

0-
80002-38



2024
Statlig program for
forurensningsovervåking

Rapport 285/87

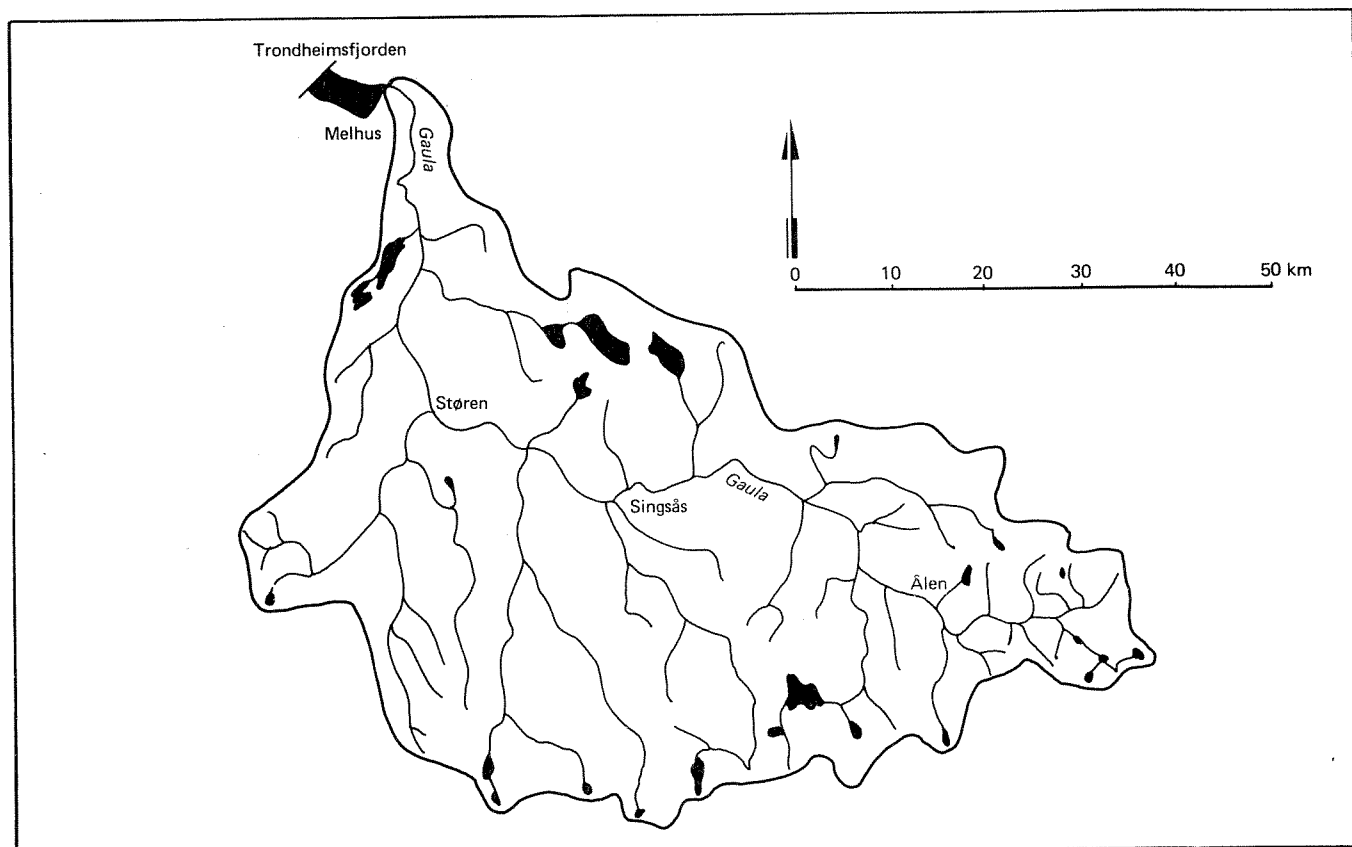
Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjoner

NIVA, NR, NVE,
LFI Trondheim
Fylkeslab. i S-Tr.lag.
Fylkesmannen i S-Tr.lag.

Tiltaksorientert overvåking i GAULA Sør-Trøndelag 1986





Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.

registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)
Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter blir publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor

Postboks 333
0314 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen

Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen

Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen

Breiviken 2
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:	0-8000238
Undernummer:	
Løpenummer:	2024
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel:	Dato:
Tiltaksorientert overvåking i GAULA, Sør-Trøndelag, 1986.	29. juni 1987
(Overvåkingsrapport nr. 285/87)	Rapportnr. 0-8000238
Forfatter (e): Tor S. Traaen Magne Grande Lars Lingsten Eli-Anne Lindstrøm Jo Vegar Arnekleiv Hans V. Sæbø	Faggruppe: VASSDRAG
	Geografisk område: Sør-Trøndelag
	Antall sider (inkl. bilag): 106

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

Ekstrakt: 3 mil av Gaula's øvre deler er sterkt skadet av tungmetallforurensning, hovedsakelig fra Kjøli og Killingdal gruver. Fra Ålen og ned til fjorden er vassdraget markert forurenset med fekale koliforme bakterier. Vassdraget var i 1986 kun moderat forurenset med næringssalter ned til Støren. Mellom Støren og Melhus økte fosforinnholdet fra 5 til 13 µg P/l, nitrogeninnholdet fra 190 til 270 µg N/l og turbiditeten fra 0.6 til 2.8 JTU. Belastningen med organiske stoffer fra punktkilder var trolig ubetydelig sett i forhold til vannføringen.

4 emneord, norske:

1. Forurensningsovervåking
2. Gaulavassdraget
3. Tungmetallforurensning
4. Eutrofiering

4 emneord, engelske:

1. Pollution monitoring
2. Gaula river
3. Heavy metal pollution
4. Eutrophication

Prosjektleder:

For administrasjonen:

ISBN 82-577-1280-9



Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000238

TILTAKSORIENTERT OVERVÅKING

I

GAULA, SØR-TRØNDELAG

1986

Oslo, 29. juni 1987

Saksbehandler : Tor S. Traaen, NIVA

Medarbeidere : Jo Vegar Arnekleiv
(LFI, Trondheim)
Leif J. Bogetveit, NVE
Magne Grande, NIVA
Eigil R. Iversen, NIVA
Sigmund Kalvenes, NR
Eli-Anne Lindstrøm, NIVA
Lars Lingsten, NIVA
Hans V. Sæbø, NR

FORORD

Overvåkingen av Gaula er en del av Statlig program for forurensningsovervåking som er administrert og finansiert av Statens forurensningstilsyn (SFT). Kommunene Melhus, Midtre Gauldal og Holtålen bidrar med delfinansiering.

Miljøvern avdelingen i Sør-Trøndelag fylke har stått for innsamling av vannprøver. Fylkeslaboratoriet for vannanalyser i Sør-Trøndelag (Trondheim offentlige kjøtt- og næringsmiddelkontroll) har utført vannanalysene, med unntak av tungmetallanalysene, som er utført av NIVA. Jo Vegar Arnekleiv, Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)/Trondheim, har utført bunndyrundersøkelsene og Eli-Anne Lindstrøm, NIVA, har studert begroingen i vassdraget. Lars Lingsten, NIVA, har undersøkt akkumulering av tungmetaller i moser. Magne Grande har utført giftighetstester på yngel av laks med tungmetallforurenset vann og slam fra elvebunnen. Statistiske problemstillinger knyttet til overvåkingen er behandlet av Hans V. Sæbø i samarbeid med Sigmund Kalvenes, Norsk Regnesentral. Vannføringsmålingene er utført av Leif J. Bogetveit, NVE, Vassdragsdirektoratet. Prosjektet er samordnet med NIVA's undersøkelser av tilførselene fra Kjøli Gruver, som er finansiert av Industridepartementet, og fiskeundersøkelser i Gaula som utføres av Direktoratet for naturforvaltning (DN) og LFI/Trondheim.

Denne rapporten omhandler første av to års undersøkelser i Gaula innen Statlig program for forurensningsovervåking, og de enkelte delkapitler er i ulike faser av bearbeiding. Ferdig bearbeidet sluttrapport planlegges ferdig i 1988.

Tor S. Traaen

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1. MÅLSETTING, KONKLUSJONER OG TILTAK	4
2. INNLEDNING	6
2.1 Geografisk avgrensning og beskrivelse av undersøkellesområdet	6
2.2 Brukerinteresser og forurensninger	10
2.2.1 Drikkevann	10
2.2.2 Rekreasjon - friluftsliv	11
2.2.3 Verne- og naturfaglige interesser	11
2.2.4 Fiske	11
2.2.5 El-kraftproduksjon	11
2.2.6 Resipientbruk	12
2.3 Tidligere undersøkelser	18
2.4 Problemanalyse	19
2.5 Program/prosjektbeskrivelse	20
2.5.1 stasjonsnett i hovedelva	20
2.5.2 Bistasjoner	22
2.5.3 Prøvetakingsintervaller	24
2.5.4 Parametervalg	24
3. RESULTATER 1986	27
3.1 Hydrologi	27
3.2 Vannkjemi og bakteriologi	28
3.3 Begroing	36
3.4 Bunndyr	43
3.5 Fisketester	48
3.6 Tungmetaller i moser	53
3.7 Statistiske problemstillinger	56
3.7.1 Bakgrunn	56
3.7.2 Målehyppighet og fordeling av målingene over tid	56
3.7.3 Sammenheng mellom konsentrasjon og vannføring	61
3.7.4 Sammenlikning mellom stasjonene	63
3.7.5 Sammenheng mellom stofftransport og utslipp fra Kjøli gruver	65
3.7.6 Foreløpige konklusjoner	66
 BILAG	 71

1. MÅLSETTING, KONKLUSJONER OG TILTAK

1.1 Målsetting

Statlig program for forurensningsovervåking startet overvåking av Gaula i 1986. Målet med undersøkelsene er å gi en tilstandsbeskrivelse av vassdraget for å vurdere nødvendigheten av tiltak, samt å kvantifisere forurensningstilførsler for å vurdere hvor forureningsbegrensende tiltak kan gi best effekt. I vassdragets øvre deler er det lagt mest vekt på tungmetallproblemet, mens eutrofiering og vannhygiene står sentralt i vassdragets midtre og nedre deler.

1.2 Konklusjoner

3 mil av Gaulas øvre deler er sterkt skadet av forurensninger med kobber, sink, jern, aluminium og sulfat. Årlig transport forbi Reitan er ca. 28 tonn sink og 12 tonn kobber. Transporten av kobber er omtrent fordoblet fra slutten av 70 årene frem til i dag, mens sinktransporten er tilnærmet uendret. Konsentrasjonene av kobber er mest kritisk for plante- og dyrelivet i vassdraget. Fra Storbekken og ned til Reitan er hovedvassdraget nærmest dødt med hensyn til algebegroing, bunndyr og fisk. Ved Ålen er begroing og bunndyr langt på vei mengdemessig restituert, men artsmangfoldet er lavt. Permanente fiskebestander opptrer først lenger ned mot Eggafossen. Giftighetstester med utfelt metallslam fra elvebunnen på lakseyngel viste at slammet var lite giftig selv med kobberkonsentrasjoner på 32 mg/l.

Gaula er markert hygienisk forurenset. Spesielt høye konsentrasjoner av fekale koliforme bakterier ble registrert ved Ålen og Melhus. Sokna var også markert belastet.

Sokna og Melhus hadde de høyeste konsentrasjonene av nitrogenforbindelser; trolig en følge av høy jordbruksaktivitet. Midlere konsentrasjoner av totalfosfor ovenfor Ålen var meget lave (ca. 3 µg P/l), øket til 6 µg P/l ved Ålen og avtok nedover til under 4 µg P/l oppstrøms Støren. På strekningen nedstrøms Støren til Melhus økte fosforinnholdet fra 5 til 13 µg P/l.

Innholdet av organiske stoffer økte fra ca. 3 mg C/l øverst i vassdraget til ca. 5 mg C/l i midtre og nedre deler av vassdraget. Økningen er hovedsakelig naturbettinget (humusstoffer etc.). Belastningen med organiske stoffer fra punktkilder syntes å være ubetydelig, sett i forhold til vannføringen.

Medianverdien for turbiditet (partikkelinnhold) økte fra 0.6 JTU ved Støren til 2.8 JTU ved Melhus. Dette har sin årsak i utvasking av leire fra jordsmonnet og fra elvebunnen hvor leire stedvis er blottlagt som følge av grusuttak.

1.3 Tiltak

Undersøkelsene i 1986 og 1987 vil gi grunnlag for å kvantifisere nødvendige utslippsreduksjoner av tungmetaller for å restaurere øvre deler av vassdraget. Dette bør følges opp med en teknisk utredning/forprosjekt for å sikre at de mest kost/nytte-gunstige tiltak settes i verk.

Fylkets miljøvernnavdeling vil i 1987 foreta tilførselsberegninger av næringssalter til vassdraget. Sammen med vannkjemiske og biologiske analyser vil dette gi grunnlag for å prioritere bygging av renseanlegg og andre forurensningsreducerende tiltak.

Ved uttak av grus fra elvebunnen bør man unngå at leire blir blottlagt.

2. INNLEDNING

2.1 Geografisk avgrensning og beskrivelse av undersøkelsesområdet

Gaulavassdraget har et totalt nedbørfelt på 3653 km² og er Midt-Norges største vassdrag regnet etter nedbørfelt. Nedbørfeltet ligger hovedsakelig i kommunene Melhus, Midtre Gauldal og Holtålen.

Fra kildene i området Grønlivola i Holtålen renner elva ca. 150 km til utløpet av Gaulaosen ved Trondheimsfjorden. På denne strekningen faller elva 8-900 m.

Gaula er vidt forgrenet med flere store sidevassdrag. Ovenfor Støren kommune kommer følgende sideelver fra sør: Rugla, Benda, Hesja, Lea, Herjåa, Fora, Bua med Ena og Sokna med Hauka, Stavilla og Ila. Lenger ned kommer Gaua og Loa fra vest og Lundesokna fra øst.

Til sammen er det tilnærmet 6000 innsjøer - små og store - i nedbørfeltet. Sjøandelen er ca. 2,7 % som er lite, sammenlignet med de fleste vassdrag i Norge.

Under den marine grense, som i dette området ligger på 175 m o.h., er berggrunnen dekket av leire og elveavsetninger. Over den marine grense består løsmassene av morenemateriale av varierende mektighet.

Ca. 40 % av nedbørfeltet ligger over skoggrensen. Barskog dekker 32 % av arealet og lauvskog ca. 11 %. Ca. 10 % av nedbørfeltet består av myr og ca. 5 % er kulturmark.

På grunn av nedbørfeltets klima, topografi og vassdragets lave sjøprosent kan vannføringen i Gaula vise hurtige og sterke variasjoner. Gaula er derfor kjent som en farlig flomelv. I henhold til Hydrologiske undersøkelser i Norge (NVE 1958) er den minste observerte vannføring ved Støren (Haga bru) oppgitt til 2,2 m³/s, mens det under katastrofeflommen i august 1940 var en vannføring på hele 3060 m³ på samme sted. De store flommer er ofte et resultat av en kombinasjon av regn og snøsmelteflommer, men rene regnflommer kan også forekomme (som f.eks. i aug. 1940). Middelvannføringen ved Haga bru er oppgitt til 76,5 m³/s. Gaula er en effektiv massefører med store løsmasseavsetninger i de roligere partier.

Følgende vannføringsstasjoner er opprettet i Gaula (Fig. 2):

- 1055 Eggafoss, opprettet 1941, limnigraf fra 1941, sp.avløp 1930-60:
25 l/s.km²
- 661 Haga bru, opprettet 1907, limnigraf fra 1923, sp.avløp 1930-60:
26,4 l/s.km², Delområde 28 l/s.km².
- 1432 Lillebudal bru, opprettet 1963, V.m. skala.
Sp.avløp (1930-60): 29 l/s.km²
- 1431 Økdalsmo bru, opprettet 1963, nedlagt 1980. Sp.avløp estimert
til 31 l/s.km² (1930-60).
- 1923 Hugdal bru, opprettet 1972, limnigraf fra 1972. Sp.avløp
(1930-60): 23 l/s.km² Delområde 21 l/s.km².
- 1743 Gaua, opprettet 1968; flyttet 1974. V.m. skala Sp.avløp
(1930-60): 25 l/s.km².
- 662 eller 2002 : Øvre Møllefoss (Lundesokna) Sp.avløp (1930-1960):
31 l/s.km².

På bakgrunn av aktivitetstyper/volum og antatt forurensnings-
påvirkning/forurensningsart er feltet delt i følgende 7 delområder
(Fig. 1):

1. Gaula oppstrøms samløp Rugla
2. Området mellom samløp Rugla og samløp Hesja samt Rugla,
Benda og Hesja
3. Bua og Fora
4. Sokna inkl. Ila, Stavilla og Hauka
5. Strekningen samløp Hesja til Singsås samt Holta
6. " Singsås - Støren
7. " Støren - utløp

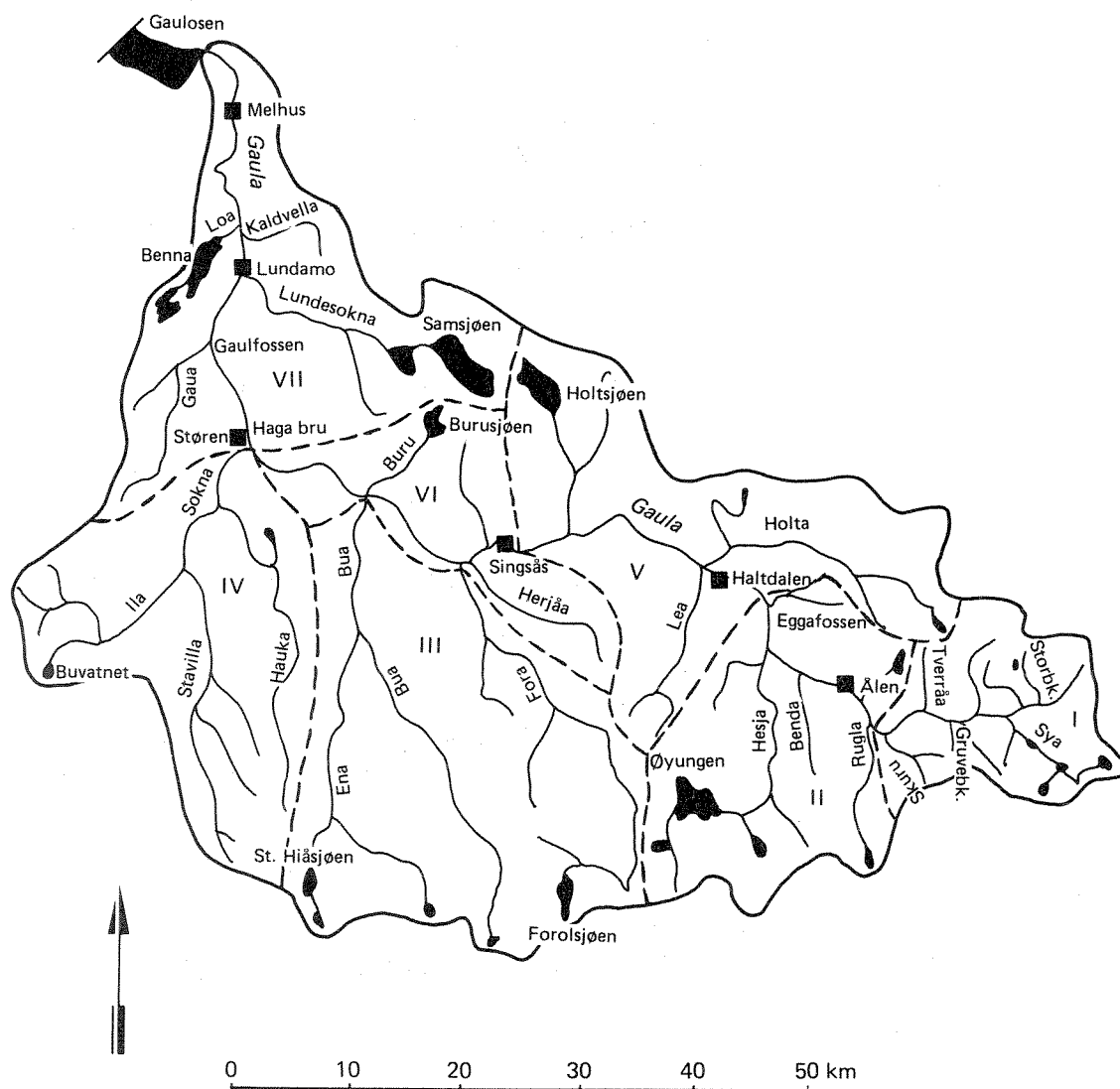


Fig. 1. Skisse av nedbørfeltet til Gaular i Sør-Trøndelag med inndeling i delområder.

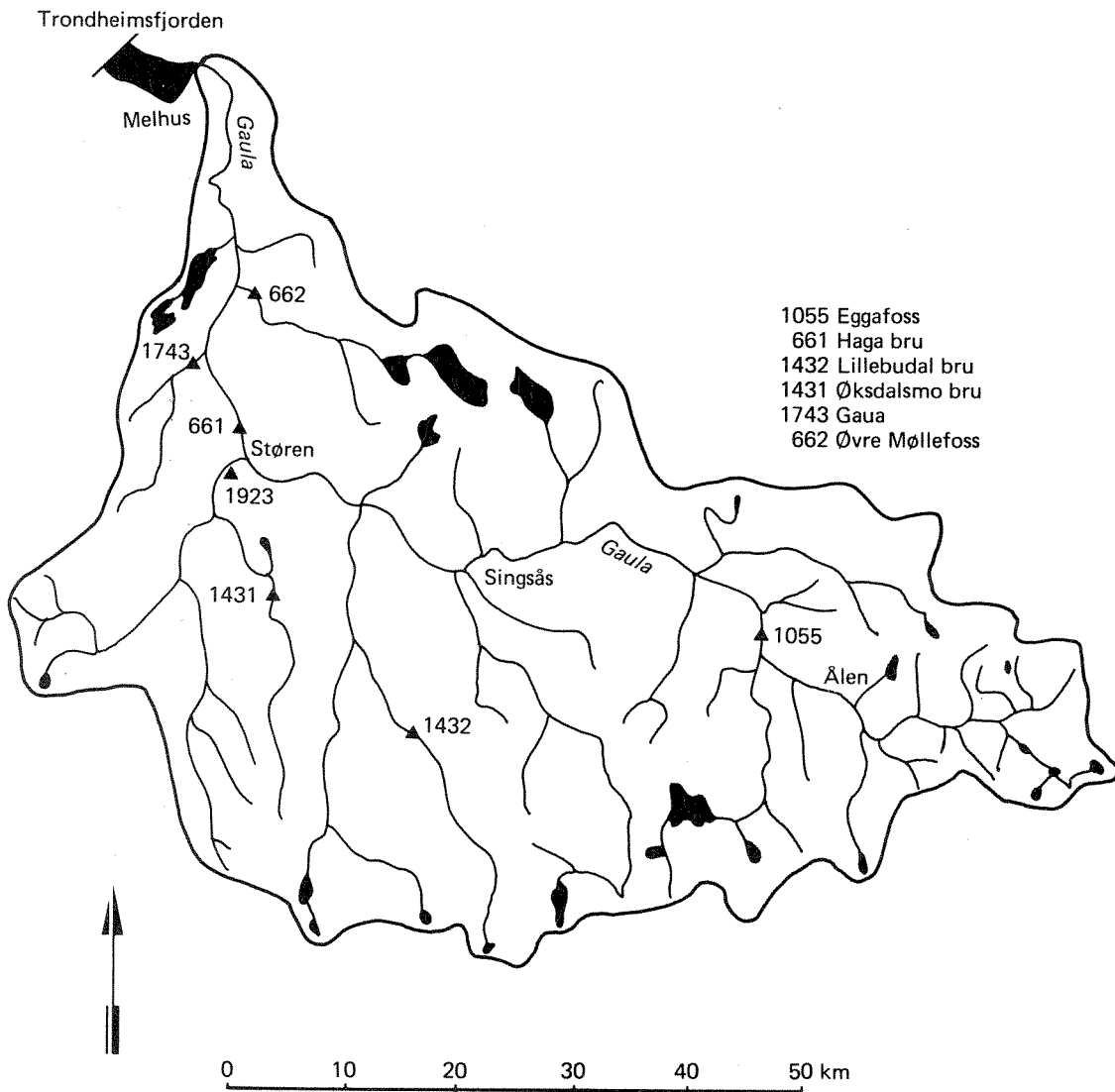


Fig. 2. Skisse av nedbørfeltet til Gaula i Sør-Trøndelag med inntegnet vannmerker/limnigrafer.

2.2 Brukerinteresser og forurensninger

Befolkningen (ca. 20.000) i Gaulas nedbørfelt er som i de fleste dalfører i Norge i stor grad konsentrert i dalbunnen langs hovedelva såvel som langs sidevassdrag. Vassdraget er derfor naturlig resipient for avløpsvann fra bebyggelse, jordbruk og industri. Dessuten finnes i de øvre delene også en rekke gruver - de fleste nedlagte, som har avløp til elvene. Drikkevann tas vanligvis fra sidevassdrag (elver, innsjøer) hvor forurensningstilførslene er små. Det knytter seg betydelig fiske- og friluftsinnteresser til vassdraget. Vassdraget rangerer som nr. 2 (1981) i fangststatistikken for norske lakseelver. Kraftutbyggingen i vassdraget er moderat, og før Gaula ble vernet mot videre utbygging var det stor interesse for ytterligere utbygging. Langs vassdraget er det betydelige sand- og grustak og uttak av grus er betydelig større enn tilførslene, slik at elveleiet i de nedre deler oppgis å ha sunket (1-2 m) i den senere tid.

2.2.1 Drikkevann

Selve Gaula (hovedelva) blir i liten grad brukt som drikkevannskilde. Løsavsetningene langs elva blir heller ikke benyttet for uttak av grunnvann/infiltrasjonsvann, bortsett fra eventuelle enkeltvannforsyninger (brønner). Muligheten for uttak av vann til f.eks. drikkevann fra løsavsetningene langs elva er antakelig gode.

Av større vannverk kan nevnes:

- | | | | |
|------------------------------|-------------|------------------|-----------|
| * Melhus Kommunale Vannverk. | Vannkilde : | Benna | 6000 p.e. |
| * Eid og Korsvegen vannverk. | " | : Grevsjøen | 500 " |
| * Støren Vannverk. | " | : Kvernvatnet .. | 1000 " |
| * Haltdalen Vassverk. | " | : Drøya | 500 " |
| * Ålen Vassverk. | " | : Rensjøen..... | 1635 " |

I tillegg er det ca. 25 mindre vannverk i Gaulas nedbørfelt. Kildene er små tjern, innsjøer, sideelver og oppkommer. I alt forsynes ca. 11000 personer med vann fra vannverk som har sine kilder i Gaulas nedbørfelt. Fylket har nylig utarbeidet en hovedplan for vannforsyning.

2.2.2 Rekreasjon - friluftsliv

I nedbørfeltet finnes ca. 1500 private hytter og ca. 1500 sengeplasser ved reiselivsanlegg (campingplasser, pensjonater, hoteller o.l.). Gaula vurderes å være av stor verdi i rekreasjonssammenheng (bading, fiske, leirslaging) både for lokalbefolkningen (ca. 20.000) og for Trondheimsområdet (ca. 170.000).

2.2.3 Verne- og naturfaglige interesser

Gaula er av stor verdi som referansevasdrag ut fra geofaglige, botaniske, ornitologiske og ferskvannsbiologiske interesser. Gaula peker seg ut som representativt referansevasdrag for de store dalfører i Midt-Norge. Bl.a. øverst i Fora og ved utløpet av Gaula er det våtmarksområder som er av stor betydning for fuglelivet. Ved Gaulosen er det for øvrig et naturreservat med forekomst av tinnved. Meandersjøer langs elvens nedre deler oppgis også å ha verneverdi.

2.2.4 Fiske

Den samlede lakseførende strekning i Gaula med sidevasdrag er ca. 150 km og det fiskes årlig 15-20 tonn laks og sjøaure (off. stat.), men brukerundersøkelser tyder på at tallet er nærmere 50 tonn. 5000-6000 personer fisker laks/sjøaure i vassdraget hvert år og fisket i elva er beregnet å ha en samfunnsøkonomisk verdi tilsvarende 7,5-9,5 mill.kr. i 1979. Dessuten anslås sjølaksefiske på Gaulasmolt å ha en årlig verdi på ca. 8 mill. kr.

Med hensyn til innlandsfiske er vassdraget med få unntak et rent aure/røyevasdrag. Særlig har vassdragene på sørsiden av Gaula ettertraktede fiskelokaliteter. På grunn av tilførsler av svovelsyre og tungmetaller fra gruver er de øvre deler av hovedvassdraget fisketomt.

2.2.5 El-kraftproduksjon

I nedbørfeltet finnes i dag i tillegg til enkelte minikraftverk, 6 kraftverk:

Lofossen kraftverk : Loa avl. fra Benna - Delområde 7

Sama	"	
Håen	"	Lundesokna - Delområde 7
Sokna	"	
Rauebergfoss	"	Holta - Delområde 5
Killingdal	"	Øvre Gaula - Delområde 1

9 sjøer er regulert i tilknytning til disse kraftverkene. Kraftverkene gir 286 millioner kWh i midlere årlig kraftmengde, og eies av hhv. Sør-Trøndelag kraftselskap, Melhus kommunale el-verk, Midtre Gauldal el-verk og Killingdal gruver. Nåværende kraftutbygging har antakelig ingen virkning på vannkvaliteten i Gaula.

Gaula er vernet mot videre kraftutbygging etter vedtak i Stortinget i forbindelse med verneplan III.

2.2.6 Resipientbruk

Det bor ca. 20000 personer i Gaulas nedbørfelt, ca. 2700 i Holtålen, ca. 6300 i Midtre Gauldal og ca. 11100 i Melhusområdet. Ca. halvparten av husstandene (ca. 10000) er knyttet til kloakkrensaneanlegg (Fig. 3) med avløp til vassdraget:

Leirfallet - biol/kj.	-	dimensjonert for	1300 pe
Melhus (Varmbo) - biol.	"	"	5000 "
Kvål - biol/kj.	"	"	500 "
Ler - "	"	"	550 "
Lundamo - biol/kj.	"	"	1000 "
Hovin - "	"	"	650 "
Støren - mekanisk	"	"	5000 "
Haltdalen - biol/kj.	"	"	1050 "

Den øvrige befolkning (ca. 10000) bor spredt og boligene har enkeltvis separat kloakkering med utslipp i Gaula eller dens sidevassdrag. Ved Sokna og Ler er det avløp fra settefiskanlegg.

Jordbruket er vesentlig konsentrert til følgende områder:

Mellom Rugla og Hesjas utløp - delområde 2		
Hersdalen	"	2
Fordalen	"	3
Budalen	"	3
Sokndal med sidedaler	"	4
Nedstrøms Singsås	"	6 og 7

Jordbruket omfatter (Kilde: Samlet Plan, Vassdragsrapp. nr.497, 1984):

Bruk i drift :	1.711
Dyrket areal :	134.193 da
Silokapasitet :	134.364 m ³
Antall storfe :	10.746
" småfe :	18.125
" gris :	3.394
" fjærkre:	2.956

Langs de nedre deler av vassdraget er korndyrking den dominerende driftsmåte, mens husdyrhold dominerer i fjellbygdene.

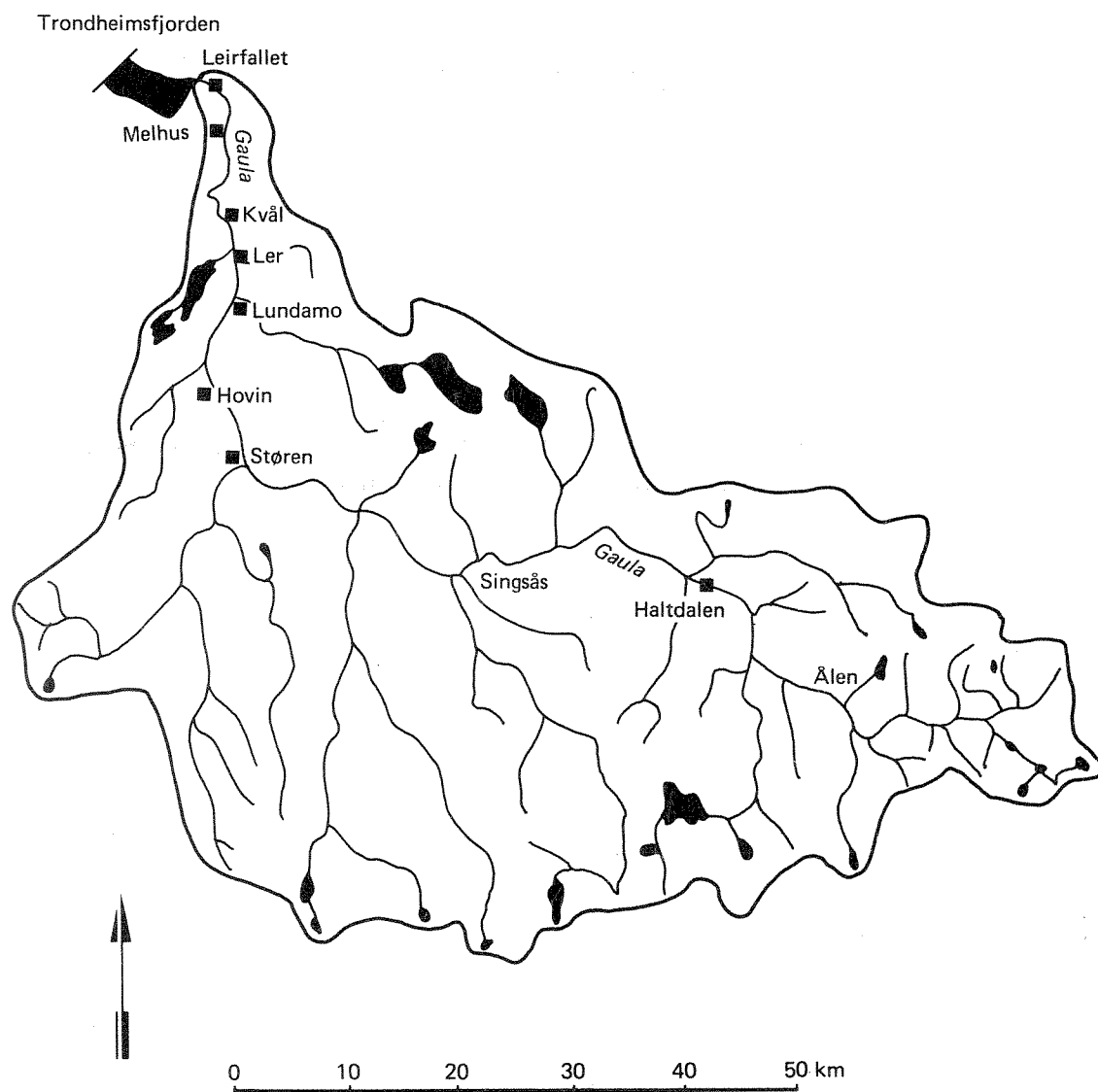


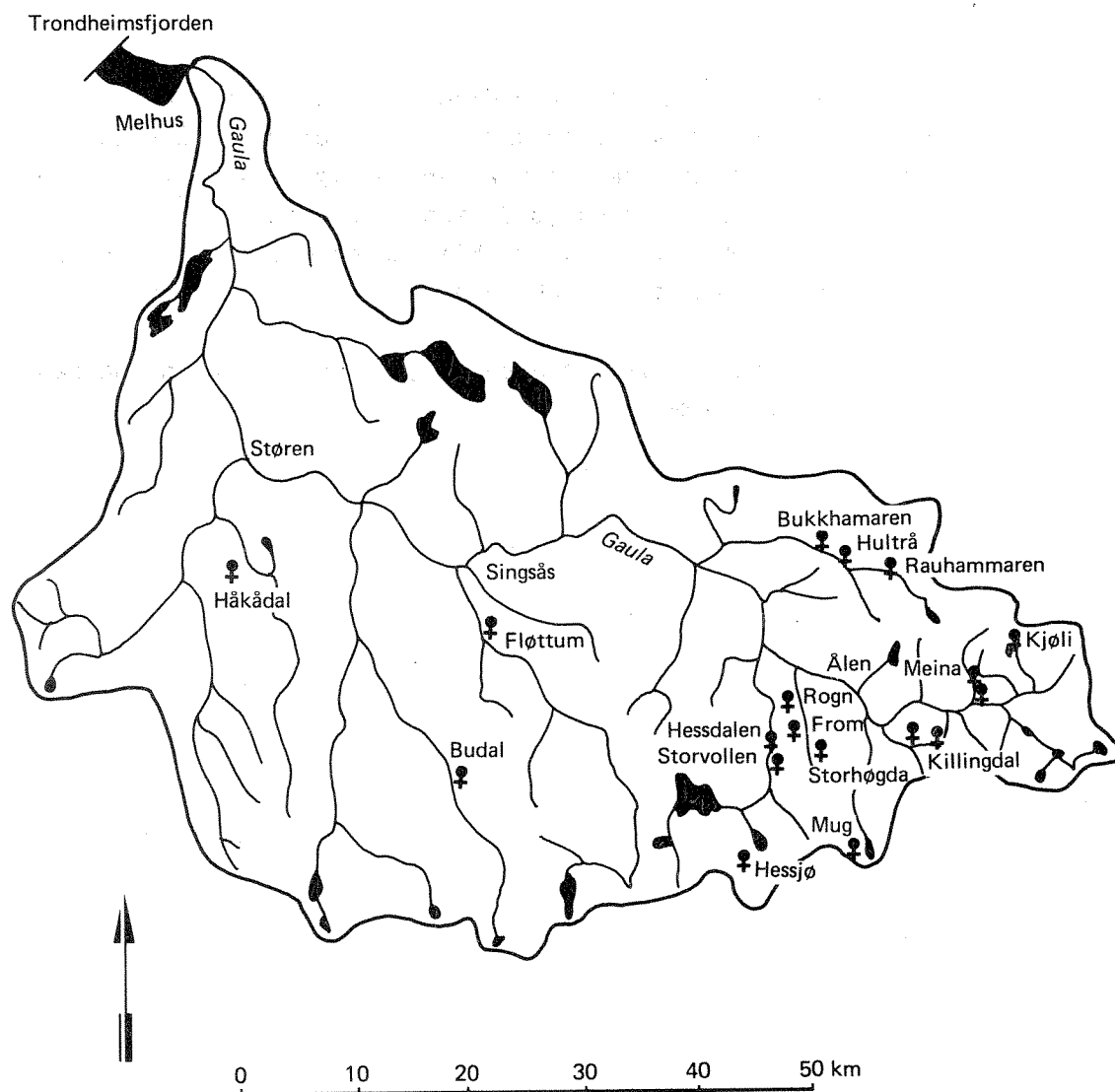
Fig. 3. Kloakkrenseanlegg langs Gaula.

Øvre del av Gaula (delområde 1) får betydelige tilførsler av tungmetaller og forurensninger fra gruver, hvorav Kjøli og Killingdal er de dominerende (Fig 4). Den årlige massetransport fra Kjøli og Killingdal gruver (inkl. Gruvebekken) er anslått til (NIVA 1979):

6,4	tonn	kobber	(Cu)
25	"	sink	(Zn)
101	"	jern	(Fe)
376	"	sulfat	(SO ₄)

De fleste gruver, deriblant Kjøli, er nedlagt og avrenningen kommer fra deponier. Det er gjennom tidene gjort flere forsøk på å redusere forurensningene fra gruveområdene. Tiltak er nylig gjennomført ved Kjøli ved overdekning med kalk og jord, men situasjonen er ennå ikke stabil. Det vil bli en oppfølging av utviklingen og det er viktig at dette programmet samordnes med overvåkingen.

Tabell 1 gir en oversikt over forurensningskilder, virkning og den relative betydning av problemene.



Figur 4. Skisse av nedbørfeltet til Gaular i Sør-Trøndelag med avmerking av gruver.

Tabell 1. Oversikt over forurensningstilførsel, virkning og relativ størrelse på problem (1984).^{*}

Del- felt	Vassdragsdel	Avlep gruver	Befolkning (pers)	LANDBRUK				Kraftverk	Årsak	Virkning	Relativ grad
				Dyrket areal (da)	Silo volum m ³	Antall storfe	Antall småfe				
I	Gaula oppstrøms utløp Rugla	Killingdalen gruver (i drift) Kjøli gruver (deponier)	Ingen	57	24	-	46	-	Gruve- utslipp	Okerut- felling Fiske- tomt	Stor
II	Gaula fra utløp Rugla til utløp Bæsjå Rugla	Påvirkning fra delfelt I	1100	5313	5962	580	899	3	Gruve- utslipp	Fiske- tomt	Stor
	Bæsjå	Ingen	190	2119	2950	244	431	2	Landbruk/ befolkning	Begroinger (Rugla)	Middels
	TOTALT	Nedlagt gruve	1690	11901	15817	1348	1934	6			
III	Bua Fora	- Nedlagt gruve	661 190	7646 4453	11164 2954	1229 438	2733 1358	159 17	Landbruk/ befolkning	Ikke registrert	Liten
	Totalt		851	12099	14118	1667	4091	176			
IV	Sokna	-	2300	24041	10360	4144	5748	2149	Landbruk/ befolkning	Begroinger	Stor
V	Gaula, Holta Bæsjå-Holta Holta-Kommune- grense Kommunegrense - Singsås	Gruve påvirket fra delfelt I Nedlagt gruve gruvepåvirkn. fra delfelt I Gruvepåvirkn. fra delfelt I	- 68 500 115	906 1181 959 2850	1255 1534 1060 8693	107 80 107 398	299 1248 574 1237	64 - 9 175	Landbruk/ befolkning Gruve- utslipp	Begroinger (Holta) Fiske- tomt til Haltdalen Bunnstyr på- virket til Singsås	Middels
	Totalt		683	5896	12542	692	3358	248			
VI	Gaula fra Singsås til Støren		960	6474	7505	635	1820	42	Landbruk/ befolkning	Begroinger	Stor
VII	Gaula fra Støren til utløp		13116	70682	44900	5640	5543	252	Landbruk/ befolkning	Begroinger	Stor
								4514			

^{*} Kilde: Samlet Plan. Vassdragsrapport 497 Gaula.

2.3 Tidligere undersøkelser

Tidligere undersøkelser (se også litteraturliste)

- * Institutt for vassbygging, NTH har brukt Gaula som studieobjekt i en årrekke, med undersøkelse av flomforhold, erosjon og sedimenttransport og ulike øvingsoppgaver/diplomoppgaver for studenter.
- * Norges Hydrodynamiske Laboratorier (NHL) har brukt Gaula som prøvevassdrag i prosjektarbeide innenfor vannbruksplanlegging og hydrologi.
- * DKNVS Museet i Trondheim har ved flere anledninger foretatt undersøkelse av forurensningssituasjonen i de øvre deler av Gaula.
- * DVF, i første rekke E. Snekvik, har foretatt visse undersøkelser av vannets innhold av tungmetaller i de øvre deler av Gaula.
- * Universitetet i Oslo har vurdert de hydrologiske og de fluvial geomorfologiske forhold i Gaulavassdraget.
- * Tungmetallanalyser fra Øvre Gaula er utført av Bergmesteren i Trondhjemske Distrikt/SFT.
- * Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Sør-Trøndelag har vurdert forurensningssituasjonen og brukerkonflikter.
- * NGU har utført kontrollundersøkelser fra Killingdal gruver, i Gruvebekken og Gaula (3 st.).
- * I forbindelse med Samlet Plan har Sør-Trøndelag fylkeskommune samlet inn data om arealbruk, befolkning, industri etc. langs Gaulavassdraget.
- * NIVA har foretatt visse undersøkelser i forbindelse med gruveforurensning (Kjøli, Killingdal) i Øvre Gaula. Dessuten ble det i tidsperioden 1966-1974 samlet inn månedlige prøver fra Gaula v/Melhus i forbindelse med IHD-prosjektet.
- * Det Nasjonale Kontaktutvalg for Vassdragsreguleringer har i 1985 utarbeidet en omfattende litteratursammenstilling for MVU.
- * Vannforsyning utredes gjennom hovedplan for vannforsyning. Ødegaard og Grøner 1987.

2.4 Problemanalyse

Delområde 1. I dette området ligger Kjøli og Killingdal gruver som er de dominerende forurensningskilder for Gaulavannets innhold av tungmetaller (kopper, sink, kadmium, jern) og sulfater (surt vann). Andre forurensende aktiviteter i dette området er tilnærmet lik null (seterdrift, friluftaktiviteter). Overvåkingen konsentreres om gruveforurensninger.

Delområde 2. I hovedvassdraget er tungmetalltilførsler fra delområde 1 dominerende i forurensningssammenheng, men her tilføres elva også forurensninger (næringssalter, bakterier etc.) fra jordbruk og bebyggelse i Ålen. Bl.a. er Miljøvernavdelingen i Sør-Trøndelag interessert i å få vurdert behovet for kloakkrensaneanlegg for Ålen tettsted. Forurensningssituasjonen i Rugla, Benda og Hesja som antas påvirket av gruveforurensning, boligkloakk og jordbruk, er også av interesse å få belyst. Søkelystet må rettes mot tungmetall så vel som "vanlige" forurensninger.

Delområde 3. Vassdragene i dette området antas å være lite påvirket av forurensninger. Rent lokalt nedstrøms eventuelle kloakkutslipp, avrenning fra gjødselkjellere o.l. kan det muligens være visse problemer. Her er det neppe behov for omfattende undersøkelser.

Delområde 4. Sokna med sidevassdrag mottar betydelige mengder forurensninger fra jordbruk (husdyr) og bebyggelse. Undersøkelsen her må siktes inn mot virkninger av slike utslipp samt vurdering av den innbyrdes betydning av ulike forurensningskilder.

Delområde 5. I Aunegrenda ved Holta er det noe jordbruk og spredt bebyggelse. Avrenningen fra nedlagte gruver kan muligens ha innvirkning på vannkvaliteten i Holta. Imidlertid antas forurensningstilførslene til Holta å være relativt små. Det er derfor neppe behov for omfattende undersøkelser her. Hovedvassdraget er påvirket av gruveforurensninger (fra Delområde 1), boligkloakk og jordbruk. Den angjeldende strekning må følges opp på "lik linje" med undersøkelsene i hovedvassdraget for øvrig.

Delområde 6. Også dette elveavsnitt (Gaula) er påvirket av kloakkvann og jordbruksavrenning. Dessuten antas gruveforurensningene (Delområde 1) fortsatt å gjøre seg noe gjeldende.

Delområde 7. Tyngden av bosetningen i Gaulas nedbørfelt finner vi i dette området og elvestrekningen brukes i utstrakt grad som resipient.

Dalføret nedstrøms Støren er også et av Norges beste jordbruksdistrikter med korndyrking som den dominerende driftsmåte. Eutrofiering, eventuelt saprobiering, antas å være den viktigste forurensningseffekt, men vannets innhold av tungmetaller (fra Delområde 1) er også av en viss interesse. I Lundesokna er det et oppdrettsanlegg for settefisk som i det minste lokalt skaper visse forurensningsproblemer. Grusuttak i Gaula fører til periodevis tilslamming av elva. Erosjon av leire fører til store problemer for laksefisket.

2.5 Program/prosjektbeskrivelse

Med et nedbørfelt på 3653 km² er Gaula et av Norges største vassdrag. Vassdraget er vidt forgrenet med en rekke sidevassdrag.

Nedbør og avrenningsforholdene er sterkt varierte - noe som vanskeliggjør prøvetakingsopplegget. For å fange inn ekstremsituasjoner er det nødvendig med hyppig prøvetaking, spesielt i sommerhalvåret. Biologisk prøvetaking må utføres under tørrvårsperioder (hvis mulig).

Undersøkelsen er lagt opp etter 3 års varighet - feltarbeidet vil i hovedsak utføres de 2 første år, mens hovedrapportering og eventuelle kompletterende undersøkelser gjennomføres det 3. året.

2.5.1 Stasjonsnett i hovedelva (Fig. 5)

Delområde 1. St. G1: Gaula oppstrøms Storbekken fra Kjøli. Dette er ment å være referansestasjon upåvirket av gruve-såvel som andre forurensninger. Resultatene skal brukes for å dokumentere avvik fra naturtilstanden på nedenforliggende stasjoner.

St. G2: Gaula mellom Storbekken og Gruvebekken fra Killingdal. Stasjonen er nødvendig for å studere effekten av avrenningsvannet fra Kjøli, som har en annen kvalitet enn vannet fra Killingdal.

St. G3: Gaula nedstrøms Grubekken fra Killingdal og oppstrøms Tverråa. Denne stasjon vil gi holdepunkter for å vurdere de samlede og relative bidrag fra Storbekken og Grubekken.

St. G4: Killingdal kraftstasjon. Fanger opp de samlede

tilførsler fra gruveområdene. Øverste stasjon hvor prøver tas i vinterhalvåret. Stasjonen kan også gi holdepunkter for å vurdere sedimentasjon/fortynning mellom Gruvbekken og Killingdal kraftverk.

Delområde 2. St. G5: Gaula ved Ålen oppstrøms samløp Hesja. Stasjonen vil gi holdepunkter for å vurdere fortynning-/sedimentering av tungmetaller samt betydningen av bosetting og jordbruk i eutrofieringssammenheng.

Delområde 5. St. G6: Gaula mellom Eggafossen og Haltdalen sentrum. Denne stasjonen er ment å gi holdepunkter for å vurdere Hesjas fortynningseffekt. Tungmetaller er fortsatt det sentrale tema.

St. G7: Gaula oppstrøms Singsås. Mulige effekter av tungmetaller studeres. Også effekter av forurensninger fra kloakk og jordbruk.

Delområde 6. St. G8: Gaula nedstrøms Bua og oppstrøms Støren. På dette sted kan fortynningseffekten av alle vesentlige sideelver studeres. Forurensningsvirkningen av både tungmetaller og forurensninger fra boligområde/jordbruk fanges opp.

Delområde 7. St. G9: Gaula like nedstrøms Støren og Haga bru. Denne stasjon vil fange opp effekten av Sokna og Støren tettsted. Soknas fortynningseffekt mhp. tungmetaller skal også studeres.

St.G10: Gaula ved Melhus (oppstrøms det sjøvannspåvirkede estuarområde). Her vil den samlede eutrofieringseffekt fra bebyggelse og jordbruk studeres.

2.5.2 Bistasjoner

Følgende bistasjoner vil i hovedsak knytte seg til mindre sidevassdrag før disse munner ut i hovedelva.

B1	Skuru	B7	Bua
B2	Rugla	B8	Hauka
B3	Benda	B9	Ila
B4	Hesja	B10	Sokna
B5	Holta	B11	Lundesokna
B6	Fora		

Bistasjonene er ment å gi holdepunkter angående den generelle forurensningssituasjonen i disse elver. På stasjonene B1 til B5 vil eventuell gruvepåvirkning undersøkes.

Prøvestasjoner, prøveopplegg og resultater fra overvåking av utslippene fra Killingdal og Kjøli gruver vil bli rapportert særskilt i 1987 (Industridepartementets prosjekt) og resultatene vil bli inkludert i sluttrapporten for overvåking av Gaula (1988).

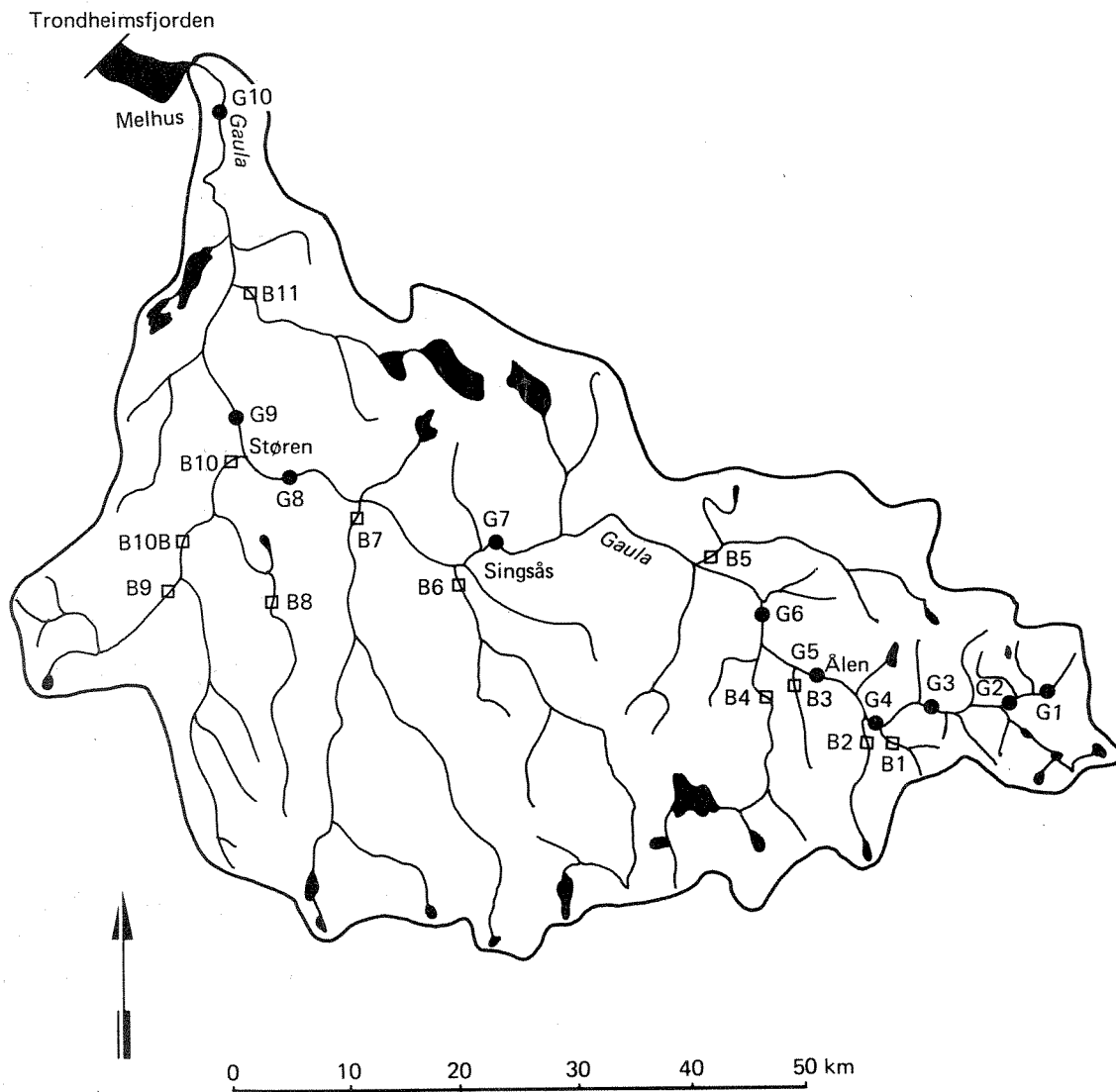


Fig. 5. Prøvetakingsstasjoner i Gaular.

2.5.3 Prøvetakingsintervaller

Hovedstasjoner

Gaula er en utpreget flomelv med sterkt varierende vannføring. Vi antar derfor at stoffkonsentrasjonene også er sterkt varierende. En undersøkelse med målsetting å fremskaffe kjemiske data for tidstrendstudier krever små tidsintervaller mellom hver prøvetaking.

På hovedstasjonene ble det tatt prøver hver 14. dag fra juni til oktober samt en gang i november. I tillegg ble det tatt ukentlige prøver for redusert tungmetallprogram på hovedstasjonene i Delområdene 1 og 2 fra juni til oktober. Prøvetakingen startet i juni 1986. Begroingsprøver ble tatt i august og september 1986. Bunndyrprøver ble tatt i august og oktober.

Bistasjoner

I utgangspunktet antok vi at forurensningssituasjonen på bistasjonene var av mindre omfang enn på hovedstasjonene. I disse vassdrag ble det foretatt enkle biologiske befaringer i september med innsamling av vannprøver.

2.5.4 Parametervalg

Valg av biologiske og kjemiske parametre ble valgt i henhold til de problemer som foreligger. Dette innebar at det ble valgt ett parametersett for undersøkelse av effekter for avrenning fra gruver og et annet for undersøkelse av eutrofieringseffekter.

Undersøkelsene som tok sikte på å dokumentere gruveeffekter inneholdt følgende parametre: (Parametre merket * angir redusert parametervalg for hyppigere prøvetaking i Delområdene 1 og 2.)

	<u>K j e m i</u>	<u>B i o l o g i</u>
	* Kobber	Begroing
	* Sink	Bunndyr
	Cadmium	Tungmetall i moser
	Jern	Toksisitetstester med fisk
	* Aluminium	
	Sulfat	
	Kalsium	
	Magnesium	
Gr. I	Natrium	
	Kalium	
	Alkalitet	
	Klorid	
	* Konduktivitet	
	* pH	
	Organisk stoff	
	Turbiditet	

Eutrofiering og generell forurensningsvirkning ble undersøkt ved følgende parametersett : (Forenkelt biologisk befaring på bistasjonene angis med *.)

	<u>K j e m i</u>	<u>B i o l o g i</u>
	Totalfosfor	* Begroing
	Totalnitrogen	* Bunndyr
	Nitrat	Fekale koliforme bakterier
Gr. II	Organisk stoff (TOC)	
	Farge	
	Turbiditet	
	Konduktivitet	
	pH	
	Kalsium	

Ved undersøkelsen/befaringen på bistasjoner ble gruppe II anvendt. Av praktiske grunner måtte koliforme bakterier utelates. I tillegg ble det analysert på tungmetaller i Rugla, Benda, Hesja og Holta.

Hovedstasjoner

- St. G1 : Dette er en referansestasjon og parametergruppe I og II ble anvendt.
- St. G2 : Parametergruppe I ble anvendt.
- St. G3 : " I "
- St. G4 : Parametergruppe I og II ble anvendt.
- St. G5 : " " " " "
- St. G6 : " " " " " (unntatt toksisitetstest fisk)
- St. G7 : " " " " " " " "
- St. G8 : " " " " " " " "
- St. G9 : Parametergruppe II anvendes

Vi fant ingen grunn til å etterspore eventuelle gruveeffekter her, idet vi antok at forholdene i den sammenheng har stor likhet med observasjonsresultatene fra St. 8.

- St. G10 : Parametergruppe II ble anvendt.

Bistasjoner

- B1 - B5 : Parametergruppe I* (reduisert) og II.
- B6 - B10: Parametergruppe II (forenklet biologisk befaring).

3. RESULTATER 1986

3.1 Hydrologi

Døgnverdier for vannføringer i 1986 ved Haga bru (v.m. 661) og Eggafossen (v.m. 1055) er vist i Fig. 6 og i tabellene B1 og B2 i bilaget. Månedsmidler for 1986 og middelveier fra 1908-1986 (Haga bru) og 1941-1986 (Eggafossen) er vist i tabell 2.

På årsbasis var avrenningen i Gaula i 1986 nær normalen. Spesielt for året var at vårflommen kom tidlig og var ferdig i løpet av mai. Juni og juli hadde lave vannføringer, mens september og oktober var vannrike. Vannføringsmønsteret i 1986 illustrerer tydelig at Gaula er en utpreget flomelv med raske endringer i vannføring utover hele sommeren og høsten.

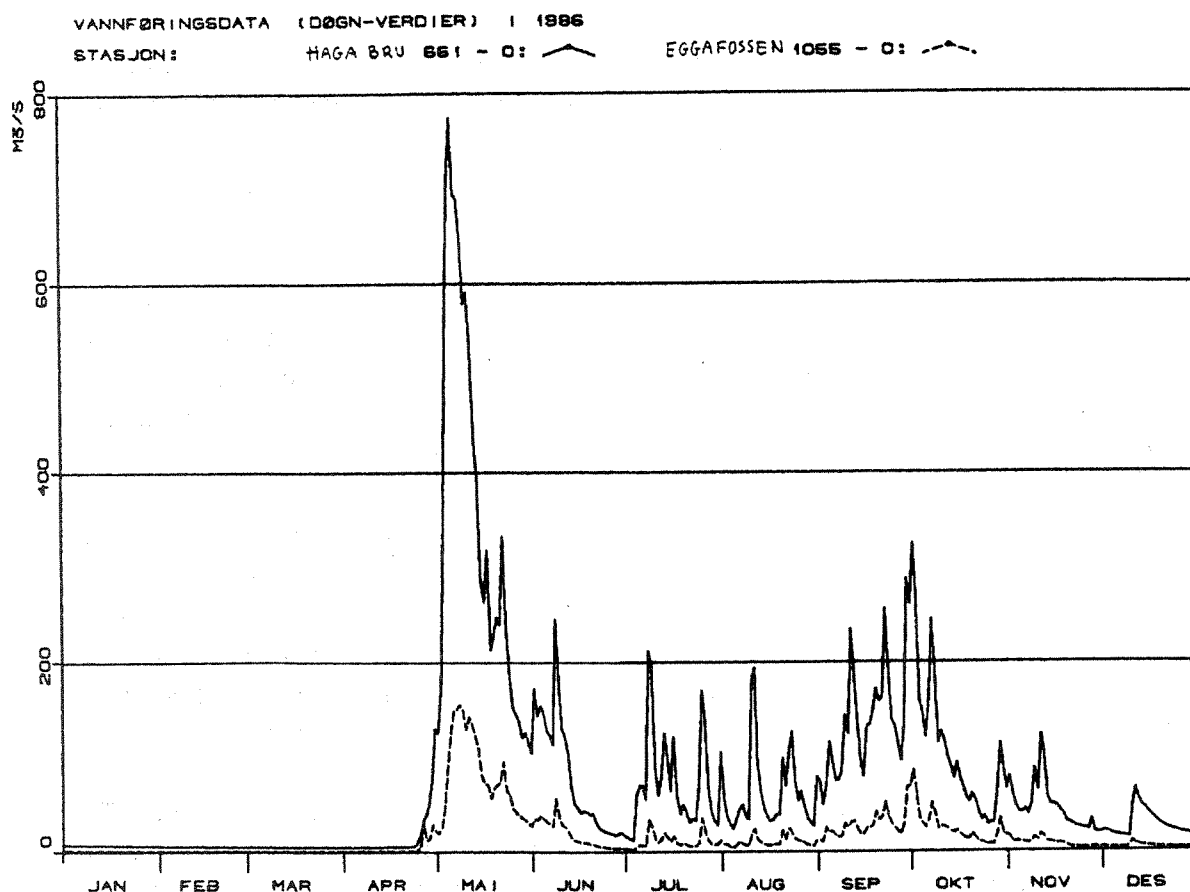


Fig. 6. Vannføringer ved Haga bru og Eggafossen i 1986.

Tabell 2. Middelvannføringer for måneder og år i m³/s ved Haga bru (v.m. 661) og Eggafossen (v.m. 1055). (Data fra Hydrologisk avd. NVE.)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Året
Haga bru													
Middel 1908-1986	15	12	16	53	262	212	94	62	75	71	35	23	78
1986	6,8	5,8	5,4	16	346	78	74	61	138	104	46	27	76
Eggafossen													
Middel 1941-1986	1,8	1,3	1,8	6,8	62	55	19	9,7	16	14	5,2	2,9	16
1986	0,9	0,7	0,6	4,2	81	18	11	10	28	24	7,7	3,4	16

3.2 Vannkjemi og bakteriologi

De samlede kjemiresultater er vist i tabellene B3 til B14 i bilaget. Analyseresultater for tungmetaller, organisk stoff, næringsalter og fekale koliforme bakterier er illustrert i figurene 7 til 11.

Generell vannkjemi

Gåula har fra naturens side en gunstig vannkjemi for vannboende organismer. Vannet er relativt saltrikt og godt bufret, med en pH på 7 eller høyere i det meste av vassdraget. Innholdet av organiske stoffer og farge er lavt øverst i vassdraget, øker jevnt nedover til Singsås, synker noe ned mot Støren og øker igjen ned til Melhus (figur 8).

Samvariasjonen mellom organisk karbon og farge tyder på at de organiske stoffene er dominert av naturlige tilførsler av humusstoffer fra nedbørfeltet. Punktutslipp av organiske stoffer synes å være ubetydelig, sett i forhold til vannføring og resipientkapasitet. Dette utelukker imidlertid ikke at man kan ha lokale effekter rett nedstrøms punktutslipp før utslippet er blandet inn i hovedvannmassene.

Mellom Støren og Melhus økte medianverdien for turbiditet fra 0.65 JTU 3.1 JTU (tab. B11 og B12). Dette tyder på betydelig utvasking av jord/leire. Graving i elven med avdekking av leirbunn må antas å ha stor betydning i denne sammenheng.

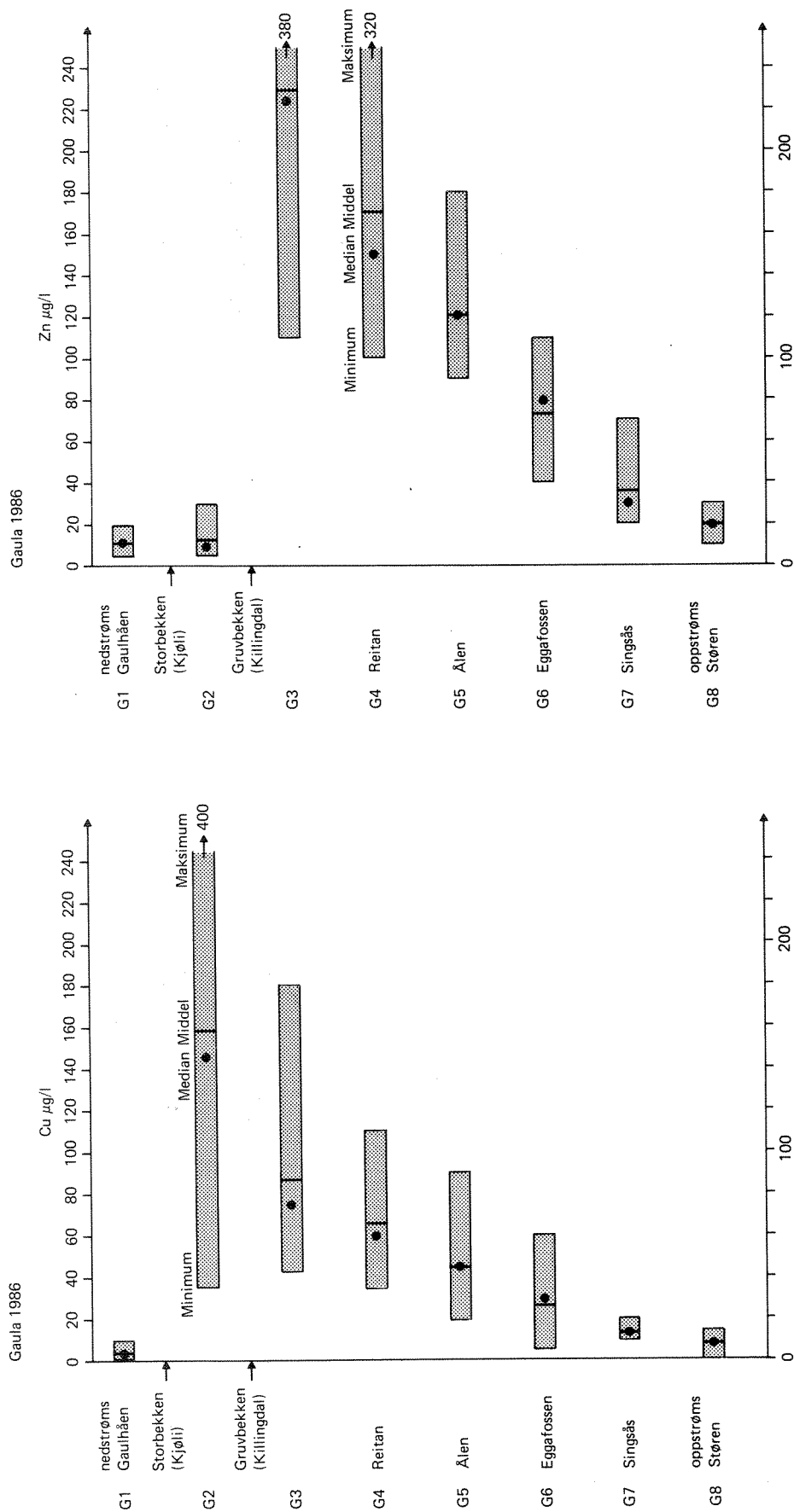


Fig. 7 Analyser av kobber (Cu) og sink (Zn) i Gaula, 1986

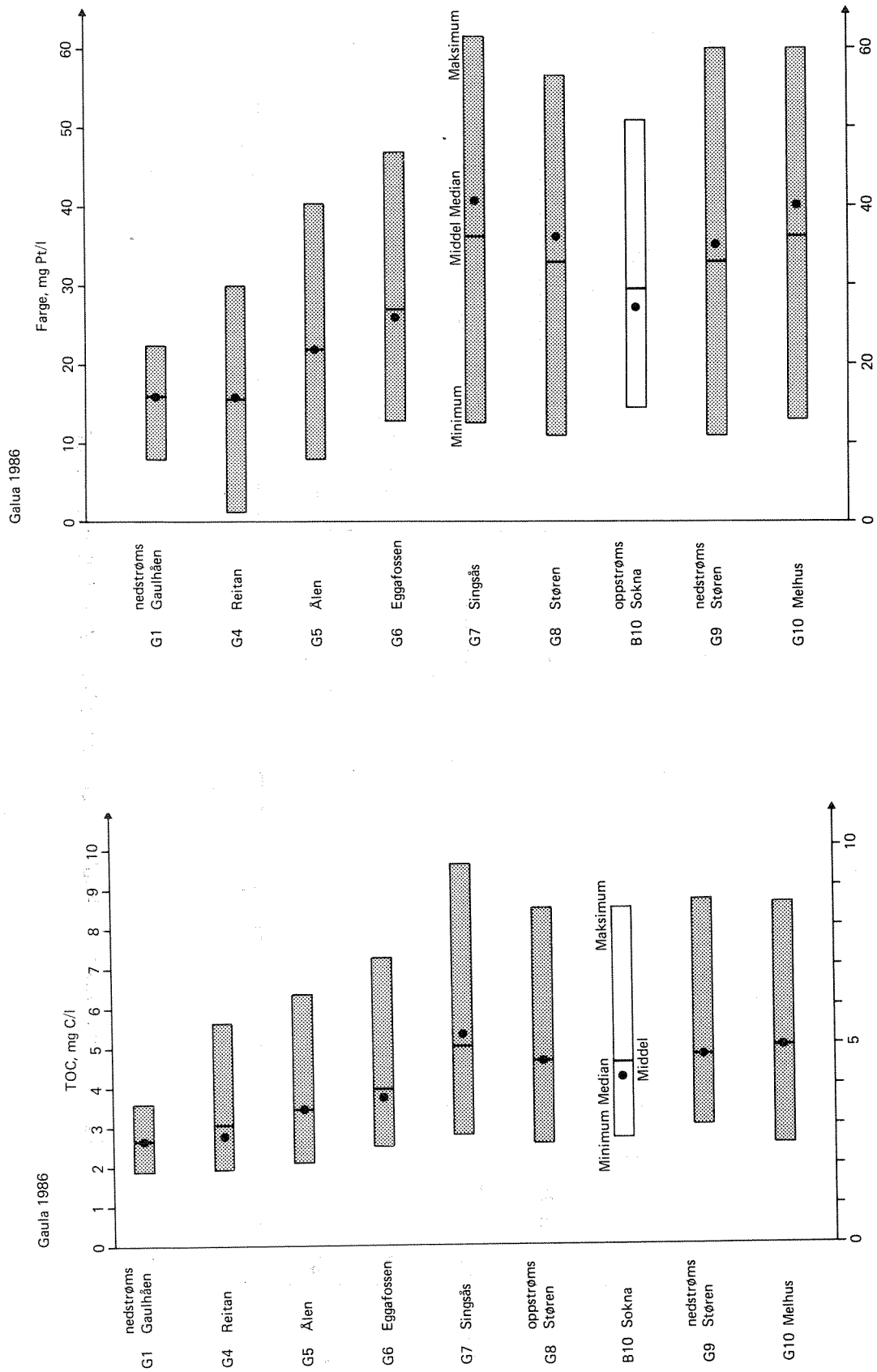


Fig. 8 Analyser av organisk stoff (TOC) og farge (mg Pt/l) i Gaula, 1986.

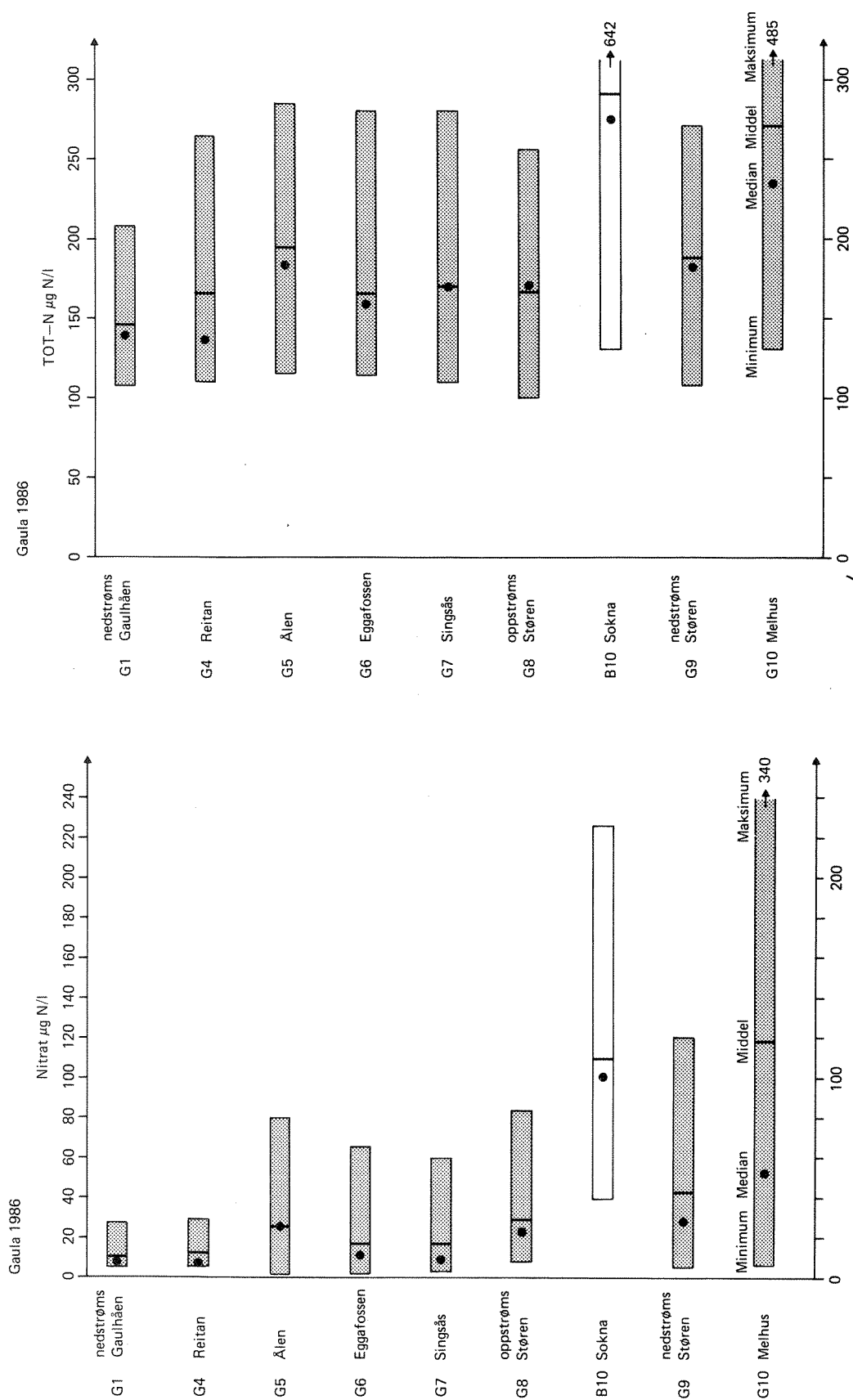


Fig. 9 Analyser av nitrat og total nitrogen i Gaula, 1986.

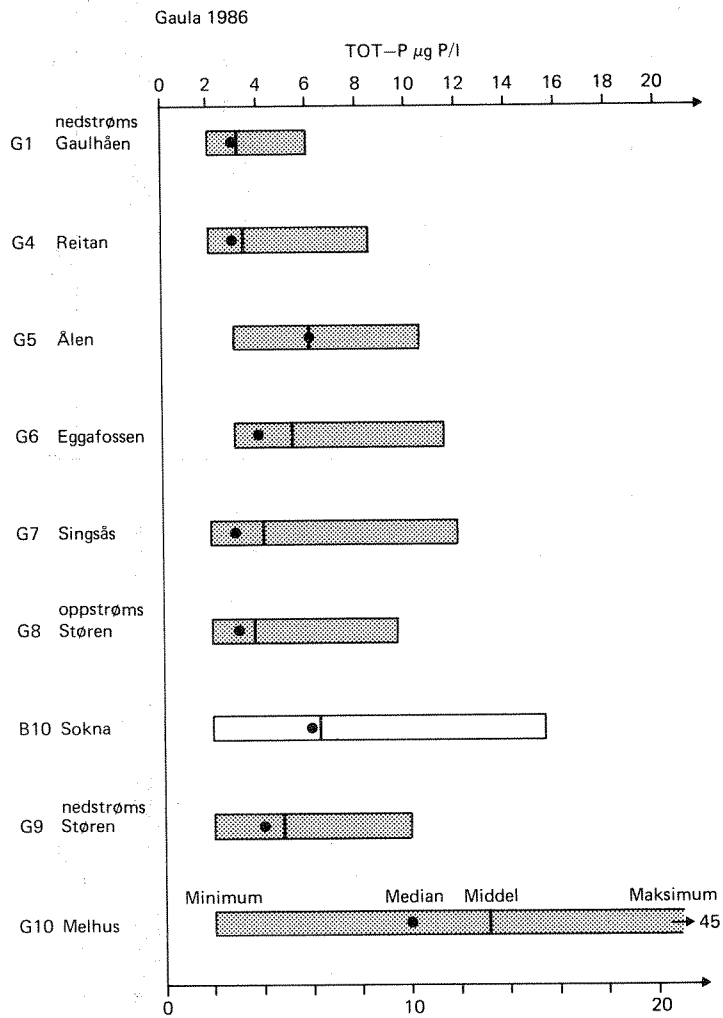


Fig. 10 Analyser av total-fosfor i Gaula, 1986.

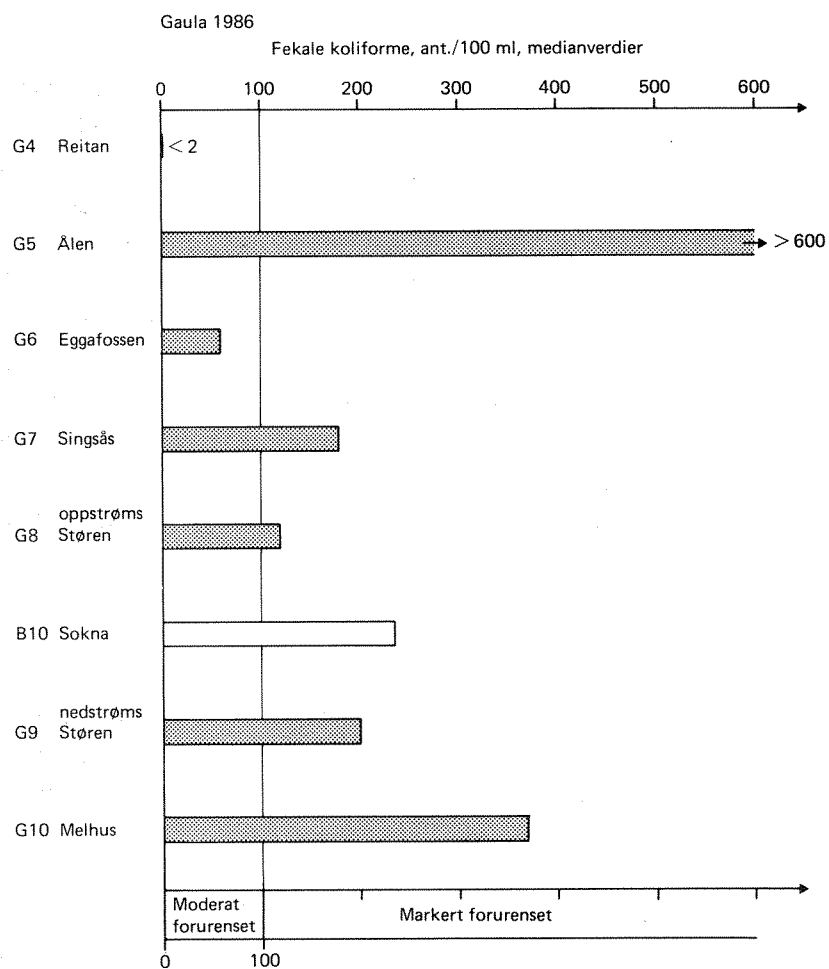


Fig. 11 Fekale koliforme bakterier i Gaula, 1986.

Bakteriologi

Gaula er markert forurenset med fekale koliforme bakterier fra Ålen og ned til utløpet i Trondheimsfjorden. Eneste unntak er stasjonen ved Eggafossen som kan betegnes som moderat forurenset (Fig. 11). De høyeste verdiene er registrert ved Ålen og Melhus.

Næringsalter

Øverst i Gaula var fosforinnholdet svært lavt (ca. 3 µg P/l). Ved Ålen økte middelveiden av totalfosfor til 6 µg P/l. Fra Ålen ned mot Støren sank fosforinnholdet gradvis ned til under 4 µg P/l. Støren tettsted og sideelven Sokna økte P-innholdet i hovedvassdraget med ca. 1 µg P/l. Fra målestasjonen nedstrøms Støren (Haga bru) og ned til Melhus økte den midlere fosforkonsentrasjonen fra 5 til 13 µg P/l (Fig. 10). Stort sett fulgte endringene i nitrogenkomponentene (figur 9) det samme mønsteret som totalfosfor. Stasjonene i Sokna og ved Melhus hadde spesielt høye verdier av nitrogenkomponenter, trolig en følge av jordbruksavrenning. Stikkprøver av sideelvene viste at Ila (sideelv til Sokna) hadde høye konsentrasjoner av nitrogen- og fosforforbindelser. Øvrige sideelver hadde stort sett moderate konsentrasjoner av næringsalter (tabellene B14).

Tungmetaller og sulfat

Det alvorligste forurensningsproblem i Gaula er utvilsomt den sure, tungmetallholdige avrenningen fra nedlagte gruver. De største utslippene kommer fra Kjøli gruver til Storbekken og fra gamle Killingdal gruver til Grubekken.

Konsentrasjonene av kobber og sink i Gaula er illustrert i figur 7. Middelveiden av kobber nedstrøms Storbekken (stasjon G2) var hele 160 µg Cu/l, med maksimalverdier oppe i 400 µg Cu/l. Elveleiet er dekket av utfelt metallslam, og elven er biologisk sett død. Til tross for nye tilførsler fra Killingdal via Grubekken ble kobberkonsentrasjonen omtrent halvert ned til stasjon G3. Til gjengjeld øket sinkkonsentrasjonen fra et tilnærmet bakgrunnsnivå ved G2 til 230 µg Zn/l ved stasjon G3. Ved Reitan var konsentrasjonene sunket til ca. 65 µg Cu/l og 170 µg Zn/l. Stikkprøver og massetransportberegninger viste at også nye Killingdal gruver bidrar med betydelige mengder kobber og sink via sideelven Skuru. Skuru har tilnærmet like høye metallkonsentrasjoner som hovedvassdraget ved Reitan. Ved Ålen var midlere konsentrasjoner av sink og kobber sunket til 44 µg Cu/l og 120 µg Zn/l. Begroing og bunndyr er her langt på vei restituert, men

følsomme arter mangler. Ved Eggafossen (st. G6) opptrer også permanente fiskebestander, selv om midlere tungmetallkonsentrasjoner fremdeles må sies å være høye (26 µg Cu/l og 73 µg Zn/l). Helt ned til Støren ble det registrert tungmetallkonsentrasjoner over naturlig bakgrunnsnivå. Foruten den sterkt forurensede Skuru ble det også registrert forhøyede tungmetall-konsentrasjoner i sideelvene Rugla, Benda og Hesja. Disse sidevassdragene har nedlagte gruver.

Avrenningen fra gruvene inneholder også store mengder svovelsyre. Midlere sulfatkonsentrasjon nedstrøms Storbekken (st. 2) var ca. 10 mg/l. Beregnet forsuring (definert som tapt alkalitet) var ca. 160 µekv./l. Takket være god bufferevne i fortynningsvannet går pH allikevel sjelden under pH 6. Laveste registrerte pH ved stasjon G2 var 5,36. Ved Reitan var laveste registrerte pH 6,49. Som en følge av høy pH var også konsentrasjonene av labilt (giftig) aluminium lavt (10-50 µg/l), selv om innholdet av total-aluminium var rundt 400 µg/l. Forsuringen av vassdraget har derfor liten betydning sammenlignet med tungmetallforurensningene.

3.3 Begroing

3.3.1 Innledning

BEGROING er en fellesbetegnelse for samfunn festet på elvebunnen eller annet substrat. Funksjonelt er det tre typer begroing:

- Primærprodusenter:
Alger og moser (høyere vegetasjon regnes ikke med)
- Nedbrytere:
Bakterier og sopp.
- Konsumenter:
Primitive fastsittende dyr, eks. ciliater og svamp.

Spesielt i rennende vann spiller begroingen stor rolle ved opptak og omsetning av løste næringssalter og lett nedbrytbart organisk stoff. Ved å være festet til et voksested vil begroingen avspeile voksestedets fysiske/kjemiske karakter og integrere denne påvirkningen over tid.

3.3.2 Metodikk

Ved feltobservasjonene innsamles visuelt ulike begroingstyper (begroingselementer) hver for seg og mengdemessig forekomst av hvert element angis i form av dekningsgrad. Dekningsgraden vurderes subjektivt ut fra hvor stor prosentdel av tilgjengelig elveleie som dekkes av hvert element. Skalaen som benyttes er logaritmisk:

5.	100 - 50 %	av observert bunnareal dekket
4.	50 - 25 %	----- " -----
3.	25 - 12 %	----- " -----
2.	12 - 5 %	----- " -----
1.	< 5 %	----- " -----

Der forholdene tillater det, vurderes alle begroingselementer i hele elvas bredde. I praksis er det ofte bare bunnarealet nær elvebredden som er mulig å observere.

Til en undersøkelse av kiselalgesamfunnet børstes 10 tilfeldig valgte stener rene for begroing. Materialet fra alle stenene blandes og én delprøve tas ut.

Det innsamlede materiale fikseres i formalin og bringes til laboratoriet for videre analyse.

Begroingsprøvene undersøkes først i lupe, deretter i mikroskop. Organismene identifiseres så langt mulig, fortrinnsvis til art. Hver arts mengdemessige betydning innen begroingselementet bedømmes.

Fra kiselalgeprøvene tas delprøver og glødes. Etter montering i Hyrax, telles kiselalgeskallene og prosentvis forekomst av hver art regnes ut. Fra hver stasjon telles minst 500 skall.

Begroingssamfunnet vurderes på grunnlag av artssammensetning, artsmangfold og mengdemessig forekomst. Beregningsmåter (indekser o.l.) som benyttes til tolking av resultatene blir omtalt senere.

3.3.3 Foreløpige resultater

Begroingsprøver i hovedvassdraget ble samlet ved befaringer i 19-20 august og 25-27 september, prøver i sidevassdraget ble samlet 25-27 september. Stasjonsplasseringen er vist i Fig. 5.

Tabellene B15, B16 og B17 (i bilaget) viser begroingssamfunnets arts-sammensetning. Bearbeidingen av kiselalgematerialet er ikke avsluttet, derfor er listen over kiselalger ufullstendig. Av arter/slekter ble det registrert 39 blågrønnalger, 35 grønnalger, 2 rødalger og 10 moser. Sammenliknet med andre vassdrag synes moosesamfunnet artsfattig. Forøvrig er artsrikdommen omlag som i andre store norske vassdrag. (Rørslett et. al. 1982, Traaen et. al. 1983, Aanes et. al. 1986). Bortsett fra midtre deler av hovedvassdraget består begroingssamfunnet av arter som er vanlige i norske vassdrag. Mengden av begroing varierer sterkt fra sted til sted. Både i hoved- og side-vassdragene synes fysiske forhold å ha stor betydning for begroingens mengdemessige forekomst. Begroingssamfunnets variasjon gjennom året er ikke kartlagt, i hovedvassdraget viste begroingen bare små endringer fra august til september 1986.

Hovedvassdraget

Begroingens artsmangfold, sammensetning og mengde endres dramatisk nedover hovedvassdraget. Det gjør det vanskelig å gi en generell karakteristikk av Gaula på grunnlag av begroingssamfunnet.

Fig.12 viser artsmangfoldet i de best undersøkte og vanligste algegruppene - (blågrønnalger og grønnalger) - i hovedvassdraget. På referansestasjonen øverst i vassdraget (st.G1) er begroingssamfunnet artsrikt og består av arter som trives i godt bufret vann med moderat næringsinnhold.

Nedstrøms Storbekken (st.G2) endres begroingssamfunnet radikalt, det gjelder både artsmangfold, sammensetning og mengde, Fig. 12. Hele elveleiet er dekket av et 1-2cm tykt gulbrunt belegg. Dette består vesentlig av okerutfellinger og jern-/manganbakterier. Bakteriene bruker okerutfellinger og detritus som energi- og næringskilde. Grønnalgen Ulothrix subtilis er eneste primærprodusent av betydning. U. subtilis er kjent fra andre gruveområder som ekstremt tolerant for høye metallkonsentrasjoner (Printz 1964).

Forholdene nedstrøms Gruvebekken fra Killingdal (st.G3) og ved Killingdal kraftstasjon (st.G4) er omtrent som på st. G2. Okerutfellinger og jern-/manganbakterier dominerer, begroingens primærprodusenter er redusert til noen få metalltolerante arter med liten mengdemessig betydning, Fig. 12.

Fra og med Ålen (st.G5) er begroingssamfunnet tilsynelatende normalisert. Det slamaktige okerbelegget er borte og vanlige begroingsorganismer dekker deler av elveleiet. Artsmangfoldet er imidlertid lavt. Først ved Singsås (St.G7) når artsmangfoldet det opprinnelige nivå, Fig. 12.

Fig. 13 viser sammenhengen mellom kobberinnholdet i vannet og begroingens artsmangfold. Korrelasjonen er så god ($R=-0.80$) at det er nærliggende å trekke slutninger m.h.t. kobberinnholdet i vannet og begroingens artsmangfold. Ifølge figuren skjer det ingen økning i artsmangfoldet før kobberkonsentrasjonen er mindre enn $60 \mu\text{g/l}$. Først når kobberinnholdet er under $15 \mu\text{g/l}$ får begroingen sitt naturlige artsmangfold.

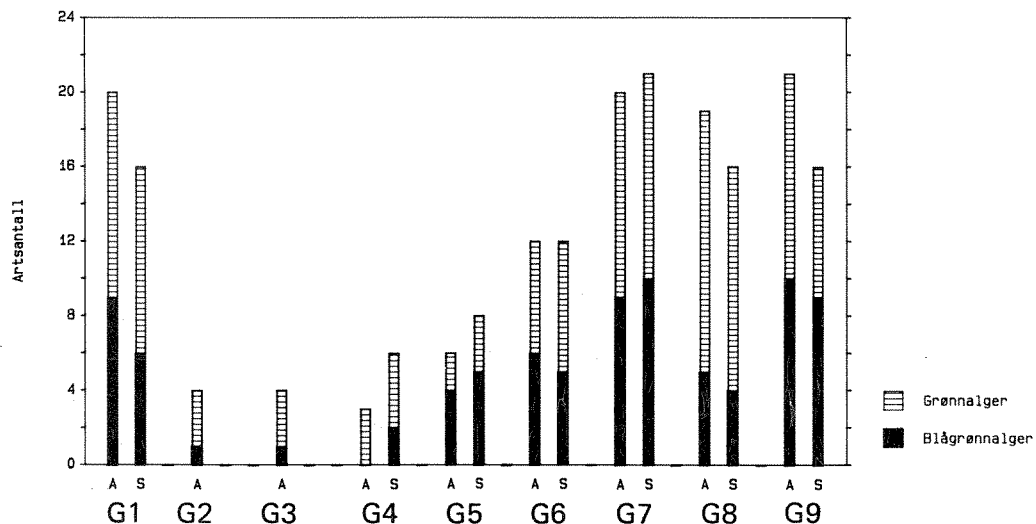


Fig. 12 Artsmangfold av blågrønnalger og grønnalger i begroings-
funnet. Gaula (st. G1-G9), august (A) og september (S) 1986.

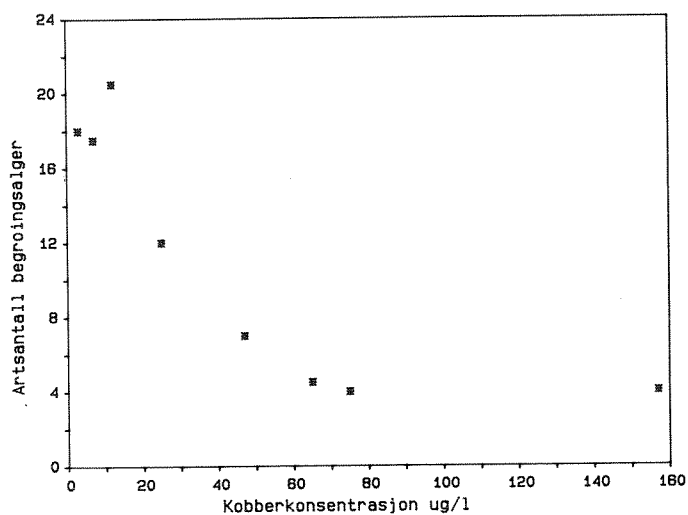


Fig.13 Sammenheng mellom vannets kobberinnhold og begroings arts-
mangfold. Gaula, 1986.

Gaulahåen oppstrøms st.G1 virker stabiliserende og flomdempende og begroingen kan få stor forekomst øverst i hovedvassdraget. Lenger ned er vassdraget svært flomutsatt og begroingen får sjelden stor forekomst. Nederst ved Melhus (st.G10) er dette serlig markert. På grunn av flom var det ikke mulig å ta representative prøver på st.10 i august eller september 1986.

Sidevassdragene

Prøvetakingsforholdene var ikke optimale ved befaringen i september 1986. Stedvis var det for stor vannføring, på høytliggende stasjoner var det noe sent i vekstsesongen. Stasjonsplasseringen kunne dessuten vært mer egnet for begroingsprøver. I likhet med hovedvassdraget er de fysiske forhold i sidevassdragene avgjørende for begroingens utviklingsmuligheter. Innsjøprosenten er liten og de fleste sidevassdragene er bratte. Det medfører hyppige flommer og ustabile fysiske forhold.

Begroingssamfunnets artssammensetning er vist i tabell B 17 . Artsmangfoldet i blågrønn- og grønnalgesamfunnet er vist i Fig. 14. Figuren viser også antall grupper av nedbrytere. Det er store forskjeller i arts mangfoldet. Ved siden av at prøvetakingsforholdene spiller en rolle, er det angitt mulig årsaker til det vekslende artmangfoldet i Fig. 14.

Ifølge artssammensetningen har de fleste sidevassdragene nøytralt vann med moderat næringsinnhold. Fra naturens side har Hesja (st.4), Hauka (st.B8) og Ila (st.B9) sannsynligvis det høyeste elektrolyttinnholdet. Ila har dessuten høyt innhold av næringssalter og lett nedbrytbart organisk stoff, skyldes trolig sivilisatorisk påvirkning. Sivilisatorisk påvirkning i form av næringssalter og lett nedbrytbart organisk stoff vises i mindre grad i Rugla (st.B2). Lundesokna (st.B11) har ifølge begroingssamfunnet lavere elektrolyttinnhold enn de andre sidevassdragene.

En mer detaljert beskrivelse av sidevassdragene krever dels videre analyse av det foreliggende materiale, dels mer representative prøver.

3.3.4 Konklusjoner

Beroingens artsmangfold, sammensetning og mengde endres dramatisk nedover hovedvassdraget. Øverst i vassdraget (st.G1) er begroingssamfunnet artsrikt og består av arter som trives i godt bufret vann

med moderat næringsinnhold. Nedstrøms Storbekken (st.G2) dekkes hele elveleiet av et gulbrunt belegg bestående av okerutfellinger og jern/manganbakterier. Eneste primærprodusent av betydning er en ekstremt metalltolerant grønnalge. Fra og med Ålen (st.G5) er begroingen tilsynelatende normalisert. Artsmangfoldet er imidlertid lavt. Først ved Singsås (st.G7) når artsmangfoldet det opprinnelig nivå. Det er god korrelasjon mellom kobberinnholdet i vannet og begroingens artsmangfold. Det skjer ingen økning i artsmangfoldet før kobberkonsentrasjonen er mindre enn $60 \mu\text{g/l}$. Først når kobberinnholdet er under $15 \mu\text{g/l}$ får begroingen sitt naturlige artsmangfold.

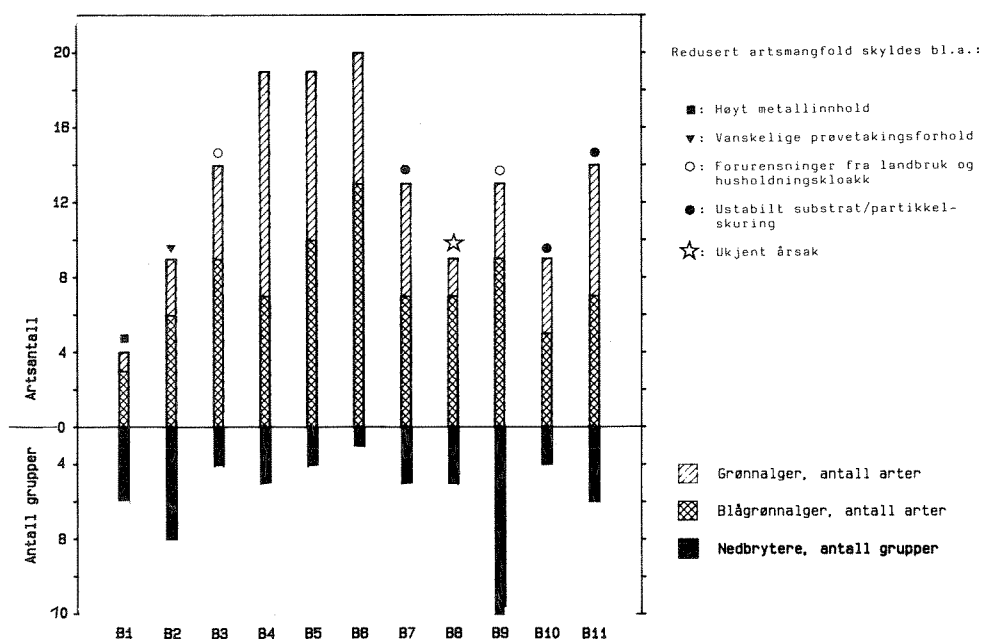


Fig. 14 Artsmangfold av blågrønnalger, grønnalger og nedbrytere i begroingssamfunnet. Gaulas sidevassdrag, sept. 1986.

De fleste sidevassdragene er bratte og innsjøprosenten er liten. Det medfører hyppige flommer og vanskelige prøvetakingsforhold. Ifølge begoingen varierer elektrolytt- og næringsinnholdet av naturgitte årsaker. Sivilisatorisk påvirkning har ført til høyt innhold av nærings-salter og lett nedbrytbart organisk stoff i Ila (st.B9).

3.4 Bunndyr

Metoder og stasjonsnett

Bunndyrundersøkelsene ble utført etter sparkemetoden (Hynes 1961, Brittain 1978). Det ble brukt en håv med sider 25 cm og dukens maskevidde var 0,5 mm. Innsamlingen ble tatt på tid i 5 minutter pr. prøve. Alle prøvene er fiksert på etanol og sortert på laboratoriet.

Stasjonene for innsamling av bunndyr er i hovedsak de samme som for den fysisk-kjemiske delen av overvåkingen i vassdraget. Mindre forflytninger var noen steder nødvendig for å finne egnet bunnsstrat. Videre ble det tatt bunndyrprøver fra 2 supplerende stasjoner (G4B og G4C) mellom Reitan (G4) og Ålen (G5). Prøvene ble samlet inn i august og oktober.

Foreløpige resultater

Materialet er enda bare delvis bearbeidet, og artsbestemmelsen er hittil gjort for prøver fra øvre deler av Gaula til Ålen. Tabellene 3-6 gir oversikt over bunnfaunaens sammensetning på de 10 hovedstasjonene i Gaula i august og september/- oktober 1986, samt i de viktigste sideelver i september 1986. På referansestasjon G1 i Gaula ble det påvist en allsidig sammensatt fauna med totalt 12 dyregrupper (tabellene 3 og 4). Døgnfluer, steinfluer, vårfluer og fjærmygg dominerte, og dette var også de mest tallrike gruppene i Gaula fra Ålen til Melhus. På grunn av gruveforurensningene må en betrakte Gaula som "død elv" fra Storbekkenes samløp med Gaula til St. 4 ved Reitan. Herfra og videre nedover synes det å foregå en gradvis reetablering av faunaen, og prøvene gir en god karakterisering av faunaens rekolonisering etter hvert som tungmetallkonsentrasjonene avtar og Gaula får tilløp fra sideelver. Stasjonene G4b og G4c ligger etter Ruglas samløp og stasjon 5 ved Ålen kirke. Resultatene (tabellene 4, 6, 7 og 8) indikerer at Rugla som har en individ- og artsrik bunnfauna, bidrar vesentlig til reetablering av faunaen i Gaula nedover mot Ålen. På St. G4 ovenfor Ruglas samløp var det kun en restfauna bestående av et fåtall dyregrupper, mens det på St. 4b og 4c etter Ruglas samløp ble påvist til dels høye tettheter og like mange dyregrupper som i Gaula nedenfor Ålen. Ser en på artssammensetningen var det imidlertid tydelige effekter også nedstrøms Rugla. I september ble det påvist 5 døgnfluearter og minimum 8 steinfluearter i Rugla, mens det i Gaula nedenfor samløp Rugla (St. 4b, 4c, 5) bare ble påvist

1 døgnflueart, Baetis rhodani, men totalt 8 steinfluearter. Andre undersøkelser har også vist at B. rhodani er den av døgnflueartene som sist slås ut under tungmetallforurensninger og organisk belastning. Resultatene indikerer videre at steinfluene er mer tolerant overfor tungmetallforurensninger enn døgnfluene.

Sideelva Skuru hadde også en unormalt lav individtetthet og lite artsutvalg blant døgn- og steinfluer. Dette kan indikere en belastning som i tilfelle må komme fra Killingdal gruber.

Av øvrige sideelver gir ikke bunndyr-undersøkelsene så langt grunn til å anta noen sterk forurensningsbelastning. Elvene synes å ha en normalt sammensatt bunnfauna, med god artsmangfold. Døgnfluer, steinfluer, vårfluer og fjærmygg var normalt de tallrikeste grupper i prøvene.

I Gaula nedenfor Ålen var faunaen allsidigsammensatt. Stasjonene 5 (Ålen) og 6 (Eggafossen) hadde både i august og september de høyeste individantall i prøvene, mens flest dyregrupper ble funnet på de to nederste stasjonene (9 - Støren og 10 - Melhus/Øyås) i begge perioder (tabellene 3 og 5). Innslag av damsnegl og en større andel fjærmygg på de to nederste stasjoner kan settes i sammenheng med mer stilleflytende elv og finere substrat, men noe økt organisk tilførsel kan også ha bidratt til dette.

En videre bearbeiding av materialet til artsnivå vil eventuelt kunne gi bedre indikasjoner på eventuell forurensningsbelastning i nedre partier. Materialet vil også bli bearbeidet med tanke på bruk av ulike forurensningsindekser (Brittain et. al 1985).

Tabell 3 Bunnfaunaens sammensetning på ulike lokaliteter i Gaula, basert på sparkeprøver (R5), august 1986

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ant. Ind.	Dominans %
Gruppe												
Fåbørstemark	6						4		3	1	15	<1
Døgnfluer	408			32	1001	311	43	61	172	33	2061	59
Steinfluer	52			2	42	53	24	50	46	20	290	8
Mudderfluer						2					2	<1
Vannbiller	3								7	1	11	<1
Vårfluer	24			6	80	31	13	5	71	3	233	7
Knott	1					1	1				3	<1
Sviknott					1			1	1	1	4	<1
Fjærmygg	22			3	322	65	7	24	32	56	531	15
Stankelbein				4					3	52	57	2
Diptera l. indet.	1				2		1	1	2		7	<1
Damsnegl	1							1	17	3	22	<1
Skivesnegl												
Vannmidd	10			5	111	41	13	21	33	15	249	7
Antall individer	528	0	0	49	1560	504	106	164	388	185	3484	
Antall grupper	10			6	7	7	8	8	11	10		

Tabell 4 Bunnfaunaens sammensetning på ulike lokaliteter i øvre deler av Gaula, basert på sparkeprøver (R5), september/oktober 1986

Stasjon nr.	1	2	3	4 _a	4 _b	4 _c	Ant. ind.	Dominans %
Gruppe								
Fåbørstemark	21						21	<1
Døgnfluer	1238			5	965	723	2931	86
Steinfluer	162			3	41	29	235	7
Vannbiller					1		1	<1
Vårfluer	32				16	23	71	2
Knott					1		1	<1
Sviknott								
Fjærmygg	65		1	1	15	12	94	3
Stankelbein	16				1	1	18	<1
Diptera larver indet.	1						1	<1
Diptera ad. indet.								
Vannmidd	8				4	8	20	<1
Antall individer	1543	0	1	9	1044	796	3393	
Antall grupper	9	0	1	3	8	6	10	

Tabell 5 . Bunnfaunaens sammensetning på ulike lokaliteter i Gaula, fra Ålen til Øysand, basert på sparkeprøver (R5), september/oktober 1986

Stasjon nr.	5	6	7	8	9	10	Ant. ind.	Dominans %
Fåbørstemark					2	1	3	<1
Døgnfluer	3200	1989	452	304	1152	269	7366	79
Steinfluer	136	118	98	244	272	300	1168	13
Vannbiller					2		2	<1
Vårfluer	41	10	8	11	38	3	111	1
Knott					10	1	11	<1
Sviknott	1				4		5	<1
Fjærmygg	18	24	2	8	369	38	459	5
Stankelbein	8	1	2	11	9	12	43	<1
Diptera larver indet.					5		5	<1
Diptera ad. indet.								
Damsnegl					23	2	25	<1
Skivesnegl								
Vannmidd	26	4	2	2	38	11	83	1
Antall individer	3430	2146	564	580	1924	637	9281	
Antall grupper	7	6	6	6	12	9		

Tabell 6 . Bunnfaunaens sammensetning i sideelver til Gaula, basert på sparkeprøver (R5), september 1986. B1 = Skuru, B2 = Rugla, B3 = Benda, B4 = Hesja, B5 = Holta, B6 = Fora, B7 = Bua, B10_A = Sokna nederst, B10_B = Sokna øverst

Stasjon	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B10 _A	B10 _B
Fåbørstemark		2	1	11	19	2		2	16
Døgnfluer	80	2133	1446	3750	1521	371	528	511	1231
Steinfluer	28	162	27	178	108	446	153	681	262
Mudderfluer		1							
Vannbiller		3			5	1	3		1
Vårfluer	5	132	9	76	15	8	13	13	7
Knott	4	4			7		1	4	
Sviknott							2		
Fjærmygg	7	65	4	73	31	3	101	23	30
Stankelbein	1	4	1	2	10	3	8	14	2
Diptera larver indet.				1	1	1	9		
Damsnegl				1					1
Vannmidd		26	7	8	23	2	18	13	7
Antall individer	125	2531	1495	4100	1740	837	836	1261	1557
Antall grupper	6	10	7	9	10	9	10	8	9

Tabell 7. Døgnfluearter registrert på forskjellige lokaliteter i øvre deler av Gaula, september 1986. Tallene angir antall individer pr. 5 minutt sparkeprøve

Stasjon nr.	1	2	3	4a	4b	4c	5
Art							
<i>Ameletus inopinatus</i>	41						
<i>Baetis rhodani</i>	1027			5	965	723	3200
<i>Baetis muticas</i>	4						
<i>Baetis subalpinus</i>	1						
<i>Heptagenia dalecarlica</i>	41						
Leptophlebiidae	1						
<i>Ephemerella aurivillii</i>	123						
Sum antall individer	1238	0	0	5	965	723	3200
Antall arter	7	0	0	1	1	1	1

Tabell 8. Steinfluearter registrert på forskjellige lokaliteter i øvre deler av Gaula, september 1986. Tallene angir antall individer pr. 5 minutt sparkeprøve

Stasjon nr.	1	2	3	4a	4b	4c	5
Art							
<i>Diura nanseni</i>	67				2	2	2
<i>Isoperla</i> sp.	58			1	8	15	18
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1						
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	1			2	2	2	35
Brachyptera risi					1		
Nemouridae					1		
<i>Nemoura avicularis</i>							1
<i>Amphinemura borealis</i>	18						
<i>Protonemura meyeri</i>	8						1
Capniidae	7				28	10	73
<i>Leuctra fusca</i>							6
<i>Leuctra</i> sp.	2						
Sum antall individer	162	0	0	3	41	29	136
Antall arter	8	0	0	2	6	4	7

3.5 Fisketester

Metoder

For å undersøke metallenes virkning på fisk ble det utført en serie enkle laboratorietester. Det ble benyttet vann fra forskjellige lokaliteter i Gaula, blandinger av vann fra Gruvbekken og Storbekken med vann fra laboratoriet (Maridalsvann) samt slam fra elvebunnen. I tabell 9 er oppført noen kjemiske data for vann og slam benyttet i testene.

Tabell 9. Fysisk/kjemiske data for vann og slam benyttet i tester med årsyngel (0+) av laks. * mg/l.

Parameter	pH	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Fe µg/l	Al µg/l	Ca mg/l	Total tørrestoff mg/l	Gløde- rest mg/l
Lokalitet									
Gaula st. G2	7.2	130	<10	<0.5		296	5.7		
" " G3	6.9	70	230	0.68		148	3.8		
" " G4	7.2	50	180	0.52		138	4.4		
" " G5	7.2	35	120	0.37		105	5.2		
Storbekken		1350	50	0.11	2030	5280			
Gruvbekken		4440	23100	70	27700	10100			
Elveslam st. G2		640*	24*	21	41750*	5725*		144230	132043
" " G3		191*	71*	0.2	4212*	1245*		55154	45928
Laboratorievann	6.6	> 2	<10	0.3	-	110	3.7		

Som testfisk ble benyttet årsyngel (0+) av laks i størrelser 5 ± 0.5 cm. Testene var i utgangspunktet orienterende og det ble derfor benyttet et lite antall laks (2 stk.) til 2 l vann i såkalte semistatiske systemer. Det vil si at vannet skiftes hvert døgn i forsøksperioden. Forsøkene ble utført i glassakvarier med lufting for å opprettholde gassbalansen. Temperaturen under forsøkene var $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$. I slamforsøkene ble slammet tilsatt og senere ikke skiftet i forsøksperioden. Slammet ble holdt i suspensjon ved lufting og av fiskens bevegelser. Det ble gjort observasjoner av fisken og eventuell dødelighet notert. Forsøkene hadde en varighet av 4 døgn - i endel tilfelle noe lenger.

Resultater

Ellevann fra Gaula

Det ble utført en test med ellevann hentet i Gaula den 19. august 1986 fra stasjonene G2-G5. Forsøkene hadde en varighet av 6 døgn for stasjon G3 og G5, mens G2 og G4 ble fortsatt til 9 døgn. Det oppsto ikke dødelighet i noen av testene og fisken viste ikke symptomer på forgiftning. Konsentrasjonene som for sink var oppe i 230 µg/l og kobber 130 µg/l (tabell 1) var altså ikke høye nok til å medføre akutt dødelighet eller symptomer på forgiftning. Ved kroniske (langtidseksposering) til disse konsentrasjoner må en regne med at forgiftning med dødelighet vil oppstå.

I en annen sammenheng ble det i 1985 utført to tester med ellevann hentet ved Ålen (G5) ved to anledninger. Ingen dødelighet oppsto her i løpet av 4 døgn.

Storbekken og Gruvebekken

Vann fra bekkene ble blandet med vann fra laboratoriet og testet på laks. Resultatene fra forsøkene fremgår av tabell 12 og fig. 15. Vannet fra bekkene var surt og hadde høyt innhold av metaller (tabell 9). 4d-LC₅₀-verdien (den konsentrasjon som dreper 50% av dyrene i forsøksperioden) lå nær 10 ml/l (fortynning 1:100) for vann fra Gruvebekken og 35 ml/l (fortynning ca 1:30) for Storbekken. Dette er da de blandinger med ellevann en kan forvente skal gi akutt dødelighet i løpet av 4 døgn. Konsentrasjonen av metaller var omtrent som det fremgår av nedenstående oppstilling ved disse fortynninger.

	µg/l				
	Cu	Zn	Cd	Fe	Al
Storbekken, fortynning 1:30 (35 ml/l)	45	<10	0.3	68	280
Gruvebekken, fortynning 1:100 (10 ml/l)	44	231	1.0	280	210

Innholdet av metaller i laboratorievann er da også medregnet.

Tabell 10. Overlevning av laks i vann fra Storbekken og Grubekken blandet med laboratorievann. M = Median levetid (timer)

Bekkevann ml/l	Storbekken		Grubekken	
	pH	M timer	pH	M timer
100	5.3	16	4.1	9
50	5.8	48	4.5	11
25	6.6	>96		11
12.5				67
5			6.4	>96
0 (kontroll)	6.6	>96	6.6	>96

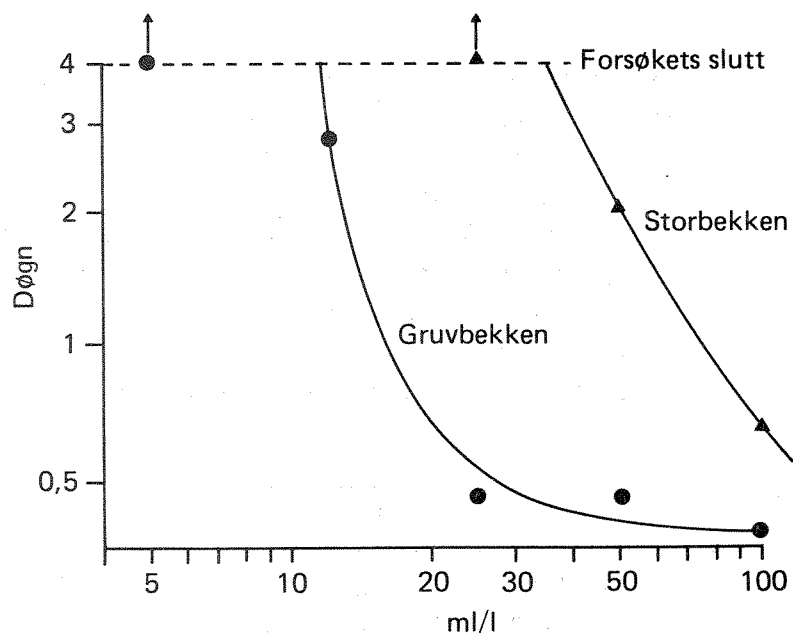


Fig. 15 Median overlevningstid (døgn) for laks i vann fra Grubekken og Storbekken blandet med laboratorievann.

Når det gjelder Storbekken er det intet metall som skiller seg klart ut når det gjelder virkning, selv om kobberverdien er relativt høy. Den er imidlertid neppe alene høy nok til å forklare den akutte effekten. pH er her ikke så lav at aluminium skulle ha virkning alene. For Gruvbekken kommer også sink sterkt inn i bildet og sammen med kobber vil dette kunne forklare den akutte gifteffekten.

Fortynningene av Storbekken og Gruvbekken i Gaula beregnet ut fra nedbørfeltenes størrelse er henholdsvis ca 8 og 47; dvs. mindre enn de som medførte akutt dødelighet i laboratorieundersøkelsene. Det kan da synes overraskende at en ikke fikk effekt i vann fra Gaula ved G2 og G3 som representerer disse fortynningene. Det kan ha noe å gjøre med en lagringseffekt, dvs. at metallene er utfelt til likevekt i vannet fra Gaula, at vannet i Gaula har et noe høyere innhold av kalsium enn laborativann eller andre vannkjemiske forhold. Ytterligere forsøk i laboratoriet og bur- og utsetningsforsøk i elva vil forhåpentligvis bringe nærmere klarhet i disse spørsmål.

Elveslam

Elveslammet fra stasjon G2 og G3 ble blandet ut i laborativann i en konsentrasjon av 50 ml/l (fortynning 1:20) og testet på laks. I løpet av eksponeringstiden, 4 døgn, oppsto ikke dødelighet eller symptomer på forgiftning i blandingene. Konsentrasjonene av metaller var da meget høye, noe som fremgår av tabell 1. Verdiene i denne tabell skal deles med 20 og blir som oppført under for de viktigste metaller:

	mg/l				
	Cu	Zn	Cd	Fe	Al
Elveslam G2	32	1.2	0.001	588	286
" G3	9.6	3.6	<0.001	211	62

Dette er meget høye verdier, men fordi de foreligger i utfelt form (oker etc.) virker de ikke toksisk. Det vil si at en ikke kan regne med akutte toksiske effekter, f.eks. ved flomsituasjoner hvor slam hvirvles opp og transporteres nedover.

Konklusjon

Tester med årsyngel av laks i elvevann hentet ved G2, G3, G4 og G5 resulterte ikke i gifteffekter i løpet av 4 døgn. Fortynninger av vann fra Storbekken og Gruvbekken i laborativann resulterte i dødelighet

av laks i fortynninger ned mot 1:30 (35 ml/l) og 1:100 (10 ml/l) henholdsvis. Dette er en større fortynning enn den bekkene har i Gaula ut fra nedbørfeltberegninger (1:8 og 1:47, henholdsvis for Storbekken og Gruvbekken). Tester med elveslam i fortynning 50 ml/l resulterte ikke i forgiftningssymptomer eller dødelighet i løpet av 4 døgns eksponering.

3.6 Tungmetaller i moser

Innledning

Det er tidligere benyttet moser som integrerende mål for belastning av tungmetaller i Norge og utenlands. Metoden går i korthet ut på å analysere toppskuddene på elvemosen Fontinalis spp. på forskjellige tungmetaller. Konsentrasjonene av tungmetaller i vannmosen gir da et integrert bilde av konsentrasjonene av tungmetaller i det aktuelle elveavsnittet (Lingsten 1984).

Den 19-20 august 1986 ble det satt ut (transplantert) vannmoser (Fontinalis antipyretica) på 9 elveavsnitt i hovedvassdraget og på 4 elveavsnitt i bielvene. Vel en måned senere ble det tatt prøver av toppskuddene fra de transplanterte mosene. Ett elveavsnitt mangler, B1, Skuru, da mosene sannsynligvis ble spylt vekk ved en flom.

I tabell 11 er mosenes innhold av kobber, sink og kadmium listet opp sammen med vannanalyser for samme tungmetaller i tilsvarende periode. Det vises også til figur 7 som viser vannets innhold av kobber og sink for hele undersøkelsesperioden. Stasjonsplasseringen fremgår av fig. 5.

Kobber

Bakgrunnsnivået for kobber målt i vannmoser ligger i intervallet 15-25 ppm (Bengtsson og Lithner 1981, Lingsten 1985).

Ved prøvestedet G1, Gaula nedstrøms Gaulhåen lå kobberverdien i mosene noe over bakgrunnsnivået. Det ser også ut som vannets innhold av kobber lå noe høyere enn forventet bakgrunnskonsentrasjon. Dette indikerer at elveavsnittet er påvirket av dreneringsvann fra gamle gruver.

På strekningen fra G2, Gaula nedstrøms Storbekken til G4, Reitan, var elva sterkt belastet med kobber. Verdiene var ca. 150-270 ganger høyere enn bakgrunnsnivået. Bielvene Rugla, B2, Benda, B3 og Hesja, B4, lå mellom 15-5 ganger høyere enn bakgrunnsnivået, mens sideelven Holta lå omtrent på bakgrunnsnivået.

Det var en gradvis minking av kobberbelastningen fra Ålen, G5, ca. 70 ganger høyere enn bakgrunnsnivået til nedstrøms Støren G9, ca. 6 ganger høyere enn bakgrunnsnivået. Selv en belastning på 5 ganger bakgrunnsnivået blir karakterisert som en markert belastning (Knutzen og medarb. 1986). Det er godt samsvar mellom kobberinnhold i moser og

i vann.

Sink

Bakgrunnsnivået for sink målt i vannmose ligger i intervallet 75-250 ppm, (Bengtsson og Lithner 1981, Lingsten 1985).

Ved de to øverste stasjonene, G1 og G2, lå sinkinnholdeet på bakgrunnsnivået. Det var ca. 8-15 ganger høyere sinkinnhold i mosene enn bakgrunnsnivået ved G3 og G4. Det var i henhold til vannanalysene og forventet belastning fra gruvevirksomhet størst belastning ved G3, mens moseprøvene viste størst påvirkning ved G4. Dette skyltes sannsynligvis at mosenes egenskap å oppkonsentrere tungmetaller er kraftig svekket og at mosene kan ha vært nedslammet. Dette forhold er tidligere kjent, f.eks. fra Orva, (Lingsten 1984).

Bielvene Rugla, B2; Benda, B3; Hesja, B4 og Holta, B5 var lite eller moderat påvirket av sink, eller 1-4 ganger bakgrunnsnivået. Fra Ålen, G5 ned til nedstrøms Støren, G9, minker sinkbelastningen fra ca. 10 til 2 ganger bakgrunnsnivået.

Kadmium

Bakgrunnsnivået for kadmium målt i vannmoser ligger i intervallet 0,1-0,5 ppm i henhold til Bengtsson og Lithner 1981, men senere litteraturgjennomgang har vist at bakgrunnsnivået sannsynligvis ligger opp mot 1 ppm, (Lingsten 1985).

Ved de to øverste stasjonene lå mosenes innhold av kadmium på bakgrunnsnivået. Fra Gaula nedstrøms Gruvebekken G3 ned til nedstrøms Støren var kadmiuminnholdet 5-2 ganger høyere enn bakgrunnsnivået. Bielvene Rugla, B2; Hesja, B4 og i noen grad Holta B5, var moderat påvirket av kadmium, mens Benda, B3 lå på bakgrunnsnivået.

Konklusjon

Øvre delen av vassdraget ned til Ålen var massivt belastet med tungmetaller fra gruvevirksomheten i området. På denne elvestrekningen var kobberbelastningen ut fra innholdet i moser fra 70-270 ganger bakgrunnsnivået og sink belastningen 8-14 ganger bakgrunnsnivået, mens kadmiumbelastningen var ca. 5 ganger bakgrunnsnivået. Fra Ålen minker tungmetallbelastningen vesentlig, men f.eks. kobberbelastningen nedstrøms Støren var fortsatt markert, mens belastningen med sink og kadmium var moderat.

Tabell 11. Gaulavassdraget. Innhold av kobber, sink og kadmium i Fontinalis spp. og i vann.

PRØVESTED	Kobber		Sink		Kadmium	
	Moser vann		Moser vann		Moser vann	
	PPM	PPB	PPM	PPB	PPM	PPB
G 1 Gaula nedstrøms Gaulhåen	31	5	97	11	0.8	<0.1
G 2 Gaula nedstrøms Storbekken	5486	200	86	15	0.7	0.18
G 3 Gaula nedstrøms Gruvbekken	3817	113	789	253	3.9	0.67
G 4 Reitan	3052	79	1479	187	5.2	0.50
B 2 Rugla	316	13	418	15	3.4	<0.1
B 3 Benda	95	8	135	15	0.9	0.34
G 5 Ålen	1373	46	1146	124	4.7	0.31
B 4 Hesja	112	5	311	15	2.0	0.13
G 6 Gaula nedstrøms Eggafossen	497	31	504	77	3.7	0.20
B 5 Holta	27	2	118	<10	1.5	0.12
G 7 Gaula ved Singsås	117	13	201	42	2.1	0.23
G 8 Gaula oppstrøm Støren	112	8	243	16	1.8	0.12
G 9 Gaula nedstrøms Støren	126		252		3.2	

3.7 Statistiske problemstillinger

3.7.1 Bakgrunn

Gaula er av SFT valgt som forsøksobjekt for å utprøve bruk av statistiske metoder i overvåkingen. Stikkord er optimalisering av prøvfrekvens, stasjonsvalg og utsagnskraft. En vil også søke å knytte noen statistiske betraktninger til sammenhengen mellom målingene i Gaula og målingene som foretas for å kontrollere "utslippene" fra de nedlagte Kjøli gruver. Dette notatet må betraktes som foreløpig idet det er skrevet som et grunnlag for diskusjoner med NIVA. Det er modifisert etter de første av disse diskusjonene.

Vi har til nå i hovedsak brukt eksempler fra målingene av kobber og sink, men også sett litt på konduktiviteten, total nitrogen og fosfor.

3.7.2 Målehyppighet og fordeling av målingene over tid

Målingene begynte i juni 1986. Øverst i vassdraget (stasjon 1-6) ble det foretatt 3-4 målinger pr. måned i juni, juli, august og september, mens det bare ble foretatt 2 - 3 målinger tilsammen i perioden oktober til desember 1986. Lenger ned i vassdraget (stasjon 7-10) ble det foretatt 9-11 målinger fra juni til november.

For å karakterisere forurensningstilstanden i vassdraget har en brukt middelerdien over de målingene som er foretatt. Dette vil gi et skjevt bilde dersom middelerdien i perioder med få målinger avviker fra middelerdien i perioder med mange målinger. I tilfellet Gaula 1986 vil de beregnede middelerdier i hovedsak bare gjelde for perioden juni - september. Innenfor disse månedene er målingene stort sett tatt med 10 dagers mellomrom, men det fins eksempler på målinger med bare 1 eller 2 dagers mellomrom.

For å gi et mest mulig korrekt bilde av middelerdiene over hele perioden juni - desember bør målingene tidsveies, det vil si at hver måling tillegges en vekt lik lengden av tidsperioden mellom denne og forrige måling. Tabellene 12-14 viser tidsveide middelerdier for konduktivitet og konsentrasjonene av kobber og sink i vassdraget, sammenliknet med uvveide verdier. Standardavvikene for de estimerte middelerdiene er også vist (disse er omtrentlige og må betraktes som øvre grenser for de virkelige standardavvikene siden vi har med

systematisk spredte målinger og ikke tilfeldig utvalgte måletidspunkter å gjøre). Konfidensintervall for middelveiene er tilnærmet gitt med middelveiene \pm to standardavvik (95 % konfidensintervall).

Tabell 12. Midlere verdier for konduktivitet i Gaula 1986. Ms/m

Målestasjon	Middelverdi juni - desember		Standardavvik	Antall målinger
	Uveid	Tidsveid		
1	3.59	4.10	0.33	17
2	4.11	4.53	0.30	16
3	3.12	3.56	0.28	16
4	3.24	3.46	0.25	17
5	3.68	3.95	0.28	17
6	3.19	3.43	0.25	17
7	3.02	2.94	0.56	9
8	3.81	3.74	0.64	9
9	3.34	3.48	0.22	9
10	4.97	5.15	0.62	9

Tabell 13. Midlere verdier for kobber i Gaula 1986. µg/l

Målestasjon	Middelverdi juni - desember		Standardavvik	Antall målinger
	Uveid	Tidsveid		
1	4.1	4.0	0.5	17
2	158.7	161.6	14.6	18
3	88.4	90.3	7.3	18
4	64.7	62.9	4.9	19
5	43.6	42.0	3.0	18
6	26.5	24.9	2.8	19
7	12.7	13.0	1.2	11
8	7.1	7.4	1.2	11

Tabell 14. Midlere verdier for sink i Gaula 1986. µg/l

Målestasjon	Middelverdi juni - desember		Standardavvik	Antall målinger
	Uveid	Tidsveid		
1	10.6	12.3	1.4	17
2	12.5	11.2	1.1	18
3	228.9	257.6	22.3	18
4	169.5	180.4	15.4	19
5	120.5	122.4	7.5	19
6	73.2	71.7	4.8	19
7	36.4	33.4	4.2	11
8	19.1	19.2	2.9	11

Tabellene viser at tidsveingen i dette tilfellet ikke påvirker

middelverdiene i større grad, sammenliknet med standardavvikene. Endringer i størrelsesorden 1 - 2 standardavvik forekommer likevel for konduktivitet og sink for stasjonene 1,2 og 3. Dette skyldes i hovedsak relativt høye verdier i desembermålingen som får økt vekt. Dersom vi hadde hatt målinger fra flere år som skulle sammenliknes ville det vært viktig å tidsveie observasjonene for å unngå feilslutninger med hensyn til utviklingen fra år til år.

Vi har også beregnet tidsveide middelverdier for total nitrogen og total fosfor. Konsentrasjonene av disse er størst nederst i vassdraget hvor en bare har 9 målinger. Disse er jevnere spredt ut over perioden juni til november enn hva tilfelle er med målingene av tungmetaller. Tidsveing har derfor liten effekt på middeltallene i dette tilfellet.

En alternativ måte å veie observasjonene på vil være å gi alle observasjoner som er foretatt innen en tidsperiode med tilfeldig eller systematisk fordeling av målingene samme vekt, og så veie sammen periodene med vektorproporsjonale med deres lengde. I tilfellet Gaula kunne vi slik først beregne middeltall for månedene juni, juli, august og september, samt for perioden oktober-desember. Deretter kunne middelverdien for hele perioden juni til desember beregnes som middelet av månedsverdiene når perioden oktober-desember får vekt 3. I vårt tilfelle ville denne framgangsmåten gi resultater meget like de vist i tabellene 12-14.

Usikkerheten ved angivelse av et middeltall uttrykkes ved standardavviket til middeltallsestimatet. Dersom målingene ikke er spredt tilfeldig utover i tid er det meget komplisert å beregne disse standardavvikene, men vi kan grovt sett bruke standardavvik beregnet under en forutsetning om slike tilfeldige målinger som en tilnærming og en øvre grense for det virkelige standardavviket.

Standardavviket for et middeltallsestimat er proporsjonalt med standardavviket for selve variabelen og omvendt proporsjonalt med kvadratrotten av antall observasjoner. Det betyr at det kan lønne seg å konsentrere målingene noe i perioder hvor vi venter stor variasjon i forurensningsindikatorene. Dette vil ofte si perioder med høye verdier for disse. Ellers vil altså en firedobling av antall målinger føre til en halvering av standardavviket for det beregnede middeltallet. For en nærmere drøfting av forhold knyttet til usikkerhet, målehyppighet og fordeling av målingene over tid vises til NR-rapport 753: "Statistiske metoder i forurensningsovervåkingen" (september 1984).

I eksemplene fra Gaula er det relative standardavviket om lag 8 % for konduktivitet for stasjon 1-6 hvor antall observasjoner er 16-17. Nederst i vassdraget har en bare 9 observasjoner, og standardavviket øker tilsvarende. Også for kobber og sink er de relative standardavvikene i størrelsesorden 8-12 %.

Et tidsveid middel av konsentrasjonen gir ikke nødvendigvis uttrykk for midlere konsentrasjon i vannet som har passert målestasjonen, som er proporsjonal med stofftransporten. Midlere konsentrasjon i vannet kan beregnes ved å veie målingene med vannføringen. Resultatene av en slik veiing er vist i tabell 15 for konduktivitet, kobber, sink, total nitrogen og fosfor ved målestasjon 6.

Tabell 15 Midlere konduktivitet og konsentrasjoner ved målestasjon 6 i Gaula juni-desember 1986 etter ulike beregningsmetoder.

Indikator	Enhet	Uveid middel	Tidsveid	Veid etter vannføring
Konduktivitet	Ms/m	3.19	3.43	2.93
Kobber	µg/l	26.5	24.9	32.0
Sink	µg/l	73.2	71.7	80.4
Total nitrogen	µg/l	166.1	166.0	177.0
Total fosfor	µg/l	5.28	5.09	5.60

Et estimat for total stofftransport fås ved å multiplisere middelveidien veid etter vannføring med total vannføring i den aktuelle perioden.

Midlere verdi for konduktivitet blir lavere, mens verdiene for kobber, sink, nitrogen og fosfor blir høyere når vannføringen brukes som vekt. Dette skyldes at konduktiviteten er mindre ved høy vannføring enn ved lav, mens de konsentrasjonene gitt i tabellen er positivt korrelert med vannføringen ved denne målestasjonen (se tabell 17).

Tabell 16 viser middelværdier for kobber- og sinkkonsentrasjoner veid etter vannføring ved alle stasjonene.

Tabell 16 Midlere verdier for kobber og sinkkonsentrasjon veid etter vannføring i Gaula juni -desember 1986 ($\mu\text{g/l}$).

Målestasjon	Middelværdi juni - desember		Antall målinger
	Kobber	Sink	
1	5.3	12.7	17
2	139.5	14.3	18
3	94.2	224.6	18
4	72.1	158.1	19
5	51.7	125.7	19
6	32.0	80.4	19
7	13.2	38.0	11
8	7.2	19.3	11

Når det gjelder beregning av stofftransport vises det til avsnitt 4.

Ofte er vi mer interesserte i lengden av perioder med konsentrasjoner over visse grenser enn i middelværdiene av konsentrasjonene som sådan. Slike perioder estimeres ved tidsveiting av målingene. Vi vil se på denne problemstillingen i det videre arbeidet. Generelt kan det imidlertid sies at presisjonen til et slikt estimat vil være dårlig dersom målingene er svært ujevnt fordelt over tid.

3.7.3 Sammenheng mellom konsentrasjon og vannføring

Tabell 17 viser korrelasjonen mellom konduktivitet, kobber-, sink-, nitrogen- og fosforkonsentrasjonen og vannføring ved stasjon 6.

Tabell 17 Korrelasjon mellom utvalgte forurensningsindikatorer og vannføring ved målestasjon 6 i Gaula 1986

Indikator: Y	Korrelasjonskoeffisient med vannføring: X	
	$\rho(X,Y)$	$\rho(\ln X, \ln Y)$
Konduktivitet	-0.43	-0.53
Kobberkonsentrasjon	0.60	0.64
Sinkkonsentrasjon	0.44	0.43
Total nitrogen	(0.49)	(0.41)
Total fosfor	(0.20)	(0.15)

() betegner ikke-signifikante koeffisienter (nivå 5 %).

Ved stasjon 6 er konduktiviteten negativt korrelert med vannføringen. Konsentrasjonene av både kobber, sink, total nitrogen og total fosfor øker med økende vannføring. Men antall målinger for nitrogen og fosfor er for lite til at korrelasjonskoeffisientene mellom disse indikatorene og vannføringen er signifikant forskjellige fra 0 (test med nivå 5 %, dvs. at sannsynligheten for feilslutning skal være høyst 5 %). Om vi beregner korrelasjonene mellom de målte indikatorene og vannføringen direkte eller beregner de tilsvarende logaritmene først, synes å være hipp som happ i dette tilfellet.

Korrelasjonskoeffisienter mellom konduktivitet, kobber og sink og vannføring er vist for alle de øvre stasjonene 1 - 6 i tabell 18.

Tabell 18 Korrelasjon mellom utvalgte forurensningsindikatorer og vannføring ved målestasjon 1-6 i Gaula 1986

Indikator: Y	Korrelasjonskoeffisient med vannføring: $\rho(X,Y)$					
	Stasjon: 1	2	3	4	5	6
Konduktivitet	-0.45	-0.68	(-0.30)	-0.46	-0.50	-0.43
Kobberkonsentrasjon	0.56	(-0.32)	(0.22)	0.44	0.69	0.60
Sinkkonsentrasjon	0.56	(0.40)	(-0.07)	(-0.29)	(0.25)	0.44

() betegner ikke-signifikante koeffisienter (nivå 5 %).

Konduktiviteten avtar når vannføringen øker ved alle stasjonene. Korrelasjonene mellom kobber- og sinkkonsentrasjon viser et interessant mønster: Begge er (signifikant) positive øverst og midt i vassdraget (stasjon 6), men lavest og faktisk negative like nedenfor tilførselene fra henholdsvis Kjøli (stasjon 2) og Killingdal gruver (stasjon 3 og 4), selv om antall målinger er for lite til at vi kan påvise at koeffisientene her er signifikant forskjellige fra 0.

3.7.4 Sammenlikning mellom stasjonene

Tabellene 13, 14 og 16 viser at det er klare forskjeller mellom konsentrasjonene av kobber og sink fra stasjon til stasjon, muligens med unntak av sinkkonsentrasjonene ved stasjon 1 og 2. Dette gjelder dersom vi baserer oss på standardavvikene til de beregnede middeltallsestimatene. Slike klare forskjeller kan ikke påvises for konduktivitet. Nå er imidlertid målingene ved de fleste stasjonene tatt på de samme dagene. Dette kan vi utnytte ved å danne parvise differanser mellom målingene som er tatt på samme dag, og så benytte disse differensene til å teste om konduktivitet og konsentrasjoner varierer fra stasjon til stasjon. På grunn av at målingene er korrelert mellom stasjonene (en høy verdi en dag ved stasjon 1 faller sammen med en høy verdi ved stasjon 2 osv.) blir variasjonen i de nevnte differensene mye mindre enn variasjonen i konsentrasjonene ved hver stasjon, og tester utført på differensene gir bedre muligheter for å påvise forskjeller stasjonene imellom. I dette tilfellet viser det seg likevel at det med en vanlig t-test ikke kan påvises noen signifikant forskjell mellom sinkkonsentrasjonene ved stasjonene 1 og 2.

Vi har ikke hatt vannføringstall for hele året tilgjengelige, og har derfor foreløpig måttet estimere stofftransporten som gjennomsnittet av produktene av konsentrasjon og vannføring for observasjonsdagene. Vi har tidsveid disse "observasjonene" av transporterte mengder. Resultatene for kobber og sink er vist for alle stasjonene i tabell 19.

Tabell 19 Midlere verdier for stofftransport i Gaula juni - desember 1986 (mg/s).

Målestasjon	Middelverdi juni - desember		Standardavvik		Antall målinger
	Kobber	Sink	Kobber	Sink	
1	2.3	6.5	0.9	1.8	17
2	184.9	16.7	35.1	5.2	18
3	325.4	829.6	76.6	157.7	18
4	379.6	890.7	83.4	132.4	19
5	395.3	1037.2	106.7	203.5	19
6	496.2	1246.1	124.2	263.7	19
7	667.4	1747.4	123.2	364.8	11
8	652.0	1722.4	169.6	349.8	11

En stofftransport på 1 mg/s svarer til 31.5 kg på årsbasis. Det vil f.eks. si at transporten forbi stasjon 6 på årsbasis svarer til om lag 15 tonn kobber og 40 tonn sink.

En kan merke seg de store standardavvikene de estimerte transporttallene er beheftet med. Dette skyldes de store vannføringsvariasjonene. De relative usikkerhetene vil bli adskillig mindre om vi kan utnytte kjennskap til den totale vannføringen over perioden under estimeringen, som f. eks antydnet i forbindelse ved veing av observasjonene etter vannføring i tabellene 15 og 16.

Siden målingene ved de ulike stasjonene i Gaula er tatt på samme tidspunkter (dager), kan vi beregne korrelasjonskoeffisienter mellom stasjonene for forurensningsindikatorene. Slike beregninger viser at det for kobber og sink er klare korrelasjoner mellom nabostasjoner, men avtagende korrelasjon mellom stasjoner som ligger langt fra hverandre. Det er imidlertid to viktige unntak. For kobber er det ingen korrelasjon mellom stasjon 1 og stasjon 2, mens det for sink er svak korrelasjon mellom stasjon 2 og 3. Dette skyldes selvsagt det forholdsvis sterke tilsiget av kobber fra Kjøli mellom stasjon 1 og 2 og tilsiget av sink fra Killingdal mellom stasjon 2 og 3. Verdiene ved stasjon 1 oppfører seg mer likt verdiene langt nede i vassdraget. Dette kan tolkes slik at tungmetallinnholdet i vannet ved disse stasjonene i hovedsak skyldes samme type "bakgrunnsutslipp".

3.7.5 Sammenheng mellom stofftransport og utslipp fra Kjøli gruver

Tabell 20 viser gjennomsnittlige konsentrasjoner og transport av kobber og sink ved Kjøli gruver (beregnet på grunnlag av 11 målinger ved overløpsdam).

Tabell 20 Konsentrasjoner og transport av kobber og sink ved Kjøli 1986.

Stoff	Konsentrasjon µg/l		Stofftransport mg/s	
Kobber	23062	(4638)	297	(78)
Sink	732	(147)	9.1	(2.2)

() betegner standardavvik for estimatet.

Transporten av kobber og sink svarer til henholdsvis 9.3 og 0.3 tonn på årsbasis.

Målingene ved Kjøli er av praktiske grunner (langt fra vei) tatt ved andre tidspunkter enn målingene i Gaula, selv om noen dager er sammenfallende. Ved sammenlikning må vi derfor regne med store usikkerheter (angitt ved standardavvikene). Det er vanskelig å studere samvariasjonen mellom utslipp fra gruva og forurensningsutviklingen i Gaula.

Noen betraktninger kan imidlertid gjøres. Utslipp fra Kjøli får betydning i hovedvassdraget fra og med stasjon 2. Her er ifølge tabell 8 transporten av kobber og sink h.h.vis 6 og 0.5 tonn på årsbasis. Ved stasjon 3 er de tilsvarende tallene 8 og 26 tonn, men her kommer tilførselen fra Killingdal (særlig av sink) inn.

De beregnede tallene for kobbertransporten kan synes lave sammenliknet med tallet for utslipp fra Kjøli på over 9 tonn, men her må vi ta hensyn til de store estimeringsusikkerhetene. Forskjellen mellom 9.3 tonn kobber ved Kjøli og 6 tonn ved stasjon 2 i Gaula er ikke større enn at den kan skyldes utvalgsfeil (standardavviket til denne differensen er beregnet til 2.7 tonn dersom vi forutsetter at målingene ved Kjøli er foretatt uavhengig av målingene i Gaula).

Den høyeste transporten av både kobber og sink i Gaula er beregnet ved stasjon 7. Her svarer den til 21 tonn kobber og 55 tonn sink på årsbasis. Det beregnede utslippet ved overløpsdam Kjøli utgjør 44 % av dette for kobber og 0.5 % for sink.

Vi har beregnet korrelasjonene mellom kopper- og sinkkonsentrasjon og vannføringen ved Kjøli. Som vist i tabell 18 er denne korrelasjonen negativ for kobber ved stasjon 2 i Gaula. Ved Kjøli blir de tilsvarende korrelasjonene -0.39 og -0.45. De negative verdiene skyldes imidlertid to målinger som ble foretatt våren 1986 før målingene i Gaula startet (en i mars og en 18 mai). På den tida var vannføringen meget lav (ikke snøsmelting enda). Dersom vi beregner korrelasjonene for de 9 målingene som ble foretatt i perioden juni til desember 1986 fås positive korrelasjoner både for kobber og sink, men ingen av dem er signifikant forskjellige fra 0.

3.7.6 Foreløpige konklusjoner

For å karakterisere forurensningstilstanden i vassdraget har en bl.a. brukt middelveiden over de målingene som er foretatt. Dette vil gi et skjevt bilde dersom middelveiden i perioder med få målinger avviker fra middelveiden i perioder med mange målinger. I tilfellet Gaula 1986 vil de beregnede middelveider i hovedsak bare gjelde for perioden juni - september.

For å gi et mest mulig korrekt bilde av middelveidene over hele perioden juni - desember bør målingene tidsveies. I dette tilfellet påvirker ikke tidsveingen middelveidene i større grad. Dersom vi imidlertid hadde hatt målinger fra flere år som skulle sammenliknes ville det vært viktig å tidsveie observasjonene for å unngå feilslutninger med hensyn til utviklingen fra år til år.

Et tidsveid middel av konsentrasjonen gir ikke nødvendigvis uttrykk for midlere konsentrasjon i vannet som har passert målestasjonen, som er proporsjonal med stofftransporten. Midlere konsentrasjon i vannet kan beregnes ved å veie målingene med vannføringen.

Ofte er vi mer interesserte i lengden av perioder med konsentrasjoner over visse grenser enn i middelveidene av konsentrasjonene. Vi vil se nærmere på denne problemstillingen i det videre arbeidet.

De fleste av de målte forurensningsindikatorerne er korrelerte med vannføringen. Konduktiviteten avtar f.eks. når vannføringen øker ved

alle stasjonene.

Målingene ved de ulike stasjonene i Gaula er tatt på de samme dagene. Dette kan vi utnytte ved å danne parvise differanser mellom målingene som er tatt på samme dag, og så benytte disse differensene til å teste om konduktivitet og konsentrasjoner varierer fra stasjon til stasjon. Variasjonen i de nevnte differensene blir mye mindre enn den tilsvarende variasjonen ved hver stasjon, og tester utført på differensene gir dermed bedre muligheter for å påvise forskjeller stasjonene imellom.

LITTERATUR

- Bengtsson, Å. & Lithner, G., 1981. Vattenmossa (Fontinalis) som måtare på metallforurening. Statens naturvårdsverk PM 1391.
- Brittain, J., Brabrand, Å. og Saltveit, S.J. 1985 - Undersøkelser i Drammenselva 1982-1984, LFI, Oslo.
- Lingsten, L., 1984. Moser som metallindikatorer i noen norske vannforekomster. NIVA-rapport 0-80076-02., pp. 37
- Lingsten, L., 1985. Overvåking av Årdalsvassdraget 1983-84. SFT/NIVA-rapport 0-8000233. (in prep.).
- NIVA 1979: Vannforurensning fra gruver - Killingdal 1979. NIVA-rapport 0-77061.
- Printz, H., 1964: Die Chaetophorales der Binnengewässer. Hydrobiologia, Vol. XXIV, 1-3, Den Haag, 376.
- Rørslett, B., Lindstrøm, E.-A., Traaen, T. og K.J. Aanes, 1982: Glåma i Hedmark. Delrapport. Biologiske undersøkelser i Glåma med bielver 1978-80. Norsk institutt for vannforskning. 1441, 0-78045, Oslo, 88 s.
- Traaen, T., Pytte Asvall, R., Brettum, P., Heggberget, T.G., Huru, H., Jensen, A., Johannessen, M., Kaasa, H., Lien, L., Lillehammer, A., Lindstrøm, E.-A., Mjelde, M., Rørslett, B. og Aagaard, K., 1983: Basisundersøkelse i Alta-Kautokeinovassdraget 1980-82. Hovedrapport. Norsk institutt for vannforskning. 1459, 0-8000216, Oslo, 117 s.
- Aanes, K.J., Brettum, P., Holtan, G. og E.-A. Lindstrøm, 1986: Oselvvassdraget. Basisundersøkelser 1982-84. Norsk institutt for vannforskning, 1935, 0-8000230, Oslo, 167 s.

Annen bakgrunns litteratur

1. Snekvik, E. Killingdal gruber - slipping av grubevann i Gaula. Dir. for jakt, viltstell og ferskvannsfiske. Avd. for fiskeforskning. Trondheim 1966.
2. DKNVS Museet Rapport. Resipientundersøkelser av Trondheimsfjorden 1972-1975. Ledningsevne, pH, turbiditet og tungmetaller i

hovedvassdragene rundt Trondheimsfjorden. Av Arnfinn Langeland.

3. Flomundersøkelser i Gaula. Inst. for vassbygging 1975.
4. Gaula-vassdraget. Resipientstudie Del I, registrering av brukerinteresser. 1975.
5. DKN VS Musset Rapport Zool.-serie 1976-77. Vurdering av fysiske/kjemiske og biologiske tilstander i Øvre Gaula, Nea og Selbusjøen. Av Arnfinn Langeland.
6. Dolmen, D., Sæther, B. og Aagaard, K.I. Ferskvannsbiologiske undersøkelser av tjønner og evjer langs elvene i Gauldalen og Orkdalen, Sør-Trøndelag. DKNVS Museet Rapport Z001. serie 1975/76.
7. Bjørntuft, A.O. og Flood Hartmann, M. Vassdragsplanlegging. Ø. Gaula i Sør-Trøndelag. Hovedoppgave. Institutt for vassbygging, Trondheim 1977.
8. Burgurlu, B. A study of sediment transport in River Gaula. Dr. ing.avh. Universitetet i Trondheim, NTH, Institutt for vassbygging. Trondheim 1977.
9. NOU 1979:9. Vannforurensning ved vassdragsreguleringer.
10. Gjøvik, J.A. Fiskeriundersøkelser i Gaulavassdraget, Sør-Trøndelag 1979/80. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Trondheim 1981.
11. Koksvik, J.A. og Nøst, T. Gaulavassdraget i Sør-Trøndelag og Hedmark fylker. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i forbindelse med midlertidig vern. DKNVS Museet Rapport Zool. serie 1981-24. Trondheim 1981.
12. Einvik, Kjell. Fiskeundersøkelser i 10 års vernede vassdrag. Sluttrapport. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Trondheim 1982.
13. Nordseth, K. Gaula i Sør-Trøndelag. En hydrologisk og fluvialgeomorfologisk vurdering. Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer. Universitetet i Oslo. Rapport nr. 81/01. Oslo 1982.
14. Sør-Trøndelag kraftselskap og Trondheim Elektrisitetsverk. Gaula

- i Sør-Trøndelag. Kartlegging av mulige kraftutbyggingsprosjekter 1982.
15. NOU 1983:41 Verneplan for vassdrag III.
 16. NIVA 0-81071. Arrondering og kalking av velter ved Kjøli gruver. Rapport fra feltundersøkelse 1982 og 1983, notat, 1984.
 17. NHL, Arbeidsrapport. Brukerinteresser i Gaula. Prosjektnr. 608021. Ketil Vaskinn 1984.
 18. Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, miljøvernavdelingen. Rapport VAR-1/84. Vassdragsovervåking 1982/83. 1984.
 19. Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, miljøvernavdelingen. Samlet plan. Vannforsyning/Vern mot forurensning i Gaula. 1984.
 20. Bergmesteren i Trondhjemske Distrikt/SFT. Tungmetallanalyser i øvre Gaula 1982/83. SFT 1984.
 21. Vassdragsovervåkning i sidevassdrag til Gaula nedenfor Støren. Forurensning i relasjon til fiskeproduksjon.
 22. Undersøkelser ved Langvatn i Ler. Vedr. forurensning Fremo leir, avfallsplass i sammenheng med klekkeri for fisk.

BILAG

Tab. B1 og B2. Døgnlige vannføringer ved Haga bru og Eggafossen

Tab. B3-B14. Kjemiske og bakteriologiske analyser

Tab. B15-B17. Artslister for begroing

Tabell B1 Døgnlige vannføringer ved Haga bru 1986

STASJON VASSIRAS ELV	661 - GAULA	HAGA BRU	DØGNMIDDEL												TRYKK 87/03/17.	
			KOMPL/ISREB	BREDDE N 63, 4, LENGDE E 10,17, UTH											AR	1986
F2 DATO	JAN	FEB	MAR	APR	MÅI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	FELTAREAL 3062. KNE			
				UREGULERT AVLØP	M3/S											
1	7.75	5.92	5.60	5.28	126.36	171.23	15.45	56.72	73.69	323.60	79.39	21.15				
2	7.75	5.92	5.60	5.28	177.94	143.81	13.61	37.73	49.33	266.94	61.49	20.37				
3	7.35	5.92	5.60	5.28	347.22	154.04	12.48	29.12	70.05	158.24	47.93	18.87				
4	7.35	5.92	5.60	5.28	567.48	147.85	58.28	24.48	115.42	145.82	41.36	17.45				
5	7.35	5.92	5.60	5.28	711.71	128.24	70.05	33.23	96.04	120.82	41.36	16.76				
6	7.35	5.92	5.60	5.28	774.16	122.66	70.05	45.23	75.56	154.04	43.91	16.10				
7	7.35	5.92	5.60	5.28	694.37	113.66	55.18	49.33	75.56	244.83	36.92	15.45				
8	6.98	5.92	5.60	5.28	690.07	244.83	211.15	36.57	85.38	189.44	50.75	14.82				
9	6.98	5.92	5.28	5.28	643.68	182.49	196.53	34.32	143.81	115.42	87.44	14.21				
10	6.98	5.92	5.28	5.28	579.18	130.13	89.54	177.94	124.50	126.36	64.83	49.33				
11	6.98	5.92	5.28	5.28	591.01	120.82	59.87	194.15	234.17	117.21	122.66	66.54				
12	6.98	5.92	5.28	5.28	525.64	102.85	77.46	91.67	167.11	100.54	102.85	55.18				
13	6.98	5.92	5.28	5.28	436.71	68.28	124.50	141.80	141.80	91.67	58.28	47.93				
14	6.98	5.92	5.28	5.60	393.84	50.75	100.54	45.23	96.04	77.46	49.33	45.23				
15	6.61	5.60	5.28	5.60	287.05	46.57	64.83	36.57	79.39	93.84	49.33	41.36				
16	6.61	5.60	5.28	5.60	264.12	41.36	120.82	32.17	132.04	77.46	47.93	37.73				
17	6.61	5.60	5.28	5.60	317.83	42.63	58.28	33.23	133.96	68.28	42.63	34.32				
18	6.61	5.60	5.28	5.60	213.64	42.63	40.13	38.92	147.85	56.72	38.92	31.13				
19	6.61	5.60	5.28	5.60	228.94	38.92	49.33	38.92	171.23	52.20	31.13	28.15				
20	6.61	5.60	5.28	5.60	247.54	40.13	41.36	98.27	158.24	61.49	30.11	26.27				
21	6.61	5.60	5.28	5.60	239.47	31.13	31.13	70.05	162.51	52.20	28.15	24.48				
22	6.61	5.60	5.28	5.92	332.35	25.36	34.32	106.73	255.75	41.36	26.27	22.78				
23	6.26	5.60	5.28	5.92	234.17	22.78	33.23	126.36	189.44	33.23	25.36	21.95				
24	6.26	5.60	5.28	9.46	187.11	21.15	73.69	73.69	137.85	36.57	24.48	21.15				
25	6.26	5.60	5.28	17.45	151.96	20.37	169.03	53.68	132.04	28.15	23.62	19.61				
26	6.26	5.60	5.28	33.23	145.82	18.87	137.85	63.15	113.66	30.11	22.78	18.87				
27	6.26	5.60	5.28	40.13	137.85	17.45	68.28	45.23	96.04	30.11	33.23	18.15				
28	6.26	5.60	5.28	52.20	120.82	18.15	42.63	34.32	130.13	68.28	19.61	17.45				
29	6.26	5.60	5.28	79.39	126.36	20.37	32.17	30.11	287.05	113.66	19.61	16.76				
30	6.26	5.60	5.28	130.13	115.42	18.15	28.15	27.20	261.52	87.44	19.61	16.10				
31	6.26	5.60	5.28	105.19	105.19	105.19	105.19	79.39	66.54	66.54	15.45	15.45				
MIN	6.78	5.76	5.36	16.24	345.65	78.25	73.71	61.46	138.56	104.19	43.78	26.81				
MAX	7.75	5.92	5.60	130.13	774.16	244.83	211.15	194.15	287.05	323.60	122.66	66.54				
MIN	6.26	5.60	5.28	5.28	105.19	17.45	12.48	24.48	49.33	28.15	19.61	14.21				

Tabell B2 Døgnlige vannføringer ved Eggafossen 1986

STASJON VANNDRAG ELV F2 DATO	1955 - 0 GAULA	EGGAFOSSEN	DØGNMIDDEL												TRYK ÅR 1975	BREIÐE N 62,53, LENGDE E 11,11, UTH	FELTAREAL 653, KM2
			KOMPL./ISSED JAN	FEB	MAR	AVLØP AFR	UREGULERT M3/S	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV			
1	1.15	.72	.62	.56	19.51	35.16	2.59	8.15	11.41	85.62	15.62	3.46					
2	1.12	.72	.62	.56	26.43	33.69	2.32	7.25	10.23	60.49	10.23	3.00					
3	1.12	.69	.62	.56	49.84	37.46	2.06	5.33	25.26	34.42	9.14	2.79					
4	1.08	.69	.62	.56	91.92	35.16	4.62	4.38	20.47	28.91	10.23	3.22					
5	1.03	.69	.59	.56	125.58	31.57	7.03	6.04	20.96	25.26	9.41	3.00					
6	1.05	.69	.59	.56	149.22	30.22	6.42	10.23	17.26	32.426	8.64	2.59					
7	1.05	.69	.59	.56	151.37	27.04	5.33	8.39	14.84	50.83	8.15	2.79					
8	1.02	.69	.59	.56	155.67	56.03	34.42	6.23	16.42	39.07	9.67	2.79					
9	1.02	.69	.59	.56	149.22	37.46	27.65	5.86	28.91	24.12	14.10	4.68					
10	.98	.69	.59	.56	129.87	28.28	13.74	16.58	25.26	26.43	11.72	9.41					
11	.99	.65	.59	.56	142.77	26.43	9.95	23.57	30.89	25.84	17.70	7.03					
12	.95	.65	.59	.56	134.17	20.96	12.70	12.37	31.57	24.12	14.47	5.86					
13	.95	.65	.59	.56	122.27	15.23	19.98	8.89	24.69	20.96	9.95	5.00					
14	.92	.65	.59	.56	108.90	12.37	14.84	7.92	18.14	19.98	9.14	4.84					
15	.92	.65	.59	.56	81.18	11.11	10.81	6.42	17.70	21.46	8.39	4.10					
16	.88	.65	.59	.56	72.86	9.95	16.02	6.23	24.69	18.14	7.69	3.70					
17	.89	.65	.59	.56	70.24	9.67	8.39	7.25	24.69	15.23	7.92	3.46					
18	.85	.65	.59	.56	57.12	9.14	6.42	7.47	27.04	12.70	7.47	3.22					
19	.85	.65	.59	.56	67.69	8.15	8.99	7.69	41.57	13.04	5.86	3.00					
20	.82	.62	.56	.56	71.54	7.92	7.03	21.98	32.97	18.58	3.83	2.89					
21	.82	.62	.56	.56	74.20	6.42	5.67	13.38	36.68	13.74	3.46	2.69					
22	.78	.62	.56	.56	95.06	5.67	5.67	24.12	51.84	10.23	3.22	2.59					
23	.78	.62	.56	.56	64.01	4.94	5.30	19.51	35.92	9.14	3.00	2.50					
24	.78	.62	.56	.56	60.49	4.38	8.89	13.04	28.91	8.39	2.79	2.41					
25	.75	.62	.56	.56	45.10	4.10	35.16	11.11	24.69	6.42	3.00	2.32					
26	.75	.62	.56	.56	42.43	3.46	21.46	11.11	20.47	7.47	3.22	2.23					
27	.75	.62	.56	.56	37.46	3.11	11.41	8.39	18.14	6.52	3.34	2.15					
28	.72	.62	.56	.56	35.92	3.58	7.92	7.03	28.91	18.58	3.46	2.06					
29	.72	.62	.56	.56	28.91	3.58	6.42	6.04	67.69	34.42	3.70	1.99					
30	.72	.62	.56	.56	22.50	3.00	7.92	5.67	68.96	18.58	3.46	1.91					
31	.72	.62	.56	.56	27.04	27.04	11.41	11.41	.	16.84	.	1.85					
MEDEL	.90	.66	.52	4.22	61.32	17.50	11.26	10.36	28.24	24.13	7.73	3.41					
MAX	1.15	.72	.62	30.22	155.67	56.03	35.16	24.12	68.96	85.62	17.70	9.41					
MIN	.72	.62	.56	.56	19.51	3.00	2.06	4.38	10.23	6.42	2.79	1.85					

Tabell B3 Kjemiske analyser i Gaula, st. G1

DATA	K	SO ₄	TOC	TOT-N	CU	ZN	CD	FE	AL/R	AL/IL	TOT-P
	mg/l	mg/l	mg/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l
860610	0.40	1.00	2.89	108.	1.7	<10.	<0.1	42.	<10.	<10.	2.0
860623	0.62	1.23	3.10	(1.)	1.8	<10.	<0.1	26.	10.	<10.	2.5
860625	-	1.20	-	-	1.3	5.	-	-	-	-	-
860708	0.60	1.52	3.61	201.	2.2	<10.	<0.1	65.5	10.	<10.	6.0
860710	-	2.40	-	-	3.0	5.	-	-	-	-	-
860729	-	-	-	-	2.7	5.	-	-	-	-	-
860812	0.80	2.11	2.05	134.	7.4	<10.	<0.1	38.	<10.	<10.	3.0
860819	-	-	-	-	5.1	5.	-	-	-	-	-
860826	0.94	1.90	1.89	150.	5.0	<10.	<0.1	50.	<10.	<10.	3.0
860909	0.83	1.56	2.01	144.	3.1	<10.	<0.1	54.	<10.	<10.	3.0
860916	-	1.70	-	-	6.8	10.	-	86.	-	-	-
860923	0.65	1.58	2.90	207.	9.0	20.	<0.1	98.	12.	<10.	2.0
860926	-	-	2.44	108.	2.0	<10.	<0.1	-	-	-	3.0
860929	-	1.30	-	-	10.5	20.	-	-	-	-	-
861013	0.58	1.70	2.87	112.	2.4	<10.	<0.1	37.	<10.	<10.	4.0
861021	-	1.9	-	-	1.5	<10.	-	-	-	-	-
861209	-	2.1	-	-	4.6	20.	0.1	88.	-	-	-
MINIM	0.4	1.	1.89	(1.) 108	1.3	5.	0.1	26.	10.	10.	2.
MAKSIM	0.94	2.4	3.61	207.	10.5	20.	0.1	98.	12.	10.	6.
MEDIAN	0.635	1.64	2.87	(134, 139)	3.	10.	0.1	52.	10.	10.	3.
STD-AV	0.1596	0.3836	0.546	57.26 70	2.722	4.815		23.54	0.6614		1.108
AR-MID	0.6775	1.657	2.64	129.4 146	4.124	10.59	0.1	58.45	10.25	10.	3.222

* *

* GAUL-GI *

=====

Tabell B3 (forts.)

* GAUL-CL *
=====

DATE	PH	FARG mg Pt/l	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	ALK4.5 mmol/l	CA mg/l	CL mg/l	MG mg/l	NO3-N mikrogr/l	COO-MN mg/l	NA mg/l	AL mikrogr/l	GEMF ANVT/100ML
860610	6.90	14.5	1.78	0.28	0.15	3.1	0.7	0.42	10.	2.30	0.49	-	-
860623	7.31	17.0	2.50	0.17	0.21	3.7	1.0	0.63	27.	1.80	0.74	-	-
860625	7.46	-	3.55	-	-	-	-	-	-	-	-	9.	-
860708	7.37	21.0	2.65	0.44	0.24	3.0	1.0	0.68	10.	3.72	0.70	-	62.
860710	7.17	-	3.60	-	-	-	-	-	-	-	-	18.	-
860729	7.51	-	4.15	-	-	-	-	-	-	-	-	16.	-
860812	7.60	8.0	4.35	0.26	0.39	7.1	1.2	0.98	13.9	0.47	0.88	-	<2.
860819	7.56	-	4.62	-	-	-	-	-	-	-	-	11.	-
860826	7.58	22.5	4.20	0.27	0.38	5.55	1.5	1.00	<5.	2.66	1.06	-	1.
860909	7.35	14.5	3.90	0.33	0.36	4.92	1.7	0.94	5.	3.36	1.23	-	-
860916	7.37	-	3.92	-	-	-	-	-	-	-	-	17.	-
860923	6.92	16.7	3.90	0.39	0.26	4.2	1.0	0.69	<5.	2.83	0.74	-	2.
860926	7.13	22.1	3.20	0.45	-	3.82	-	-	7.	-	-	-	-
860929	6.98	-	2.63	-	-	-	-	-	-	-	-	63.	-
861013	7.12	17.0	2.96	0.30	0.23	4.0	1.0	0.67	7.	3.04	0.71	-	-
861021	7.13	-	3.12	-	-	-	-	-	-	-	-	16.	-
861209	7.30	-	6.00	-	-	6.14	-	1.18	-	-	-	19.	-
MINIM	6.9	8.	1.78	0.17	0.15	3.	0.7	0.42	5.	0.47	0.49	9.	1.
MAKSIM	7.6	22.5	6.	0.45	0.39	7.1	1.7	1.18	27.	3.72	1.23	63.	62.
MEDIAN	7.31	17.	3.6	0.3	0.25	4.1	1.	0.69	7.	2.745	0.74	16.5	2.
STD-AV	0.2203	4.293	0.9541	0.08621	0.08273	1.279	0.2997	0.2244	6.643	0.9553	0.2172	16.15	26.13
AR-MID	7.28	17.03	3.59	0.3211	0.2775	4.553	1.137	0.7989	9.989	2.522	0.8187	21.13	16.75

Tabell B4 Kjemiske analyser i Gaula, st. G2

* GAUL-G2 *
 =====

DATO	PH	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	ALK4.5 mmol/l	CA mg/l	CL mg/l	MG mg/l	OOD-WN mg/l	NA mg/l
860610	6.	2.09	2.4	0.03	2.	0.7	0.46	1.56	0.53
860623	6.45	3.5	1.	0.05	3.6	1.2	0.89	0.89	0.83
860625	5.36	4.41	-	-	-	-	-	-	-
860708	6.92	2.35	0.99	0.11	2.5	0.9	0.54	4.48	0.65
860710	6.89	3.88	-	-	-	-	-	-	-
860729	6.94	5.46	-	-	-	-	-	-	-
860812	7.17	4.93	1.5	0.2	6.18	1.3	1.21	0.17	0.91
860819	7.17	5.26	-	-	-	-	-	-	-
860820	-	-	-	-	5.7	-	-	-	-
860826	6.97	5.2	3.2	0.15	5.08	1.3	1.42	1.61	0.94
860909	6.78	4.	0.32	0.15	3.81	1.5	1.	3.36	1.08
860916	6.23	5.01	-	-	-	-	-	-	-
860923	6.38	3.5	4.2	0.13	3.6	1.	0.83	2.53	0.74
860926	-	-	-	-	-	-	-	-	-
860929	6.46	2.49	-	-	-	-	-	-	-
861013	6.09	3.82	3.5	0.07	3.7	1.1	0.99	2.48	0.74
861021	6.44	3.99	-	-	-	-	-	-	-
861209	6.36	5.9	-	-	4.48	-	1.35	-	-
MINIM	5.36	2.09	0.32	0.03	2.	0.7	0.46	0.17	0.53
MAKSIM	7.17	5.9	4.2	0.2	6.18	1.5	1.42	4.48	1.08
MEDIAN	6.455	3.995	1.95	0.12	3.755	1.15	0.99	2.045	0.785
STD-AV	0.4696	1.113	1.305	0.05395	1.253	0.2385	0.3121	1.289	0.1634
AR-MID	6.538	4.112	2.139	0.1112	4.065	1.125	0.9656	2.135	0.8025

Tabell B4 (forts.)

* GAUL-G2 *
=====

DATA	K	SO4	TOC	CU	ZN	CD	FE	AL/R	AL/IL	AL
	mg/l	mg/l	mg/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l
860610	0.31	5.76	-	80.	<10.	<0.1	840.	53.	40.	-
860623	0.57	10.1	-	130.	10.	<0.1	280.	21.	<10.	-
860625	-	14.	-	190.	10.	-	-	-	-	396.
860708	0.42	4.14	4.12	37.	<10.	<0.1	320.	56.	47.	-
860710	-	10.	-	90.	10.	-	-	-	-	290.
860729	-	-	-	200.	10.	-	-	-	-	301.
860812	0.7	11.76	1.07	130.	10.	<0.1	148.	109.	68.	-
860819	-	-	-	120.	20.	-	-	-	-	296.
860820	-	-	-	130.	<10.	<0.5	-	-	-	-
860826	0.85	9.89	0.71	220.	10.	<0.1	570.	42.	11.	-
860909	0.64	8.69	1.86	160.	<10.	<0.1	730.	97.	65.	-
860916	-	17.	-	250.	5.	-	1290.	-	-	750.
860923	0.55	7.5	2.56	120.	30.	<0.1	620.	109.	68.	-
860926	-	-	-	400.	20.	0.1	-	-	-	-
860929	-	5.2	-	80.	20.	-	-	-	-	345.
861013	0.51	8.7	-	160.	10.	<0.1	700.	55.	<10.	-
861021	-	11.4	-	160.	10.	-	-	-	-	515.
861209	-	13.2	-	200.	10.	0.12	320.	-	-	485.
MINIM	0.31	4.14	0.71	37.	5.	0.1	148.	21.	10.	290.
MAKSIM	0.85	17.	4.12	400.	30.	0.5	1290.	109.	68.	750.
MEDIAN	0.56	9.945	1.86	145.	10.	0.1	595.	55.5	43.5	370.5
STD-AV	0.1558	3.431	1.211	78.92	5.833	0.1146	319.7	30.87	24.71	147.8
AR-MID	0.5687	9.81	2.064	158.7	12.5	0.1382	581.8	67.75	39.88	422.3

Tabell B5 Kjemiske analyser i Gaula, st. G3

* *
 * GAUL-G3 *
 * * * * *

DATE	PH	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	ALK4.5 mmol/l	CA mg/l	CL mg/l	MG mg/l	COD-MN mg/l	NA mg/l
860610	6.18	1.71	1.7	0.03	1.9	0.8	0.35	1.48	0.58
860623	6.67	2.2	0.78	0.07	2.7	1.1	0.46	1.29	0.81
860625	5.67	2.56	-	-	-	-	-	-	-
860708	6.68	1.92	1.	0.08	3.7	0.8	0.51	4.8	0.58
860710	6.73	2.93	-	-	-	-	-	-	-
860729	6.8	3.56	-	-	-	-	-	-	-
860812	6.76	3.3	1.5	0.14	4.36	1.	0.66	0.38	0.73
860819	6.92	3.52	-	-	-	-	-	-	-
860820	-	-	-	-	3.76	-	-	-	-
860826	6.77	3.5	2.1	0.13	7.14	1.1	0.84	1.7	0.77
860909	6.69	3.	2.8	0.14	6.19	1.3	0.72	3.6	0.94
860916	6.44	3.66	-	-	-	-	-	-	-
860923	6.4	4.	5.	0.1	3.1	1.	0.64	2.58	0.68
860926	-	-	-	-	-	-	-	-	-
860929	6.14	2.55	-	-	-	-	-	-	-
861013	6.17	3.09	4.3	0.21	3.3	0.9	0.65	1.97	0.68
861021	6.41	3.19	-	-	-	-	-	-	-
861209	6.54	5.23	-	-	4.58	-	1.02	-	-
MINIM	5.67	1.71	0.78	0.03	1.9	0.8	0.35	0.38	0.58
MAKSIM	6.92	5.23	5.	0.21	7.14	1.3	1.02	4.8	0.94
MEDIAN	6.605	3.14	1.9	0.115	3.73	1.	0.65	1.835	0.705
STD-AV	0.3172	0.8298	1.436	0.05142	1.504	0.1581	0.1897	1.314	0.1126
AR-MID	6.498	3.12	2.397	0.1125	4.073	1.	0.65	2.225	0.7212

Tabell B5 (forts.)

* GAUL-G3 *
* * *

DATO	K	SO4	TOC	CU	ZN	CD	FE	AL/R	AL/IL	AL
	mg/l	mg/l	mg/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l
860610	0.29	4.51	-	49.	140.	0.4	460.	50.	39.	-
860623	0.4	5.06	-	60.	160.	0.48	230.	35.	18.	-
860625	-	5.2	-	60.	120.	-	-	-	-	110.
860708	0.31	3.92	4.52	43.	110.	0.3	330.	50.	43.	-
860710	-	7.3	-	60.	210.	-	-	-	-	163.
860729	-	-	-	70.	240.	-	-	-	-	104.
860812	0.5	7.79	1.32	70.	260.	0.61	330.	61.	45.	-
860819	-	-	-	70.	220.	-	-	-	-	148.
860820	-	-	-	70.	230.	0.68	-	-	-	-
860826	0.58	9.39	1.14	100.	240.	0.53	410.	92.	54.	-
860909	0.48	6.5	2.01	100.	160.	0.45	520.	88.	57.	-
860916	-	10.1	-	150.	240.	-	960.	-	-	404.
860923	0.45	7.58	5.64	120.	310.	0.78	990.	105.	-	-
860926	-	-	-	180.	370.	0.9	-	-	-	-
860929	-	6.7	-	110.	220.	-	-	-	-	401.
861013	0.42	8.25	-	80.	320.	0.8	950.	97.	50.	-
861021	-	7.3	-	80.	190.	-	-	-	-	241.
861209	-	10.9	-	120.	380.	0.92	430.	-	-	187.
MINIM	0.29	3.92	1.14	43.	110.	0.3	230.	35.	18.	104.
MAKSIM	0.58	10.9	5.64	180.	380.	0.92	990.	105.	57.	404.
MEDIAN	0.435	7.3	2.01	75.	225.	0.61	445.	74.5	45.	175.
STD-AV	0.09034	1.997	1.817	35.31	76.15	0.1994	276.2	24.56	12.	113.
AR-MID	0.4287	7.179	2.926	88.44	228.9	0.6227	561.	72.25	43.71	219.8

Tabell B6 Kjemiske analyser i Gaula, st. G4

* GAUL-G4 *

=====

DATE	PH	FARG mg Pt/l	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	ALK4.5 mmol/l	CA mg/l	CL mg/l	MG mg/l	NO3-N mikrogr/l	OOD-MN mg/l	NA mg/l
860610	6.55	5.	1.78	1.3	0.06	2.1	0.9	0.37	21.	1.48	0.65
860623	7.02	13.	2.5	0.68	0.11	3.3	1.1	0.54	15.	1.8	0.81
860625	7.15	-	2.89	-	-	-	-	-	-	-	-
860708	6.92	30.	2.22	1.5	0.1	3.2	0.8	0.51	7.	6.4	0.6
860710	7.04	-	3.06	-	-	-	-	-	-	-	-
860729	7.23	-	3.78	-	-	-	-	-	-	-	-
860812	7.18	16.	3.55	1.1	0.19	8.18	1.1	0.76	5.8	0.95	0.82
860819	7.24	-	3.99	-	-	-	-	-	-	-	-
860820	-	-	-	-	-	4.4	-	-	-	-	-
860826	7.16	21.	3.7	1.3	0.19	4.28	1.2	0.87	<5.	3.07	0.85
860909	6.93	26.	3.1	2.1	0.16	7.62	1.2	0.75	<5.	5.28	0.87
860916	6.94	-	3.78	-	-	-	-	-	-	-	-
860923	6.68	9.4	3.1	4.	0.12	3.5	1.	0.77	7.	3.21	0.74
860926	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
860929	6.49	-	2.55	-	-	-	-	-	-	-	-
861013	6.85	<1.	2.99	2.7	0.13	3.8	1.	0.63	13.	2.3	0.79
861021	6.88	-	3.31	-	-	-	-	-	-	-	-
861112	6.94	18.1	3.1	2.3	0.14	3.5	0.7	0.65	29.	3.01	0.53
861209	6.83	-	5.66	-	-	4.82	-	1.09	-	-	-
MINIM	6.49	1.	1.78	0.68	0.06	2.1	0.7	0.37	5.	0.95	0.53
MAKSIM	7.24	30.	5.66	4.	0.19	8.18	1.2	1.09	29.	6.4	0.87
MEDIAN	6.94	16.	3.1	1.5	0.13	3.8	1.	0.7	7.	3.01	0.79
STD-AV	0.2152	8.955	0.8327	0.9578	0.04	1.778	0.1633	0.1923	7.933	1.674	0.1128
AR-MID	6.943	15.5	3.239	1.887	0.1333	4.427	1.	0.694	11.98	3.056	0.74

Tabell B6 (forts.)

* GAUL-G4 *

DATO	K	SO4	TOC	TOT-N	CU	ZN	CD	FE	AL/R	AL/IL	TOT-P	AL	GEMF
	mg/l	mg/l	mg/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	ANT/100ML
860610	0.27	4.08	1.95	264.	51.5	100.	0.36	340.	40.	30.	3.	-	1.
860623	0.42	4.88	2.71	113.	41.	140.	0.38	154.	35.	14.	2.5	-	<2.
860625	-	5.1	-	-	34.	110.	-	-	-	-	-	85.	-
860708	0.32	4.11	5.62	247.	46.5	100.	0.3	340.	54.	46.	8.5	-	144.
860710	-	6.3	-	-	50.	150.	-	-	-	-	-	129.	-
860729	-	-	-	-	35.5	170.	-	-	-	-	-	78.	-
860812	0.48	6.62	2.82	137.	50.	190.	0.39	205.	52.	38.	2.	-	2.
860819	-	-	-	-	60.	210.	-	-	-	-	-	138.	-
860820	-	-	-	-	50.	180.	0.52	-	-	-	-	-	-
860826	0.57	7.65	2.21	120.	60.	210.	0.46	250.	70.	47.	3.	-	-
860909	0.46	5.56	3.63	163.	70.	120.	0.3	400.	94.	75.	2.	-	-
860916	-	8.2	-	-	100.	150.	-	620.	-	-	-	281.	-
860923	0.44	7.35	3.03	135.	100.	200.	0.51	790.	100.	57.	4.	-	<2.
860926	-	-	-	-	110.	240.	0.7	-	-	-	-	-	-
860929	-	5.	-	-	90.	150.	-	-	-	-	-	361.	-
861013	0.41	6.4	2.42	111.	70.	150.	0.41	490.	105.	63.	2.	-	11.
861021	-	6.4	-	-	70.	150.	-	-	-	-	-	201.	-
861112	0.37	6.3	3.29	207.	50.	180.	0.54	430.	73.	54.	4.	-	<2.
861209	-	9.7	-	-	90.	320.	0.75	280.	-	-	-	129.	-
MINIM	0.27	4.08	1.95	111.	34.	100.	0.3	154.	35.	14.	2.	78.	1.
MAKSIM	0.57	9.7	5.62	264.	110.	320.	0.75	790.	105.	75.	8.5	361.	144.
MEDIAN	0.42	6.3	2.82	137.	60.	150.	0.435	340.	70.	47.	3.	133.5	2.
STD-AV	0.08368	1.496	1.026	55.38	22.57	51.76	0.138	178.7	24.52	17.16	1.936	93.29	49.33
AR-MID	0.4156	6.243	3.076	166.3	64.66	169.5	0.4683	390.8	69.22	47.11	3.444	175.3	23.43

Tabell B7 Kjemiske analyser i Gaula, st. G5

* GAUL-G5 *

DATO	PH	FARG mg Pt/l	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	ALK4,5 mmol/l	CA mg/l	CL mg/l	MG mg/l	NO3-N mikrogr/l	COD-MN mg/l	NA mg/l
860610	6.75	8.	2.07	1.	0.08	2.4	0.9	0.42	25.	1.89	0.67
860623	7.17	18.	3.	0.6	0.16	4.1	1.4	0.64	32.	1.87	1.
860625	7.3	-	3.43	-	-	-	-	-	-	-	-
860708	7.08	40.5	2.54	1.3	0.14	2.9	0.9	0.52	8.	7.04	0.63
860710	7.17	-	3.44	-	-	-	-	-	-	-	-
860729	7.29	-	4.81	-	-	-	-	-	-	-	-
860812	7.39	21.8	3.78	0.75	0.25	5.4	1.3	0.74	<1.	1.11	0.92
860819	7.23	-	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-
860820	-	-	-	-	-	5.17	-	-	-	-	-
860826	7.33	24.5	4.1	0.9	0.26	3.17	1.	0.74	<5.	3.55	1.13
860909	7.	30.	3.4	1.5	0.21	8.1	1.5	0.8	<5.	5.36	1.04
860916	7.11	-	4.1	-	-	-	-	-	-	-	-
860923	6.81	24.7	3.6	2.6	0.18	4.2	1.2	0.69	26.	3.74	0.84
860926	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
860929	6.71	-	2.82	-	-	-	-	-	-	-	-
861013	6.95	11.	3.41	2.3	0.18	4.3	1.2	0.71	43.	2.56	0.82
861021	7.01	-	3.73	-	-	-	-	-	-	-	-
861112	7.02	18.1	3.4	1.7	0.19	4.5	0.8	0.73	79.	3.01	0.59
861209	7.05	-	6.45	-	-	6.19	-	1.08	-	-	-
MINIM	6.71	8.	2.07	0.6	0.08	2.4	0.8	0.42	1.	1.11	0.59
MAKSIM	7.39	40.5	6.45	2.6	0.26	8.1	1.5	1.08	79.	7.04	1.13
MEDIAN	7.08	21.8	3.44	1.3	0.18	4.3	1.2	0.72	25.	3.01	0.84
STD-AV	0.1943	9.237	0.9529	0.6525	0.05185	1.538	0.2309	0.1651	23.46	1.762	0.1799
AR-MID	7.081	21.84	3.681	1.406	0.1833	4.485	1.133	0.707	24.89	3.348	0.8489

Tabell B7 (forts.)

* GAUL-G5 *

DATA	K	SO4	TOC	TOT-N	CU	ZN	CD	FE	AL/R	AL/IL	TOT-P	AL	GEMF
	mg/l	mg/l	mg/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	ANT/100ML
860610	0.35	3.88	2.09	116.	32.	100.	0.28	290.	36.	23.	4.	-	19.
860623	0.55	4.83	2.45	157.	31.	100.	0.32	130.	31.	11.	4.5	-	40.
860625	-	5.3	-	-	29.	90.	-	-	-	-	-	85.	-
860708	0.42	3.71	6.34	285.	40.5	90.	0.2	280.	43.	37.	10.5	-	>600.
860710	-	6.4	-	-	35.	120.	-	-	-	-	-	104.	-
860729	-	-	-	-	18.5	90.	-	-	-	-	-	46.	-
860812	0.59	5.02	3.38	168.	31.5	90.	0.21	138.	33.	23.	5.	-	>600.
860819	-	-	-	-	50.	150.	-	-	-	-	-	105.	-
860820	-	-	-	-	34.5	120.	0.37	-	-	-	-	-	-
860826	0.7	6.31	2.81	183.	45.	130.	0.29	193.	41.	29.	6.	-	>200.
860909	0.57	4.8	3.95	191.	50.	90.	0.22	340.	63.	50.	7.	-	>1000.
860916	-	6.9	-	-	-	130.	-	440.	-	-	-	211.	-
860923	0.56	5.7	3.58	275.	50.	140.	0.27	520.	58.	42.	8.	-	2200.
860926	-	-	-	-	44.	110.	0.4	-	-	-	-	-	-
860929	-	4.8	-	-	90.	170.	-	-	-	-	-	306.	-
861013	0.53	4.59	3.01	155.	50.	150.	0.38	520.	77.	44.	3.	-	88.
861021	-	5.9	-	-	60.	110.	-	-	-	-	-	157.	-
861112	0.51	5.59	3.66	215.	43.5	130.	0.34	340.	41.	31.	6.	-	5850.
861209	-	7.4	-	-	50.	180.	0.41	260.	-	-	-	88.	-
MINIM	0.35	3.71	2.09	116.	18.5	90.	0.2	130.	31.	11.	3.	46.	19.
MAKSIM	0.7	7.4	6.34	285.	90.	180.	0.41	520.	77.	50.	10.5	306.	5850.
MEDIAN	0.55	5.3	3.38	183.	43.75	120.	0.305	290.	41.	31.	6.	104.5	600.
STD-AV	0.09445	1.0162	1.16	52.77	15.05	27.24	0.07108	130.1	14.67	11.57	2.147	79.	1775.
AR-MID	0.5311	5.409	3.474	193.9	43.58	120.5	0.3075	313.7	47.	32.22	6.	137.8	1177.

Tabell B8 Kjemiske analyser i Gaula, st. G6

* GAUL-G6 *
=====

DATO	PH	FARG	KOND	TURB	ALK4.5	CA	CL	MG	NO3-N	COD-MN	NA
		mg Pt/l	ms/m, 25grC FIU		mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mikrogr/l	mg/l	mg/l
860610	6.78	13.	1.98	0.79	0.09	2.4	0.9	0.39	17.	2.3	0.67
860623	7.23	16.	2.7	0.37	0.15	3.6	1.4	0.57	14.	2.13	1.02
860625	7.34	-	3.16	-	-	-	-	-	-	-	-
860708	6.95	47.	2.31	1.2	0.12	3.4	1.	0.55	9.	8.08	0.72
860710	7.18	-	2.92	-	-	-	-	-	-	-	-
860729	7.33	-	3.45	-	-	-	-	-	-	-	-
860812	7.31	24.7	3.2	0.43	0.2	4.24	1.2	0.58	<1.	1.19	0.86
860819	7.2	-	3.83	-	-	-	-	-	-	-	-
860820	-	-	-	-	-	3.92	-	-	-	-	-
860826	7.3	30.5	3.2	0.47	0.22	3.65	1.4	0.74	<5.	3.8	0.98
860909	7.1	38.5	3.2	1.	0.2	6.68	1.6	0.75	<5.	6.	1.13
860916	7.1	-	3.42	-	-	-	-	-	-	-	-
860923	6.74	32.6	3.	1.4	0.17	3.5	1.5	0.6	11.	4.43	1.08
860926	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
860929	6.75	-	2.73	-	-	-	-	-	-	-	-
861013	6.96	17.	2.98	1.4	0.16	3.7	1.2	0.63	29.	2.61	0.89
861021	7.0	-	3.33	-	-	-	-	-	-	-	-
861112	7.07	26.1	3.1	1.2	0.16	3.6	0.9	0.68	66.	4.12	0.61
861209	7.05	-	5.78	-	-	5.21	-	1.01	-	-	-
MINIM	6.74	13.	1.98	0.37	0.09	2.4	0.9	0.39	1.	1.19	0.61
MAKSIM	7.34	47.	5.78	1.4	0.22	6.68	1.6	1.01	66.	8.08	1.13
MEDIAN	7.1	26.1	3.16	1.	0.16	3.65	1.2	0.615	11.	3.8	0.89
STD-AV	0.1928	10.53	0.7712	0.3924	0.03859	1.062	0.2449	0.155	18.85	2.025	0.1748
AR-MID	7.082	27.27	3.194	0.9178	0.1633	3.991	1.233	0.65	17.44	3.851	0.8844

Tabell B8 (forts.)

* GAUL-G6 *

DATA	K	SO4	TOC	TOT-N	CU	ZN	CD	FE	AL/R	AL/IL	TOT-P	AL	GEMF
	mg/l	mg/l	mg/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	ANT/100ML
860610	0.4	3.76	2.48	114.	15.6	60.	0.14	164.	21.	13.	3.	-	1.
860623	0.56	3.8	3.01	142.	17.5	50.	0.18	80.	21.	<10.	4.	-	<2.
860625	-	3.9	-	-	14.5	50.	-	-	-	-	-	39.	-
860708	0.47	3.84	7.25	280.	31.5	80.	0.18	360.	45.	40.	11.5	-	<600.
860710	-	5.1	-	-	16.	50.	-	-	-	-	-	64.	-
860729	-	-	-	-	4.8	40.	-	-	-	-	-	36.	-
860812	0.57	3.9	3.83	156.	17.	50.	<0.1	108.	23.	16.	4.	-	314.
860819	-	-	-	-	18.	90.	-	-	-	-	-	47.	-
860820	-	-	-	-	29.	90.	0.31	-	-	-	-	-	-
860826	0.69	4.4	3.13	135.	17.	50.	0.11	103.	24.	15.	3.	-	210.
860909	0.56	4.21	4.31	188.	30.	50.	0.18	280.	49.	40.	3.	-	59.
860916	-	4.6	-	-	60.	70.	-	260.	-	-	-	105.	-
860923	0.54	4.31	4.34	161.	36.	80.	0.1	270.	48.	39.	5.	-	44.
860926	-	-	-	-	29.5	110.	0.3	-	-	-	-	-	-
860929	-	3.7	-	-	43.5	110.	-	-	-	-	-	272.	-
861013	0.54	3.85	3.52	160.	36.5	90.	0.26	290.	49.	34.	3.	-	22.
861021	-	5.0	-	-	35.5	90.	-	-	-	-	-	106.	-
861112	0.56	4.75	3.75	159.	29.	90.	0.21	260.	35.	24.	11.	-	115.
861209	-	5.2	-	-	22.	90.	0.24	230.	-	-	-	82.	-
MINIM	0.4	3.7	2.48	114.	4.8	40.	0.1	80.	21.	10.	3.	36.	1.
MAKSIM	0.69	5.2	7.25	280.	60.	110.	0.31	360.	49.	40.	11.5	272.	600.
MEDIAN	0.56	4.21	3.75	159.	29.	80.	0.18	260.	35.	24.	4.	73.	59.
STD-AV	0.07379	0.5089	1.296	44.64	12.44	21.78	0.07049	86.79	12.1	11.9	3.258	72.1	186.8
AR-MID	0.5433	4.288	3.958	166.1	26.47	73.16	0.1925	218.6	35.	25.67	5.278	93.88	151.9

Tabell B9 Kjemiske analyser i Gaula, st. G7

* GAUL-G7 *
=====

DATE	PH	FARG mg Pt/l	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	ALK4.5 mmol/l	CA mg/l	CL mg/l	MG mg/l	NO3-N mikrogr/l	COD-MN mg/l	NA mg/l
860610	6.73	12.5	1.85	0.55	0.08	2.1	1.	0.35	16.	2.22	0.72
860623	7.2	17.5	2.4	0.26	0.13	3.2	1.5	0.52	9.	1.95	1.07
860707	6.64	61.5	1.86	1.4	0.08	2.2	1.1	0.45	7.	10.71	0.79
860812	7.08	37.	2.7	0.37	0.16	3.4	1.3	0.51	3.	1.54	0.92
860820	-	-	-	-	-	3.37	-	-	-	-	-
860826	7.19	40.5	2.8	0.52	0.2	3.17	1.6	0.65	<5.	5.81	1.11
860909	6.91	51.	7.9	0.7	0.16	3.97	1.5	0.56	<5.	6.55	1.09
860923	6.45	47.1	2.6	0.8	0.14	2.9	2.1	0.62	12.	6.33	1.47
860926	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
861013	6.81	15.	2.66	0.98	0.15	3.2	1.3	0.58	34.	3.42	0.89
861112	6.84	43.5	2.4	0.78	0.14	2.8	1.	0.57	60.	6.09	0.69
MINIM	6.45	12.5	1.85	0.26	0.08	2.1	1.	0.35	3.	1.54	0.69
MAKSIM	7.2	61.5	7.9	1.4	0.2	3.97	2.1	0.65	60.	10.71	1.47
MEDIAN	6.84	40.5	2.6	0.7	0.14	3.185	1.3	0.56	9.	5.81	0.92
STD-AV	0.2381	16.37	1.756	0.3235	0.03614	0.5326	0.3292	0.08604	17.67	2.791	0.23
AR-MID	6.872	36.18	3.019	0.7067	0.1378	3.031	1.378	0.5344	16.78	4.958	0.9722

Tabell B9 (forts.)

* GAUL-G7 *
=====

DATE	K	SO4	TOC	TOT-N	CU	ZN	CD	FE	AL/R	AL/IL	TOT-P	GEMF
	mg/l	mg/l	mg/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	ANT/100ML
860610	0.37	2.53	2.75	111.	9.1	30.	0.11	123.	10.	10.	2.5	16.
860623	0.53	3.33	3.63	98.	9.	20.	<0.1	50.	15.	<10.	3.	44.
860708	0.37	2.88	9.62	280.	11.5	30.	<0.1	360.	54.	53.	12.	>600.
860812	0.46	3.37	5.29	171.	10.5	20.	<0.1	123.	26.	20.	3.	278.
860820	-	-	-	-	12.	30.	0.3	-	-	-	-	-
860826	0.58	3.62	4.29	164.	9.5	30.	<0.1	123.	24.	19.	3.	>200.
860909	0.47	3.2	5.45	191.	12.5	30.	0.57	210.	42.	37.	3.	143.
860923	0.44	3.64	5.7	170.	18.	50.	<0.1	280.	49.	42.	4.	70.
860926	-	-	-	-	13.5	70.	0.1	-	-	-	-	-
861013	0.47	3.97	3.07	168.	19.	50.	0.11	210.	35.	25.	2.	254.
861112	0.41	3.6	5.51	185.	15.	40.	0.15	240.	36.	28.	4.	179.
MINIM	0.37	2.53	2.75	98.	9.	20.	0.1	50.	10.	10.	2.	16.
MAKSIM	0.58	3.97	9.62	280.	19.	70.	0.57	360.	54.	53.	12.	600.
MEDIAN	0.46	3.37	5.29	170.	12.	30.	0.1	210.	35.	25.	3.	179.
STD-AV	0.06534	0.411	1.93	48.84	3.267	14.32	0.1394	90.28	14.02	13.73	2.872	165.9
AR-MID	0.4556	3.349	5.034	170.9	12.69	36.36	0.1673	191.	32.33	27.11	4.056	198.2

Tabell B10 Kjemiske analyser i Gaula, st. G8

* GAUL-G8 *
 =====

DATO	PH	FARG mg Pt/l	KOND mS/m, 25grC	TURB FIU	ALK4.5 mmol/l	CA mg/l	CL mg/l	MG mg/l	NO3-N mikrogr/l	COD-MN mg/l	NA mg/l
860610	7.05	11.	2.31	0.48	0.15	3.1	1.1	0.39	22.	1.89	0.79
860623	7.4	14.5	3.7	0.22	0.25	5.5	1.5	0.63	28.	1.95	1.05
860708	6.96	56.5	2.16	0.85	0.14	3.7	1.2	0.66	14.	9.35	0.88
860812	7.26	31.9	3.5	0.38	0.24	5.4	1.4	0.57	10.	1.41	1.02
860820	-	-	-	-	-	4.39	-	-	-	-	-
860826	7.36	38.	3.5	0.36	0.27	4.6	1.5	0.64	8.	4.68	1.08
860909	7.11	46.5	9.3	0.6	0.22	3.97	1.7	0.6	14.	6.05	1.24
860923	6.85	36.3	3.2	0.6	0.18	3.9	1.3	0.54	27.	5.95	0.95
860926	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
861013	7.08	18.	3.41	0.56	0.22	4.6	1.4	0.54	45.	2.5	1.
861112	7.02	45.7	3.2	0.63	0.17	4.	1.	0.57	84.	5.94	0.71
MINIM	6.85	11.	2.16	0.22	0.14	3.1	1.	0.39	8.	1.41	0.71
MAKSIM	7.4	56.5	9.3	0.85	0.27	5.5	1.7	0.66	84.	9.35	1.24
MEDIAN	7.08	36.3	3.41	0.56	0.22	4.195	1.4	0.57	22.	4.68	1.
STD-AV	0.1734	14.85	2.006	0.1739	0.04349	0.7067	0.2061	0.07578	22.55	2.515	0.1503
AR-MID	7.121	33.16	3.809	0.52	0.2044	4.316	1.344	0.5711	28.	4.413	0.9689

Tabell B10 (forts.)

* GAUL-G8 *

DATE	K	SO4 mg/l	TOC mg/l	TOT-N mikrogr/l	CU mikrogr/l	ZN mikrogr/l	CD mikrogr/l	FE mikrogr/l	AL/R mikrogr/l	AL/IL mikrogr/l	TOT-P mikrogr/l	GEMF ANT/100ML
860610	0.52	2.61	2.56	107.	6.5	20.	<0.1	78.	<10.	<10.	3.	8.
860623	0.76	4.24	2.77	100.	4.4	20.	<0.1	39.	<10.	<10.	3.	4.
860708	0.49	2.87	8.45	100.	<0.5	20.	<0.1	350.	34.	29.	9.5	>600.
860812	0.57	4.1	4.55	164.	6.5	10.	<0.1	115.	18.	12.	-	58.
860820	-	-	-	-	5.8	10.	0.14	-	-	-	-	-
860826	0.78	3.86	3.72	144.	5.5	10.	0.17	110.	16.	12.	2.	53.
860909	0.6	3.1	5.12	185.	6.5	10.	<0.1	188.	27.	23.	2.	118.
860923	0.58	3.42	5.54	198.	13.5	20.	<0.1	210.	34.	29.	4.	274.
860926	-	-	-	-	8.5	30.	<0.1	-	-	-	-	-
861013	0.68	1.7	2.86	171.	11.5	30.	0.24	129.	20.	11.	2.	240.
861112	0.49	3.63	6.09	170.	9.2	30.	<0.1	187.	25.	20.	4.	146.
MINIM	0.49	1.7	2.56	100.	0.5	10.	0.1	39.	10.	10.	2.	4.
MAKSIM	0.78	4.24	8.45	256.	13.5	30.	0.24	350.	34.	29.	9.5	600.
MEDIAN	0.58	3.42	4.55	170.	6.5	20.	0.1	129.	20.	12.	3.	118.
STD-AV	0.1031	0.7615	1.811	44.54	3.342	7.925	0.04308	86.18	8.591	7.572	2.331	177.6
AR-MID	0.6078	3.281	4.629	166.1	7.127	19.09	0.1227	156.2	21.56	17.33	3.688	166.8

Tabell B11 Kjemiske analyser i Gaula, st. G9

* *
 * GAUL-G9 *
 =====

DATE	PH	FARG mg Pt/l	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	CA mg/l	NO3-N mikrogr/l	TOC mg/l	TOT-N mikrogr/l	TOT-P mikrogr/l	GEMF ANT/100ML
860610	7.11	11.	2.66	0.56	3.6	28.	2.95	108.	7.	145.
860623	7.55	13.	2.4	0.29	6.4	44.	3.6	119.	3.	184.
860708	7.02	60.	2.54	1.	4.	25.	8.73	271.	10.	<600.
860812	7.41	31.9	4.	0.38	6.44	16.7	5.01	183.	4.	145.
860826	7.48	35.	4.2	0.4	5.71	<5.	3.22	171.	3.	>200.
860909	7.07	48.	3.5	0.76	4.13	19.	4.84	207.	4.	301.
860923	7.03	36.3	3.4	0.8	4.6	45.	5.47	245.	5.	110.
860926	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
861013	7.14	19.	3.75	0.65	5.5	74.	3.28	182.	2.	365.
861112	7.19	42.8	3.6	0.65	4.7	119.	5.74	207.	5.	520.
MINIM	7.02	11.	2.4	0.29	3.6	5.	2.95	108.	2.	110.
MAKSIM	7.55	60.	4.2	1.	6.44	119.	8.73	271.	10.	600.
MEDIAN	7.14	35.	3.5	0.65	4.7	28.	4.84	183.	4.	200.
STD-AV	0.1916	15.44	0.617	0.2149	0.9862	33.31	1.715	49.86	2.299	166.1
AR-MID	7.222	33.	3.339	0.61	5.009	41.74	4.76	188.1	4.778	285.6

Tabell B12 Kjemiske analyser i Gaula, st. G10

* *
 * GAUL-G10 *
 =====

DATO	PH	FARG mg Pt/l	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	CA mg/l	NO3-N mikrogr/l	TOC mg/l	TOT-N mikrogr/l	TOT-P mikrogr/l	GEMF ANT/100ML
860610	7.2	13.	3.44	3.3	4.8	52.	2.5	131.	8.	190.
860623	7.79	14.5	7.	3.1	9.6	53.	4.19	193.	10.5	368.
860708	7.24	60.	3.18	1.3	4.8	37.	8.55	301.	45.5	>3000.
860812	7.45	39.9	4.31	1.7	6.6	6.1	5.35	218.	9.	515.
860826	7.57	32.5	4.3	2.5	10.	<5.	3.29	213.	9.	>200.
860909	7.23	46.5	4.3	3.3	4.92	38.	5.01	235.	12.	152.
860923	7.07	54.4	3.6	4.3	4.8	67.	6.48	264.	10.	185.
861013	7.12	19.5	8.27	1.7	11.3	340.	3.86	485.	2.	1175.
861112	7.19	45.7	6.3	3.9	7.	273.	5.41	386.	13.	1030.
MINIM	7.07	13.	3.18	1.3	4.8	5.	2.5	131.	2.	152.
MAKSIM	7.79	60.	8.27	4.3	11.3	340.	8.55	485.	45.5	3000.
MEDIAN	7.23	39.9	4.3	3.1	6.6	52.	5.01	235.	10.	368.
STD-AV	0.2232	16.36	1.684	0.9893	2.431	114.8	1.706	101.7	11.79	870.2
AR-MID	7.318	36.22	4.967	2.789	7.091	96.79	4.96	269.6	13.22	757.2

Tabell B13 Kjemiske analyser i Gaula, st. B10

* GAUL-B10 *
 ====

DATO	PH	FARG mg Pt/l	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	CA mg/l	NO3-N mikrogr/l	TOC mg/l	TOT-N mikrogr/l	TOT-P mikrogr/l	GEMF ANI/100ML
860610	7.4	14.	4.13	0.98	6.	59.	3.1	131.	4.	150.
860623	7.82	17.	7.	0.48	11.7	100.	4.16	197.	3.5	34.
860708	7.41	51.5	4.31	1.4	7.1	52.	8.46	325.	15.5	>600.
860812	7.76	23.9	6.1	0.59	10.5	39.	4.23	230.	6.	73.
860826	7.84	24.	7.	0.47	10.63	51.	2.73	246.	3.	84.
860909	7.58	40.	18.	0.7	8.25	-	4.55	258.	6.	>300.
860923	7.5	45.	5.3	1.	7.9	111.	5.64	290.	8.	315.
860926	7.48	29.9	6.19	1.5	9.17	147.	4.12	293.	9.	-
861013	7.52	16.	6.68	0.66	10.1	188.	3.44	291.	2.	234.
861112	7.45	31.9	5.6	0.72	7.9	226.	5.19	642.	6.	870.
MINIM	7.4	14.	4.13	0.47	6.	39.	2.73	131.	2.	34.
MAKSIM	7.84	51.5	18.	1.5	11.7	226.	8.46	642.	15.5	870.
MEDIAN	7.51	26.95	6.145	0.71	8.71	100.	4.195	274.	6.	234.
STD-AV	0.1599	12.17	3.78	0.3448	1.702	62.77	1.548	128.7	3.709	260.5
AR-MID	7.576	29.32	7.031	0.85	8.925	108.1	4.562	290.3	6.3	295.6

Tabell B14 Kjemiske analyser i sideelver til Gaula, st. B1 til B11

DATO	PH	FARG	KOND	TURB	CA	NO3-N	TOT-N	TOC	TOT-P	CU	ZN	CD	AL/R	AL/IL
		mg Pt/l	ms/m, 25grC	FTU	mg/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mg/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mikrogr/l
* GAUL-B01 *														
860819	-	-	-	-	8.8	-	-	-	-	29.5	130.	0.38	-	-
860926	7.16	32.8	5.51	1.7	5.93	27.	155.	3.62	2.	90.	250.	0.6	238.	221.
861112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80.	320.	0.76	252.	221.
* GAUL-B2 *														
860819	-	-	-	-	7.75	-	-	-	-	11.5	<10.	0.12	-	-
860926	7.35	26.2	4.8	0.5	6.67	54.	167.	3.2	5.	13.5	20.	<0.1	24.	18.
* GAUL-B3 *														
860819	-	-	-	-	6.2	-	-	-	-	5.	<10.	0.17	-	-
860926	7.31	33.2	3.79	0.5	5.25	14.	120.	3.47	2.	10.5	20.	0.5	38.	32.
* GAUL-B4 *														
860820	-	-	-	-	3.09	-	-	-	-	3.	<10.	0.13	-	-
860926	7.16	22.9	2.56	0.65	2.94	10.	126.	2.86	4.	7.	20.	<0.1	29.	23.
* GAUL-B5 *														
860820	-	-	-	-	2.82	-	-	-	-	2.25	<10.	0.14	-	-
860926	6.82	35.1	2.25	0.43	2.55	17.	635.	3.5	4.	2.	<10.	<0.1	37.	32.

Tabell B14 (forts.)

DATE	PH	FARG	KOND	TURB	CA	NO3-N	TOT-N	TOC	TOT-P
		mg Pt/l	mS/m, 25grC	FTU	mg/l	mikrogr/l	mikrogr/l	mg/l	mikrogr/l
* * 860926	7.18	15.7	3.66	0.45	4.81	41.	114.	1.88	4.
* * 860926	7.26	17.1	4.03	0.26	5.72	20.	90.	1.98	3.
* * 860926	7.34	20.8	5.23	0.43	7.48	74.	161.	2.35	4.
* * 860926	7.19	34.	5.47	0.85	7.29	132.	323.	4.52	14.
* * 860926	6.8	65.	2.96	0.9	3.09	43.	233.	6.9	7.

Jorts 015

2

Uidentifiserte trådformede blågr.alg.

GRØNNALGER (Chlorophyceae)

Bulbochaete spp.	2	2									
Closterium spp.	x	x									
Cosmarium reniforme	x										
Cosmarium spp.	xx	x									
Draparnaldia glomerata	2	1									
Gonatozygon sp.											
Gongrosira sp.											
Hormidium flaccidum											
Hormidium rivulare											
Microspora amoena											
Microspora palustris											
Microspora palustris v. minor											
Mougeotia a (6-12 μ)	x	x									
Mougeotia d (25-30 μ)		2									
Mougeotia e (30-38 μ)	1										
Oedogonium a (6-10 μ)	x	x									
Oedogonium b (14-20 μ)											
Oedogonium c (24-28 μ)		xx									
Oedogonium d (30-35 μ)	x										
Penium sp.											

xx

xx

1

x

xx

x

xxx

x

x

x

2

x

xx

x

xx

Tabell B16 Begroingsorganismer i Gaula 19-20 aug. og 25-27 sept. 1987. Hovedvassdraget st.G6 - G10.

Organismer (latinske navn)	G		G		G		G		G		G	
	20/8	27/9	20/8	27/9	20/8	27/9	20/8	27/9	20/8	27/9	26/9	20/8
BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae)												
Aphanocapsa sp.												
Aphanothece sp.												
Calothrix cf. braunii			x	x								
Calothrix gyphsophila												xx
Chamaesiphon confervicola	xx	x							x			
Chamaesiphon elongata v. elongata	x										1	xx
Chamaesiphon confervicola	3	4	xx	1					1			
Chamaesiphon fuscus				xx					xx		x	
Chamaesiphon minutus												
Chamaesiphon onchobyrsoides												
Chamaesiphon polymorphus												
Chamaesiphon sp.			x	x					x		xx	
Clastidium setigerum			x	x					xx		xx	
Cyanophanon mirabile									x		xx	
Homoeothrix janthia				xx								
Homoeothrix varians												
Homoeothrix sp.												
Lyngbya leptonema	xx											
Lyngbya perelegans												
Lyngbya sp.												
Oscillatoria cf. tenuis												
Phormidium autumnale		1	1	1							1	1
Phormidium cf. frigidum			x	xx								
Phormidium favolearum												
Phormidium cf. favosum												
Phormidium hetropolare									xx		x	
Phormidium cf. subfuscum												
Phormidium sp. (2-3 µ, L:B>1)	x		x									
Phormidium sp. (6-8µ, L:B>1)												
Pleurocapsa sp.												
Pseudanabaena sp.												
Rivularia biasolettiana									1			
Schizothrix cf. lacustris		xx										
Schizothrix sp. (2-3 µ, blå)												
Schizothrix sp.		x		3							xxx	
Stigonema mamillosum									x			
Tolypothrix distorta												
Tolypothrix penicillata			x	xxx					3		2	xxx
									2		1	

Tabell B17 Begroingsorganismer i Gaula 25-27 sept. 1987. Sidevassdrag.

Organismer (latinske navn)	Stasjon	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	B 8	B 9	B 10	B 11
BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae)												
Aphanocapsa sp.					xx		x					
Aphanothece sp.								x				
Calothrix cf. braunii										x	xx	
Calothrix gyphosphila		xx		xx								
Chamaesiphon confervicola		x		x								
Chamaesiphon confervicola v. elongata		xxx		xx						xxx	2	xx
Chamaesiphon fuscus				x			xx					
Chamaesiphon minutus												
Chamaesiphon onchobyrsoides										xxx		
Chamaesiphon polymorphus												
Chamaesiphon sp.							xx					
Clastidium setigerum												
Cyanophanon mirabile				x			x					
Homoeothrix janthia		1		xx						4	xxx	
Homoeothrix varians					x							
Homoeothrix sp.												xx
Lyngbya leptonema							xx					
Lyngbya perelegans												x
Lyngbya sp.				x								
Oscillatoria cf. tenuis										xxx		
Phormidium autumnale					1		1	xxx				
Phormidium cf. frigidum							x					
Phormidium favolearum										x		
Phormidium cf. favosum												
Phormidium hetropolare										2		
Phormidium cf. subfuscum		xx		x						xx	x	x
Phormidium sp. (2-3 μ , L:B>1)		xx										xx
Phormidium sp. (6-8 μ , L:B>1)					xxx	1						
Pleurocapsa sp.												
Pseudanabaena sp.		xx										
Rivularia biasoletiana												
Rivulariaceae					x							
Schizothrix cf. lacustris					1							
Schizothrix sp. (2-3 μ , blå)						xx						
Schizothrix sp.		x										
Stigonema mamillosum						1						
Tolypothrix distorta											xx	
Tolypothrix penicillata		1		xx								1
Uidentifiserte coccale blågrønnalger						1	4	1				xx

