bør organismene artsbestemmes siden selv arter innen samme slekt kan vise lik toleranse overfor samme forurensning (Resh & Unzicker 1975). For Gaula er det lagt vekt på døgnfluer, stendåner og værluer siden disse er svært vanlig i rent, umuttede vann og har arter med antatt lave toleransegrenser for metallforurensning.

Her i landet er det foretatt flere undersøkelser på bunndyr i tilknytning til gruveforurensning. Nedentfor et utslipp, der giftvirkningen gradvis avtar, vil artene komme tilbake (rekolonisere) i forhold til deres toleranse. Foruten i Gaula, er undersøkelser som omhandler arter og avrenning fra gruver foretatt i Folla (Aanes 1980, jfr. også Grande 1991) og Skorovassdraget (Grondalselva) (Lien m.fl. 1983, Grande m.fl. 1985).

Siste bunndyrundersøkelse i Gaula i 1994 viste en tydelig rekolonisering av bunndyr på tidligere totalskudde områder mellom Storbekken og Ålen. Både mengden bunndyr og artsammelfoldet var imidlertid fortsatt langt lavere enn på referansestasjonen og det er finner i rene elver i regionen. Undersøkelsen i 1998 har som målsetting å vurdere den videre reetableringen av elvebunnen etter gjennomførte tiltak. Det er også mulig at den relativt seint reetableringen av orret i øvre Gaula kan ha sammenheng med mangel på næringsdyr på deler av elvestrekningen.

5.2. Metoder

Til innsamling av bunndyr ble sparkemetoden benyttet (Hynes 1961, Brittain og Saltveit 1984). Det ble benyttet en bål med sider 25 cm og maskevidde 0,5 mm. Innsamlingen ble tatt på tid, vanligvis 5 min. pr. prøve (R-5), men i 1998 ble det tatt to prøver, hver på ett minutt (R-1). Stasjonene for innsamling av bunndyr er i hovedsak felles med stasjonene for fysisk-kjemiske prøver, begreingsprøver og elfiske og er vist i figur 2.3. I tillegg er det tatt bunndyrprøver fra noen supplerende stasjoner som også er felles med elfiskestasjonene: G2c, G1b, G4c. Med unntak av G2c, ble disse stasjonene også undersøkt i 1986/87, for iverksettelsen av tiltak. Innsamlingen ble foretatt 15. 16. juni og 11.-12. august 1998.

5.3. Resultater

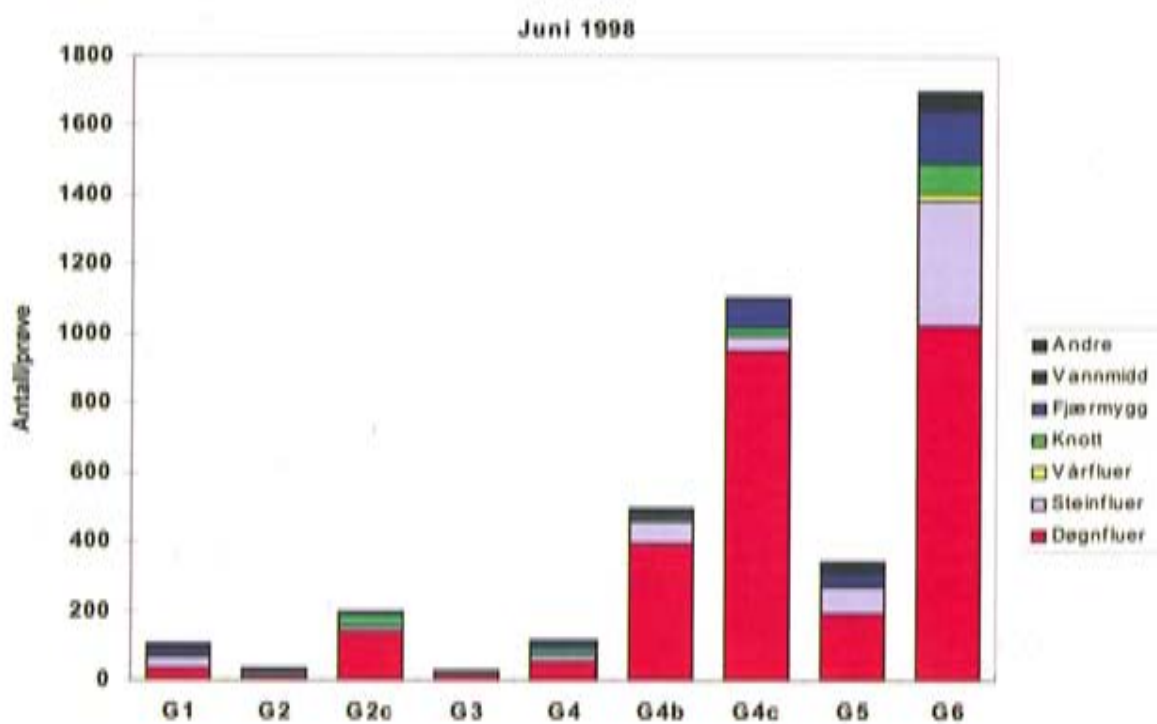
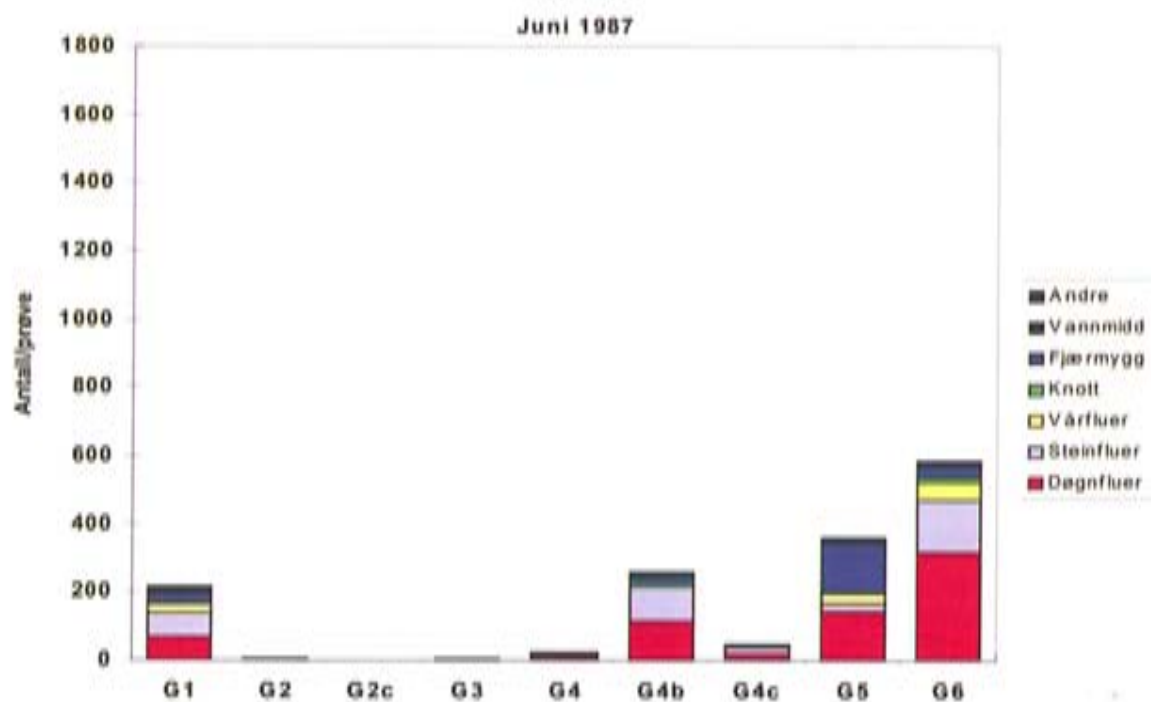
5.3.1. Bunn dyrsammensetning og mengde

Figur 5.1 - 5.2 viser bunnfaunasammensetningen på 30te stasjonene i øvre Gaulla i 1986/87 (før gjennomførte tiltak) og i 1998. Detaljer om faunasammensetningen og relative mengder er gitt i vedleggstabellene 5.1 og 5.2. Rekoloniseringen av bunn dyr i øvre Gaulla fortsetter, men både mengder og mangfold ligger fortsatt jevnt over lavere enn på referansestasjonen og i lakseførende del av elva.

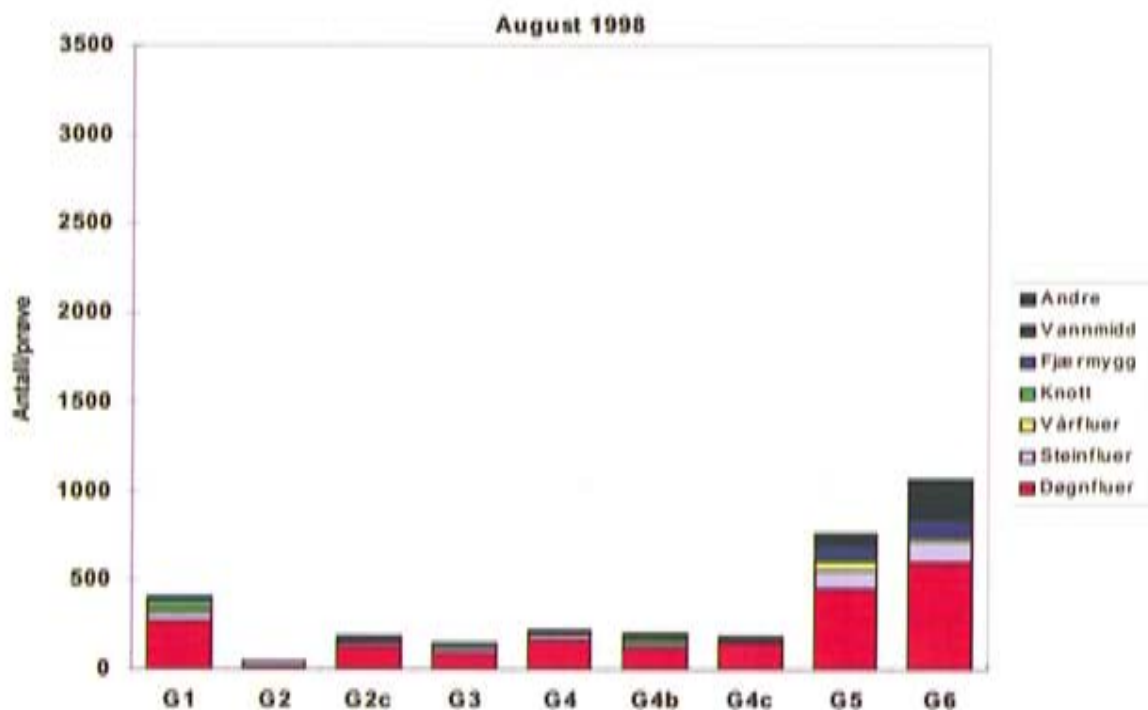
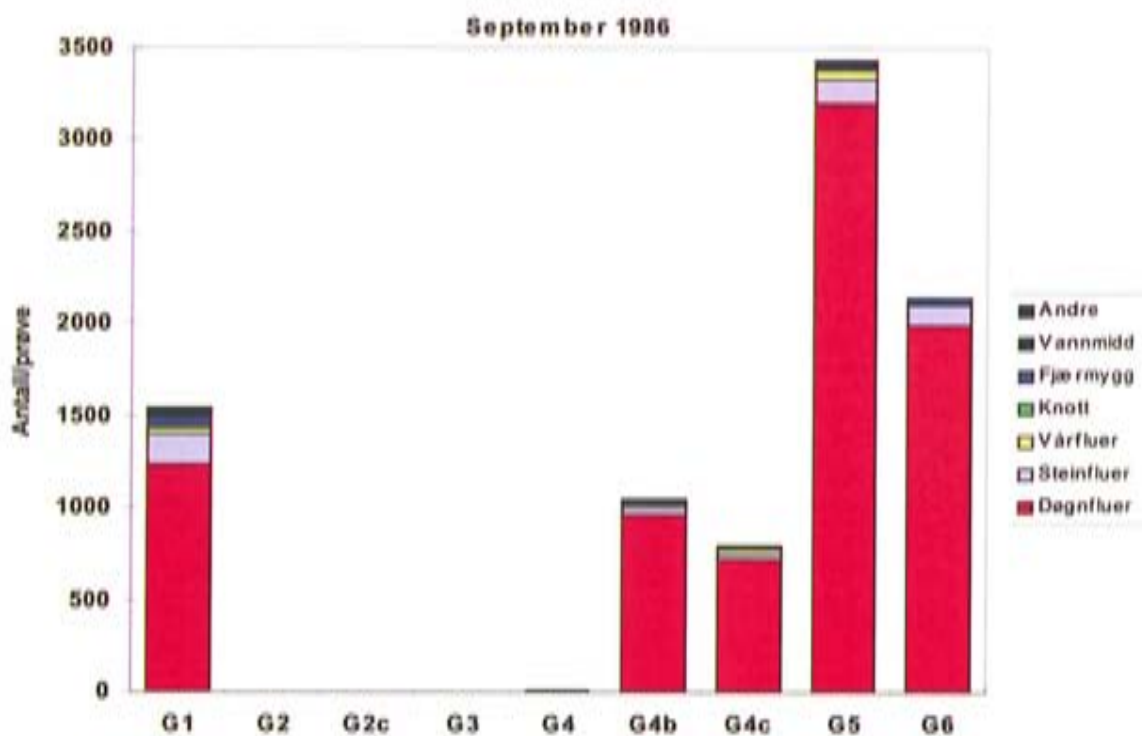
På referansestasjonen (G1) ovaler prøvefluentsamlingen i Gaulla, var det stor likhet i faunasammensetningen mellom de ulike årene, med døgnfluer, stendfluer, vårflyer og fjernmygg som de dominerende insektordene. Knottlarver kom inn i betydelig antall i enkelte prøver, bla i august 1998. Det var overraskende små bunn dyrmengder i prøvene fra juni 1998, men artsmangfoldet var stort (jf. artsutvalget). Forøvrig var både faunasammensetningen og relative bunn dyrmengder slik en kan forvente i klarvannselvet ellers i regionen.

Resultatene fra 1998 viser en fortsatt normalisering av faunen mellom Storbekken og Ålen, men endringene fra siste prøvetaking i 1994 er små. Prøvene fra 1987 viste at det bare var en restfauna av enkeltindivider bunn dyr på denne strekningen, mens prøvene fra 1998 viser gjennomsnittlig 328 individer pr. prøve for juni og 167 individer pr. prøve for august, og 5-9 dyregrupper tilstede. Det er imidlertid store forskjeller i relative mengder og faunasammensetning mellom lokalitetene. Stasjonene G12 og G13 som ligger nedstrøms henholdsvis Storbekken og Grubbekken, hadde i juni en tydelig forenklet sammensetning og lave bunn dyrmengder (fig.5.1). Flere dyregrupper var representert med bare enkeltindivider. Den mellomliggende stasjonen (G12c) hadde en mer normalisert fauna med et betydelig antall døgnfluer og knottlarver. Fra Reitan, nedstrøms samløp Rugla (G14b) og nedover øker bunn dyrmengdene og antall registrerte grupper. En tydelig rekolonisering ble også sett på denne strekningen i 1987, og har høyst sannsynlig sammenheng med tilførsel av drivfina fra bla Rugla som er ei relativt neringprisk elv med høye bunn dyrtettheter og stort artsmangfold (Trautten m.fl. 1988), selv om elva i perioder har kobberkonsentrasjoner rundt 15 µg/l. Sammenlignet med 1994 viser midlertid ikke sparkeprøvene store forbedringer i faunasammensetning og bunn dyrmengder fra 1994 på strekningen Storbekken - Ålen.

Prøvene fra august 1998 (fig. 5.2) viser at de vanlige bunn dyrgruppene nå er tilstede på de fleste av stasjonene, og de relative bunn dyrmengdene lå, med unntak av stasjon G12, på samme nivå, men lavere enn på referansestasjonen og lavere enn nedstrøms Ålen (G15 og G16). Stasjon G12 har også på høsten en forenklet faunasammensetning og lave bunn dyrmengder. August prøvene var dominert av døgnfluelarver, derrest forekom stendfluer, vårflyer, knott og fjernmygg i betydelig antall på stasjonene mellom Storbekken og Ålen. På stasjon G15 og G16 som hadde betydelig større bunn dyrmengder, forekom i tillegg vannmidd i større antall. Sammenlignet med 1994 viser heller ikke høstprøvene store endringer i faunasammensetningen i 1998.



Figur 5.1 Faunasammensetning og relative bunndyrmengder i sparkeprøver fra øvre Gaula i juni 1987 og 1998.

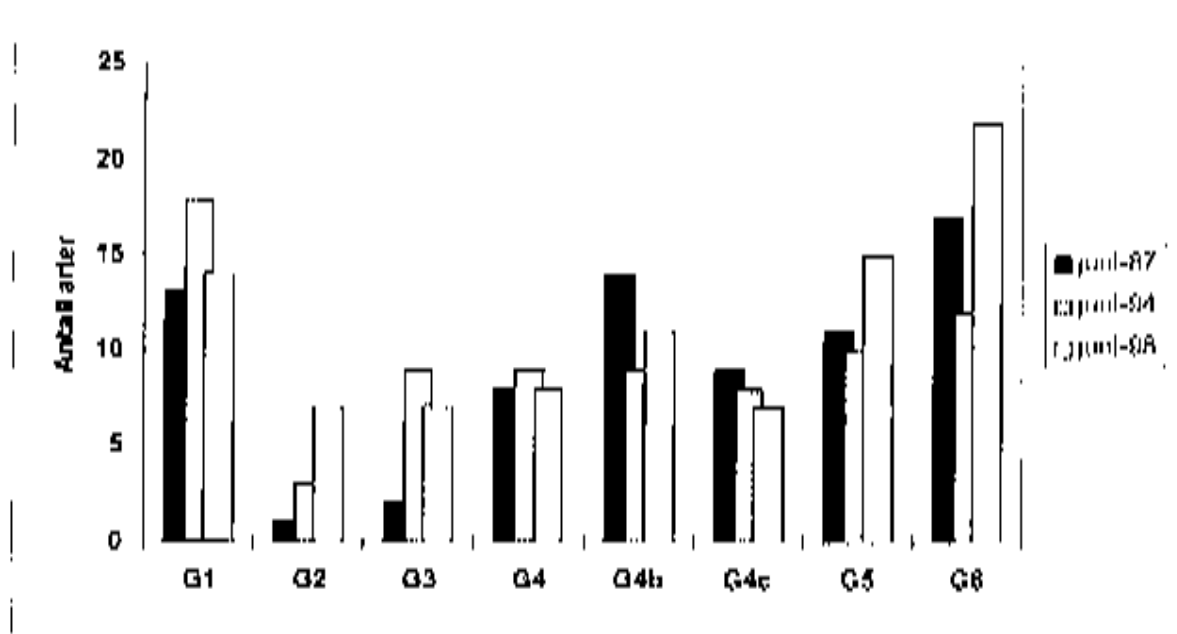


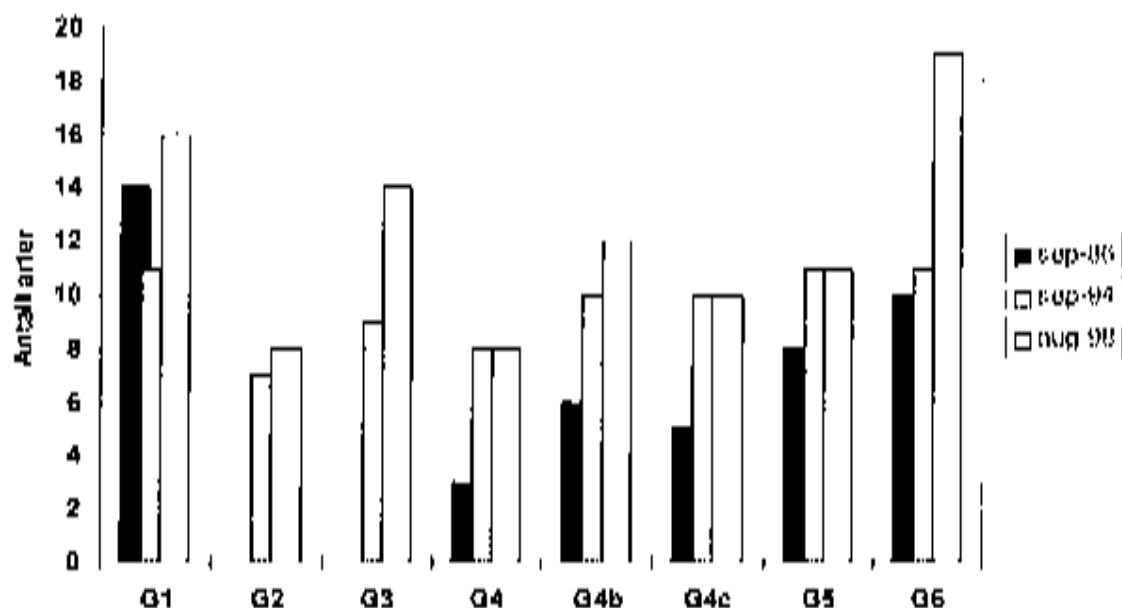
Figur 5.2 Faunasammensetning og relative bunndyrmengder i sparkeprøver fra øvre Gaula på høsten i 1986 og 1998.

5.3.2 Artsmangfold

Arts sammensetningen er analysert for de dominerende gruppene døgnfluer, steinfluer og vårflyer. Arts sammensetningen av larver innen disse gruppene vil skille med årstidene avhengig av artenes livsytklus. Prøvetakingen er forsøkt gjort til samme tid hvert år, men på grunn av varierende vannføringsforhold i Gitala har prøvetidspunktet blitt forskjøvet enkelte år. Prøvene fra juni er som regel tatt i første halvdel av måneden, så også i 1998, mens høstprøvene i 1998 ble tatt i midten av august, om lag en måned tidligere enn i andre år. Dette har medført at vi har fått med noen sommerarter, mens enkelte høstarter kan ha vært for små til å bli med i prøven eller for små til sikker artsbestemmelse.

Antallet registrerte arter på de ulike stasjonene i utvalgte år er vist i figur 5.3, mens arts sammensetningen i 1998 er vist i detalj i vedleggstabellene 5.3 og 5.4. Resultatene viser en klar reetablering av arter innen alle tre gruppene (døgn-, stein- og vårflyer) på stasjonene mellom Storbekken og Ålen fra 1986/87 til 1994 og 1998. I juni prøvene ble det registrert 7-11 arter på stasjonene mellom Storbekken og Ålen (G2-G4c), mens det på referansestasjonen var 14 arter i prøvene. Antallet registrerte arter var omlag det samme som i 1994 med unntak av stasjon G2. Her var det en økning i artsantallet fra 3 i 1994 til 7 i 1998 (fig. 5.3). Også på stasjon G5 og G6 var det en økning i registrerte arter fra 1994 til 1998. Arts sammensetningen i august prøvene var noe forskjellig fra tidligere års prøver tatt i september, men antallet registrerte arter var på samme nivå eller noe høyere på strekningen Storbekken-Ålen i 1998 enn i 1994. Antall registrerte arter varierte mellom 8 og 14 på strekningen, mens det på referansestasjonen ble registrert 16 arter og på stasjon G6 19 arter.





Figur 5.3 Antall arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer registrert i spårkeprøver fra øvre Gaula i juni og august-september i 1986/87, 1994 og 1998.

Døgnfluer (Ephemeroptera)

Vedleggstabellene 5.3-5.4 viser at det i 1986/87 bare ble påvist enkeltindivider av døgn- og steinfluer på stasjonene G2-G4, og disse antas i stor grad å skyldes drift fra sidebøkker. Prøvene fra 1994 og 1998 viser at døgnfluarten *Baetis rhodani* nå har etablert bestand i betydelig antall på disse stasjonene med en tydelig økning i antall på de to stasjonene nedstrøms Ruggå (G4b og G4c), mens mengden er lavere igjen på stasjon G5. Prøver fra 1991 og 1994 viser at denne arten var den første til å rekoloniserte elvestrekningen etter de gjennomførte tiltakene. Juniprøvene i 1998 viser at også arten *Ameletus inopimus* nå forekommer i lavt antall på alle stasjonene. Arten *Ephemera aurivillii*/sp. forekommer i lavt antall på flere stasjoner på strekningen både i juni og august, noe som viser klare tegn på reetablering og en ytterligere bedring fra 1994. Mens *B. rhodani* er regnet som en tolerant art m.h.t tungmetallforurensning, er *B. aurivillii* sensitiv (jf. Røhfeldt & Svøchtig 1991).

Augustprøvene viser forøvrig betydelig forekomst av de to søyeartene *Baetis fuscatus/crambus* og *Baetis subalpinus* på hele strekningen G1-G6. Dette kan delvis skyldes at artene på grunn av livsryklus ikke finnes med larver i elva i september og dermed ikke ble påvist tidligere. På grunn av det høye tungmetallinnholdet ville de imidlertid neppe ha overlevd her før tiltakene ble gjennomført, og fortsatt lavt antall av begge artene på stasjon G2 tyder på at disse også har rekolonisert elvestrekningen de siste årene. Artene *Heptagenia diluviana* og *Baetis muticus* forekommer vanlig på G1 og G6 i 1998, men er fortsatt nesten fraværende på hele den

mellomliggende strekningen. Slekten *Heptagenia* har vist seg å være meget sensitiv overfor tungmetaller (Clements et al. 1988, Rehfeldt & Söchtig 1991) og manglende reetablering tyder på at det fortsatt forekommer for høye tungmetallverdier til at døgnfluvefaunaen kan restitueres fullt ut.

Steinfluer (Plecoptera)

Steinfluer har jevnt over en høyere toleranse for tungmetaller enn de fleste døgnfluverte, og mange av artene forekommer i relativt lavt antall. Undersøkelsen viser likevel en klar reetablering av steinfluer på de øverste stasjonene G2-G4, hvor denne dyregruppen nesten ikke ble registrert i 1986/87. I 1998 ble det registrert en rekke arter i lavt antall i prøvene fra strekningen Storbekken-Alen (tabell 5.4). Arten *Diura nanseni* som forekommer vanlig i de fleste elvere i regionen, var tiltrak på alle stasjonene på hele strekningen i august, mens arter av slekta *Isoperla* forekom fåtallig på G1 og G6 med bare enkeltindivider observert på et fåtall andre stasjoner i juni. *D. nanseni* og *Isoperla* sp. er regnet som sensitive arter for ulike typer forurensning, mens arter innen slektene *Nemoura* og *Amphinemura* er regnet som mer tolerante. Dette gir seg imidlertid ikke klare utslag i reetableringen av steinfluer i øvre Chula, kanskje med unntak av *Isoperla*, som fortsatt synes å ha problemer med å etablere seg på de øverste stasjonene. *Amphinemura borealis* som var tiltrak på hele den øvre strekningen (G1-G4) i 1992/94 forekom bare i lavt antall på G1-G4 i 1998, men kom tilbakt opp i prøvene fra G1b og nedover. Søsterarten *Amphinemura salicivallis* ble derimot kun registrert på stasjon G6 i 1998, men fantes fåtallig i øvre deler i 1992. *Brachyptera ruf.* som er svak i konkurranse med mange arter, forekom jevnt, men fåtallig fra stasjon G2e og nedover, mens *Leuctra fusca* var vanlig på stasjonene nedstrøms Rugh. Andre steinfluerarter forekom sporadisk på lokalitetene i 1998. Sammenlignet med artsammensetningen i 1994 er det ikke registrert noen klar økning i arts mangfoldet og reetableringen av steinfluer i øvre Chula i 1998. Høyest antall arter er registrert på G1 og G6, men steinfluefaunaen er likevel i full reetablering på de mellomliggende lokalitetene. Stasjon G7 hadde det laveste arts mangfoldet av steinfluer.

Vårfluer (Trichoptera)

Vårfluematerialet er relativt spinkelt i det mange arter forekommer med enkeltindivider i prøvene. Det kan derfor være stor grad av tilfeldighet om en art blir registrert eller ikke. Ut fra foreliggende materiale viser ikke artsammensetningen på de ulike stasjonene tilsvarende reetablering som for døgn- og steinfluer, men det kan skyldes naturlig fåtallig forekomst av mange av artene. Derimot var den vanlig forekommende arten *Rhyacophila nitida* tallrik på referansestasjonen G1 alle år, men forekom ikke, eller bare sporadisk, på stasjonene G2 og G3 i 1986/87, 1991 og 1992. I bostprøvene i 1994 ble den imidlertid registrert fåtallig på disse stasjonene og tiltrak på G4 og G5, mens augustprøvene i 1998 viser vanlig forekomst av arten på alle stasjonene og tiltrak forekomst på G5. Også arten *Polycentropus flavomaculatus* har vist en klar reetablering på strekningen Storbekken-Alen i 1994 og 1998. Det ble ellers både i 1994 og 1998 påvist enkeltindivider av flere arter spredd på stasjonene G2-G5 uten at en kan peke på noen klar reetablering av spesifikke arter i området. På G1 ble det bare registrert 2 vårfluearter i hver av periodene i 1998, mens artsantallet på de andre stasjonene ned til G5 varierte mellom 0 og 4. På G6 ble det i begge periodene registrert 6 vårfluearter.

5.4 Diskusjon og sammenfatning

Resultatet av bunndyrundersøkelsene viser at forholdene i øvre Gaula er betydelig forbedret i 1991/92, 1994 og 1998 som følge av gjennomførte tiltak. Det foregår en tydelig reetablering og normalisering av faunnen på tidligere totalskaderte områder. Eksempelvis er antall registrerte arter av døgnfluer og steinfluer på elvestrekningen mellom Storbekken og Rentun økt fra 3 arter i 1986/87 til 15 arter i 1994 og 17 arter i 1998. Utviklingen mot en merket normalisering av bunndyrfaunnen slik det ble registrert i 1994 har bare delvis fortsatt i 1998. Forandringen i mengde bunndyr og forekomsten av sensitive arter er ikke mye endret fra 1994, men med en positiv tendens i døgnflurfåmann. På stasjonene G12 og dels G13 er artsammensetningen fortsatt karakterisert av lite individantall av registrerte arter og mangel på arter som er sensitive for tungmetallbelastning. Både mengden bunndyr og arts mangfoldet av døgnfluer, steinfluer og vårfluer er lavere på strekningen Storbekken-Ålen enn på referansestasjonen øverst og lavere enn i lakseførende del av Gaula (G16). Bunndyrfaunnen i Gaula nedstrøms Eggdøssan (G16) synes å være fullt restituert. Artsmangfoldet var som normalt for vassdraget og med like stor forekomst av sensitive arter her som vi finner på andre stasjoner lenger nedover Gaula (jf. Arnekleiv 1999).

Vi har tidligere sammenholdt artsantallet av døgnfluer, steinfluer og vårfluer med kobberkonsentrasjonene i vannet på de enkelte stasjonene og vist at det er god korrelasjon mellom antall arter og kobberkonsentrasjonen i vannet og mellom individantallet og kobberkonsentrasjonen (Arnekleiv & Storsøt 1995). Prøvene fra 1998 viser samme tendens, men ikke så klar sammenheng for juniprøvene.

Faunnen i en slik reetableringsfase som vi har mellom Storbekken og Ålen vil være ustabil, hvor enkeltarter i perioder kan komme og forsvinne. Selv om middelverdien for kobber skulle ligge under toleransegrensen for de fleste artene, kan plutselige og kortvarige topper i tungmetallkonsentrasjonene være dødelig for mange arter. Fiskeundersøkelsen i 1986-87 tydet på at det i perioder kan forekomme blandsoner nedstrøms de sure gruvebekkene hvor toksisiteten av metaller øker (Fransen m.fl. 1988). Sierlig på stasjon G12 (nedstrøms Storbekken) og dels G13 (nedstrøms Gruvebekken) er det fortsatt en enklere fauna enn på de øvrige stasjonene. En må derfor forvente at kobberkonsentrasjonene må ytterligere ned og at det fortsatt tar tid før meget sensitive arter som *Heptagenia diluviana* skal kunne reetablere en bestand i området Storbekken-Ålen. Clements et al. (1988, 1990) fant ved eksperimentelle forsøk betydelig reduksjon i både artsantall og individtetthet selv ved kobberkonsentrasjoner ned mot 9 µg/l. Toksisiteten av kobber er imidlertid svært avhengig av hvilken form metallet forekommer i.

6. FISK

6.1 Metoder

Ungfisk av ørret og laks er undersøkt med elektrisk fiskeapparat (Pulsensapparat) på faste stasjoner i øvre Gaula. Det ble i hovedsak fisket én omgang på hvert stasjon, og avfisket areal har varert mellom 60 og 200 m². På stasjonene G1 og G6 ble det enkelte år fisket 3 omganger.

I 1986/87 ble det foretatt elektrisk fiske på en rekke stasjoner i hele Gaula med sideelver for å kartlegge utbredelse og tetthet av ungfisk (jfr. Trøsten et al. 1988, Arnekleiv et al. 1989). Etter at tiltak for å begrense gruveforurensningen ble gjennomført i 1990, ble de samme stasjoner i øvre Gaula elfisket i 1991/92, 1994 og 1996 for å se om ørret har etablert seg igjen på strekninger som tidligere var fisketomme på grunn av tungmetallforurensning. Denne overvåkingen er fulgt opp med nye prøvetiske i 1998. I tillegg til hovedstasjonene G1-G6, ble det i 1996 opprettet tilleggsstasjoner for elfiske og bunndyrprøver for å se nærmere på detaljer i reetableringen av bunnen nedover vassdraget. Disse stasjonene er:

G 2B - rett nedstrøms sideelva Syn

G 2C - rett overfor sideelva Menna og oppstrøms Gruvbecken

G 4A - nedstrøms samløpet Rugh

G 4B - Ålen sentralt ved Kjeppelassen

G 5B - nedstrøms samløp Berda, overfor Eiggfossen

G 5C - Overfor Eiggfossen ved Åsplassen

Noen av tilleggsstasjonene ble også elfisket i 1986/87.

6.2 Resultater og diskusjon

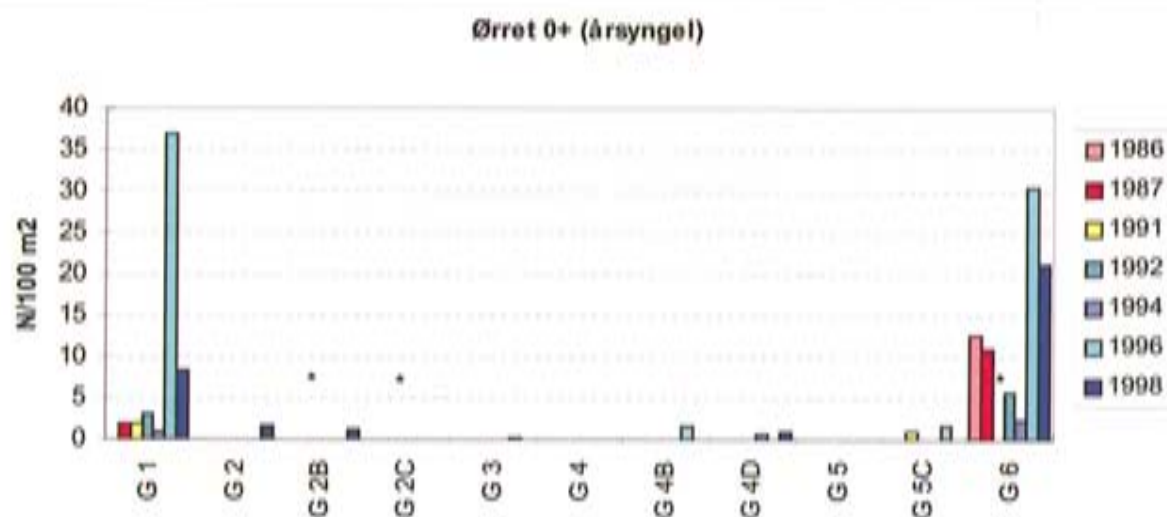
Resultatet av elfiske er samstilt samlet for alle alle år i figur 6.1-6.3, mens tallene fra de enkelte stasjonene og datoer er gitt i vedleggstabell 6.1. Figur 6.1 og 6.2 viser observerte tettheter av ørret, mens forekomsten av laksunger på den lakseførende strekning (St. G5c og G6) er vist i figur 6.3.

I 1986/87 ble det ikke påvist fisk på stasjonene mellom G1 og G6. Til tross for potensielt gode ungfiskhabitater og store avfiskete arealer ble det ikke funnet fisk på stasjonene G4, G4b, G4c og G5c. Først ved G6 (ca. 1 km nedstrøms Eiggfossen) var det en forholdsvis lav tetthet av ørret, og bare 2 laksunger ble påvist her. Manglende fiskebestander overfor Eiggfossen ble sett i sammenheng med det høye tungmetallinnholdet i vatnet.

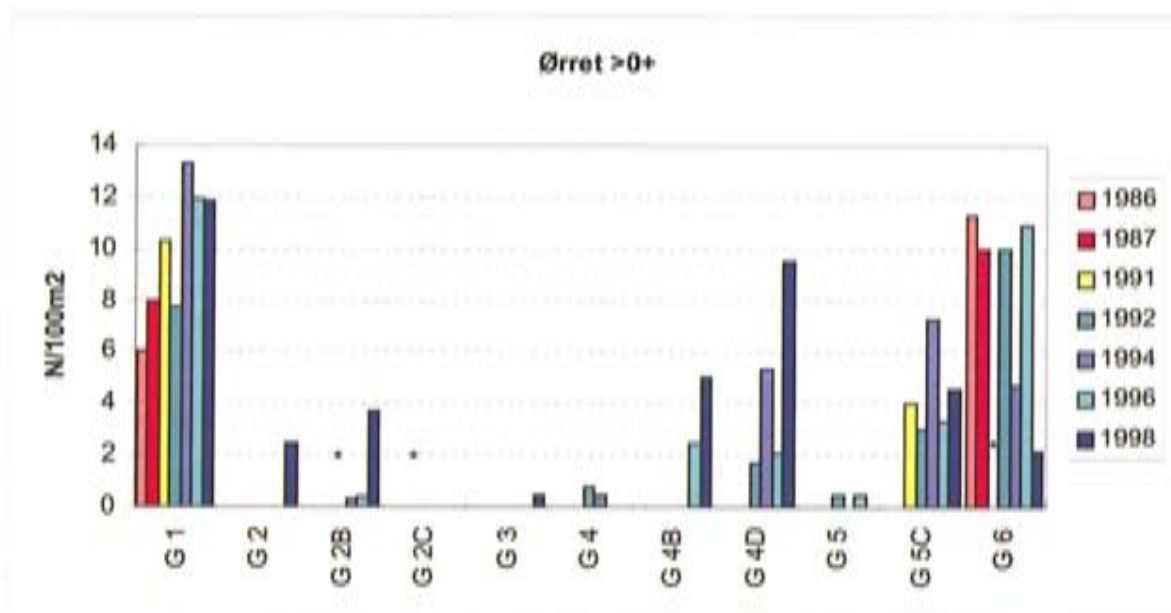
I 1991/92 viste elfiskeresultatene at ørret hadde begynt å reetablere bestand på deler av elvestrekningen som tidligere var tom for fisk. I 1991 ble det fanget ørret helt nederst på strekningen på stasjon G5c, mens det ikke ble påvist fisk lenger opp mellom G1 og G5. I 1992 var situasjonen ytterligere bedret ved at 91 registrerte ørret også i området Reitan (G4) - Ålen (G5). Det ble imidlertid ikke fanget bixyngel på noen av stasjonene. Mellom stasjonene G1 og G4 ble det heller ikke i 1992 registrert fisk.

Data fra 1994 viser omtrent samme situasjon som i 1992 for stasjonene mellom G1 og G5. Det ble ikke påvist ørret på stasjon G2,G3 og G5, mens det forekom lave til middels tettheter av ørret på

G4 og G4d (figur 6.2). På en nyopprettet stasjon nedstrøms samløp Sya (G2b) ble det funnet 1 ørret på et 300 m² stort areal. Elfishke i 1996 viste at reetableringen av ørret fortsatte på de tidligere fisketomme områdene og at det var etablert en tynn bestand av ørret på hele strekningen nedstrøms Reitan (G4).



Figur 6.1 Observerte tettheter av årsyngel (0+) av ørret i øvre Gaula 1986-1998.
* = ikke prøve 1991.



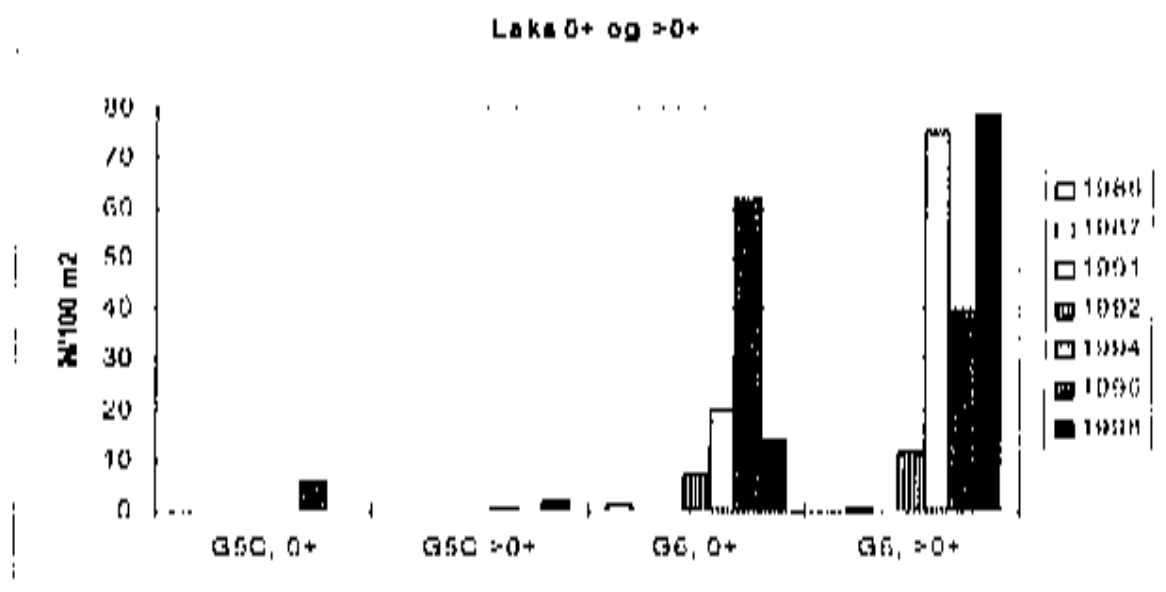
Figur 6.2 Observerte tettheter av ørret (>0+) i øvre Gaula 1986-1998.
* = ikke prøve 1991

I 1996 ble det for første gang også registrert årsyngel av ørret på flere stasjoner (G13, G14b, G15c) i øvre deler. Tettheten av årsyngel både på G1 og G6 var spesielt høy i 1996 (fig. 6.1). Imidlertid ble det fortsatt bare observert enkeltfisk på strekningen mellom Storbekken og Reitum, og på gode elvikestasjoner nedstrøms Sva (st. G2b og G2c) ble det bare påvist 1 ørret etter elviske av et stort areal, til tross for at tettheten av ørret i sideelva Sva var god.

Resultatene fra 1998 viser at reduksjonen av ørret på de tidligere totalskadde elvestrekningene fortsetter, men teutableringen på overraskende sakte. I 1998 fant vi årsyngel på tre stasjoner mellom Storbekken fra Kjølvi og Ålen (st. G2, G2B, G4D, fig. 6.1). Dette kan bety at ørret nå reproducerer naturlig på denne strekningen, men det kan også være et resultat av nedvandring fra intakte sidebækker. At årsyngel fantes i lav tetthet på flere stasjoner indikerer at denne årsklassen ibentfall er i stand til å overleve på disse stedene nå. Det er ellers kjent at den nyklekte plommeseekkyngelen er det mest utsatte stadium hos lakselisk med hensyn til overlevelse ved tungmetallbelastning. Mengden årsyngel var betydelig lavere i 1998 enn i 1996 på referansestasjonen (G1) og på G6, men på nivå eller høyere enn tidligere år. Sammenligning av tettheter av årsyngel mellom år er imidlertid forhindret med store usikkerheter, både på grunn av lav fangsteffektivitet på så små fisk, og fordi yngelen spres seg lite den første sommeren (Böhlin 1984, Böhlin et al. 1989).

Eldre ørretunger (> 0+) forekom i 1998 i større tettheter enn tidligere år på samtlige stasjoner mellom Storbekken og Ålen (fig. 6.2), noe som indikerer en fortsatt bedring av forholdene på denne strekningen. Spesielt på stasjonene G2, G2B, G4B og G4D var det her med ørret, med mellom 2,5 og 9,5 pr. 100 m². Foruten på referansestasjonen G1 ble det i september påvist gytemoden ørret på stasjonene G4B, G4D og G5D. Fortsatt er det imidlertid svært tynt med ørret på stasjonene G3 og G4, og på stasjon G7C som ligger oppstrøms Gruvebekken og sideelva Menna, er det hittil ikke funnet ørret til tross for at habitatet skulle være meget gunstig.

Resultatet viser forøvrig omtrent samme tetthet av ørret på referansestasjonen som tidligere år (fig. 6.2), mens tettheten på st. G6, øverst i lakseførende del var lav i 1998. Dette kan imidlertid skyldes en sterk konkurranse fra laksunger som forekom i stor tetthet. Figur 6.3 viser beregna tettheter av laksunger etter tre omgangers elviske på de to stasjonene rett oppstrøms og nedstrøms Eggafossen. Tettheten av eldre laksunger var det høyeste vi har målt på st. G6, med 79 individer pr. 100 m². Dette er like store tettheter som det en finner på de beste områdene ellers i Gaula. På stasjon G5C (Asplassen) ble det også i 1998 registrert en lav tetthet av laksunger. Stasjonen ligger ovenfor Eggafossen som normalt er et hinder for videre laksoppgang, men enkelte år med passende vannføring og temperatur er det kjent at laks kan passere fossen. Det er imidlertid å si om annet satt at laksyngel ovenfor Eggafossen og i sideelva Heija. Det er ikke mulig å si om den fisken vi fanga er utsatt fisk eller villfisk, men funn av laks tre år på nåd her indikerer at tungmetallbelastningen i hvertfall ikke er dødelig for laks her lenger. De gode tetthetene av laksunger på stasjon G6 både i 1994, 1996 og 1998 indikerer sannere at det i lakseførende del av Gaula sannsynligvis ikke er giftvirkninger av tungmetaller på fisk lenger.



Figur 6.3 Observerte tettheter av laksunger (0+ og eldre) på øvre lakseførende strekning i Gaular, 1986-1998.

Resultatene viser at forholdene i Gaular er betydelig forbedret som følge av utførte tiltak mot genveiforurensningen. Det foregår en tydelig rekolonisering av ørretbestanden på tidligere totalskadde områder. Det er nå for første gang gjenetablert en tynn ørretbestand i Gaular i området Storbekken - Ålen. Rekolonisering skjer sannsynligvis hovedsaklig ved nedvandring av fisk fra intakte sidebekker, men både i 1996 og 1998 ble det også registrert årsyngel i øvre Gaular, noe som kan tyde på en begynnende naturlig reproduksjon av ørret. Fortsatt er det imidlertid også enkelte områder hvor det enda ikke er registrert fisk, eller kun sporadiske observasjoner. Dette gjelder særlig stasjonene G1 2C, G1 3 og G5. Årsakene til dette, og til den generelt forholdsvis sene reetableringen av fisk, er fortsatt uklare. Det kan delvis skyldes liten tilgang på naturlige næringskilder (jfr. kap. 5) viste en variert sammensetning, men fortsatt lavere mengder på stasjonene mellom Storbekken og Ålen enn på referansestasjonen og st. G6. Det kan være at dette næringstilbudet ikke er stabilt nok til å gi nok næring gjennom hele sesongen, men trolig er også andre faktorer viktige for reetableringen av fisk. Det er mulig at det fortsatt kan opptre blandsoner med metallutfelling i perioder, der selv lave metallkonsentrasjoner kan være giftige. På stasjon 5 som ligger rett nedstrøms Ålen tetsted har det hele tiden vært kraftig alge- og mosebegroing, men dette er sannsynligvis ikke hovedårsaken til at fisk ikke har reetablert fast bestand her enda.

LITTERATUR

- Aanes, K.J. 1980. A preliminary report from a study on the environmental impact of private mining and dressing in a mountain stream in Norway, pp. 419-442 in J.F. Flanagan and K.H. Marshall (eds.), *Advances in Ephemeroptera biology. Proceedings of the Third Int. Conf. Ephemeroptera*. Plenum Press, New York, 557 pp.
- Arnekleiv, J.V. 1988. Hunddyrundersøkelser i Gauldalen 1987 i S.I. Saltevit m.fl. 1988: Forsknings- og referansevesen (FORSKREF). Årsrapport for 1987. MVD-rapport nr. 1066-046/1988.
- Arnekleiv, J.V. 1999. Hunddyr i anadrome væsding. - Gauldalen I Å. Brabrand (red.): Miljøeffekten av flom og flomfiskebyggende tiltak. Flom og biologisk miljø. NVE/HYDRA-rapport (i trykk).
- Arnekleiv, J.V., L'Abbe-Laud, J.H. & Koksvik, H. 1989. Forsknings- og referansevesen Gauldalen. Biologi og babbunmyretale til laks og ørret i Gauldalen. NTNF, MVD-rapport nr. 1062:1-53.
- Arnekleiv, J.V. & Storaas, I. 1995. Downstream effects of mine drainage on benthos and fish in a Norwegian river: a comparison of the situation before and after river rehabilitation. *J. Geochem. Expl.* 52: 35-43.
- Böhm, T. 1984. Kvantitativt effekte etter laks og bring - synpunkter og anbefalinger. Inf. Sjøvasslaboratoriet, Drammenholm, nr. 4: 1-33.
- Böhm, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltevit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Brittan, H. & Saltevit, S.I. 1984. Hunddyr, s. 191-200 i K. Vennerød (red.), *Vassdragsundersøkelsen. En metodebok i limnologi*. Norsk Limnologiforening, Universitetsforlaget 1984.
- Clements, W.H., Cherry, D.S. & Cairns, J. Jr. 1988. Structural alterations in aquatic insect communities exposed to copper in laboratory streams. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 7: 715-722.
- Clements, W.H., Cherry, D.S. & Cairns, J.Jr. 1990. Macroinvertebrate Community Responses to Copper in Laboratory and Field Experimental Streams. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 19: 361-365.
- Fjellheim, A. & Kockum, G.G. 1990. Acid precipitation: biological monitoring of streams and lakes. *Science of the Total Environment* 96: 57-66.
- Grunde, M. 1991. Biologiske effekter av gruveindustriens metallforurensninger. NIVA-rapport, O-89103, 1-136.
- Grunde, M., Iversen, E.R. & Bildang, R. 1985. Kontrollundersøkelser 1984, Elkem AS - Skarnvass Gruber. NIVA-rapport O-62042: 1-51.
- Grunde, M. & Rønneid, R. 1996. Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1995. Statlig program for forurensningsovervåking, S11. Rap.nr. 670/96, 53 sider.
- Hylland, K., Amesen, R.T., Bakke, T., Høkkema, Å., Høkken, T., Iversen, L., Lindström, I.-A., Johnsen, A., Aanes, K.J. 1998. Sink i ferskvann - kjemisk tilførsel og biologiske effekter. Norsk institutt for vannforskning, NIVA, rap.nr. 3801-97, 70 sider.
- Hynes, H.B.N. 1961. The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. *Arch. Hydrobiol.* 57: 344-388.
- Iversen, E.R. 1992: Måling av utvanning fra Kjøli Gruve. Resultater 1991. Notat, O-81071, NIVA, 4. mai 1992.

- Iversen, E.R. 1993 I: Målinger av avrenning fra Killugdøl grave. Resultater 1992. Notat 091181. NIVA, 16.Mai 1993.
- Iversen, E.R. 1993 II: Målinger av avrenning fra Kjøli grave. Resultater 1992. Notat 081071. NIVA, 15.Mai 1993.
- Iversen, E.R. 1997: Kjøli grave. Avrenning 1995-1996. NIVA-rapport 3598-97.
- Lien, L., Bentzen, J.F., Guldbrandsen, T.R., Johnson, C., Lovik, J.I., Mjelde, M. & Sabljars, P.G. 1983. Næringsvassdraget. Basisundersøkelsen 1981-1982. SFT/NIVA-rapport 0-80002 19, 1-151.
- Raddum, G.G. & Ljøbbem, A. 1984. Acidification and early warning organisms in freshwater in western Norway. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie Verhandlungen* 22: 1973-80.
- Røpkefjell, G. & Söchtig, W. 1991. Heavy Metal accumulation by *Baetis rhodani* and Macroinvertebrate Community Structure in Running Waters of the N-Harz Mountains (Lower Saxony/FRG). *Entomol. Gener.* 16 (1): 31-37.
- Reith, V.H. & Drucker, J.D. 1975. Water quality monitoring and aquatic organisms: the importance of species identification. *J. Wat. Poll. Control. Fed.* 47: 9-19.
- Tjønen, T.S., Arnekleiv, J.V., Bongard, T., Grande, M., Lindstrøm, E.-A. & Langsten, L. 1988. Luftkvalitetsrettet overvåking i Gauldalen, Sør-Trøndelag, 1986-1987. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 337/88 1-96.
- Tjønen, T.S. og E.R. Iversen 1991. Overvåking av Gauldalen, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske undersøkelser. Årsrapport for 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 459/91.
- Tjønen, T.S., M. Grande, E.R. Iversen, E.-A. Lindstrøm, J.V. Arnekleiv og L. Størseth 1992: Overvåking av Gauldalen, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske og hydrobiologiske undersøkelser. Årsrapport for 1991. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 492/92.
- Tjønen, T.S., M. Grande, E.R. Iversen, E.-A. Lindstrøm, J.V. Arnekleiv og L. Størseth 1993: Overvåking av Gauldalen, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske og hydrobiologiske undersøkelser. Årsrapport for 1992. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 530/93.
- Tjønen, T.S. 1994: Overvåking av Gauldalen, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske undersøkelser. Årsrapport for 1993. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 568/94.
- Tjønen, T.S., J.V. Arnekleiv, E.R. Iversen og E.-A. Lindstrøm 1995. Overvåking av Gauldalen, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske og hydrobiologiske undersøkelser. Årsrapport for 1994. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 609/95.
- Tjønen, T.S. 1996: Overvåking av Gauldalen, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske undersøkelser. Årsrapport for 1995. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 669/96. NIVA-rapport 3520-96.
- Tjønen, T.S. og J.V. Arnekleiv 1997. Overvåking av Gauldalen, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske og toksikologiske undersøkelser. Årsrapport for 1996. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 699/97. NIVA-rapport 3691-97.
- Tjønen, T.S. 1998: Overvåking av Gauldalen, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske undersøkelser. Årsrapport for 1997. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport 739/98. NIVA-rapport 3911-98.

VEDLEGG

	<i>side</i>
Vedlegg 3. Vannkjemiske analyser	
<i>3.1 Stasjon G2, G3 og G4</i>	<i>40</i>
<i>3.2 Stasjon G5, G6, B1 og B2</i>	<i>41</i>
Vedlegg 4. Begroing	
<i>4.1 Begroingsorganismer i Gaula, samlet 11-14 august 1998</i>	<i>42</i>
<i>4.2 Prosentvis forekomst av kiselalger i Gaula 13-14 august 1998</i>	<i>45</i>
Vedlegg 5. Bunndyr	
<i>5.1 Gjennomsnittlig antall bunndyr i R-5 prøver (2 x R-1 prøve i 1998) fra Gaula 1. mai/juni 1987, juni/juli 1992, juni 1994 og juni 1998</i>	<i>46</i>
<i>5.2 Gjennomsnittlig antall bunndyr i R-5 prøver (2 x R-1 prøve i 1998) fra Gaula i september 1986, 1991, 1994 og august 1998</i>	<i>47</i>
<i>5.3 Artsammensetning (antall pr. R-5 prøve, 2 x R-1 prøve i 1998) av døgnfluer, steinfluer og vårfluer på ulike lokaliteter i ulike år</i>	<i>48</i>
<i>5.4 Artsammensetning (antall pr. R-5 prøve, 2 x R-1 prøve i 1998) av døgnfluer, steinfluer og vårfluer på ulike stasjoner i øvre Gaula, september 1991, 1994 og august 1998</i>	<i>50</i>

Vedlegg 3. Vannkjemiske analyser i Gaula, 1998.

Vedlegg 3.1

Stasjon G2, Grønfløyen, 1998.

Stasjon G3, nedstr. Grønbekken, 1998.

Dato	Cu µg/l	Zn µg/l
602	3,2	1,7
630	5,8	1,2
730	0,9	1,1
830	8,9	1,4
929	7,7	1,9
1024	5,9	1,3

Dato	Cu µg/l	Zn µg/l
602	5,5	24
630	3,9	11
730	7,7	31
830	12	77
929	7,6	50
1024	5,2	26

Stasjon G4, Reitan, 1998.

Dato	pH	Kond. mS/m	Turb. FTU	Sulfat mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l
110	7,35	4,84	0,21	4,5	6,3	61
210	7,21	4,82	0,37	4,4	7,6	57
303	7,15	3,95	0,26	3,2	7,3	37
331	7,18	4,65	0,38	4,2	10,5	60
428	6,78	3,16	7,4	2,9	16,3	53
515	6,73	2,03	0,86	1,4	7,8	38
602	6,81	1,48	0,4	1,2	4,2	16
616	6,65	1,29	0,79	1,1	5,8	22
630	6,75	1,29	0,35	1,1	3,8	11
716	6,81	1,92	0,57	1,7	8	20
730	6,95	2,7	0,26	2,4	5,4	25
815	7,01	2,06	0,36	2,4	6,4	35
830	7,03	2,87	1,1	2,9	11	50
915	7,15	2,79	0,28	2,3	7	33
929	7,28	3,3	0,24	3,1	8,4	47
1015	7,21	3,15	0,34	2,5	8,9	46
1024	6,89	2,86	0,35	2,2	7,6	40
1115	7,27	4,22	0,14	3,5	6,7	39
1201	7,17	4,47	0,28		9,6	60
1216	7,3	4,61	0,2	4,3	8,7	52

Veilegg 3.2

Stasjon G5, Aien, 1998.

Dato	Cu µg/l	Zn µg/l
110	4,4	40
210	5,1	35
303	5,7	24
331	7,2	44
428	13,1	40
515	6,9	18
602	5	14
615	4,8	13
630	4,5	11
715	8,3	23
730	5,9	15
815	7,9	24
830	8,7	30
915	6,6	29
929	7,2	38
1015	6,6	29
1024	6,7	34
1115	5,2	30
1201	6,6	41
1216	5,7	33

Stasjon G6, Eggfossen, 1998.

Dato	Cu µg/l	Zn µg/l
110	4,4	26
210	3,5	23
303	5,7	24
331	7,4	27
428	12	31
515	5,3	16
602	3,8	10
615	3,9	11
630	3,5	8,3
715	6,4	14
730	4,7	10
815	5,7	14
830	5,6	19
915	4,7	17
929	4,7	19
1015	5,5	19
1024	6,1	22
1115	5	35
1201	5,6	24
1216	4,8	20

Stasjon B1, Skuru, 1998.

Dato	Cu µg/l	Zn µg/l
110	25	104
210	33,5	120
303	27,2	115
331	33,7	125
428	37,8	75
515	9,9	26
602	9,7	27
615	13	36
630	6,8	22
715	22	58
730	13	40
815	17	61
830	23	61
915	19	52
929	16	53
1015	31	87
1024	21	64
1115	22	67
1201	30	128
1216	33	122

Stasjon B2, Rugla, 1998.

Dato	Cu µg/l	Zn µg/l
110	3,2	3
210	3,1	2,5
303	3,8	5
331	3,8	3
428	10,4	7,7
515	15	10
602	15	4,8
615	16	5,2
630	17	5,9
715	17	5,8
730	9	3
815	11	3,2
830	11	4,5
915	12	4,4
929	7,7	5,3
1015	5,4	4,2
1024	8,7	4,7
1115	4,5	4,3
1201	4	30
1216	3,3	3

Vedlegg 4.1 Begrøningsorganismer i Gaula, samlet 13-14. august 1998

G1 = Gjøst. Strøik. Kjøli

G2 = Strøbekken. Kårbogdal

G3 = Gjøst. Trossbekken

G4 = Reitan

G5 = Åten

G6 = Eggdalsvann nedstr.

G7 = Søpsås

	G1 1998 14. aug	G2 1998 14. aug	G3 1998 14. aug	G4 1998 14. aug	G5 1998 13. aug	G6 1998 13. aug	G7 1998 13. aug
Cyanobakterier (Cyanophyceae)							
<i>Aphanocapsa</i> spp.		+					
<i>Cylindrocapsa</i> spp.	++			++		++	
<i>Cylindrocapsa</i> spp.	++	+	+	+			+
<i>Chamaesiphon confervicoides</i>					++	++	+
<i>Chamaesiphon luscus</i>	+	++	+++	++	15	+	+
<i>Chlorella</i> spp.	++	++	++			++	++
<i>Chlorella</i> spp.			++				+
<i>Cyanothrix</i> spp.			++				++
<i>Cyanothrix</i> spp.			++				+
<i>Homocystis</i> spp.					+	+	
<i>Homocystis</i> spp.				++			
<i>Phormidium</i> spp.		+++	+++	+			
<i>Phormidium</i> spp. (cf. <i>mutabile</i>)				+		++	
<i>Rivularia</i> spp.	++	++					+
<i>Sclerotium</i> spp.	++	+					
<i>Seymouria</i> spp.		+	++		+	+	
<i>Siphonema</i> spp.			+	+			
<i>Stigeoclonia</i> spp.							+
<i>Tubularia</i> spp.						+	+
<i>Ulothrix</i> spp.				+++	+		+
<i>Ulothrix</i> spp.		+					+++
Antall takson - Cyanobakterier	6	9	8	8	5	9	12
Grønnalger (Chlorophyceae)							
<i>Chlorella</i> spp.	+++						++
<i>Chlorella</i> spp.	+	+				+	
<i>Coscinodiscus</i> spp.	+	+				++	+
<i>Microcystis</i> spp.					15	+	+
<i>Microcystis</i> spp.							+
<i>Microcystis</i> spp.						++	++
<i>Microcystis</i> spp.	++	++	+		++	+	
<i>Microcystis</i> spp.	+						+
<i>Chlorella</i> spp.	+++		+				++
<i>Chlorella</i> spp.	++						++
<i>Chlorella</i> spp.	+						+
<i>Chlorella</i> spp.			+				
<i>Ulothrix</i> spp.				++			++
<i>Ulothrix</i> spp.	+					5	+
<i>Zygnema</i> spp.	+	+	+	+	+	++	+
Antall takson - Grønnalger	10	4	4	2	1	7	12
Rødtalger (Rhodophyceae)							
<i>Gyrodinium aureolum</i>		+					
Antall takson - Rødtalger	0	1	0	0	0	0	0
Kiselalger (Haeckelophyceae)							
<i>Actinocyclus</i> spp.	+++	++	++	++		++	
<i>Actinocyclus</i> spp.	+++	-				-	+
<i>Cyclotella</i> spp.	+++						
<i>Dityrosiphonia</i> spp.	+						
<i>Thalassiosira</i> spp.			+				
<i>Thalassiosira</i> spp.	++					++	
<i>Thalassiosira</i> spp.	+						
<i>Thalassiosira</i> spp.	+++	++	+	+		+	++
<i>Thalassiosira</i> spp.	++	+				+	
Antall takson - Kiselalger	8	4	1	2	0	5	2

Legende/Key: Tallingsveier viser prosentvis deknning på lokaliteten av makroskopisk synlige begrøningsorganismer

Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: +=observert, ++=vanlig, +++=hyppig

Føllegg 4.1 forts. Begreingsorganismer i Ciada samlet 13-14. august 1998

	G01	G2	G3	G4	G5	G6	G7
	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998
	13.aug	14.aug	14.aug	14.aug	14.aug	14.aug	14.aug
Rætteljar (Klebsiellaceae)							
Leuconia spp						1	
Psuedomonas fluorescens (P. flou)						1	
Antall taksa - Rætteljar	0	0	0	0	0	2	0
Moseri (Hydrophilus)							
Hydrophilus aculeatus	1	2	2	58		1	2
Hydrophilus aculeatus					0	2	
Saproscia spp					1		
Sebastidium alpicola var rivulorum							1
Hydrophilus aculeatus	**	**			*	**	
Antall taksa - Moseri	2	4	4	60	1	3	3
Medbrystere (Saproscydia)							
Bakterier, identifiserte					58		
Chlorella, uidentifiserte		*			5	*	
Phygelheter (urpreløse)					5		
Jern/minerale bakterier, uopregjeste		***	***				
Antall taksa - Medbrystere	0	2	1	0	5	1	0
Diverse (Diverse)							
Belegg, uopregjeste			0				
Antall taksa - Diverse	0	0	1	0	0	0	0

Leggslutning: Tellingssøke viser prosentvis dekning på lokaliteten av mikroskopisk synlige begreingsorganismer. Organismer som vokter på/børn disse er angitt ved * = observert, ** = vanlig, *** = hyppig

Vedlegg 4.2 *Prosentvis forekomst av kiselalger i Gaular 13-14. august 1998.*

Kiselalge - rutenkode	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Achn kry	2				1		
Achn lin	8	3		1	4	5	1
Achn spo	49	69	20	35	45	41	47
Achnitz					1		
Anom lin						1	
Anom vit	3	21	59	9	15	15	15
Anom vet	1	1			1		
Cein me	1			2	1		2
Cycolstelz		1					
Cymb aff	4					1	1
Cymb ces							2
Cymb del						1	
Cymb gra						1	3
Cymb ven			8	2	6		5
Cymbvelz						5	
Dinl ten			2	2	1		
Euce fle						1	
Euce lap							1
Frag pra	3						
Fragetraz				2			
Frag all	1	1					9
Frag an							
Frag vito	9			1	3	2	1
Frag vito				1			
Frag vito	1						
Frag vito				1	2		1
Frag vito	12	2	4	1	2	11	4
Gamp acu						2	
Gamp ang		1		1	1		1
Gamp clav						1	
Gamp gra							1
Gamp henz						2	
Mixi cry		2		2	6		2
Mixi ind						1	
Navitulz					1		8
Nitzschz				1	2		
Sarrinellz					2		
Stavonitz							1
Tabe flo	4					5	2
Ucid pen	2	1		1	2		1
	100	100	100	100	100	100	100

Vedlegg 5.1 Gjennomsnittlig antall bonndyr i R-5 prøver (2 x R-1 prøve i 1998) fra Gaula i mai/juni 1987, juni/juli 1992, juni 1994 og juni 1998

Nasjon	G1	G2	G2c	G3	G4	G4b	G4c	G5	G6
1987									
Nematoda	1								
Oligoneurina	8					2			
Ephemeroptera	66			1	9	113	17	143	319
Plecoptera	72	1		1	3	102	21	53	151
Limnidae						4		4	
Trichoptera	24					3	3	31	53
Diptera l. ind.	8					2		8	15
Simuliidae						3	13	2	15
Ceratopogonidae								1	
Chironomidae	37	2		5	9	19		148	31
Tipulidae									1
Hydracarina						2	1	3	
SUM	216	3		7	24	260	45	362	587
1992									
Oligoneurina	6					1	1		
Ephemeroptera	196	17		3	29	67	222	13	70
Plecoptera	50	31		8	12	34	49	3	73
Trichoptera	28	3		1	3	12	9	2	9
Diptera l. indet						1		3	1
Simuliidae	162	15		30	231	596	27	2	1
Ceratopogonidae									2
Chironomidae	28	11		3	9	19	12	2	16
Tipulidae	2				1	4	1		3
Lymnaeidae	3								
Hydracarina	1					1	2	1	18
SUM	473	67		45	286	744	323	27	194
1998									
Oligoneurina	8	2				10		2	2
Ephemeroptera	36	11	131	13	54	398	952	191	1024
Plecoptera	12	6	13	10	17	59	42	77	361
Larvae ind.			1						
Limnidae larvae								2	
Elmidae ad.								1	1
Trichoptera	3	1	1		2	5	1	8	18
Diptera larvae indet	4	1		1	1	2			3
Simuliidae	3	1	31	4	20	7	12	1	87
Ceratopogonidae							1	2	1
Chironomidae	20	10	12	3	20	10	84	30	156
Tipulidae								1	
Hydracarina						4	3	32	45
SUM	106	32	199	31	114	495	1095	347	1698

Vedlegg 5.2 Gjennomsnittlig antall bunndyr i R-Sprøyer (2 x R 1 prøve i 1998) fra Gaula i september 1986, 1991, 1994 og august 1998

Stasjon	G1	G2	G2e	G3	G4	G4b	G4e	G5	G6
1986									
Oligochaeta	21								
Ephemeroptera	1238				5	965	723	3200	1989
Plecoptera	162				3	41	29	136	118
Elmidae						1			
Trichoptera	32					16	23	41	76
Diptera l. indet.	1								
Simuliidae						1			
Ceratopogonidae								1	
Chironomidae	65			1	1	15	12	18	24
Tipulidae	16					1	1	8	1
Hydraemira	8					4	8	26	4
SUM	1543			1	9	1044	796	3430	2146
1994									
Oligochaeta	2				1				
Ephemeroptera	1364	478		267	663	891	950	3486	2480
Plecoptera	115	55		85	28	71	80	242	220
Trichoptera	36	5		6	21	15	41	50	14
Diptera l. indet.	5								
Simuliidae					7		1	7	
Ceratopogonidae						1			1
Chironomidae	20	31		11	3	9	12	223	332
Tipulidae	11	1			1			7	1
Hydraemira				2	3	1	5	10	92
Elmidae l. ind.		3		1		3	3		
SUM	1553	573		367	729	992	1062	4025	3139
1998									
Oligochaeta	7	1		2		1		2	5
Ephemeroptera	266	20	132	91	165	122	148	753	609
Plecoptera	55	27	17	30	29	22	19	103	176
Larvae ind.									1
Elmidae larvae								2	2
Elmidae ad.						3		5	3
Trichoptera	10	2	14	8	13	10	5	50	27
Diptera larvae indet.	2	1		1		1		5	4
Simuliidae	48	1	11	18	1	22	2	16	9
Ceratopogonidae					1	3	1	16	1
Chironomidae	30	1	9	3	10	12	7	80	90
Hydraemira			6	2	1	8	9	40	310
SUM	418	53	186	155	220	204	186	772	1072

Vedlegg 5.3 Artsinnemerkning (antall på R-3 prøve, 2 x R-1 prøve i 1998) av døgnfluer, stemfluer og vårflyer på ulike lokaliteter i ulike år

Art/familie/slekt	St. 1			St. 2			St. 2c	St. 3			St. 4		
	'92	'94	'98	'92	'94	'98		'92	'94	'98	'92	'94	'98
Ephemeroptera (døgnfluer)													
<i>Ameletus hippocatus</i>	25	42	2	34	3	1	1	10	1	4	1	1	
<i>Siphonurus</i> sp.			1		1								
<i>Baetis</i> sp.			1			2							
<i>Baetis rhodani</i>	186	133	6	8	11	8	136	28		7	183	29	53
<i>Baetis hippomeus</i>	1												
<i>Baetis muticus</i> (niger)	3	10	3								2		
<i>Heptagenia intermedia</i>	55	10	17				2						
<i>Ephemerella aurivillii</i>	2	1		7									
Plecoptera (stemfluer)													
<i>Urua nanseni</i>	2	1	1	1				2		3	1	1	2
<i>Isoperla</i> sp.			6			2					1		
<i>Isoperla grammata</i>	17	1	2	1				2			1		
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	3	1		2								
<i>Brachyptera rufi</i>	3	1			1		2	3	1	1	10	4	9
<i>Amphinemura</i> sp.							1	6			6		
<i>Amphinemura borealis</i>	37	20	2	37	1	1	6	38	1	3	10	4	4
<i>Amphinemura sulcipectus</i>	25			33					2		2		
<i>Amphinemura standfussi/sulcipectus</i>			8				4						
<i>Nemoura</i> sp.				1				1					
<i>Nemoura mixta</i>				11									1
<i>Nemurella pictet</i>			1				1						1
<i>Protonemura meyeri</i>	1			1									
<i>Leuctra</i> sp.			1										
<i>Leuctra digramm</i>	8	13		2	6			13					
<i>Leuctra digramm/rosea</i>			1										
<i>Leuctra hippopus</i>			6			1							
<i>Leuctra nigra</i>					1								
Tychoptera (vårflyer)													
<i>Rhyacophila rubra</i>	17	28	2								5	3	2
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1			6	2	1	1	1					
<i>Polycentropus flaviventris</i>	1		1										
<i>Arctopsyche tadogensis</i>									1				
<i>Lamprophlebia</i>					1								
<i>Amatella</i> sp.				1									

Fort. 5.3 Artsammensetning (antall pr. R-S-prøve, 2 x R1-prøve i 1998) av døgnfluer, stemfluer og vættfluer på ulike stasjonert i øvre Gitala, juni 1992, 1994 og 1998

Art/familie/slekt	St. 4b			St. 4c			St. 5			St. 6		
	'92	'94	'98	'92	'94	'98	'92	'94	'98	'92	'94	'98
Ephemeroptera (døgnfluer)												
<i>Anaetetus inopinnatus</i>	1	5	6	2	4	4	2		21		2	11
<i>Paranaetetus chelifer/minor</i>									1			
<i>Siphonurus</i> sp.											1	
<i>Baetis rhodani</i>	411	62	990	210	210	946	916	4	150	216	8	951
<i>Baetis thalictus</i>												6
<i>Baetis muticus/niger</i>										4	1	11
<i>Heptagenia dulciana</i>										23	3	16
<i>Ephemerella</i>												1
<i>Ephemerella aurivillii</i>			2	1	8	2	2		19	1	55	20
<i>Ephemerella inermis</i>												8
Plecoptera (stemfluer)												
Perlidae												
<i>Dipra nansga</i>	13	1	2	1		1	6		1	8	5	1
<i>Isoperla</i> sp.	1		1						1			3
<i>Isoperla grammula</i>					1						3	2
<i>Isoperla obscura</i>		8					1	2		3	4	
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>								1			1	1
<i>Baetoptera rivi</i>	6	3	8			2	11		3			3
<i>Amphineton</i> sp.	31		2	7			41	1		38		1
<i>Amphinemura borealis</i>	60	31	44	21	42	58	68		69	63	99	285
<i>Amphinemura sulcirostris</i>				1			1				1	47
<i>Amphinemura statulässii/sulcirostris</i>						1			1			
<i>Nemoura</i> sp.										1		
<i>Nemurella picteti</i>									1			
<i>Protonemura meyeri</i>					1		1			12	1	4
<i>Leuctra</i> sp.			2						1	2	1	6
<i>Leuctra digitata</i>	12	1										
Trichoptera (vættfluer)												
<i>Rhyacophila nuda</i>	41	6	1	8	8		19	1	5	19	6	10
<i>Polytrichoptera</i>												2
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		2		1			1			1		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>									1			2
<i>Hydropsychidae</i>												1
<i>Lepidostoma hirtum</i>												1
<i>Apatania signatella</i>		2									3	
<i>Limnephilidae</i>					1			1				
<i>Apatania</i>			3			1			2			2
<i>Hydropsychidae</i>			1									
<i>Eilexus</i> sp.		1										
<i>Potamophylax cingulatus</i>									1			
<i>Nemoura</i> sp.	1	1										

Vedlegg 5.4. Artsammensetning (antall per R 5 (påkve) 2 x R 1 prøve i 100%) av dygfluer, steinfluer og våffluer på ulike steder i østre Gaula, september 1991, 1994 og august 1998.

Art/familie/slekt	St. 1			St. 2			St. 2c	St. 3			St. 4		
	-91	-94	98	-91	-94	-98		-91	-94	98	-91	-94	-98
Ephemeroptera (dygfluer)													
<i>Ametelus nigriventris</i>		90				2		23				1	
<i>Siphonuridae</i>	1			1									
<i>Baetis</i> sp.			26			3	11			14		17	
<i>Baetis (bicolor)</i>	295	1248		89	476	8	14	27	240	3	58	660	15
<i>Baetis lapponicus</i>			1			1	1			4			
<i>Baetis fuscicornis/venustus</i>			65			3	18			12	4	88	
<i>Baetis minicus</i>		11	12		1		1			1			
<i>Baetis nigor</i>			1										
<i>Baetis muticus/rupe</i>			14										
<i>Baetis subulpinus/venustus</i>			123			3	38			34		45	
<i>Heptagenia diluvialica</i>	144	42	8		1	1			1	1			
<i>Ephemerella</i> sp.			5				1						
<i>Ephemerella aurivillii</i>	21	17	11				8			2			
Plecoptera (steinfluer)													
<i>Acanopteryx compans</i>												1	
<i>Isoperla nanseni</i>	63	76	48		22	27	13	4	28	21	11	17	27
<i>Isoperla</i> sp.	18	22		1	20			3	34			6	
<i>Isoperla obscura</i>			1										
<i>Phryganopteryx nebulosa</i>			2		17			4	15	3		1	1
<i>Amphinemura</i> sp.	31	3											
<i>Amphinemura borealis</i>											1		
<i>Amphinemura stundflusa/kutaeollis</i>												2	
<i>Protonemura meyeri</i>	6		1										
<i>Capnia</i> sp.		5							5		7	2	
<i>Leuctra</i> sp.	7	7	4		1			1	2	2			
<i>Leuctra djaruta</i>	1												
<i>Leuctra fuscus</i>									1			1	1
<i>Leuctra nigra</i>												1	
Trichoptera (våffluer)													
<i>Rhyacophila bulbifera</i>	32	33	7		2	2	12		3	6	2	21	12
<i>Limnephilus tenellus</i>										1			
<i>Polymenopodidae</i>			2										1
<i>Plectrocnemia conspurcator</i>	8	1			2		1						
<i>Polycentropus flavocinctus</i>	4	2	2		1							1	
<i>Arctopsyche ludopiana</i>				1				1	4	1			
<i>Linnæphlidae</i>	1										1	1	
<i>Chartripterygion</i>								1					

Tab. 5.4 Artsammensetning (antall pr. R 5 prøve, 2 x R-1 prøve i 1998) av dagfluer, streinfluer og vårflyer på ulike stasjoner i øvre Gaula, september 1991, 1994 og august 1998

Art/familie/slekt	St. 4b			St. 4c			St. 5			St. 6		
	91	94	98	91	94	98	91	94	98	91	94	98
Ephemeroptera (dagfluer)												
<i>Ameletus neopunctus</i>		51						4			40	
Siphonuridae				1			2			15		
<i>Baetis</i> sp.			12			6			55			145
<i>Baetis rhodani</i>	95	817		64	943		243	3100	10	215	2090	123
<i>Baetis hippocentrus</i>			1						1			
<i>Baetis fuscatulus/acumbus</i>		1	43			105	3		24	14		147
<i>Baetis italicus</i>					1			7			97	7
<i>Baetis muticus/niger</i>												
<i>Baetis subulpinus/sericus</i>			60			15			135			4
<i>Heptagenia</i> sp.										7		
<i>Heptagenia dilectaria</i>		1	1		1			20		11	150	19
<i>Heptagenia poenensis</i>												1
<i>Ephemerella</i> sp.			3			11			125			41
<i>Ephemerella aurivillii</i>		1	2		5	10	3	113	107	30	203	131
Plecoptera (streinfluer)												
<i>Dama nansem</i>	80	51	17	33	40	3	31	190	63	15	30	29
<i>Isoperla</i> sp.	1	8		1	7		2	10		1	10	
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>										1		
<i>Tenyopteryx nebulosa</i>	2	3		2	2	5	7	3	2	13	47	11
<i>Amphinemura</i> sp.	1			1	1		7	23		30	123	
<i>Nemoura</i> sp.							1			3		
<i>Protonemura meyeri</i>	1						7		8	2		
Capniidae												1
<i>Capnia</i> sp.	19	10		28			28	13		69		
<i>Leuctra</i> sp.		7			4			3	3	6	7	1
<i>Leuctra dignipis</i>												2
<i>Leuctra fusca</i>			5			6	8		27	7	3	71
<i>Leuctra nigra</i>					1							
Trichoptera (vårflyer)												
<i>Rhyacophila rubra</i>	6	6	6	3	8	4	10	38	49		2	1
<i>Glossosoma</i> sp.										1		9
<i>Hydroptila</i> sp.												1
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1								4		
<i>Polycentropus flavomaculata</i>	2	8	3		33	1	1	9		4	7	
<i>Arctopsyche indagensis</i>										9	3	1
<i>Lepidostoma hirtum</i>										1		4
<i>Apantia zonella</i>										1	1	
Limnephilidae			1	3				3		10		
<i>Apantia</i>												3
<i>Stenophylacm</i>	1									2		
<i>Mysticides azurea</i>										1		