

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60  
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-30002-18
Undernummer:
Løpenummer: 1435
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Rutineundersøkelse i Gudbrandsdalslågen 1981 (Overvåkingsrapport 53/82)	Dato: 14. sept. 1982
	Prosjektnummer: 8000218
Forfatter(e): Gösta Kjellberg	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Oppland
	Antall sider (inkl. bilag): 59

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

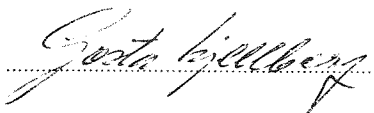
Ekstrakt:

Rapporten omhandler fysisk-kjemiske, biologiske og hygienisk-bakteriologiske data fra fire stasjoner med rutinemessig innsamling i Gudbrandsdalslågen i 1981. Vannkvaliteten i vassdraget er blitt betydelig bedre i løpet av Mjøsaksjonen, men fortsatt gjør ulike forurensningsbidrag seg gjeldende, bl.a. er de hygieniske forhold ikke tilfredsstillende.

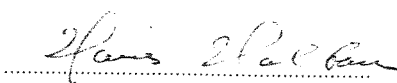
Statlig program
1. Overvåkingsrapport 53/82
2. Gudbrandsdalslågen
3. Rutineundersøkelser 1981
4. Fysisk-kjemiske prøver
Biologiske prøver

hygieniske prøver

Prosjektleder:



Divisjonssjef:



4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Gudbrandsdalslågen
3. Water chemistry, biology and
4. bacteriology
4. Routine investigation 1981

For administrasjonen:



ISBN 82-577-0558-6



# Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000218

RUTINEUNDERSØKELSE I GUDBRANDSDALSLÅGEN 1981

14. september 1982

Saksbehandler: Gösta Kjellberg

Medarbeidere : John E. Brittain

Hans Holtan

Brynjar Hals

Gjertrud Holtan

Gerd Justås

Einar Kulsvehagen

For administrasjonen : Arne Tollan

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

NIVAs hustrykkeri

## FORORD

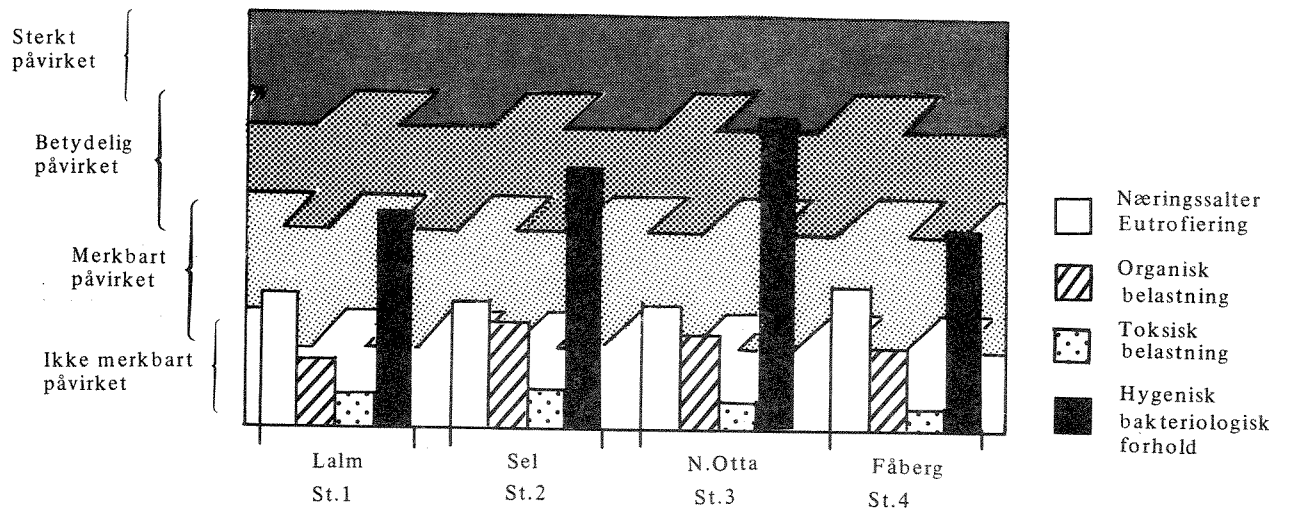
Foreliggende rapport presenterer det materialet som er samlet inn i 1981 fra Gudbrandsdalslågen i Oppland fylke. Overvåking av vassdraget inngår fra og med 1981 som en del av "Statlig program for forurensningsovervåking" med Statens forurensningstilsyn (SFT) som oppdragsgiver. I 1981 har programmet omfattet fire faste stasjoner hvorav tre stasjoner i sin helhet ble finansiert av SFT, mens kostnadene for en stasjon (ved Lalm i Ottavassdraget) ble delt mellom SFT og Norges vassdrags- og elektrisitetvesen (NVE, Statskraftverkene).

Da programmet startet, tok en sikte på årlig åjourføring av data fra tre hovedstasjoner. Etter ønske fra Oppland fylke (Tilsynsavd.) ble en av disse stasjoner flyttet fra Ringeby til Sel. Senere ble en fjerde stasjon opprettet på oppdrag fra NVE. Fra og med 1982 skjer overvåkingen ved en stasjon (ved Fåberg) straks ovenfor utløpet i Mjøsa.

De kjemiske prøver er analysert ved Vannlaboratoriet for Hedmark (VLH) og de bakteriologiske prøver ved Hedmarken interkommunale næringsmiddelkontroll (Hink). Instituttet vil takke disse laboratorier for godt samarbeid.

14. september 1982

Gösta Kjellberg



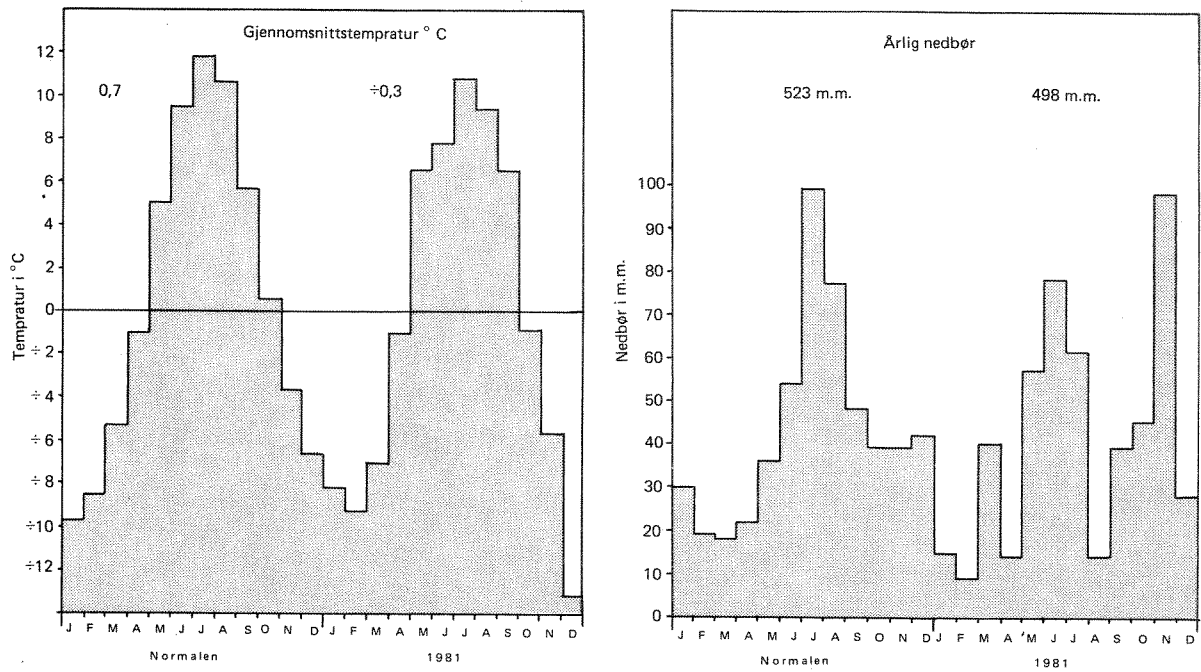
Generell vurdering av forurensningssituasjonen ved de fire overvåkningsstasjoner i Gudbrandsdalslågen 1981.

## SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

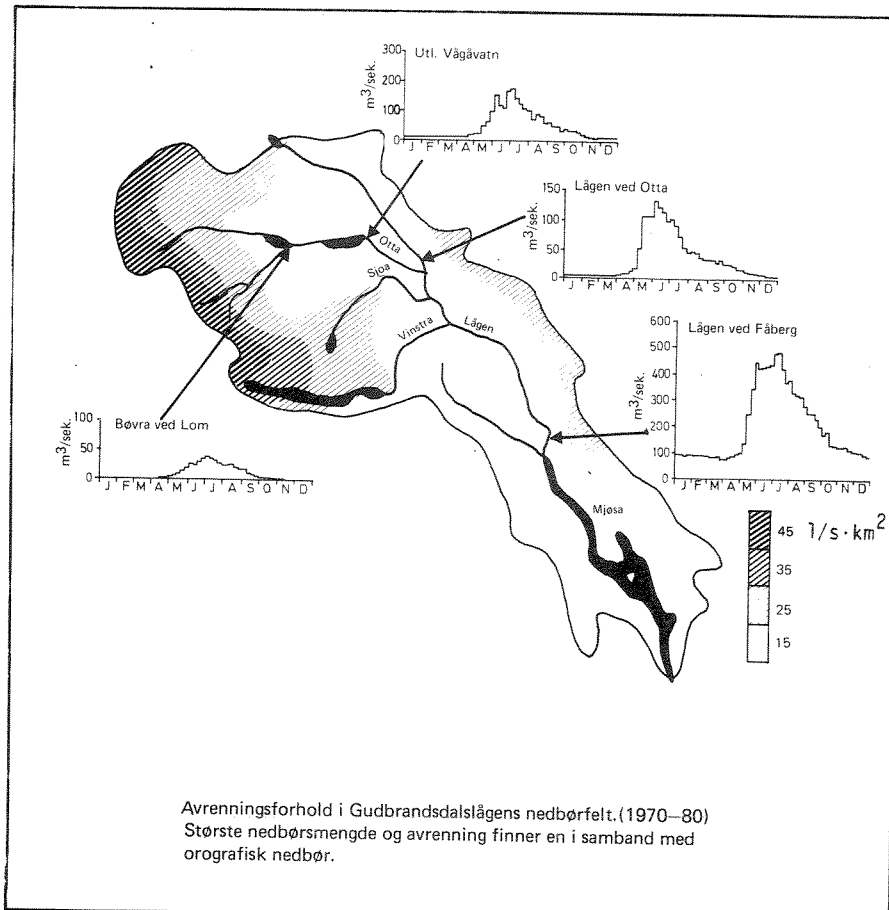
1. Vannkvaliteten i Gudbrandsdalslågen er av stor og til dels avgjørende betydning for utviklingen i Mjøsa (fortynning og utspyling). Dette betyr at det må stilles strengere krav til vannkvalitet enn om forholdene bare omfattet selve Gudbrandsdalslågen og de brukerinteresser som knytter seg til denne.
2. Overvåkingen av Gudbrandsdalslågen i 1981 besto i rutinemessig innsamling av fysisk-kjemiske, biologiske og hygienisk-bakteriologiske prøver fra fire faste stasjoner (Fåberg, nedstrøms Otta, Sel og Lalm). Samtlige stasjoner omfatter strykparterier.
3. Forurensningsbelastningen til vassdraget er betydelig redusert på grunn av Mjøsaksjonen. De større tettsteder er i dag tilknyttet renseanlegg med kjemisk felling. Videre er forurensningsbegrensende tiltak blitt satt i verk for industri, jordbruk og spredt bosetting.
4. Primære forurensningseffekter som klosettpapir, matrester og synlig sopp- og bakterievekst ("lammehaler" og lignende) som tidligere forekom lokalt ved utslippsstedene er nå fjernet. Den sekundære forurensning, i første rekke økt vekst av fastsittende alger (s.k. "grønske") som tidligere var et problem for fisket, er betydelig redusert.
5. Selv om vannkvaliteten i Gudbrandsdalslågen er blitt bedre er det fortsatt forurensningsproblemer særlig når det gjelder de hygieniske forhold (se fig.). Tilfeldige utslipp av bl.a. oljeprodukter må også nevnes. Vassdraget må derfor fremdeles betraktes som merkbart forurensset. Ytterligere tiltak mot forurensningstilførsler (boligkloakk og husdyrgjødsel) er derfor påkrevet ved siden av effektiv drift og kontroll av de tiltak som allerede er satt i verk.

INNHOOLD

	Side:
FORORD	1
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	3
1. INNLEDNING	6
1.1 Områdebeskrivelse	6
1.2 Vannbruk og forurensninger	10
1.3 Overvåkingsprogram	11
1.4 Tidligere undersøkelser	14
2. RESULTATER OG DISKUSJON	15
2.1 Meteorologi og hydrologi	15
2.2 Fysisk-kjemiske undersøkelser	17
2.3 Biologiske undersøkelser	37
2.4 Hygienisk-bakteriologiske undersøkelser	42
3. LITTERATUR	46
VEDLEGG	47



Lufttemperatur (månedsmiddel) og månedlig nedbør i 1981 i Skåbu.



## 1. INNLEDNING

### 1.1 Områdebeskrivelse

Gudbrandsdalslågen er den største tilløpselv til Mjøsa og har et samlet nedbørfelt på ca 11500 km<sup>2</sup>. Elven drenerer store fjellområder - Rondane, Dovre og Jotunheimen - og berører i hovedsak Oppland fylke.

#### Klima

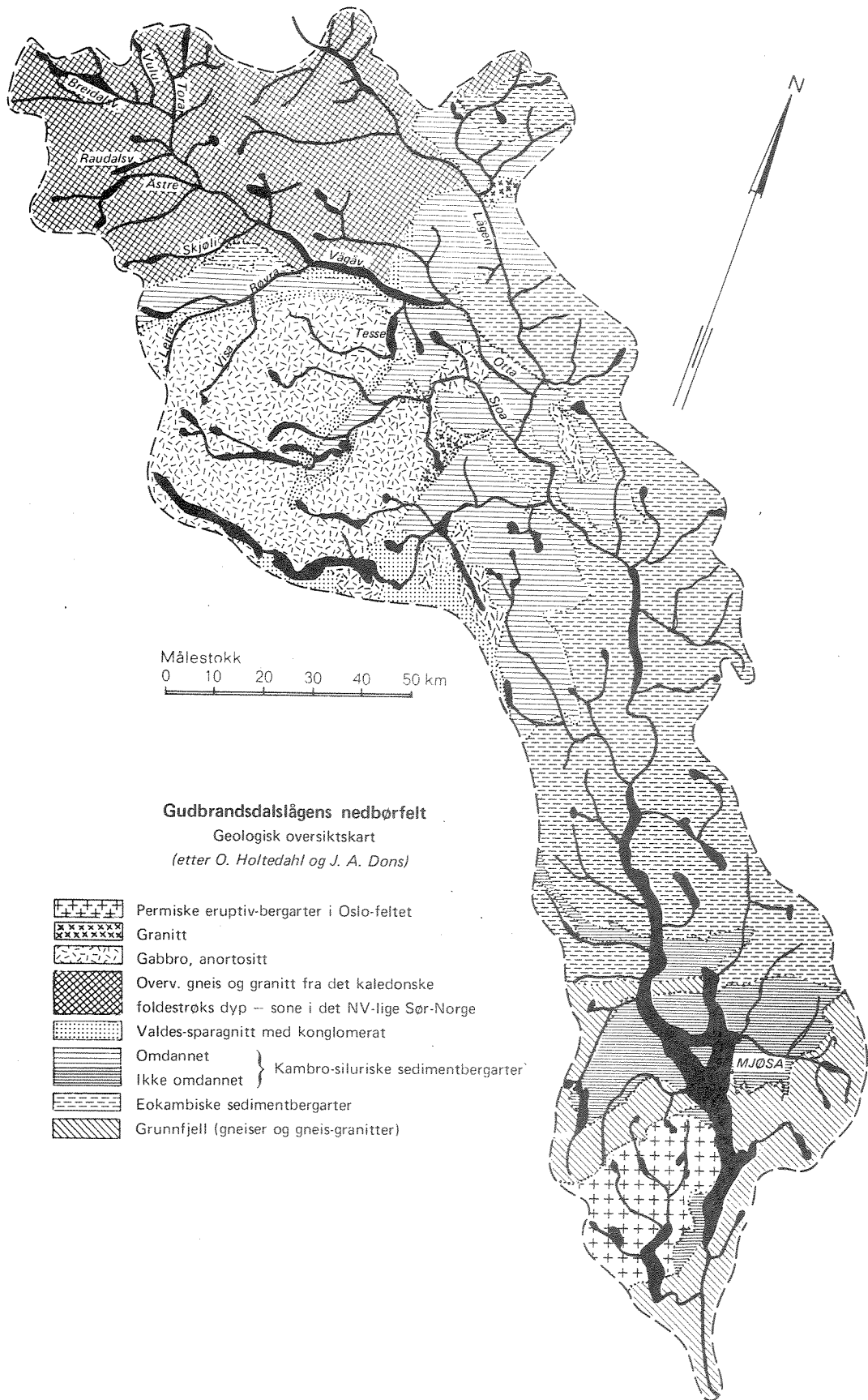
De klimatiske forhold i nedbørfeltet er meget varierende. Klimaet i de øvre delene av nedbørfeltet er sterkt påvirket av fjellene i vest. Fuktige luftstrømmer fra Atlanterhavet blir presset til værs og avgir nedbør, og de høytliggende områdene i nordvest har årlige nedbørmengder på over 2000 mm. Lésiden av fjellene ligger i regnskyggen, og her finner en noen av Norges nedbørfattigste områder med årlige nedbørmengder på under 500 mm. Lokalt i Lesja, Skjåk og Lom er nedbøren ekstremt lav (250-300 mm/år) og av samme størrelsesorden som årsavdunstingen. Videre nedover dalføret øker nedbøren noe. I fjellområdene både i vest, nord og øst er årsnedbøren betydelig høyere (årsmidler på opp mot 1000 mm). Størstedelen av nedbøren faller sommer og høst.

Det er betydelige temperaturforskjeller mellom nedbørfeltets nordre og søndre deler. Månedene november-mars har vanligvis middeltemperatur under 0<sup>0</sup>C i hele nedbørfeltet. Maksimal månedsmiddeltemperatur avtar fra ca 15<sup>0</sup>C i Mjøsområdene til omkring 10<sup>0</sup>C i fjellområdene. I de nordre og nordvestre områder er temperaturforskjellen mellom sommer og vinter gjennomgående mindre enn for områder sydover.

#### Vannføring

Tilsigfordelingen i de ulike delene av vassdraget er nær knyttet til nedbøren. Spesifikt avløp avtar fra over 50 l/s.km<sup>2</sup> i nordvest til under 15 l/s.km<sup>2</sup> langs hoveddalføret og ved Mjøsa. Den naturlige vannføring er meget lav om vinteren, særlig i vassdrag med lav naturlig magasinkapasitet. I sideløpene langs hoveddalføret begynner snøsmelteflommen som oftest i





april. Høye vannføringer kan her også finne sted i tilknytting til nedbør. I perioden 1911-1950 var største, midlere og minste vannføring i Lågen ved Mjøsa (Losna) henholdsvis 2625, 246 og 12,2 m<sup>3</sup>/s. For Ottas utløp i Lågen (Lalm) er de tilsvarende verdiene: 1300, 107 og 2,7 m<sup>3</sup>/s.

### Temperaturforhold

De øverstliggende vassdragene har lavest sommertemperatur. Dette på grunn av sen snøsmelting og kaldest klima. Forøvrig øker vanntemperaturen generelt nedover i vassdraget. Karakteristiske verdier er mellom 10°C og 15°C. Om vinteren (november-mars) er vanntemperaturen under 1°C.

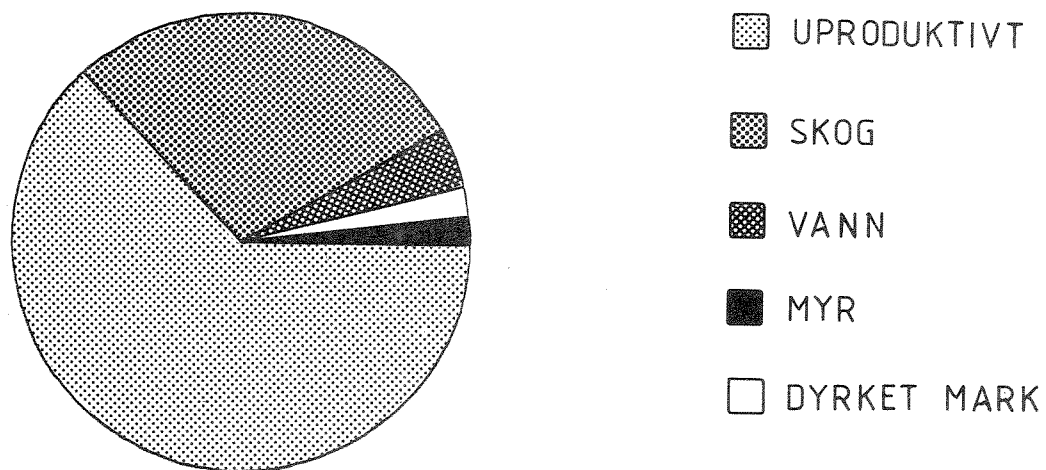
### Isforhold

For de nåværende reguleringer var det med få unntak stabile isforhold i øvre Otta hele vinteren. Etter reguleringene av Rauddalsvatn og Breidalsvatn har det vært problemer med isdammer, isgang m.m. Ottavatn og Vågåvatn er normalt islagt før jul. Mellom Vågåvatn og Lalmvatn og i selve Lalmvatn er det vanligvis isfritt. Bare på enkelte rolige strekninger er det is. Nåværende regulering har ført til noe mer is. Nedre Otta har stor isproduksjon og tilhørende problemer med isgang, oppdemning og erosjon i elveleiet.

Lågenvassdraget oppstrøms Hunderfossen er normalt islagt om vinteren. Unntak er råker i strømdragene på en del strekninger. Nedstrøms Hunderfossen er elva vanligvis helt eller delvis isfri. Den nåværende regulering har ført til økt vintervannføring og en del steder til høyere temperatur. Dette medfører økte isfrie arealer og økt isproduksjon.

### Geologiske forhold

Berggrunnen i Gudbrandsdalslågens nedbørfelt varierer fra næringsrik skifer til magre gneis-granittiske bergarter (Figur). I den nordvestre del av nedbørfeltet består berggrunnen av gneiser og andre metamorfe bergarter. Litt lengre syd (syd for Bøvra) finner en mørke gabboride bergarter. Langs kanten av denne ligger - som en smal stripe - "Valdres-sparagmitt" (sandstein). Deler av fjellene i Rondane og i nedbørfeltene til Otta, Sjøa og



Prosentvis andel av arealfordelingen i nedbørfeltet til Gudbrandsdalslågen. Uproduktiv mark og skogsområder dominerer nedbørfeltet.

Gausa består av pressede kambro-siluriske sedimentbergarter (fyllitter og glimmerskifer). Flere steder ved Otta og Vågå er det større klebersteinsforekomster. Berggrunnen i selve Gudbrandsdalen består vesentlig av eokambriske sandsteiner, som har en metamorf karakter, særlig i de sentrale og nordlige deler av dalen.

Løsavsetningene i Gudbrandsdalen har en meget variert sammensetning. Avsetningene kan deles i følgende fire hovedgrupper:

1. Moreneavsetninger, dvs. usortert og kantet materiale.
2. Glasifluviale avsetninger. Dette er mer sortert (elveavsatt) materiale som forekommer som to forskjellige typer:
  - a. Relativt fint materiale (sand) som er transportert med elven og avsatt langs dens bredder.
  - b. Grovere materiale (stein og grus) som er transportert med sideelvene og avsatt utenfor disse som vifter i hoveddalføret.
4. Bresjøsedimenter. Dette er finmateriale (silt) som er avsatt i stille vann (f.eks. i innsjø mellom is og fjellside).

### Arealfordeling og befolkning

I nedbørfeltet til Lågenvassdraget som er på 11500 km<sup>2</sup> (64% uproduktiv mark, 28% skog, 2% myr, 4% vann og 2% dyrket mark), bor ca 40.000 mennesker. Langs vassdraget ligger flere tettsteder f.eks. Otta, Sjoa, Vinstra, Ringebu osv. Industriaktiviteten består av meierier, slakteri, sagbruk, sponplatefabrikk o.l. Både jordbruksarealer, bosetning og industrivirksomhet ligger som regel kloss opp til vassdraget - noe som har stor betydning i forurensningsmessig sammenheng.

#### 1.2 Vannbruk og forurensninger

Vassdraget blir brukt som resipient for avløpsvann. Det finnes flere industribedrifter særlig innenfor næringsmiddelbransjen i dalføret som også bruker elva som resipient. Sommerstid er det også en betydelig turistaktivitet langs vassdraget - noe som bidrar til økt resipientbehov. Vassdraget brukes til jordbruksvanning og i noen grad som drikkevannkilde, men flere

tettsteder henter sitt drikkevann fra grunnvannskilder, infiltrasjonsvann og mindre innsjøer. Dalføret og vassdraget har stor verdi for turistnæringen, fiske og friluftsliv.

I vassdraget finnes flere store reguleringsinngrep i forbindelse med elektrisk kraftproduksjon. De største reguleringsinngrep finnes i Vinstra og Tesse, Rauddalsvann og Breidalsvann. Dessuten er flere fosser og strykpartier utbygd (Hunder, Harpefoss, Eidsfoss). Det knytter seg betydelig ytterligere kraftverksinteresser til vassdraget.

Tidligere var avløpsforholdene langs vassdraget løst på en tilfeldig måte. En rekke større og mindre utslipp av urensset avløpsvann kunne observeres i vannkanten. Lokalt forelå primær forurensning i form av synlig sopp- og bakterievekst, klosettpapir, matrester og lignende. De hygieniske forhold var uakseptable langs mesteparten av vassdraget. Sekundær forurensning ved økt algevekst (eutrofiering) var spesielt markert i vassdraget nedstrøms Vinstra der det til tider oppsto problemer for fisket. Både av hensyn til lokale ulemper og til eutrofieringsutviklingen i Mjøsa var det viktig å sannere avløpsforholdene.

I forbindelse med Mjøsaksjonen er det ved alle større tettsteder bygget kloakkrensaneanlegg (fellingsanlegg) som også delvis tar hånd om industrielt avløpsvann. Forurensningsbegrensende tiltak for jordbruksaktivitet og spredt bosetting er også gjennomført. Vassdraget tilføres fortsatt noe forurensning fra jordbruk, bebyggelse og industri, men på grunn av mjøsaksjonen er forholdene blitt betydelig bedre. Eutrofiering og hygieniske aspekter er av størst interesse å overvåke.

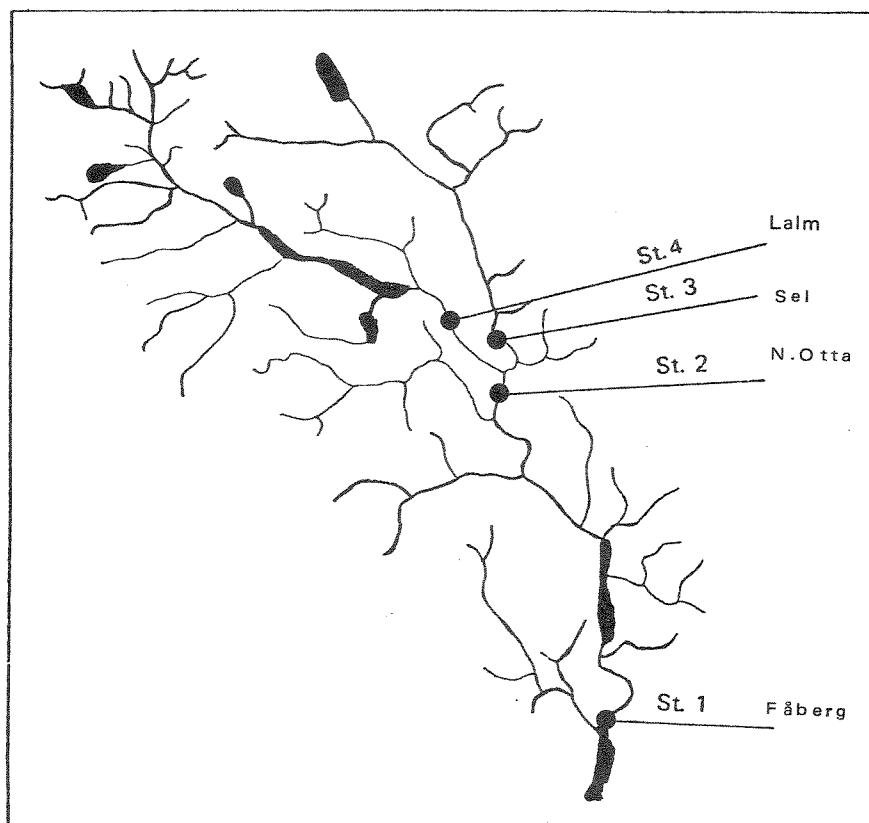
### 1.3 Overvåkingsprogram

#### Målesteder

Det ble i 1981 opprettet fire målesteder, tre i Lågenvassdraget og en i Ottavassdraget ved følgende lokaliteter:

- St. 1      Lågen
- St. 2      Lågen nedenfor Otta
- St. 3      Lågen ved Sel
- St. 4      Otta ved Lalm

St. 4 ved Lalm ble finansiert til dels av Statskraftverkene.



Målesteder for overvåking av Gudbrandsdalslågen.

#### Fysisk-kjemiske undersøkelser

Prøver for fysisk-kjemiske analyser ble samlet inn ved hvert målested i henhold til følgende prøvetakingsrutiner:

Januar	1	April	2	Juli	1	Oktober	1
Februar	0	Mai	2	August	1	November	1
Mars	1	Juni	2	September	1	Desember	0

Dvs. i alt 13 ganger pr. år. Det innsamlede prøvemateriale ble analysert hver gang (kjemi I) på pH, konduktivitet, farge, turbiditet, organisk stoff ( $\text{KMnO}_4$ ), total fosfor, total fosfor i filtrert prøve, ortofosfat i filtrert prøve, total nitrogen, nitrat og silisium. Prøvene som ble samlet inn i

mas (vintervannføring), ble dessuten analysert på hovedkomponentene, (kjemi II), kalsium, magnesium, natrium, kalium, hydrogenkarbonat, sulfat og klorid, samt jern og mangan og tungmetallene bly, kobber og sink. Ved hver prøvetaking ble vannets temperatur målt.

### Biologiske undersøkelser

#### Begroingsorganismer

I tidsperioden juli-oktober ble det samlet inn kvalitative prøver av begroingen (i første rekke påvekstalger) ved hvert prøvetakingstilfelle, dvs. 4 ganger pr. år på alle stasjoner.

#### Bunndyr

Ved to tidspunkter pr. år (april og oktober) ble det samlet inn kvalitativt materiale av bunndyrforekomsten på hver stasjon.

### Hygieniske-bakteriologiske undersøkelser

Parallelt med de øvrige prøvetakingen ble det samlet inn prøver for analyse av termostabile koliforme bakterier (44<sup>0</sup>C), koli (28<sup>0</sup>C) og kimtall, dvs. 13 ganger pr. år og målested.

### Omkringinformasjon

Det ble skaffet til veie vannføringsdata (målte eller beregnede) for de fire elvestasjoner:

1. Gudbrandsdalslågen ved Fåberg
2. Gudbrandsdalslågen nedenfor Otta
3. Gudbrandsdalslågen ved Rosten
4. Otta ved Laım.

Data angående nedbør, lufttemperatur o.l. fra Skåbu (1355) ble inhentet fra Meteorologisk Institutt.

#### 1.4 Tidligere undersøkelser

I 1967 foretok NIVA en befaringsundersøkelse av Gudbrandsdalsvassdraget i forbindelse med utredningen for Østlandskomiteén (NIVA-rapport 0-110/65). Senere er det foretatt undersøkelser av vassdraget som ledd i Statskraftverkernes (NVE) planer for reguleringsinngrep i Jotunheimen.

##### NIVA-rapporter:

- 0-71/70 Ottavassdraget, Sjøa og Gudbrandsdalslågen. Orienterende fysisk-kjemisk og biologisk undersøkelse sommeren 1970.
- 0-71/70 Vågåvatn. En limnologisk undersøkelse 1972.
- 0-151/73 Gudbrandsdalsvassdraget, Mjøsa, Vorma. Resipientundersøkelser 1974-1975 (+ egen datarapport).
- 0-79079 Gudbrandsdalsvassdraget - Mjøsa. Vurdering av forurensningssituasjonen og virkninger av eventuelle vassdragsreguleringer i Jotunheimen 1980.
- 0-79013 Gudbrandsdalsvassdraget og Vorma. Datarapport: 1976-1981. Fysisk-kjemiske analyse-rapport med metodebeskrivelser og kommentarer.

##### Andre rapporter:

Fiskeribiologiske undersøkelser i Otta- og Lågenvassdraget 1969-1973 ved Fiskerikonsulenten i Øst-Norge.

Isforhold i Otta og Lågen ved NVE, hydrologisk avdeling.



## 2. RESULTATER OG DISKUSJON

### 2.1 Meteorologi og hydrologi

Lufttemperaturen (månedsmiddel) og månedlig nedbør i 1981 og normalen for Skåbu (865 m o.h.) er vist i figur. Videre er årsmiddeltemperaturen og årsnedbøren for Skåbu i perioden 1978-81 satt opp i tabell. For Skåbu er året 1981 under normalen både for temperatur og nedbør.

Middeltemperaturen for 1981 lå på  $-0,3^{\circ}\text{C}$ . Det er særlig temperaturen for sommermånedene som ligger under normalen.

I tillegg var desember særlig kald, med en temperatur som var ca.  $6^{\circ}\text{C}$  kaldere enn normalt. Temperaturnormalen for Skåbu ligger på  $0,7^{\circ}\text{C}$ , som er  $1^{\circ}\text{C}$  varmere enn 1981 middeltemperaturen.

Årsnedbøren for 1981 kom opp i 498 mm som er 25 mm under normalen.

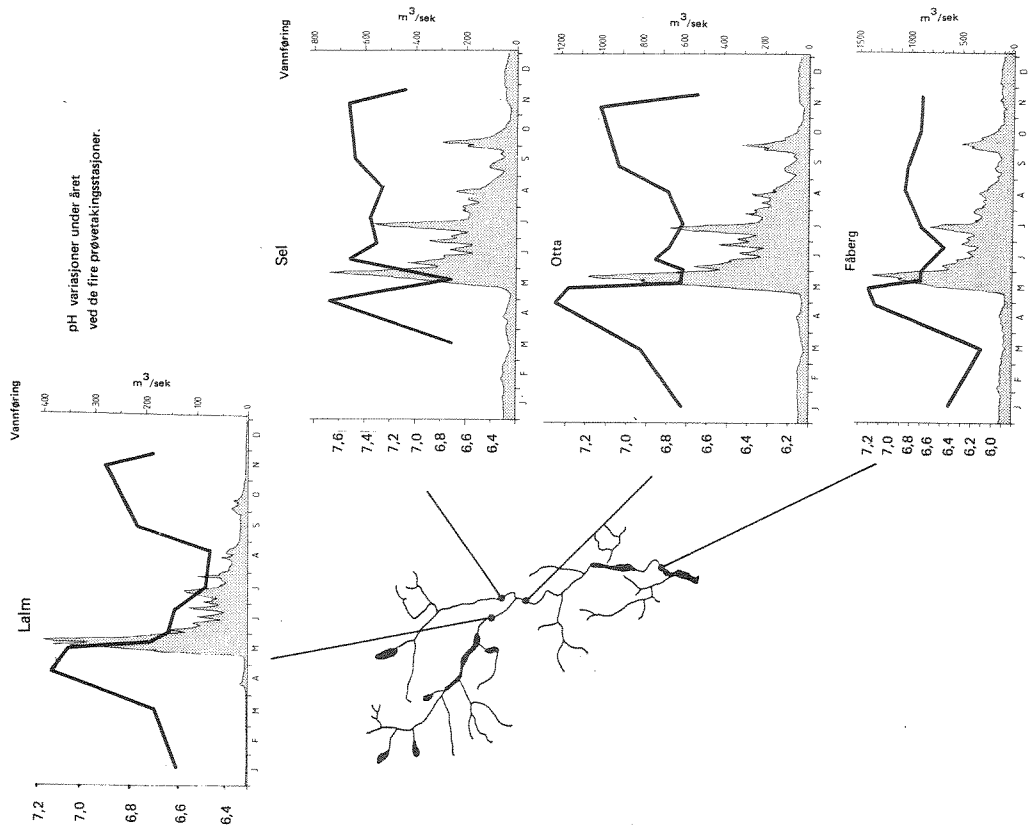
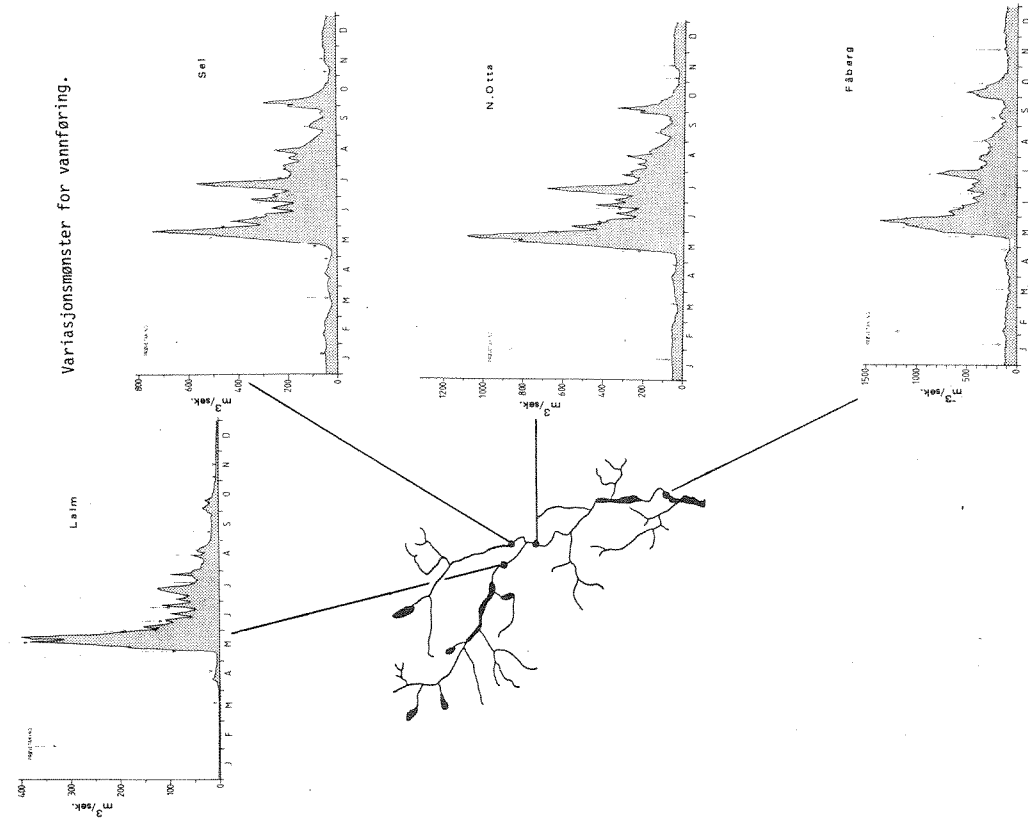
I alle årets måneder var nedbøren under normalen, bortsett fra månedene mars, mai, oktober og november. Nedbøren for november lå hele 49 mm over normalen.

#### Temperatur

Normal	1978	1979	1980	1981
0,2	0,5	-0,6	0,2	-0,3

#### Nedbør

Normal	1978	1979	1980	1981
523	453	632	610	498



## Vannføring

Avrenningen for 1981 var noe under det normale, mens vannføringsregimet stort sett viste et normalt forløp. I slutten av mai var det en markert flomtopp (vårflommen) med en vannføringstopp opp mot  $140 \text{ m}^3/\text{s}$  ved stasjon Lalm. Når det gjelder Ottavassdraget og hovedvassdraget nedstrøms samløp med Otta, forekom mindre flomtopper i juli og oktober, mens vannføringen viste en jevn nedgang i perioden slutten av juli - slutten av september i forbindelse med den varmeste sommerperioden 1981. I Gudbrandsdalslågen ovenfor samløp med Otta var flomtoppene utover sommer og høst mindre markerte, og dette gjelder spesielt flomtoppen i oktober. Denne del av vassdraget hadde forøvrig minst vannføring med  $< 100 \text{ m}^3/\text{s}$  ved stasjon Sel en stor del av året.

### 2.2 Fysisk-kjemiske undersøkelser

De viktigste parametrene er presentert med figurer og tabeller i teksten, mens mesteparten av dataene fins i vedlegget bak i rapporten.

#### pH og alkalitet

pH er et mål for vannets konsentrasjon (eller rettere for aktiviteten) av hydrogenioner. pH reguleres i de fleste tilfeller av buffersystemet:  $\text{CO}_2\text{-HCO}_3\text{-CO}_3$  (karbondioksyd-bikarbonat-karbonat- systemet). Vannet betegnes som surt når pH-verdien ligger under 7, og som basisk når verdien overstiger 7.

Ved å måle pH kan man få informasjon om hvilke biologiske forandringer som foregår i vannet. Videre er pH en viktig økologisk faktor idet de forskjellige organismer og organismesamfunn har bestemte toleransegrenser. Stort sett kan man si at pH-verdien har videre betydning når det gjelder å utnytte vannet som drikke- og industrivann, idet surt vann kan virke korroderende på metaller.

Gudbrandsdalslågen har nøytralt til svakt surt vann med pH-verdier i området 6,5-7,5. Det er en tendens til høyere pH i vassdragets øvre del. pH-variasjonene i løpet av året er små. Det er en tendens til lavest pH under lavvannsføringen om vinteren samt i samband med høy vannføring (flomperioder)

på forsommeren. Høyeste pH-verdier påtreffes som regel ved lav vannføring kombinert med algevekst straks innen vårflommen. Noen forandringer når det gjelder pH-verdiene jevnført med tidligere observasjoner synes ikke å foreligge.

Parameter : pH

Stasjon	Middelverdier	Variasjonsbredde
Fåberg	6,71	6,11-7,20
N. Otta	6,90	6,65-7,35
Sel	7,23	6,69-7,69
LaIm	6,75	6,45-7,19

Ved å titrere med sterk syre kan vannets innhold av sterke anionbaser bestemmes. Alkalitetstitreringer ved siden av pH-målinger er analytiske utgangspunkter ved bestemmelse av karbonat-bikarbonat-karbonsyre-buffersystemet og gir derfor informasjon om vannets bufferevne. Vann med høye alkalitetsverdier har høye pH-verdier og påvirkes i mindre grad av syreutslipp og sur nedbør enn vann med lav alkalitet. Man pleier å anse et vann forsuringstruet når alkaliteten er mindre enn 0,1 mekv./l.

Ute i naturen finner man ofte høy alkalitet i hardt vann med høyt kalkinnhold. Slikt vann er ofte høyproduktivt med rik vekst og rikt dyreliv. Resipientkapasiteten øker som regel også med hardheten. Lav alkalitet fins under naturlige betingelser i sure og saltfattige vann.

Alkalitetsverdier foreligger bare for prøvene tatt i mars. Høyeste verdier ble målt ved Fåberg i elvens nederste del samt nedstrøms Otta med alkalitet på 0,21 resp. 0,23 mekv./l. Stasjonene lengere oppe i vassdraget (Sel og LaIm) hadde lavere verdier med 0,16 resp. 0,13 mekv./l. Noen direkte fare for forsuring av hovedvassdraget synes ikke å foreligge. De øverste deler av vassdraget synes mest følsomme idet vi her har den laveste alkalitet og bufferevne.

pH- og alkalitetsverdiene ved de fire stasjoner i Gudbrandsdalslågen er en funksjon av nedbørfeltets geologi, hydrologi (bl.a. sur nedbør) og biolog-

iske produksjon (plantenes fotosyntese) og i liten grad påvirket av lokale forurensningsutslipp.

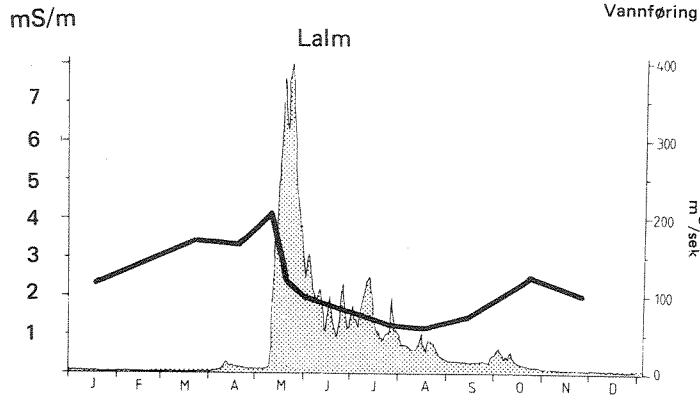
### Konduktivitet og hovedkomponenter

Vannets konduktivitet gir et mål for elektrolyttinnholdet, eller enklere, vannets totale saltinnhold. De ioner som fremfor alt er betydningsfulle for vannets saltinnhold, pleier å bli benevnt som hovedkomponenter og omfatter  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  og  $\text{K}^+$  på kationesiden og  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  og  $\text{SO}_4^{--}$  på anionesiden. I enkelte tilfeller påvirkes også konduktiviteten av organiske syrer og hydrogenioner (spesielt i forsurede vann og sure myrvann). Ionene (elektrolyttene) tilføres vannet med nedbøren (dette gjelder særlig  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$  og  $\text{Cl}^-$ ) og ved utlakingsprosesser i nedbørområdet. Vannets ionesammensetning og saltinnhold er således avhengig av faktorer som nedbørens kjemiske sammensetning, de løse jordlagenes og berggrunnens beskaffenhet i nedbørområdet, vannføringsregime, forhold mellom nedbør og avdunsting og bidrag fra menneskelig aktivitet (forurensninger m.m.).

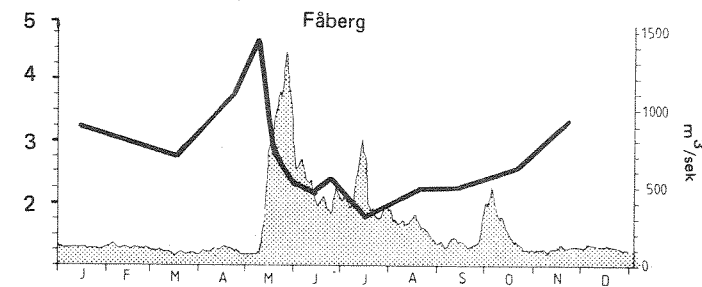
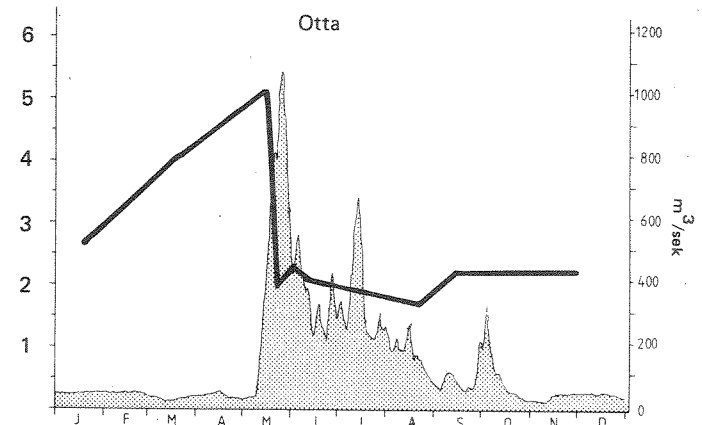
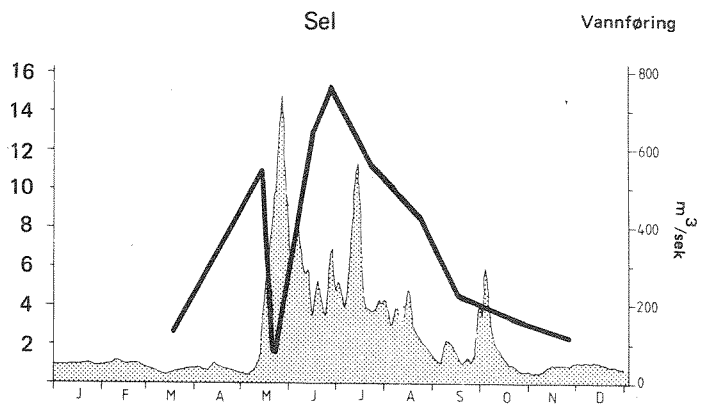
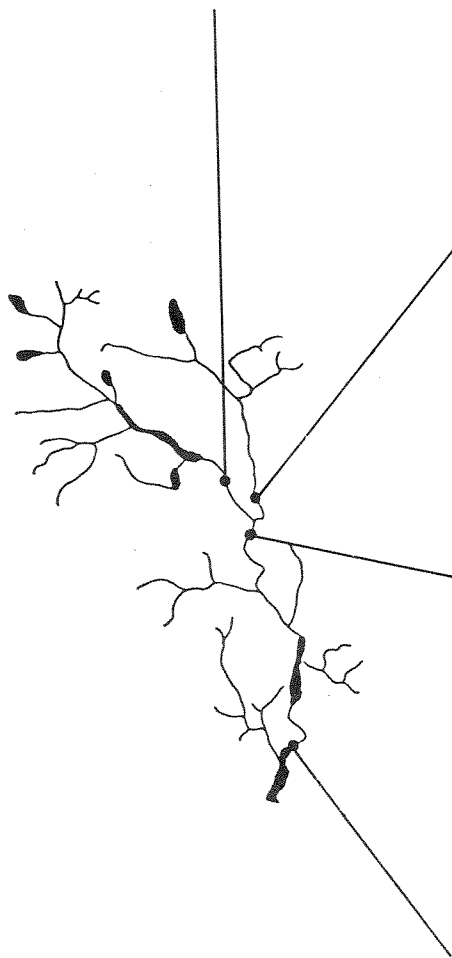
For å gi en generell karakteristikk av et naturvann er saltinnholdet av betydning etter som dette gir informasjon om i hvilken grad en vannforekomst påvirkes av nedbørområdet (fjell, skog, dyrket jord osv.), nedbør og eventuelle forurensninger. Målinger av vannets saltinnhold er spesielt viktig ved vurdering av ionebytte-prosesser og tap av salter fra nedbørfeltet.

Elektrolyttfattig vann finner man i områder hvor nedbørfeltet er bygget opp av harde bergarter. I vannforekomster i skog- og lavlandsområder ligger verdien for konduktiviteten oftest mellom 2 og 4 mS/m. Avrenningsvann fra kalkrike jordbruksområder eller vann som påvirkes av betydelig forurensning, har ofte et elektrolyttinnhold som tilsvarer en konduktivitet på 10-40 mS/m.

Konduktiviteten ved de fire prøvestasjoner i Gudbrandsdalslågen varierer betydelig med verdier fra 1,2-15 mS/m i løpet av året og også mellom de ulike elveavsnitt. Størst saltinnhold har Lågen ovenfor samløp Otta.



Variasjoner i ledningsevne under året ved de fire prøvetaingsstasjoner.



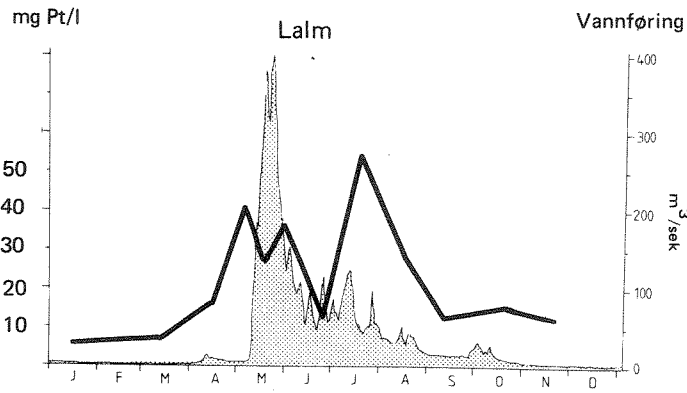
At en finner store variasjoner i vannets saltinnhold er naturlig for et så flompåvirket vassdrag som vi her har med å gjøre. Hovedforløpet er at vi finner det høyeste saltinnhold på sen vinteren når grunnvannstilsig og forurensningstilsig gjør seg mest gjeldende og den laveste ved flom om sommeren når ionefattig smeltevann fra høyfjellet dominerer vannføringen. Dette hovedmønster gjelder Gudbrandsdalslågen nedstrøms samløp med Otta (stasjonene Fåberg og nedenfor Otta) og selve Ottavassdraget (stasjon Lalm).

Stasjon	Parameter mg/l	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>
Fåberg		2,8	0,5	0,8	0,5	13,0	3,3	0,8
N. Otta		4,5	0,8	1,0	0,7	14,1	5,4	1,2
Sel		10,5	1,4	1,9	1,8	10,0	9,0	2,2
Lalm		2,5	0,4	0,8	0,6	8,2	2,9	1,0

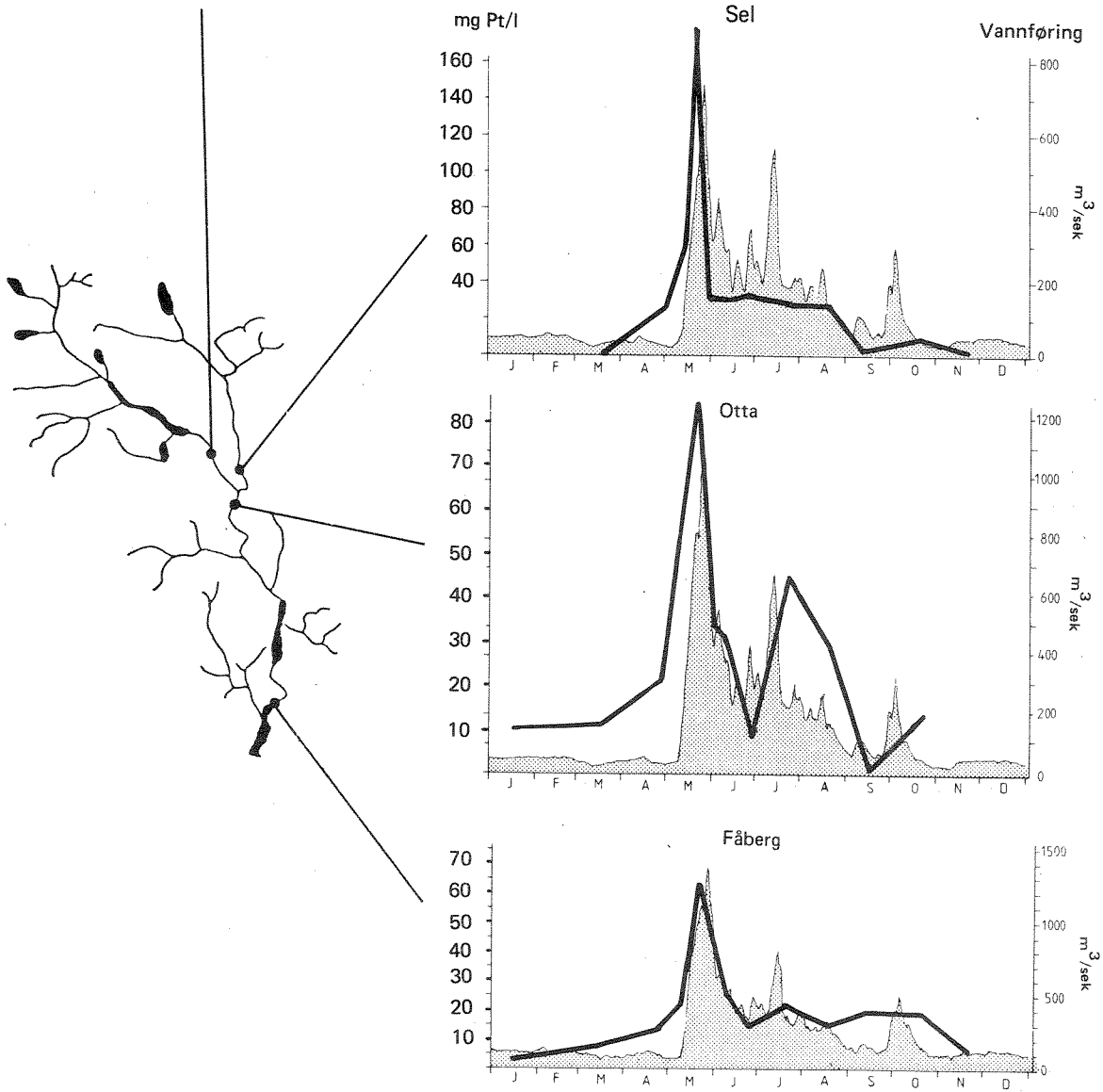
Lågen oppstrøms Otta (stasjon Sel) som i mindre grad påvirkes av høyfjellsavsmeltingen, har et avvikende mønster. Her foreligger det saltrikeste vannet under sommerperioden og det saltfattigste i samband med vårflommen. Analyse av hovedkomponentene er bare utført ved prøvetakingstilfellet i mars i samband med lavvannføring. Ved samtlige stasjoner var Ca<sup>++</sup> på kationsiden og HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> på anionsiden det dominerende ioneparet. Ca<sup>++</sup>-innholdet varierte fra 2,3 mg/l ved stasjon Lalm i Ottavassdraget til 10,5 mg/l ved Sel i Lågen ovenfor samløp med Ottavassdraget. Dette er i samsvar med de verdier som er målt for konduktiviteten og viser at vassdraget har bløtt vann. Det saltrikeste vannet foreligger i vassdraget ovenfor samløp med Ottavassdraget.

### Farge

Vannets farge forårsakes av flere faktorer, så som egenfarge, oppløste stoffer i vannet, suspenderte partikler, fluorescenseffekter og refleks fra bunnen hvis dypet ikke er for stort. Av disse faktorene er det de oppløste stoffene og suspenderte partiklene som har størst betydning. Overflatevann inneholder ofte større eller mindre mengder fargede substanser. Disse tilføres til dels fra nedbørområdet, dels er de et resultat av nedbrytning av planter og dyr som produseres i vannforekomstene. Humusstoffene som i form



Årlig variasjon i fargeverdier ved de fire prøvetakingsstasjoner.





av sure kolloider av organisk natur, blir tilført innsjøene og vassdragene fra skog- og myrområder i omgivelsene, brunfarger vannet i høy grad.

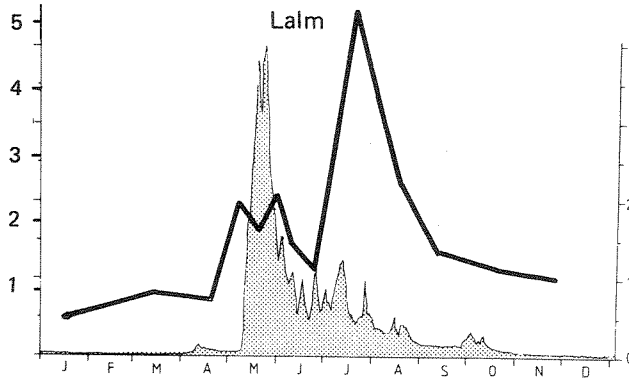
Innsjøer og vassdrag som får tilført store mengder breslam, blir sterkt påvirket av slampartikler, og vannet får en grønnaktig farge. Erosjonsmateriale fra leiområder gir vannet et grumset og gråaktig utseende. I humusfargede vann spiller også pH-forholdene en viss rolle, da lave pH-verdier gir en svakere brunfarge enn høye.

For vannets plante- og dyreliv, spesielt for de lyskrevende plantene, har vannfargen stor betydning etter som lysforholdene (siktedypet) raskt blir redusert når vannfargen øker. Derved minker den produktive del av vannmassene og bunnflaten. Sterkt brunfargede vannforekomster er derfor i alminnelighet lite produktive.

Fargen på vannet gir informasjon om vesentlige egenskaper ved vannet med hensyn til lysforhold, omsetningstid, humusinnhold, produksjon m.m. Særlig ved regionale undersøkelser er fargestyrken en betydningsfull faktor ved karakterisering av innsjøer og vassdrag. Vann med høy fargeverdi passer dårlig til drikkevann og industrivann (misfarger bl.a. massen ved celluloseindustrien osv.)

Vannfargen i Gudbrandsdalslågen varierer betydelig i løpet av året med de laveste fargetall under lavvannsføringen om vinteren og de høyeste ved flom om våren og forsommeren. Ser en bort fra i flomperiodene har vannet lavt fargetall med verdier i området 0-20 mg Pt/l. Høyeste fargetall ble notert ved stasjon Sel i Lågen oppstrøms samløp med Ottavassdraget der verdien overstiger 100 mg Pt/l i samband med vårflommen. Her gjør erosjonsmaterialet fra selve dalføret seg mer gjeldende enn i vassdraget nedstrøms samløpet med Otta samt i selve Ottavassdraget der breslampåvirkningen fra breene bidrar med hoveddelen av erosjonsmaterialet. Breslammet gir imidlertid ikke så kraftig fargetilskudd som bidrag fra humus, jord og leirpartikler. Til tross for den markerte grå til grønnaktige farge som karakteriserer vassdraget om sommeren, slår dette ikke så kraftig ut på fargetallene uttrykt som mg Pt/l.

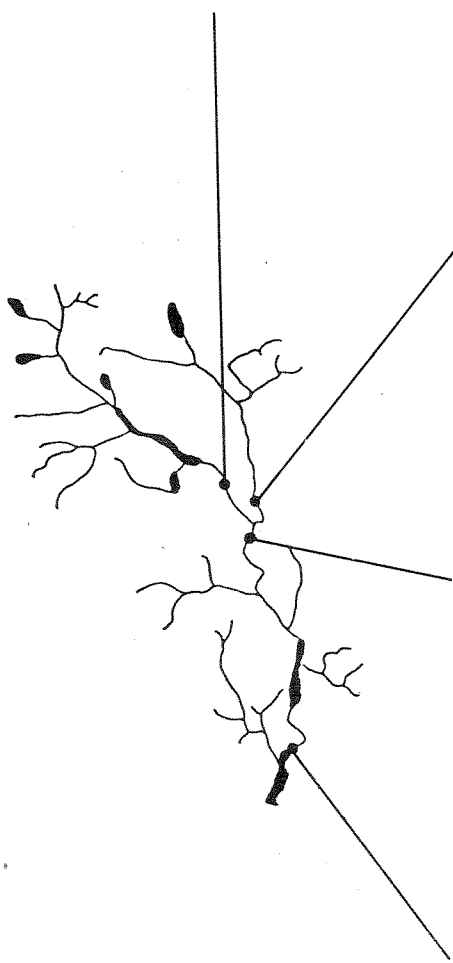
FTU



Vannføring

m<sup>3</sup>/sek

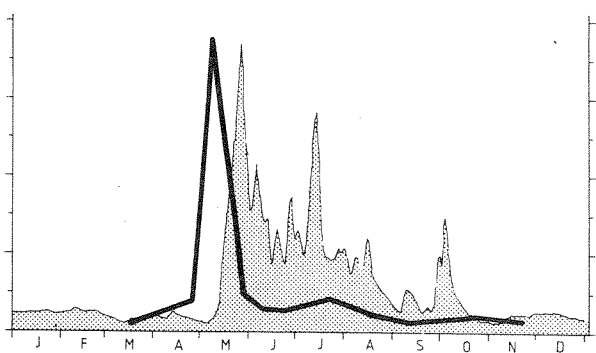
Årlig variasjon i turbiditetsverdier ved de fire prøvetakingstasjoner.



FTU

16  
14  
12  
10  
8  
6  
4  
2

Sel

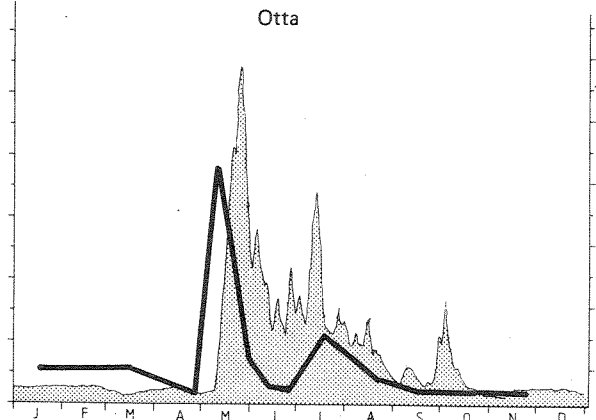


Vannføring

m<sup>3</sup>/sek

24  
22  
20  
18  
16  
14  
12  
10  
8  
6  
4  
2

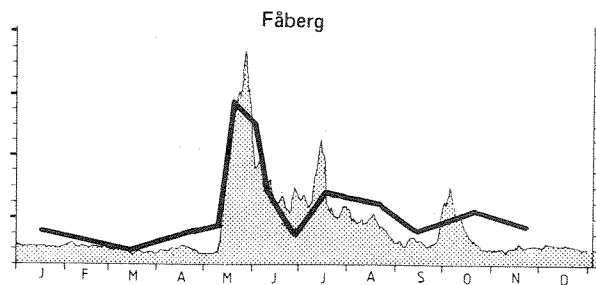
Otta



1200  
1000  
800  
600  
400  
200  
0

4  
3  
2  
1

Fåberg



1500  
1000  
500  
0

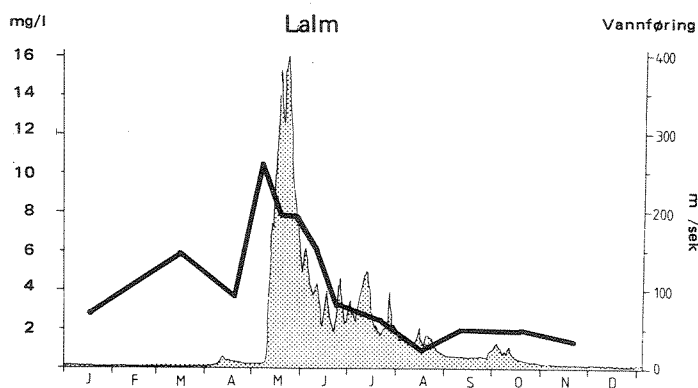
Stasjon	Parameter	Farge mg Pt/l
	Middelverdi	Variasjonsbredde
Fåberg	22	2 - 61
N. Otta	29	3 - 86
Sel	35	0 - 175
Lalm	25	5 - 54

### Turbiditet

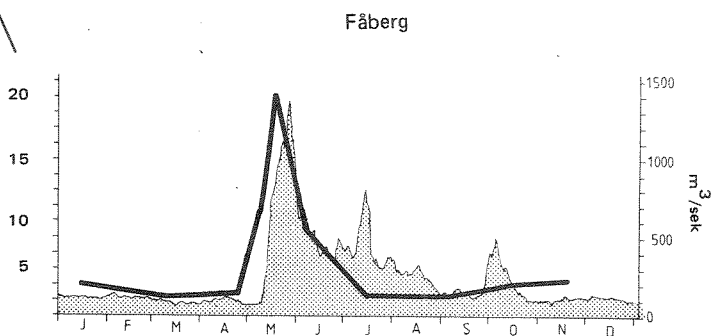
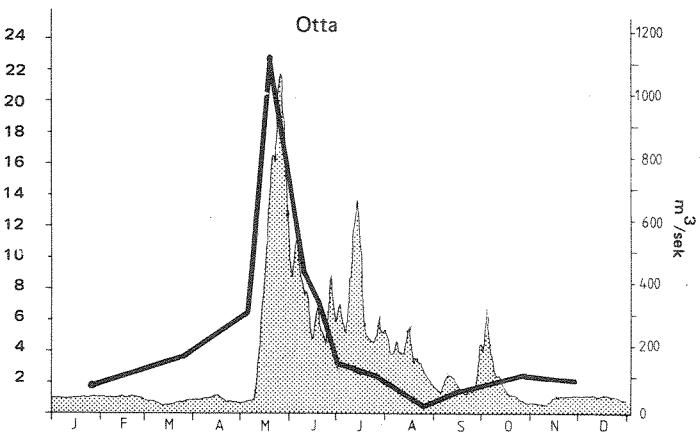
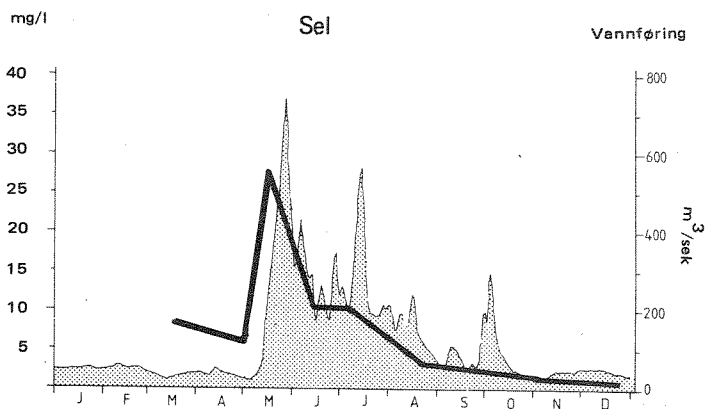
Turbiditet er uttrykk for vannets evne til å spre lyset (gjennomskinnelighet) og er direkte forårsaket av suspenderte partikler i vannmassen, som sand-, leire-, jordpartikler samt diverse partikulært organisk stoff. Jo mer uklart vannet er, jo høyere blir turbiditeten. Normalt finner en verdier nær null i naturlige vannforekomster, når vannet ikke blir påvirket av partikulært materiale (leire, breslam osv.) som særlig skjer ved stor vannføring og ved kraftig nedbør.

I likhet med vannets farge bidrar høy turbiditet til at lysforholdene forverres med liten eller ingen planteproduksjon som resultat. Videre tilslammes bunnen lett. Disse faktorene påvirker plante- og dyrelivet. I enkelte tilfeller kan plante- og dyrelivet på bunnen dø helt ut hvis partikkelinnholdet i vannet blir for stort (f.eks. ved slam fra gruver). Fiskens gytemuligheter begrenses, og den får vansker med å finne næring.

I et så flom- og brepåvirket vassdrag som Gudbrandsdalslågen varierer turbiditeten kraftig under året, og i Gudbrandsdalslågen finner vi de høyeste verdier i samband med vårflommen og flomtoppene utover sommeren. I perioder med fallende vannføring, spesielt på sen vinteren, finner vi de laveste tall. På grunn av stor breslamtilførsel utover sommeren er det i første rekke Ottavassdraget (stasjon Lalm) og vassdraget nedstrøms samløp med Otta som har høye turbiditetstall. Ovenfor samløp med Otta (stasjon Sel) er perioder med høy turbiditet mer konsentrert til våravsmeltingen og selve vårflommen. Stor tilførsel av erosjonspartikler fra omkringliggende jorder gir også høye turbiditetsverdier. Det til tider turbide og breslamrike vannet setter helt sitt preg på berørte deler av vassdraget og har stor betydning for de biologiske forhold både når det gjelder produksjon og produksjonsstruktur.



Variasjonsmønsteret for org. stoff (KMnO<sub>4</sub>) under året ved de fire prøvetakingsstasjonene.



Parameter : Turbiditet FTU

Stasjon	Middelverdier	Variasjonsbredde
Fåberg	1,2	0,4 - 2,8
N. Otta	3,5	1,1 - 15,0
Sel	2,7	0,3 - 15,0
Lalm	1,9	0,7 - 5,2

#### Kaliumpermanganatforbruk, $\text{KMnO}_4$

Kaliumpermanganatforbruket i en vannforekomst gir et relativt bilde av innholdet av organisk substans. Normalt regner en med at ca. 40% av det totale organiske stoffinnhold oksyderes ved denne metodikk. En hel del organiske stoffer brytes ned både kjemisk og biologisk, men enkelte substanser oksyderes bare kjemisk og andre bare biologisk. Som eksempel på substanser som i stor grad nedbrytes kjemisk, kan nevnes humusstoffene, i innsjøer og vassdrag som ligger i myr- og skogområder. En direkte forbindelse mellom vannets farge og permanganatforbruk foreligger derfor vanligvis. Når forholdet

$$\frac{\text{KMnO}_4 \text{ mg/l}}{\text{mg Pt/l}}$$

klart overskrider 1, påviser dette som oftest mer eller mindre unormal belastning av ufargede, organiske stoffer (forurensning).

En vannforekomst tilføres organisk substans på to måter, dels ved planktonets og andre levende vannorganismers omsetning av plantenæringsstoffer samt ved nedbrytning av levende organismer, og dels fra nedbørfeltet ved tilførsel av diverse organisk materiale så som humus, løv m.m.

I naturvann foreligger den frie organiske substans først og fremst i løst og i kolloidal form. En kjenner lite til det organiske materialets betydning for organismelivet, organismenes stoffomsetning og produksjonskapasitet. Normalt finner en permanganatverdier fra 0-40 mg  $\text{KMnO}_4$ /l i våre upåvirkede naturvann, med de høyeste verdiene i humusrike vannforekomster. Høye verdier tyder oftest på stor organisk belastning (forurensning) med

medfølgende oksygenforbruk. Permanganatverdien har derfor betydning ved studier og kartlegging av forurensningsutslipp av organisk stoff fra industri, jordbruk og kommunalt avløpsvann. Drikke- og industrivann bør ikke ha verdier som overstiger 40 mg  $\text{KMnO}_4$ /l (dvs. ca. 10 mg O/l).

Permanganattallet dvs. den organiske belastning i Gudbrandsdalslågen varierer med årstiden og en finner de høyeste verdier i samband med våravsmeltingen og vårflommen når elven tilføres betydelige mengder erosjonsprodukter fra selve dalgangen og omkringliggende jorder. Laveste verdier foreligger som regel på ettersommeren og senvinteren når en i det første tilfelle har stabilt vegetasjonsdekke og i det andre tilfellet frossen mark som hindrer erosjon. Dette hovedmønsteret finner vi igjen ved samtlige prøvetakingsstasjoner i 1981. Den organiske belastning øker mot hovedvassdragets øvre del med de høyeste verdier for  $\text{KMnO}_4$ -forbruket ved stasjon Sel med verdier >20 mg/l i samband med vårflommen. Ottavassdraget er minst berørt med høyeste verdi rundt 10 mg/l. Vassdraget er lite humuspåvirket og generelt sett er  $\text{KMnO}_4$ -forbruket lavt. Det er således i første rekke de mineralogene partikler via breslam som påvirker turbiditet og farge (se fig. på side 26).

Parameter :  $\text{KMnO}_4$  mg/l

Stasjon	Middelverdier	Variasjonsbredde
Fåberg	6,5	2,4 - 18,1
N. Otta	6,3	0,3 - 23,0
Sel	9,8	2,2 - 27,8
Lalm	4,5	1,0 - 10,4

#### Næringssalter, nitrogen og fosfor

Næringssalter eller minimumsstoffene som de også kalles, spiller en avgjørende rolle for en innsjøs eller et vassdrags biologiske balanse og stoffomsetning. Økning av næringssalttilførselen (ved forurensning) har derfor i mange av våre naturvann gitt betydelige gjødselseffekter (eutrofiering), først og fremst med planktonalgeoppblomstring (innsjø) og igjengroing (grunne innsjøer, vassdrag) som resultat. Dette er effekter som ofte nedsetter vassdragets verdi som kilde for drikkevann, industrivann og rekreasjonsformål (bad-

ing, fiske). For de fleste ferskvannsføremønstre er fosfortilførselen det viktigste gjødselstoff. Sterkt økende vekst kan medføre tilgrusning og misfarging, lukt- og smaksforringelse, tetting av filtre, biologiske ulemper, forgiftning, sterkt økt oksygenforbruk ved nedbrytning av alger, forandrede lys- og næringsforhold for andre organismegrupper osv.

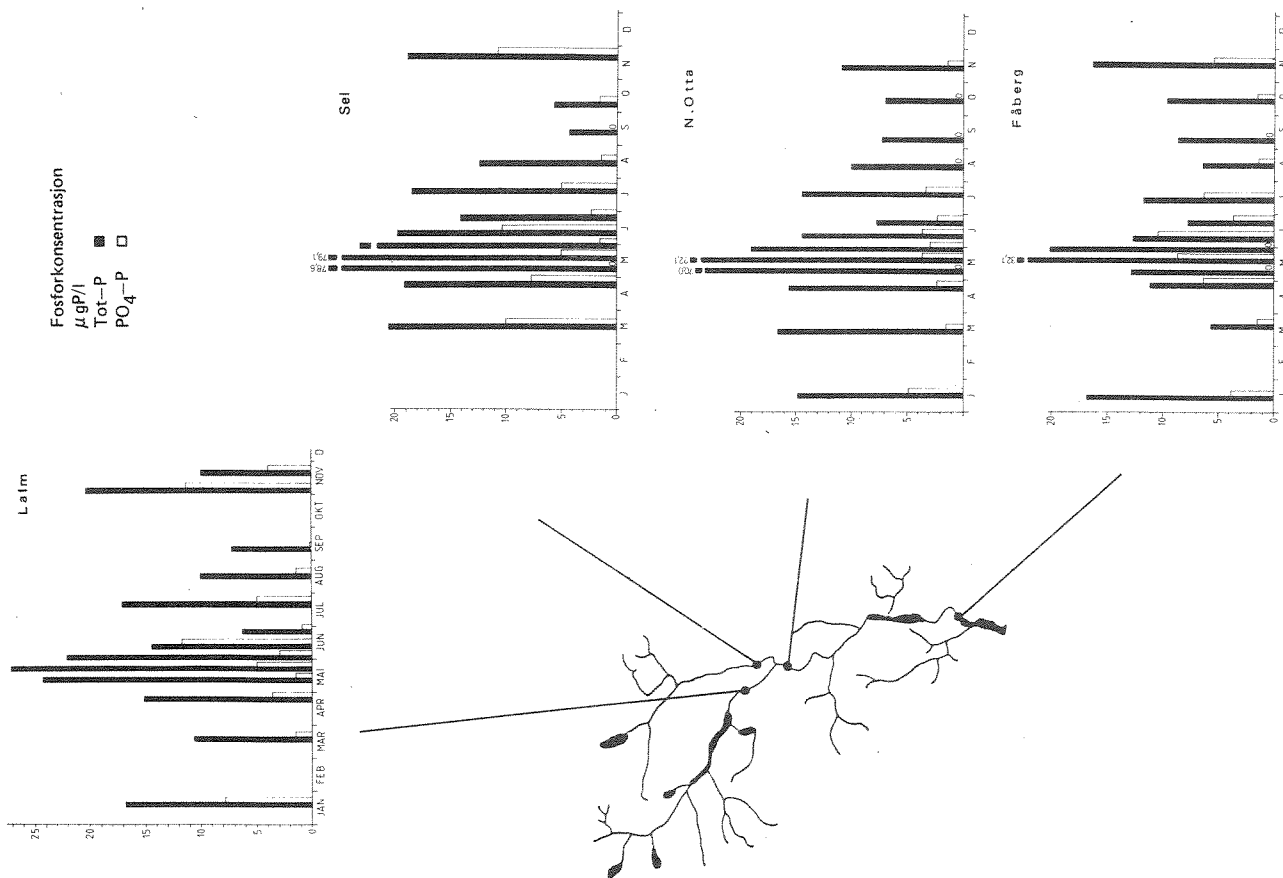
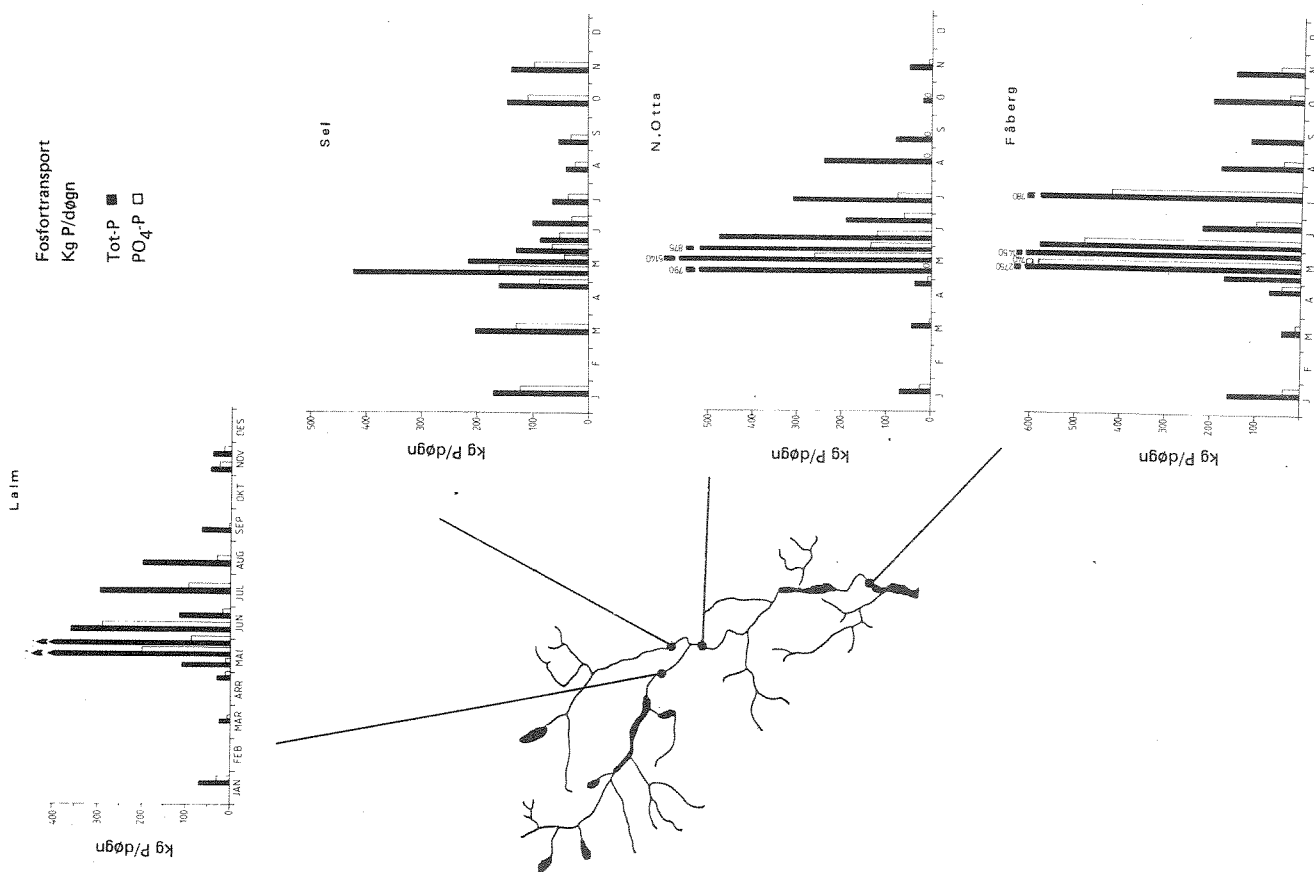
Nitrogen og fosfor i naturvann er nært knyttet til de biologiske og kjemiske prosesser i vannet og slammet og opptrer derved i et flertall fraksjoner (løst og bundet osv.) i det limnologiske kretsløp. Av særskilt interesse er de fraksjoner som er direkte assimilerbare for plantene, nemlig nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) og løst reaktiv fosfor ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ). Innholdet av disse er lavt i produksjonsperioden fordi de opptas av plantene, og høyt i nedbrytningsperioden, samt i de vannsjikt der konstant nedbrytning og mineralisering foregår, f.eks. i hypolimnion i de lagdelte innsjøer.

Ved å få kjennskap til innholdet av nitrat og løst reaktiv fosfor og til totalinnholdet av nitrogen og fosfor, får man derfor både teoretisk og praktisk verdifull informasjon om en innsjø eller et vassdrags produksjonstilstand, produksjonskapasitet, påvirkning og forurensningsbelastning og dens følger.

Nitrogen blir tilført og frigjort i vannmassen og bunnslammet ved nedbrytning av organisk substans. Videre tilføres nitrogen fra nedbøren og ved at enkelte alger (blågrønnalger) og bakterier direkte kan utnytte (forbruke) molekylært nitrogen ( $\text{N}_2$ ). Fosforet kommer fra fosforholdige mineraler (f.eks. apatitt) og er således under naturlige betingelser direkte avhengig av nedbørområdets geologi. I naturvann finner en ofte et forhold på ca. 1 : 25 mellom fosfor- og nitrogenmengden.

### Fosfor

Fosforkonsentrasjonene og fosfortransporten varierer betydelig i løpet av året. Dette har sammenheng med elvens flomkarakter og betydelig tilførsel av til dels apatittrikt erosjonsmateriale fra breavsmeltingen i høyfjellet. En kan også forvente betydelige variasjoner år for år beroende på varierende klimatiske forhold.





Parameter : Fosfor  $\mu\text{g P/l}$

Stasjon	Middelverdier		Variasjonsbredde	
	TOT-P	PO <sub>4</sub> -P	TOT-P	PO <sub>4</sub> -P
Fåberg	13,2	3,8	5,6 - 32,1	0,0 - 10,4
N. Otta	21,5	2,0	6,9 - 72,1	0,0 - 4,8
Sel	24,6	4,3	4,3 - 79,1	0,0 - 10,8
Lalm	15,5	4,4	6,3 - 27,1	0,0 - 11,7

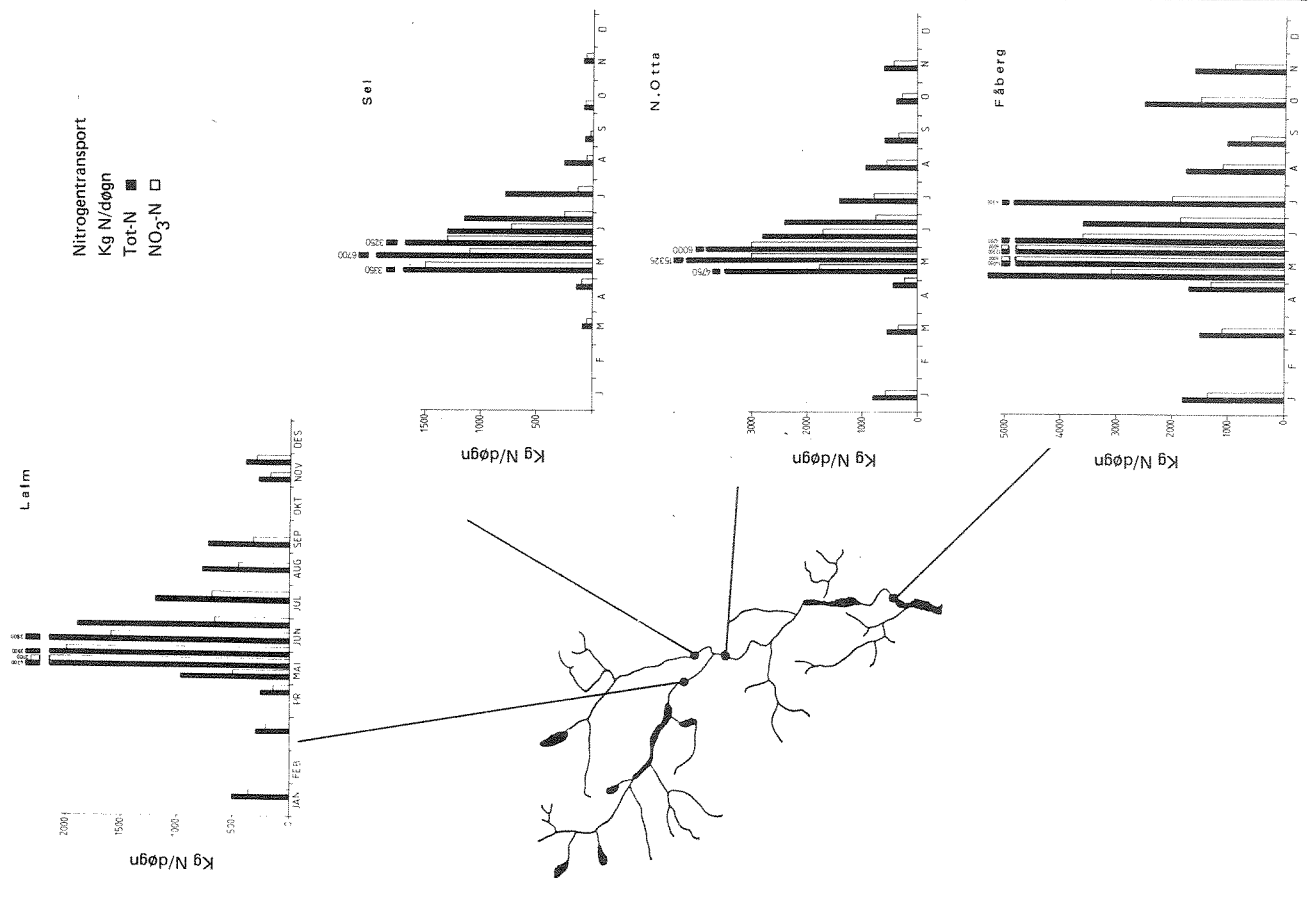
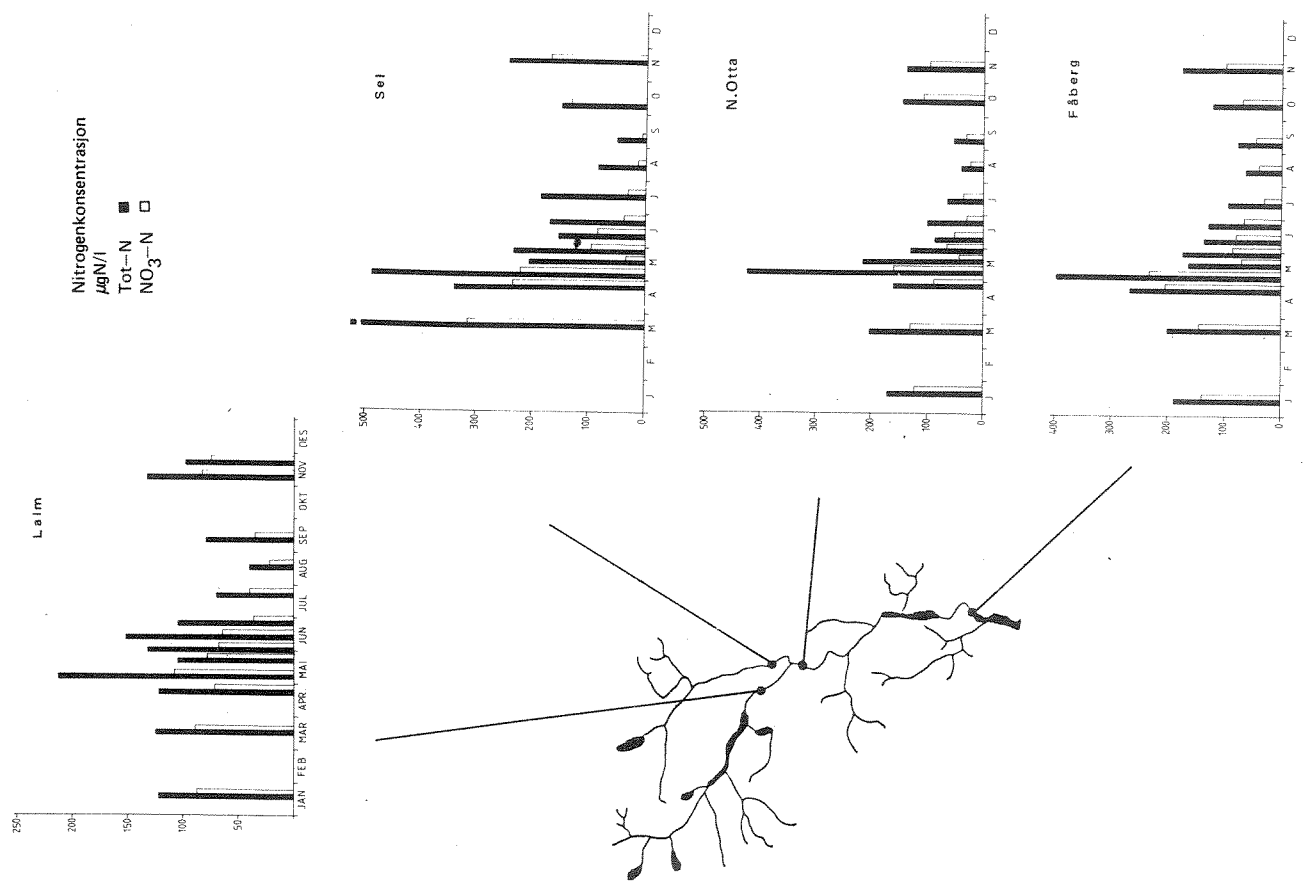
Hovedmønsteret for Gudbrandsdalslågen er relativt sett høye fosforverdier ( $>20 \mu\text{g/l}$ ) i forbindelse med flomperiodene om våren og forsommeren. Da har en også de største fosfortransporter med verdiern  $>500 \text{ kg/døgn}$ . Vintertid ved lavvannføring finner en også høye verdier (ca.  $15 \mu\text{g/l}$ ), men da blir fosfortransporten lav,  $< 100 \text{ kg/døgn}$ . Laveste fosforinnhold finner en som regel under sensommer og høst med verdier  $<10 \mu\text{g/l}$ .

Total årstransport ut i Mjøsa i 1981, beregnet ved stasjon Fåberg, var ca. 100 tonn. I en elv som Gudbrandsdalslågen med store naturlige årlige svingninger som varierer fra år til år, er det vanskelig å avgjøre trenden for det menneskelige bidrag. Det er i første rekke vinter- og senvinterverdiene som kan legges til grunn for en event. trendutvikling da vi da har en periode med små naturlige svingninger.

Tar en utgangspunkt i disse verdier finner vi de høyeste tall ved stasjon Sel fulgt av N. Otta, Lalm og Fåberg. Verdier i området  $15 \mu\text{g P/l}$  og større (tot. fosfor) synes høye, og en må anta at det fortsatt skjer et ikke ubetydelig bidrag fra menneskelige aktiviteter.

### Nitrogen

I likhet med fosforkonsentrasjonen varierer nitrogeninnholdet betydelig i løpet av året. Hovedmønsteret ligner forholdet for fosfor med høyeste konsentrasjon og transport i flomperioden om våren og forsommeren og laveste verdier under  $100 \mu\text{g N/l}$  på sensommer og høst. Stasjon Sel avviker noe med spesielt høye verdier om senhøsten og senvinteren.



Parameter : Nitrogen  $\mu\text{g N/l}$

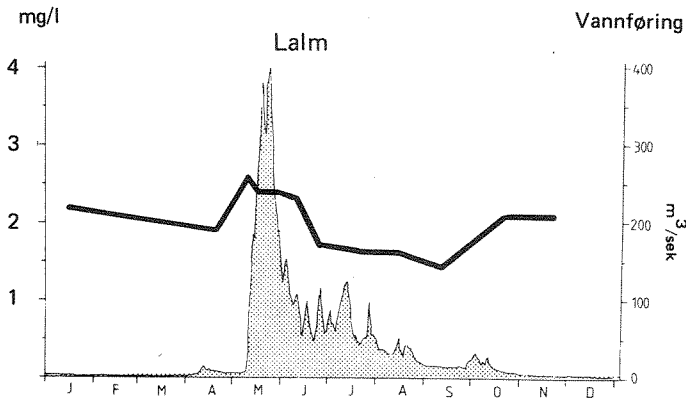
Stasjon	Middelverdier		Variasjonsbredde	
	Tot N	$\text{NO}_3$	Tot . N	$\text{NO}_3$
Fåberg	168	100	63 - 398	40 - 232
N. Otta	148	76	40 - 423	23 - 159
Sel	224	106	51 - 605	7 - 317
Lalm	121	66	38 - 213	22 - 108

Laveste nitrogeninnhold finner en i Ottavassdraget ved stasjon Lalm og høyeste innhold i hovedvassdraget oppstrøms samløp med Otta ved stasjon Sel. En må anta at den største nitrogentilførsel fra menneskelige bidrag til Gudbrandsdalslågen skjer i samband med vårmeltingen (utvasking fra dyrket mark) dvs. i tidsperioden den naturgitte tilførsel er spesielt stor. Den relativt sett høye konsentrasjonen under vårvinteren ved Sel må imidlertid ses i samband med mer direkte forurensningsbidrag.

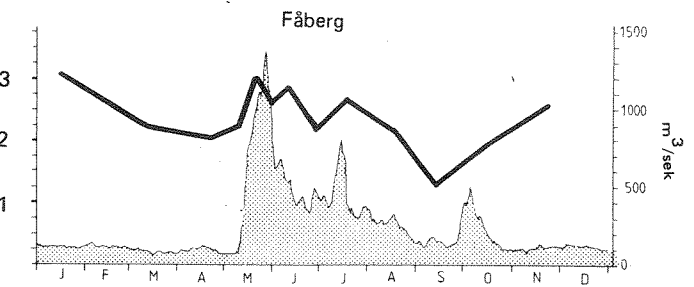
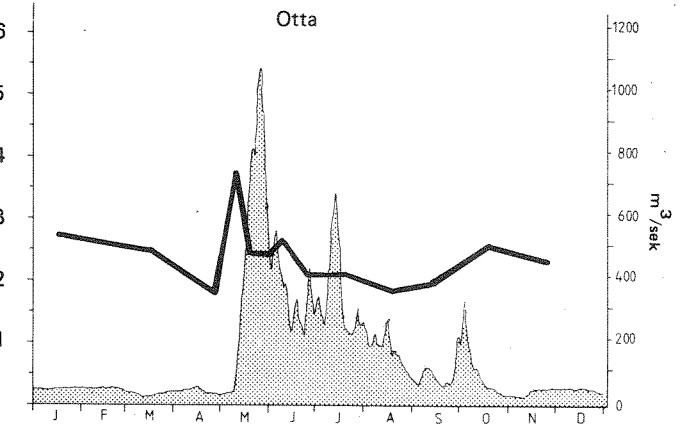
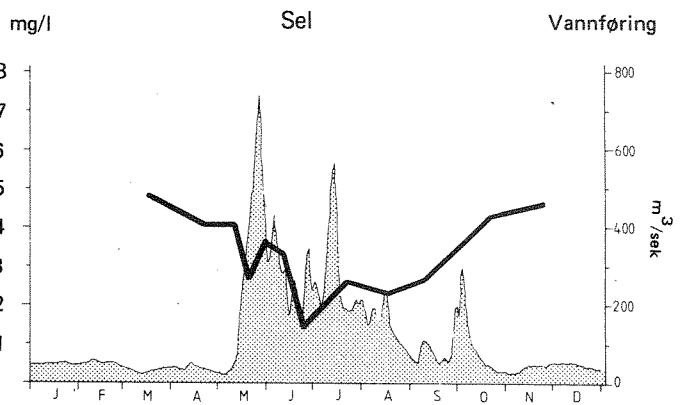
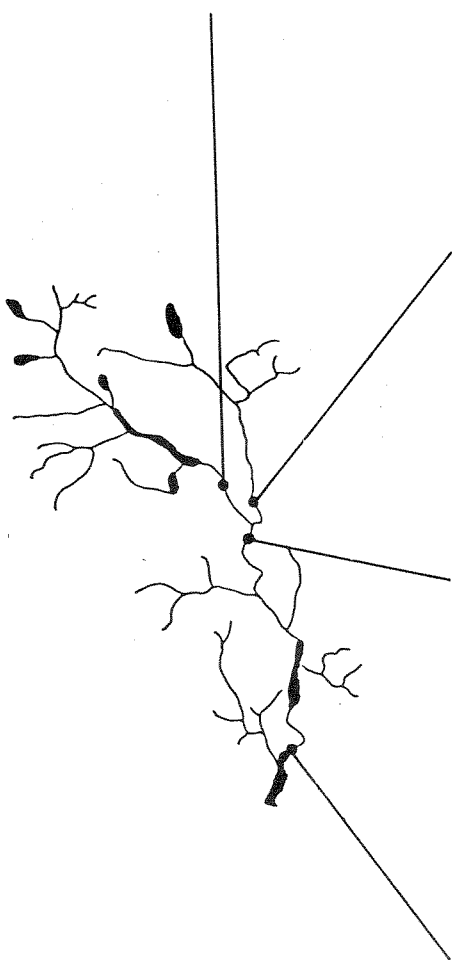
Totalt tilførtes Mjøsa ca. 1100 tonn nitrogen via Gudbrandsdalslågen i 1981. I likhet med fosfortransporten må en regne med store svingninger år fra år.

#### Silisium

Til tross for at silisium er et av de vanligste elementer i jordskorpen, finnes det i små mengder i vann. Dette forklares ved at silisium er meget tungtløselig. I vann forekommer silisium som svake syrer, og sannsynligvis foreligger størsteparten i naturvann hovedsakelig som silisiumdioksyd ( $\text{SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ ) som lett går over i kolloidal form. Innholdet av løst silisium i innsjøer og vassdrag varierer i regionalt henseende. Vannets silisiuminnhold har biologisk betydning etter som de fleste skallbyggende organismer direkte er avhengig av dette. Dette gjelder spesielt for kiselalgene (diatomene) som er ytterst viktige for næringsomsetningen i våre vassdrag. De planktoniske kiselalgene opptreer først og fremst vår og høst, og silisiuminnholdet er derfor oftest betydelig lavere i disse perioder på grunn av at algene tar opp silisium.



Variasjonsmønsteret for silisiuminnholdet under året, ved de fire prøve-takingsstasjonene.



Det er således hovedsakelig ved produksjonsbiologiske studier en er interessert i vannets silisiuminnhold. Når en vannforekomst tilføres sekundære forurensninger i form av andre viktige næringssalter, er nettopp silisiuminnholdet en faktor som kan bli produksjonsbegrensende for kiselalgene, og vannets biologiske bufferevne kan radikalt forandres.

Silisiuminnholdet i Gudbrandsdalslågen er størst i hovedvassdragets øverste del (stasjon Sel) med verdier opp mot 5 mg/l. Silisiuminnholdet varierer en del i løpet av året med lavere konsentrasjoner like før vårflommen og på sensommer og høst. Dette har sammenheng med lav vannføring og betydelig kiselalgeproduksjon ved disse tidspunkt. Høyere verdier foreligger som regel under flomperioder i samband med at silisiuminnholdig erosjonsmateriale tilføres vassdraget.

Parameter : Silisium mg/l

Stasjon	Middelverdier	Variasjonsbredde
Fåberg	2,4	1,4 - 3,0
N. Otta	2,4	1,9 - 3,7
Sel	3,2	1,6 - 4,9
Lalm	2,0	1,5 - 2,5

Silisiumtilførselen via Gudbrandsdalslågen er av stor betydning for Mjøsa bl.a. med hensyn til den biologiske bufferevne. Totalt tilførtes Mjøsa via Lågen ca. 18.400 tonn silisium i 1981. Hoveddelen av tilførselen skjedde i samband med vårflommen i mai og ved "Ottaflommen" i juli da en kan ha døgntransporter på omkring 200 tonn/døgn.

### Tungmetaller

#### Jern og mangan

Jern og mangan forekommser i naturvann, dels i oksydert, treverdig form (på det nærmeste uløselig), dels i redusert, toverdig form. Jerninnholdet har interesse fordi det påvirker viktige kjemiske oksydasjonsforløp. F.eks. har jern betydning for vannets innhold av fosfater, ved at treverdig jern binder frigjorte fosfationer i oksygenrikt miljø. Høyt jerninnhold virker

skadelig på fisk og andre organismer, da jernfnokker (jernhydroksyd) kan avsette seg på fiskens gjeller f.eks. og derved kvele fisken. Dette opptrer særlig der jernrikt og surt grunn- eller gruveavløpsvann kommer i kontakt med luft og på den måten oksyderes. Man mener derfor at jerninnholdet i vann som blir brukt ved oppdrett av fisk, ikke bør overstige 0,5 mg Fe/l. I drikkevann bør jern- og manganinnholdet til sammen ikke overstiger 0,3 mg/l. Jern- og manganinnhold som overstiger 1 mg/l, er direkte giftig for et stort antall organismer.

I humusrikt vann er innholdet av totaljern som regel betydelig høyere enn i humusfattig vann; dette skyldes at ferrihydroksydet holdes i kolloidal løsning ved humuskolloidenes "beskyttelsesvirkning" eller ved kompleksdannelse med den.

Analyser av jern og mangan er bare blitt utført ved ett prøvetakingstillelle, mars. Både jern- og manganverdiene var ved dette tidspunkt spesielt lave. Høyest tall for jern forelå ved Fåberg og Nedre Otta og laveste ved Sel. Sel hadde imidlertid høyeste manganverdi (se tabell nedenfor).

Parameter : Stasjon	Fe µg/l	Mn µg/l
Fåberg	40	5,8
Nedre Otta	40	3,0
Sel	20	10,5
Lalm	30	5,6

#### Kobber, sink, bly og kadmium

Tungmetaller er naturlige deler av våre omgivelser og i små mengder er enkelte essensielle for organismens normale funksjon. Når de forekommer i større konsentrasjoner, utgjør de imidlertid forurensningsproblemer via gifteffekt. Giftigheten varierer og bl.a. kobber er kjent som en meget sterk gift for vannorganismer bl.a. fisk. Som gift regnes et stoff som i små mengder innvirker kjemisk på organismer, enten momentant eller etter en tid, på en slik måte at det skader organismenes livsfunksjoner. Et giftstoff kan virke direkte på organismenes kroppsoverflate som gjeller, hud og tarmepitel. Dette skjer vanligvis ved akutt forgiftning. Videre kan giften trenge inn i selve organismen hvor den forårsaker forgiftning, akkumuleres

eller avsetter smak. I kroniske forgiftningstilfeller er dette som regel forløpet.

Det er mange fysisk/kjemiske faktorer som har betydning for et giftstoffs virkning når det kommer ut i vann. Som viktige faktorer kan nevnes: temperatur, pH, oksygeninnhold, hardhet (Ca og Mn), saltinnhold, innhold av organisk stoff og suspendert materiale osv. Hardhet (saltinnhold) virker hemmende på giftigheten av spesielt tungmetaller. Tilstedeværelsen av andre giftstoffer har også betydning. Noen virker antagonistiske, andre additive, atter andre mer enn additivt (synergistisk).

Analyser over konsentrasjonen av kobber, sink, bly og kadmium er bare blitt foretatt ved ett prøvetakingstilfelle, ved lavvannsføring i mars. Samtlige metaller forelå i lave konsentrasjoner (se tabell) og noen direkte indikasjon på tungmetallforurensning forelå ikke på dette tidspunkt.

Stasjon \ Parameter	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l
Fåberg	2,5	0,1	0,5	0,5
Nedre Otta	3,3	0,1	0,6	0,7
Se1	12,0	0,1	0,8	2,1
Lalm	7,7	0,02	0,6	6,7

### 2.3 Biologiske undersøkelser

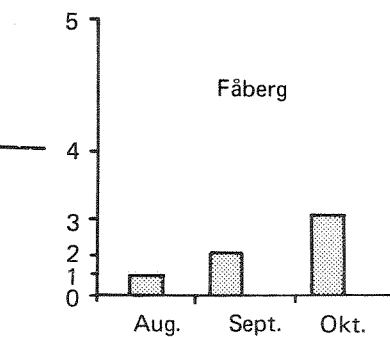
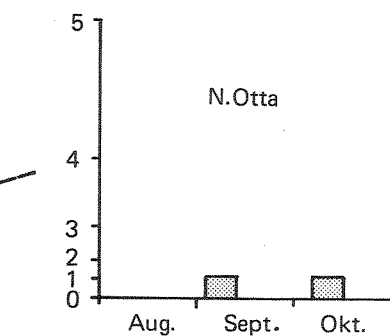
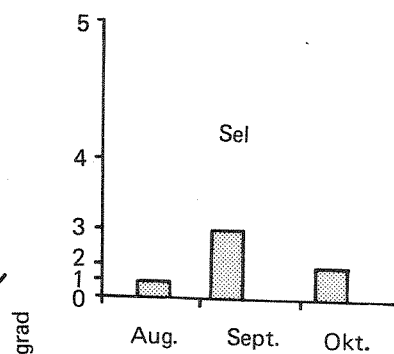
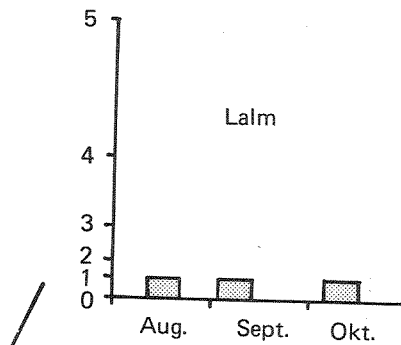
Biologiske undersøkelser har i lang tid inngått i resipientundersøkelser, og som regel har de kvalitative og mer beskrivende undersøkelser dominert. Disse undersøkelser har sin verdi ved at de gir et integrert bilde av forurensningens effekt, noe som er vanskelig å oppnå ved fysisk-kjemiske undersøkelser. Ulempen med disse undersøkelser har vært at man ikke på liknende måte som ved de fysisk-kjemiske undersøkelser, har kunnet kvantifisere og anvende de kvalitative resultatene til stringente prognoseberegninger og trendbeskrivelser.

I den senere tid har de biologiske undersøkelsene fått en mye større betydning ved innføringen av kvantitativ metodikk. Spesielt når det gjelder å

Subjektiv bedømmelse av forekomst av påvekstalger (periphyton).

Subjektiv bedømmelsesskala:

0. Visuelt ingen alger.
1. Enkelte algekolonier eller tråder.
2. Algetråder og algekolonier lett observerbare, men stener og annet substrat for det meste rene.
3. Markert algeforekomst ca. 1/4—1/2 av substratet overgrodd.
4. Kraftig algeutvikling X 1/2 av steiner og annet substrat overgrodd.
5. Masseforekomst av alger. Steiner og annet substrat helt overgrodd.





bedømme og kartlegge integrerende langtidseffekter, sekundære forurensnings-effekter og gifteffekter, er de biologiske parametre av sentral betydning.

### Begroing

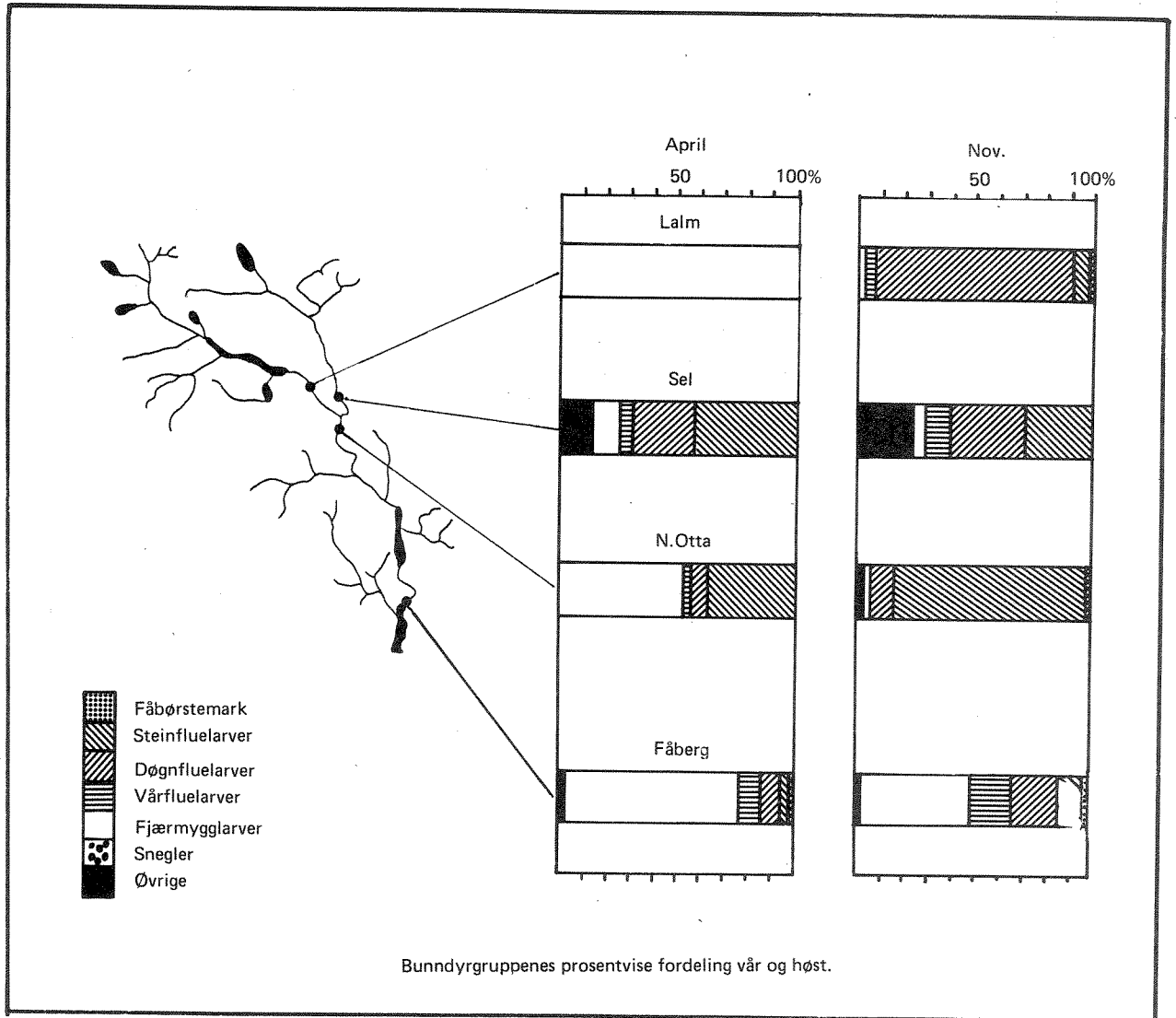
De biologiske forhold i Lågenvassdraget er, særlig hva begroings-samfunnenes sammensetning angår, først og fremst betinget av de naturgitte forhold, mens de mengdemessige forhold til dels kan spores tilbake til en økt nærings-saltbelastning (eutrofiering).

Smeltevannet fra breområdene demper i betydelig grad den biologiske respons på tilførte forurensninger så vel som vassdragets produksjonsevne. Det er således karakteristisk at forurensningspåvirkningen biologisk sett er spesielt markert i perioder med lav vannføring og avtakende brevannspåvirkning (sensommer, høst), mens den så vidt kan spores ved stor vannføring.

Dette har for det første sammenheng med at høy vannføring medfører bedre fortykning av tilførte forurensninger selv i varme, tørre somre når vannføringen i ikkebrepåvirkede vassdrag er ekstremt lav. Smeltevannet fra breområdene har lav temperatur, og selv om vannet i betydelig grad blir varmet opp nedover i vassdraget, vil temperaturen likevel være relativt lav - noe som også vil virke dempende på den biologiske aktivitet.

På grunn av isbreavsmelting er Otta og Lågen (spesielt nedstrøms samløp med Otta) til sine tider sterkt slamførende (breslam) om sommeren. Slampartiklene har en viss adsorberende evne hva fosfater angår, og dette vil bl.a gjøre fosfatene mindre tilgjengelig for plantevekst. Plantenes vekstkapa-sitet nedsettes ytterligere på grunn av at partikkeltransporten medfører dårligere lystilgang og energitilførsel. Slampartiklenes slipeeffekt demper også vekst og produksjonskapasiteten. Endelig vil det spesielt i stilleflyt-ende partier foregå en viss sedimentasjon og dermed overslamming av bunn-substratet.

Flomtoppene fører til bevegelse og omlagring av sand og grus med utvasking av bunns substratet, og dette nedsetter sterkt vekstmulighetene for høyere vegetasjon, moser og storvokste alger. Samtidig blir småvokste alger (kisel-alger) og organismer som krever rene, oksygenrike bunnområder til tider begunstiget.



Bunndyrgruppenes prosentvise fordeling vår og høst.

Begroingsorganismer, i første rekke bentiske alger (periphyton), er blitt samlet inn tre ganger i perioden august-oktober ved samtlige stasjoner. Den planlagte prøvetakingen i juli kunne ikke gjennomføres på grunn av flom og høy vannstand.

Jevnført med samme tidspunkt i tidligere år var algeforekomsten betydelig redusert. En subjektiv bedømmelse av algeforekomsten på det tidspunkt prøvene ble tatt framgår av figur på side 38.

Ved stasjonene Nedre Otta, Sel og Lalm var det i første rekke et flertall Oedogonium-arter ved siden av Ulotrix zonata dvs. grønnalger, som visuelt dominerte algesamfunnet. Ved Fåberg var også kiselalgen Didymosphaenia geminata fremtredende, spesielt utover høsten. Videre var det her forekomst av Microspora amoena og Mougeotia spp. i september. Blant vanlig forekommende kiselalger (mikroskopiske) ved samtlige stasjoner kan nevnes: Tabellaria flocculosa, Synedra ulna, Achnanthes minutissima og Gomphonema acuminatum.

### Bunndyr

I likhet med begroingssamfunnene var bunndyrsamfunnene i første rekke betinget av de naturgitte forhold og noe større avvik som event. kunne bekrefte en forurensningssituasjon når det gjelder den kvalitative sammensetning foreligger ikke. Bunnfaunamaterialet er blitt samlet inn ved to tidspunkter vår og høst med unntak for stasjonen Lalm, som kom inn senere i programmet, hvor det bare er tatt en høstprøve.

Det er i hovedsak fire grupper som dominerer faunaen, nemlig: Steinfluer, døgnfluer, vårfluer og fjærmygg. De sistnevnte var spesielt rikt forekommende ved vårprøvetakingen. Selv om samtlige prøver ved de fire stasjoner ble samlet inn i strykpartier med til dels liggende stein og grusbunn varierte substratet noe. Dette ga seg utslag i bunnfaunaen som f.eks. ble forskjøvet mot rik forekomst av døgnfluer der det var rik moseforekomst som f.eks. ved stasjon Lalm. Der begroing savnes og hvor det er mer eller mindre rensplyt stein og grusbunn som ved stasjon Nedre Otta, var steinfluene favorisert. Den variasjon som foreligger mellom stasjonene må derfor i første rekke ses i lys av slik substratforekomst. Det er stort sett samme

arter som går igjen som dominante innslag ved de fire stasjoner og blant vanlig forekommende kan nevnes:

Diura nanseni, Isoperla obscura, Amphinemura borealis, A. sulcicollis og Capnia atra blant steinfluene. Baetis rhodani, Heptagenia dalecarlica, Ephemerella aurivillii og E. mucronata blant døgnfluene. Rhyacophila nubila, og Hydropsyche silfrenii/nevae blant vårfluene og gruppen Orthocladiinae (særlig Diamesinae) blant fjærmyggene. Rik forekomst av Capnia sp. ved stasjon Nedre Otta kan spesielt nevnes.

Påvirkningen på bunnfaunasammensetningen av kraftig algebegroing som ble observert tidligere forelå ikke i 1981, og dette må ses i sammenheng med mindre algeforekomst i de senere år. For øvrig samstemmer resultatene med tidligere observasjoner.

## 2.4 Hygienisk-bakteriologiske undersøkelser

### Bakteriologi

Bakteriologiske vannanalyser utføres først og fremst for å bedømme og kontrollere råvann som anvendes til drikkevann og industrivann (innen næringsmiddelindustrienn).

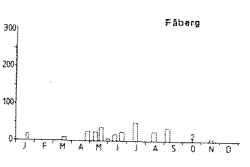
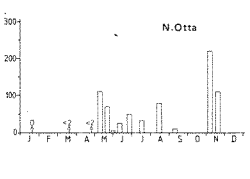
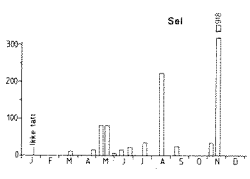
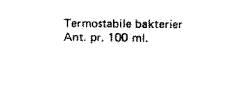
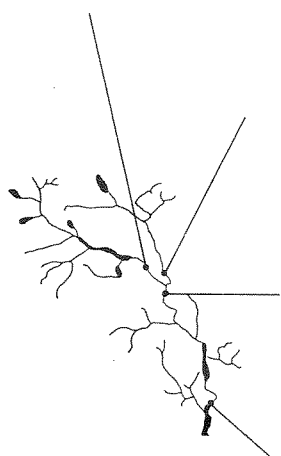
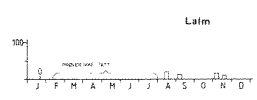
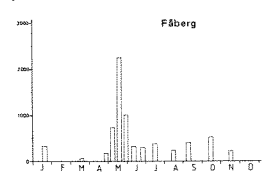
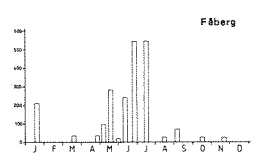
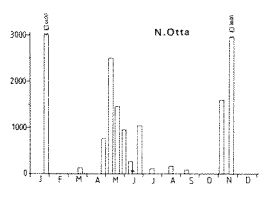
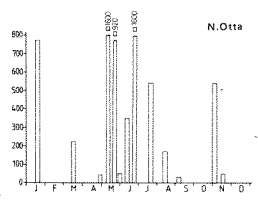
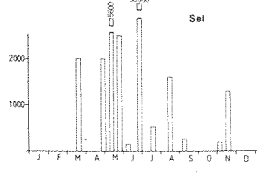
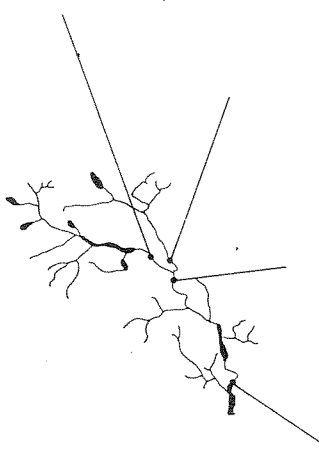
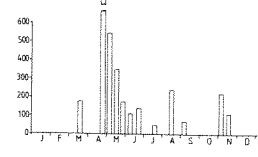
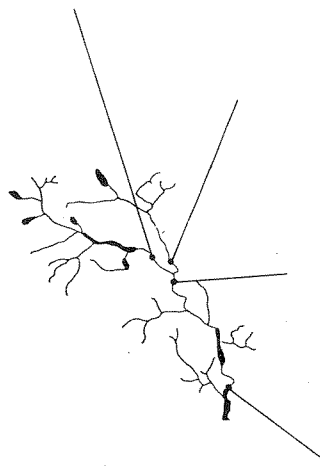
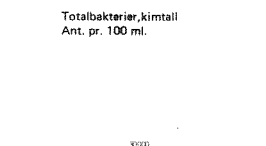
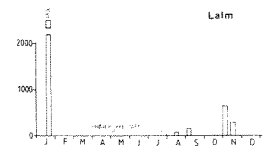
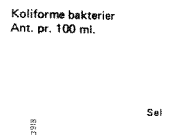
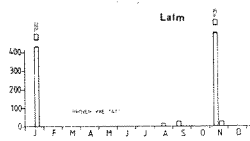
Det er vanligvis tre prøver som utføres ved en hygienisk bedømmelse av et vann, nemlig:

1. Kimtall (ved 20 °C), som gir et mål på antall levende heterotrofe bakterier. Disse bakterier som naturlig finnes i vann, deltar i nedbrytningsprosessene og inngår derfor som en meget viktig komponent i innsjøens eller vassdragets stoffomsetning.

Da disse bakterier er avhengig av innholdet av nedbrytbart organisk stoff og på den måten øker når det organiske stoffinnhold øker, gir de et visst mål på et vanns organiske belastning og biologiske oksygenforbruk. Høye kimtall kan man derfor vente hvor det er spesielle forurensningssituasjoner av organisk natur, likeledes under naturlige forutsetninger etter produksjonsperioder og snøsmeltingsperioder (selv etter kraftig nedbør), når store mengder organisk stoff tilføres og anrikes i vannet.

Siden bakteriene er intimt forbundet med innsjøens eller vassdragets stoffomsetning, er bakteriologiske undersøkelser av stor verdi når det gjelder å bedømme stoffomsetningskapasitet, selvrensningsevne ved belastning osv. i en vannforekomst. Videre kan nevnes at bakteriene er en viktig næringskilde for et flertall vannorganismer.

2. Coliforme bakterier (37 °C) (Escherichia coli og liknende bakterier) påviser forekomst av tarmbakterier fra mennesker og varmblodige dyr, og gir på den måten et mål for fekal forurensning, f.eks. kloakkvann. Testen er imidlertid ikke helt spesifikk, da selv naturlig forekommende bakterier, spesielt jordbakterier fra dyrket mark, kan gi liknende resultat. Dette gjelder særlig ved kraftig nedbør eller ved snøsmelting når store mengder jordbakterier tilføres vannet.
  
3. Termostabile, coliforme bakterier (44 °C, hovedsakelig Escherichia coli) som man her i Norden anser for å gi en temmelig spesifikk indikasjon på fersk fekal forurensning, gir derimot en direkte indikasjon på kloakk/gjødselvannsutslipp og tilhørende næringsalter (fosfor og nitrogen). Ved bedømmelse av drikkevannet er det videre vanlig å bestemme kimtall ved 37 °C, som i vårt klima gir en oppfatning av innholdet av fremmede bakterier av ikke-fekal natur i vannet, f.eks. diverse forråtnelsesbakterier som følger med utslipp fra næringsmiddelindustrier, slakterier osv.



For nærmere å belyse de normer som råder, vises til nedenstående tabell, som er utarbeidet av Statens Institutt for Folkehelse (SIFF).

Vannkilde	Kimtall 37 °C Antall/ml	Fullstendig prøve coli 37 °C Antall/100 ml	Fækale coli, 44 °C Antall/100 ml
Liten brønn, urenset, privat	< 50	Helst < 2 Til nød < 23	Tåles inntil 2 fra enkeltprøver i en serie
Vannverk, urenset, mindre enn 5000 innbygg.	< 50	Helst < 2 Til nød < 23	Tåles ikke
Vannverk, urenset, mer enn 5000 innb.	< 50	< 2 Unntaksv.<10	Tåles ikke
Renset vann	< 50	< 2 Til nød 2	Tåles ikke
Militærforlegninger	< 50	< 2 Til nød 2	Tåles ikke

Bakteriologisk-hygienisk sett er Gudbrandsdalslågen fortsatt til dels betydelig påvirket. Ved samtlige stasjoner er det relativt sett målt høye konsentrasjoner av fekale coli (44 °C) dvs. klar indikasjon på fersk fekal tilførsel via kloakk- og gjødselutslig. De høyeste verdier forelå ved stasjon Sel. Innholdet varierer i løpet av året, og som regel finner en de høyeste tall vår og høst. Dette gjelder spesielt total antall (kimtall) og coli ved 37 °C. Minst påvirket i denne sammenheng var stasjonene Fåberg og Lalm. Ved den sistnevnte forelå dog bare et begrenset prøvetakingsmateriale. Noen indikasjon på at de bakteriologiske forhold er blitt bedre på grunn av de forurensningsbegrensende tiltak som er satt i verk langs vassdraget er ikke blitt dokumentert ved de utførte undersøkelser. Man må dog bemerke at den hygienisk-bakteriologiske parameter er meget følsom og bare en moderat påvirkning kan gi klart utslag.

### 3. LITTERATUR

Holtan, H. 1975: Gudbrandsdalsvassdraget, Mjøsa, Vormå.  
Resipientundersøkelser i forbindelse med planlagte  
vassdragsreguleringer 1974-1975.  
A. Resultater og vurderinger. NIVA, Oslo.

Holtan, H. 1980: Vurdering av forurensningssituasjonen og virkninger av  
eventuelle vassdragsreguleringer i Jotunheimen. NIVA, Oslo.

Kjellberg, G. 1981: Forslag til overvåkingsprogram og budsjett for  
Gudbrandsdalslågen, 1982.  
Statlig program for forurensningsovervåking. SFT/NIVA, Oslo.



V E D L E G G

Stasjon Fåberg: Transport av fosfor og nitrogen i 1981

Dato	Vannføring m/s	Transport i kg/døgn			
		Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N
0121	112	160	35	1800	1350
0319	88	40	11	1500	1100
0428	74	70	40	1700	1300
0511	154	170	-	5300	3100
0520	993	2570	740	14000	600
0530	827	1450	-	12300	6000
0610	531	580	480	6200	3600
0624	326	220	100	3600	1850
0714	778	780	420	6300	2000
0816	322	180	40	1750	1100
0909	153	114	-	1030	600
1014	243	200	31	2500	1500
1117	107	150	50	1600	900

Stasjon Nedre Otta: Transport av fosfor og nitrogen i 1981

Dato	Vannføring m/s	Transport i kg/døgn			
		Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N
0121	54	70	25	800	570
0319	30	43	4	525	340
0428	30	40	6	420	230
0511	130	790	-	4750	1785
0520	825	5140	260	15325	3000
0531	530	875	135	6000	3000
0610	380	475	120	2800	1700
0624	280	190	60	2400	725
0714	250	310	75	1400	780
0816	270	240	-	930	540
0909	125	80	-	585	340
1014	30	20	-	380	280
1117	50	50	6	600	420

Stasjon Sel: Transport av fosfor og nitrogen i 1981

Dato	Vannføring m/s	Transport i kg/døgn			
		Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N
0319	1,65	3	1,5	85	44
0428	4,67	8	3	136	95
0511	81,06	538	-	3350	1500
0520	382,07	2550	160	6700	1100
0531	163,91	400	20	3250	1300
0610	99,58	167	90	1300	710
0624	79,17	95	15	1150	250
0714	49,68	78	21	780	130
0816	35,45	37	4	250	45
0909	14,10	5	-	60	8
1014	5,15	2,5	0,5	70	60
1117	3,94	6,3	3,6	80	60

Stasjon Lalm: Transport av fosfor og nitrogen i 1981

Dato	Vannføring m/s	Transport i kg/døgn			
		Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N
0121	48,0	70	30	505	360
0319	27,9	25	4	300	215
0428	24,8	32	8	260	150
0511	52,7	110	7	970	500
0520	464,4	1090	200	4200	3100
0531	342,8	650	85	3900	2000
0610	288,4	360	290	3800	1600
0624	213,0	115	15	1900	660
0714	199,5	295	90	1200	690
0816	236,7	200	30	780	450
0909	106,3	65	-	730	320
1014	24,8	45	25	280	180
1117	47,7	40	15	400	300

Silisiumtransport ved stasjon Fåberg i 1981

Dato	Kons. g/m <sup>3</sup>	Transportmengde: Tonn/døgn
810121	3,0	29,0
810319	2,2	16,7
810428	2,0	12,8
810511	2,2	29,3
810520	3,0	257,0
810531	2,6	185,8
810610	2,8	128,5
810624	2,3	64,8
810714	2,6	174,8
810816	2,1	58,4
810909	1,4	18,5
811014	2,0	42,0
811117	2,6	24,0
		18400

Artsliste over benthiske påvekstalger og moser

<u>Alger</u>	Stasjon	Fåberg	N.Otta	Sei	La1m
Clastidium setigerum Kirchn.		•			
Chamaesiphon curvatus Nordst.		•			
Cyanophanon mirabile Geitler		•			
Phormidium autumnale (Ag.) Gom.		••			•
Lyngbya kuetzingii Schmidle		•			
L. sp. ca 1 u			•	•	•
Tolythrix distorta v. penicillata (Ag.) Lemm.		•			
Stigonema mamillosum (Lyngb.) Ag.		•	•	•	•
Ulothrix zonata (Web. et Mohr) Kütz.		•••	•••	•••	••
Ulothrix sp.		•	•	•	•
Hormidium rivulare Kütz.					
Microspora amoena (Kütz.) Rabenh.		•••	•	••	•
Draparnaldia glomerata (Vauch.) Ag.					
Oedogonium sp.		•••	•••	•••	•••
Bulbochaeta sp.		•			
Nitella opaca				•	•
Mougeotia sp.		••	•	•	•
Zygnema sp.		•			
Spirogyra lapponica (Lagerh.) Lagerh.		•	•	•	•
Gomphonema acuminatum Ehrenb.		•••	•	•	•
Didymosphaenia geminata (Lyngb.) M. Schmidt		•••	••	•	•
Tabellaria flocculosa (Roth.) Kütz.		•••	••	••	••
Ceratoneis arcus (Ehrenb.) Kütz.		•••	•	••	•
Synedra ulna (Nitsch.) Ehrenb.		••	•	•	•
Achnanthes minutissima Kütz.		••	•	•	•
Batrachospermum moniliforme Roth.		•			
<u>Moser</u>					
Jungermania cordifolia					•
Schistidium agassizii			•	•	
Fontinalis antipyretica		•	•	•	•••
Hygrohypnum dilatatum		•			
Hygrohypnum ochraceum			•	•	•
Cephalozia fluitans					•

- Sparsomt forekommende
- Vanlig forekommende
- Rikelig forekommende

Artliste over steinfluelarver, døgnfluelarver og vårfluelarver funnet ved de fire stasjoner Fåberg. N. Otta, Sel og Lalm 1981.

Listen er utarbeidet av J. Brittain.

Steinfluer

*Diura nanseni*  
*Isoperla grammatica*  
*Dinocras cephalotes*  
*Siphonoperla burmeisteri*  
*Taeniopteryx nebulosa*  
*Amphinemura borealis*  
*Amphinemura sulcicollis*  
*Protonemura meyen*  
*Capnia artra*  
*Capnia pygmaea*  
*Capnia* sp.  
*Leuctra* sp.  
*Nemoura* sp.  
*Amphinemura* sp.

Vårfluer

*Rhyacophila nubila*  
*Synafophora nylanderi*  
*Agapetus ochripes*  
*Polycentropus flavomaculatus*  
*Hydrōpsyche silfrenii/nevae*  
*Arctopsyche ladogensis*  
*Agraylea* sp.  
*Micrasema* sp.  
*Limnephinae*

Døgnfluer

*Ameletus inopinatus*  
*Baetis rhodani*  
*Baetis muticus*  
*Heptagenia dalecarlica*  
*Heptagenia sulphurea*  
*Ephemerella aurivillii*  
*Ephemerella mucronata*  
*Caenis horaria*  
*Parameletus* sp.

Gudbrandsdalslågen, relativ forekomst av de vanligste brunnfaunagrupper

	Fåberg				Otta			
	april	1981	nov.	1981	april	1981	nov.	1981
Oligochaeta	5	<1 %	7	1 %	-	-	1	<1 %
Hydracarina	-	-	-	-	-	-	-	-
Plecoptera	44	7 %	71	15 %	346	38 %	510	86 %
Ephemeroptera	56	8 %	96	20 %	89	10 %	66	11 %
Trichoptera	60	9 %	80	16 %	7	<1 %	6	1 %
Coleoptera	-	-	1	<1 %			1	<1 %
Chironomidea	490	74 %	227	47 %	468	51 %	2	<1 %
Simuliidae	3	<1 %	-	-	-	-	-	-
Andre Diptera	3	<1 %	1	<1 %	3	<1 %	10	2 %
Lamellibranchia	3	<1 %	1	<1 %	-	-	-	-
Gastropoda	-	-	1	<1 %	-	-	-	-
Gammarus	-	-	-	-	-	-	-	-
Aseillus	-	-	1	<1 %	-	-	-	-

	Lalm				Sel	
	nov.	1981	april	1981	nov.	1981
Oligocheata	1	<1 %	-	-	-	-
Hydracarina	-	-	3	<1 %	19	10 %
Plecoptera	102	8 %	152	45 %	58	30 %
Ephemeroptera	1075	86 %	84	25 %	61	32 %
Trichoptera	59	5 %	25	7 %	19	10 %
Coleoptera	-	-	14	4 %	16	8 %
Chironomidea	16	1 %	41	12 %	12	6 %
Simuliidae	1	<1 %	1	<1 %	-	-
Andre Diptera	1	<1 %	16	5 %	7	4 %
Lamellibranchia	-	-	-	-	-	-
Gastropoda	-	-	-	-	-	-
Gammarus	-	-	2	<1 %	-	-
Aseillus	-	-	-	-	-	-

Bakteriologiske forhold ved stasjon Fåberg i 1981

Dato	Bakterieforekomst		
	Termostabile /100 ml koliforme	Koliforme /100 ml	Totalbakterier/ml
0121	0	210	350
0319	8	33	60
0428	23	33	180
0511	23	94	720
0520	33	278	2250
0531	5	17	1000
0610	17	240	320
0624	23	542	300
0719	49	542	380
0816	23	23	240
0909	33	70	400
1014	2	23	510
1117	5	23	210

Bakteriologiske forhold ved stasjon N. Otta i 1981

Dato	Bakterieforekomst		
	Termostabile /100 ml koliforme	Koliforme /100 ml	Totalbakterier /ml
0121	0	770	4400
0319	<2	221	160
0428	<2	43	750
0511	109	1609	2500
0520	70	918	1440
0531	5	49	930
9610	26	348	330
0624	49	1609	1040
0719	33	542	110
0816	79	172	230
0909	7	33	180
1014	221	540	1609
1117	109	49	3600



Bakteriologiske forhold ved stasjon Sel i 1981

Dato	Bakterieforekomst		
	Termostabile /100 ml koliforme	Koliforme /100 ml	Totalbakterier /ml
0121	-	-	-
0319	8	172	2000
0428	17	918	2000
0511	79	542	5000
0520	79	348	2500
0531	5	172	5600
0610	17	109	150
624	23	141	30000
0719	33	49	510
0816	221	240	1600
0909	23	70	250
1014	33	221	190
1117	918	109	1300

Bakteriologiske forhold ved stasjon Lalm i 1981

Dato	Bakterieforekomst		
	Termostabil /100 ml	Koliforme /100 ml	Totalbakterier /ml
0121	0	1020	4500
0816	8	13	80
0909	13	21	160
1014	17	1609	630
1117	11	23	290







