

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDERN

O - 71/70

OTTAVASSDRAGET, SJOA OG  
GUDBRANDSDALSLÅGEN

Orienterende fysisk-kjemisk og biologisk undersøkelse

Sommeren 1970

Saksbehandlere:

Cand.real. Hans Holtan og cand.real. Arnfinn Langeland

Rapporten avsluttet: Februar 1971

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	6
1. INNLEDNING	7
2. GEOLOGISKE FORHOLD	8
3. UTNYTTELSE AV OG VIRKSOMHETER I NEDBØRFELTET	10
4. DEN UTFØRTE VASSDRAGSUNDERSØKELSE	11
4.1 Hydrologiske forhold	11
4.2 Undersøkelse og analysemetodikk	16
4.2.1 De enkelte fysisk-kjemiske komponenter	16
4.2.2 Generelle kommentarer til den biologiske del av befaringen	21
4.3 Områder, prøvetakingssteder og prøvetakingsdager	22
4.4 Resultater	27
4.4.1 Område A. Langevatn	27
4.4.2     "    B. Djupvatn	28
4.4.3     "    C. Breidalsvatn	29
4.4.4     "    D. Vulua og Tora	32
4.4.5     "    E. Raudalsvatn og Framrusti	33
4.4.6     "    F. Liavatn og Åstre	35
4.4.7     "    G. Skjøli	37
4.4.8     "    H. Otta fra Heilstuguvatn til Ottavatn	39
4.4.9     "    I. Høydalsvatn	42
4.4.10    "    J. Leirvatn og Leira	44
4.4.11    "    K. Gjuvvatn	46
4.4.12    "    L. Visa	47

INNHOLDSFORTEGNELSE (forts.):

	Side:
4.4.13 Område M. Bøvra	49
4.4.14 " N. Tessevatn og Tessa	50
4.4.15 " O. Vågåvatn	53
4.4.16 " P. Otta fra Vågåvatn til samløp Lågen	59
4.4.17 " Q. Sjoa	61
4.4.18 " R. Gudbrandsdalslågen	63
4.5 Sammendrag av erfaringer og resultater	72
5. FORTSATTE UNDERSØKELSER	76
5.1 Generelle kommentarer	76
5.2 Hydrografiske og hydrobiologiske undersøkelser	78

TABELLFORTEGNELSE:

	Side:
1. Nedbørfeltene til Otta, Sjoa og Gudbrandsdalslågen. Skog, myr og jordbruksarealer samt befolkningstetthet	10
2. Vannføringsforhold på NVE's målestasjoner i vassdrag i Jotunheimen	15
3. Gudbrandsdalslågen, Otta og Sjoa. Prøvetakingssteder og prøvetakingsdager	25
4. Djupvatn. Morfometriske og hydrologiske data	28
5. Breidalsvatn " " " "	30
6. Ottavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater	31
7. Raudalsvatn. Morfometriske og hydrologiske data	33
8. Liavatn. " " " "	35
9. Ottavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater	38
10. " " " "	41
11. Høydalsvatn. Morfometriske og hydrologiske data	42
12. Ottavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater	48
13. Tessevatn. Morfometriske og hydrologiske data	50
14. Ottavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater	52
15. Vågåvatn. Morfometriske og hydrologiske data	53
16. Ottavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater	58
17. " " " "	60
18. Sjoavassdraget. " " "	62
19. Gudbrandsdalslågen. Fysisk-kjemiske analyseresultater	65
20. Benthos i Jotunheimen 1970	69
21. Zooplankton i Jotunheimen 1970	71

FIGURFORTEGNELSE:

	Side:
1. Mjøsa og Vormas nedbørfelt. Geologiske oversiktskart	9
2. Ottavassdraget. Breidalsvatn - Ottavatn. Vannføring (pentademidler) i m <sup>3</sup> /sek. i tidsrommet januar-august 1970	12
3. Bøvravassdraget. Vannføring (pentademidler) i m <sup>3</sup> /sek. i tidsrommet januar-august 1970	13
4. Otta-Sjoa-Gudbrandsdalslågen. Vannføring (pentademidler) i m <sup>3</sup> /sek. i tidsrommet januar-august 1970	14
5. Otta og Sjoa. Stasjoner for innsamling av prøver 1967 og 1970	23
6. Gudbrandsdalslågen. Stasjon for innsamling av prøver 1967 og 1970	24
7. Vågåvatn. Fysisk-kjemiske forhold 8. juli 1970	55
8. Vågåvatn. " " " 20. august 1970	56
9. Gudbrandsdalslågen. Fysisk-kjemiske forhold	66
10. " " " "	67

## FORORD

I april 1970 fikk Norsk institutt for vannforskning (NIVA) en henvendelse fra Statskraftverkene om å påta seg en undersøkelse av vannforekomster i Jotunheimen samt i Otta, Sjøa og Gudbrandsdalslågen i forbindelse med planlegging av reguleringstiltak i området. På et møte hos overingeniør Yngvar Mæhlum den 27. april s.å. ble det bestemt at vårt institutt som en orienterende undersøkelse, skulle foreta to befaringer av området (med innsamling av prøver) i løpet av sommersesongen 1970. Disse befaringer og observasjoner skulle så danne bakgrunnsmateriale for utarbeidelse av et program for en omfattende undersøkelse.

Rapporten som her presenteres, er utarbeidet på grunnlag av de to utførte befaringer, dessuten er observasjonsmateriale som, ble samlet inn i forbindelse med vårt utredningsarbeid for Østlandskomiteén i 1967 benyttet.

Det er under utarbeidelse en litteraturoversikt som omfatter undersøkelser i vannforekomstene i Jotunheimen. Oversikten er ikke medtatt i denne rapport, men vil bli benyttet ved tilrettelegging av de videre undersøkelser.

Det biologiske arbeid er utført under ledelse av cand.real. Arnfinn Langeland, mens undertegnede har utarbeidet den generelle og fysisk-kjemiske del av rapporten.

Oslo, 31. desember 1970

Hans Holtan

## 1. INNLEDNING

Undersøkelsene som det blir redegjort for i denne rapport, omfatter vassdragssystemet Otta, nedre del av Sjoa og Gudbrandsdalslågen nedenfor samløp med Otta.

Vassdragssystemet drenerer i stor utstrekning ubebodde høyfjellsområder - i nord Dovrefjell, i øst Rondane og i vest Jotunheimen.

Otta, med en lengde på 135 km og et nedbørfelt på  $4.150 \text{ km}^2$ , er Lågens største tilløp. Den totale fallhøyde er 733 m, dvs. et midlere fall på 5,4 m pr. km. Sjoa, som forener seg med Lågen ca. 11 km nedstrøms Otta, har en lengde på ca. 100 km og et nedbørfelt på  $1.575 \text{ km}^2$ . Fra Høgvagtjern til samløp Lågen er den totale fallhøyde ca. 1.170 m, dvs. et midlere fall på 11,7 m pr. km. Gudbrandsdalslågen har en lengde på henimot 200 km fra utløp Lesjaskogsvatn til utløp i Mjøsa. Nedbørfelt er  $12.794 \text{ km}^2$  og den midlere fallhøyde ca. 2,5 m pr. km.

De generelle forhold i Gudbrandsdalslågens nedbørfelt er behandlet i instituttets utredning for Østlandskomiteén:

"Vannforsyning og avløpsforhold i Østlandsfylkene

Utredning for Østlandskomiteén 1967

Rapport 1

Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster

Del 2

Gudbrandsdalslågen

Norsk institutt for vannforskning, desember 1967."

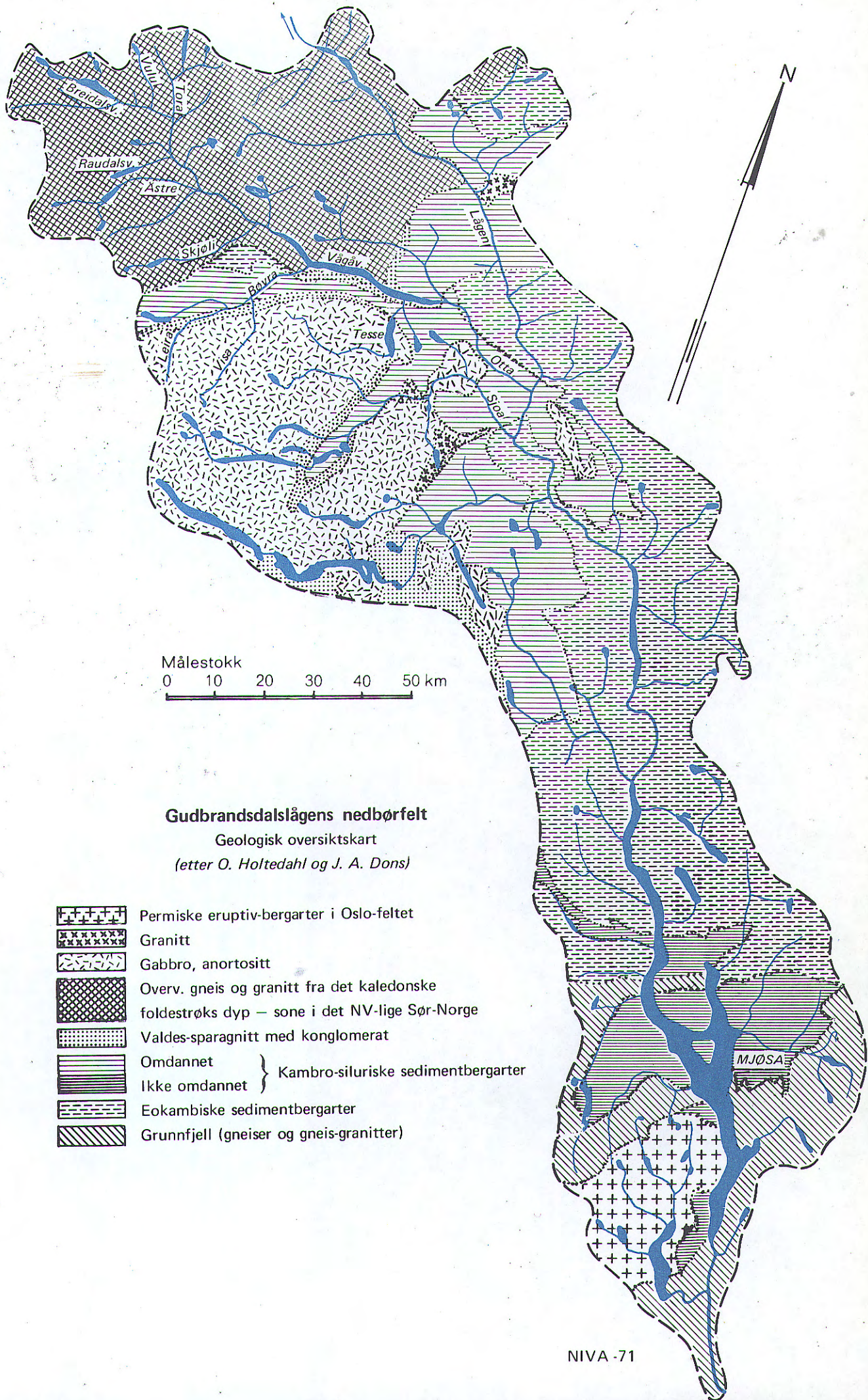
Det kortfattede utdrag om de generelle forhold som er gjengitt nedenfor, er hentet fra nevnte rapport.

## 2. GEOLOGISKE FORHOLD

De geologiske forhold i nedbørfeltet er noe variert (fig. 1). I den nord-vestre del av området hører berggrunnen med til det nord-vestlandske grunnfjellsområde og består av gneiser og andre metamorfe bergarter. I store deler av Jotunheimen støter man på mørke bergarter, gabbroer m.v. som er blitt skjøvet på plass under den kaledonske jordskorpebevegelse. Under dette skyvedekke ligger det et lag med "Valdres-sparagmitt" (sandstein) og dypere ned i lagrekken, kambro-siluriske sedimentbergarter, fyllitter og glimmerskifre. Berggrunnen i selve Gudbrandsdalsområdet består i det vesentligste av omdannede eokambriske og kambrosiluriske sedimentbergarter. De kambrosiluriske sedimentbergarter har under silurtidens jordskorpebevegelse, folding og forskyvningsprosesser blitt gjenstand for metamorfose med krystallisasjonsprosesser. Leirskifrene opptre vesentlig som "glinsende skifre", fyllitter og glimmerskifre. I Rondane og videre nedover til Mjøsa består berggrunnen av sparagmitter (sandsteiner).

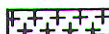

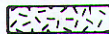



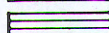
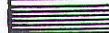
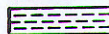
Løsavsetningene i nedbørfeltet har nøye sammenheng med de krefter som har gjort seg gjeldende før, under og etter istidene. Avsetningene består mest av et jevnt dekke av bunnmorene, slik man kan se det f.eks. i slakelien eller oppe på viddene. Iblant kan morenegrus opptre med tydelige hauger eller rygger. Andre steder kan man finne vel markerte rygger som består av lagdelt grus, sand og iblant med stor, steinet grus øverst. Disse rygger er blitt dannet av smeltevannsstrømmer som har avsatt sortert grus eller sand. Enkelte steder kan man også finne terrasseflater i fjellskråningene - disse er blitt dannet ved sedimentasjon i stillestående vann mellom is og fjellskråning. Etter hvert som isen trakk seg tilbake, og landet hevet seg, har elvens erosjonsbasis blitt forandret (senket) med den følge at det rennende vann har gravd seg ned i løsavsetningene. Løsmaterialet har så i sin tur blitt transportert til lavereliggende områder hvor avsetningen til dels har fått stor mektighet.





Målestokk  
 0 10 20 30 40 50 km

**Gudbrandsdalslågens nedbørfelt**  
 Geologisk oversiktskart  
 (etter O. Holtedahl og J. A. Dons)

-  Permiske eruptiv-bergarter i Oslo-feltet
  -  Granitt
  -  Gabbro, anortositt
  -  Overv. gneis og granitt fra det kaledonske  
foldestrøks dyp – sone i det NV-lige Sør-Norge
  -  Valdes-sparagnitt med konglomerat
  -  Omdannet
  -  Ikke omdannet
  -  Eokambiske sedimentbergarter
  -  Grunnfjell (gneiser og gneis-granitter)
- } Kambro-siluriske sedimentbergarter

3. UTNYTTELSE AV OG VIRKSOMHETER I NEDBØRFELTET

Skog, myr og jordbruksarealer samt befolkningstettheten i undersøkelsesområdet går frem av tabell 1.

Tabell 1. Nedbørfeltene til Otta, Sjoa og Gudbrandsdalslågen.  
Skog, myr og jordbruksarealer samt befolkningstetthet.

Område	Områder, km <sup>2</sup> - antall personer					Prosent-befolkningstetthet			
	Tot. nedbørfelt	Jordbr.	Skog	Myr	Antall pers.	Jordbr.	Skog	Myr	Pers. 2 pr. km <sup>2</sup>
Otta	4.150	51	249	9	10.700	1,2	6	0,2	2,6
Sjoa	1.575	14	236	7	1.840	0,9	15	0,4	1,2
Lågen ovenfor Otta	2.074	39	169	4	6.900	1,9	8	0,2	3,3
Lågen ovenfor Vinstra	7.968	125	693	30	22.800	1,6	9	0,4	2,9
Lågen ved Fåberg	11.459	231	1.256	83	39.000	2,0	11	0,7	3,4

Store deler av nedbørfeltet er ubebodde høyfjellsområder. I dalførene er det en del bebyggelse, og her er det flere tettbebyggelser, f.eks. Skjåk, Lom, Vågåmo, Otta, Sjoa, Vinstra, Ringebu m.fl. Jordbruk og skogbruk er viktige næringsveier. Husdyrhold er den viktigste driftsmåte i jordbruket. Industrien i nedbørfeltet er særlig knyttet til landbruket og landbruksprodukter, og både langs Otta, Sjoa og Lågen er det flere meierier, ysterier, fellesanlegg for halmluting o.l. På Otta er det også et større slakteri. Ellers finnes enkelte sagbruk, høvlerier o.l.

#### 4. DEN UTFØRTE VASSDRAGSUNDERSØKELSE

Vassdraget ble delt opp i områder ut fra de geografiske og topografiske forhold. Innenfor hvert av disse områder ble det gjort kjemiske og biologiske observasjoner som beskriver forholdene på en eller flere lokaliteter. Vannprøver for kjemiske analyser er innsamlet på alle lokaliteter. De biologiske observasjoner som ble utført, gir grunnlag for en beskrivelse av hovedtrekkene i utviklingen av vegetasjon og fauna på lokalitetene. Prøvetakingen foregikk på de enkelte lokaliteter hvor det var tydelig strømmende vann.

Vannets temperatur ble målt på samtlige lokaliteter.

De kjemiske og biologiske forhold som ble observert, er nøye avhengig av vannføringsforholdene, og i det følgende avsnitt skal disse kort omtales.

##### 4.1 Hydrologiske forhold

NVE's hydrologiske avdeling har vennligst stilt sitt observasjonsmateriale om vannføringen i en rekke vassdrag i Jotunheimen til vår disposisjon. Vannføringsforholdene i tidsrommet januar-august 1970 fra en del av disse vassdrag er vist i fig. 2, 3 og 4. Vannføringen på de enkelte observasjonsdager er fremstilt i tabell 2.

Som normalt for høyfjellsområder er det store årsvariasjoner i vannføringen i vannløpene i Jotunheimen. Om vinteren er vannføringen i de fleste elver meget liten - enkelte vannløp er praktisk talt tørre på denne tiden. Når avsmeltingen tar til om våren, øker vannføringen relativt hurtig. Snøsmeltingen i lavlandet inntreffer som regel tidligere enn i høyfjellet, og følgelig gjør vårflommen i de lavereliggende vassdrag seg gjeldende tidligere enn i de høyereliggende. Et annet generelt trekk som også har betydning, er at vannføringen i vannløp som drenerer breområder, varierer meget sterkt med lufttemperaturen og værforhold forøvrig. Sammenlikner man vannføringen på de to observasjonsdager (7. juli og 20. august) i f.eks. Tora og Visa, som begge drenerer høyfjellsområder, viser det seg at vannføringen i Tora var langt den største den 7. juli, mens vannføringen i Visa

Fig.2

Ottavassdraget - Breidalsv. - Ottav.

Vannføring (pentademidler) i m<sup>3</sup>/sek. i tidsrommet januar - august 1970

Prøvetakningsd. er avmerket

Skjöli - - - Tora — Fredriksvatn - · - · -

m<sup>3</sup>/sek.

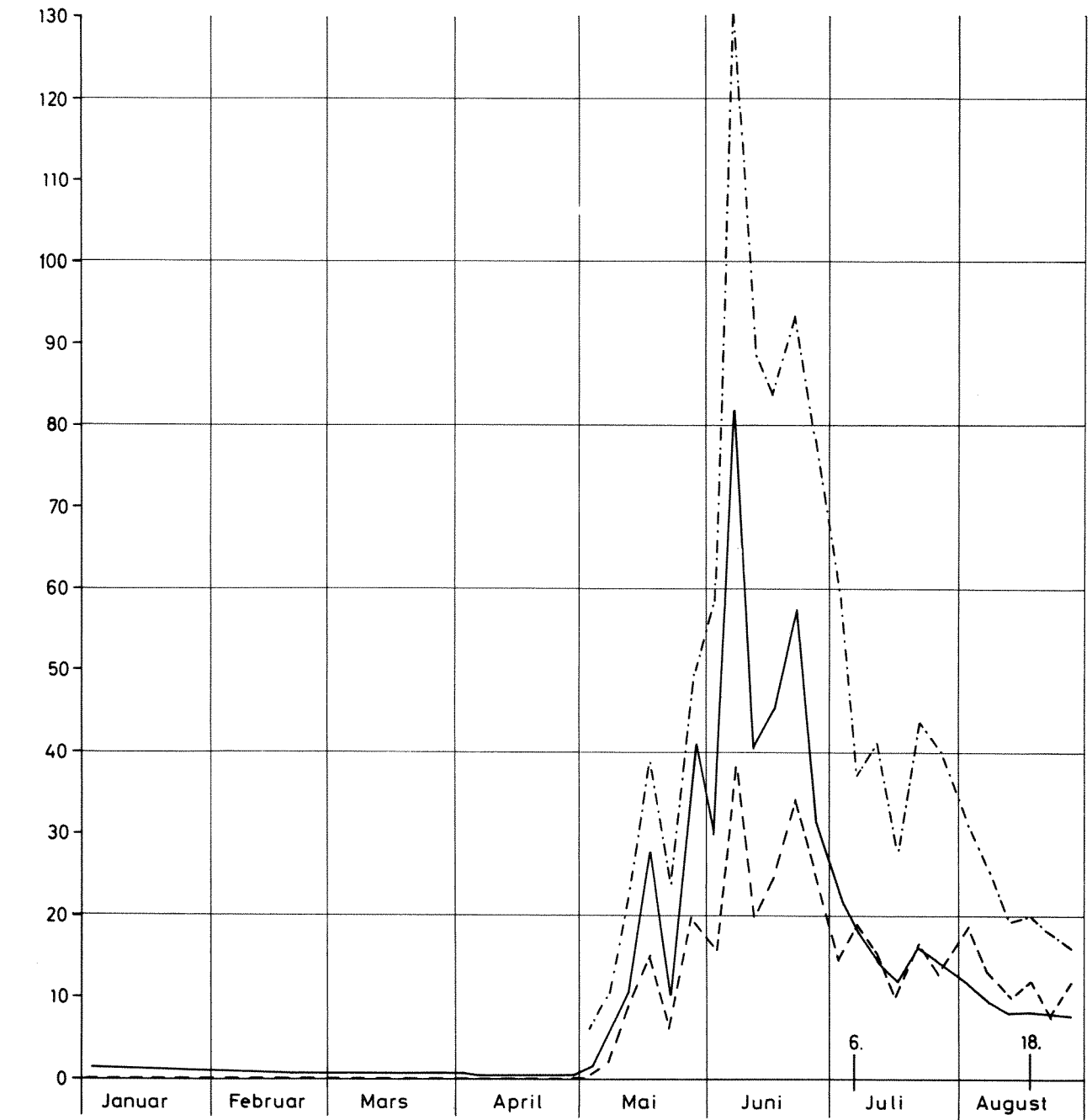


Fig.3

Bövravassdraget

Vannføring (pentademidler) i m<sup>3</sup>/sek. i tidsrommet januar - august 1970

Prøvetakningsd. er avmerket

Leira v/Elveseter - - - Bövra v/Brustuen — Bövra v/Aksten - - - -

m<sup>3</sup>/sek.

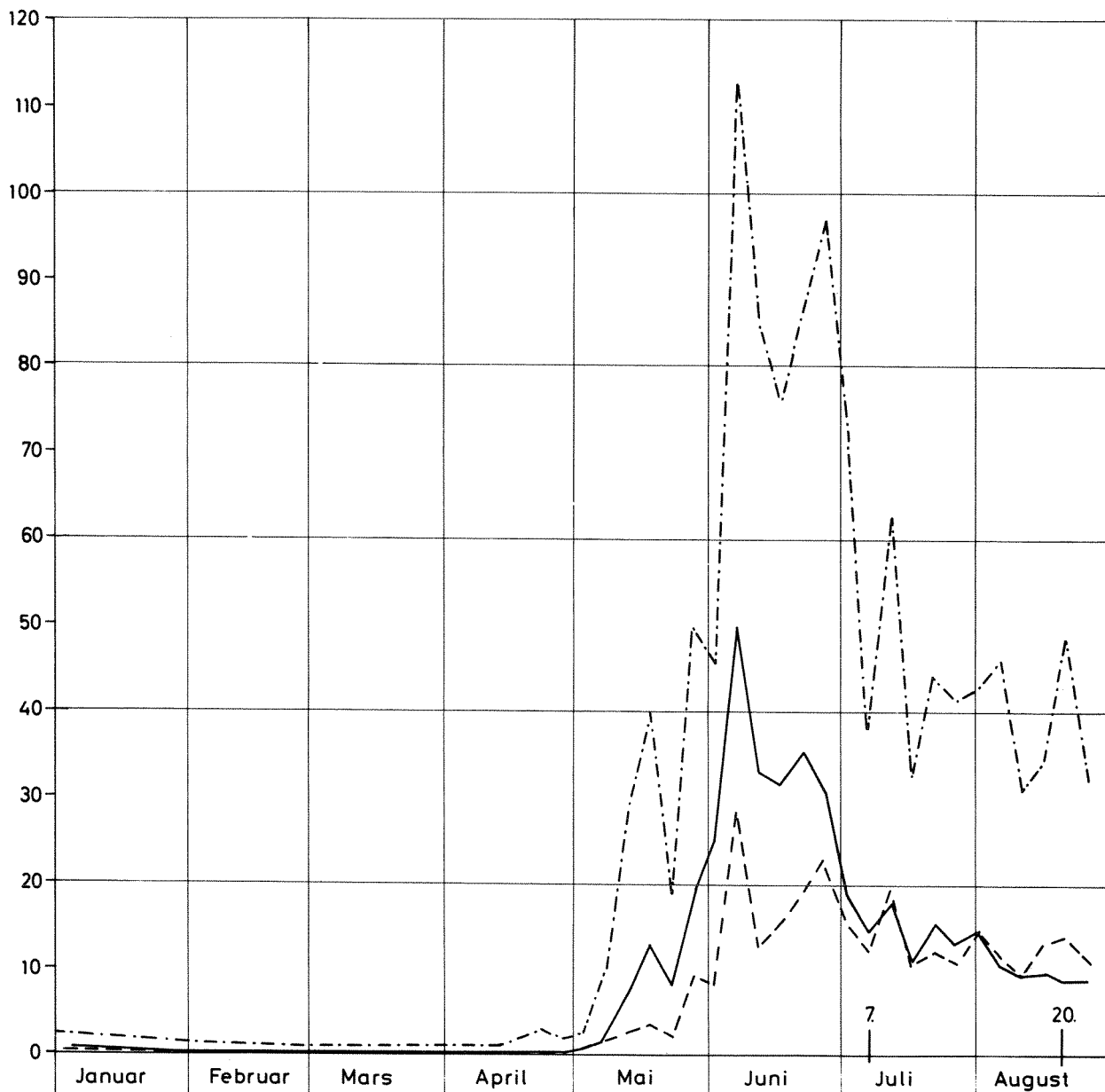


Fig.4

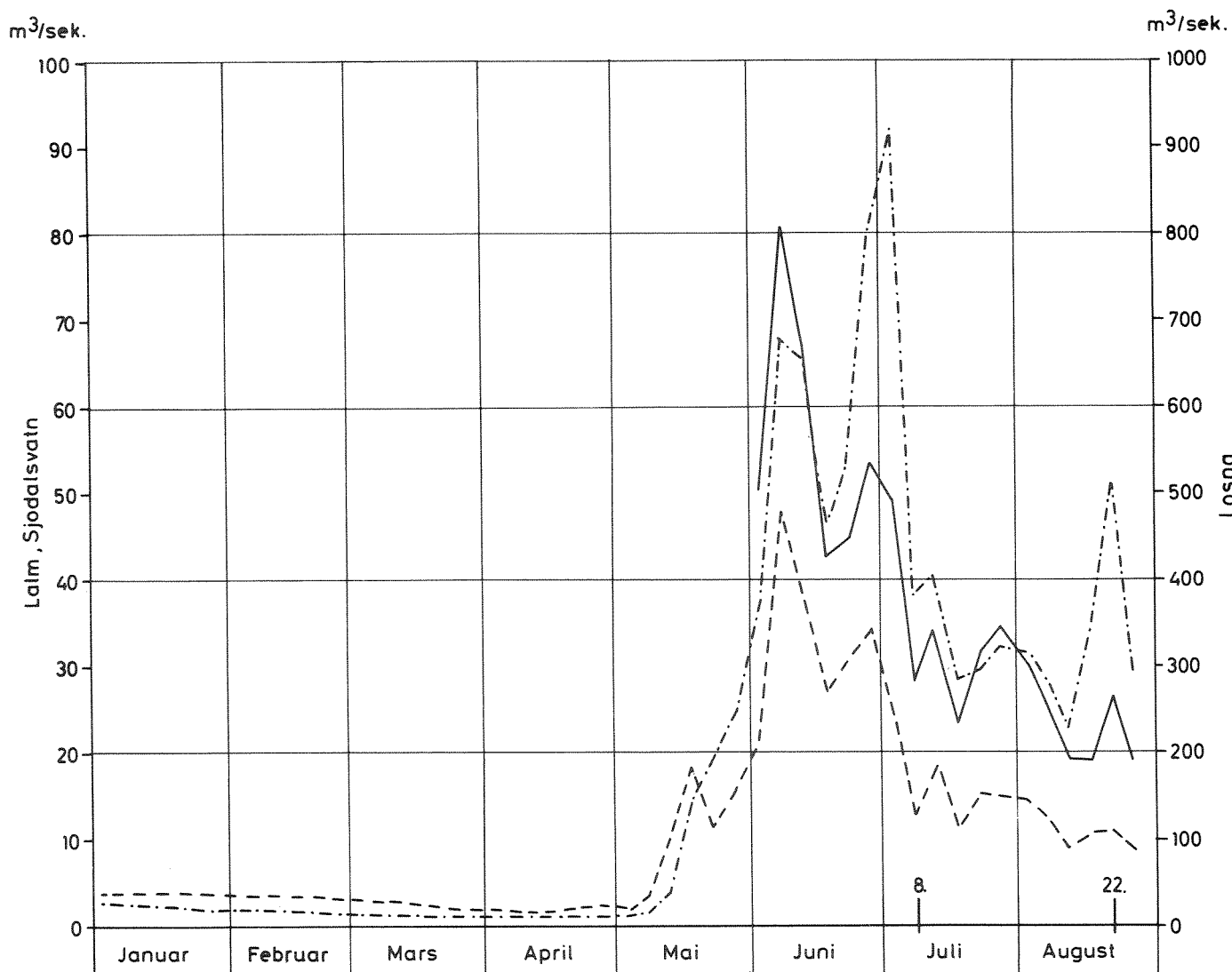
Otta - Sjoa - Gudbrandsdalslågen

Vannføring (pentademidler) i m<sup>3</sup>/sek. i tidsrommet januar - august 1970

Prøvetakningsd. er avmerket

NB. mrk. skalaen for Losna

Lalm - - - Sjodalsvatn - · - · - Losna —



dominerte den 20. august. Dette har sammenheng med at Tora drenerer et høyfjellsområde med lite isbreativitet, mens Visa i stor utstrekning drenerer isbreområder.

På grunn av manglende observasjoner foreligger det ingen oppgave over den normale vannføring i de fleste av de undersøkte vassdrag.

Tabell 2. Vannføringsforhold på NVE's målestasjoner i vassdrag i Jotunheimen. Vannføring i m<sup>3</sup>/sek.

Elv	Stasjon	Alm. vinter- vannf. 1970	Vannf. på obs.dag 6.-9.juli 1970	Vannf. på obs.dag 18.-23. aug. 1970
Otta	Nedenfor Breidalsv.		4,4	1,6
Tora	Tora	0,4 - 1,3	14,70	7,99
Otta	Fredriksv.		32,64	17,82
Åstre	Liavatn	0,2 - 0,8	17,48	12,50
Tundra	Tundra	0,05- 0,2	5,13	4,72
Skjøli	Skjøli	0,12		13,66
Bøvra	Brustuen	0,1 - 0,7	12,27	10,65
Leira	Elveseter	0,2 - 0,4	8,73	14,58
Visa	Visa	0,01- 0,2	7,37	18,40
Bøvra	Akslen	0,8 - 2,0	31,94	45,14
Otta	Lalm	1,6 - 3,8	12,34	11,99
Sjoa	Sjodalsv.	1,1 - 2,5	35,65	63,54
Lågen	Losna		245	265

## 4.2 Undersøkelse og analysemetodikk

### 4.2.1 De enkelte fysisk-kjemiske analysekomponenter

I det følgende er det gitt en kort omtale av de enkelte analysemetoder som ble benyttet sommeren 1970. I 1967 ble enkelte analyser utført etter andre metoder.

Alle analyser sommeren 1970 er utført på instituttets laboratorium i Oslo opptil en uke etter at prøvene ble tatt. Prøvene ble samlet inn på plastflasker - oksygenprøvene ble samlet inn på spesielle glassflasker, og prøvene ble fiksert i felten under prøvetakingen.

#### Temperatur

I elver og i overflaten på innsjøer ble temperaturen målt med et vanlig kalibrert termometer inndelt i 1/10 Celsiusgrader. I innsjøens dypere vannmasser er temperaturen bestemt ved hjelp av vendetermometer med oppgitt nøyaktighet på  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$ .

#### Oksygen

Oksygenbestemmelsen er utført ifølge Alsterbergs modifikasjon av Winklers metode. Ved prøvetakingen blir oksygenet fiksert på spesielle glassflasker ved tilsetning av mangan(II)klorid og sterk lut tilsatt kaliumjodid. Analysen foretas ved titrering med natriumthiosulfat etter surgjøring.

Benevning: mg  $\text{O}_2$ /l og %  $\text{O}_2$  i forhold til metning.

#### Surhetsgrad (pH) og spesifikk elektrolytisk ledningsevne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

pH er målt med glasselektrode på Radiometer pH-meter 22. Den spesifikke elektrolytiske ledningsevne er målt med en målebro Philips PR 9501, ved  $20^{\circ}\text{C}$ . I 1967 ble målingene utført i felten.

Benevning: henholdsvis pH og  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



### Farge

Vannets farge er målt fotometrisk med en standardløsning av platina-klorid og koboltklorid som referanse. I 1967 ble målingene utført i felten.

Benevning: mg Pt/l.

### Turbiditet

Turbiditet er et mål for vannets innhold av suspenderte (oppslemmede) partikler, og er målt ved å utnytte partiklenes evne til å spre lyset som passerer en vannprøve. Turbiditetsmålingene ble utført med instrumentet Hach Laboratory Turbidimeter, modell 1860. Til kalibrering av instrumentet er brukt en standard formasinløsning. I 1967 ble målingene utført i felten.

Benevning: JTU.

### Permanganattall

Permanganattallet er et mål for prøvens innhold av organisk stoff. Metode brukt i 1967: Prøven tilsettes en bestemt mengde kaliumpermanganatløsning. Etter oppvarming i 20 minutter i kokende vannbad tilsettes en ekvivalent mengde oksalsyre. Ved oppvarmingen forbrukes noe permanganat, og prøven har nå et overskudd av oksalsyre. Overskuddet tilbaketitreres med mer kaliumpermanganat, og permanganattallet bestemmes.

Metode brukt i 1970: Prøven surgjøres og tilsettes en kjent mengde kaliumpermanganatløsning, det hele varmes opp i vannbad i 20 minutter. Overskuddet av permanganat blir så bestemt jodometrisk.

De to metodene viser god overensstemmelse.

Benevning: mg O/l.

### Klorid

Klorid er bestemt kolorimetrisk med Technicon AutoAnalyzer. Metoden bygger på reaksjonen mellom kvikksølvrhodanid og jern når det er kloridioner tilstede.

Benevning: mg Cl/l.

### Sulfat

Sulfatkonsentrasjonen er bestemt med EEL filterfotometer ved å måle utfelt bariumsulfat etter tilsetning av bariumklorid.

Benevning: mg  $\text{SO}_4$ /l.

### Ortofosfat

Vannprøver for fosfatanalyser er tatt på glassflasker og tilsatt fortynnet svovelsyre ved prøvetakingen. Syretilsetningen hindrer adsorpsjon av fosfat til flaskens vegger. Samtidig stanses vekst av mikroorganismer som forbruker ortofosfat. Behandlingen kan medføre at andre fosfor-forbindelser i prøvene overføres til ortofosfat.

Metode brukt i 1967: Analysen gjennomføres kolorimetrisk på Technicon AutoAnalyzer. Prøven tilsettes molybdat, heteropolysyren ekstraheres, og molybdenblått-konsentrasjonen bestemmes etter reduksjon med tinn(II)klorid.

Metode brukt i 1970: Analysen gjennomføres kolorimetrisk på Technicon AutoAnalyzer. Ortofosfat reagerer med ammoniumheptamolybdat i surt miljø til gul farget fosformolybdensyre, som reduseres med ascorbinsyre ved  $70^{\circ}\text{C}$  til molybdenblått.

Oksalsyre tilsettes reagenset for å redusere interferens fra silisium.

Benevning:  $\mu\text{g P/l}$ .

### Totalfosfat

Prøvene for totalfosfatanalyser er tatt på glassflasker og konservert som nevnt for ortofosfat. Før analyse oppsluttes prøven ved koking med kaliumpersulfat og syre. Etter denne behandling foretas analysen med AutoAnalyzer som beskrevet for ortofosfat.

Benevning:  $\mu\text{g P/l}$ .

### Nitrat

Den benyttede analysemetode gir et resultat som omfatter nitrat og nitritt. Analysen er foretatt med Technicon AutoAnalyzer. Nitrat reduseres til nitritt i en kadmium-kobber kolonne ved pH 8,6. Det dannede nitritt diazoteres med sulfanilamid og kobles med N-(1-Naphthyl)-ethylendiamin. Fargen måles ved 520 m $\mu$ .

Benevning:  $\mu\text{g N/l}$ .

### Bundet og fritt ammonium (BFA)

Analysen omfatter ammoniumnitrogen samt organisk bundet nitrogen. Prøven underkastes en Kjeldahl oppslutning med kobbersulfat som katalysator. Etter oppslutningen tilsettes lut, og frigjort ammoniakk destilleres av. Etter destillasjon bestemmes ammoniakk i destillatet kolorimetrisk med Nesslerers reagens.

Benevning: mg N/l.

### Total nitrogen

1967: Summen av NO<sub>3</sub> og BFA,

Benevning:  $\mu\text{g N/l}$ .

1970: Organisk nitrogen og ammonium er fotooksydert med en høytrykks kvikksølvbuelampe i nærvær av hydrogenperoksyd (pH ca. 7,0). Summen av NO<sub>3</sub> og NO<sub>2</sub> som dannes på denne måte sammen med det opprinnelige NO<sub>3</sub> og NO<sub>2</sub>, er bestemt med Technicon AutoAnalyzer. (Se metode for nitrat).

Benevning:  $\mu\text{g N/l}$ .

### Alkalitet

Alkalitet er et mål for vannets evne til å nøytralisere syre, og samtidig et uttrykk for prøvens innhold av baser. Analysen utføres ved å titrere et bestemt volum av prøven med 1/100 N/saltsyre. I 1967 ble det titrert til pH 4,0, i 1970 pH 4,5.

Benevning: ml N/10 HCL/l.

### Total hårdhet

Total hårdhet er bestemt kompleksometrisk med en oppløsning av EDTA (ethylen-diamintetraeddiksyre).

Benevning: mg CaO/l.

### Kalsium, magnesium, natrium og kalium

Disse metallioner er bestemt med Perkin Elmer Atomabsorpsjon Spektrofotometer, modell 290 i 1967 og modell 303 i 1970. Det ble benyttet acetylenluftblanding til flammen. Ved bestemmelse av kalsium ble eventuell interferens fra sulfat og fosfat i prøven hindret ved tilsetning av et stort overskudd av bariumklorid.

Benevninger: mg Ca/l, mg Mg/l, mg Na/l, mg K/l.

### Kobber og sink

Kobber og sink er bestemt med nevnte Atomabsorpsjon Spektrofotometer.

Benevning:  $\mu\text{g}$  Cu/l,  $\mu\text{g}$  Zn/l.

### Jern

Jern er bestemt kolorimetrisk med Technicon AutoAnalyzer med 2,4,6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ) som reagens.

Benevning:  $\mu\text{g}$  Fe/l.

### Mangan

Mangan ble i 1967 bestemt kolorimetrisk med Technicon AutoAnalyzer med Formaldoxime som reagens. I 1970 ble manganet bestemt med Perkin Elmer Atomabsorpsjon Spektrofotometer, modell 303.

Benevning:  $\mu\text{g}$  Mn/l.

### Silisium

Silisium er bestemt kolorimetrisk med AutoAnalyzer. Prøven tilsettes svovelsur ammonium-molybdatløsning, hvorefter det dannede silisium-molybdat reduseres til molybdenblått med en blanding av sulfitt og l-amino-2-naftol-4-sulfonsyre. Metoden er meget benyttet, og det er neppe knyttet spesielle problemer til analysen. Det er imidlertid tvilsomt om polymere fraksjoner av silisiumdioksyd er inkludert. Resultatet kan derfor ikke betraktes som uttrykk for prøvens totale innhold av løst silisium. Den partikulære fraksjon vil ikke i noe tilfelle inngå i analyseresultatet.

Benevning: mg  $\text{SiO}_2$ /l.

4.2.2 Generelle kommentarer til den biologiske del av befaringen i tiden 18. til 23. august 1970

Hensikten med den biologiske del av befaringen var en kvalitativ registrering av de vanlig forekommende organismer, for å få et inntrykk av organismesamfunnenes sammensetning og den biologiske aktivitet på lokaliteten. Dette skulle så gi grunnlag for å velge ut problemstillinger og lokaliteter til en eventuell undersøkelse over lengre tid. Ingen av de biologiske resultater er derfor kvantitative. Det er allikevel forsøkt med en subjektiv vurdering av de forskjellige arters relative forekomst i prøvene etter en skala som fremgår av tabellen nedenfor.

Skala for subjektiv vurdering av kvantitativ forekomst av organismer

Kvantitetsgrupper for kormophytter og invertebrater	Kvantitetsgrupper for thallophytter	Betegnelse for forekomst i prøven
+	+	Forekommer
rr	1	Sjelden
r	2	Sparsom
c	3	Vanlig
cc	4	Hyppig
ccc	5	Dominant

I teksten er det gitt en vurdering av forekomst av plankton for de forskjellige innsjøer. Denne vurdering bygger på erfaring og er subjektiv.

I innsjøene foregikk innsamling av prøver ved vertikale og horisontale håvtrekk med planktonhåv, maskevidde 60  $\mu$ . Der hvor båt ikke var tilgjengelig, ble disse håvtrekk tatt fra land. I enkelte bekker og elver ble håven holdt ute i strømmen en viss tid for innsamling av organisk driv. Benthosorganismer ble samlet inn på og under steiner med pinsett. Materialet er fiksert med 2-4% formalin og bearbeidet ved vårt institutt i den grad det har vært praktisk mulig. Resultater for det bearbeidete materialet er stilt sammen i tabellene 20 og 21, sidene 69 og 71.

#### 4.3 Områder, prøvetakingssteder og prøvetakingsdager.

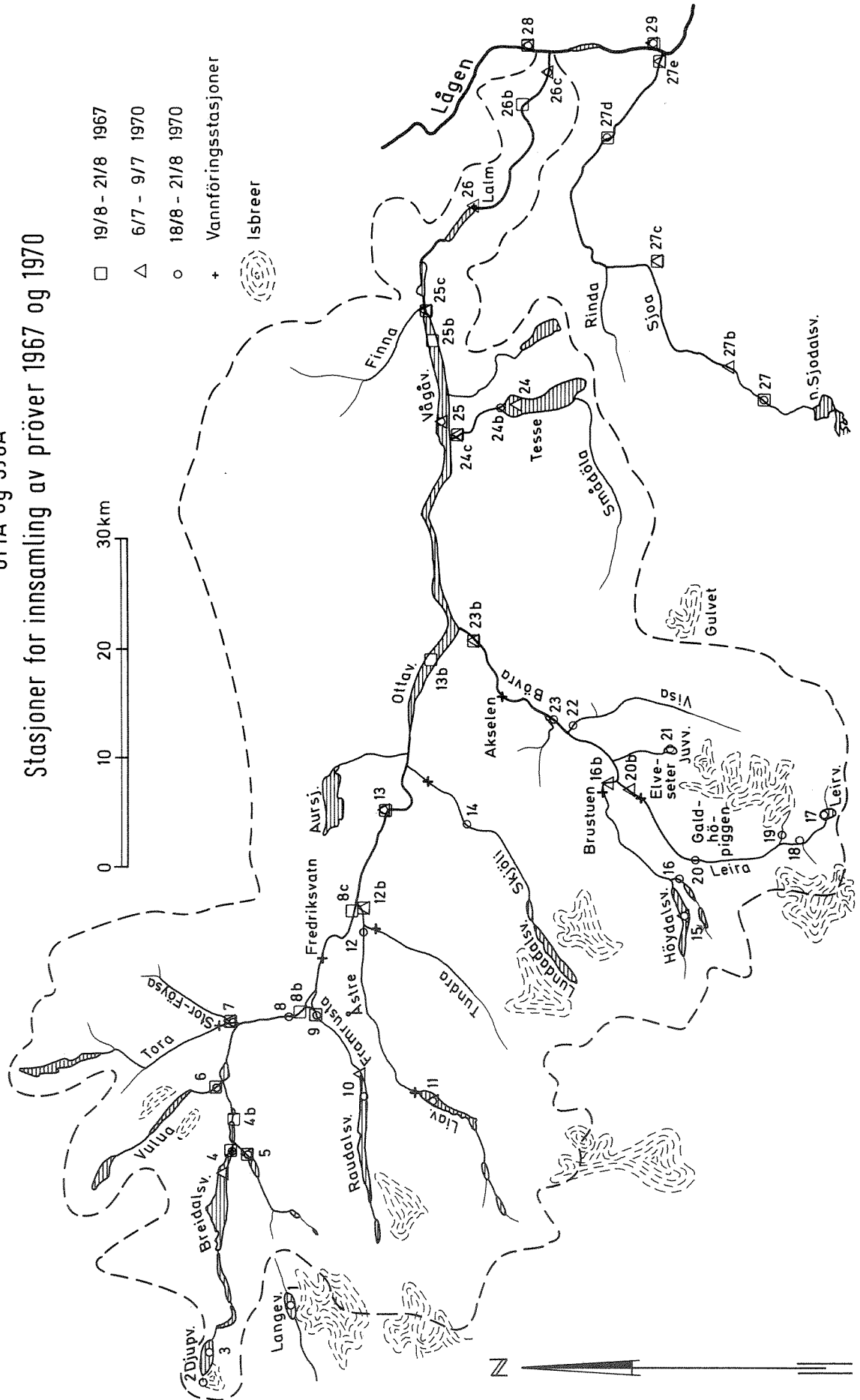
Vassdraget ble delt opp i følgende hovedområder:

- A: Langevatn
- B: Djupvatn
- C: Breidalsvatn
- D: Vulua og Tora
- E: Raudalsvatn og Framrusti
- F: Liavatn og Åstre
- G: Skjøli
- H: Otta fra Heilstuguvatn til Ottavatn
- I: Høydalsvatn
- J: Leirvatn og Leira
- K: Gjuvvatn
- L: Visa
- M: Bøvra
- N: Tessevatn og Tessa
- O: Vågåvatn
- P: Otta fra Vågåvatn til samløp Lågen
- Q: Sjoa
- R: Lågen

Innenfor hvert område er det blitt samlet inn prøver fra en eller flere stasjoner. Prøvetakingsstedene er tegnet inn på kartskisser, fig. 5 og 6. Videre er alle prøvetakingssteder og prøvetakingsdager angitt i tabell 3. Analyseresultatene er fremstilt i tabellene 6, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 18 og 19.

Fig. 5  
 OTTA og SJOA

Stasjoner for innsamling av prøver 1967 og 1970



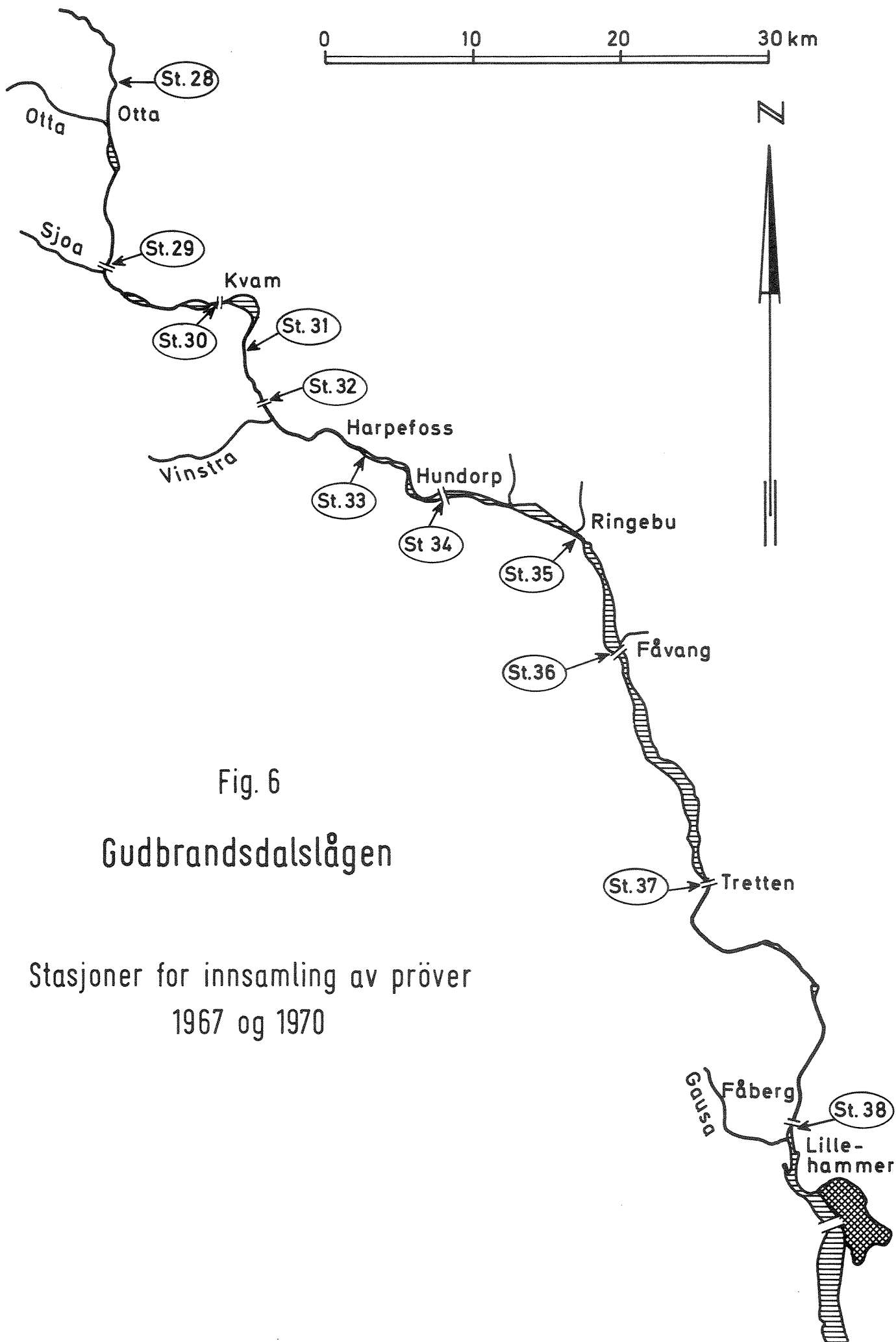


Fig. 6

### Gudbrandsdalslågen

Stasjoner for innsamling av prøver  
1967 og 1970



Tabell 3. Gudbrandsdalslågen, Otta og Sjøa. Prøvetakingssteder og prøvetakingsdager.

Stasjon	Prøvetakingssted	Prøvetakingsdato
1	Langevatn i Videdalen, Stryn	18/8-70
2	Drensbekk til Djupvatnet	18/8-70
3	Djupvatn ved Dalsnibba	18/8-70
4	Breidalsvatn	19/8-67, 6/7-70, 18/8-70
4b	Otta ca. 2 km nedenfor Breidalsvatn	19/8-67
5	Utløp Heilstuguvatn	19/8-67, 7/7-70, 18/8-70
6	Vulua ved riksvei	19/8-67, 18/8-70
7	Tora ved riksvei	19/8-67, 6/7-70, 18/8-70
8	Otta like ovenfor Polfoss	18/8-70
8b	Otta ved Polfoss bru	20/8-67
8c	Otta ved Dønfoss bru	20/8-67
9	Framrusti før utløp i Otta	20/8-67, 18/8-70
10	Raudalsvatn	6/7-70, 19/8-70
11	Liavatn	6/7-70, 19/8-70
12	Åstre før samløp Tundra	19/8-70
12b	Åstre før samløp Otta	20/8-67, 6/7-70
13	Otta ved Ofossen	20/8-67, 7/7-70, 19/8-70
13b	Ottavatn	20/8-67
14	Skjøli ved Lundadalsseter	19/8-70
15	Høydalsvatn	7/7-70, 20/8-70
16	Bøvra ved Bøverkinhalsen bru	20/8-70
16b	Bøvra før samløp Leira	7/7-70
17	Leirvatn ved Leirvassbu	20/8-70
18	Leirelva like etter samløp med breelv	20/8-70
19	Elv fra Illåbreen	20/8-70
20	Leira ved veibom	20/8-70
20b	Leira før samløp Bøvra	7/7-70
21	Gjuvvatn	19/8-70
22	Visa før samløp Bøvra	20/8-70

Forts.

Tabell 3. Forts.

Stasjon	Prøvetakingssted	Prøvetakingsdato
23	Bøvra etter samløp Visa	20/8-70
23b	Bøvra før utløp Vågåvatn	20/8-67, 7/7-70
24	Tessevatn	8/7-70
24b	Utløp fra Tessevatn	21/8-70
24c	Tesse før utløp i Vågåvatn	20/8-67, 8/7-70
25	Vågåvatn ut for Tessanden	8/7-70, 20/8-70
25b	Vågåvatn ca. 2 km fra utløp	20/8-67
25c	Utløp Vågåvatn	20/8-67, 8/7-70
26	Otta ved Lalm	8/7-70
26b	Otta ved Åsår bru	20/8-67
26c	Otta før samløp Lågen	9/7-70, 21/8-70
27	Sjoa ca. 2 km ovenfor Hindseter	21/8-67, 21/8-70
27b	Sjoa ved Hindseter	8/7-70
27c	Nordre Murua før samløp Sjoa	21/8-67, 8/7-70
27d	Sjoa ca. 2 km nedenfor Heidal sentrum	21/8-67, 21/8-70
27e	Sjoa før samløp Lågen	21/8-67, 9/7-70
28	Lågen ovenfor Otta	19/8-67, 9/7-70, 21/8-70
29	" ved Sjoa bru	21/8-67, 9/7-70, 21/8-70
30	" ved Kvam bru	21/8-70
31	" ved Vinstra (hengebru)	22/8-67
32	" ved Vinstra bru	9/7-70
33	" ved Harpefoss tunnelutl.	22/8-67
34	" ved Hundorp bru	23/8-67, 9/7-70
35	" ved Ringebu	23/8-67
36	" ved Fåvang bru	9/7-70, 21/8-70
37	" ved Tretten bru	23/8-67, 9/7-70
38	" ved Fåberg	23/8-67, 9/7-70, 21/8-70

#### 4.4 Resultater

I den følgende fremstilling er hvert enkelt område behandlet for seg. Først blir det gitt noen enkle, generelle kommentarer til prøvetakingsområdet. Derpå blir de fysiske-kjemiske forhold kommentert og til slutt blir de biologiske forhold behandlet.

##### 4.4.1 Område A, Langevatn, stasjon 1

###### Generelle kommentarer

Langevatn ligger i Videdalen på Strynefjellet. Avløpselven renner vestover og ut i Strynsvatnet. Innsjøen ligger i et karrig område over skoggrensen, med sparsom høyere vegetasjon og noe mose, lav o.l. Lokaliteten, som ligger i en høyde av 1.087 m.o.h., har et nedbørfelt på ca. 20 km<sup>2</sup> og et overflateareal på ca. 1,5 km<sup>2</sup>. Dybdeforholdene er ikke kjent. Middellavrenningen er ca. 0,8 m<sup>3</sup>/sek. Innsjøen får bl.a. tilsig fra Tystigbreen i syd.

Den 18. august ble det samlet inn en prøve fra 1,5 meters dyp i de østligste områder av innsjøen.

###### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 6.

Vannet var svakt surt, hadde et lavt elektrolyttinnhold og var på observasjonsdagen i noen grad belastet med erosjonsmateriale fra breområder.

Vannets innhold av plantenæringsstoffer, fosfor- og nitrogenforbindelser var lavt.

###### Biologiske forhold

Planktonorganismer ble samlet inn ved horisontalt håvtrekk, ca. 100 m. Det var ingen synlige begroinger og fauna langs strendene, som vesentlig besto av sand i østlige del. Det var mengdemessig liten forekomst av plankton, spesielt lite planteplankton, innsjøen er næringsfattig (oligotrof). Dyreplanktonet hadde tallmessig størst forekomst av hjuldyr (Rotatoria) ved *Keratella cochlearis* og *Kellicottia longispina* som begge har en kosmopolitisk utbredelse. Vanlig i prøvene var også hoppekreps (Copepoda) *Diaptomus laticeps* og *Cyclops scutifer*, begge vanlig forekommende

arter i norske høyfjellsvann. Overraskende var den beskjedne forekomst av vannlopper (Cladocera).

#### 4.4.2 Område B, Djupvatn, stasjon 2 og 3

##### Generelle kommentarer

Djupvatn ligger under Dalsnibba på fjellovergangen fra Ottadalføret til Geiranger. I nedbørfeltet, som ligger over skoggrensen, er det sparsom vegetasjon av lyng, mose o.l. Innsjøen er ikke opploddet, og de morfometriske forhold er ikke kjent. Tallene i tabell 4 er derfor tildels antatt:

Tabell 4. Djupvatn, morfometriske og hydrologiske data.

Høyde over havet		1.017 m
Nedbørfelt	ca.	15 km <sup>2</sup>
Overflateareal	"	3,5 km <sup>2</sup>
Største målte dyp		94 m
Antatt middeldyp	ca.	50 m
Volum (tilnærmet)	"	175 mill. m <sup>3</sup>
Middelavrenning	"	0,6 m <sup>3</sup> /sek.
Teoretisk oppholdstid	"	9 år

I de vestlige områder av nedbørfeltet er det en isbre, og smeltevann herfra renner ut i innsjøen. Foran innsjøen, ved utløpet, er det en morenevoll, og på prøvetakingsdagen, den 18. august, var det en kraftig sandflukt ut over innsjøen fra et grustak i denne morenen.

Den 18. august 1970 ble det samlet inn prøver fra 4 forskjellige dyp i innsjøen samt fra en av tilløpsbekkene fra den ovennevnte isbre. Det blåste en kraftig kastevind fra syd, som vanskeliggjorde prøvetakingen. Det var ellers overskyet oppholdsvær med lufttemperatur på ca. 10°C.

##### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 6.

Vannet var øyensynlig lite påvirket av partikulært materiale, og fargen var blå. Temperaturen avtok gradvis fra 7,8°C i overflatelagene til ca. 4°C i

90 meters dyp. I bekken var temperaturen  $7,6^{\circ}\text{C}$ . Vannet var godt mettet med oksygen, men metningsverdien var ca. 10% lavere i 90 meters dyp enn høyere oppe i vannmassene. Dette tyder på at en viss nedbrytning av organisk stoff finner sted i dyplagene. Vannet var svakt surt, saltfattig og i liten grad belastet med organisk og partikulært materiale. Verdiene for vannets innhold av plantenæringsstoffer i Djupvatnet var også ekstremt lave, og fosforinnholdet var betydelig lavere i innsjøen enn i den nevnte smeltevannsbekk.

#### Biologiske forhold

Det var ingen synlige begroinger og invertebrater i strandsonen. Planktonorganismer ble samlet inn ved kast fra land med planktonhåv. Det var sparsom forekomst av planteplankton, innsjøen er næringsfattig. Bare få individer av vanlig forekommende dyreplanktonarter ble registrert (2 Cladocera-arter, 2 Copepoda-arter og 2 Rotatoria-arter).

I brebekken var det ingen synlig begroing av alger, bare noe mose på steinene. Det var sparsom vegetasjon i området. Organismer ble samlet inn ved håndplukk og ved å holde planktonhåven ute i strømmen i 5 minutter. I bekken var det stor forekomst av fjærmygglarver (Chironomidae) under steinene. Bare en enkelt knottlarve (Simuliidae) ble funnet.

#### 4.4.3 Område C, Breidalsvatn, stasjon 4

##### Generelle kommentarer

Breidalsvatnet ligger 10-15 km nedenfor Djupvatnet i samme vassdrag. I nedre del av nedbørfeltet er det en del kratt og skog. Innsjøen benyttes som reguleringsmagasin for Eidefoss Kraftanlegg A/S. De viktigste morfometriske data er fremstilt i tabell 5.

Tabell 5. Breidalsvatn, morfometriske og hydrologiske data.

Høyde over havet	904 m
Reguleringshøyde (reg.grense 895-908 m.o.h.)	13 m
Nedbørfelt	137 km <sup>2</sup>
Overflateareal	6,3 km <sup>2</sup>
Største målte dyp	55 m
Volum, antatt	ca. 100 mill. m <sup>3</sup>
Middelavrenning	6,1 m <sup>3</sup> /sek.
Teoretisk oppholdstid	ca. 6 måneder

I nedbørfeltet er det 2 mindre breområder.

Det er samlet inn prøver fra Breidalsvatn eller dets utløp i alt 3 ganger, nemlig 19. august 1967, 10. juli og 18. august 1970. Den 10. juli ble det samlet inn prøver fra 2 dyp. Biologisk materiale ble samlet inn bare den 18. august 1970.

#### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 6.

Vannet var øyensynlig lite påvirket av partikulært materiale. Den visuelle farge var blå, og siktedypet den 10. juli var større enn 11.5 m. pH-verdiene var på alle observasjonsdager ca. 6. Elektrolyttinnholdet var meget lavt og tilsvarte en variasjon i den elektrolytiske lednings- evne på fra 7-12  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ved 20°C. De laveste verdier ble observert i 1967. Vannets innhold av organisk materiale var lavt på alle observa- sjonsdager. Det samme var tilfelle med konsentrasjonene av plantenærings- stoffer, fosfor- og nitrogenforbindelser.

#### Biologiske forhold

Det var ingen synlige begroinger langs strendene. Plankton ble samlet inn ved horisontalt håvtrekk ved demningen. Planteplanktonets forekomst var sparsom i prøven, innsjøen er næringsfattig. Iøynefallende var den rike forekomst av en stor hoppekreps, *Heterocope saliens*, som er et rov- dyr og en vanlig art i norske høyfjellsvann. Av vannloppene var *Holopedium gibberum* vanlig forekommende. Arten er sterkt knyttet til kalk- fattige innsjøer. Ellers var det overraskende liten forekomst av hjuldyr.

Tabell 6

Ottavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1967 og 1970

Område	A		B				C			
Lokalitet	Langev.		Djupvatn				Breidalsvatn			
Stasjon	1	2	3				4			
Dyp i m/st.plass.	1,5	bekk	1	20	50	90	utløp	1	8	utløp
Dato	18/8 1970	18/8-70				19/8 1967	6/7-70			18/8 1970
Temperatur, °C	7,50	7,60	7,78	6,01	4,63	4,00	10,30	10,70	10,70	11,60
Oksygen, mg O <sub>2</sub> /l			10,6	10,9	11,3	10,5		9,7	9,8	
Oksygen, % metning			91,5	90,0	90,7	82,4		90,2	90,7	
Surhetsgrad, pH	6,21		6,03	6,29	6,28	6,20	6,00	6,02	5,90	6,22
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	8,5		11,9	11,5	11,6	12,6	7,3	11,9	12,2	11,4
Farge, ufiltr. mg Pt/l	10		3	0	0	0	4			0
Turbiditet, JTU	0,45		0,10	0,03	0,05	0,02	0,10	0,01	0,01	0,02
Permanganattall, mg O/l	0,17	0,08	0,79	0,00	0,32	0,24	<0,10	0,55	0,63	0,40
Alkalitet, ml N/10 HCl/l	0,46	0,59	0,56	0,50	0,50	0,51	1,10	0,62	0,50	0,51
Ortofosfat, µg P/l	<2	11	<2	<2	<2	<2	2	2	2	<2
Total fosfor, µg P/l	3	16	3	3	2	2	3	6	2	3
Klorid, mg Cl/l	0,6	0,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8			0,8
Total nitrogen, µg N/l	70	110	230	110	100	140	50	90	80	70
Nitrat, µg N/l	20	Spor	20	20	30	30	10	20	20	Spor
Sulfat, mg SO <sub>4</sub> /l	<2,0	<2,0	2,5	2,7	<2,0	2,0	1,3			2,1
Total hårdhet, mg CaO/l							1,4			
Kalsium, mg Ca/l	0,80	0,40	1,00	1,10	1,00	1,10	0,80	0,90	1,00	1,10
Magnesium, mg Mg/l	0,26	0,35	0,31	0,28	0,30	0,25	0,13	0,21	0,19	0,30
Jern, µg Fe/l	60	120	10	10	10	10	15	30	25	10
Kalium, mg K/l	0,17	0,20	0,24	0,20	0,19	0,21	0,09	0,17	0,16	0,15
Kobber, µg Cu/l								<10	10	
Mangan, µg Mn/l	10	15	<10	<10	<10	<10	<5	<10	<10	10
Natrium, mg Na/l	0,48	0,26	0,77	0,64	0,62	0,61	0,65	0,66	0,69	0,65
Silisium, mg SiO <sub>2</sub> /l	0,7	0,6	0,8	0,5	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,1
Sink, µg Zn/l								<10	<10	

#### 4.4.4 Område D, Vulua og Tora, stasjon 6 og 7

##### Generelle kommentarer

Vulua og Tora er to bielver fra nord som renner sammen med Otta henholdsvis ca. 6 og ca. 12 km nedenfor utløp Breidalsvatn. Elvenes nedbørfelt er henholdsvis 64 og 282 km<sup>2</sup>, og middelvannføringen er henholdsvis ca. 2,2 og ca. 8,5 m<sup>3</sup>/sek. Fra begge elver ble det samlet inn prøver 19. august 1967 og 18. august 1970, fra Tora også den 9. juli 1970. Prøvene ble tatt midt i hovedvannmassene ved riksveien. Biologisk materiale ble samlet inn bare den 18. august 1970.

##### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 9.

Vulua og Tora har øyensynlig noenlunde ensartet vannkvalitet. Vannets pH ligger i området 6-7, de laveste pH-verdier (6,1-6,2) ble målt i 1967. Elektrolyttinnholdet var lavt på alle observasjonsdager. Vannet var i liten grad belastet med organisk og partikulært materiale. Verdiene for vannets innhold av plantenæringsstoffer, fosfor- og nitrogenforbindelser, var meget lave.

##### Biologiske forhold

I Vulua ble organismer samlet inn ved håndplukk og ved å holde planktonhåven ute i strømmen i 3 minutter. Den noe sparsomme vegetasjonen var preget av moser, grønnalger, spesielt *Zygnema* sp. og kiselalger, *Tabellaria flocculosa*. Faunaen hadde iøynefallende stor forekomst av knottlarver, men vanlig var også fjærmygglarver. Steinfluer (Plecoptera) og døgnfluer (Ephemeroptera) var sparsomt tilstede. Larvestadier av *Cyclops scutifer* var vanlig forekommende i det organiske driv, disse larver kommer sannsynligvis fra ovenforliggende innsjøer.

Tora elv hadde ingen synlig begroing, heller ikke ble det funnet hvirvelløse dyr under steinene.



#### 4.4.5 Område E, Raudalsvatn og Framrusti, stasjon 9 og 10

##### Generelle kommentarer

Framrusti (Framrusta) kommer fra Raudalsvatn og renner sammen med Otta like nedenfor Pollfoss. Elvens nedbørfelt er 181 km<sup>2</sup>.

Raudalsvatn har en overflate på ca. 7,4 km<sup>2</sup> og et nedbørfelt på 165 km<sup>2</sup>. Rundt innsjøen er det litt skog og kratt. Raudalsvatn, som er regulert ca. 30 m mellom kotene 886 og 916,3 m.o.h., benyttes som reguleringsmagasin for Eidefoss Kraftanlegg A/S. Det største målte dyp er 45 m. Middelvrenningen er ifølge NVE (Hydrologiske undersøkelser i Norge 1958) ca. 40 l/sek./km<sup>2</sup> i dette område. Det midlere tilsig til Raudalsvatn skulle da bli ca. 6,6 m<sup>3</sup>/sek. Innsjøen får tilsig fra flere breer, bl.a. Sikkelbreen.

De viktigste morfometriske data går frem av tabell 7.

Tabell 7. Raudalsvatn, morfometriske og hydrologiske data.

Høyde over havet (under opplodding)	913 m
Nedbørfelt	165 km <sup>2</sup>
Overflateareal	7,4 km <sup>2</sup>
Største dyp	45 m
Middeldyp	25 m
Volum	186 mill. m <sup>3</sup>
Midlere tilsig	6,6 m <sup>3</sup> /sek.
Teoretisk oppholdstid	ca. 11 måneder

Fra Framrusti like før samløp med Otta ble det samlet inn prøver den 20. august 1967 og 18. august 1970. Ved begge anledninger var vannføringen meget liten. Fra Raudalsvatn ble det den 6. juli 1970 tatt en prøve ved utløpet. Den 19. august 1970 ble det samlet inn prøver fra 1 og 40 meters dyp ca. 300-400 meter fra demning. Innsjøen var da under oppfylling, og vannstanden var 2-3 meter under fullt magasin. Vannet syntes på begge observasjonsdager å inneholde erosjonsmaterialer fra breområder, fargen var grønn. Siktedypet var den 19. august 0,8 m. Biologisk materiale ble samlet inn bare den 18. august 1970.

### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 9.

Vannets pH i Raudalsvatn og Framrusti varierte mellom 6,0 og 6,7. Elektrolyttinnholdet var lavt, og verdiene for elektrolytisk ledningsevne varierte mellom 10 og 15  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . På prøvetakingsdagen den 19. august 1970 var temperaturen i overflatelagene  $9,5^{\circ}\text{C}$  og på 40 meters dyp  $6,2^{\circ}\text{C}$ . Dette viser at en viss stratifisering var etablert. Tetthetsforholdene som er betinget av vannets temperatur, hadde stor betydning for fordelingen av det partikulære materiale i sjøen. I overflatelagene var således verdiene for farge og turbiditet betydelig høyere enn i dyplagene. Det er grunn til å merke seg de store forskjeller i vannets innhold av jernforbindelser i de to prøvetakingsdyp. Det syntes ikke å være noen vesentlig forskjell i vannets kjemiske forhold på de to prøvetakingsdager.

### Biologiske forhold

I innsjøen ble plankton samlet inn ved vertikalt og horisontalt håvtrekk. Det var ingen synlig begroing i strandsonen. Prøven hadde meget liten forekomst av planteplankton, innsjøen er næringsfattig. Av de undersøkte innsjøer hadde Raudalsvatn mengdemessig minst forekomst av dyreplankton, resultatet av en filtrert vannmengde på over 10.000 liter ble kun 31 individer, dvs. 1 individ pr. ca. 300 liter. Bare 4 dyreplanktonarter ble observert i prøven med *Diatomus laticeps* som den vanligste.

I Framrusti ble organismer samlet inn ved håndplukk med pinsett. Lokalt hadde kraftig begroing av alger. Vegetasjonen var dominert av grønnalger ved *Mougeotia* sp. og kiselalger ved *Tabellaria flocculosa*. Vanlig forekommende fastsittende på *Mougeotia* sp. var blågrønnalgen *Chamaesiphon* sp. Algefloraen var rik på arter. Faunaen var sparsom. Fjærmygglarver var vanlig forekommende i prøven, i tillegg ble bare funnet noen steinfluelarver og døgnfluelarver.

#### 4.4.6 Område F, Liavatn og Åstre, stasjon 11, 12 og 12b

##### Generelle kommentarer

Liavatn som ligger 733 m.o.h., har et nedbørfelt på ca. 250 km<sup>2</sup> og en overflate på 2,6 km<sup>2</sup>. Største målte dyp er 31 m. Middelvrenningen er ca. 10 m<sup>3</sup>/sek. Innsjøen ligger i et område med høyere vegetasjon, bl.a. lauvskog. De viktigste morfometriske og hydrologiske data går frem av tabell 8.

Tabell 8. Liavatn, morfometriske og hydrologiske data.

Høyde over havet		733 m
Nedbørfelt	ca.	250 km <sup>2</sup>
Overflateareal		2,6 km <sup>2</sup>
Største dyp		31 m
Middeldyp		11 m
Volum		28,8 mill. m <sup>3</sup>
Midlere tilsig	ca.	10 m <sup>3</sup> /sek.
Teoretisk oppholdstid	"	1 måned

Åstre har et nedbørfelt på 466 km<sup>2</sup> hvorav Tundra som renner sammen med Åstre like før denne renner ut i Otta, har et nedbørfelt på 109 km<sup>2</sup>. Åstres middelvannføring ved utløp er ca. 18 m<sup>3</sup>/sek. I de nedre deler av disse elvers nedbørfelt var det betydelig skog.

Fra Liavatn ble det samlet inn prøver fra flere dyp den 6. juli og 19. august 1970. Innsjøen var på begge observasjonsdager i noen grad belastet med erosjonsmateriale fra breområder, og vannets farge var grønn. Siktedypet på de to observasjonsdager var henholdsvis 1,8 og 2,1 m. Fra Åstre er det blitt samlet inn prøver 3 ganger, nemlig 20. august 1967, 6. juli og 19. august 1970. På den sistnevnte dag ble prøven samlet inn like ovenfor samløp Tundra, mens prøvetakingen på de to førstnevnte dager fant sted like før Åstres samløp med Otta. Biologisk materiale ble samlet inn bare den 19. august 1970.

##### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 9.

Den 6. juli 1970 var middelverdien for vannets pH i Liavatn 6,1 -

den 19. august s.å. var pH-verdien 6,4. Middelerdiene for den elektrolytiske ledningsevnen var henholdsvis 10,1 og 7,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ved  $20^{\circ}\text{C}$  - altså et meget elektrolyttfattig vann. Som allerede nevnt var innsjøen noe påvirket av erosjonsmateriale fra breområder. Dette ga seg også til kjenne ved relativt høye turbiditetsverdier, men som i Raudalsvatn er det også her grunn til å legge merke til de markerte, lavere verdier i dyplagene enn i de øverste vannmasser. De samme markerte forskjeller på overflatelag og dyplag gjorde seg også gjeldende for vannets innhold av jern. Vannets innhold av plantenæringsstoffer var lavt.

Vannets kjemiske forhold i Åstre var omtrent som i Liavatn. Det synes imidlertid som om turbiditetsverdiene (den partikulære materialtransport) var noe større nedenfor samløp med Tundra enn ovenfor. Dette viser at Tundra er noe sterkere belastet med avrenningsvann fra breområder enn Åstre.

#### Biologiske forhold

I innsjøen ble plankton samlet inn ved vertikalt og horisontalt håvtrekk fra båt. Det var ingen synlig begroing i strandsonen. Forekomsten av planteplankton var beskjeden, innsjøen er næringsfattig. Her var det masseforekomst av *Holopedium gibberum*, i tillegg var bare to andre dyreplanktonarter vanlig tilstede i prøven. Hjuldyr manglet helt.

I Åstre ble organismer samlet inn ved håndplukk. Vegetasjonen i elven var sparsom, bestående av alger og moser. Av algene hadde grønnalgene størst forekomst ved *Zygnema* sp. og *Mougeotia* sp. Vanlig i prøven var også kiselalgen *Tabellaria flocculosa* og blågrønnalgen *Chamaesiphon* sp. Det var sparsomt med hvirvelløse dyr. Spesielt kan nevnes at *Alonopsis elongata* (Cladocera) ble funnet, i tillegg ble det bare observert noen fjærmygglarver og fåbørstemark (*Oligochaeta*).

#### 4.4.7 Område G, Skjøli, stasjon 14

##### Generelle kommentarer

Skjøli kommer fra Lundadalsvatn (1149 m.o.h., 1,3 km<sup>2</sup> overflate) og renner sammen med Otta ved Skjåk. Vassdraget som bl.a. drenerer breområder (Holåbreen og Hestbrepiggan) har et nedbørfelt på 184 km<sup>2</sup>. Middellavrenningen i dette område er ifølge NVE ca. 25 l/sek./km<sup>2</sup>, hvilket gir en middelvannføring ved utløpet av Skjøli på 4,6 m<sup>3</sup>/sek. Lundadalen er en seterdal, og det er få forurensningskilder. I dalføret er det en del skog, og ved elvens utløp er det en del bebyggelse.

Den 19. august 1970 ble det samlet inn en prøve fra Skjøli ved Lundadalssetra (Heimste). Her gikk elven i foss og stryk. Det var øyensynlig stor materialtransport i elven.

##### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 9.

Hva vannets pH og elektrolyttinnhold angår, var forholdene omtrent som i Åstre. Vannets innhold av organisk stoff oksyderbart med kaliumpermanganat, var 0. Vannet var relativt sterkt turbid (2,9 mg SiO<sub>2</sub>/l), noe som har sammenheng med transport av erosjonsmateriale fra breområder. Av samme grunn var det også et høyt innhold av jernforbindelser. Vannets innhold av plantenæringsstoffer, fosfor- og nitrogenforbindelser, var lavt.

##### Biologiske forhold

Vegetasjon og fauna i elven var sparsom. En del moser og alger ble samlet inn, algene besto overveiende av grønnalger, *Microspora* sp., kiselalger, *Tabellaria flocculosa*, og blågrønnalger, *Chamaesiphon* sp. Bare få fjærmygglarver ble funnet.

Tabell 9  
Ottavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1967 og 1970

Område	D				E				F								G				
	Lokalitet		Tors		Framrusti		Raudalsvatn		Ljarsvatn								Astre		Skjellig		
	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Stasjon	19/8 1967		18/8 1970		20/8 1967		18/8 1970		19/8-70		19/8-70		19/8-70		19/8 1970		6/7 19/8 1970		Heimste		
Dyp i m/st.plass.	Riksv.		Riksv.		Riksv.		Riksv.		6/7-70		6/7-70		6/7-70		6/7-70		6/7-70		1970		
Dato	19/8 1970		6/7 1970		20/8 1967		18/8 1970		19/8-70		19/8-70		19/8-70		19/8 1970		6/7 1970		1970		
Temperatur °C	8,80	10,20	8,00	7,10	9,40	7,80	10,50	10,70	9,50	6,20	10,05	10,00	9,75	7,60	7,10	10,90	10,60	11,70	8,50	10,70	9,60
Oksygen, mg O <sub>2</sub> /l											10,0	10,1	10,1	10,6	10,6						
Oksygen, % metning											91,7	92,0	91,5	91,1	89,9						
Surhetsgrad, pH	6,10	6,42	6,20	6,39	6,50	6,70	6,02	6,43	6,49	6,29	5,94	6,14	6,15	6,11	6,15	6,40	6,37	6,36	6,30	6,48	6,33
Spss.leidningsvevne 20°C, µS/cm	4,9	8,2	4,9	9,3	9,2	11,7	15,1	13,2	10,8	14,4	10,0	8,7	8,8	10,9	12,1	7,4	7,8	8,4	5,1	9,8	6,2
Farge, ufiltr.	4	5	2	0	0	8	18	14	47	14						18	20	11	9		55
Turbiditet, JTU	0,80	0,06	0,40	0,02	0,01	2,20	0,50	4,50	2,30	0,22	1,30	0,98	1,00	0,82	0,27	0,70	0,55	0,40	5,00	2,20	2,90
Permanganattall, mg O/l	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,32	0,71	0,24	1,11							0,55	0,47	0,71			0,00
Alkalitet, ml N/10 HCl/l	0,51	0,51	1,57	0,56	0,56	0,89	0,64	0,71	0,63							0,52	0,54	0,73			0,48
Ortofosfat, µg P/l	<2	<2	Spor	<2	2	7	2	<2	3							2	2	<2			3
Total fosfor, µg P/l	3	3	10	2	2	4	10	7	12							6	3	4			5
Klorid, mg Cl/l	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,6	0,5	0,6	0,5							1,0	1,0	1,1			0,2
Total nitrogen, µg N/l	100	100	80	85	80	140	130	190	270							150	165	165			70
Nitrat, µg N/l	Spor	Spor	20	10	10	40	60	50	90							60	20	20			30
Sulfat, mg SO <sub>4</sub> /l	<2,0	<2,0	2,0	2,0	2,0	2,7	<2,0	2,6	2,6							<2,0	<2,0	<2,0			0,00
Kalsium, mg Ca/l	0,80	0,80	0,90	1,10	1,10	1,50	1,30	1,60	0,80							1,40	0,90	1,00			0,60
Magnesium, mg Mg/l	0,26	0,26	0,17	0,19	0,19	0,41	0,34	0,56	0,22							0,25	0,38	0,42			0,43
Jern, µg Fe/l	30	30	25	20	20	80	500	370	80							110	100	50			380
Kalium, mg K/l	0,24	0,24	0,19	0,25	0,25	0,40	0,42	0,37	0,32							0,23	0,18	0,15			0,31
Kobber, µg Cu/l			<10	<10	<10	<10	25	25	20							15	15	<10			10
Mangan, µg Mn/l	15	15	<10	<10	<10	0,66	0,67	0,47	0,45							0,62	0,37	0,41			0,28
Natrium, mg Na/l	0,46	0,46	0,50	0,48	0,48	1,6	1,2	1,2	1,2							1,5	1,0	1,1			1,2
Silisium, mg SiO <sub>2</sub> /l	0,9	0,9	1,2	1,7	1,7	1,6	1,2	1,2	1,2							<10	<10				
Sink, µg Zn/l			<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10							<10	<10				

4.4.8 Område H, Otta fra Heilstuguvatn til Ottavatn,  
stasjon 5, 4b, 8, 8b, 8c, 13 og 13b

Generelle kommentarer

Ottas nedbørfelt ned til Ottavatn er ca. 1.960 km<sup>2</sup> stort. Med en middelavrenning på 25 l/sek./km<sup>2</sup> blir elvens middelvannføring ved utløp i Ottavatn ca. 50 m<sup>3</sup>/sek. På strekningen Breidalsvatn (904 m.o.h.) til Ottavatn (362 m.o.h.) er det et fall på 542 m, dvs. et midlere fall på ca. 11 m pr. km. De viktigste sidevassdrag er behandlet ovenfor, nemlig Vulua, Tora, Framrusti, Åstre med Tundra og Skjøli; dessuten mottar elven fra nord bl.a. Stamåa og Aåra, som kommer fra Aursjøen.

I nedbørfeltet ned til Ottavatn (Skjåk kommune) bor det ca. 2.600 mennesker, dvs. 1,2 pers./km<sup>2</sup>. Jordbruks- og skogarealene utgjør henholdsvis ca. 0,8% (16 km<sup>2</sup>) og ca. 7% (150 km<sup>2</sup>) av hele nedbørfeltet. Industrivirksomheten i det øvre Ottadalføret er beskjeden.

På strekningen utløp Heilstuguvatn til Ottavatn er det samlet inn prøver fra i alt 7 stasjoner. Biologisk materiale ble samlet inn på st. 5, st. 8 og st. 13 den 18. og 19. august 1970.

Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 10.

Surhetsgraden på den aktuelle elvestrekning varierte ifølge observasjonsmateriale fra pH 6,3 til pH 6,5, men det var ingen tendens til systematiske endringer nedover vassdraget. Elektrolyttinnholdet var lavt - elektrolytisk ledningsevne stort sett mindre enn 10 µS/cm. Verdiene var noe lavere i 1967 enn i 1970. Ellers synes det på alle tre observasjonsdager å være en svak økning i verdiene for den elektrolytiske ledningsevne nedover vassdraget. I den øverste del av vassdraget - fra Heilstuguvatn og videre nedover forbi Grotli, var vannet sterkt belastet med partikulært materiale, som hadde sin opprinnelse i breområder og var et produkt av isbreers eroderende virksomhet. Etter hvert som elven opptok bielver, som i mindre grad drenerer breområder, avtok den partikulære materialtransport, men selv nederst i vassdragsavsnittet, ved Ofossen, var materialtransporten betydelig. Vannets innhold av jern var også betydelig på alle stasjoner, men de høyeste verdier ble observert ved

utløpet fra Heilstuguvatn hvor partikkelinnholdet var størst. Dette indikerer at jernet er bundet til det partikulære materiale. Vannets innhold av organisk materiale og plantenæringsstoffer, fosfor- og nitrogenforbindelser, var lavt på alle stasjoner. Forøvrig var det en svak økning i vannets temperatur nedover i vassdraget.

#### Biologiske forhold

Ved utløpet av Heilstuguvatn ble planktonhåven holdt ute i strømmen i 5 minutter. Bare enkelte planktonorganismer for noen vanlige dyregrupper ble funnet. Det var ingen iøynefallende begroing ved utløpet.

I elven ovenfor Polfoss ble organismer samlet inn ved håndplukk og ved å holde planktonhåven ute i strømmen i 2 minutter. Elven hadde noe begroing av alger og moser. Algevegetasjonen var sterkt preget av grønnalger med cf. *Ulothrix* sp., *Mougeotia* sp. og *Zygnema* sp. som de viktigste. Vanlig forekommende var også blågrønnalgen *Chamaesiphon* sp. og kiselalgen *Tabellaria flocculosa*. Kiselalgene var artsrike med mange ubestemte arter. Faunaen var sparsom mengdemessig, det ble funnet enkelte individer av 9 vanlig forekommende grupper.

I elven ved Ofossen ble organismer samlet inn ved håndplukk. Her var det sterk begroing av moser og en del alger. Algefloraen ble dominert av grønnalger med *Oedogonium* sp., *Mougeotia* sp. og *Zygnema* sp. som de viktigste. Det var liten forekomst av kiselalger, men blågrønnalgen *Chamaesiphon* sp. var vanlig. Faunaen var relativt rik på insektlarver av steinfluer, døgnfluer og vårfluer (Trichoptera).



Tabell 10

## Ottavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1967 og 1970

Område	H										
Lokalitet	Otta										
Stasjon	5			4b	8	8b	8c	13			13b
Dyp i m/st.plass.	Utl. Heilstuguv.			Grotli	Pollf.		Dønf.	Ofossen			Ottav.
Dato	19/8 1967	7/7 1970	18/8 1970	19/8 1967	18/8 1970	20/8 1967	20/8 1967	20/8 1967	7/7 1970	19/8 1970	20/8 1967
Temperatur °C	8,80	8,80	9,20	10,00	10,80	8,70	8,70	9,10	10,40	11,30	9,80
Surhetsgrad, pH	6,30	6,44	6,44	6,30	6,53	6,30	6,40	6,30	6,51	6,51	6,30
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	4,6	9,6	8,9	6,1	9,9	6,1	5,4	6,2	10,8	9,8	6,1
Farge, ufiltr. mg Pt/l	29		130	13	16	9	9	11		20	7
Turbiditet, JTU	14,50	6,20	7,50	7,10	0,55	3,90	4,10	3,40	1,30	0,60	3,60
Permanganattall, mg O/l			0,40		0,00			0,10		0,47	
Alkalitet, ml N/10 HCl/l			0,63		0,60			1,20		0,58	
Ortofosfat, µg P/l			6		2			5	3	2	
Total fosfor, µg P/l			11		4			6	8	4	
Klorid, mg Cl/l			0,4		0,4			<0,5		0,4	
Total nitrogen, µg N/l			60		65			41	85	95	
Nitrat, µg N/l			Spor		Spor			21	20	Spor	
Sulfat, mg SO <sub>4</sub> /l			<2,0		2,1			1,2		2,1	
Total hårdhet, mg CaO/l								1,6			
Kalsium, mg Ca/l			0,90		1,20			1,00	1,10	1,10	
Magnesium, mg Mg/l			0,35		0,27			0,13	0,25	0,48	
Jern, µg Fe/l			500		110			120	180	120	
Kalium, mg K/l			0,40		0,28			0,18	0,29	0,27	
Kobber, µg Cu/l									35		
Mangan, µg Mn/l			40		<10			<5	<10	<10	
Natrium, mg Na/l			0,41		0,57			0,42	0,59	0,54	
Silisium, mg SiO <sub>2</sub> /l			1,0		1,4			1,4	1,3	1,5	
Sink, µg Zn/l									<10		

#### 4.4.9 Område I, Høydalsvatn, stasjon 15

##### Generelle kommentarer

Høydalsvatn ligger øverst i Bøverdalen i en høyde av 905 m.o.h. - i underkant av den egentlige skoggrense, ca. 1.000 m.o.h. Det er således heller en sparsom vegetasjon i nedbørfeltet, men rundt innsjøen er det en del kratt- og lauvskog. Her er det også noen hytter, bl.a. Høydalsseter turisthytte. Innsjøen er loddet opp, og dybdekart er utarbeidet av Statskraftverkene. De viktigste morfometriske og hydrologiske data er gjengitt i tabell 11.

Tabell 11. Høydalsvatn, morfometriske og hydrologiske data.

Høyde over havet	905 m
Nedbørfelt	79,8 km <sup>2</sup>
Overflateareal	2,5 km <sup>2</sup>
Største dyp	56 m
Middeldyp	23 m
Volum	57,8 mill. m <sup>3</sup>
Midlere avløp	3,06 m <sup>3</sup> /sek.
Teoretisk oppholdstid	ca. 7 måneder

Sommeren 1970 ble det samlet inn vannprøver fra Høydalsvatn i alt 2 ganger, nemlig den 7. juli og 20. august. Biologisk materiale ble samlet inn bare den 20. august. Innsjøen var på begge observasjonsdager noe påvirket av erosjonsmaterialer fra breområder, og den hadde et grønnaktig utseende. Siktedypet var henholdsvis 6 m og 3,5 m.

##### Fysisk-kjemiske forhold

Analyse resultater er gjengitt i tabell 12.

På begge observasjonsdager hadde innsjøen en termisk sommerlagdeling med noe høyere temperaturer i overflatelagene enn i dyplagene. Vannmassene var godt mettet med oksygen. pH-verdiene varierte mellom 6,5 og 6,8 - de laveste verdier ble observert den 7. juli. Vannet var elektrolyttfattig, og verdiene for elektrolytisk ledningsevne var ca. 12  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Turbiditetsverdiene viser at det ovennevnte erosjonsmateriale gjorde seg sterkt gjeldende i innsjøens epilimnion (epilimnion, dvs. over sprangsjiktet).

Vannets jerninnhold var også størst i overflatelagene. Den organiske belastning samt vannets innhold av plantenæringsstoffer var meget lavt.

#### Biologiske forhold

I innsjøen ble plankton samlet inn ved vertikalt og horisontalt håvtrekk fra båt. Det var ingen synlige begroinger i strandsonen. Planteplanktonet hadde liten forekomst, innsjøen er næringsfattig. Iøynefallende blant dyreplanktonet var den rike forekomst av hjuldyr med *Polyarthra* sp. som den dominerende. Krepssdyrene var representert ved en del vannlopper og *Cyclops scutifer*. På grunn av at håven hadde vært nede på bunnen, ble det registrert mange vannloppearter som er knyttet til vannsjiktet over bunnen. Spesielt kan nevnes at *Eurycercus lamellatus* (Cladocera), som er et verdifullt næringsdyr for fisk, ble funnet. Forøvrig inneholdt prøven bunndyr av tovingelarver, fåbørstemark, muslingkreps (Ostracoda) og vannmidd (Hydracarina). Det ble opplyst av bygdefolk at Høydalsvatnet et et godt fiskevann.

#### 4.4.10 Område J, Leirvatn og Leira, stasjon 17, 18, 19, 20 og 20b

##### Generelle kommentarer

Leira kommer fra Kyrkjjetjern, 1.465 m.o.h., danner så Leirvatn, 1.399 m.o.h. (1 km<sup>2</sup> overflate) renner videre i nordlig og nordøstlig retning og forener seg med Bøvra et stykke ovenfor Bøverdalen kirke, ca. 600 m.o.h. Elven er ca. 30 km lang og har et nedbørfelt på ca. 156 km<sup>2</sup>. Med en midlere avrenning på 35 l/sek./km<sup>2</sup>, vil middelvannføringen ved utløpet av Leira bli ca. 5,5 m<sup>3</sup>/sek. Den midlere fallhøyde er ca. 29 m pr. km. Flere av de store breer i Jotunheimen drenerer ned mot Leira, f.eks. Storgjuvbreen, Illåbreene, Storbreen m.fl. Elven har derfor til sine tider stor transport av erosjonsmateriale. Leirvatn ligger i et karrig område uten særlig høyere vegetasjon med bare noe mose, lav o.l. Langs de nedre deler av elven er det en del bebyggelse og turistetablisseringer.

Den 7. juli 1970 ble det samlet inn prøver fra en stasjon nederst i elven, den 20. august ble det samlet inn 1 prøve (st. 17) fra Leirvatn, 2 prøver fra Leira og 1 prøve (st. 19) fra en avrenningsbekk fra Illåbreen. På prøvetakingsdagene var det stor transport av partikulært materiale fra breområdene, og vannet nedenfor disse områder hadde gråaktig utseende. Prøven fra Leirvatn ble tatt ved land. Biologisk materiale ble samlet inn bare den 20. august 1970.

##### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 12.

Vannet var svakt surt på alle stasjoner. Elektrolyttinnholdet var lavt, og verdiene for elektrolytisk ledningsevne var den 20. august mindre enn 10 µS/cm. At elektrolyttinnholdet var noe lavere i august enn i begynnelsen av juli, har sannsynligvis sammenheng med snøsmeltingen og avrenningsforholdene. Leirvatnet var i liten grad belastet med partikulært materiale. Videre nedover mottok Leira avrenningsvann fra breområder. Disse bekker var sterkt belastet med erosjonsmateriale og følgelig økte materialtransporten nedover i Leira. På hele elvestrekningen var det en viss sedimentering av grovere materiale, og i områder hvor elven fløt relativt stille, var det avsatt store mengder vanntransportert erosjonsmateriale.

Breslammaterialet inneholdt tyensynlig store mengder fosfor- og jernforbindelser. I bekken fra Illåbreen hadde vannet således en konsentrasjon av ortofosfater og jern på henholdsvis 630 µg P/l og 6.100 µg Fe/l. De ovennevnte høye verdier er betinget av berggrunnens kjemiske sammensetning. De gabbroide bergarter i disse områder inneholder nemlig bl.a. store mengder fosforforbindelser. Vannets innhold av organisk stoff og nitrogenforbindelser var lavt.

#### Biologiske forhold

I innsjøen ble plankton samlet inn ved horisontalt håvtrekk over bukten i nord. Prøven inneholdt en god del planteplankton av kiselalger og flagellater. De vanligste slekter var *Tabellaria* sp., *Peridinium* sp. og *Dinobryon* sp. Innsjøen er næringsfattig. *Holopedium gibberum* var den hyppigst forekommende dyreplanktonart, 4 vanlige hjuldyrarter ble registrert, men i beskjeden forekomst.

På de undersøkte lokaliteter i Leira i august 1970 var det ingen synlige begroinger og større hvirvelløse dyr. I Leira like før samløp med Bøvra ble det 7. juli 1970 funnet en del larver av vårfluer, døgnfluer og fjærmygg. Floraen var representert bare ved noe mose.

#### 4.4.11 Område K, Gjuvvatn, stasjon 21

##### Generelle kommentarer

Gjuvvatnet, 1.837 m.o.h., er Nord-Europas høyest beliggende innsjø. I denne høyde er det ubetydelig forekomst av høyere vegetasjon - på steiner og fjell vokser en del mose og lav. På vestsiden ligger en isbre helt ned til innsjøen, og på observasjonsdagen, den 19. august 1970, fløt det isflak omkring. En vannprøve ble samlet inn ved innsjøens utløp.

##### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 12.

Vannet i Gjuvvatnet var svakt surt, elektrolyttfattig og inneholdt en del organisk og partikulært materiale. Vannets innhold av plantenæringsstoffer, også fosfater, var relativt lavt, det samme var tilfelle med vannets jerninnhold. Vannets temperatur var 5°C.

##### Biologiske forhold

I innsjøen ble plankton samlet inn ved horisontalt håvtrekk over bukten ved bekkeutløpet. Det var ingen begroing i strandsonen. Planteplanktonet var sparsomt, innsjøen er næringsfattig. Dyreplanktonet som var artsfattig, hadde mengdemessig bra forekomst. *Cyclops scutifer* var eneste krepsdyrart blant dyreplanktonet. 3 hjuldyrarter var vanlig forekommende i prøven. Husbyggende vårfluelarver (Limnophilidae, Trichoptera) var vanlig under steiner i littoralsonen. I denne sone ble det også funnet en del fjærmygglarver og et individ av hoppekreps (*Harpacticoida*, *Copepoda*), som lever like over bunnen. Det er satt ut fisk i innsjøen.

Thomasson (Reflections on artic and alpine lakes, Oikos 7: 1956), har undersøkt planktonet i Gjuvvatnet og nevner at planktonet var overraskende rikt kvantitativt. Økland (En oversikt over bunndyrmengder i norske innsjøer og elver 1963) refererer Brundin (1956) som fant store bunndyrmengder i innsjøen og mener dette må tilbakeføres til næringsstoff som føres ned i vannet fra isbreen.

#### 4.4.12 Område L, Visa, stasjon 22

##### Generelle kommentarer

Visa, som er ca. 30 km lang, kommer fra noen mindre innsjøer i hjertet av Jotunheimen, Semmelholet (1.580 m.o.h.), og renner sammen med Bøvra ca. 515 m.o.h. Den midlere fallhøyde er 35 m pr. km. Elven fører avrenningsvann fra flere større breer, bl.a. Memurubreene, Veobreen, Styggobreen, Svelnosbreen m.fl. Ved elven ligger Spiterstulen turisthytte, ellers er det ved utløpet av elven en del bebyggelse. Nedbørfeltet er ca. 248 km<sup>2</sup>. Med en middelavrenning på 20 l/sek./km<sup>2</sup> vil middelvannføringen ved elvens utløp bli ca. 5 m<sup>3</sup>/sek.

Den 20. august 1970 ble det samlet inn en vannprøve nederst i elven. Elven hadde på dette tidspunkt stor transport av partikulært materiale, og vannet hadde et gråaktig utseende.

##### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 12.

Vannets kjemiske sammensetning i Visa var temmelig lik Leiras. Vannet var således elektrolyttfattig, svakt surt (pH = 6,85) og inneholdt store mengder partikulært materiale som også i dette tilfelle var et produkt av isbreenes erosjonsaktivitet. Erosjonsproduktene inneholdt tydeligvis også her betydelige mengder fosfor- og jernforbindelser. Vannets innhold av organisk stoff og nitrogenforbindelser var lavt.

##### Biologiske forhold

I elven var det noe begroing av moser, men ingen synlig forekomst av alger. Faunaen var fattig, bare noen larver av knott, fjærmygg og døgnfluer ble funnet.





#### 4.4.13 Område M, Bøvra, stasjon 16, 16b, 23 og 23b

##### Generelle kommentarer

Bøvra har sitt utspring i breområdene rundt Smørstabbtindan. I en høyde av 939 m.o.h. danner elven Bøvertunvatn. På sin vei nedover, gjennom Bøverdalen mottar elven en rekke tilløp, bl.a. fra Høydalsvatn, Leira, Veslegjuva (fra Gjuvvatnet) og Visa. Elven som er ca. 53 km lang, renner ut i Ottavatnet ved Lom 362 m.o.h. Nedbørfeltet (ved Mørstein, nesten nede ved Lom) er  $817 \text{ km}^2$ , og elven har her en midlere vannføring på  $27,1 \text{ m}^3/\text{sek}$ . På strekningen Bøvertunvatn-Ottavatn har elven et midlere fall på ca. 11 m pr. km. Langs det nedre elveavsnitt er det litt dyrket mark, her er det også en del bebyggelse. Skoggrensen i området ligger på ca. 1.000 m.o.h. I Lom kommune, hvorav Bøvras nedbørfelt utgjør ca. 44%, er jord- og skogbruksarealet henholdsvis 0,8 og 4,6% av det samlede areal, og befolkningen tilsvarende ca. 1,5 personer pr.  $\text{km}^2$ . Tettstedet Lom ligger ved Bøvras utløp.

På strekningen Bøvertunvatn-Ottavatn er det samlet inn prøver fra 4 stasjoner, nemlig ved Bøverkinhalsen, like før samløp Leira, like etter samløp Visa og like før Lom sentrum. (Se forøvrig tabell 3). Elven var på alle prøvetakingsdager sterkt slamførende, og vannets farge var grå eller grågrønn.

##### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 14.

Vannets surhetsgrad i Bøvra pendler tydeligvis omkring nøytralitetspunktet - pH 7,0. Elektrolyttinnholdet på alle observasjonsdager tilsvarte en elektrolytisk ledningsevne i området 10-20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Verdiene syntes å være høyest lengst oppe i vassdraget. Vannets partikkelinnhold eller turbiditetsverdier var høye, særlig i de nedre deler av vassdraget. Dette har sammenheng med tilførsler av erosjonsmateriale fra breområder, særlig via de tidligere omtalte bielver, Leira og Visa. Disse erosjonsprodukter er også årsak til de høye jern- og fosforverdier som observasjonsmaterialet viser. Det er grunn til å merke seg at fosforet i vesentlig grad foreligger som ortofosfater. Vannets innhold av nitrogenforbindelser og organisk stoff var lavt - verdiene var øyensynlig høyest lengst nede i vassdraget. I hvilken grad dette kan ha

sammenheng med utslipp av kloakkvann eller avrenningsvann fra jordbruksområder, er det ut fra det foreliggende observasjonsmateriale vanskelig å ha noen formening om.

#### Biologiske forhold

Bøvra nedenfor kryss med Visa hadde 20. august 1970 noe begroing av moser, men ingen synlig forekomst av alger og større hvirvelløse dyr. Den 7. juli 1970 ble det samlet inn biologiske prøver i Bøvra før samløp Leira og utløp Bøvra. I prøvene før samløp Leira var det vesentlig moser og kiselalger i beskjeden forekomst, men det ble også funnet en del larver av døgnfluer, steinfluer, vårfluer og fjærmygg.

#### 4.4.14 Område N, Tessevatn og Tessa, stasjon 24, 24b og 24c

##### Generelle kommentarer

Tessevatn ligger syd for Vågåvatn 851 m.o.h. Innsjøen blir nyttet som reguleringsmagasin for Tesse kraftverk (I, II og III). Regulerings høyden er 12,4 m. Høyeste og laveste regulerte vannstand er henholdsvis 853,9 m.o.h. og 841,5 m.o.h. Det viktigste tilløp er Smådøla fra vest. Innsjøen er loddet opp av Statskraftverkene og dybdekart foreligger i målestokk 1:10.000 ved 5 meters koteavstand. De viktigste morfometriske og hydrologiske data er gjengitt i tabell 13.

Tabell 13. Tessevatn, morfometriske og hydrologiske data.

Høyde over havet	851 m
Nedbørfelt <sup>(1)</sup>	380 km <sup>2</sup>
Overflateareal	12,32 km <sup>2</sup>
Største dyp	70 m
Middeldyp	27 m
Volum	ca. 332,5 mill. m <sup>3</sup>
Midlere avrenning (16 l/sek./km <sup>2</sup> ) =	6,3 m <sup>3</sup> /sek.
Teoretisk oppholdstid	1,7 år

---

(1): Tessevatns nedbørfelt, 226 km<sup>2</sup> + Veos nedbørfelt, 154 km<sup>2</sup>).

Rundt innsjøen er det en del hytter, ellers er det liten bebyggelse og virksomhet i nedbørfeltet.

Like nedenfor Tessevatn mottar Tessa tilløpet Grovi fra Lemonsjøen. Dermed øker nedbørfeltet med ca. 50 km<sup>2</sup> til 430 km<sup>2</sup>. Midlere vannføring her er ca. 6,9 m<sup>3</sup>/sek. Tessa er som nevnt regulert, og det ligger i alt 3 kraftverk på strekningen Tessevatn-Vågåvatn.

Den 8. juli 1970 ble det samlet inn prøver fra flere dyp i Tessevatn. I utløpet fra Tessevatn ble det samlet inn en prøve den 21. august 1970, og i Tessas utløp er det ved to anledninger samlet inn prøver, nemlig den 20. august 1967 og 8. juli 1970. Biologiske prøver ble samlet inn i utløpet fra Tessevatn den 21. august 1970.

#### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 14.

På prøvetakingsdagen den 8. juli varierte temperaturen fra 10,6°C i overflaten til 8,8°C i 34 meters dyp. Oksygenmetningen var ca. 100% i alle dyp. Vannet var elektrolyttfattig og hadde omtrentlig nøytral reaksjon. Turbiditetsverdiene var relativt høye. Vannets innhold av organisk materiale og plantenæringsstoffer, fosfor- og nitrogenforbindelser, var lavt. De relativt høye jernverdier må sees i sammenheng med vannets innhold av partikulært materiale.

Vannprøven som ble innsamlet ved innsjøens utløp den 21. august 1970, var øyensynlig ikke representativ for Tessevatns vannmasser. Elektrolyttinnholdet her var høyt og av en annen størrelsesorden enn i Tessevatn den 8. juli. Det samme var tilfelle med pH-verdiene. Vannets innhold av organisk stoff og plantenæringsstoffer var lavt. Innholdet av jern- og manganforbindelser var høyt. Disse atypiske tilstander må være lokalt betinget. Utløpsområdet er relativt godt avstengt fra innsjøen forøvrig, og det er sannsynlig at vannet i stor grad blir påvirket av forholdene i de lokale omgivelser.

Ved Tessas utløp i Vågåvatn var forholdene omtrent som i Tessevatn, men både pH og den elektrolytiske ledningsevne hadde noe høyere verdier her enn i innsjøen.

Tabell 14

## Ottavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1967 og 1970

Område	M					N							
	Bøvra					Tessevatn					Tessa		
Lokalitet	16	16b	23	23b		24					24b	24c	
Stasjon	16	16b	23	23b		1	4	8	16	34	v/Tesse	Utl.	
Dyp i m/st.plass.	B.kinh.	Ovf.Leira	Nf.Visa	Lom		8/7-70					21/8	20/8	8/7
Dato	20/8 1970	7/7-70	20/8 1970	20/8 1967	7/7 1970	8/7-70					21/8 1970	20/8 1967	8/7 1970
Temperatur °C	8,70	11,00	8,70	7,70	8,50	10,60	9,70	9,40	8,90	8,80	10,20	10,60	10,20
Oksygen, mg O <sub>2</sub> /l						9,8	9,9	9,9	9,9	10,0			
Oksygen, % metning						100,1	99,9	98,7	97,9	98,2			
Surhetsgrad, pH	7,10	6,95	6,93	6,90	6,87	6,97	6,96	6,95	6,90	6,92	7,26	6,90	7,08
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	14,9	19,0	11,6	14,3	17,0	17,2	17,1	17,2	17,4	17,7	100,4	14,8	20,0
Farge, ufiltr. mg Pt/l	49		176	26							24	9	
Turbiditet, JTU	2,30	0,75	13,00	13,00	2,60	0,93	1,20	1,25	1,60	1,00	0,22	2,10	1,90
Permanganattall, mg O/l	0,16		0,55	0,30	1,11	1,19				1,11	0,16		
Alkalitet, ml N/10 HCl/l	1,3		1,1	2,0	1,3	1,3				1,5	4,9		
Ortofosfat, µg P/l	9		72	38	22	3				3	3		
Total fosfor, µg P/l	14		74	59	22	8				8	9		
Klorid, mg Cl/l	0,2		0,4	<0,5							0,6		
Total nitrogen, µg N/l	70		70	71	110	145				140	220		
Nitrat, µg N/l	Spor		20	31	40	30				40	Spor		
Sulfat, mg SO <sub>4</sub> /l	<2,0		<2,0	2,5							38,0		
Total hårdhet, mg CaO/l				4,3									
Kalsium, mg Ca/l	2,50		1,90	2,50	2,20	1,90				1,60	13,70		
Magnesium, mg Mg/l	0,37		0,64	0,38	0,52	0,86				0,86	4,59		
Jern, µg Fe/l	210		460	320	285	130				120	390		
Kalium, mg K/l	0,48		0,67	0,54	0,52	0,47				0,51	1,0		
Kobber, µg Cu/l				15	<10	35				15			
Mangan, µg Mn/l	20		25	<5	15	15				10	120		
Natrium, mg Na/l	0,54		0,65	0,32	0,42	0,66				0,70	1,60		
Silisium, mg SiO <sub>2</sub> /l	1,2		1,8	2,2	2,0	3,0				3,0	4,8		
Sink, µg Zn/l				8	<10	<10				<10			

### Biologiske forhold

I innsjøen ble plankton samlet inn ved horisontalt håvtrekk over bukten ved demningen. Vannstanden var høy slik at den synlige vegetasjon i strandsonen ikke var representativ for innsjøen. Planteplanktonet var rikt på arter, men kvantitativt sparsomt. Innsjøen er næringsfattig. Det var mengdemessig stor forekomst av dyreplankton, spesielt krepsdyr. Mens *Diaptomus laticeps* er vanlig i området, var det *Diaptomus denticornis* som var vanlig i prøven fra denne lokalitet. Tessevatn var også eneste lokalitet hvor *Sida crystallina* ble funnet.

Huitfeldt-Kaas (Planktonundersøkelser i norske vande, 1906) som har undersøkt planktonet i Tessevatn, fant 9 arter av dyreplankton, men ingen *Diaptomus* sp. var representert. I prøven 21. august 1970 ble det også funnet 9 dyreplanktonarter. 6 av disse var de samme som Huitfeldt-Kaas fant. Ifølge Huitfeldt-Kaas var Tessevatn et meget godt fiskevann med aure som eneste forekommende fiskeart.

#### 4.4.15 Område 0, Vågåvatn, stasjon 25 og 25b

##### Generelle kommentarer

Vågåvatn er en lang, smal innsjø, som mot vest går over i Ottavatn. Vågåvatn har ujevne dybdeforhold med største dyp på 83 m (midt i innsjøen, noe vest for Tessand). Ottavatnet er over alt meget grunt. Innsjøen er loddet opp og dybdekart er tegnet i målestokk 1:10.000 med 10 meters koteavstand. Dette arbeid er utført av NVE ved Statskraftverkene. De viktigste morfometriske og hydrologiske data er gjengitt i tabell 15.

Tabell 15. Vågåvatn, morfometriske og hydrologiske data.

Høyde over havet	363 m
Nedbørfelt	3.445 km <sup>2</sup>
Overflateareal	27,6 km <sup>2</sup>
Største dyp	83 m
Volum	392,5 mill. m <sup>3</sup>
Middeldyp	14 m
Midlere avrenning	ca. 93 m <sup>3</sup> /sek.
Teoretisk oppholdstid	50 døgn

Den midlere avrenning er beregnet i forhold til den midlere vannføring ved Lalm (NVE's målestasjon ved Lalm, Hydrologiske undersøkelser i Norge 1958). Verdien er derfor antakelig noe for høy. Finna, som renner sammen med Otta like nedenfor Vågåvatn, har et nedbørfelt på ca. 200 km<sup>2</sup>, og med en avrenning på 15 l/sek./km<sup>2</sup> har den en middelvannføring på ca. 3 m<sup>3</sup>/sek.

Det foreligger ingen sikker oppgave over hvor mange mennesker som bor i nedbørfeltet. Ifølge Statistisk Årbok for Norge 1969 var befolkningsantallet i Skjåk og Lom pr. 1. januar 1969, 5.465. I Vågå kommune, som omfatter store deler av Sjoas nedbørfelt samt det relativt tettbebygde område nedenfor Vågåvatn ned til Lalm, bodde det på samme tidspunkt 4.080 personer. Vi antar derfor at den samlede befolkningmengde i Vågåvatns nedbørfelt, er av størrelsesorden 6.000 personer, dvs. en befolkningstetthet på ca. 1,7 personer pr. km<sup>2</sup>. I kommunene Skjåk og Lom er ca. 0,8% av arealet dyrket mark og ca. 6% skogområder.

Sommeren 1970 ble det ved to anledninger samlet inn prøver fra flere dyp i Vågåvatnets dypeste område. Dessuten ble det den 20. august 1967 samlet inn en prøve fra overflatelagene nærmere innsjøens utløp.

#### Fysisk-kjemiske forhold

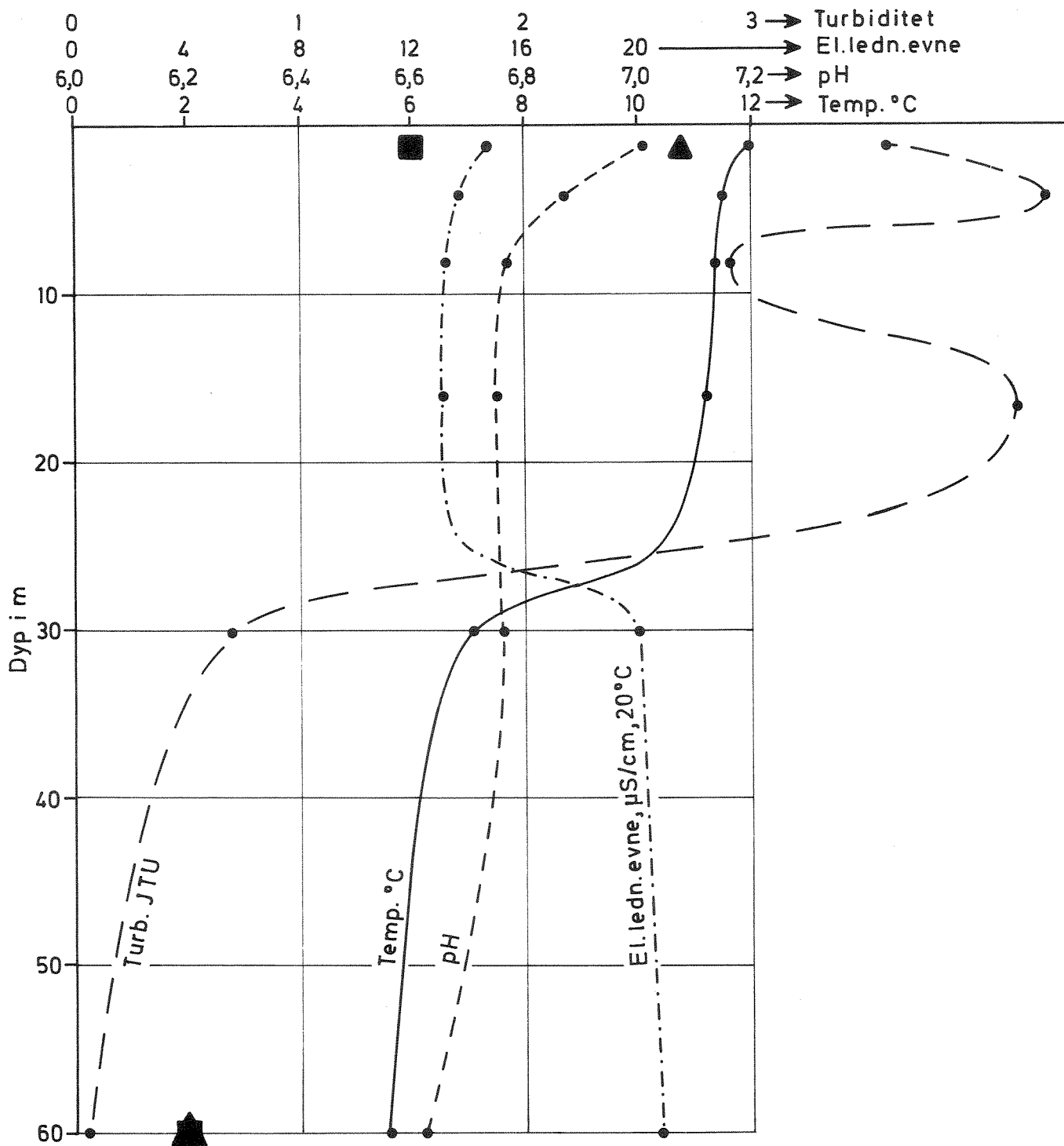
Analyseresultater er gjengitt i tabell 16 og fig. 7 og 8.

Begge observasjonsserier sommeren 1970 viser at innsjøen hadde en typisk termisk lagdeling. Sprangsjiktet, som var lite markert, lå i 20-30 meters dyp. pH-verdiene varierte i området 6,5 til 7,0 med de høyeste verdier i de øverste vannmasser. Verdiene for den elektrolytiske ledningsevne var lave og varierte i området 10 til 20 µS/cm. Verdiene under sprangsjiktet var markert høyere enn i overflatelagene. Farge- og turbiditetsverdiene, som er betinget av vannmassenes innhold av partikulært materiale, var relativt høye i vannmassene over sprangsjiktet. Dypvannsmassene var øyensynlig i liten grad belastet med slikt materiale. Det er grunn til å legge merke til at de høyeste turbiditetsverdier ble funnet like over sprangsjiktet. Dette viser for det første at gjennomstrømningen foregår i de øverste vannmasser, for det andre at det partikulære materiale er finfordelt og i liten grad har evne til å trenge gjennom den barriere tetthetsforskjellen mellom overflatevannmassene og dypvannsmassene

Fig. 7

Vågåvatn 8. juli 1970

Fysisk-kjemiske forhold



Tegnforklaring:

- Ortofosfat, µg P/l
- ▲ Total jern, µg Fe/l

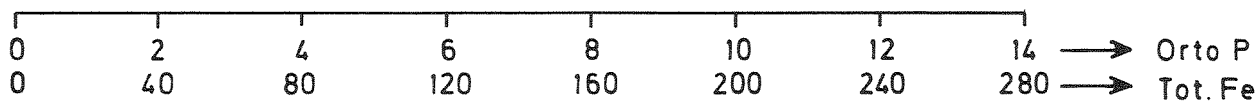
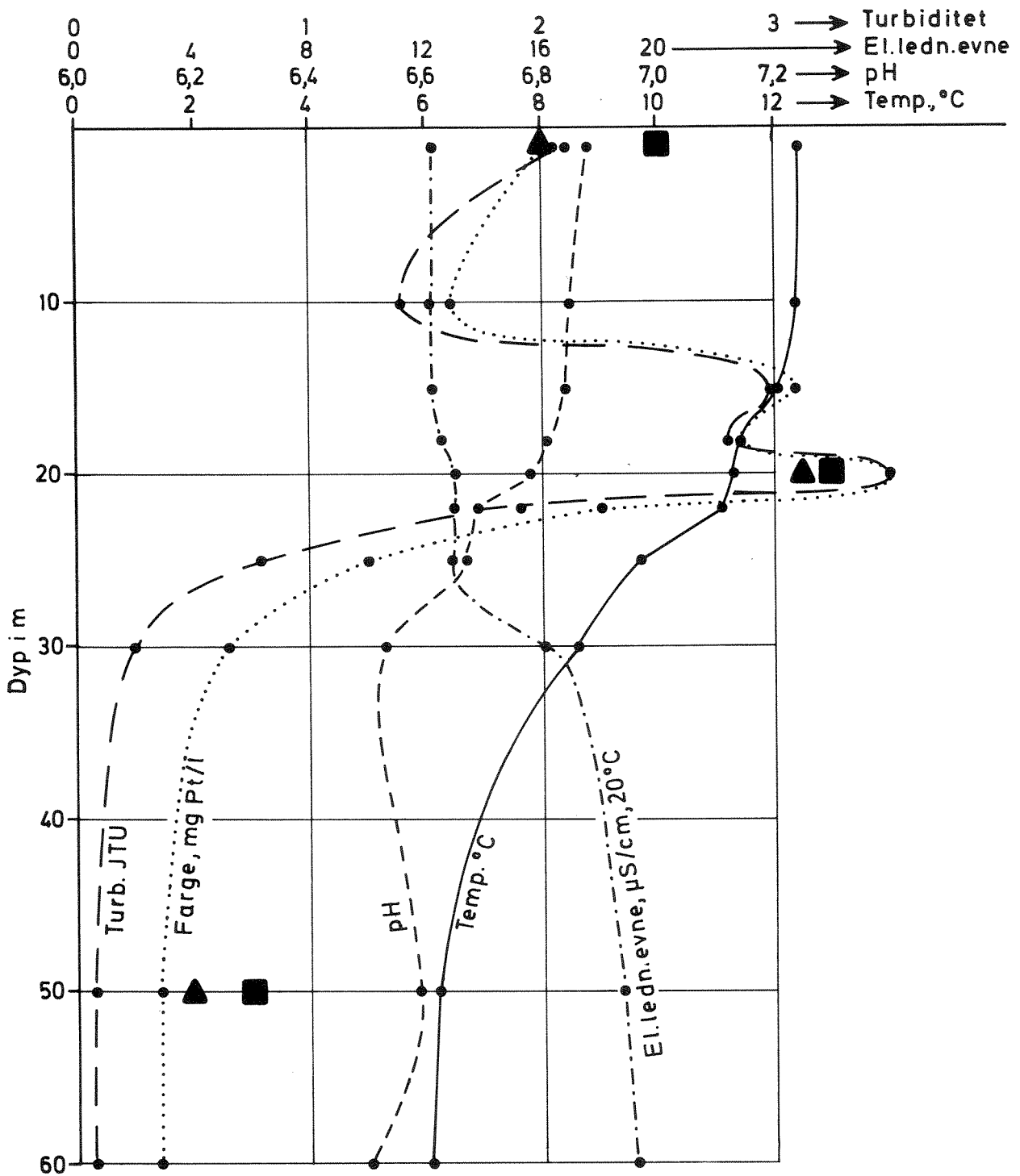


Fig. 8

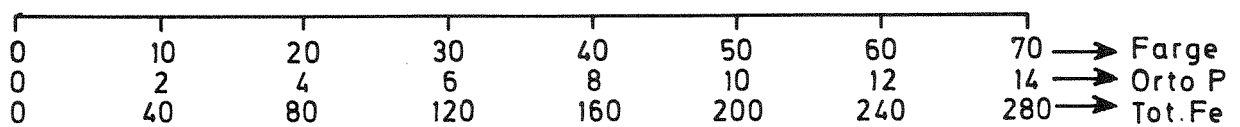
Vågavatn 20. aug. 1970

Fysisk - kjemiske forhold



Tegnforklaring:

- Ortofosfat,  $\mu\text{g P/l}$
- ▲ Total jern,  $\mu\text{g Fe/l}$





representerer. I samsvar med forskjellen i vannets innhold av partikulært materiale var det en markert forskjell i overflatevannets innhold av fosfor- og jernforbindelser sammenlignet med dypvannmassene. Vannets innhold av nitrogenforbindelser var høyest i dypvannmassene, men alle verdier var relativt lave.

#### Biologiske forhold

I innsjøen ble biologiske prøver samlet inn ved vertikalt og horisontalt håvtrekk fra båt og ved håndplukk i strandsonen. Synlige begroinger i strandsonen besto overveiende av grønnalger med *Mougeotia* sp. og cf. *Ulothrix* sp. som de viktigste. Kiselalgene var artsrike, men i beskjeden forekomst. Vanlig forekommende hvirvelløse dyr i denne sonen var ferskvannsvamp (Spongiae) og snegler (Gastropoda), 6 andre dyregrupper var representert med enkelte individer.

Planktonprøven inneholdt en god del planteplankton med kiselalger som de viktigste. Innsjøen er næringsfattig. Dyreplanktonet hadde mengdemessig uvanlig liten forekomst. Et skjønnsmessig mål på tettheten gir 1 individ pr. ca. 100 liter. De vanligst forekommende arter var *Diaptomus laticeps* og *Cyclops scutifer*. Hjuldyrfaunaen var sparsom, bare enkelte individer ble funnet.

Huitfeldt-Kaas (Planktonundersøkelser i norske vande, 1906) som har undersøkt planktonet i innsjøen, fant 10 dyreplanktonarter. Prøven den 20. august 1970 inneholdt 7 dyreplanktonarter. Ifølge Huitfeldt-Kaas (1906) ble Vågåvatnet ansett som et dårlig fiskevann med aure som eneste forekommende fiskeart.



4.4.16 Område P, Otta fra Vågåvatn til samløp Lågen  
stasjon 25c, 26, 26b og 26c

Generelle kommentarer

Otta fra Vågåvatn til samløp Lågen er ca. 30 km lang. Otta har et samlet nedbørfelt på 4.150 km<sup>2</sup> og er Lågens største tilløp. Den midlere vannføring ved Lalm er 107 m<sup>3</sup>/sek. Fallhøyden på elvestrekningen er 78 m, dvs. 2,6 m pr. km. Ved Vågåmo mottar Otta fra nordvest sideelven Finna, som er 42 km lang og har et nedbørfelt på 200 km<sup>2</sup>. Ottas nedbørfelt består som tidligere nevnt i stor utstrekning av ubebodde høyfjellsområder, men på den aktuelle elvestrekning fra Vågåvatn til samløp Lågen er det relativt tett bebyggelse. Her ligger bl.a. tettstedene Vågåmo og nederst Otta. Langs elven er det også en del dyrket mark. Her er det videre noen hoteller og pensjonater. Av industritiltak kan nevnes Vågå Ysteri og Vågå Halmluting. Elvestrekningen blir i stor grad benyttet som resipient for avløpsvann.

Det er blitt samlet inn prøver fra 4 forskjellige steder på elvestrekningen, nemlig den 20. august 1967, 8. og 9. juli 1970 og 20. og 21. august 1970. (Angående stasjonsplassering se tabell 3 og figur 5). Prøvene er søkt samlet inn fra elvens hovedvannmasser, men den 21. august ble prøven tatt ved bredden. Det er derfor mulig denne prøve ikke er representativ for hovedvannmassene. Biologisk prøve ble samlet inn den 21. august 1971.

Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 17.

I kvalitativ sammenheng hadde vannet i Otta nedenfor Vågåvatn stor likhet med overflatevannet i Vågåvatn. Vannet var således elektrolyttfattig, svakt surt og inneholdt en del partikulært materiale. Vannet inneholdt betydelige mengder fosfor- og jernforbindelser. Innholdet av organisk stoff og nitrogenforbindelser var lavt. De noe avvikende verdier for saltinnhold og fosforforbindelser i prøven som ble samlet inn den 21. august 1970, kan ha sammenheng med at prøven ikke er representativ for hovedvannmassene.

Tabell 17

## Ottavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1967 og 1970

Område	P					
	Otta nedenfor Vågåvatn					
Lokalitet						
Stasjon	25c		26	26b	26c	
Dyp i m/st.plass.	Vågåmo		Lalm	Åsår	Utl.	
Dato	20/8 1967	8/7 1970	8/7 1970	20/8 1967	9/7 1970	21/8 1970
Temperatur °C	11,40	13,50	14,00	11,90	13,80	12,40
Surhetsgrad, pH	6,70	6,82	6,79	6,70	6,76	6,97
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	9,4	12,8	13,8	10,2	14,1	16,4
Farge, ufiltr. mg Pt/l	30			30		29
Farge, filtr., mg Pt/l						23
Turbiditet, JTU	15,50	5,40	3,90	14,50	4,60	1,20
Permanganattall, mg O/l	0,50			0,40	1,19	0,55
Alkalitet, ml N/10 HCl/l	1,50				0,97	1,22
Ortofosfat, µg P/l	19				13	5
Total fosfor, µg P/l	22				14	11
Klorid, mg Cl/l	0,5					0,6
Total nitrogen, µg N/l					120	110
Nitrat, µg N/l	33				50	30
BFA, mg N/l	0,05					
Sulfat, mg SO <sub>4</sub> /l	1,4					2,3
Total hårdhet, mg CaO/l	2,8					
Kalsium, mg Ca/l	1,47				1,50	2,10
Magnesium, mg Mg/l	0,25				0,49	0,45
Jern, µg Fe/l	340				265	120
Kalium, mg K/l	0,36				0,48	0,46
Kobber, µg Cu/l	18				20	
Mangan, µg Mn/l	7				20	<10
Natrium, mg Na/l	0,39				0,73	0,89
Silisium, mg SiO <sub>2</sub> /l	1,7				1,5	2,2
Sink, µg Zn/l	9				<10	

### Biologiske forhold

Biologiske prøver ble samlet inn i Otta et stykke ovenfor samløp Lågen. På roligere partier i elven var det mye begroing av moser og alger. Algevegetasjonen ble dominert av grønnalger ved *Oedogonium* sp., *Spirogyra* sp. og *Zygnema* sp. Kiselalgene var artsrike, men i mengdemessig liten forekomst. Faunaen var sparsom kvantitativt, bare enkelte individer av 7 vanlig forekommende grupper hvirvelløse dyr ble funnet. Lokalt kunne det spores virkninger av kloakkvann som rant ut i elven.

#### 4.4.17 Område Q, Sjoa, stasjon 27, 27b, 27c, 27d og 27e

##### Generelle kommentarer

Sjoa, som har sitt utspring i Jotunheimen, er ca. 100 km lang og har et nedbørfelt på 1.575 km<sup>2</sup>. De betydeligste innsjøene i vassdraget er Gjende (984 m.o.h., overflate 14,3 km<sup>2</sup> og dybde 149 m) og like nedenfor, Øvre og Nedre Sjudalsvatn (henholdsvis 953 m.o.h., overflate 5,3 km<sup>2</sup> og 940 m.o.h., overflate 2,6 km<sup>2</sup>). Sjoa fanger opp Veo og Rinda fra vest og Nordre Murua fra syd. Berggrunnen i nedbørfeltet består i vest av gabbro og i øst i vesentlig grad av kambro-silur. Størsteparten av området er høyfjell - nedover i dalføret er det en del skog og også dyrket mark. I hele Sjoas nedbørfelt bor det anslagsvis ca. 2.000 mennesker, hvorav de fleste bor i det nedre dalføre (Heidal).

På strekningen nedenfor Nedre Sjudalsvatn er det samlet inn prøver fra i alt 5 stasjoner, nemlig: 2 km ovenfor Hindseter (27), ved Hindseter (27b), Nordre Murua (27c), 2 km nedenfor Heidal sentrum (27d) og like før samløp Lågen (27e). Prøvetakingssteder og prøvetakingsdata går for øvrig frem av tabell 3 og figur 5. Biologiske prøver ble samlet inn den 9. juli og 21. august 1970.

##### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultater er gjengitt i tabell 18.

Vannets elektrolyttinnhold i Sjoa er lavt, og verdiene for den elektrolytiske ledningsevne lå stort sett i området 10-15 µS/cm. Vannet hadde en praktisk talt nøytral reaksjon (pH: 6,6-7,2). Hverken for pH-verdiene

Tabell 18.

## Sjøavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1967 og 1970.

Område	Q								
	Sjøa								
Lokalitet									
Stasjon	27		27b	27c		27d		27e	
Dyp i m/st.plass.	Ovf. Hinds.		v/ Hinds.	N. Murua		N.f. Heidal		Utløp	
Dato	21/8 1967	21/8 1970	8/7 1970	21/8 1967	8/7 1970	21/8 1967	21/8 1970	21/8 1967	9/7 1970
Temperatur, °C	9,00	10,20	10,50	11,50	17,20	9,50	11,30	9,60	12,60
Surhetsgrad, pH	6,60	6,90	6,97	7,00	6,75	7,00	6,98	7,00	6,72
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	8,2	12,8	16,6	23,9	13,4	11,0	14,6	11,0	12,2
Farge, ufiltr. mg Pt/l	5	22		19		6	15	6	
Turbiditet, JTU	1,80	0,76	0,09	0,70	0,07	2,10	0,40	2,00	0,07
Permanganattall, mg O/l		0,24					2,61	0,60	0,63
Alkalitet, ml N/10 HCl/l		0,98					1,24	2,10	1,32
Ortofosfat, µg P/l		5	3				6	6	4
Total fosfor, µg P/l		7	4				9	7	6
Klorid, mg Cl/l		0,4					0,4	<0,5	
Total nitrogen, µg N/l		140	150				115		140
Nitrat, µg N/l		50	60				40	46	60
BFA, mg N/l								0,01	
Sulfat, mg SO <sub>4</sub> /l		<2,0					<2,0	1,6	
Total hårdhet, mg CaO/l								4,1	
Kalsium, mg Ca/l		1,40	1,20				1,60	1,89	1,90
Magnesium, mg Mg/l		0,46	0,45				0,60	0,50	0,63
Jern, µg Fe/l		110	50				90	50	45
Kalium, mg K/l		0,25	0,20				0,28	0,18	0,34
Kobber, µg Cu/l			<10					59	15
Mangan, µg Mn/l		<10	20				10	<5	15
Natrium, mg Na/l		1,07	0,47				0,73	0,39	0,46
Silisium, mg SiO <sub>2</sub> /l		2,3	1,8				2,0	2,6	2,5
Sink, µg Zn/l			<10					24	<10

eller vannets elektrolyttinnhold var det øyensynlig noen systematiske variasjoner nedover vassdraget. Farge- og turbiditetsverdiene var på observasjonsdagene relativt lave, og heller ikke for disse komponenter var det noen systematiske variasjoner. Elven var imidlertid i noen grad belastet med erosjonsmateriale fra breområder. Vannets innhold av plantenæringsstoffer var relativt lavt. Det er imidlertid grunn til å merke seg at fosforinnholdet i vesentlig grad besto av ortofosfater.

#### Biologiske forhold

Elven hadde ingen synlig begroing og fauna ved Hindseter og nedenfor Heidal. Prøve fra Hindseter 8. juli 1970 inneholdt bare enkelte individer av vanlig forekommende dyregrupper.

#### 4.4.18 Område R, Gudbrandsdalslågen, stasjon 28-38

##### Generelle kommentarer

Gudbrandsdalslågens nedbørfelt består i stor utstrekning av høyfjellsområder - i nord Dovrefjell, i øst Rondane og i vest Jotunheimen. Elven, som har sitt utspring i Lesjaskogsvatn, har en total lengde ned til utløp i Mjøsa på 197 km. På denne strekningen er det midlere fall 2,5 m pr. km. Nedbørfeltet er 12.793 km<sup>2</sup> stort, og elvens midlere vannføring ved utløp i Mjøsa er ca. 275 m<sup>3</sup>/sek.

Berggrunnen i nedbørfeltet har en variert sammensetning (fig. 1). De mest dominerende bergartstyper er: grunnfjell i nordvest, gabbroide bergarter i Jotunheimen, sparagmitter i Rondane-området og i den sydlige del av dalføret, og sterkt omdannet kambrosilurbergarter i Dovre-området og i de vestre deler av hoveddalføret.

Løsavsetningene i nedbørfeltet er et produkt av de krefter som har gjort seg gjeldende før, under og etter istidene. Avsetningene består mest av et jevnt dekke bunnmorene. Langs hovedvassdraget er det ofte store mengder løsmateriale som elven har transportert dit fra høyere liggende områder.

Nedover langs Lågenvassdraget er det flere betydelige tettsteder eller administrasjonssentra, f.eks. Otta, Sjøa, Vinstra, Ringebu m. fl. På

hele strekningen blir elven eller dens tilløp i stor utstrekning brukt som resipient for avløpsvann. Langs hovedelven er det betydelig jordbruksvirksomhet og en rekke industritiltak som er knyttet til jordbruksnæringen. Nevnes kan slakteri på Otta, flere meierier, ysterier, tørrmelkproduksjon, halmlutningsanlegg, siloer osv. Avløpsvann fra disse bedrifter blir også tilført vassdraget. Av andre aktiviteter som kan ha betydning i forurensningssammenheng, kan nevnes bilverksteder, bensinstasjoner, hoteller, campingplasser o.l. Av Gudbrandsdalslågens nedbørfelt ned til Lillehammer bro er ca. 13% skog, ca. 2,5% dyrket mark, og i samme område bor det vel 62.000 mennesker, dvs. knapt 5 personer pr. km<sup>2</sup>. Forøvrig henvises til rapport: "Vannforsyning og avløpsforhold i Østlandsfylkene. Utredning for Østlandskomiteén 1967. Rapport 1. Beskrivelse og undersøkelser av vannforekomster. Del 2. Gudbrandsdalslågen.", Norsk institutt for vannforskning, desember 1967.

Instituttet har ved 3 anledninger samlet inn observasjonsmateriale fra Gudbrandsdalslågen, nemlig 19.-23. august 1967, 9. juli 1970 og 21. august 1970. Prøvetakningsstedene er avmerket på kartskisse, fig. 6. Biologisk materiale ble samlet inn i august 1967 og i august 1970.

#### Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultatene er gjengitt i tabell 19 og fig. 9 og 10. Observasjonsresultatene fra 1967 er beskrevet i ovennevnte rapport.

Vannet i Gudbrandsdalslågen har en praktisk talt nøytral reaksjon. Sommeren 1970 syntes det som om pH var noe høyere ovenfor Otta enn nedenfor. Videre nedover vassdraget syntes det som om det på alle observasjonsdager var en svak økende tendens i pH-verdiene. Verdiene for den elektrolytiske ledningsevne var sommeren 1970 høyere ovenfor Otta enn nedenfor. Videre nedover vassdraget var det en svak økning i vannets innhold av elektrolytter, men over alt var verdiene lave. Resultatene av farge- og turbiditetsmålingene viser tydelig hvordan det slambelastede vannet fra breområdene og som tilføres via Otta, innvirker på vannkvaliteten i Lågen. På alle observasjonsdager økte farge- og turbiditetsverdiene kraftig etter at Ottavannet hadde blandet seg inn i Lågen. Vannmassene i Sjoa og Vinstra var mindre turbide, og etter innløp i Lågen betinget disse elver en fortyningseffekt slik at turbiditetsverdiene avtok. Videre nedover vassdraget holdt verdiene seg relativt konstante.



Tabell 19

Gudbrandsdalslågen. Fysiske-kjemiske analyseresultater 1967 og 1970.

Område	R																							
	Gudbrandsdalslågen fra Otta til Lillehammer																							
	28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38			
Lokalitet	19/8	21/8	9/7	21/8	9/7	21/8	21/8	9/7	21/8	9/7	21/8	21/8	9/7	21/8	9/7	21/8	9/7	21/8	9/7	21/8	9/7	21/8		
Dato	1967	1970	1967	1970	1967	1970	1970	1967	1970	1967	1970	1967	1970	1967	1970	1967	1970	1967	1970	1967	1970	1967	1970	
Temperatur °C	8,30	13,90	11,00	10,60	14,00	12,00	12,10	11,90	14,30	12,40	12,40	14,40	12,70	14,70	12,70	15,00	12,40	13,20	13,20	13,20	14,20	14,20	14,10	
Surhetsgrad, pH	6,80	7,17	7,17	6,90	6,92	7,02	7,00	7,00	6,95	7,00	7,20	6,97	7,10	7,02	7,10	7,02	7,60	7,00	6,91	7,10	7,38	7,03	7,03	
Spes.leddningsevne 20°C, µS/cm	13,2	30,0	24,8	11,9	16,4	18,3	17,2	15,6	17,8	15,3	16,8	18,6	16,4	20,6	19,3	19,3	15,6	17,7	15,7	20,8	22,8	22,8	22,8	
Farge, ufiltr.	7	5	22	24	20	24	20	17	15	14	15	14	17	17	21	21	16	16	16	16	16	16	11	
Turbiditet, JTU	0,40	0,01	0,02	8,60	3,40	0,88	0,60	6,30	2,00	5,90	4,90	4,90	1,50	4,90	1,50	1,50	0,66	5,40	0,76	5,10	1,20	0,18	0,18	
Permananganattall, mg O/l	0,70	1,11	0,00	0,40	1,03	1,19	0,40	1,30	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,32	0,80	0,32	0,80	0,90	1,58	0,32	0,32	0,32	
Alkalitet, ml N/10 HCl/l	2,1	3,2	2,0	1,9	2,4	1,3	1,3	2,0	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	1,5	2,3	2,4	2,3	2,4	2,2	1,8	1,8	1,8	
Ortinfosfat, µg P/l	2	3	<2	15	9	3	4	10	8	9	9	5	8	5	8	5	9	9	9	6	6	2	2	
Total fosfor, µg P/l	5	6	8	19	14	6	8	16	12	12	12	6	11	6	11	8	16	13	10	10	5	5	5	
Klorid, mg Cl/l	<0,5	0,4	1,2	0,7	0,4	0,8	0,4	0,8	0,6	0,6	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	0,6	0,6	
Total nitrogen, µg N/l	57	115	130	60	140	105	115	139	135	103	103	145	190	145	190	125	174	183	145	145	135	135	135	
Mittet, µg N/l	27	20	30	40	50	30	30	39	50	33	33	50	30	50	30	30	34	33	60	60	30	30	30	
Sulfat, mg SO <sub>4</sub> /l	1,9	2,8	1,7	2,8	2,3	2,3	2,3	1,7	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	2,5	1,6	1,7	1,7	2,8	2,8	2,8	2,8	
Total hårdhet, mg CaO/l	4,3	5,2	5,2	4,6	4,6	4,3	4,3	4,6	4,3	4,3	4,3	5,3	5,3	5,3	5,1	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	
Kalsium, mg Ca/l	2,10	4,30	3,50	2,10	2,30	2,30	2,20	1,70	2,20	2,00	2,00	2,20	2,10	2,20	2,10	2,40	2,00	2,00	2,00	2,20	2,20	3,00	3,00	
Magnesium, mg Mg/l	0,38	0,76	0,62	0,35	0,55	0,48	0,57	0,40	0,56	0,42	0,42	0,64	0,46	0,63	0,43	0,63	0,43	0,40	0,40	0,56	0,65	0,65	0,65	
Jern, µg Fe/l	45	45	20	225	235	90	80	175	205	160	160	150	150	160	150	90	165	230	135	135	50	50	50	
Kalium, mg K/l	0,36	0,71	0,58	0,36	0,32	0,49	0,32	0,36	0,47	0,36	0,36	0,47	0,36	0,47	0,36	0,44	0,36	0,36	0,36	0,43	0,47	0,47	0,47	
Kobber, µg Cu/l	26	15	18	18	<10	<10	<10	15	15	18	18	15	18	15	18	25	25	28	28	<10	<10	<10	<10	
Mangan, µg Mn/l	<5	<10	15	7	<10	<10	<10	5	25	5	5	30	11	10	11	10	11	23	20	20	<10	<10	<10	
Natrium, mg Na/l	0,45	0,87	1,00	0,39	0,68	0,95	0,90	0,45	0,63	0,45	0,45	0,69	0,50	0,96	0,50	0,96	0,50	0,50	0,50	0,68	0,95	0,95	0,95	
Silicium, mg SiO <sub>2</sub> /l	2,7	3,0	3,5	2,0	1,8	2,5	2,6	2,1	2,3	2,3	2,3	2,2	2,4	2,9	2,3	2,9	2,3	2,3	2,3	2,1	2,9	2,9	2,9	
Sink, µg Zn/l	9	<10	11	11	<10	<10	9	9	<10	9	9	<10	7	<10	7	11	11	12	12	<10	<10	<10	<10	

Fig.9  
 Gudbrandsdalslågen  
 Fysisk - kjemiske forhold

Tegnforklaring:

- - - - 19-23 aug. 1967
- — 9 juli 1970
- - · - 21 aug. 1970

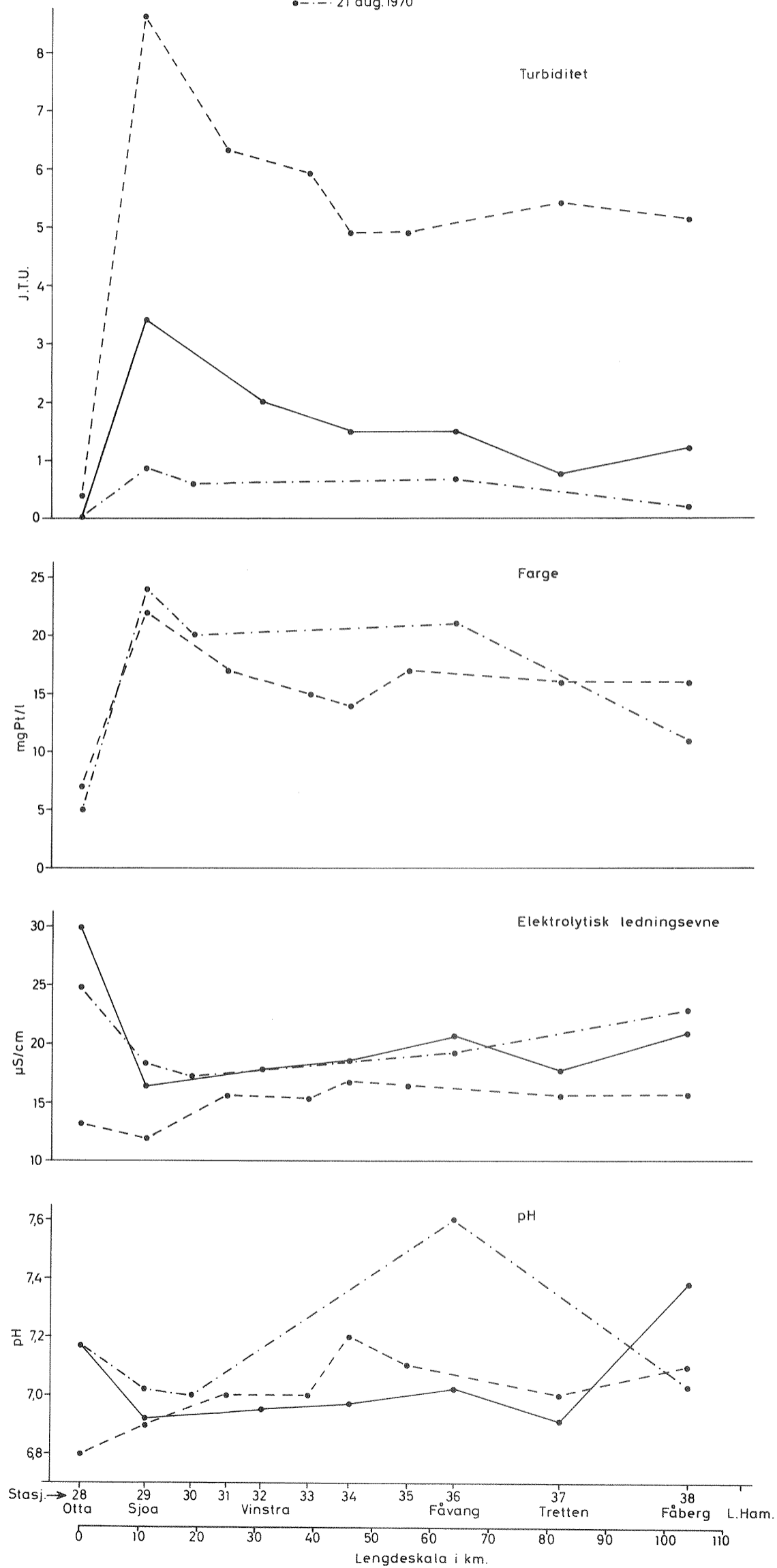
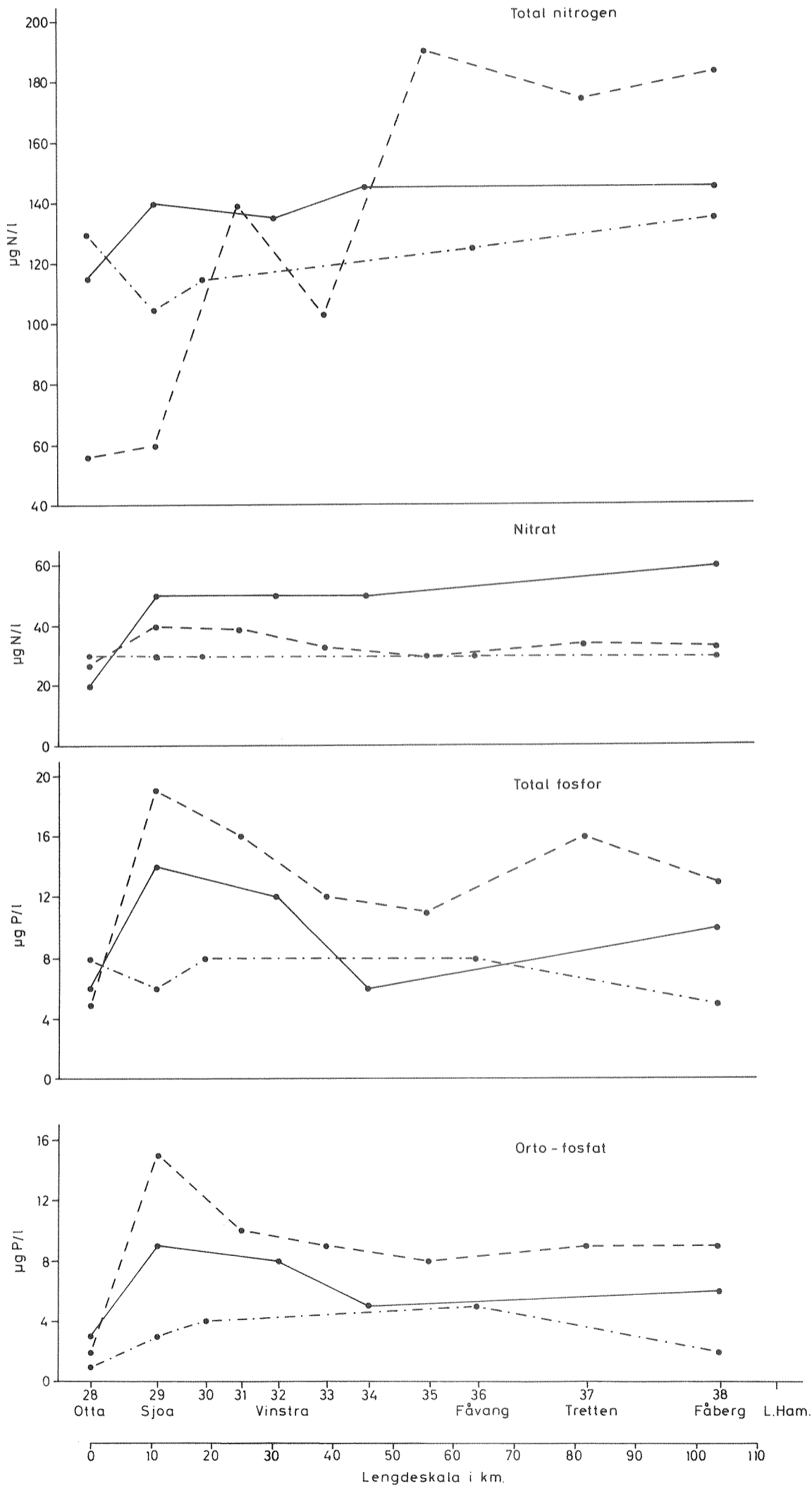


Fig.10

Gudbrandsdalslågen  
Fysisk-kjemiske forhold

Tegnforklaring:

- - - 19.-23. aug. 1967
- — 9. juli 1970
- - · - 21. aug 1970



Som fig. 10 viser, økte også vannets innhold av fosforforbindelser kraftig etter Ottas innløp i Lågen. I likhet med turbiditetsverdiene avtok fosforinnholdet etter fortynning med vann fra Sjøa og Vinstra, og videre nedover dalføret holdt verdiene seg konstante. Verdiene for vannets jerninnhold fulgte et liknende variasjonsmønster som turbiditets- og fosforverdiene. Altså en kraftig økning etter Ottas innmunning i Lågen, derpå gradvis lavere verdier til nedenfor Vinstra, og på den resterende elvestrekning relativt konstante verdier.

Vannets innhold av nitrogenforbindelser var lavt. I august 1967 var det en gradvis økning i verdiene for total nitrogen nedover i vassdraget - noe som ikke var tilfelle i 1970.

#### Biologiske forhold

I Gudbrandsdalslågen ved Kvam bru var det en del begroing, men ingen større hvirvelløse dyr. Vegetasjonen besto overveiende av grønnalger med *Zygnema* sp., *Spirogyra* sp. og cf. *Ulothrix* sp. som de viktigste. Kiselalgen var artsrike, vanligst forekommende var *Tabellaria flocculosa* og *Synedra ulna*.

De biologiske forhold i Gudbrandsdalslågen ble som nevnt, undersøkt av NIVA i 1967; resultater fremgår av forannevnte rapport, hvorfra følgende konklusjon siteres:

"Den biologiske undersøkelse av Gudbrandsdalslågen viste at det på en rekke steder var lite tilfredsstillende forhold når det gjelder disponering av kloakkvann. Dette kom til uttrykk i transport av kloakkpartikler, avsetning av organisk materiale på stilleflytende partier og forandringer av biologiske forhold på elvebunnen.

Begroingene i Gudbrandsdalslågen var preget av diatomeer og grønnalger. På lange elvestrekninger var det en stimulering av algevegetasjonen som tydelig hadde sammenheng med forurensningsbelastning av vassdraget. Markerte forandringer av algesamfunnenes sammensetning betinget av vannmassenes påvirkning av gjødselstoffer, ble påvist på flere lokaliteter. Men bare på et fåtall steder ble det funnet synlig vegetasjon av sopp og bakterier."



Tabell 20. Forts.

Stasjon nr.	Lokalitet Dato	6	10	12	14	8	13	26c	20b	22	16b	25	27b	30
		Valua 18/8-70	Framrusti 18/8-70	Åstre 18/8-70	Skjølvi 19/8-70	Otta v/ Pollfoss 18/8-70	Otta v/ Crossen 19/8-70	Otta før samlep. Lågen 21/8-70	Leira 7/7-70	Visa 20/8-70	Bøyra 7/7-70	Vågåv. 8/7-70	Vågåv. 20/8-70	Sjøa 8/7-70
Organismer														
BRYOPHYTA														
Fontinalis antipyretica L.														
Ubest. moser														
PORIFERA														
Spongillidae														
BRYOZOA														
NEMATODA														
OLIGOCHAETA														
Chaetogaster sp.														
HYDRACARINA														
GASTROPODA														
Gyraulus laevis Alder														
Limnaea ovata Müller														
COLLEMBOLA														
PLECOPTERA														
Diura nanseni (Kempny)														
Isoperla grammatica (Poda)														
Leuctridae														
Leuctra fusca (L.)														
EPHEMEROPTERA														
Ameletus inopinatus Eaton														
Baetis lapponicus (Bengtsson)														
Baetis Leach sp.														
Baetis rhodani (Pictet)														
Baetis vernus Curtis														
Ephemerella aurivilli (Bengtsson)														
Ephemerella ignita (Poda)														
Heptagenia sulphurea (Müller)														
TRICOPTERA														
Agraylea multipunctata Curtis														
Limnophilidae														
Rhyacophila nubila Zett.														
NEUROPTERA														
Sisyra Burmeister sp.														
DIPTERA														
Chironomidae														
Simuliidae														
COLEOPTERA														
Dytiscidae														
HYMENOPTERA														
Agriotypidae														
CLADOCERA														
Alonopsis elongata Sars														
COPEPODA														
OSTRACODA														

Tabell 21. Zooplankton i Jotunheimen 1970.

Organismer	1 Langv. 18/8	3 Djuvp. 18/8	4 Breidalsv. 18/8	9 Raudalsv. 19/8	11 Lisv. 19/8	15 Høydalsv. 20/8	17 Leirv. 20/8	21 Gjuvv. 19/8	24 Tessev. 21/8	25 Vågåv. 20/8
COPEPODA										
<i>Cyclops scutifer</i> Sars	c	+	c	c	c	r	c	ccc	+	r
<i>Diaptomus denticornis</i> Wierz.										
<i>Diaptomus laticeps</i> Sars	c	c	rr	cc					c	r
<i>Heterocope saliens</i> (Lillje.)			ccc						r	
ROTATORIA										
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse						c				
<i>Conochilus</i> (Ehrenb.) spp.	c									
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	cc	+	c			c	+	cc	r	+
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)				+		rr	+			
<i>Keratella hiemalis</i> Carl.	cc						+	cc		
<i>Polyarthra</i> (Ehrenb.) sp.	+	+				ccc	+	c	c	+
CLADOCERA										
<i>Bosmina obtusirostris</i> Sars	+		rr		c	rr	rr		cc	rr
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig										+
<i>Daphnia galeata</i> Sars		+								
<i>Daphnia longispina</i> (O.F. Müller)		+				+			cc	+
<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach			cc	c	ccc	rr	cc		+	
LITTORALE FORMER CLADOCERA										
<i>Acroperus harpae</i> Baird			+			+				
<i>Alonopsis elongata</i> Sars			+			+	+			
<i>Chydorus latus</i> Sars						+				
<i>Eurycercus lamellatus</i> (O.F. Müller)						+				
<i>Rhynchotalona rostrata</i> (Koch)						+				
<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller)	+					+			+	

#### 4.5 Sammendrag av erfaringer og resultater

Det som i første rekke preger vannkvaliteten i Jotunheimen, er lavt elektrolyttinnhold og tildels høye turbiditetsverdier. Begge disse egenskaper må sees i sammenheng med de geologiske forhold og høyden over havet. De vestligste deler av undersøkelsesområdet (Ottadalføret med sidedaler ned til Vågåvatn) ligger innenfor det nord-vestlandske grunnfjellsområdet, som overveiende består av gneisbergarter. Dette er en meget hard bergart, som i liten grad lar seg påvirke av kjemisk forvitring. Avrenningsvannet er derfor typisk saltfattig. Området er et høyfjellsområde - opp til 2.000 m.o.h. - med flere store isbreer hvorav Skridulaubreen, med drenering til Mårådalen, og Sikkelbreen, med drenering til Raudalsvatn, er de viktigste. Erodert materiale fra breområdene medfører stor slamtransport i elvene, særlig i sommerhalvåret.

Jotunheimens skyvedekke - de sydvestlige områder av nedbørfeltene til Otta og Sjøa - består av gabbroide bergarter, som bl.a. inneholder fosforførende mineraler, f.eks. jotunnoritt og kalsiumuranylfosfat. I skyvedekkets randsone stikker det frem en såle av valdres-sparagmitt, og enda dypere ned i lagrekken støter man på sterkt omdannet kambro-silurbergarter. Det nevnte skyvedekke representerer et utpreget høyfjellsområde og fjelltopper på over 2.000 m høyde er vanlige. (O. Holtedahl: Geology of Norway. NGU. Nr. 208, Oslo 1960). Her er det flere store isbreer, f.eks. Smørstabb-breen, Illåbreene, Stygge-breen, Memurubreene osv. Isbreene er meget aktive og forårsaker produksjon av løsmateriale. I sommerhalvåret er elvene som kommer fra disse områder, f.eks. Leira og Visa, sterkt belastet med partikulært materiale.

Isbreenes erosjonsprodukter består til dels av finfordelt, til dels kolloidalt, materiale som setter sitt preg på vassdraget nedenfor, helt til Mjøsa. I enkelte perioder kan til og med den nordlige del av Mjøsa være grønnfarget på grunn av breslam. Erosjonsproduktene finfordelte struktur er tydelig tilkjennegitt ved turbiditets- og fargelagdelingen i Vågåvatn i sommerhalvåret. Selv om temperaturlagdelingen ikke var særlig utpreget på observasjonsdagene sommeren 1970,



representerte den likevel en tetthetsbarriere som det partikulære materiale tydeligvis i liten grad kunne bryte gjennom. Det var påfallende at den sterkeste turbiditetspåvirkning ble påvist like oversprangsjiktet, noe som til en viss grad har sammenheng med gjennomstrømningen. En liknende turbiditetslagdeling ble også påvist i Raudalsvatn, Liavatn og Høydalsvatn.

Det slambelastede vannet fra hele breområdet (både fra grunnfjells- og de gabbroide områder) er karakterisert ved høyt innhold av jernforbindelser. Vannets innhold av denne komponent i bekken fra Illåbreen (st. 19) var den 20. august 1970 over 6 mg Fe/l, mens det i Leira (st. 20) var henimot 2 mg Fe/l. I utløpet fra Heilstuguvatn (st. 5) ble det på samme tidspunkt målt 0,5 mg Fe/l. Leira drenerer i det vesentligste gabbroide områder, mens nedbørfeltet til Heilstuguvatn ligger i grunnfjellsområder. Begge de nevnte bergartstyper synes å bidra til vannets innhold av jernforbindelser. Jern er tydeligvis bundet til det partikulære materiale, slik at høyt partikkelinnhold medfører høyt jerninnhold. Korrelasjonskoeffisienten mellom turbiditetsverdiene og jernverdiene for observasjonsmateriale (42 observasjoner) fra august 1970 er 0,91 - altså er det en statistisk sikker sammenheng mellom vannets partikkelinnhold og jerninnhold.

Vannets innhold av fosforforbindelser har tydeligvis sammenheng med hvilke områder vannet kommer fra, og i hvilken grad vassdragene er belastet med partikulært materiale. Erosjonsproduktene fra grunnfjellsområdet er fattig på fosforforbindelser, og følgelig har vannet et lavt innhold av denne komponent. Isbreattiviteten i de gabbroide områder, Jotunheimens skyvedekke, medfører dannelse av et fosforholdig erosjonsmateriale som setter sitt preg på vannet, både hva turbiditet og fosforinnhold angår. I bekken fra Illåbreen (st. 19) var ortofosfatverdiene den 20. august 1970 630 µg P/l, mens ortofosfatinnholdet i Leira på samme tidspunkt var 280 µg P/l. Etter hvert som partikulært materiale avsetter seg, og etter hvert som fortynningseffekten av lite slambelastet vann gjør seg gjeldende, avtar vannets fosforinnhold gradvis nedover vassdraget. Det er viktig å merke seg at ennå ved utløp i Mjøsa er vannets innhold av ortofosfater relativt høyt. Det er grunn til å påpeke at fosforinnholdet i det vesentligste

foreligger som ortofosfater, men det er ennå ikke undersøkt om fosfatene foreligger i en slik form at de umiddelbart kan stimulere primærproduksjonen. På grunn av det lave nitrogeninnhold og den lave temperatur i vannet, kan man ikke vente særlig stor produksjon i vannforekomstene i Jotunheimen.

Sjoas vannmasser er også til sine tider i noen grad influert av fosforholdige erosjonsprodukter fra Jotunheimen. Forøvrig er vannkvaliteten i Sjoa og Tesse i følge det foreliggende observasjonsmateriale, relativt ensartet. En eventuell overføring av vann fra Sjoa til Tesse kan medføre et høyere fosforinnhold i denne innsjø enn hva som er tilfelle i dag.

Den sideelv som i størst utstrekning setter sitt preg på vannkvaliteten i Gudbrandsdalslågen, er Otta. Denne elv har ved Lalm en middelvannføring som er ca. tre ganger så stor som middelvannføringen i Lågen ved Otta. Dessuten er Ottas vannmasser i sommerhalvåret sterkt preget av suspendert materiale. Ingen av sideelvene som renner ut i Lågen nedenfor Otta, synes å ha noen dyptgripende innflytelse på de kjemiske forhold i hovedelven. De har likevel stor betydning når det gjelder fortykning av f.eks. forurensninger. Undersøkelsen i 1967 viste at enkelte av de mindre sideelver som Frya, Våla og Tromsa hadde en noe avvikende kvalitet sammenliknet med forholdene i Lågen. Enkelte av disse sideelver var merkbart påvirket av forurenset avløpsvann.

Det kjemiske observasjonsmateriale fra Gudbrandsdalslågen gir få direkte indikasjoner på at hovedvannmassene er alvorlig belastet med forurensninger fra befolkning, industri e.l. I stor utstrekning føres imidlertid kloakkvann og avløpsvann direkte ut i elven uten noen form for renseteknisk behandling. Dette lager primære forurensningsvirkninger i vassdraget på flere strekninger. Det er observert flytestoffer (f.eks. skum) som etter nærmere analyser må antas å stamme fra meierier og ysterier langs elven. (Se forøvrig nevnte rapport: Utredning for Østlandskomiteén 1967). Rent lokalt kan man både i Otta, Sjoa og Lågen finne områder som er tydelig preget av forurensningspåvirkninger. Det er nødvendig å forsere arbeidet med sanering av avløpsforholdene langs vassdragssystemet.

I tiden 17. til 21. august ble det foretatt en biologisk befarings av området med innsamling av biologisk materiale på enkelte stasjoner. I innsjøen ble plankton samlet inn ved håvtrekk, mens vegetasjon og hvirvelløse dyr ble observert ved direkte innsamling i elven. Det biologiske materiale er sparsomt, og resultatene må vurderes deretter. Denne rapport kan bare betraktes som en første, tilnærmet orientering av de biologiske forhold i området.

Bearbeidingen av det biologiske materiale har vist at de undersøkte lokaliteter har en flora og fauna som er vanlig i vannforekomster på Østlandet.

Den sparsomme vegetasjonen i elvene besto hovedsaklig av moser og alger. Blant algene med visuell forekomst var grønnalgene dominerende i kvantitativ sammenheng. Av de undersøkte elvelokaliteter hadde Framrusti størst mengdemessig begroing, noe som kan være betinget av variasjon i vannføring på grunn av det regulerte Raudalsvatn. Den sparsomme bunnfauna som ble funnet på 11 av 13 lokaliteter i elvene, besto overveiende av larver av fjærmygg, knott, døgnfluer, steinfluer og vårfluer. Brebekken som renner ut i Djupvatnet hadde uvanlig rik forekomst av fjærmygglarver, men vegetasjonen var sparsom.

Planktonprøvene fra innsjøene viste at populasjonen av planteplankton var liten. Dette sammenholdt med de kjemiske analyseresultater indikerer at alle de undersøkte innsjøer er næringsfattige (oligotrofe). Raudalsvatn og Vågåvatn hadde mengdemessig mindre forekomst av dyreplankton enn de andre innsjøer. Dette kan skyldes stort innhold av suspenderte partikler, vesentlig breslam, som preget disse innsjøer. Forskjellen i høyde over havet for de undersøkte innsjøer synes ikke å ha nevneverdig betydning for planktonutviklingen. Som eksempel kan nevnes at Gjuvvatnet, Nord-Europas høyestliggende innsjø, 1.837 m.o.h., hadde vel utviklet forekomst av dyreplankton. Materialet er for sparsomt til å trekke slutninger om de allerede regulerte innsjøer har planktonsamfunn som er avvikende fra de uregulerte innsjøer.

De samlede observasjoner og erfaringer fra feltarbeidet i august 1970 kan summeres opp slik:

1. Begroingen i elver sterkt belastet med breslam, som Bøvra og Sjoa, var mindre enn i elver med klarere vann. Generelt var det sparsomt med vegetasjon i elvene.
  2. Samme tendens gjorde seg gjeldende for forekomsten av større hvirvelløse dyr i elvene. Generelt hadde bunnfaunaen i elvene mengdemessig beskjedne forekomst.
  3. Forekomsten av vegetasjon og hvirvelløse dyr syntes ikke å øke nevneverdig nedover i vassdragene til samløp Gudbrandsdalslågen.
  4. Det ble ikke observert synlige forurensningsvirkninger unntatt lokalt i Ottas nedre del før samløp Gudbrandsdalslågen og lokalt på strekninger av Gudbrandsdalslågen.
5. FORTSATTE UNDERSØKELSER

#### 5.1 Generelle kommentarer

De planlagte reguleringstiltak i Jotunheimen vil berøre et meget stort område og bl.a. de villeste og i visse sammenhenger noen av de mest særegne bre- og høyfjellsområder i Norge. Fra et natur- og vassdrags-synspunkt er de tiltak det her er snakk om, alvorlige inngrep i norsk landskap. Reguleringene og arbeidet med dem kan bety radikale endringer i en rekke forhold i vassdraget både i det berørte området og langt utenfor dette.

En del av disse konsekvenser er listet opp nedenfor:

1. Endringer av landskapsbildet.
  - Demninger.
  - Vannstandsvariasjoner og vannføringsvariasjoner.
  - Steintipper.
  - Rørledninger.
  - Kraftledninger.
  - Veier.
  - Osv.

2. Endringer i vassdragenes hydrologiske forhold.  
Variasjoner i vannstand, vannføringer.  
Grunnvannstand.
3. Endringer i de klimatiske forhold.  
Tåkedannelse, luftfuktighet, temperaturendringer.
4. Endringer i vekst og vegetasjonsforhold.  
Konsekvenser for skog og jordbruk.  
Generelle konsekvenser for terrestrisk flora og fauna.
5. Endringer av de fysisk-kjemiske forhold i vassdragssystemet.  
Temperatur, materialtransport, vannets kjemiske sammensetning.
6. Endringer av de biologiske forhold i vassdragssystemet.  
Flora, fauna, fiskeforhold.
7. Problemer i forbindelse med den generelle bruk av vassdrags-  
systemet.  
Vannforsyning for boliger, industri og jordbruk. Bruk av  
vassdraget som resipient.  
Rekreasjonsinteresser osv.

Problemene som et reguleringsinngrep av dette omfang fører med seg, er store og mangeartede. Når man skal vurdere hvilke konsekvenser inngrepet vil medføre, står man overfor en rekke usikkerhetsmomenter som man selv ved grundige undersøkelser ikke helt kan eliminere. En forhåndsundersøkelse av forholdene i det berørte område vil alene ha en begrenset verdi. Den må følges opp med undersøkelser av forholdene under og etter reguleringsinngrepet.

Gjennom systematiske undersøkelser kan det bli skaffet tilveie et materiale av data som beskriver forholdene i nedbørfeltet. Dette muliggjør å bedømme de forandringer som vil finne sted i forbindelse med reguleringsinngrepet. Det kan også gi kunnskap til å ta forholdsregler for å motvirke eventuelle skader. Uten et inngående kjennskap til naturforhold og virksomheter i nedbørfeltet kan det bli gjort utilsiktede ødeleggelser med uheldige, praktiske konsekvenser

for samfunnsutviklingen ved vassdraget og i landsdelen. For å følge utviklingen er det nødvendig å ha et omfattende observasjons- og datamateriale som beskriver og dokumenterer tilstanden før inngrepet blir foretatt.

Det er viktig å fremheve at foruten korttidspåvirkninger av forholdene kommer langtidspåvirkninger også til å gjøre seg gjeldende. På samme måte må en ta hensyn til påvirkninger i det nære område så vel som i større avstand fra reguleringsområdet.

## 5.2 Hydrografiske og hydrobiologiske undersøkelser

De reguleringene som planlegges i vassdragssystemene i Jotunheimen, vil kunne medføre dyptgripende endringer av hydrografiske og hydrobiologiske forhold. Det er en rekke faktorer som virker sammen og betinger dette. Oppgaven å utrede samspillet mellom disse faktorene, og hva den endrede vassdragstilstand betyr for de ulike funksjoner vassdragene tjener, er både stor og vanskelig.

Uønskede virkninger av slike inngrep gjør seg gjeldende gjennom fysiske, kjemiske og biologiske faktorer som blir forandret. Endringer av vannføring, av strømforhold og vannstand gjør seg gjeldende ved å forandre det fysiske og kjemiske miljø som vassdragene naturlig har, og livsbetingelsene for organismene blir derved påvirket. Dette medfører at organismesamfunnene forandrer sammensetning og struktur i områder av et vassdrag som er influert av disse inngrep. Organismesamfunnene gjennomfører ved sine livsprosesser et stoffskifte som er en viktig del av vannforekomstenes evne til selvrensning. Deres forekomst og mengdemessige utvikling har konsekvenser for vassdragets brukbarhet for ulike formål.

De undersøkelser som hittil er utført, har vært av orienterende karakter. Observasjonsmaterialet som foreligger, viser imidlertid mange interessante trekk når det gjelder vassdragssituasjonen i sommerhalvåret. Materialet er selvsagt alt for lite til en samlet vurdering av de kjemiske og biologiske forhold, men det gir et egnet grunnlag for planlegging av videre undersøkelser.

Undersøkelsesområdet er stort og vassdragssystemet komplisert. Det vil derfor bli nødvendig med rutinemessig innsamling av prøver fra en rekke lokaliteter - både i rennende vann og i innsjøer. Forutsetningen for valg av prøvetakingssteder er at de skal tjene som basis-stasjoner eller referansestasjoner for fortsatte undersøkelser i de aktuelle vannforekomster, og at de samtidig skal gi opplysninger om årsakssammenhengen til eventuelle årstidsvariasjoner i de fysiske-kjemiske og biologiske forhold nedover i vassdraget.

Prøvetakingsfrekvensen for innsamling av prøver må avstemmes etter årstidene og vannføringsforholdene. Om sommeren når det er store svingninger i vannføringen, vil det bli nødvendig med relativt hyppig prøvetaking, mens man i perioder med stabil vannføring sannsynligvis kan ta prøver noe sjeldnere.

Ved siden av et slikt rutineprogram vil det bli nødvendig å foreta spesialstudier av de fysiske-kjemiske og biologiske forhold, både i vannforekomster i selve Jotunheimen og i lavereliggende vassdragsavsnitt.

Viktige arbeidsoppgaver og problemstillinger i denne sammenheng er bl.a.:

- 1) Utvelgelse av aktuelle referanseområder for kontinuerlige undersøkelser.
- 2) Systematiske undersøkelser av organismesamfunnenes utvikling gjennom året.
- 3) Studier av betydningen av høyt jerninnhold og fosfatinnhold for vegetasjonen i elver og innsjøer påvirket av breslam.
- 4) Nitrogenforbindelser som begrensende faktor for vegetasjonsutvikling i strømmende vann.
- 5) Betydningen av belastning med forskjellige typer breslam på planktonsamfunnene i innsjøer.

- 6) Betydningen av vannets oppholdstid både for de fysisk-kjemiske og biologiske forhold.
- 7) Betydningen av endringer i vannføring og vannstandsvekslinger for selvrensningsprosessene.

Det er nødvendig å legge til rette for bredt anlagte undersøkelser, og disse må strekke seg over tidsrom som omfatter tiden før, under og etter gjennomføringen av et eventuelt reguleringsinngrep.