

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDERN

O - 71/70

## VÅGÅVATN

Ottavassdraget - Gudbrandsdalslågen  
En limnologisk undersøkelse 1972

Saksbehandler: Cand.real. Hans Holtan  
Medarbeider: Fil.cand. Gösta Kjellberg  
Rapporten avsluttet: April 1974

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	6
2. GENERELLE FORHOLD	7
2.1 Geologi	7
2.2 Løsavsetninger	8
2.3 Arealfordeling og befolkningstetthet	8
2.4 Meteorologiske forhold	10
2.4.1 Lufttemperatur	10
2.4.2 Nedbørforhold	13
2.5 Hydrologiske forhold	13
3. DEN UTFØRTE UNDERSØKELSE	15
4. FYSISK-KJEMISKE OBSERVASJONSRESULTATER. OTTA OG LÅGEN	15
5. DISKUSJON AV DE FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I OTTA-LÅGEN	34
6. FYSISK-KJEMISKE OBSERVASJONSRESULTATER. VÅGÅVATN	35
7. DISKUSJON AV DE FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I VÅGÅVATN	45
7.1 Materialtransport	46
8. BIOLOGISKE FORHOLD	53
8.1 Planteplankton. Biomasse og primærproduksjon	53
8.2 Dyreplankton	58
9. BUNNFAUNA	68
10. UNDERSØKELSE AV FISKENS ERNÆRINGSFORHOLD	74
11. GENERELL BESKRIVELSE AV DEN BIOLOGISKE STATUS	82
11.1 Innledning	82
11.2 Materiale og metodikk	82
11.3 Klassifisering av vassdragets biologiske status	84
11.4 Resultat	88
12. SAMMENFATTENDE KONKLUSJON	94
13. LITTERATURLISTE	99

TABELLFORTEGNELSE

	Side
1. Arealfordeling og befolkning	10
2. Otta-Lågen. Temperatur, pH og spes.el.ledningsevne	17
3. Variasjonsbredde og middelverdier for pH	18
4. " " " " spes.el.ledningsevne	19
5. " " " " kalsium	19
6. Otta-Lågen. Kalsium, magnesium og natrium	20
7. Variasjonsbredde og middelverdier for magnesium	21
8. " " " " natrium	21
9. Otta-Lågen. Klorid, sulfat og alkalitet	22
10. Variasjonsbredde og middelverdier for klorid	23
11. " " " " sulfat	23
12. " " " " alkalitet	24
13. " " " " total nitrogen	24
14. Otta-Lågen. Total nitrogen, nitrat og silisium	25
15. Variasjonsbredde og middelverdier for nitrat	26
16. " " " " total fosfor	26
17. " " " " ortofosfat	27
18. Otta-Lågen, total fosfor, ortofosfat og mangan	28
19. Variasjonsbredde og middelverdier for silisium	27
20. " " " " jern	29
21. Otta-Lågen. Ufiltrert farge, turbiditet og jern	30
22. Variasjonsbredde og middelverdier for mangan	29
23. " " " " ufiltrert farge	31
24. " " " " turbiditet	31

25.	Otta-Lågen.	Tørrstoff, gløderest og organisk stoff	32
26.		Variasjonsbredde og middelværdier for tørrstoff	33
27.	"	" " " " gløderest	33
28.	"	" " " " organisk stoff	34
29.	Otta-Lågen.	Materialtransport i tonn pr. måned	47
30.		Årstransport i kg/km <sup>2</sup>	46
31.		Organisk stoff som % av totalt tørrstoff	52
32.		Plantep plankton i Vågåvatn 1972	54
33.		Individantall og biomasse	61
34.		Jevnføring av zooplanktonfaunaen 1905 - 1906 og 1972	66
35.		Bunnfaunaens dybdefordeling	70
36.		Fordelingen av noen organismearter på stasjoner i Bøvra, Otta og Lågen	85
37.		Forholdet mellom bunnfaunaens biomasse og fiskeproduksjon	84
38.		Fysisk-kjemiske analyseresultater. 15. januar 1972	100
39.	"	" " " 17. mars 1972	101
40.	"	" " " 14. mai 1972	102
41.	"	" " " 17. juni 1972	103
42.	"	" " " 16. juli 1972	104
43.	"	" " " 16. august 1972	105
44.	"	" " " 3. oktober 1972	106

FIGURFORTEGNELSE

	Side
1. Berggrunnskart for Ottas nedbørfelt	9
2. Ottavassdraget. Befolkningsgrupperinger	11
3. Ottavassdraget. Meteorologiske observasjoner	12
4. Vannføring i mill. m <sup>3</sup> /mnd. i 1972	14
5. Ottavassdraget. Prøvetakingsstasjoner i 1972	16
6. Vågåvatn. Dybdekart med prøvetakingsstasjoner i 1972	16
7. Vågåvatn 1972, temperatur	36
8. " 1972, spes. el. ledningsevne	38
9. " 1972, farge	40
10. " 1972, turbiditet	41
11. " 1972, jern	42
12. " 1972, total fosfor	44
13. Otta-Lågen. Vannføring og transport av suspendert stoff (tørrstoff og org. materiale) i tonn pr. år	48
14. Otta-Lågen. Transport av jern, tot P og tot N i tonn pr. år	49
15. Otta-Lågen. Transport av total fosfor	50
16. " " " suspendert stoff	51
17. Vågåvatn. 1972. Primærproduksjon	55
18. Mengde og biomasse av crustaceplankton i Vågåvatn 1972	60
19. Vertikalfordelingen hos de viktigste zooplankton-gruppene i Vågåvatn 1972	63
20. Årsvariasjoner hos <i>Cyclops scutifer</i> i Vågåvatn 1972	64
21. " " <i>Diaptomus laticeps</i> i Vågåvatn 1972	65
22. Bunndyrenes dybdefordeling i Vågåvatn 5/10-72	71
23. De viktigste dyregruppers fordeling i de ulike dybdesoner. Vågåvatn 5/10-72	72
24. Næringsvalg hos aure, røye og harr, øvre Vågåvatn 16. juli 1972	77
25. Næringsvalg hos aure, røye og harr, øvre Vågåvatn 15. august 1972	78
26. Næringsvalg hos aure, røye og harr, øvre Vågåvatn 4. oktober 1972	79
27. Situasjonssbilde av Otta, nedre Lågen og Vormå. Påvirkningsgrad og produksjonsforhold, oktober 1972	89

## 1. INNLEDNING

Etter oppdrag fra Statskraftverkene (NVE) foretok representanter fra Norsk institutt for vannforskning (NIVA) en befaringslangt Gudbrandsdalslågen, Ottavassdraget og vannforekomster i Jotunheimen i tidsrommet 18. - 21. august 1970. Observasjonsmaterialet som ble samlet inn, samt de inntrykk befaringslangt gav, er behandlet i NIVA-rapport: "O-71/70 Ottavassdraget, Sjøa og Gudbrandsdalslågen. Orienterende fysisk-kjemisk og biologisk undersøkelse sommeren 1970. Oslo juni 1971." I denne rapport ble det konkludert med at det burde settes i gang en omfattende undersøkelse av vassdragssystemet. Målsettingen med denne undersøkelse måtte være å fremskaffe et bakgrunnsmateriale for en helhetsvurdering av vassdraget, samt hvilke virkninger eventuelle reguleringstiltak i Jotunheimen ville få for en rekke av de øvrige bruksinteresser som knytter seg til vassdraget. Denne undersøkelsen burde strekke seg over et tidsrom før, under og etter at reguleringsinngrepet var satt i verk.

Da de endelige utbyggingsalternativer på dette tidspunkt ennå ikke var bestemt, mente Statskraftverkene (møte 5. mai 1971) at en slik omfattende undersøkelse burde utsettes til senere, men likevel mente de at det ville være fordelaktig med noe mer observasjonsmateriale, særlig fra Vågåvatn. Dette materialet skulle i noen grad kunne beskrive den fysisk-kjemiske og biologiske tilstand i Otta og Lågen i området samtløp Otta-Lågen samt i Vågåvatn.

Programmet for denne undersøkelsen med kostnadsoverslag ble utarbeidet av NIVA og oversendt Statskraftverkene i brev av 24. november 1971. I brev av 13. desember 1971 fra Statskraftverkene fikk NIVA beskjed om at programmet var godtatt. Undersøkelsen ble derpå satt i gang i januar 1972.

Ved NIVA har cand.real. H. Holtan vært saksbehandler. Feltarbeidet og bearbeidelsen av det biologiske materialet er i vesentlig grad blitt utført av fil.kand. Gösta Kjellberg, cand.real. Pål Brettum og tekn. Ole Nashoug. G. Kjellberg og H. Holtan har utarbeidet det vesentligste av denne rapporten.

## 2. GENERELLE FORHOLD

De generelle geografiske, geologiske og hydrologiske (m.m.) forhold for Gudbrandsdalslågen og dens nedbørfelt er beskrevet i NIVA-rapport, utarbeidet for Østlandskomiteén (Rapport 1. Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster. Del 2. Gudbrandsdalslågen, Blindern, desember 1967).

Her heter det at Otta som er Lågens største tilløp, har en lengde på ca. 135 km og et nedbørfelt på 4150 km<sup>2</sup>. Elven starter i Djupvatn 1017 m.o.h. og renner sammen med Lågen ved tettstedet Otta 284 m o.h. Elvens midlere fall blir etter dette 5,4 m/km.

På sin vei har elven samlet opp en rekke større og mindre tilløp, som f.eks. Måråa, Vulua, Tora, Framruste, Glitra og Åstre m/Tundra. Ved Skjåk renner elven ut i Ottavatn som ved Lom går over i Vågåvatn. Ved Lom mottar Vågåvatnet tilløpet Bøvra som er 53 km lang og har et nedbørfelt på 910 km<sup>2</sup>. En vesentlig del av Bøvras nedbørfelt omfatter breområder og høyfjellsterreng i Jotunheimen. Vågåvatnet mottar ellers tilløpet Tesse, og litt lengre nede sideelven Finna som er 42 km lang og har et nedbørfelt på 200 km<sup>2</sup>.

### 2.1 Geologi

Berggrunnen er i de nordvestre deler av feltet bygd opp av gneiser. Her støter man på "Grotlibergarter" som er gneis innblandet med større partier glimmergneis og kvartsitt. Nordvest for Bøvra finner man overveiende fyllitter og glimmerskifer med grønnstein, og med noen innleiringer av kvartsitt og kvartsrike sedimentbergarter som sparagmitt, kvartsitt og hvor kvartsskifer er representert.

Videre mot øst, syd for Ottavatn er det Jotundekkets bergarter - eruptivbergarter av vekslende sammensetning, bl.a. gabbroide bergarter som dominerer.

Fortsetter man videre mot øst, dukker fyllittene, glimmerskifrene med grønnstein og noe kvartsitt frem igjen. I tillegg er det noe innblanding av sparagmitt, kvartsitt og kvartsskifer.

De generelle geologiske forhold er angitt på kartskisse, fig. 1, som på oppfordring er laget av professor Trygve Strand ved Universitetet i Oslo.

## 2.2 Løsavsetninger

Løsavsetningene i nedbørfeltet har nøye sammenheng med de krefter som har gjort seg gjeldende før, under og etter siste istid. Avsetningene består mest av et jevnt dekke av bunnmorene, slik man kan se det f.eks. i slake lier 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 iblandt 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.

I selve Otta og Vågåvatn har elvene tilført erosjonsmateriale fra breområdene i store mengder. Bortsett fra i det østlige område av Vågåvatn (største dyp 83 m), er dybdeforholdene meget små - fra 0 til 2-3 m ved normal vannstand.

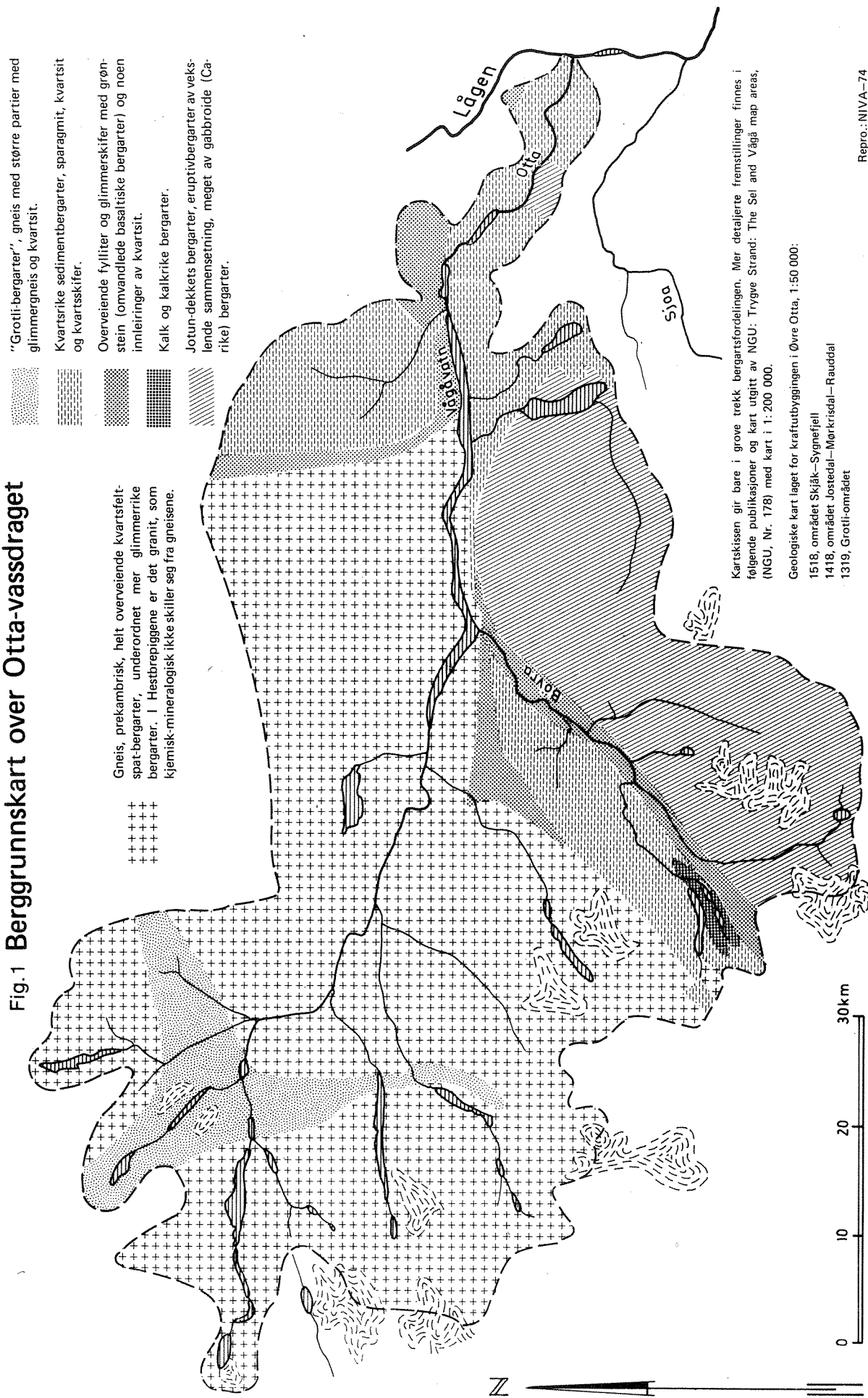
## 2.3 Arealfordeling og befolkningstetthet

Nedbørfeltet til Otta består hovedsakelig av kommunene Sel, Vågå, Lom og Skjåk. Både hoveddalføret og spesielt sidedalen Bøverdalen er trange dalfører, med litt jordbruksaktivitet på de smale og til dels bratte, oppdyrkede jordarealer man finner langs vassdraget.

I liene ovenfor og utenom disse oppdyrkede remser er det litt blandingskog - gran, furu og lauvskog. Størstedelen av nedbørfeltet



Fig.1 Berggrunnskart over Otta-vassdraget



Gneis, prekambrisk, helt overveiende kvartsfelt-spat-bergarter, underordnet mer glimmerrike bergarter. I Hestbreppigene er det granit, som kjemisk-mineralogisk ikke skiller seg fra gneisene.



"Grotli-bergarter", gneis med større partier med glimmergneis og kvartssit.



Kvartsrike sedimentbergarter, sparagmit, kvartssit og kvartsskifer.



Overveiende fylliter og glimmerskifer med grønnstein (omvandlede basaltiske bergarter) og noen innleiringer av kvartssit.



Kalk og kalkrike bergarter.



Jotun-dekkets bergarter, eruptivbergarter av vekslende sammensetning, meget av gabbroide (Ca-rike) bergarter.



Kartskissen gir bare i grove trekk bergartsfordelingen. Mer detaljerte fremstillinger finnes i følgende publikasjoner og kart utgitt av NGU: Trygvæ Strønd: The Sel and Vågå map areas, (NGU, Nr. 178) med kart i 1:200 000.

Geologiske kart laget for kraftutbyggingen i Øvre Otta, 1:50 000:

- 1518, området Skjåk-Syngnefjell
- 1418, området Jostedal-Mørkrisdal-Rauddal
- 1319, Grotli-området

består av karrige og vegetasjonsfattige høyfjellsområder. Jordbruket blir i Ottadalføret drevet intensivt etter moderne prinsipper. Det er således et ganske stort forbruk av gjødselstoffer pr. arealenhet. Det drives en del korndyrking, men husdyrhold (m/svineavl) er den viktigste driftsmåte.

Arealfordelingen og befolkningen i de fire kommuner er fremstilt i tabell 1. Fig. 2 angir befolkningsgrupperingene langs vassdraget.

Tabell 1. Arealfordeling og befolkning.

Kommune	Totalt flatjinnh. km <sup>2</sup>	Arealtype km <sup>2</sup>			Folkemengde 31/12-1972
		Jordbr.-areal	Prod.skog	Vann	
Sel	822,01	5,-	40,-	14,-	6452
Vågå	1313,06	20,-	100,-	68,-	4039
Lom	1876,88	15,-	61,-	21,-	2865
Skjåk	2140,45	15,-	127,-	38,-	2565

#### 2.4 Meteorologiske forhold

De hydrologiske forhold eller avrenningsforholdene i et nedbørfelt er i første rekke betinget av temperatur- og nedbørforholdene. Topografien og den geografiske beliggenhet spiller en avgjørende rolle for det regionale så vel som det lokale klima. Lufttemperatur og nedbør på noen stasjoner i Otta/Lågens nedbørfelt er angitt i fig. 3.

##### 2.4.1 Lufttemperatur

Høydeforskjellen i Ottas nedbørfelt er meget stor. Dalføret går i øst-vest retning. Begge disse forhold bidrar til betydelige forskjeller i luftens temperatur i feltet. Dette gjenspeiler seg også i observasjonsmaterialet. Særlig er sommertemperaturene betydelig høyere nede i dalbunnen enn lengre oppe i fjellområdene. Månedsmiddeltemperaturene om vinteren synes å være av samme størrelsesorden på alle tre observasjonsstasjoner.

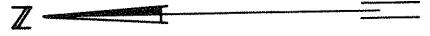


Fig. 2  
Ottavassdraget. Befolningsgrupperinger

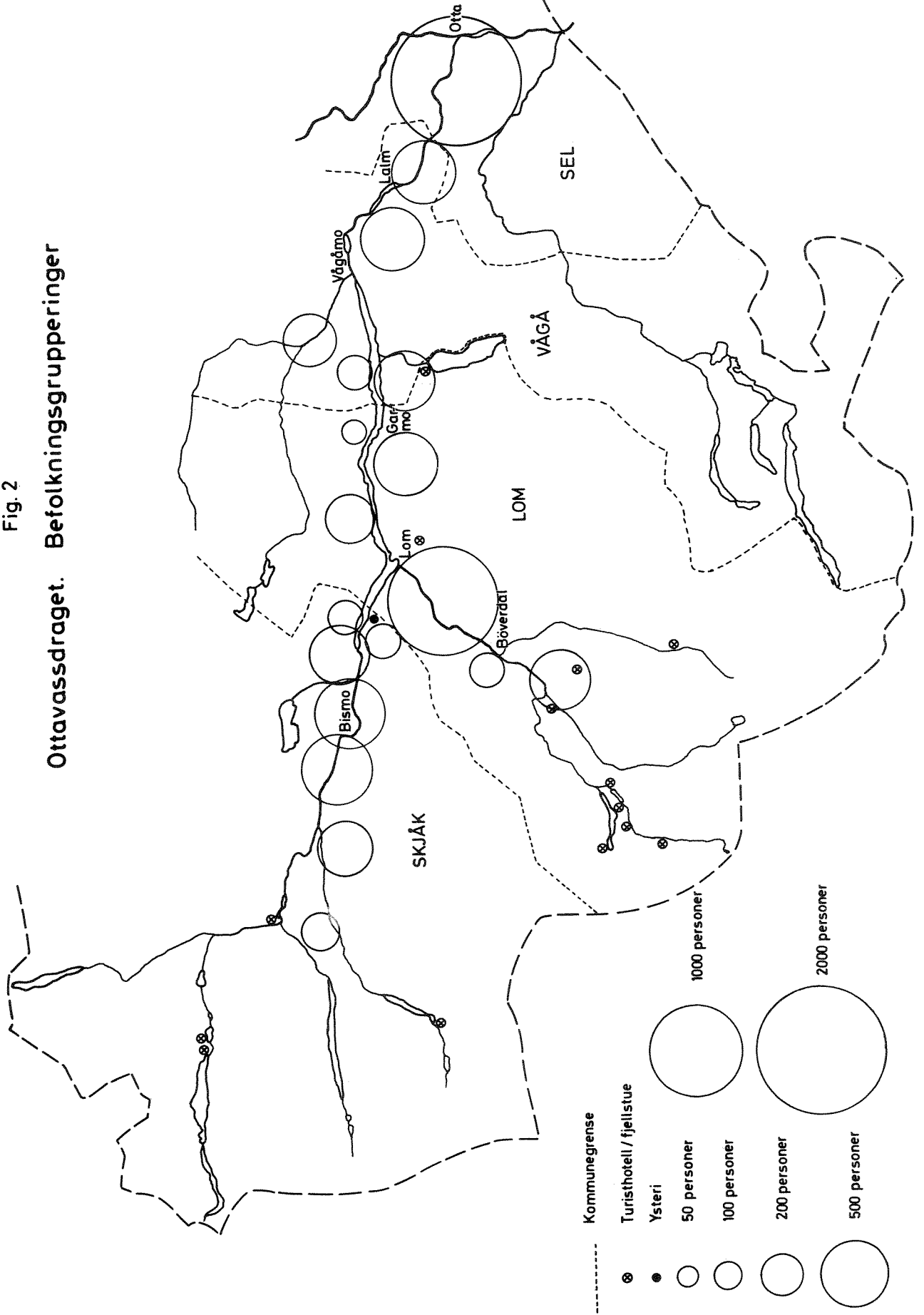
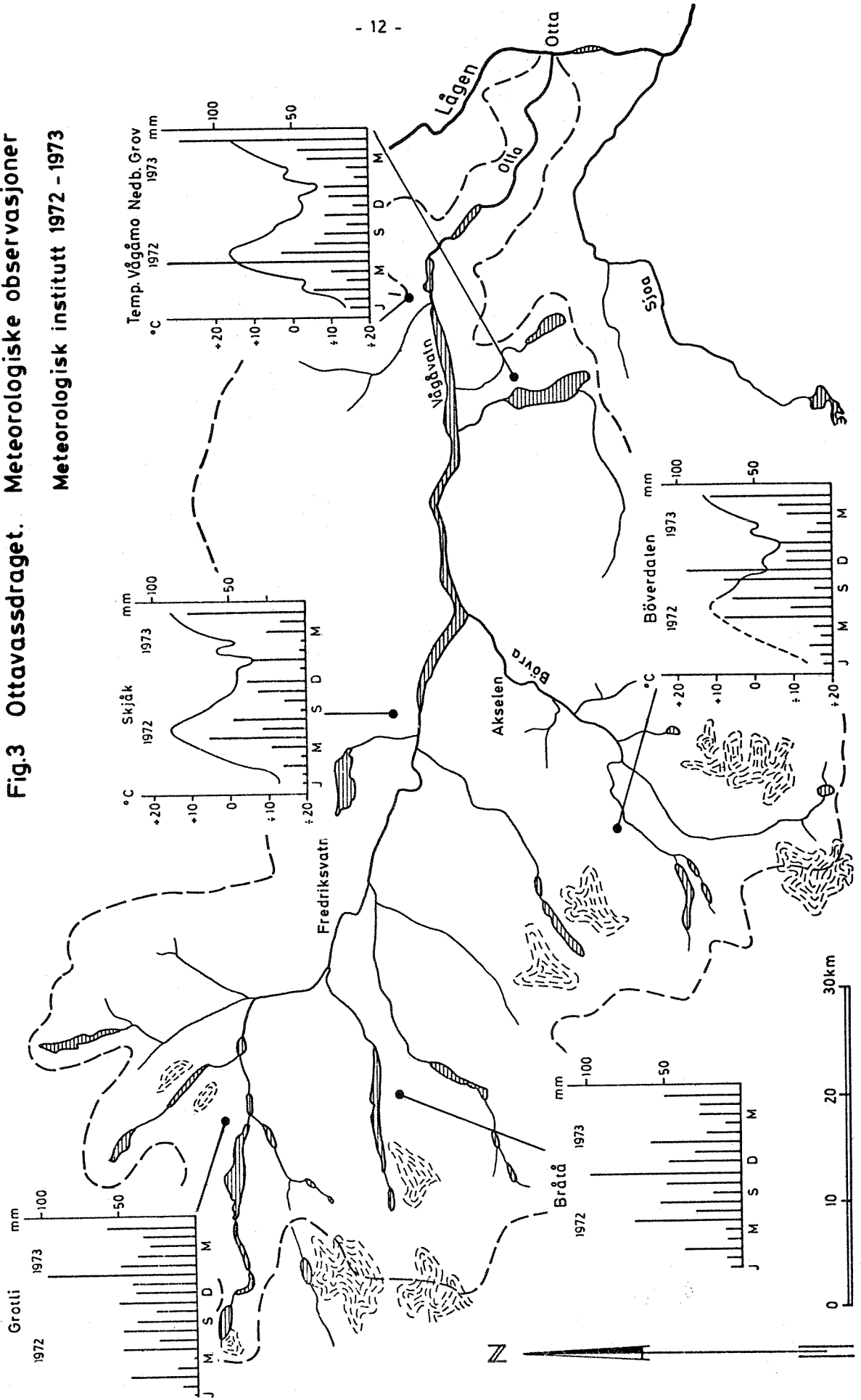


Fig.3 Ottavasdraget. Meteorologiske observasjoner  
Meteorologisk institutt 1972 - 1973



N

0 10 20 30 km

#### 2.4.2 Nedbørforhold

Høydeforholdet innenfor feltet samt fjellkjedenes skjermende effekt har betydning for nedbøraktiviteten i de forskjellige deler av feltet. Månedsmiddelerverdier for nedbøren på en del meteorologiske stasjoner er angitt i fig. 3.

Ottadalen og spesielt Skjåk hører med til de mest nedbørfattige områder i landet med årlige nedbørmengder på 250 - 300 mm. Observasjonsmaterialet viser også at de fleste måneder har markert lavere månedlige nedbørmengder i Skjåk enn på de øvrige stasjoner. I observasjonsperioden var det tydeligvis en lav nedbørmengde på alle stasjoner. Særlig var nedbørmengden lav i vinterhalvåret.

#### 2.5 Hydrologiske forhold

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, Hydrologisk avdeling har flere målestasjoner for vannføring i vassdragssystemet Otta-Lågen. NVE har velvilligst stilt sitt materiale til rådighet, og vi har for våre vurderinger benyttet oss av stasjonene:

1. Otta v/Fredriksvatn                      ovenfor Ottavatn
2. Bøvra v/Akselen
3. Otta v/Lalm                                nedenfor Vågåvatn
4. Gudbrandsdalslågen v/Rosten
5.                      "                      v/Losna.

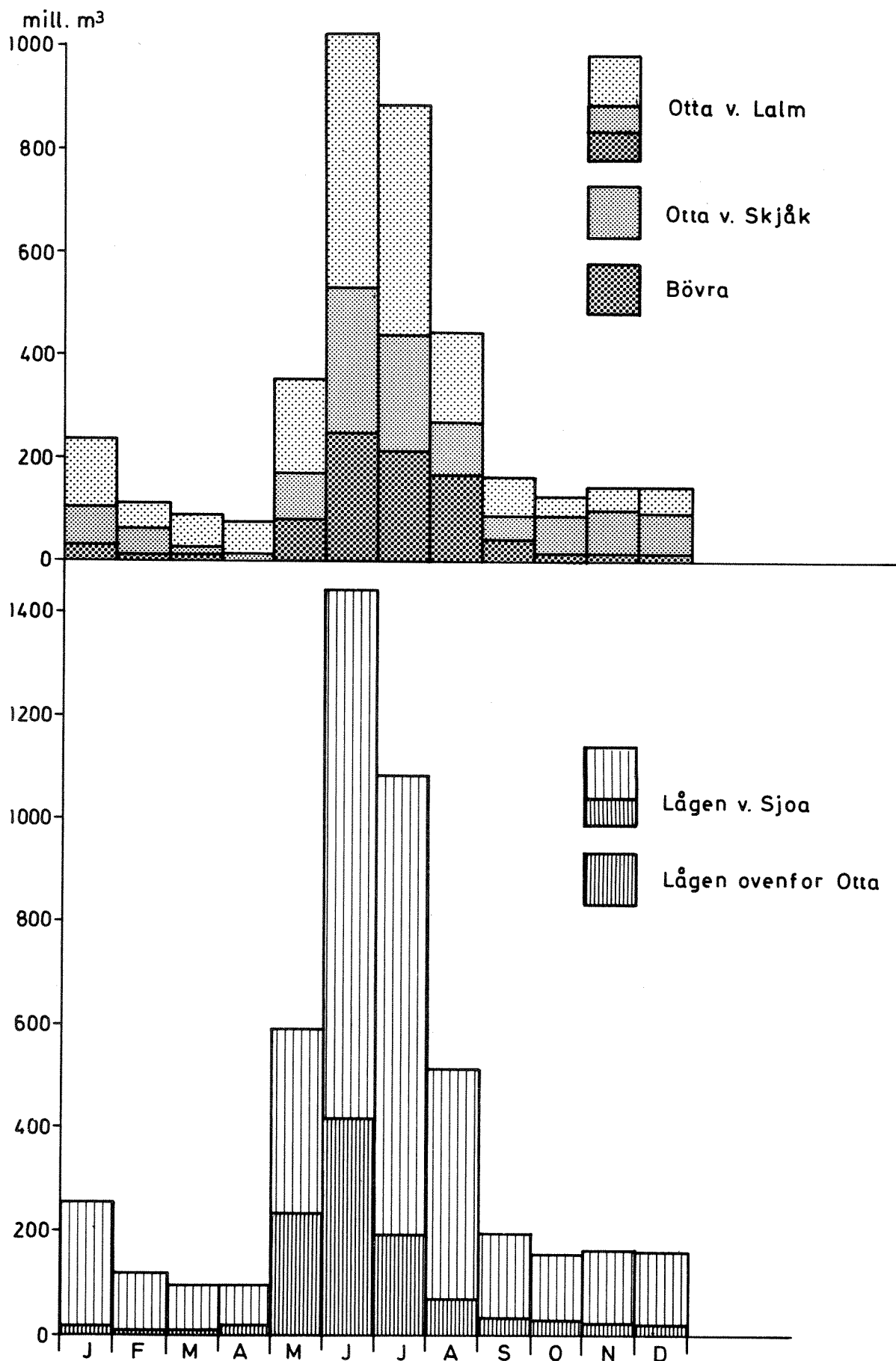
Data for den månedlige vannføring i 1972 er fremstilt i fig. 4.

Av figuren går det frem at vintervannføringen frem til mars er betydelig større i Otta ovenfor Ottavatn enn i Bøvra. Dette har sammenheng med reguleringstiltakene i Øvre Otta.

Utpå senvinteren er vannføringen også lav i Otta. I Gudbrandsdalslågen ovenfor Otta er vintervannføringen lav.

Vårløsningen og snø- og issmeltingen utover sommeren medfører en varierende, men kontinuerlig stor vannføring i alle vassdragsdeler.

Fig.4 Vannføring i mill. m<sup>3</sup>/mnd. i 1972



På forsommeren er det snøsmeltingen som gjør seg mest gjeldende og som til sine tider skaper høye flomtopper. Senere utover sommeren er smeltevann fra isbreene en dominerende komponent. Vannføringen på de forskjellige observasjonsstasjoner gjenspeiler dette forhold. På forsommeren er vanligvis vannføringen i Otta noe høyere enn i Bøvra, mens det omvendte er tilfelle senere på sommeren. Isbre-områder er nemlig langt mer dominerende i Bøvras nedbørfelt enn i Ottas. I Lågen ovenfor Otta som ikke i nevneverdig grad får tilført smeltevann fra breområder, avtar vannføringen radikalt når snøsmeltingsperioden er omme. For de andre elver går snøsmeltingen jevnt over i isbresmeltingen og resultatet blir en langvarig flomsituasjon. (Vannføringen er i overensstemmelse med de meteorologiske forhold ujevn.)

### 3. DEN UTFØRTE UNDERSØKELSE

De prøvetakingsstasjoner som ble benyttet under feltarbeidet, er avmerket på fig. 5 og 6. På alle stasjoner ble det tatt prøver ialt 7 ganger i 1972, nemlig

15/1, 17/3, 14/5, 17/6, 16/7, 16/8 og 3/10.

På elvestasjonene ble de kjemiske prøvene tatt fra land på steder der elven gikk i stryk. Prøvene burde derfor være representative for elvens hovedvannmasser. I innsjøens dypeste område ble det hver gang tatt prøver i 10-12 dybdenivåer. Vannprøvene ble like etter prøvetakingen transportert til Oslo hvor analysearbeidet ble utført.

### 4. FYSISK-KJEMISKE OBSERVASJONSRESULTATER. OTTA OG LÅGEN.

#### Temperatur (tab. 2)

Temperaturforholdene på de forskjellige observasjonsstasjoner og prøvetakingsdager er fremstilt i tabell 2.

Måleresultatene viser at det ikke er store avvik i temperaturforholdene fra stasjon til stasjon, men likevel er det visse karakteristiske nyanser. På grunn av høydeforholdene, flomsituasjonen og snø- og ismeltingen er vannets temperatur lav på alle stasjoner. Den

Fig. 5  
Ottavassdraget  
Prøvetakingsstasjoner i 1972

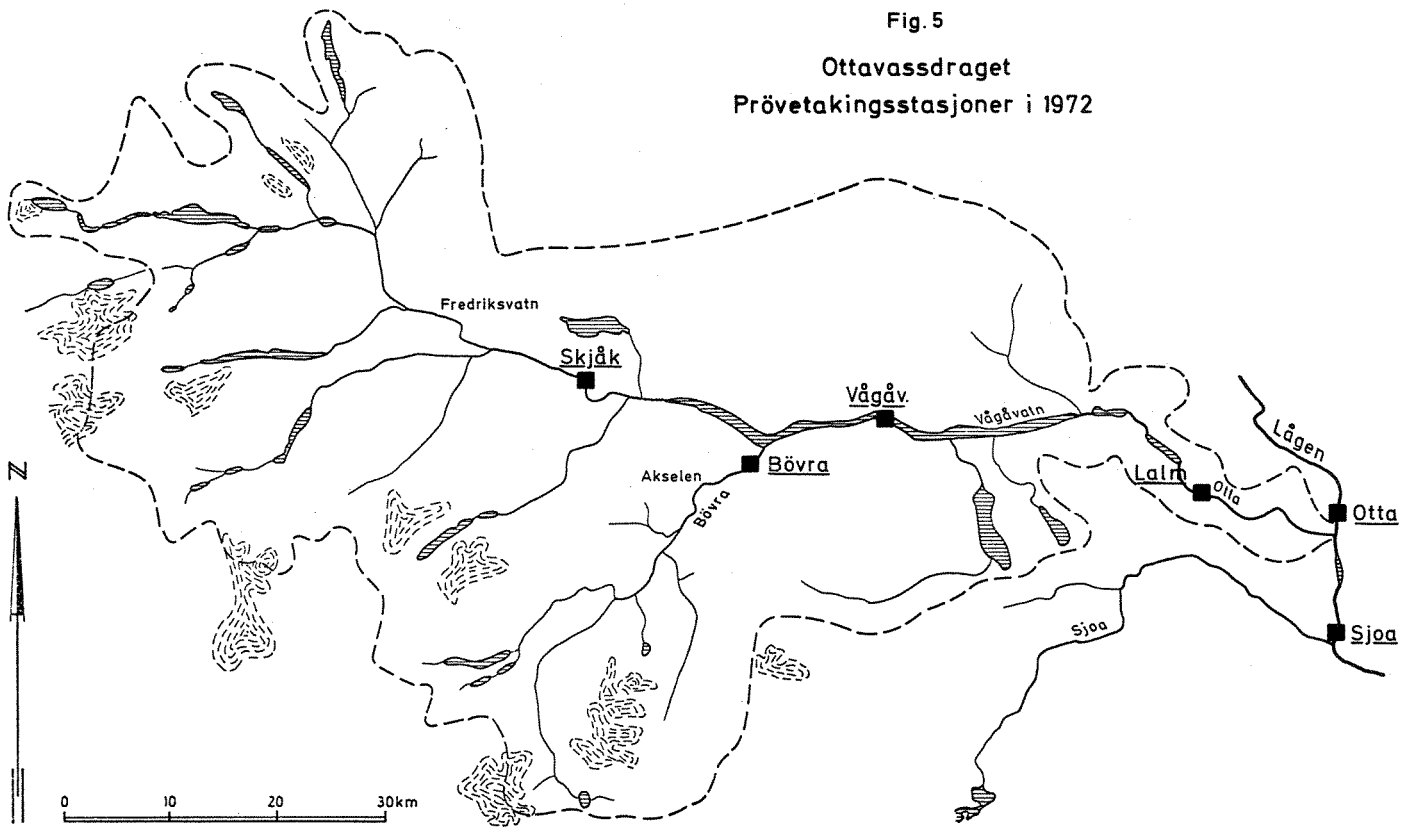
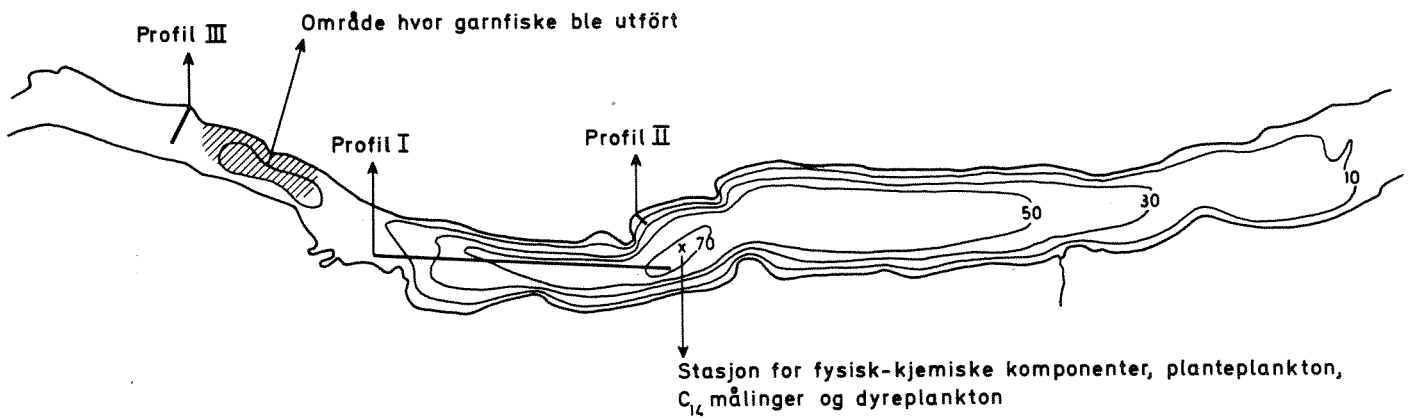


Fig. 6 Vågåvatn. Dybdekart med prøvetakingsstasjoner i 1972





Tabell 2. Otta-Lågen. Temperatur, pH og Spes.el.ledningsevne 1972.

Temperatur °C

Stasjon Dato	Otta Skjåk	Bøvra	Otta Eidefoss	Lågen ovenfor Otta	Lågen Sjoa
15/1	÷ 0,20	÷ 0,20	÷ 0,20	÷ 0,20	÷ 0,20
17/3	0,10	0,02	0,10	0,15	0,15
13/5	6,00	6,30	6,40	4,00	4,50
17/6	8,90	9,60	9,60	10,20	10,30
16/7	14,60	12,85	14,85	14,50	15,80
16/8	12,50	10,40	13,70	13,10	14,10
3/10	3,00	1,00	7,40	6,20	6,60

pH

15/1	6,45	7,15	6,95	7,15	7,00
17/3	6,62	7,17	7,01	7,23	7,17
13/5	6,78	6,75	7,05	6,85	6,87
17/6	6,67	6,98	6,93	7,03	6,98
16/7	6,69	6,98	7,00	7,18	7,28
16/8	6,76	6,88	6,86	7,11	7,12
3/10	6,78	7,23	6,95	7,10	7,22
Middel	6,68	7,02	6,96	7,09	7,09

Spes. el. ledningsevne,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 20°C

15/1	13,0	57,2	23,2	54,5	27,3
17/3	18,3	60,0	20,6	72,0	29,8
13/5	15,1	28,0	21,6	19,0	22,6
17/6	9,2	17,8	14,2	16,2	18,2
16/7	9,0	14,0	15,5	28,1	21,0
16/8	8,4	15,0	12,6	26,8	16,8
3/10	14,5	31,5	19,5	37,0	30,0
Middel	12,5	31,9	18,2	36,2	23,7

13. mai var temperaturen i Lågen ca.  $2,5^{\circ}\text{C}$  lavere enn i Otta - den 17. juni var det motsatte tilfelle. Dette har sammenheng med flomsituasjonen i Lågen kontra i Otta. På den førstnevnte dato var vannføringen i Lågen relativt sett større enn i Otta - noe som antakelig skyldes en tidligere snøsmelting i Lågens nedbørfelt enn i Ottas. Ellers var temperaturen i Bøvra mellom 2 og  $3^{\circ}\text{C}$  lavere enn i Otta v/Skjåk både den 16/7, 16/8 og 3/10. Dette avspeiler nedbørfeltenes høydeforhold, topografiske forhold samt isbreamrådenes utbredelse.

### pH (tab. 2)

Tabell 3. Variasjonsbredde og middelveier for pH.

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveier
Otta v/Skjåk	6,45 - 6,78	6,68
Bøvra	6,75 - 7,23	7,02
Otta v/Eidefoss	6,86 - 7,05	6,96
Lågen v/Otta	6,85 - 7,23	7,09
Lågen v/Sjoa	6,87 - 7,28	7,09

De laveste pH-verdier ble på alle observasjonsdager målt i Otta ved Skjåk. I Bøvra var verdiene betydelig lavere om sommeren enn om høsten og vinteren - noe som har sammenheng med vannføringen og de hydrologiske forhold - smeltevann om sommeren og mer grunnvannspreget vann om vinteren. I Otta ved Eidefoss var det liten forskjell i pH-verdiene fra observasjonsdag til observasjonsdag - noe som skyldes den utjevne effekt Vågåvatn representerer. I Lågen både ovenfor og nedenfor Otta var pH-verdiene lavest under flomperioden på forsommeren. De noe høyere verdier om vinteren og på sensommeren har, som nevnt, til dels sammenheng med mindre vannføring (grunnvann) og om sommeren noe høyere temperatur og muligens en viss produksjon (forbruk av  $\text{CO}_2$ ).

Elektrolytisk ledningsevne (tab. 2)

Tabell 4. Variasjonsbredde og middelveidier for elektrolytisk ledningsevne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	8,4 - 18,3	12,5
Bøvra	14,0 - 60,0	31,9
Otta v/Eidefoss	12,6 - 23,2	18,2
Lågen v/Otta	16,2 - 72,0	36,2
Lågen v/Sjoa	16,8 - 30,0	23,7

De laveste verdier for elektrolytisk ledningsevne ble alltid målt i Otta v/Skjåk. De høyeste verdier ble her som på de andre stasjoner målt om høsten-vinteren. Dette gjenspeiler virkningen av snø- og issmeltingen om våren og sommeren. Om vinteren og høsten er vannet på alle stasjoner mer "grunnvannspreget". Spesielt gjelder dette Bøvra og Lågen ovenfor Otta.

Kalsium (tab. 6)

Tabell 5. Variasjonsbredde og middelveidier for kalsium (mg Ca/l).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	0,8 - 1,7	1,2
Bøvra	1,9 - 8,4	4,0
Otta v/Eidefoss	1,6 - 3,0	2,2
Lågen v/Otta	2,5 - 8,6	4,9
Lågen v/Sjoa	2,2 - 4,0	3,1

Observasjonsmaterialet viser at kalsiuminnholdet i Otta v/Skjåk gjennomgående er betydelig lavere enn i Bøvra. Forklaringen til dette grunner seg på at Otta i vesentlig grad drenerer grunnfjellsbergarter, mens Bøvra drenerer Jotunheimens skyvedekke. Nedenfor Vågåvatn hvor vannmassene er blandet, inntar kalsiuminnholdet en mellomverdi. Lågen drenerer i noen grad områder

Tabell 6. Otta-Lågen. Kalsium, magnesium og natrium.

Kalsium, mg Ca/l

Dato \ Stasjon	Otta Skjåk	Bøvra	Otta Eidefoss	Lågen ovenfor Otta	Lågen Sjoa
15/1	-	-	2,7	7,8	3,3
17/3	1,5	8,4	2,3	8,6	3,5
13/5	1,7	4,3	3,0	2,7	3,2
17/6	0,9	2,9	2,0	2,5	2,8
16/7	0,8	1,9	1,7	3,5	2,5
16/8	0,9	2,0	1,6	3,7	2,2
3/10	1,5	4,4	2,3	5,2	4,0

Magnesium, mg Mg/l

15/1	-	-	0,44	1,10	0,51
17/3	0,18	1,25	0,41	1,39	0,59
13/5	0,20	0,55	0,45	0,42	0,55
17/6	0,15	0,48	0,40	0,40	0,46
16/7	0,08	0,59	0,27	0,51	0,36
16/8	0,14	0,54	0,47	0,54	0,51
3/10	0,15	0,63	0,43	0,80	0,62

Natrium, mg Na/l

15/1	-	-	0,85	1,33	0,92
17/3	1,42	1,15	0,96	1,92	1,17
13/5	0,90	0,40	0,65	0,55	0,65
17/6	0,63	0,49	0,62	0,61	0,70
16/7	0,47	0,40	0,60	0,70	0,63
16/8	0,61	0,50	0,56	0,78	0,66
3/10	0,71	0,67	0,68	0,90	0,91

med kambrosilurbergarter, og dette gjenspeiler seg i relativt høye kalsiumverdier. Ellers varierer vannets kalsiuminnhold parallelt med variasjoner i de hydrologiske forhold. Alle kalsiumverdier er imidlertid lave (bløtt vann).

Magnesium (tab. 6)

Tabell 7. Variasjonsbredde og middelværdi for magnesium (mg Mg/l).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelværdi
Otta v/Skjåk	0,08 - 0,20	0,15
Bøvra	0,48 - 1,25	0,51
Otta v/Eidefoss	0,27 - 0,47	0,41
Lågen v/Otta	0,40 - 1,39	0,74
Lågen v/Sjoa	0,36 - 0,62	0,51

Variasjonsmønsteret for vannets innhold av magnesium er omtrent som for kalsium og antas å ha samme årsaker. Alle verdier er lave.

Natrium (tab. 6)

Tabell 8. Variasjonsbredde og middelværdier for natrium (mg Na/l).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelværdi
Otta v/Skjåk	0,47 - 1,42	0,79
Bøvra	0,40 - 1,15	0,60
Otta v/Eidefoss	0,56 - 0,96	0,70
Lågen v/Otta	0,55 - 1,92	0,97
Lågen v/Sjoa	0,63 - 1,17	0,81

Middelværdiene for vannets natriuminnhold er overalt lavt. Bøvra-vannet har laveste innhold, så følger Otta v/Skjåk, og de høyeste verdier ble målt i Lågen ovenfor Otta. I hvilken grad dette har sammenheng med variasjoner i de nedbørkjemiske forhold, spesielle hydrologiske forhold o.l. er det ikke mulig å avgjøre på grunnlag av det foreliggende materiale.

Tabell 9. Otta-Lågen. Klorid, sulfat og alkalitet.

Klorid, mg Cl/l

Stasjon Dato	Otta Skjåk	Bøvra	Otta Eidefoss	Lågen ovenfor Otta	Lågen Sjoa
15/1	-	-	0,4	0,6	0,4
17/3	1,0	1,6	0,8	3,4	1,2
13/5	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8
17/6	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6
16/7	0,4	0,4	0,5	0,6	-
16/8	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4
3/10	0,4	0,6	1,0	0,6	0,6

Sulfat, mg SO<sub>4</sub>/l

15/1	-	-	2,7	6,2	3,3
17/3	2,6	11,3	3,3	7,7	3,6
13/5	3,5	6,1	4,4	2,3	5,8
17/6	< 2	2,6	< 2	2,6	2,0
16/7	< 1	< 1	1,6	3,0	2,8
16/8	1,4	1,9	1,2	3,2	2,1
3/10	2,8	4,2	2,5	4,2	3,8

Alkalitet, ml N/10 HCl/l ved pH 4,5

15/1	-	-	1,41	4,00	1,81
17/3	0,97	3,42	1,45	4,71	1,93
13/5	0,97	1,98	1,64	1,48	1,70
17/6	0,63	1,34	1,07	1,59	1,39
16/7	-	1,04	1,01	1,99	1,37
16/8	0,65	1,27	1,06	2,19	1,49
3/10	0,73	1,98	1,11	2,66	2,19

Klorid (tab. 9)

Tabell 10. Variasjonsbredde og middelveidier for klorid (mg Cl/l).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	0,4 - 1,0	0,6
Bøvra	0,2 - 1,6	0,7
Otta v/Eidefoss	0,4 - 1,0	0,6
Lågen v/Otta	0,4 - 3,4	1,0 (0,6)
Lågen v/Sjoa	0,4 - 1,2	0,6

Kloridinnholdet er lavt og varierer tydeligvis lite innenfor området. De relativt høye verdier i Lågen ovenfor Otta (3,4 mg/l) og i Lågen v/Sjoa (1,2 mg/l) den 17. mars er det ikke mulig på bakgrunn av det foreliggende materiale å gi noen forklaring på. Det er imidlertid mulig verdiene har sammenheng med utvasking av salter som tidligere er utkrystallisert i det nedbørfattige Lesjaområdet.

Sulfat (tab. 9)

Tabell 11. Variasjonsbredde og middelveidier for sulfat (mg SO<sub>4</sub>/l).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	<1 - 3,5	(<) 2,2
Bøvra	<1 - 11,3	(<) 4,5
Otta v/Eidefoss	1,2 - 4,4	(<) 2,5
Lågen v/Otta	2,3 - 7,7	4,2
Lågen v/Sjoa	2,0 - 5,8	3,3

Sulfatinnholdet var stort sett lavt på alle stasjoner og på alle observasjonsdager. De høyeste verdier ble observert i Bøvra og Lågen ovenfor Otta, og den laveste verdi ble observert i Otta v/Skjåk.

Alkalitet (tab. 9)

Tabell 12. Variasjonsbredde og middelveidier for alkalitet  
(ml N/10 HCl/l ved pH 4,5).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	0,63 - 0,97	0,79
Bøvra	1,04 - 3,42	1,84
Otta v/Eidefoss	1,01 - 1,64	1,25
Lågen v/Otta	1,48 - 4,71	2,66
Lågen v/Sjoa	1,37 - 2,19	1,84

Alkalitetsverdiene var overalt lave. Det er imidlertid en stigning i verdiene på stasjonene i rekkefølgen Otta v/Skjåk - Bøvra - Lågen ovenfor Otta.

Total nitrogen (tab. 14)

Tabell 13. Variasjonsbredde og middelveidier for total nitrogen  
(µg N/l).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	80 - 170	133
Bøvra	100 - 445	216
Otta v/Eidefoss	105 - 175	133
Lågen v/Otta	125 - 1200	331 (187)
Lågen v/Sjoa	105 - 230	182

Verdiene for vannets innhold av total nitrogen var stort sett lave og av samme størrelsesorden på alle stasjoner. De relativt høye verdier i Bøvra og Lågen ovenfor Otta den 17. mars har antakelig sammenheng med liten vannføring.



Tabell 14. Otta-Lågen. Total nitrogen, nitrat og silisium.

Total nitrogen, µg N/l

Stasjon Dato	Otta Skjåk	Bøvra	Otta Eidefoss	Lågen ovenfor Otta	Lågen Sjoa
15/1	120	330	160	295	205
17/3	170	445	125	1200	230
13/5	170	215	175	225	230
17/6	145	165	160	130	165
16/7	80	100	105	150	195
16/8	85	110	105	125	105
3/10	160	150	105	195	145

Nitrat, µg N/l

15/1	-	-	90	220	110
17/3	50	280	40	310	110
13/5	45	80	60	60	60
17/6	50	65	60	35	60
16/7	30	40	40	50	30
16/8	20	40	30	40	50
3/10	40	60	40	80	40

Silisium, mg SiO<sub>2</sub>/l

15/1	1,7	4,3	2,7	5,5	3,2
17/3	1,7	3,4	1,7	3,5	2,0
13/5	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7
17/6	1,7	2,0	1,9	2,4	2,2
16/7	1,4	1,6	1,7	2,9	2,0
16/8	1,4	2,0	1,8	3,0	2,1
3/10	2,2	3,5	2,3	3,6	2,7

Nitrat (tab. 14)

Tabell 15. Variasjonsbredde og middelveidier for nitrat ( $\mu\text{g N/l}$ ).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	20 - 50	39
Bøvra	40 - 280	94
Otta v/Eidefoss	30 - 90	51
Lågen v/Otta	35 - 310	114
Lågen v/Sjoa	30 - 110	66

Nitratverdiene var stort sett lave på alle stasjoner og på alle observasjonsdager. De høyeste verdier ble observert om vinteren. Også for denne komponent var verdiene høyest i Bøvra og i Lågen ovenfor Otta.

Total fosfor (tab. 18)

Tabell 16. Variasjonsbredde og middelveidier for total fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ ).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	3 - 16	7
Bøvra	11 - 90	27
Otta v/Eidefoss	6 - 21	10
Lågen v/Otta	4 - 180	32
Lågen v/Sjoa	6 - 64	19

Materialet viser at de totale fosforverdier i Bøvra normalt var markert høyere enn på de andre stasjoner. Spesielt var dette tilfelle i sommermånedene. Årsaken til dette er Bøvrans transport av fosforholdige erosjonsprodukter fra breområdene. Den høye verdi i Lågen ovenfor Otta den 17. mars er det vanskelig å gi noen tilfredsstillende forklaring på.

Ortofosfat (tab. 18)

Tabell 17. Variasjonsbredde og middelverdier for ortofosfat  
( $\mu\text{g P/l}$ ).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelverdi
Otta v/Skjåk	<2 - 6	(<) 4
Bøvra	6 - 90	27
Otta v/Eidefoss	3 - 23	10
Lågen v/Otta	<2 - 180	(<) 29 (4)
Lågen v/Sjoa	3 - 17	8

Ortofosfatverdiene følger stort sett samme variasjonsmønster som verdiene for total fosfor. Videre fremgår det at vannets totale fosforinnhold ofte i sin helhet foreligger som ortofosfater, spesielt er dette tilfelle når verdiene er høyest.

Silisium (tab. 14)

Tabell 19. Variasjonsbredde og middelverdier for silisium  
( $\text{mg SiO}_2/\text{l}$ ).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelverdi
Otta v/Skjåk	1,4 - 2,8	1,8
Bøvra	1,6 - 4,3	2,8
Otta v/Eidefoss	1,7 - 2,7	2,1
Lågen v/Otta	2,4 - 5,5	3,4
Lågen v/Sjoa	2,0 - 3,2	2,4

Alle silisiumverdier er relativt lave. På alle stasjoner er det tendens til høyere verdier om vinteren enn om sommeren - noe som antakelig har sammenheng med avrenningsforholdene. De høyeste verdier ble normalt observert i Lågen ovenfor Otta. Bøvra hadde høyere verdier enn Otta v/Skjåk.

Tabell 18. Otta-Lågen. Total fosfor, ortofosfat og mangan.

Total fosfor,  $\mu\text{g P/l}$

Dato \ Stasjon	Otta Skjåk	Bøvra	Otta Eidefoss	Lågen ovenfor Otta	Lågen Sjoa
15/1	6	12	6	8	6
17/3	16	12	6	180	17
13/5	8	11	9	12	11
17/6	4	17	7	4	9
16/7	-	90	12	7	10
16/8	8	39	21	4	18
3/10	3	8	9	10	64

Orto fosfat,  $\mu\text{g P/l}$

15/1	-	-	3	4	3
17/3	6	7	3	180	13
13/5	4	8	5	6	6
17/6	< 2	13	7	<<2	7
16/7	-	90	7	< 2	4
16/8	5	39	20	< 2	17
3/10	< 2	6	23	6	3

Mangan,  $\mu\text{g Mn/l}$

15/1	-	-	< 10	< 10	< 10
17/3	< 10	30	< 10	< 10	< 10
13/5	20	30	30	35	35
17/6	< 5	5	10	< 5	15
16/7	< 10	25	< 10	< 10	< 10
16/8	< 5	10	10	5	10
3/10	< 10	< 10	< 10	10	< 10

Jern (tab. 21)

Tabell 20. Variasjonsbredde og middelveidier for jern ( $\mu\text{g Fe/l}$ ).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	30 - 110	56
Bøvra	20 - 900	280
Otta v/Eidefoss	40 - 400	150
Lågen v/Otta	20 - 110	43
Lågen v/Sjoa	40 - 355	126

Som tabellen viser var det tildels store variasjoner i vannets jerninnhold. Spesielt var dette tilfelle i Bøvra og på stasjonene nedstrøms Bøvra. Verdiene var spesielt høye i sommerhalvåret. Både i Otta v/Skjåk og i Lågen ovenfor Otta var jernverdiene relativt lave.

Mangan (tab. 18)

Tabell 22.. Variasjonsbredde og middelveidier for mangan  
( $\mu\text{g Mn/l}$ ).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	< 5 - 20	(<) 10
Bøvra	5 - 30	(<) 18
Otta v/Eidefoss	<10 - 30	(<) 13
Lågen v/Otta	< 5 - 35	(<) 12
Lågen v/Sjoa	<10 - 35	(<) 14

Manganverdiene var overalt lave og uten vesentlige variasjonstendenser.

Tabell 21. Otta-Lågen. Ufiltrert farge, turbiditet og jern.

Ufiltrert farge, mg Pt/l

Stasjon Dato	Otta Skjåk	Bøvra	Otta Eidefoss	Lågen ovenfor Otta	Lågen Sjoa
15/1	12	5	15	5	11
17/3	14	9	15	50	14
13/5	33	34	28	61	57
17/6	12	88	64	12	61
16/7	26	392	98	43	76
16/8	42	250	302	17	219
3/10	7	33	67	8	31

Turbiditet, J.T.U.

15/1	1,2	0,5	1,0	0,2	1,0
17/3	0,7	0,6	2,1	2,1	0,8
13/5	1,4	1,8	1,8	1,6	1,9
17/6	1,4	6,9	5,3	1,0	3,7
16/7	1,8	33,0	5,8	1,4	4,6
16/8	3,4	18,0	18,0	1,4	1,5
3/10	0,5	3,1	4,8	2,2	2,1

Jern, µg Fe/l

15/1	40	20	40	20	40
17/3	30	40	40	60	80
13/5	90	90	100	110	120
17/6	40	240	140	30	110
16/7	50	900	170	30	110
16/8	110	520	400	35	355
3/10	30	140	160	20	70

Ufiltrert farge (tab. 21)

Tabell 23. Variasjonsbredde og middelveidier for ufiltrert farge (mg Pt/l).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	7 - 42	21
Bøvra	5 - 392	130
Otta v/Eidefoss	15 - 302	84
Lågen v/Otta	5 - 61	28
Lågen v/Sjoa	11 - 219	67

Som tabellen viser var variasjonsbredden stor for vannets fargeverdi i Bøvra og i hovedvassdraget nedstrøms Bøvra. De høyeste verdier ble observert i sommerhalvåret. I Otta v/Skjåk og i Lågen ovenfor Otta var det mindre og mer usystematiske variasjoner.

Turbiditet (tab. 21)

Tabell 24. Variasjonsbredde og middelveidier for turbiditet (J.T.U.)

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	0,5 - 3,4	1,5
Bøvra	0,5 - 33,0	9,1
Otta v/Eidefoss	1,0 - 18,0	5,5
Lågen v/Otta	0,2 - 2,2	1,4
Lågen v/Sjoa	0,8 - 4,6	2,2

Turbiditetsverdiene er tildels høye og følger stort sett samme variasjonsmønster som fargeverdiene. I Otta v/Skjåk og i Lågen ovenfor Otta var verdiene relativt lave.

Tabell 25. Otta-Lågen, Tørrstoff, gløderest og organisk stoff.

Tørrstoff, mg/l

Stasjon Dato	Otta Skjåk	Bøvra	Otta Eidefoss	Lågen ovenfor Otta	Lågen Sjoa
15/1	0,76	0,35	0,53	0,40	0,660
17/3	0,884	0,402	3,789	1,90	1,017
13/5	1,24	1,96	2,930	5,19	6,60
17/6	1,01	13,33	4,41	3,03	5,77
16/7	1,21	32,50	3,21	0,37	2,72
16/8	2,27	35,06	13,23	2,05	12,45
3/10	0,87	2,03	5,73	0,49	2,12

Gløderest, mg/l

15/1	0,54	0,19	0,37	0,35	0,41
17/3	0,136	0,069	3,132	0,00	0,583
13/5	0,96	1,68	2,510	4,39	5,97
17/6	0,75	12,29	3,58	2,49	4,88
16/7	0,86	30,93	2,44	0,13	2,35
16/8	1,85	34,26	12,38	1,61	11,75
3/10	0,68	1,87	5,20	0,23	1,82

Organisk stoff, mg/l

15/1	0,21	0,16	0,160	0,05	0,24
17/3	0,748	0,333	0,657	1,90	0,434
13/5	0,28	0,28	0,420	0,80	0,63
17/6	0,26	1,04	0,83	0,54	0,89
16/7	0,35	1,60	0,77	0,24	0,37
16/8	0,42	0,80	0,85	0,44	0,70
3/10	0,19	0,16	0,53	0,26	0,30



Tørrstoff (tab. 25)

Tabell 26. Variasjonsbredde og middelveidier for tørrstoff (mg/l).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	0,760 - 2,270	1,18
Bøvra	0,350 - 35,060	12,23
Otta v/Eidefoss	0,530 - 13,230	4,83
Lågen v/Otta	0,370 - 5,190	1,92
Lågen v/Sjoa	0,660 - 12,450	4,48

Variasjonsmønsteret for vannets tørrstoffinnhold var omtrent som for farge og turbiditet. Høyeste verdier ble således observert i Bøvra og stasjonene nedstrøms Vågåvatn i sommerperioden. I Otta v/Skjåk og i Lågen ovenfor Otta var variasjonene mer uregelmessige, og verdiene var relativt lave.

Gløderest (tab. 25)

Tabell 27. Variasjonsbredde og middelveidier for gløderest (mg/l).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	0,136 - 1,85	0,83
Bøvra	0,069 - 34,26	11,61
Otta v/Eidefoss	0,370 - 12,38	4,23
Lågen v/Otta	0,000 - 4,39	1,31
Lågen v/Sjoa	0,410 - 11,750	3,97

Variasjonsmønsteret for gløderest eller tørrstoffets uorganiske komponent er omtrent som for tørrstoffet.

Organisk stoff (glødetap)

Tabell 28. Variasjonsbredde og middelveidier for glødetap eller organisk stoff (mg/l).

Stasjon	Variasjonsbredde	Middelveidi
Otta v/Skjåk	0,19 - 0,748	0,35
Bøvra	0,16 - 1,60	0,63
Otta v/Eidefoss	0,16 - 0,85	0,60
Lågen v/Otta	0,05 - 1,90	0,60
Lågen v/Sjoa	0,24 - 0,89	0,51

Som tabellen viser var det markert lavere verdier for organisk materiale i Otta v/Skjåk enn på de øvrige stasjoner. Verdiene varierte relativt uregelmessig og synes ikke å ha noen samvariasjon med f.eks. gløderestverdiene.

5. DISKUSJON AV DE FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I OTTA - LÅGEN

De fysisk-kjemiske forhold i Otta-Lågen-systemet er først og fremst betinget av de hydrologiske forhold og avsmeltingsforholdene i nedbørfeltet. Variasjoner i berggrunnens sammensetning gir seg markert tilkjenne i vannets kvalitative tilstand.

Otta som i sine øvre deler i vesentlig grad drenerer grunnfjellsområder, dvs. en meget hard bergartstype, har ved Skjåk en vannkvalitet som er fattig på elektrolytter. Dette er særlig tilfelle i flomsituasjonen om sommeren. I Otta var vannføringen relativt høy også om vinteren - 20-25 m<sup>3</sup>/s frem til rundt 10. mars.

I Bøvras nedbørfelt er berggrunnen mer sammensatt, men består i vesentlig grad av gabbroide og kambrosilurbergarter. Dette er relativt løse bergartstyper og er derfor i noen grad årsak til høyere saltinnhold i drenevannet. Men også i denne elv er elektrolyttinnholdet lavt særlig under flomsituasjonen om sommeren. Bøvra er ikke regulert, og om vinteren er derfor vannføringen lav - dette er forklaringen på de relativt høye verdier for elektrolytisk ledningsevne på denne årstid.

Forskjellen i vannføring og avstand fra høyfjellet til observasjonsstasjonene i henholdsvis Otta og Bøvra, er årsak til visse nyanser i vannets temperatur i de to elver (Bøvra og Otta v/Skjåk). På ettersommeren og høsten var temperaturen over  $2^{\circ}\text{C}$  lavere i Bøvra enn i Otta.

Flomsituasjonen og variasjonene i de hydrologiske forhold spiller tydeligvis stor rolle for transport av suspendert materiale - breslam. Breslamtransporten i Bøvra var langt høyere enn i Otta. Dette kan i noen grad skyldes spesielle meteorologiske og hydrologiske forhold i 1972, men har i det vesentligste sammenheng med breområdene geografiske beliggenhet. Vannets innhold av både jern og fosfor er nøye korrelert med vannets innhold av suspendert materiale - det er også grunn til å merke seg at fosforet foreligger som fosfatfosfor.

Elektrolyttinnholdet i Lågen ovenfor Otta er noe høyere enn i elven Otta. Dette er spesielt tilfelle om vinteren. Den partikulære materialtransport er imidlertid beskjeden i Lågen, og vannets pH-verdier er forholdsvis høye, - vannets innhold av næringssalter er gjennomgående lavt. Det er imidlertid visse variasjoner som kan ha sammenheng med forurensningsutslipp.

## 6. FYSISK-KJEMISKE OBSERVASJONSRESULTATER. VÅGÅVATN

### Temperaturforhold

Temperaturforholdene i Vågåvatn er fremstilt i tabellene 38-44 og figur 7.

Sistenevnte figur viser at temperaturforholdene i Vågåvatn varierer etter samme mønster som er normalt for norske innsjøer av en viss dybde. Lengdene på de forskjellige termiske perioder er imidlertid noe avvikende fra dem man finner i innsjøer i lavlandet og hvor gjenomstrømningen er liten.

Vannets vintertemperatur i Vågåvatn er lav - også på de store dyp. På 60 m dyp f.eks. var vannets temperatur i januar  $<1^{\circ}\text{C}$ . I en normal norsk innsjø øker gjerne vannets temperatur om vinteren fra ca.  $0^{\circ}\text{C}$

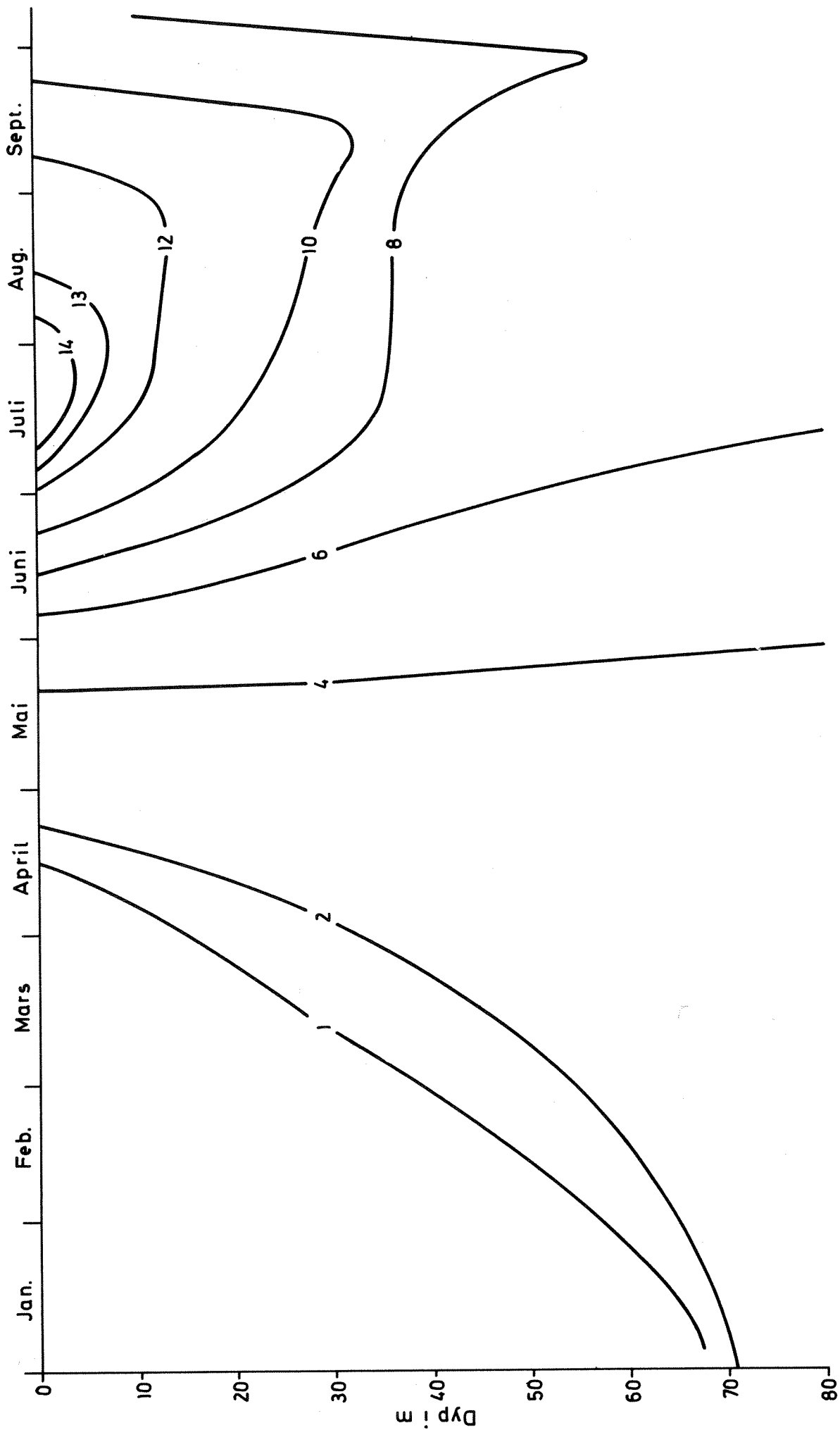


Fig.7 Vågøvatn 1972. Temperatur, °C

like under isen til 2-3°C i ca. 10 meters dyp, og derfra til dalbunnen er det en svak økning. Videre synes vårfullsirkulasjonen i Vågåvatn å være av unormalt lang varighet - ca. 1,5 måned fra slutten av april til midten av juni. Fra da av ble det etablert en termisk lagdeling, men uten at et veldefinert sprangsjikt ble dannet. Høstfullsirkulasjonen tok tydeligvis til i begynnelsen av september - denne situasjon vedvarte frem til isleggingen.

### Oksygenforhold

Som tabellene 38-44 viser var vannets innhold av oksygen av samme størrelsesorden på alle observasjonsdager og i alle dyp. Oksygenmetningen varierte normalt mellom 85 og 100%. Imidlertid var resultatene fra de to observasjonsserier, 15. januar og 17. mars, noe avvikende. På den førstnevnte dag var oksygeninnholdet i 30 og 60 m dyp markert høyere enn ellers i vannmassen. Den 17. mars var det markert avtakende verdier mot dypet, og på 70 meters dyp var metningsverdien vel 70% denne dag. Disse fenomener har sannsynligvis sammenheng med henholdsvis gjennomstrømning og nedbrytning av organisk materiale.

### Surhetsgrad (pH)

Tabellene 38-44 viser at vannets pH normalt varierer mellom pH 6,6 og 6,8 - dvs. en svakt sur reaksjon. Den laveste verdi, pH 6,39, ble målt på 70 m dyp den 17. mars og har sannsynligvis sammenheng med nedbrytning av organisk materiale. De høyeste verdier ble målt i overflate-lagene den 16. august og 3. oktober - noe som kan skyldes høyere temperatur og muligens en viss produksjon.

### Elektrolytisk ledningsevne

Den elektrolytiske ledningsevne i Vågåvatn går frem av tabellene 38-44 og fig. 8. Generelt sett er den elektrolytiske ledningsevne overalt i vannmassene noe høyere om vinteren enn om sommeren. Videre øker tydeligvis verdiene mot dypet. Et unntak fra denne regel viser situasjonen i januar, da den elektrolytiske ledningsevne i de dypere lag var noe lavere enn høyere oppe. På sensommeren ble det målt verdier i de øvre lag på under 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , dvs. ca. halvparten

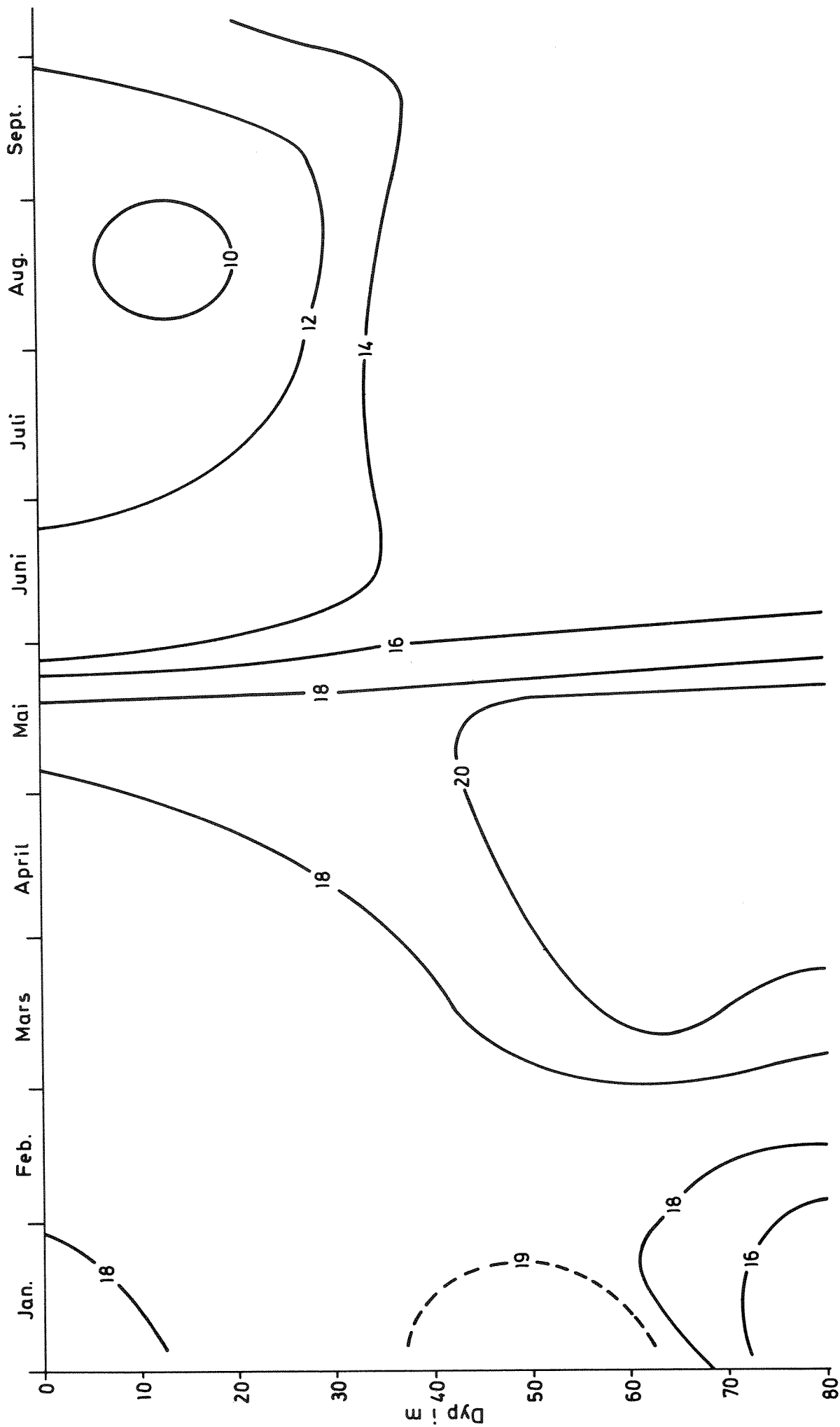


Fig.8 Vågåvatn 1972. Spes. el. ledn. evne,  $\mu\text{S}/\text{cm}$

av normale vinterverdier. Årsaken til disse forhold er den fortyningseffekt snøsmeltingen på forsommeren og issmeltingen i juli - august representerer.

### Farge

Vannets fargeverdier er angitt i tabellene 38-44 og fig. 9. Figuren viser klart at vannets fargepåvirkning er lav (normale verdier mellom 10 og 20 mg Pt/l) om vinteren og til dels meget høy i overflatelagene om sommeren - over 300 mg Pt/l på ufiltrerte prøver. Årsaken til dette er vannets innhold av partikulært materiale. Selv etter filtrering var verdiene relativt høye, noe som viser partikkelmaterialets finfordelte struktur. De høyeste verdier ble observert ned mot sprangsjiktet, noe som viser at transporten gjennom innsjøen i vesentlig grad foregår i dette nivå.

Tidlig på sommeren - i juni - var verdiene høyest i de dypere lag. Materialtransporten denne gang skyldtes antakelig flomvannets eroderende virkning både langs selve elven og i nedbørfeltet forøvrig. Det er rimelig å anta at dette erosjonsmaterialet hadde en relativt grov struktur slik at en markert nedsynkende bevegelse gjør seg gjeldende. Dessuten var vannet både temperatur- og tetthets-messig homogent på dette tidspunkt.

### Turbiditet

Vannets turbiditet er fremstilt i tabellene 38-44 og fig. 10. Variasjonsmønsteret for partikkelinnholdet løper parallelt med fargeverdiene. Det skal bemerkes at turbiditetsverdiene i overflatevannet om sommeren er meget høye - noe som angir en stor partikulær materialtransport.

### Jern

Som tabellene 38-44 og fig. 11 viser, ligner variasjonsmønsteret for vannets jerninnhold meget på variasjonsmønsteret for farge og turbiditet. Dette må ha sammenheng med at jernet i vesentlig grad er bundet til det partikulære materiale. Jernverdiene, som om vinteren ligger på

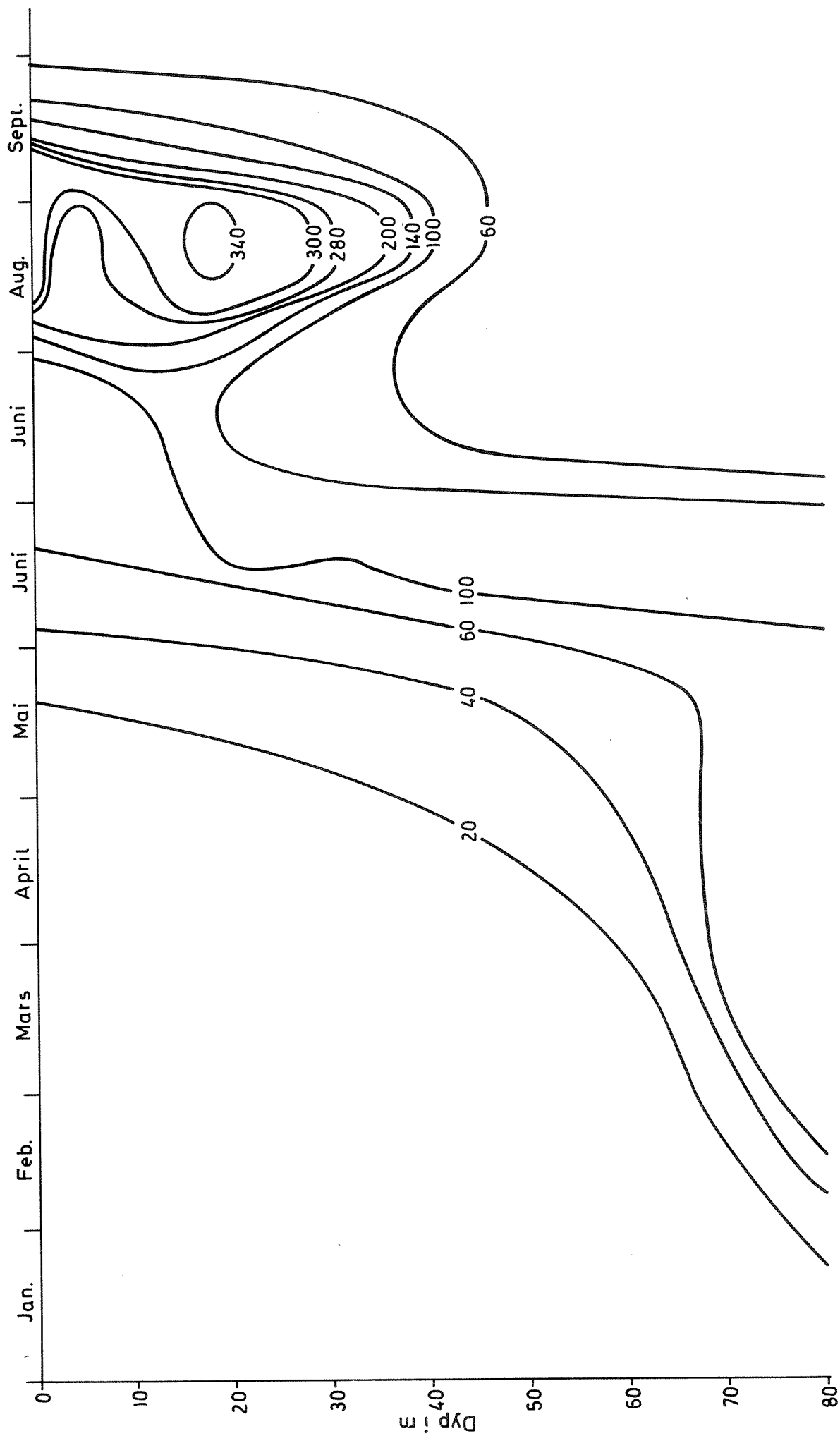


Fig.9 Vågåvatn 1972. Farge, mg Pt/l



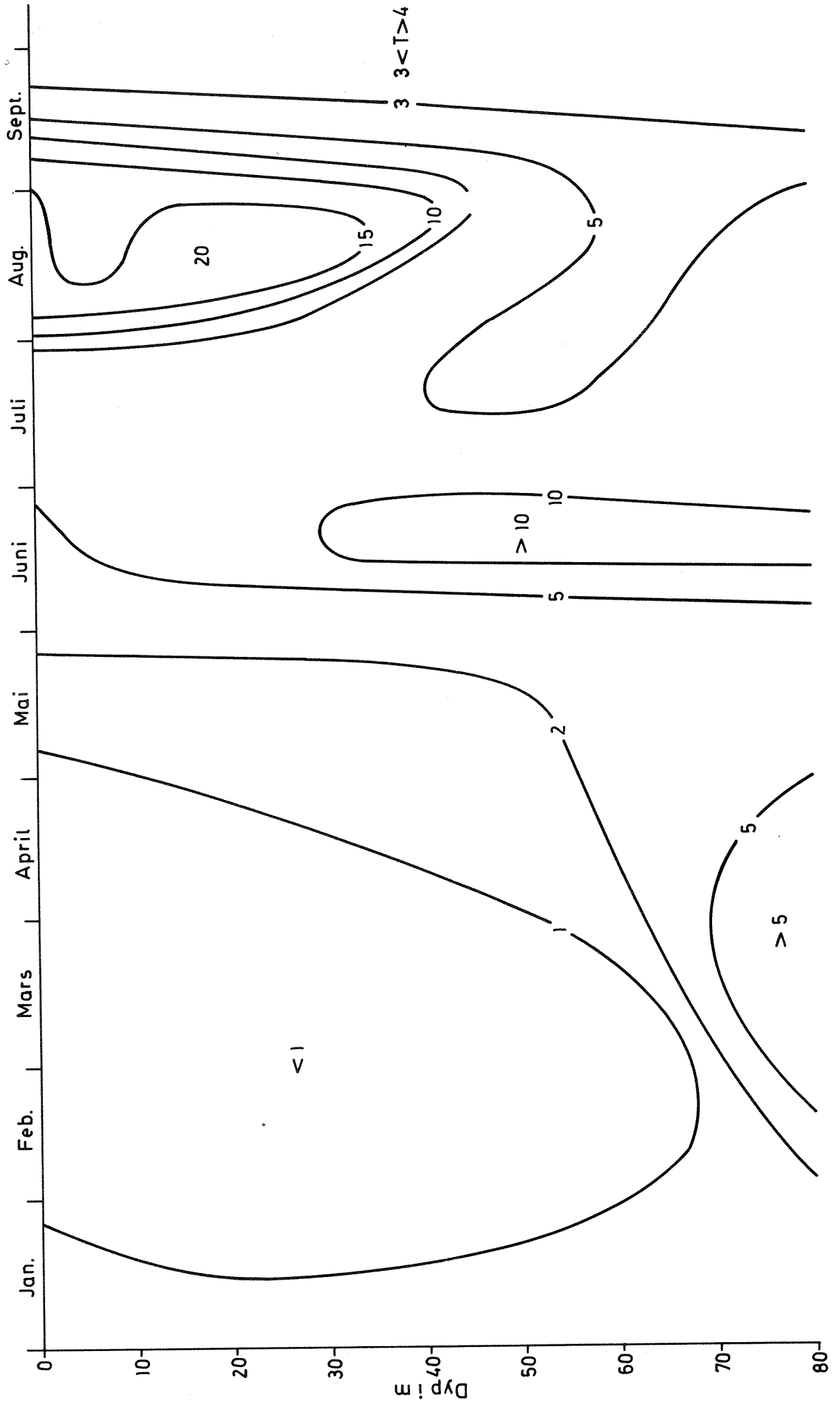


Fig.10 Vågåvatn 1972. Turbiditet, JTU

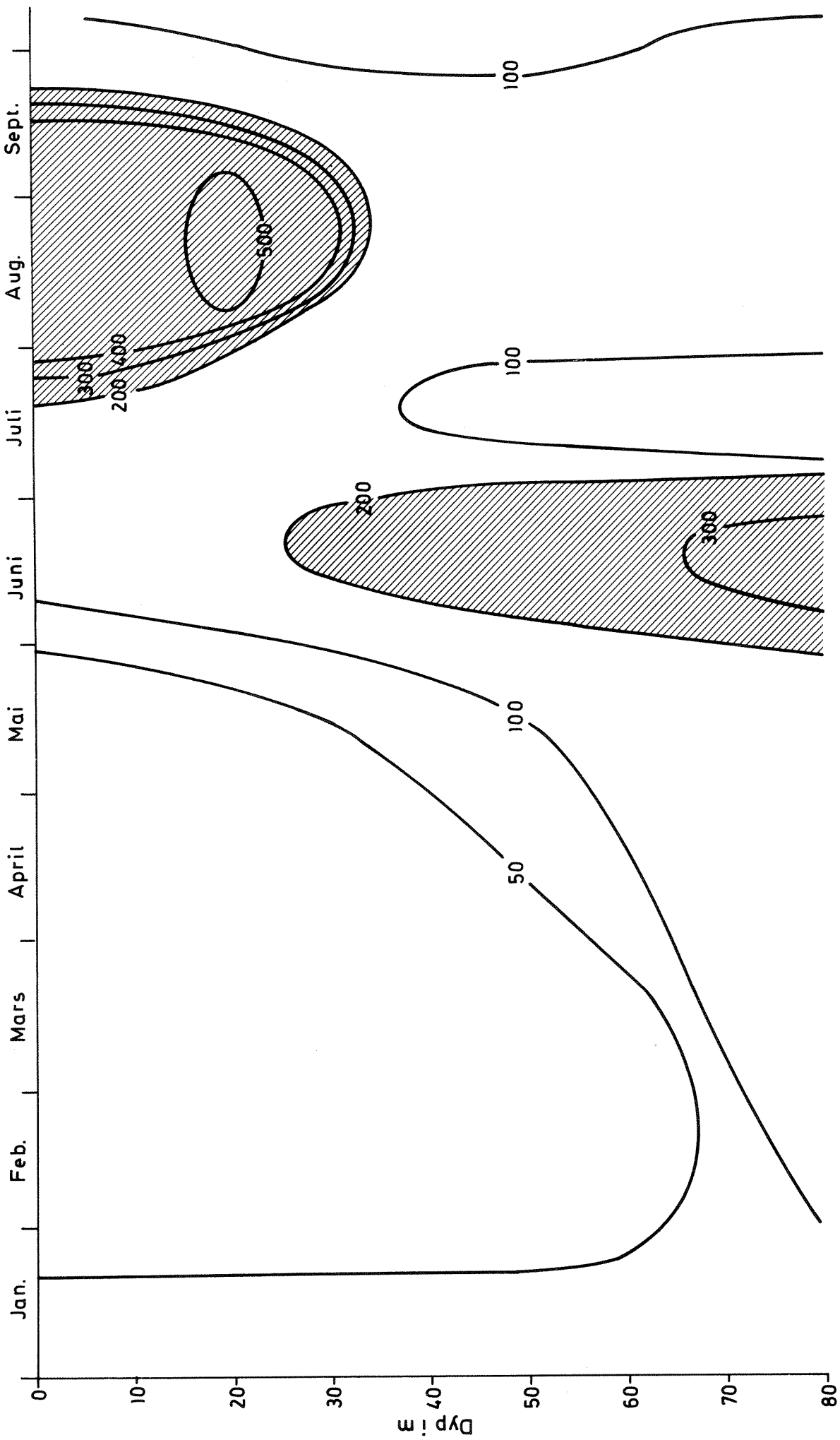


Fig.11 Vågåvatn 1972. Jern, µg Fe/l

ca. 50 µg Fe/l, ble om sommeren målt til ca. 0,5 mg Fe/l like over sprangsjiktet.

#### Mangan

Vannets manganinnhold (tabellene 38-44) var lavt i alle dyp og på alle observasjonsdager. De høyeste verdier, 30-35 µg Mn/l, ble målt i mai.

#### Silisium

Silisiumverdiene (tabellene 38-44) var alltid lave, men likevel noe høyere om vinteren enn om sommeren. Dette må antakelig til dels ses i sammenheng med variasjon i vannføring, partikkeltransport o.l. og til dels med at det om sommeren er produksjon av bl.a. kiselalger som i noen grad bruker kisel ved oppbygging av sin celledsubstans.

#### Nitrogen

Vannets innhold av total nitrogen og nitrat (tabellene 38-44) varierte meget lite i løpet av året, - verdiene synes å være lavest i overflatelagene om sommeren. Dette skyldes til dels gjennomstrømmingen og til dels produksjonsforholdene.

#### Fosfor

Vannets fosforinnhold - total fosfor og ortofosfat - er angitt i tabellene 38-44. De totale fosforverdier er tegnet inn på fig. 12. Variasjonsmønsteret for vannets fosforinnhold følger nøye variasjonsmønsteret for vannets farge, turbiditet og jerninnhold og må således være et resultat av den partikulære materialtransport gjennom innsjøen. Dvs. at det partikulære materiale har et betydelig fosforinnhold. Det totale fosforinnhold var normalt noe høyere enn vannets innhold av ortofosfat, men analyseresultatene av vannprøvene som ble samlet inn den 16/8-1972, viser at totalfosforverdiene og ortofosfatverdiene denne dag var av samme størrelsesorden.

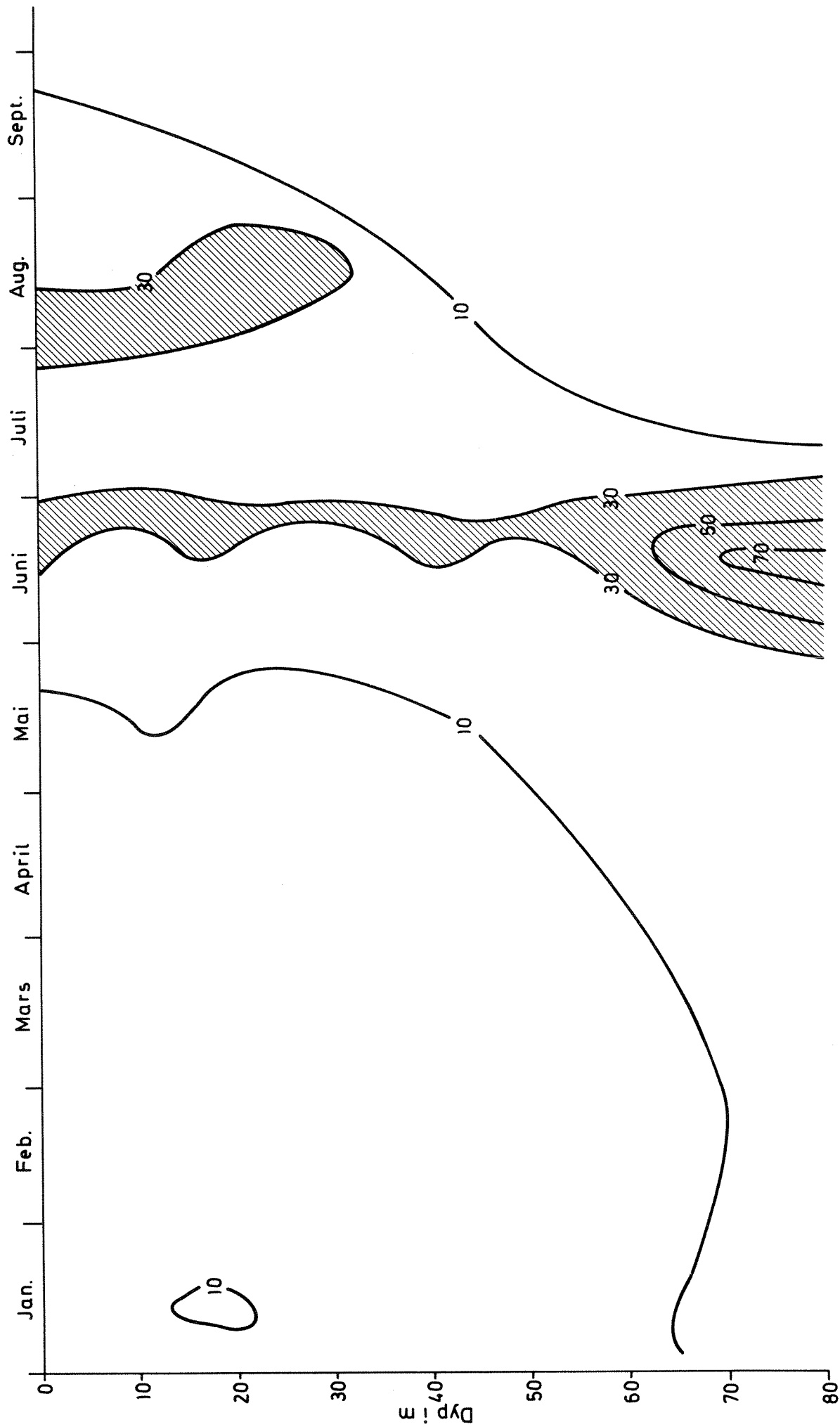


Fig.12 Vågavatn 1972. Total fosfor, µg P/l

## 7. DISKUSJON AV DE FYSISK-KJEMISKE FORHOLD I VÅGÅVATN

Karakteristisk for de fysisk-kjemiske forhold i Vågåvatn er de store variasjoner i vannets farge og partikulære materiale. Om vinteren under lavvannsføringen er den partikulære materialtransport liten - fargeverdiene i denne tidsperiode er meget lave (<20 mg Pt/l). Samtidig er også vannets jern- og fosforinnhold lavt. Vannmassene er i samme tidsperiode sterkt nedkjølt - noe som til dels har sammenheng med høstsirkulasjonsperioden og til dels er en effekt av de gjennomstrømmende vannmasser.

Vårsirkulasjonsperioden er tydeligvis av lang varighet - fra slutten av april til midten av (eller siste halvdel av) juni. Snøsmeltingen i høyfjellet i juni måned medfører flom i elvene og dermed stor transport av erosjonsmateriale fra elvebreddene, elvebunnen og nedbørfeltet forøvrig. På grunn av de ustabile tetthetsforhold i vannmassene fordeler dette materialet seg gjennom hele vannmassen, men nedsynkings-effekten resulterer i de høyeste turbiditetsverdier i de dypere lag.

Lenger ut på sommeren når "breflommen" begynner å gjøre seg gjeldende, er innsjøen termisk lagdelt. Gjennomstrømningen og dermed materialtransporten vil derfor foregå i de øverstliggende vannmasser - epilimnion og fortrinnsvis i øverste del av sprangsjiktet. Det partikulære materiale klarer tydeligvis ikke å trenge gjennom den tetthetsbarriere sprangsjiktet representerer. Dette viser bl.a. det partikulære materialets finfordelte struktur. Etter hvert som lufttemperaturen avtar utover sensommeren og høsten, opphører bresmeltingen og følgelig også transporten av breslam.

Det partikulære materiale inneholder tydeligvis store mengder jern og fosforforbindelser, idet konsentrasjonen av disse komponenter varierer etter samme mønster som vannets partikkelinnhold og fargeverdier. Forholdet mellom orto- og total fosfor var imidlertid noe anderledes under flomsituasjonen i juni enn i august. På den sistnevnte observasjonsdag var verdiene for orto- og total fosfor av samme størrelsesorden. Årsaken til dette er at erosjonsmaterialet som flomvannet på forsommeren bragte med seg, stammet fra avsatte elveavsetninger o.l., og hadde sannsynligvis også en mer grovkornet struktur enn erosjonsmaterialet som kom direkte fra breområdene og som på siste observasjonsdag var årsak til den store materialtransport.

## 7.1 Materialtransport

Det foreliggende observasjonsmateriale er lite og kan neppe anvendes ved beregning av materialtransporten i vassdraget. Når dette likevel er gjort, har hensikten vært å få en antydning om transportens relative størrelse. Den enkelte observasjonsverdi er blitt anvendt som om den var representativ for angjeldende måned (et resultat fra 15. januar er antatt å gjelde hele januar osv.). "Den månedlige materialtransport" er altså fremkommet som produktet av konsentrasjon av enkeltobservasjonen og vannføringen. På denne måten er "materialtransporten" for de syv observasjonsmåneder beregnet. På bakgrunn av disse resultater er "transportverdier" for de øvrige måneder antatt. Dette gjelder altså i det vesentligste vintermånedene da materialtransporten var liten. Vannføringsverdiene for Lågen v/Sjoa er summen av vannføring i Otta v/Lalm og Lågen v/Rosten - verdiene er derfor noe for lave. (Den virkelige materialtransport, se Nordseth, februar 1974.)

"Materialtransporten" for jern, total nitrogen, nitrater, total fosfor, ortofosfat, tørrstoff og organisk materiale er beregnet på ovenfor nevnte måte. Resultatene er angitt i tabell 29 og fremstilt som årsverdier i fig. 13 og 14. Månedsverdiene for vannføring, tørrstoff og total fosfor er fremstilt i fig. 4, 15 og 16.

Beregningsresultatene viser at på årsbasis er materialtransporten liten både når det gjelder suspendert materiale, uorganisk såvel som organisk, og oppløste stoffer som jern, nitrogen og fosfor, både i Øvre Otta og i Lågen ovenfor Otta, sammenliknet med i Bøvra. Dette er illustrert ved tabell 30, som viser årstransporten pr. arealenhet ( $\text{km}^2$ ).

Tabell 30. Årstransport i  $\text{kg}/\text{km}^2$ .

Komponent	Otta/Skjåk	Bøvra	Otta v/Lalm	Lågen v/Otta	Lågen v/Sjoa
Jern	63	510	168	30	160
Tot N	147	190	126	113	160
$\text{NO}_3\text{-N}$	42	64	50	36	53
Tot.P	7,4	45,7	11,3	5,3	10,6
Orto P	3,2	44,5	8,8	3,0	6,2
Tørrstoff	1470	22870	5030	1660	4400
Org. stoff	370	1080	650	330	530

Tabell 29. Otta og Lågen. Materialtransport i tonn pr. mnd.

x = Antatte verdier.

Otta v/Skjåk. Tonn/mnd.

Fe	Tot. N	Tot. NO <sub>3</sub>	Tot. P	Orto P	Tørrstoff	Org. stoff
J 2,8	9	x <sub>2</sub>	0,4	x <sub>0,1</sub>	54	15
F x <sub>1</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>0,3</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>30</sub>	x <sub>10</sub>
M 0,7	4	1,2	0,4	0,1	21	18
A x <sub>0,5</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>0,5</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>20</sub>	x <sub>20</sub>
M 8,0	15	4,0	0,7	0,3	109	25
J 11,2	41	14,0	1,1	0,6	284	73
J 11,2	18	6,7	1,6	0,5	271	79
A 11,8	9	2,2	0,9	0,5	244	45
S x <sub>7</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>0,5</sub>	x <sub>0,2</sub>	x <sub>150</sub>	x <sub>30</sub>
O 2,1	11	2,8	0,2	0,1	62	13
N x <sub>2</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>0,2</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>50</sub>	x <sub>15</sub>
D x <sub>2</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>0,3</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>50</sub>	x <sub>10</sub>
Σ 60	140	40	7	3	1400	350

Bøyra. Tonn/mnd.

Fe	Tot. N	Tot. NO <sub>3</sub>	Tot. P	Orto P	Tørrstoff	Org. stoff
0,6	11	x <sub>1</sub>	0,4	0,1	11	5
x <sub>0,2</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>1</sub>
0,2	2	1,1	0,05	0,03	1,5	1,2
x <sub>0,2</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>0,2</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub>
7,0	17	6,4	0,9	0,6	157	22
60,0	41	16,2	4,2	3,2	3325	259
195,0	22,0	8,7	19,5	19,5	7058	347
88,0	19,0	6,8	6,6	6,6	5928	135
x <sub>50</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>2000</sub>	x <sub>70</sub>
2,3	2	1,0	0,1	0,1	33	3
x <sub>0,5</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>20</sub>	x <sub>2</sub>
x <sub>0,5</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>2</sub>
400	150	50	36	35	18000	850

Otta, Eidefoss. Tonn/mnd.

Fe	Tot. N	Tot. NO <sub>3</sub>	Tot. P	Orto P	Tørrstoff	Org. stoff
10	38	21	1,4	0,7	126	38
x <sub>5</sub>	x <sub>20</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>0,5</sub>	x <sub>0,5</sub>	x <sub>100</sub>	x <sub>30</sub>
4	11	4	0,5	0,3	339	59
x <sub>5</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>0,2</sub>	x <sub>300</sub>	x <sub>60</sub>
35	62	21	3,1	1,8	1035	148
144	164	61	7,2	7,2	4519	851
152	94	36	10,7	6,2	2865	687
177	47	13	9,3	8,9	5865	377
x <sub>100</sub>	x <sub>30</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>3000</sub>	x <sub>200</sub>
20	13	5	2,9	2,9	729	67
x <sub>10</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>500</sub>	x <sub>50</sub>
x <sub>10</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>100</sub>	x <sub>30</sub>
670	500	200	45	35	20000	2600

Lågen ovenfor Otta. Tonn/mnd.

Fe	Tot. N	Tot. NO <sub>3</sub>	Tot. P	Orto P	Tørrstoff	Org. stoff
J 0,3	5	4	0,1	0,07	7	0,8
F x <sub>0,3</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>0,5</sub>
M 0,3	6	2	1,0	1,0	10	10
A x <sub>0,4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1,0</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>10</sub>
M 26,1	53	14	2,8	1,4	1232	190
J 12,5	54	15	1,7	0,8	1264	225
J 5,7	29	10	1,3	0,4	70	46
A 2,4	9	3	0,2	0,1	139	30
S x <sub>2,0</sub>	x <sub>8</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>50</sub>	x <sub>20</sub>
O 0,6	6	2	0,03	0,2	15	8
N x <sub>0,3</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>5</sub>
D x <sub>0,3</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>0,1</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>1</sub>
Σ 50	190	60	9	5	2800	550

Lågen v/Sjøa. Tonn/mnd.

Fe	Tot. N	Tot. NO <sub>3</sub>	Tot. P	Orto P	Tørrstoff	Org. stoff
10	52	28	1,5	0,8	167	60
x <sub>5</sub>	x <sub>50</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>1,5</sub>	x <sub>0,5</sub>	x <sub>100</sub>	x <sub>50</sub>
8	22	10	1,6	1,2	96	40
x <sub>10</sub>	x <sub>20</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>1,5</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>90</sub>	x <sub>40</sub>
71	136	35	6,5	3,5	3998	372
159	238	87	13,0	10,1	8319	1283
119	211	32	10,8	4,3	2944	400
182	54	26	9,2	8,7	6366	357
x <sub>150</sub>	x <sub>30</sub>	x <sub>20</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>2000</sub>	x <sub>150</sub>
111	23	6	10,1	0,5	335	47
x <sub>50</sub>	x <sub>30</sub>	x <sub>20</sub>	x <sub>2</sub>	0,5	x <sub>200</sub>	x <sub>50</sub>
x <sub>10</sub>	x <sub>30</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>200</sub>	x <sub>50</sub>
900	900	300	60	35	25000	3000

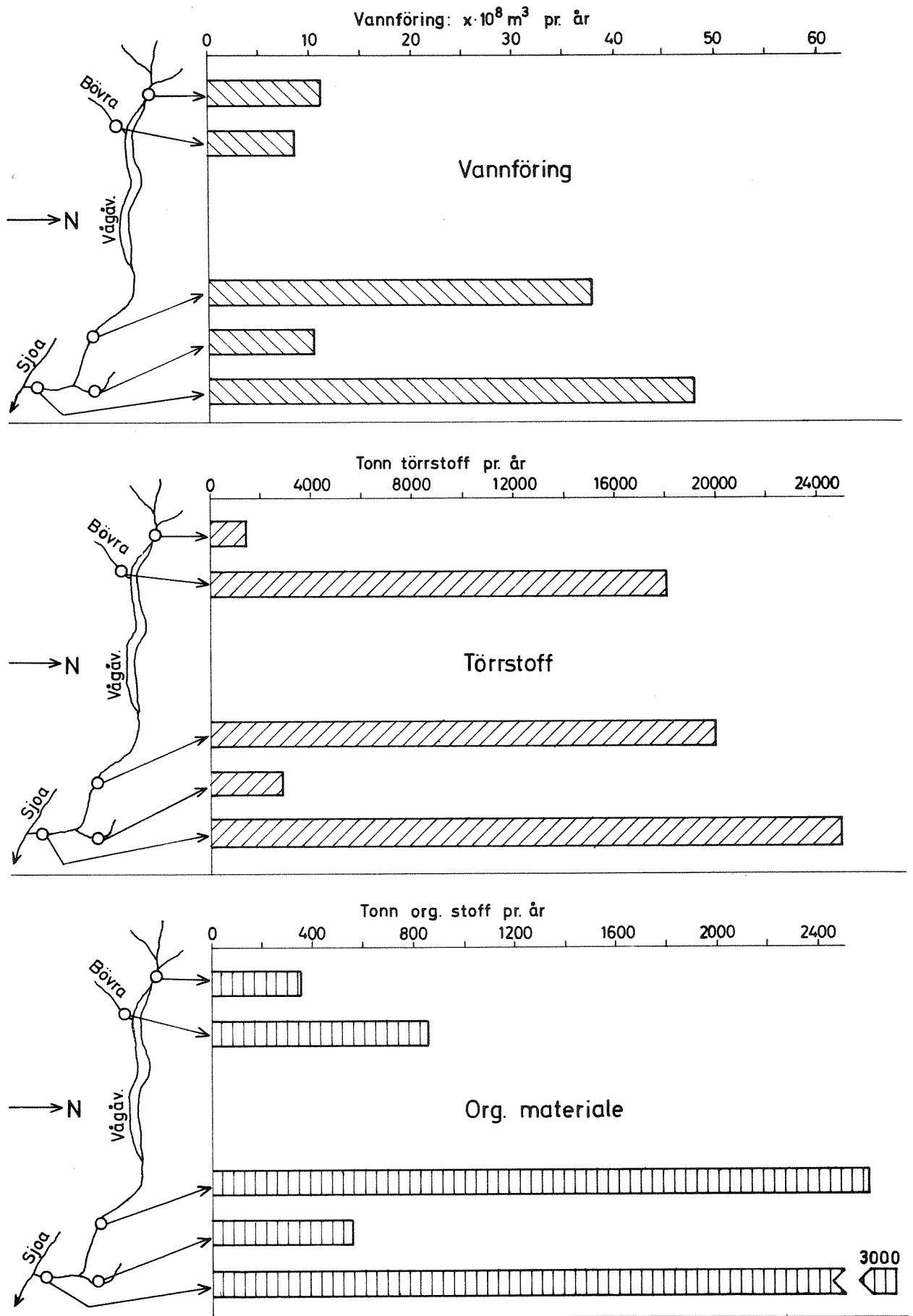


Fig.13

Otta-Lågen. Vannføring og transport av suspendert stoff (törrstoff og org. materiale) i tonn pr. år.



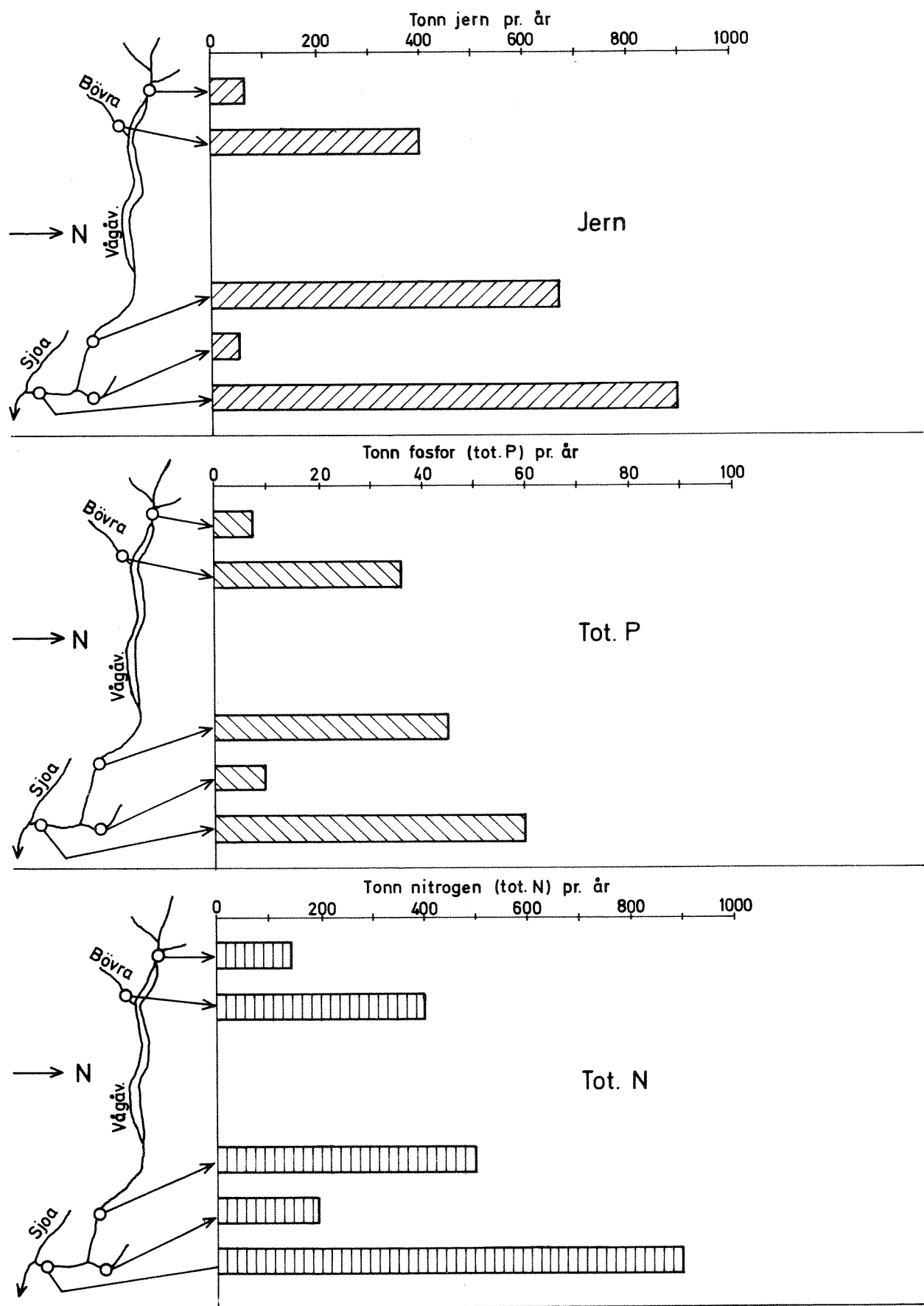


Fig.14

Otta - Lågen. Transport av jern, tot P og tot N i tonn pr. år.

Fig.15 Otta-Lågen. Transport av total fosfor (P) 1972

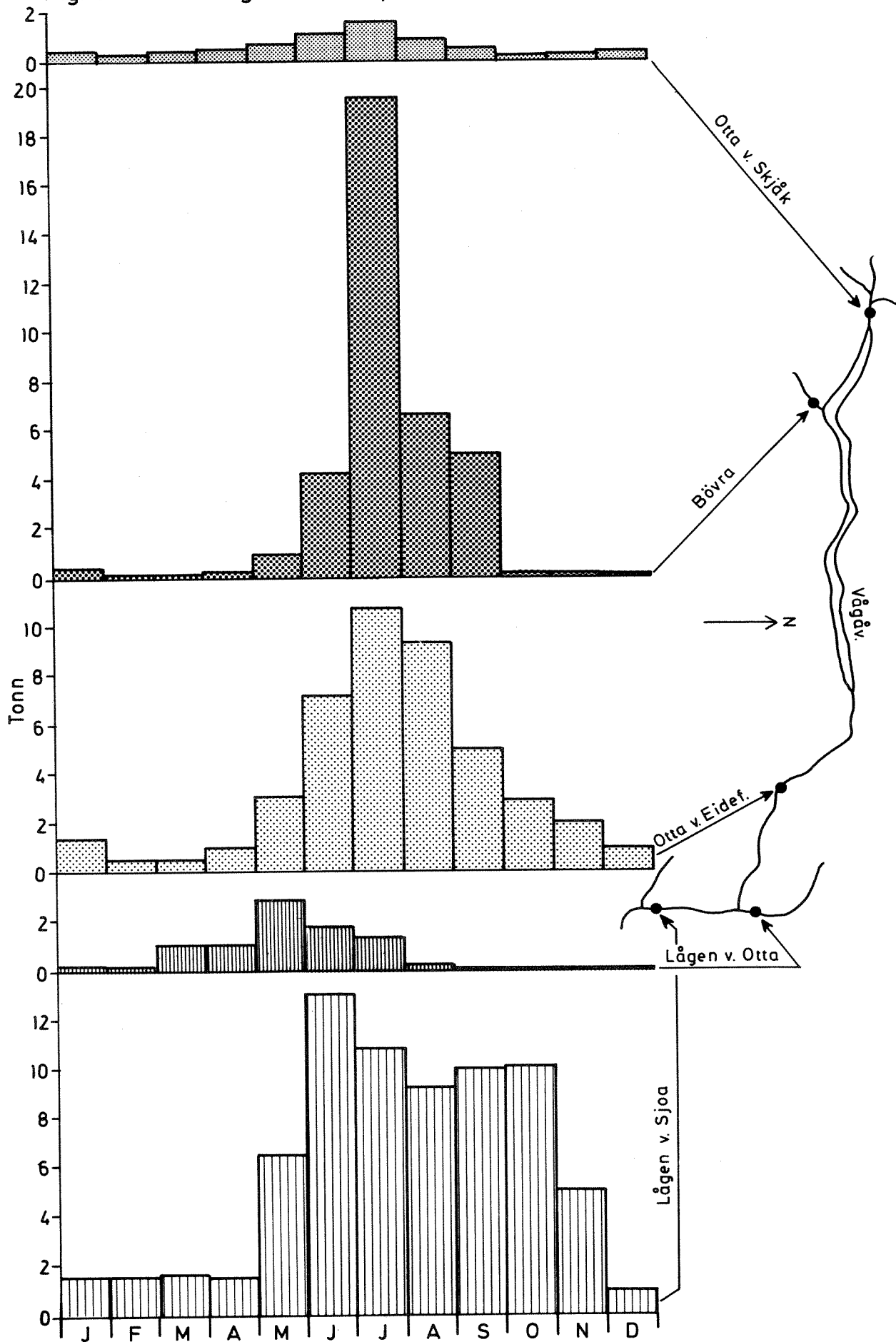
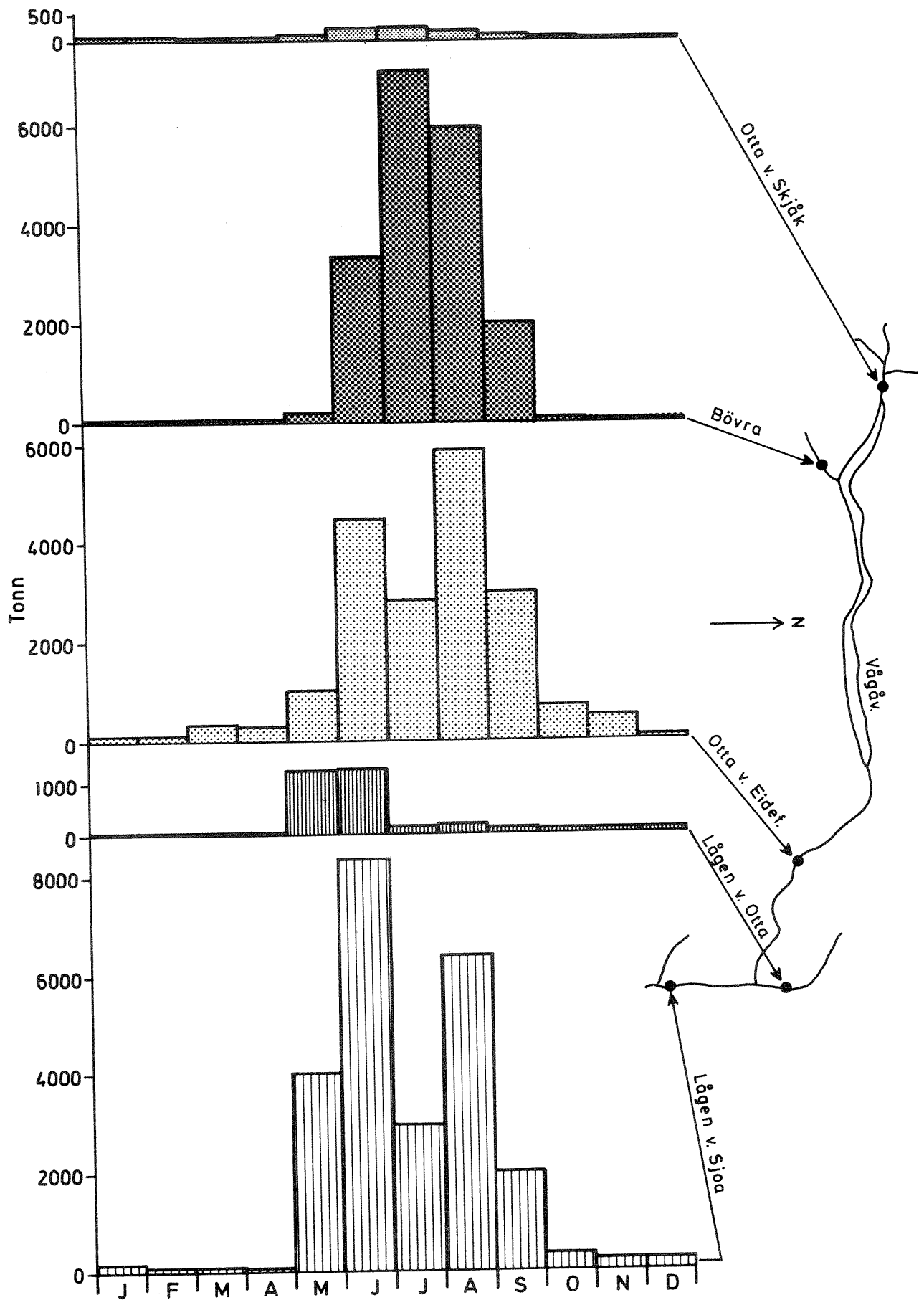


Fig.16 Otta - Lågen. Transport av suspendert stoff (tørrstoff) 1972



Tabell 31 viser det organiske stoffinnhold som prosent av totalt tørrstoff på de forskjellige stasjoner.

Tabell 31. Organisk stoff som % av totalt tørrstoff.

Otta v/Skjåk	Bøvra	Otta v/Lalm	Lågen v/Otta	Lågen v/Sjoa
25	4	13	20	12

Det suspenderte materiale består i vesentlig grad av erosjonsmateriale fra elveavsetninger og fra breområder, dvs. uorganisk stoff. Særlig er dette utpreget for Bøvra. Den relativt sett høye organiske andel i Otta v/Skjåk må til dels skyldes jordbruksaktiviteten i området og muligens en viss biologisk produksjon i innsjøene ovenfor.

Kombinasjonen mellom isbreenes nedsatte erosjonsaktivitet og liten vannføring i elvene om vinteren resulterer i en liten materialtransport på denne årstid. Juli hadde den høyeste månedsverdi for vannføring. På grunn av den høye sommertemperatur må man anta at isbre-smeltingen er intens på denne tiden. Resultatet av dette blir en høy materialtransport i elvene. Fig. 16 viser da også maksimum transport i juli måned. Men det er en betydelig materialtransport også de øvrige sommermånedene (juni, august og september). I vassdraget nedstrøms Vågåvatn var transporten av suspendert materiale større både i juni og august enn i juli. Dette må sannsynligvis skyldes transport av erosjonsmateriale fra avleiringer langs vassdragene under "snøsmeltingsflommen" på forsommeren. Isbreenes erosjonsaktivitet og denne aktivitetens bidrag til materialtransporten når, som nevnt, antakelig sitt maksimum noe senere på sommeren. Forskjellen i variasjonsmønsteret mellom Bøvra og vassdraget nedstrøms Vågåvatn kan skyldes

- 1) transportforsinkelse gjennom Vågåvatn
- 2) en sedimentering kombinert med en innblanding av tilløpsvannet i de dypere lag på grunn av temperatur- og tetthetseffekter.

Vannmassene i Vågåvatn var nemlig på dette tidspunkt betraktelig sterkere turbide i 15-20 meters dyp enn i overflatelagene.

Materialtransporten i Lågen ovenfor Otta er også størst om sommeren, I mars/april var verdiene markert høyere enn tidligere på vinteren - noe som antakelig må ses i sammenheng med avsmeltingsforholdene i nedbørfeltet.

## 8. BIOLOGISKE FORHOLD

### 8.1 Planteplankton. Biomasse og primærproduksjon (tab. 32 og fig. 17)

#### Innledning

Den kvalitative og kvantitative utviklingen av planteplanktonet i Vågåvatn er sterkt influert av brevannstilførselen om sommeren. Dette bevirker som nevnt at temperaturen i overflatevannet holder seg under 10°C langt utover sommeren. De høye turbiditetsverdier hindrer lys-transmisjonen nedover i dypet, slik at tykkelsen på produksjonssjiktet (det trofogene sjikt; ned til det dyp 1% av det innfallende lys trenger) er forholdsvis tynt om sommeren. Dette går tydelig frem av siktedyps-observasjonene (fig. 17). Det relativt store siktedyp, 4,5 m i mai, henger sammen med at breavsmeltingen ennå ikke hadde begynt for alvor.

#### Målsetting og metodikk

Hensikten med planteplanktonundersøkelsene i Vågåvatn var å undersøke den kvalitative og kvantitative sammensetning av planteplanktonet og variasjoner i denne gjennom året. Samtidig ble det utført primærproduksjonsmålinger som angir algeproduksjonen pr. tidsenhet.

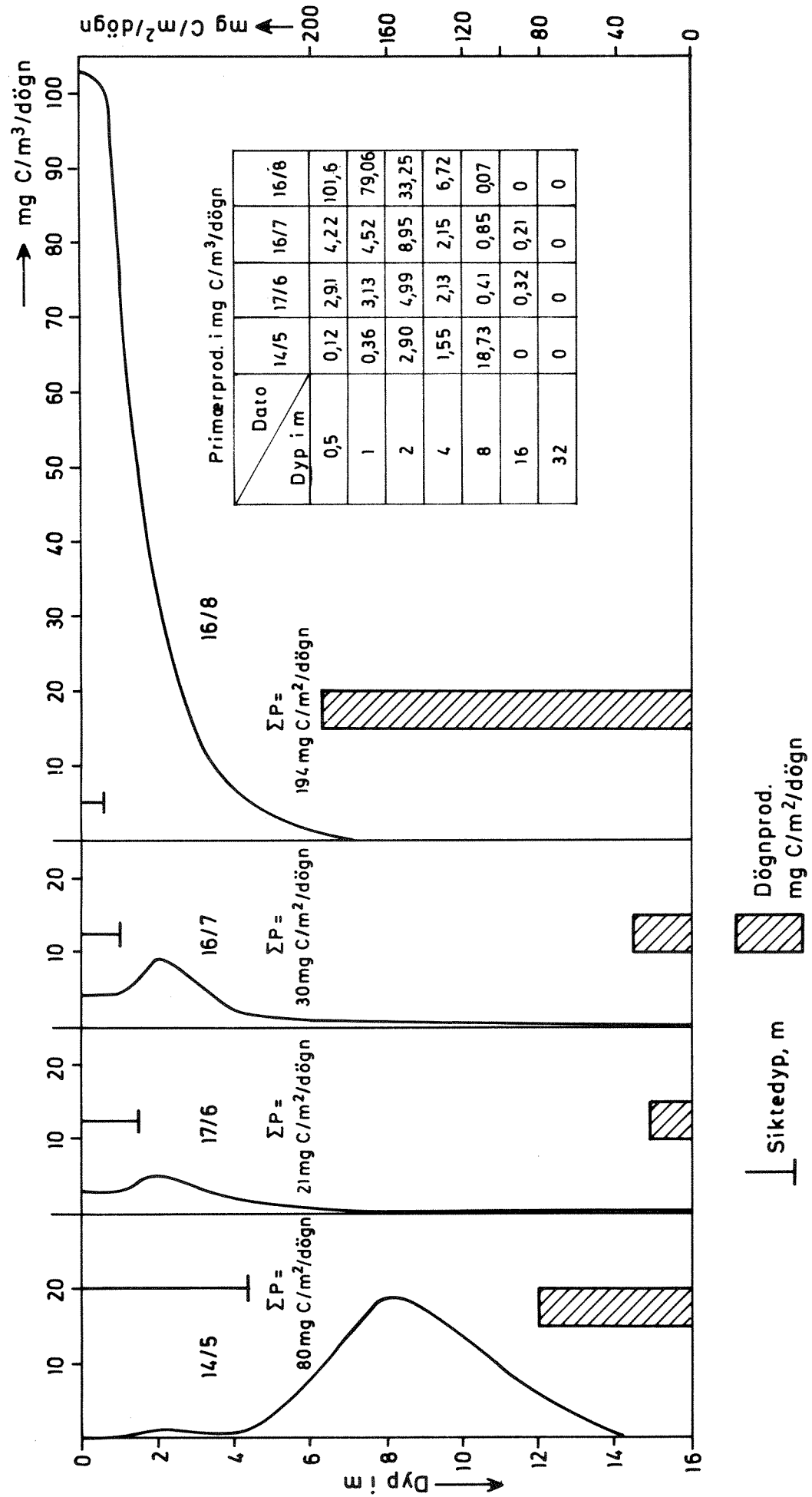
Vannprøver for kvalitativ og kvantitativ bestemmelse av planktonalgene ble samlet inn ved hjelp av en Ruttner vannhenter. Prøvene ble i laboratoriet konsentrert i et såkalt sedimenteringskammer, og siden undersøkt i et omvendt mikroskop for beregning av mengdene av de enkelte algekomponenter pr. volumenhet vannprøve. Beregning av det volum som hver algekomponent utgjør av det samlede planktonalgevolum i hver prøve, ble utført ved at det spesifikke volum for hver algeart ble beregnet, og siden multiplisert med antallet av vedkommende art pr. volumenhet.

Tabell 32. Planteplankton i Vågsvatn 1972. Verdienene omfatter gjennomsnitt av 0,5 og 2 m dyp.

1) Volum av algebionmassen er beregnet som  $\mu^3 \times 10^6$ . 2) Stipulert antall celler pr. liter p.g.a. mye breslam o.l.

Arter/Grupper	17. mars		14. mai		17. juni		16. juli		16. august		3. oktober	
	Celler pr. l	Volum <sup>l</sup>	Celler pr. l	Volum <sup>l</sup>	Celler pr. l	Volum <sup>l</sup>	Celler pr. l	Volum <sup>l</sup>	Celler pr. l	Volum <sup>l</sup>	Celler pr. l	Volum <sup>l</sup>
<b>CHLOROPHYCEAE (grønnalger)</b>												
Ankistrodesmus setigerus (Schröd.) G.S. West	-	-	1000	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlamydomonas spp.	500	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	500	0,1
Oocystis lacustris Chod.	500	0,1	-	-	1000	0,2	-	-	-	-	-	-
<b>CHRYSOPHYCEAE (gulalger)</b>												
Chrysoiikos skjuae (Nauw.) Willén	500	0,1	3000	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Chrysomonader	46500	7,9	150000	25,5	60500	10,3	73000	12,4	229000	38,9	34500	5,9
Cyster av Chrysohyceae	5000	1,6	18500	6,0	1000	0,3	-	-	-	-	-	-
Dinobryon borjei Lemm.	-	-	1000	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Dinobryon cylindricum Imhof.	-	-	3500	0,7	1000	0,2	-	-	-	-	500	0,1
Ochromonas sp.	-	-	1500	2,3	-	-	500	0,8	-	-	-	-
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>												
Chroomonas acuta Utermöhl	500	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	1000	0,2
Cryptomonas spp.	-	-	500	1,3	500	1,3	500	1,3	4000	10,0	-	-
Katablepharis ovalis Skuja	500	0,1	3000	0,5	1000	0,2	500	0,1	-	-	6000	1,0
Rhodomonas minuta	4000	0,8	80000	16,0	4000	0,8	6500	1,3	2298000	460,0	93000	18,6
Rh. minuta v. nannoplantctica } Skuja												
<b>BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)</b>												
Cyclotella comta (Ehrenb.) Kütz.	1000	1,0	-	-	-	-	-	-	1500	1,5	2500	2,5
Diatoma elongatum (Lynçb.) Ag.	-	-	500	0,4	500	0,4	-	-	-	-	-	-
Melosira distans (Ehrenb.) Kütz.	1500	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	5000	2,5
Synedra acus var. delicatissima (W.Smith) Grun.	-	-	1000	0,3	-	-	-	-	-	-	500	0,2
<b>CRASPEDOPHYCEAE (kraveflagellater)</b>												
Biocoea ainikkiae Järnef.	-	-	1000	0,2	-	-	-	-	-	-	3000	0,6
Craspedomonader	-	-	6500	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>DINOPHYCEAE (fureflagellater)</b>												
Gymnodinium cf. lacustre Schill.	500	0,5	7000	7,0	5500	5,5	6000	6,0	12000	12,0	2500	2,5
Peridinium incospicuum Lemm.	-	-	-	-	-	-	500	7,5	5000	75,0	500	7,5
<b>ANDRE GRUPPER</b>												
Micro ( $\mu$ )-alger, små flagellater	98000	1,5	1641000	24,6	500000 <sup>2)</sup>	7,5	1296000	19,4	2500000 <sup>2)</sup>	37,5	648000	9,7
<b>TOTALVOLUM</b>		14,6		86,8		26,7		48,8		634,9		51,4

Fig.17 Vågåvatn 1972. Primærproduksjon, mg C/m<sup>3</sup>/dögn og mg C/m<sup>3</sup>/dögn



Primærproduksjonsmålingene ble utført etter  $C^{14}$ -metoden. Vannprøver fra forskjellige dyp i det trofogene sjiktet ble fylt på lyse og mørke Jenaflasker. Disse flaskene ble tilsatt 1 ml radioaktivt  $NaHC^{14}O_3$ -løsning (4 Mikrocurie). Prøvene ble eksponert 4 timer, kl. 8-12, i de dyp de ble tatt. Deretter ble 50 ml filtrert (Sartorius Membranfilter 0,2  $\mu$ ) og filtrene ble plassert i tørkestativ. Aktiviteten på filtrene ble bestemt med Geiger-Müller teller.

Primærproduksjonsuttrykket i mg  $C/m^3$  bestemmes etter følgende ligning:

$$C_{ass}^{12} = \frac{C_{ass}^{14}}{C_{tot}^{14}} \times C_{tot}^{12} \times 1,1 \times \frac{fl.vol}{filt.vol} \times 10^3$$

hvor

$$C_{tot}^{12} = \text{total alkalinitet (meq/l)} \times pH_t \text{ faktor} \times 12 = \text{mg } C^{12}/l$$

$$C_{tot}^{14} = C^{14}\text{-aktivitet tilsatt (impulser/min)}$$

$$C_{ass}^{14} = \text{filteraktivitet (impulser/min)}$$

$$1,1 = \text{korreksjoner}$$

### Resultater

De spesielle strøm-, temperatur- og lysforhold i Vågåvatn gjenspeiles i planteplanktonets sammensetning. Blant annet finner en arter tilhørende gruppen *Cryptophyceae* (en gruppe alger med egenbevegelse ved hjelp av flageller). De utgjør en vesentlig del av planteplanktonsamfunnet i Vågåvatn, spesielt på ettersommeren og høsten. Den viktigste arten er *Rhodomonas minuta* og en variant av denne arten, *Rhodomonas minuta* var. *nannoplanctica*. Disse kan



være vanskelige å skille fra hverandre, og er derfor slått sammen i tabell 32. Spesielt dominerer denne arten i august. På denne tiden ble også den høyeste fotosynteseaktiviteten observert, og det var da en produksjon på rundt 200 mg C/m<sup>2</sup>/døgn.

I sommermånedene juni og juli var primærproduksjonen og planteplanktonets biomasse liten, henholdsvis 20-30 mg C/m<sup>2</sup>/døgn og 25-50 μ<sup>3</sup> x 10<sup>6</sup> pr. l. Planteplanktonet bestod vesentlig av mikro (μ)-alger (små flagellater) og en del chrysomonader. Årsaken til den lave primærproduksjonen midt på sommeren er den tidligere nevnte tilførselen av brevann som fører til lave temperaturer i overflatevannet og dårlige lysforhold nedover i dypet.

I mai var primærproduksjonen 3-4 ganger høyere enn i juni og juli selv om temperaturen var betydelig lavere. Lysforholdene nedover i vannet var derimot relativt gode og betinget et siktedyp på 4,5 m. Dette var sannsynligvis også årsaken til at man på observasjonsdagen 14. mai hadde et produksjonsoptimum i 8 meters dyp.

Den største artsrikdom i planteplanktonet ble observert i mai. Hovedbestanddelen besto imidlertid også da av chrysomonader og μ-alger.

På grunnlag av de 4 månedsobservasjonene sommeren 1972 er den årlige primærproduksjonen i Vågåvatn beregnet til 10-15 g C/m<sup>2</sup>.

### Diskusjon

Undersøkelsene av planteplanktonet viser at Vågåvatn på det nåværende stadium har liten primærproduksjon og må karakteriseres som typisk oligotrof, dvs. næringsfattig innsjø. Men den forholdsvis høye produksjonen observert 16. august (194 mg C/m<sup>2</sup>/døgn) tyder på at primærproduksjonen kan komme opp i et betydelig høyere nivå, dersom de tre miljøfaktorene strøm-, temperatur- og lysforhold blir gunstigere. Dette kan skje dersom brevannstilførselen blir vesentlig redusert. Gjennomsnittstemperaturen i overflatevannet vil øke, mens breslamtilførselen og strømpåvirkningen vil avta. Dette kan muligens føre til en økning av primærproduksjonen og en forandring av planteplanktonsamfunnet. Hvilke negative, eventuelt positive virk-

ninger en kvalitativ og kvantitativ forandring av planteplanktonet vil ha i Vågåvatn, er det vanskelig å si noe sikkert om. Eventuelle forandringer i forurensningsbelastningen kan selvsagt influere på produksjonsforholdene.

## 8.2 Dyreplankton

### Målsetting:

Hovedhensikten med undersøkelsen var å gi et bilde av årsvariasjonen for den kvantitative og kvalitative fordeling av crustaceplanktonet (krepsdyrene). Materialet er samlet inn på en slik måte at det kan jevnføres med Huitfeldt-Kaas's undersøkelsesresultater fra 1905-1906.

### Metodikk:

Planktonprøvene ble samlet inn fra en stasjon (hovedstasjon fig. 6) der Vågåvatn er på det dypeste.

Prøvene er til dels blitt tatt som vertikale håvtrekk med en 90 cm dyp nylonhåv med 95  $\mu$ 's maskestørrelse og 30 cm åpningsdiameter, og til dels med en 48 l stor Schindlerfelle. Fellens innhold ble filtert gjennom et nylonnett med 45  $\mu$ 's maskestørrelse.

Prøvene ble umiddelbart konserverte med 4% formalin. Bearbeidelsen av materialet har foregått med et stereomikroskop med telleslede (counting slide) beskrevet av Elgmork (1959).

Biomassen, uttrykt som tørrvekt, er blitt beregnet på grunnlag av volumet der 1 mm<sup>3</sup> er satt lik 1 mg ferskvekt, og vanninnholdet i planktonorganismene er satt til 90% (Langeland 1972).

Materialet ble samlet inn ved følgende tidspunkt i 1972: 15. januar (håvtrekk), 17. mars (håvtrekk), 14. mai (håvtrekk), 17. juni (Schindler), 16. juli (Schindler), 16. august (håvtrekk) og 3. oktober (Schindler).

### Resultater:

Ialt er det funnet 10 dyreplanktonarter. Av disse var det 5 hjuldyrarter (*Rotatoria*), nemlig: *Keratella cochlearis* (Gosse), *Keratella quadrata* (O.F. Müller), *Kellicottia longispina* (Kellicott), *Polyarthra vulgaris* (Carlin) og *Conochilus unicornis* (Rousselet). De resterende 5 arter var krepsdyr (*Crustacea*): *Bosmina longispina* (Sars), *Daphnia galeata* (Sars), *Cyclops scutifer* (Sars), *Diaptomus laticeps* (Sars) og *Heterocope appendiculata* (Sars).

Det er ikke utført noen spesiell studie av hjuldyrfaunaen (rotatoriene), men det kan nevnes at *K. cochlearis* og *K. longispina* var mest vanlig på alle prøvetakingsdager.

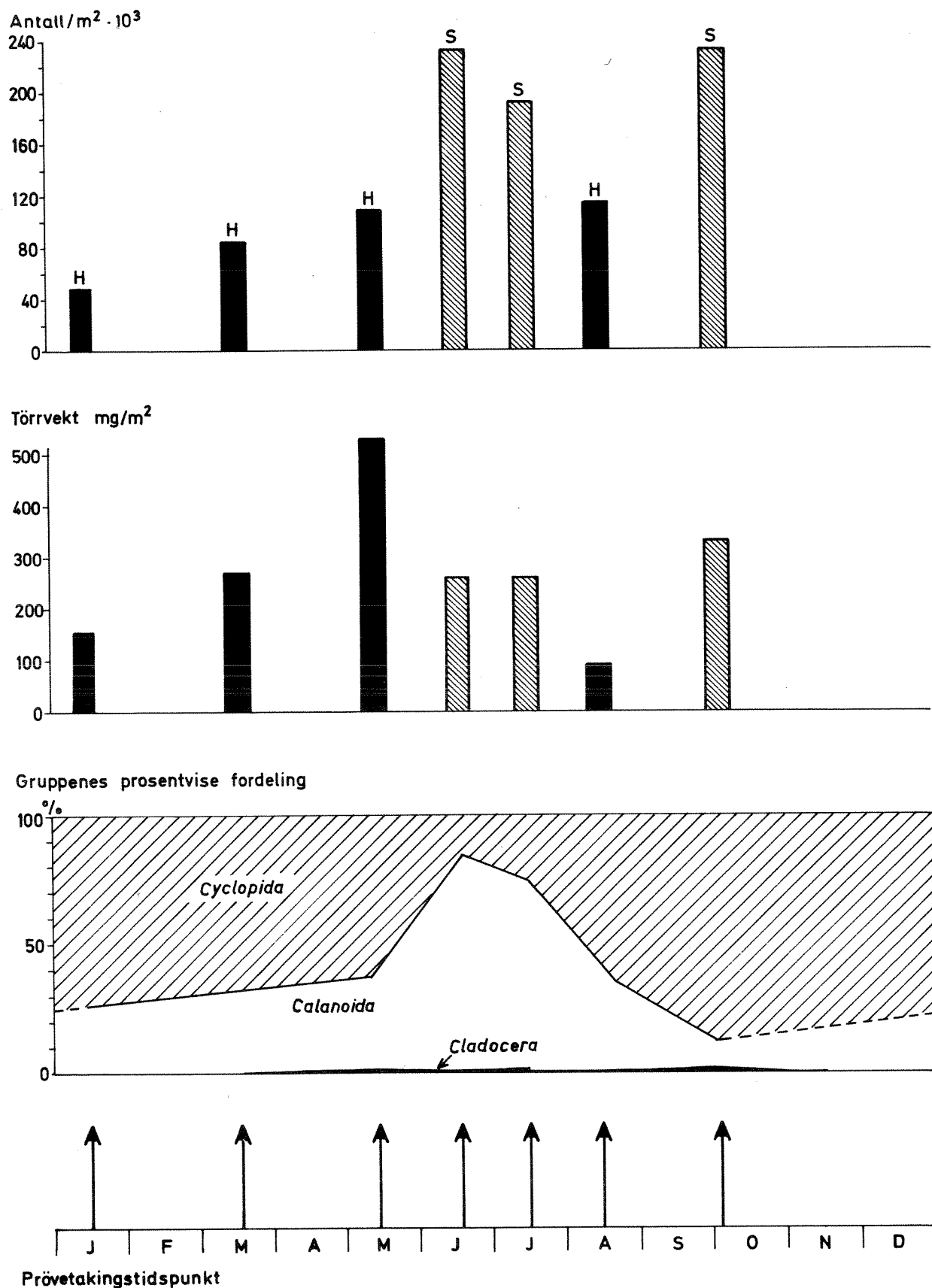
Blant krepsdyrene dominerte hoppekrepsen *C. scutifer* og *D. laticeps*, mens vannloppene, *B. longispina* og *D. galeata*, var av underordnet betydning. At vannloppene forekom i så små mengder, kan forklares med den store tilførsel av breslam. Tidligere undersøkelser har vist at vannloppene pleier å forekomme sparsomt i breslampåvirkede innsjøer.

Variasjonsmønsteret for krepsdyrenes individ- og biomassefordeling i løpet av året fremgår av fig. 18 og tabell 33. Det største individtall ( $\approx 230\ 000$  ind./m<sup>2</sup> overflate) ble funnet om sommeren og høsten. Dette har sin årsak i at *C. scutifer* og *D. laticeps* har sin reproduksjonsperiode på denne tid. Det minste individtall ble funnet om vinteren ( $\approx 50\ 000$  ind./m<sup>2</sup> overflate).

For biomassen var fordelingen nesten motsatt, idet de laveste verdier (ca. 90 mg/m<sup>2</sup> overflate) ble registrert på sensommeren og de høyeste verdier (ca. 500 mg/m<sup>2</sup> overflate) på våren og forsommeren. Dette har sammenheng med at en stor del av både *C. scutifer* og *D. laticeps*-populasjonene besto av eldre copepodiestadier om våren og forsommeren. Populasjonene på sensommeren besto for størsteparten av ungdomsstadier (nauplier) med lav vekt/individ.

Det fremgår videre av figuren at *D. laticeps* hadde en noe tidligere reproduksjonsperiode enn *C. scutifer*. Dette forklarer den markerte

Fig.18 Mengde og biomasse av crustaceplankton i Vågåvatn 1972



Tabell 33. Individantall og biomasse under 1 m<sup>2</sup> overflate.

H = håvtrekk, S = Schindlerfelle.

Art	H 15/1-72	H 17/3-72	H 14/5-72	S 17/6-72	S 16/7-72	H 16/8-72	S 3/10-72
Cyclops scutifer ♀	-	-	6084	1680	1790	390	270
" ♀ med egg	-	-	-	2300	1500	430	180
Antall egg	-	-	-	41400	27000	7740	3240
Cyclops scutifer ♂	-	-	5577	3290	2590	390	370
" cop.	12506	20632	31096	5900	1070	15548	47390
" naup.	20787	35490	20787	48620	33870	65000	161640
Diaptomus laticeps ♀	2535	1183	6760	3330	5590	507	300
" ♀ med egg	-	-	6123	4970	1020	676	-
Antall egg	-	-	79599	64610	13260	8788	-
Diaptomus laticeps ♂	507	2028	30589	11580	10150	845	380
" cop.	12506	24674	2366	-	2240	5070	13690
" naup.	-	-	169	149650	126060	28189	640
Heterocope appendiculata	-	-	-	-	-	-	1260
Bosmina longispina	-	-	169	500	860	338	2450
Daphnia galeata	-	-	-	-	4960	-	4120
Tot. individantall	48841	84007	109720	231820	191700	117383	232690
Tot. biomasse	158	270	531	262	263	90	332
M individ/l	0,9	1,4	2,2	3,3	2,7	1,6	3,3

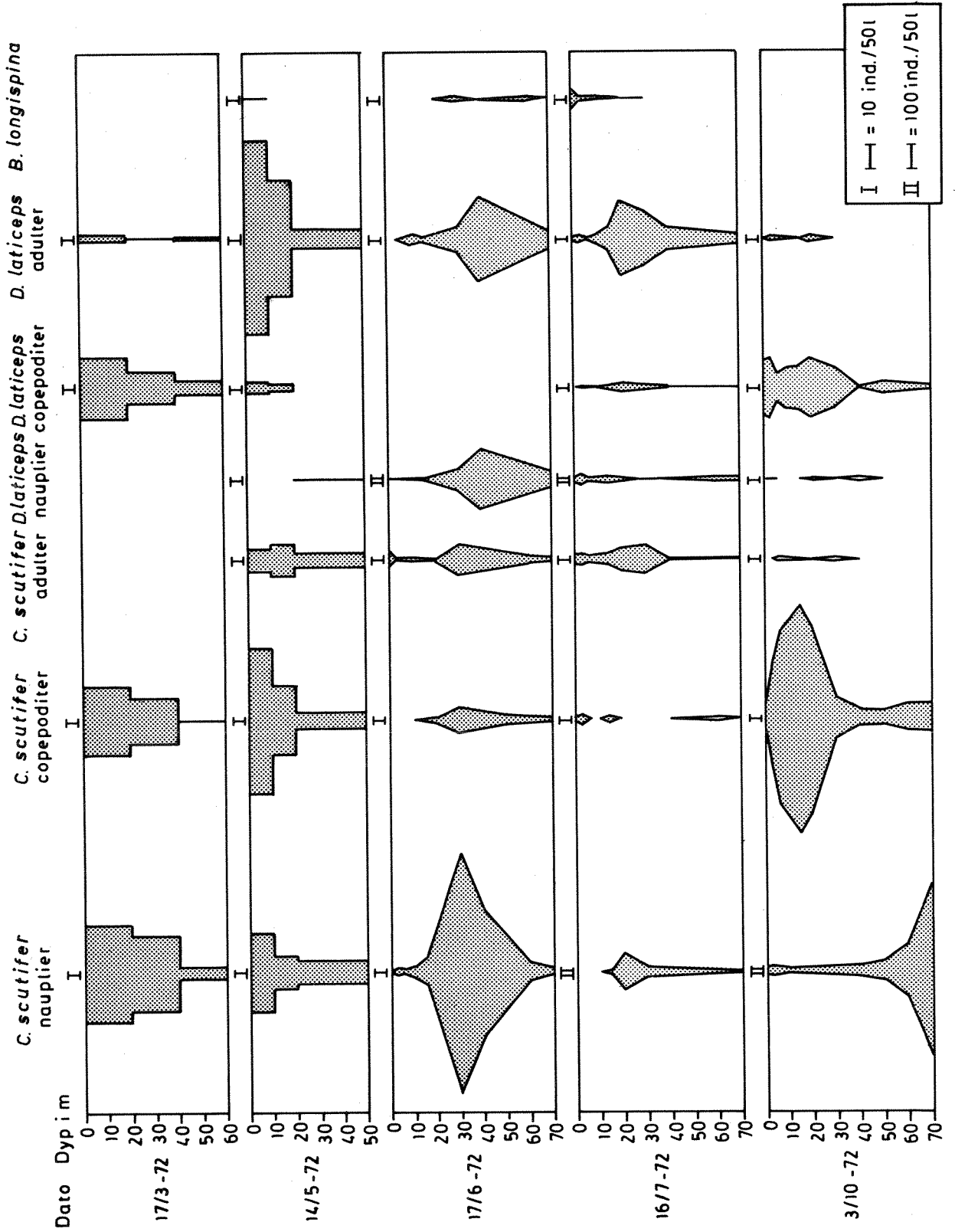
forskyvning i artsdominansen som skjedde på forsommeren. Utenom reproduksjonsperioden er det en mindre markert forskyvning i dominansen mellom de to arter til fordel for *D. laticeps*. Dette indikerer at "dødeligheten" (predasjon + naturlig dødelighet) er noe større for *C. scutifer* enn for *D. laticeps*. Dette forklares antakelig ved at *C. scutifer* i vesentlig grad overvintrer som nauplier. Dødeligheten blant disse er langt større enn for *D. laticeps* hvor overvintringsformen er eldre copepoditer. Det er antakelig kanibalisme (de eldre stadier spiser de yngre) som er den viktigste reguleringsfaktoren innenfor *C. scutifer*-populasjonen, mens *D. laticeps* først og fremst reguleres ved fiskebeiting.

Av de øvrige krepsdyr er det bare vannloppen *B. longispina* som har en mer regelmessig forekomst om sommeren, mens hoppekrepsen *H. appendiculata* og vannloppen *D. galeata* bare er påtruffet i et fåtall tilfeller. Begge er utpregede sommerformer. Det er vanskelig å forklare hva som kan være årsak til denne uregelmessige forekomst, men antakelig har det vært altfor kraftig strøm- og breslampåvirkning ved prøvetakingsstasjonen på forsommeren. De nevnte organismer har derfor i vesentlig grad forlatt området i denne perioden. Et liknende forhold synes også å foreligge når det gjelder *B. longispina* som viser en markert økning kvantitativt når brevannet avtar om høsten. Sannsynligvis er disse arter mer vanlige i Vågåvatnets østlige og mindre strømpåvirkede deler.

Fig. 19 viser de viktigste grupperes vertikalfordeling på de tidspunkter prøvene ble tatt. Samtlige grupper unnviker tydeligvis de øvre vannmasser, dvs. det vannsjikt som om sommeren (juni-juli) er kraftigst berørt av slambelastet tilløpsvann.

En nærmere beskrivelse av livssyklusen til de to artene *C. scutifer* resp. *D. laticeps* er fremtilt i fig. 20 og 21 og tabell 33. Begge artene har i Vågåvatn en ettårig livssyklus med reproduksjonsperiode om sommeren. Det synes for begge artene å forekomme en fraksjonsfordeling innenfor samme generasjon i to hovedgrupper med noe ulike reproduksjonsperioder. Dette er tidligere kjent for begge arter og synes å være en vanlig foreteelse (Lindstrøm 1958, Axelson 1961).

Fig.19 Vertikalfordelingen hos de viktigste zooplanktongruppene i Vågvatn 1972



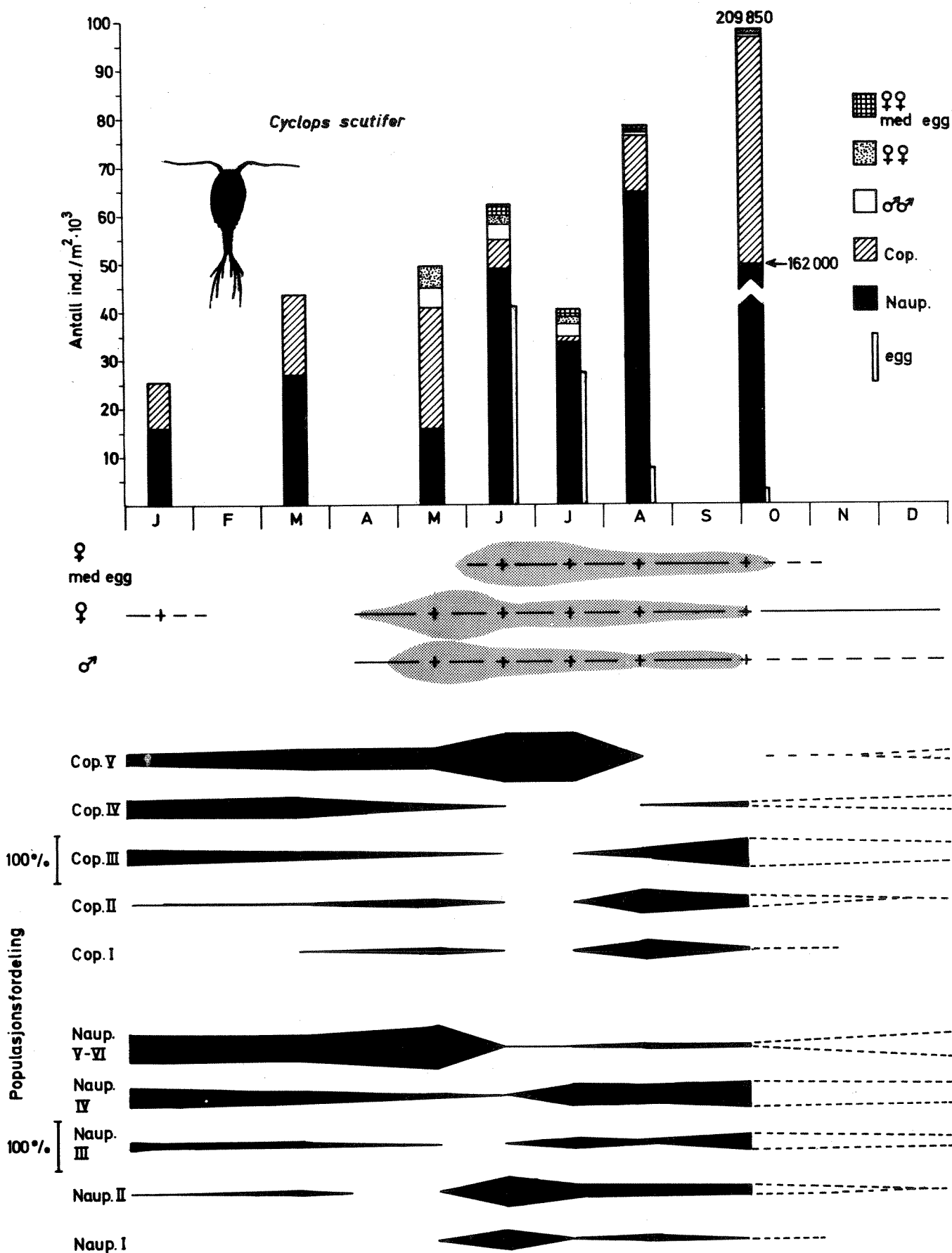


Fig.20 Årsvariasjoner hos *Cyclops scutifer* i Vågavatn 1972



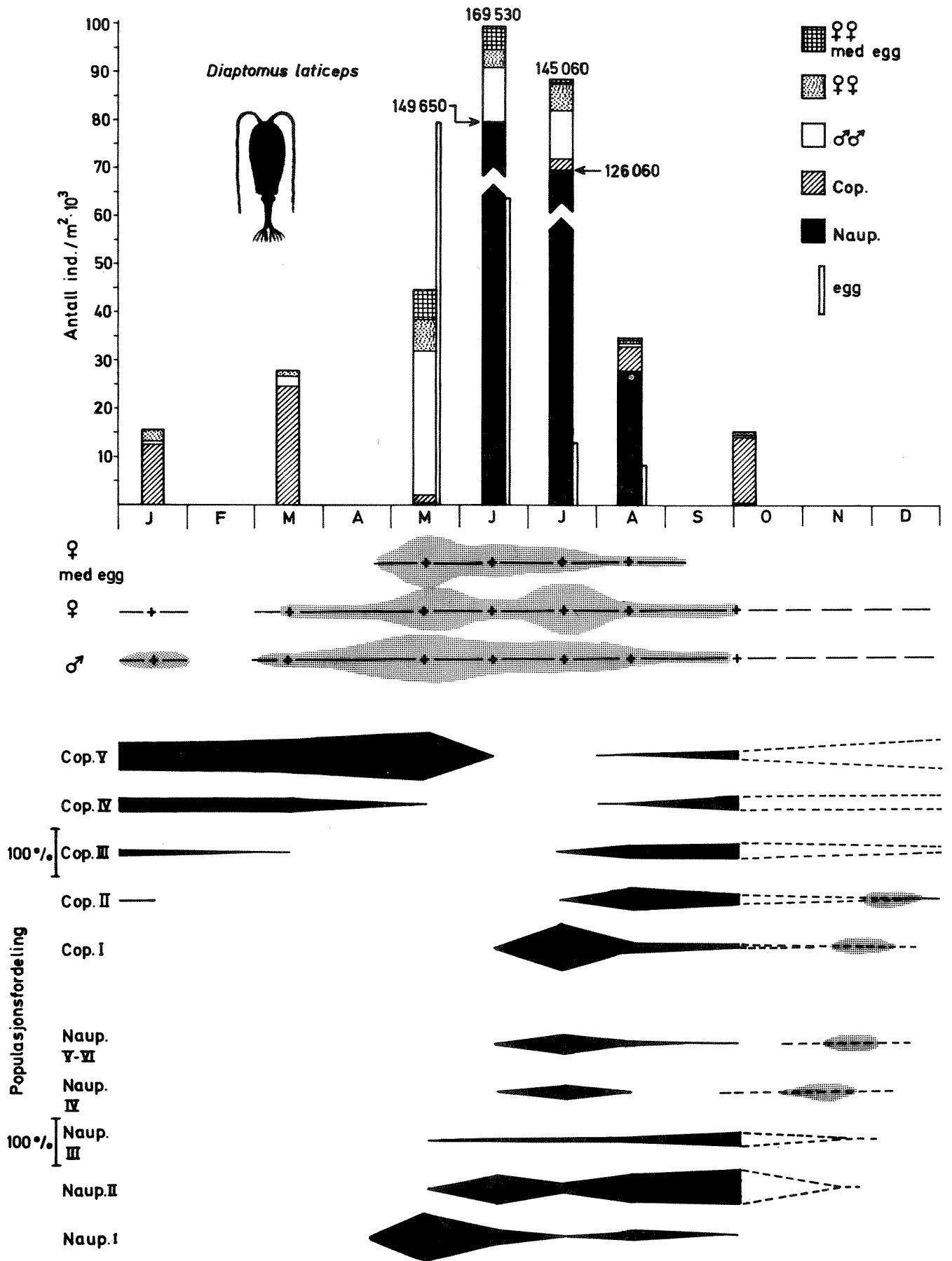


Fig.21 Årsvariasjon hos *Diaptomus laticeps* i Vågavatn 1972

Tabell 34. Jevnføring av zooplanktonfaunaen i august 1905; 1906 og 1972.

	1905- 1906	1972
ROTATORIA		
Brachionidae		
Keratella cochlearis	++	+++
Keratella quadrata	+	+
Kellicottia longispina	+++	+++
Synchaetidae		
Ploesoma hudsoni	+	-
Polyarthra vulgaris	+	++
Conochilidae		
Conochilus unicornis	+++	++
CRUSTACEA		
Cladocera		
Daphnia galeata	+	+
Bosmina longispina	+	+
Bythotrephes longimanus	+	-
Copepoda		
Cyclops scutifer	+++	+++
Diaptomus laticeps	+++	+++
Heterocope appendiculata	-	+

+ = sparsomt forekommende, ++ = allminnelig forekommende,  
+++ = rikelig forekommende.

*D. laticeps* har sin reproduksjonsperiode noe tidligere enn *C. scutifer*. Hos *D. laticeps* overvintrer populasjonen som copepoditer, mens overvintringen hos *C. scutifer* i det vesentlige skjer som nauplie - noe som er et resultat av en senere og lengre reproduksjonsperiode. Livscyklus for *D. laticeps* i Vågåvatn avviker noe fra hva som er beskrevet fra andre innsjøer hvor artens overvintringsform har vært hvileegg (Axelson 1961, Løtmarker 1964), men er i overensstemmelse med forholdene i Vassbygdvatn (Steine 1968) og en del innsjøer i Nord Sverige (Løtmarker 1964).

### Diskusjon

Dyreplanktonfaunaen i Vågåvatn er fattig både når det gjelder individantall og biomasse. En biomasse på ca. 1 g uttrykt som tørrvekt pr. m<sup>2</sup> overflate, kan anses som middelvei for innsjøer med denne type morfologi og høyde over havet (Langeland, muntlig meddelelse). Den fattigslige planktonfaunaen har sammenheng med strøm- og slampåvirkningen samt nedkjølingen av vannmassene om sommeren.

Dersom man jevnfører resultatene fra 1972 med Huitfeldt-Kaas sine resultater fra 1905-1906, kan følgende bemerkes:

- I Det er ingen større forandring hva artsforekomst angår (tabell 34). Selv om *Bylothrephes longimanus* ikke ble funnet ved denne undersøkelse, er det ikke sikkert at arten er fullstendig borte, men den forekommer sikkert sparsomt. Organismens "tilbakegang" kan settes i sammenheng med økt avbeitingstrykk ved at røye er blitt tilført innsjøen. *B. longimanus* er et næringsdyr som denne fisk gjerne foretrekker.
  
- II Planktonmengde og biomasse var vesentlig større enn ved tidligere undersøkelser. Selv om forskjellen i noen grad kan henge sammen med forskjell i prøvetakingsutstyret (Huitfeldt-Kaas anvendte en håv med 53  $\mu$ 's maskestørrelse og 13 cm diameter) samt naturlige populasjonsfluktuasjoner, er forskjellen av en slik størrelsesorden (ca. 3 ggr) at den må anses som reell. Et faktum som ytterligere taler for dette, er at fiskens beitetrykk har økt betraktelig siden Huitfeldt-Kaas utførte sine undersøkelser - som tidligere nevnt er røyen kommet til siden den gang. Røye er en mer utpreget

planktonspiser enn aure, og man må derfor vente at forskjellen sett som produksjon, dvs. den reelle forskjellen, er vesentlig større enn det forskjellen i individantall og biomasse viser.

Årsaken til den økning dyreplanktonfaunaen eventuelt må ha hatt siden begynnelsen av 1900-tallet, må i tilfelle ses i sammenheng med en økt nærings saltbelastning og dermed større primærproduksjon (eutrofiering).

## 9. BUNNFAUNA

### Målsetting

For å få en viss forståelse av bunnfaunaens sammensetning, størrelse samt produksjonsevnen i Vågåvatn, ble det den 5. oktober 1972 samlet inn prøver av bunnsedimentene langs tre profiler (I, II og III). Prøvetakingsstedene går frem av kartskisse, fig. 6. Profil I strekker seg fra deltaområdet vest for hovedbassenget og frem mot bassengets dypeste parti. På de grunnere områder av dette profil avsettes det til sine tider store slammengder. Profil II omfatter strandsonen rett nord for det dypeste partiet (hovedstasjonen). Profilen antas å gi et bilde av forholdene på en normalt påvirket strandlinje. Profil III strekker seg fra nord mot det dypeste partiet i Vågåvatnets øverste basseng. Dette området er sterkt strømpåvirket og utsatt for betydelig slamsedimentasjon.

I tilslutning til den ovenfor nevnte undersøkelse ble det også foretatt en enklere undersøkelse (kvantitativ) av selve strandsonen langs en lengre del av det nordlige strandområde.

### Metodikk

Prøvetakingen ble foretatt med en Ekman-grabb. På de fleste prøvetakingssteder ble det tatt to parallellprøver som etterpå ble slått sammen (på 10 og 15 m dyp, profil II, er det bare tatt en prøve hvert sted). De forskjellige prøvetakingspunktene dybdefordeling går frem av tabell 35. Prøvene ble sollet i felten like etter prøvetakingen, og det ble brukt en soll med 0,5 mm maskestørrelse. Sollrester og bunndyr ble umiddelbart konserverert med formalin (4%). Det

Øvrige arbeide er blitt utført på NIVA's laboratorium på Hamar. Biomassen og produksjonsverdiene er uttrykt som våtvekt. Veilingen har foregått på en Sertorius vekt med 0,1 mg nøyaktighet.

### Resultater

Som det går frem av tabell 35, diagram fig. 22 og 23 domineres faunasammensetningen (både individs- og vektsmessig) i Vågåvatnets løse bunnsedimenter av to hovedgrupper, nemlig fåbørstemark (*Oligochaeta*) og fjærmygg (*Chironomidae*). Bare på grunnere områder (litoralsonen) får andre dyregrupper betydning, først og fremst representert av ertemuslingen *Pisidium*, sneglen *Gyraulus* og dipterlarver som stankelben (*Tipulidae*). Forøvrig kan nevnes at det er en sparsom forekomst av døgnfluer (*Ephemeroidea* tilhørende slekten *Baëtis*), steinfluer (*Plecoptera*), vårfluer (*Trichoptera*), igle (*Hirundinea*), vannmidd (*Hydracarina*) og linsekreps (*Eurycerus*) i den umiddelbare tilknytning til strandsonen. De tre førstnevnte var mest tallrike i tilknytning til bekkeutløp, hvilket var spesielt tilfelle for *Baëtis* og *Trichoptera*. Dette kan forklares ved at disse organismer dels tilføres fra bekkene, og ved at det dels her lokalt er ansamlet lauvrester og annet organisk materiale som tjener som ernæringsforråd for spesielt *Trichoptera*.

Videre fremgår det av diagram og figurer at dominansen av *Oligochaeta* markert øker mot dypet, og på de større dyp dominerer de helt faunasammensetningen. Ved profil I utgjør f.eks. *Oligochaeta* på dyp større enn 30 meter ca. 85% av den totale fauna.

Mengdemessig sett gjenfinnes de største bunndyrmengder i umiddelbar nærhet av strandsonen. Dette gjelder for samtlige profiler. Den største mengde dyr ble funnet på 1 meters dyp ved profil I. Her var den totale individtettheten 5880 individer pr. m<sup>2</sup>, tilsvarende en ferskvekt på 22,4 gram. Dette skulle grovt sett tilsvare en årsproduksjon på ca. 70 g pr. m<sup>2</sup>. På ca. 6 meters dyp var forholdene mengdemessig sett omtrent like for profil I og II (1240 ind. pr. m<sup>2</sup> → 6,6 pr. m<sup>2</sup>). Den sannsynlige årsproduksjon er her beregnet til ca. 20-30 g pr. m<sup>2</sup> for begge lokaliteter. Fra dette område til ca. 30 m dyp var det en svak nedgang i faunamengden. Nedenfor dette nivå økte

Tabell 35. Bunnfaunaens dybdefordeling i de løse bunnsedimenter  
Vågåvatn 5/10-1972.

	Dyp	Antall hugg	Antall ind./m <sup>2</sup>	Biomasse g/m <sup>2</sup>	Antall <i>Oligochaetae</i> /m <sup>2</sup>	Antall <i>Chironomidae</i> /m <sup>2</sup>	Antall <i>Pisidium</i> /m <sup>2</sup>	Øvrig fauna/m <sup>2</sup>
Profil I	1 m	2	5880	22,4	3400	1600	800	80
	3 m	2	800	1,8	560	200	-	40
	6 m	2	1240	6,6	1040	200	-	-
	11 m	2	1140	2,6	1000	140	-	-
	20 m	2	640	1,5	400	240	-	-
	30 m	2	560	0,6	200	360	-	-
	40 m	2	1160	3,8	960	200	-	-
	50 m	2	1560	3,0	1280	280	-	-
	60 m	2	1920	8,3	1720	200	-	-
70 m	2	2100	9,1	2000	80	20	-	
Profil II	1 m	2	2620	10,8	1000	1200	400	20
	3 m	2	620	1,2	200	300	120	-
	6 m	2	1200	6,6	980	200	20	-
	10 m	1	640	3,2	320	320	-	-
	15 m	1	480	0,4	380	100	-	-
Profil III	1 m	2	4240	17,2	1800	2000	400	40
	3 m	2	2420	9,8	1000	1000	400	20
	6 m	2	1760	8,6	1520	240	-	-

Fig.22 Bunnedyrenes dybdefordeling i Vågåvatn 5/10 -72

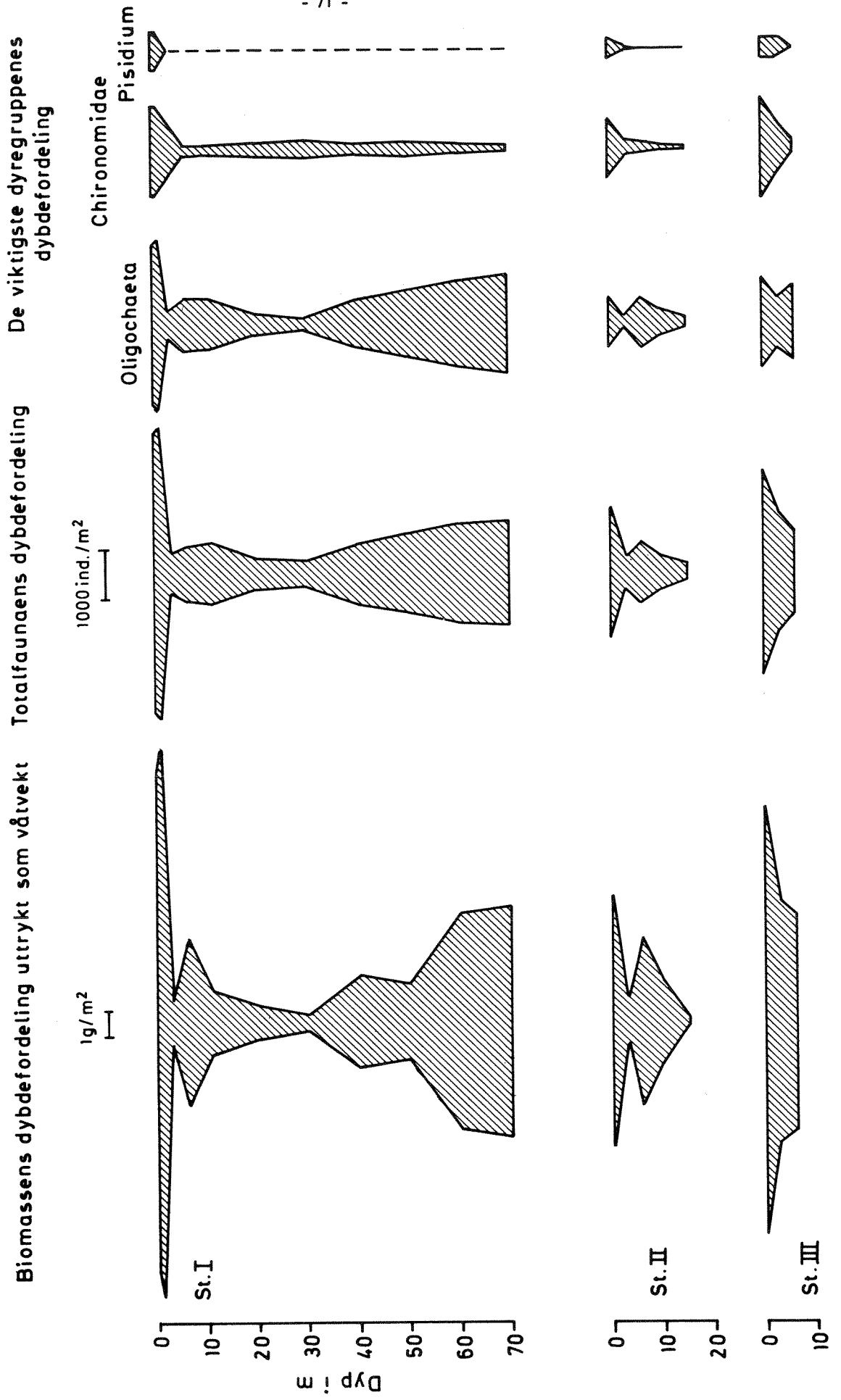
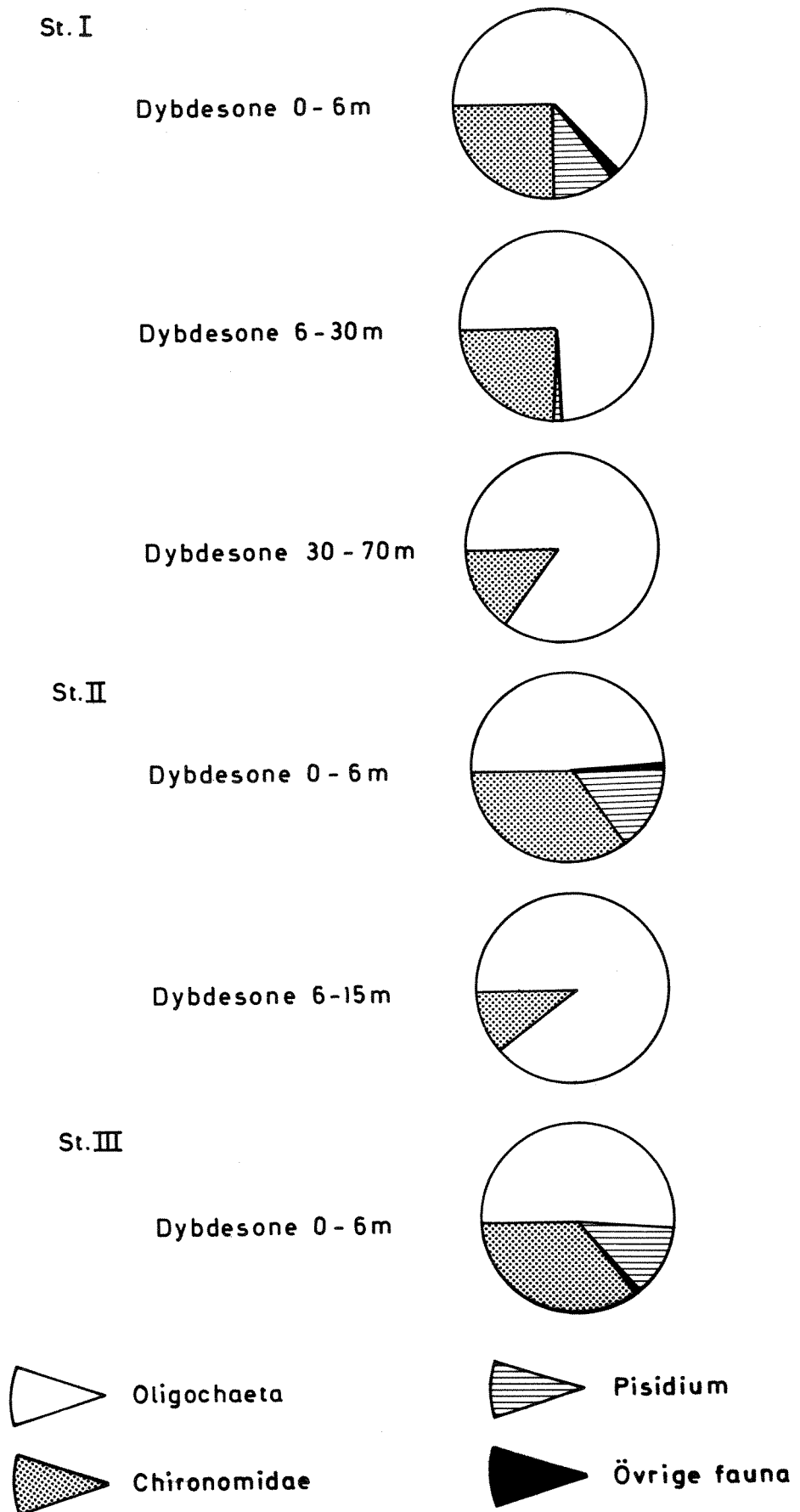


Fig.23 De viktigste dyregrupperes fordeling i de ulike dybdesoner  
Vågåvatn 5/10 -72





den igjen med tiltakende dyp. På det største dypet er det en individtetthet på 2100 individer pr. m<sup>2</sup>. Dette tilsvarer en biomasse på 9,1 g/m<sup>2</sup> og en mulig årsproduksjon av ca. 25 g/m<sup>2</sup>. I denne sammenheng må dette betraktes som en høy verdi.

Stort sett er *Oligochaeta* overalt i dominans og har følgelig størst betydning for totalfaunaen vektmessig sett. *Chironomidene* har sin største forekomst i dybdeområdet 0-6 meter. Under dette dybdenivå er forekomsten sparsom, men temmelig jevnt fordelt. På de grunnere områdene består *Chironomid*-faunaen av et flertall slekter, bl.a. kan nevnes *Cryptochironomus*, *Demicryptochironomus*, *Polypedilum*, *Procladius*. Her forekommer også flere *Orthocladinae*-slekter. På de største dyp gjenfinnes først og fremst *Procladius* og et fåtall arter innenfor gruppen *Orthocladinae*.

*Pisidiene* ble i noen større mengde først og fremst funnet på de grunne partier. Enkelteksemplarer ble imidlertid funnet helt ned på de største dyp. Andre dyregrupper ble bare funnet på de grunnere partier nær strandkanten. Dette utbredelsesmønster har antakelig til dels sammenheng med den ekstremt lave vannstanden på prøvetakingsdagen.

Jevnfører man de tre ulike profiler, gjenfinnes de største dyremengder i de grunnere områdene av profilene I og III, dvs. på de lokaliteter som er spesielt påvirket av slamsedimentasjon. En eventuell opphopingseffekt p.g.a. den lave vannstand kan også anføres i denne sammenheng.

### Diskusjon

Generelt sett synes observasjonsmaterialet å tyde på at bunndyrenes mengde, artssammensetning og vertikale fordeling avviker fra hva som er normalt i en innsjø av Vågåvatnets type uten slampåvirkning. F.eks. inntar *oligochaetene* en dominerende rolle i samtlige dypområder. Dette forhold samt at de største mengder dyr finnes på steder som er sterkt utsatt for slampåvirkning, indikerer at betydelige mengder organisk materiale tilføres bunnsedimentene i Vågåvatn sammen med det uorganiske slam materiale. Denne organiske belastning gir næringsgrunnlag for bl.a. en relativt rik *oligochaet*-fauna.

Videre kan det konstateres at denne belastning ikke medfører noen alvorlig oksygenmangel, selv om det til sine tider antakelig er et visst oksygenforbruk i bunnområdene. Forekomsten av en så oksygenkrevende dyregruppe som *Orthocladinae* i samtlige dypnivå tyder på dette. Endelig kan bemerkes at den kraftige slampåvirkning resulterer i en arts- og individfattigdom når det gjelder andre arter enn *Chironomidae*, *Oligochaeta* og *Pisidium* i strandsonen.

Konklusjonen må altså bli at Vågåvatn p.g.a. slampåvirkningen danner et miljø som bare passer for et fåtall organismegrupper. På grunn av liten konkurranse og stort tilbud på organisk materiale er mulighetene allikevel tilstede for relativt individrike samfunn. Dette gjelder spesielt gruppen *Oligochaeta* som representerer den største biomasse og produksjon i de løse sedimentlag i Vågåvatn.

Bunnfaunaproduksjonen må fra et fiskebiologisk synspunkt betraktes som lav, idet *Oligochaeta* representerer et vanskelig tilgjengelig og dårlig utnyttet matobjekt for de fiskearter det her er snakk om. Videre kan bemerkes at den sparsomme forekomst av større og i fiske- næringssammenheng viktige insektlarver som *Ephemeroptera*, *Coleoptera* og *Trichoptera* er påtakelig. I de grunnere "delpartiene" i de vestre deler av Vågåvatn er det god tilgang på *Chironomidae* og *Pisidium*, dvs. bunndyr som er lett tilgjengelig for fisken.

## 10. UNDERSØKELSE AV FISKENS ERNÆRINGSFORHOLD

### Innledning

I Vågåvatn fins det nå fire fiskearter, nemlig harr, røye, aure og karuss. De to førstnevnte fiskearter er det en stor forekomst av, mens auren viser en mer sparsom forekomst. Karussen synes det å være en meget liten bestand av. Med unntak av aure er forekomsten av samtlige arter et resultat av utsetting i den senere tid. I 1906, da Huitfeldt-Kaas undersøkte planktonfaunaen i Vågåvatn, var aure den eneste fisk som ble registrert (Huitfeldt-Kaas, Planktonundersøkelse i Norske Vande). Fisken må betraktes som småfallen, men er til sine tider i god kondisjon. Enkelte større eksemplarer av både aure og røye forekommer, og av og til fanges fisker på fra 2 til 5 kg. Størstedelen av fangsten er imidlertid fisk mellom 100 - 300 gram.

### Målsetting og metodikk

I forbindelse med prøvetakningen den 16. juli, 15. august og 4. oktober ble det foretatt undersøkelse av bunndyrenes betydning som ernæringsforråd for fisk ved at fiskens mageinnhold ble undersøkt.

Fisket ble utført i den vestre delen av Vågåvatn, hvor det ble satt en garnlenke på 9 garn med maskestolpelengde (maskestørrelse) fra 16,5 mm til 56 mm. Garnene stod i samtlige tilfeller fra ettermiddagen til følgende dags formiddag (ca. 15 timer).

Foruten analyse av fiskens mageinnhold, som ble utført på laboratoriet, ble også lengde og vekt bestemt. Dette ble gjort i felten like etter at fisken var plukket av garnene.

### Resultater

Figurene 24, 25 og 26 viser mageinnholdet hos de viktigste artene, uttrykt som reell volumprosent ved de tre tidspunktene prøvene ble samlet inn.

16. juli: På dette tidspunkt var det store fiskemengder, spesielt harr og røye på grunnområdene i de øvre deler av Vågåvatn. Fangsten bestod av 203 fisker totalt.

De fleste aurer ble fanget på grunt vann i nærheten av stranden. Røye ble ikke fanget i umiddelbar nærhet av stranden, men forøvrig ble den fanget på samtlige dyp, med størst forekomst i 2 - 3 meters sonen. Harren viste temmelig jevn fordeling på samtlige dyp. De harr som ble fanget på grunnere partier, var imidlertid betydelig mindre enn de som ble fanget på de større dyp.

Samtlige fisker kan betegnes som småfallen, men i relativt god kondisjon. (dette gjelder spesielt harr). Røyen hadde en jevn størrelse med lengder varierende mellom 17 og 24 cm. Auren og harren hadde en mer spredt størrelsesfordeling med lengder fra henholdsvis 16 til 38 cm og 18 til 34 cm.

Som det fremgår av figur 24 ble mageinnholdet hos samtlige fiskearter dominert av fjærmygg (*Chironomidae*) på dette tidspunkt. Harren og røyen hadde på det nærmeste bare livnæret seg av fjærmygg som i begge tilfeller utgjorde ca. 99% av mageinnholdet volumsmessig sett. Auren hadde et noe bredere næringspektrum og hadde ved siden av fjærmygg (*Chironomidae*) også utnyttet vårfluelarver (*Trichoptera*, 10%), fåbørstemark (*Oligochaeta* 2%) samt diverse luftinsekter (6%). Det kan videre nevnes at harren og auren utnyttet fjærmygg-puppene (39 respektive 30%) i betydelig større utstrekning enn røyen (10%) som synes helt å være innrettet på mattilførsel fra bunnen. Ernæring av terrestrisk opprinnelse hos harren og auren kan kanskje i noen grad ytterligere bekrefte dette. Auren har til skilnad fra de to andre også utnyttet faunaen i selve strandkanten.

Fiskens størrelse hadde tydeligvis ingen innflytelse på valg av næringsemne. Dette gjelder alle fiskeartene, men småvokst harr utnyttet fjærmygg-puppene i noe større grad enn sine mer storvokste artsfrender.

Når det gjelder avbeiting av fjærmygg-faunaen er det en viss forskjell mellom de tre artene. Auren utnytter i liten grad andre fjærmygg-larver enn *Procladius*, mens røyen ved siden av *Procladius* også i vesentlig grad utnytter grupper og slekter som *Orthocladiinae*, *Cryptochironomus* og *Demicryptochironomus*. Harren minner i så måte om røyen med den forskjell at forekomsten av gruppen *Orthocladiinae* er sparsommere og forekomsten av slekter som *Procladius* og *Cryptochironomus* mer fremtredende. Til slutt kan nevnes at mageinnholdet hos 2 karusser (17 og 20 cm lange) helt bestod av fjærmygg-larver.

15. august: På dette tidspunkt var det sannsynligvis mindre fiskemengder i området, og fangstutbyttet ble lite sammenliknet med foregående periode. Ialt ble det fanget 38 fisker, først og fremst harr. Mesteparten av fangsten ble på dette tidspunkt tatt på noe dypere vann med unntagelse av noen få mindre aurer som ble fanget i umiddelbar nærhet av strandkanten. Samtlige fisker var småvokste, men også denne gang var kondisjonen temmelig god. Fiskens lengdefordeling, omkring 20 cm, var jevn for samtlige arter.

Som det fremgår av figur 25 hadde de tre artene et mer bredt næringsregister på dette tidspunkt enn hva som var tilfelle den 16. juli.

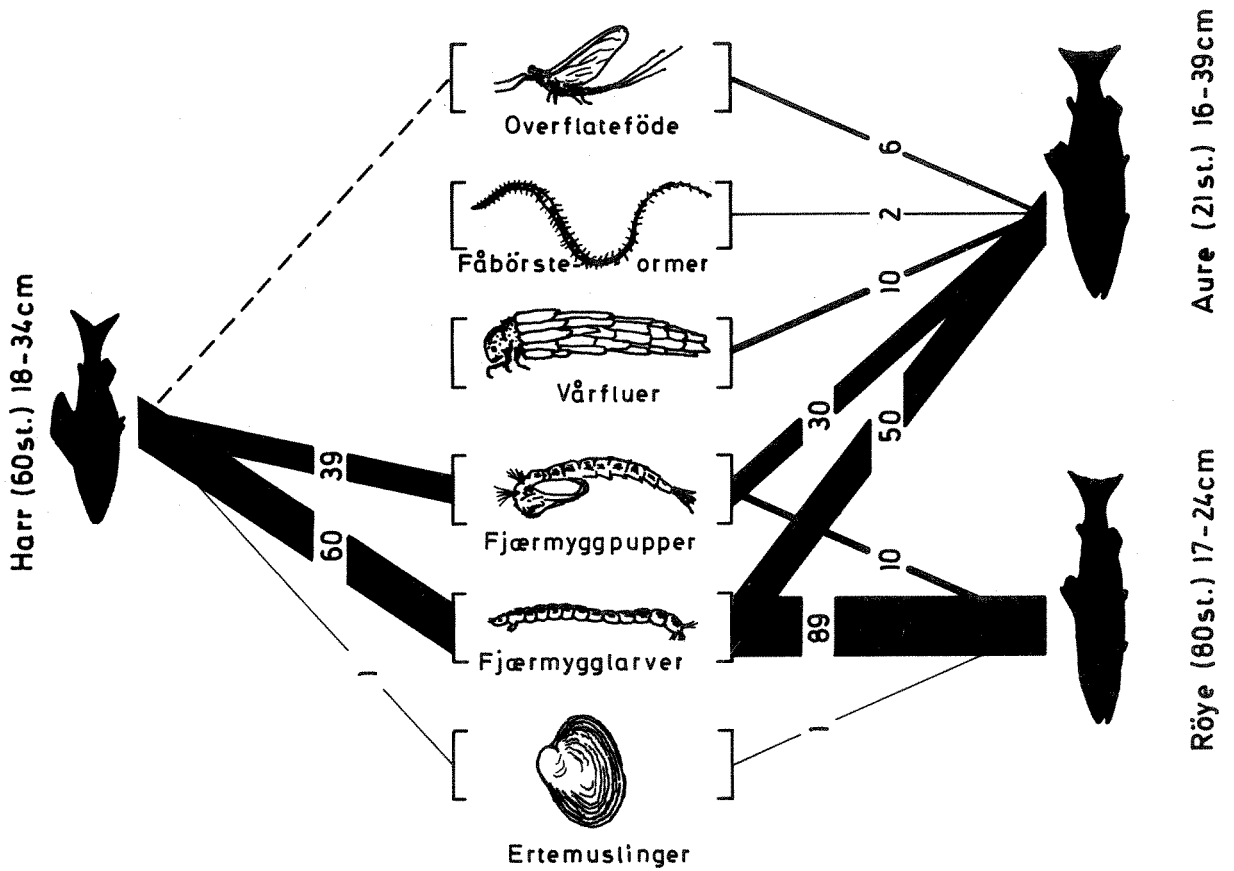


Fig.24

Næringsvalg hos aure, röye og harr, övre Vågåvatn 16. juli 1972  
Næringsvalget uttrykt som volumprosent

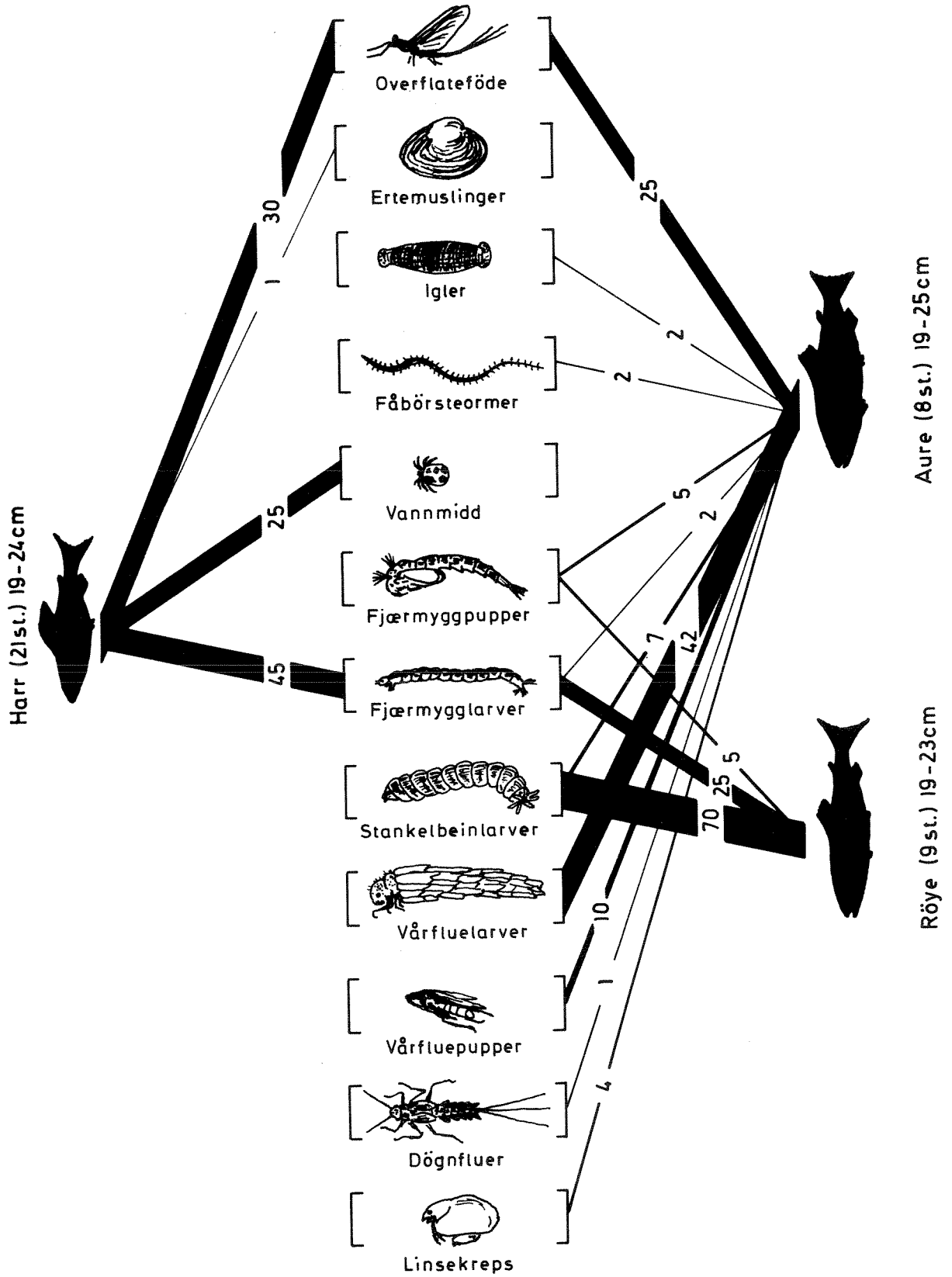


Fig.25

Næringsvalg hos aure, röye og harr, övre Vågåvatn 15. aug. 1972  
Næringsvalget uttrykt som volumprosent

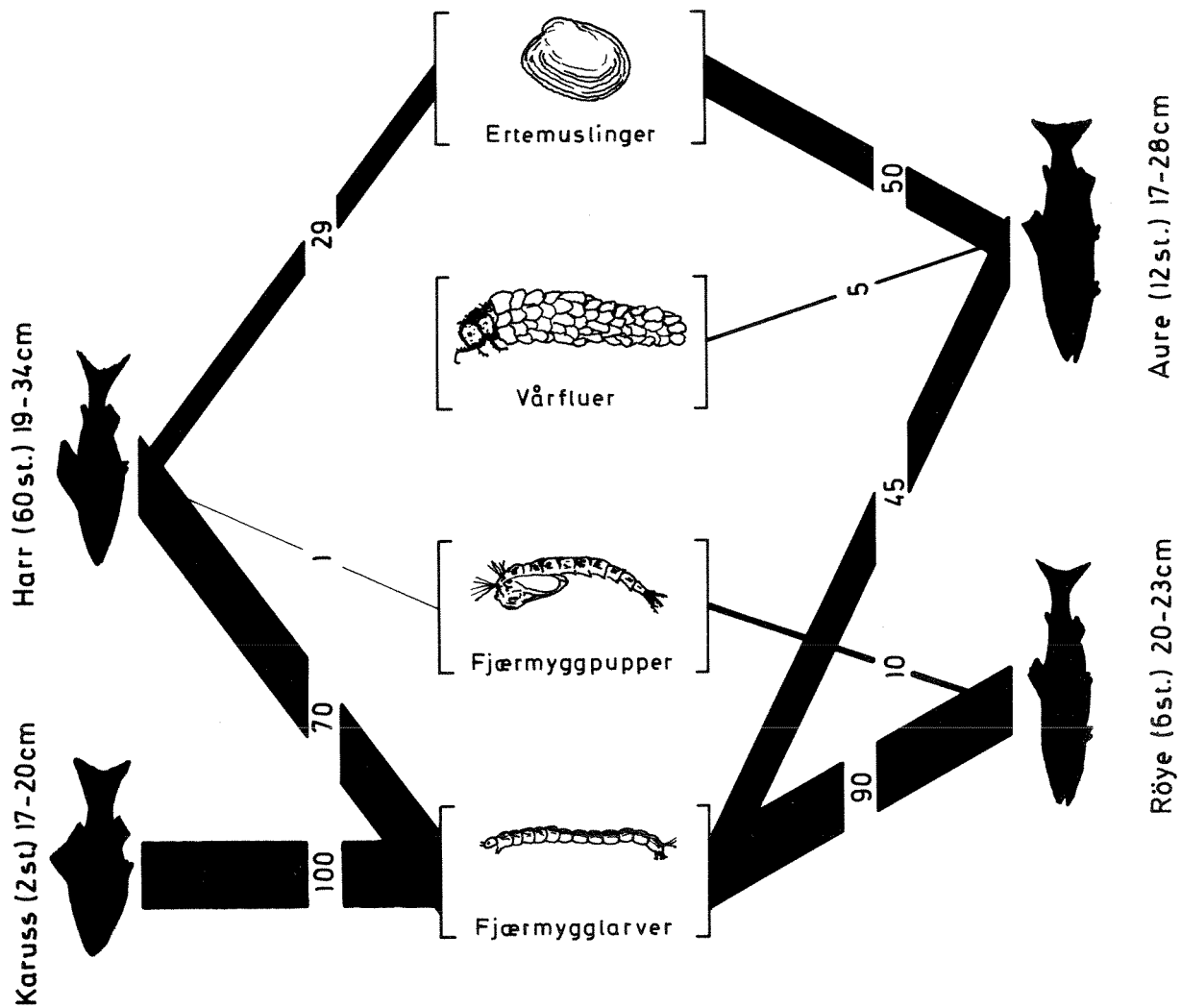


Fig. 26

Næringsvalg hos aure, röye og harr, övre Vågåvatn 4. okt. 1972  
Næringsvalget uttrykt som volumprosent

Harren hadde i likhet med foregående periode i stor grad utnyttet fjærmygg (*Chironomidae* 45%), men vannmidd (*Hydracarinae*, 25%) og luftinsekter (30%) inngår også nå som en viktig del av mageinnholdet. Når det gjelder *Chironomidae* er det først og fremst *Cryptochironomus* og *Procladius* som ble funnet i magene. De andre insektene bestod i stor utstrekning av svermende jordmaur (*Lacius niger*). Diverse biller (*Coleoptera*) og småcikader (*Cicadina*) var også vanlig. Man må spesielt merke seg den store forekomsten av vannmidd, da denne dyregruppen ytterst skjelden blir påtruffet i noen større mengde som fiskeføde. Hva som i dette tilfelle har bidratt til at den i så stor utstrekning er blitt utnyttet, er vanskelig å ha noen formening om, men sannsynligvis har vannmidd opptrådt i spesielt individrike og markerte svermer innenfor begrensede områder, og derved er de blitt tilgjengelig for fisken.

Røyen hadde avbeitt selve bunnområdene, og stankelbenlarver (*Tipulidae*, 70%) og fjærmygglarver (*Chironomidae*, 30%) dominerte helt mageinnholdet hos denne art. Blandt *Chironomidae* var det først og fremst *Orthocladinae* og *Procladius* som ble funnet i mageinnholdet.

Auren hadde først og fremst utnyttet vårfluelarver (*Trichoptera*, 42%) og luftinsekter (25%), men også en rad andre dyregrupper (7 stk.). Auren er også denne gangen den fiskeart som har det bredeste næringsregister. Såvel bunnområdene som overflatesjiktet og strandområdene er blitt utnyttet som ernæringsområder.

4. oktober: Denne gangen var det liten fiskeaktivitet å se. Garnfiske viste at det denne gang var en god del harr innenfor området. Ialt ble det fanget 78 fisker, hvorav harren utgjorde nær 80% av fangsten. Samtlige fisker ble fanget på relativt dypt vann. Fisken var, i likhet med i de to foregående tilfeller, småfallen. Røyen hadde jevn lengdefordeling med lengder fra 20 til 23 cm. Auren og harrens lengde var noe mer variert, og det ble målt lengder på henholdsvis 17 til 28 cm og 19 til 34 cm. Mageinnholdet for samtlige fiskearter bestod på dette tidspunkt så godt som helt av dyregrupper som var blitt avbeitt fra bunnområdene, noe som går frem av figur 26.



Harren hadde livnæret seg av fjærmygg larver (*Chironomidae*, 71%), først og fremst *Procladius* og *Demicryptochironomus* og ertemuslinger (*Pisidium*, 29%).

Røyens mageinnhold bestod utelukkende av fjærmygglarver (*Chironomidae*). (*Procladius*, *Orthocladiinae*, *Cryptochironomus* og *Demicryptochironomus* var vanlig forekommende).

Aurens ernæring var fordelt mellom fjærmygglarver (*Chironomidae*, 45%, først og fremst *Procladius*) og ertemuslinger (*Pisidium*, 59%), men hadde også i noen grad utnyttet vårfluelarver (*Trichoptera*, 5%). Den sistnevnte er blitt avbeitet i umiddelbar nærhet av strandkanten.

### Diskusjon

Resultatet ovenfor tyder på at store fiskemengder til sine tider utnytter den næringsproduksjon man har i grunnområdene i Vågåvatnets øvre og mer deltaliknende områder. Organismelivet er i disse grunnområder relativt individrikt, men artsfattig. Det er tydeligvis betydelig næringsvandring til, fra og innenfor disse områder i den periode fisken har sin beste vekstsesong. Dette medfører at store deler av fiskepopulasjonen i Vågåvatn, og kanskje også i ovenforliggende vassdrag, (bl.a. Ottavatn) til sine tider nyttiggjør seg produksjonskapasiteten i disse områdene. Dette gjelder i spesielt høy grad for røye og harr. Røyen hadde på alle tidspunkt vært spesielt innrettet på næringsopptak direkte fra bunnområdene, mens harren og spesielt auren også utnyttet den næringstilgang som dyregrupper i overflaten og i selve strandkanten utgjorde. Videre synes det å fremgå at røyen er den som er mest effektiv når det gjelder å utnytte bunnområdene. Auren synes å være den art som i minst grad utnytter næringen direkte fra bunnområdet (profurdalen). På den andre siden er auren den art som best utnytter selve strandkanten, og da kanskje spesielt i områdene rundt bekkeutløp der faunaen er mest individrik og varierende.

Videre går det frem at den dyregruppe som dominerer i bunnområdene, nemlig fåbørstemark (*Oligochaeta*) i liten utstrekning blir utnyttet. Dette har, som tidligere nevnt, sin årsak i at denne gruppe er vanskelig tilgjengelig for fisken, men det bør også nevnes at fåbørstemarken

relativt hurtig blir fordøyet, og på grunn av dette i noen grad kan bli undervurdert i sammenheng med mageanalyser.

## 11. GENERELL BESKRIVELSE AV DEN BIOLOGISKE STATUS I OTTA, BØVRA OG LÅGEN NEDSTRØMS SEL, MJØSA OG VORMA

### 11.1 Innledning

Floraens og faunaens kvalitative og kvantitative sammensetning i et vassdrag viser som oftest et mer nyansert bilde av påvirkning enn hva som kommer frem bare ved en kjemisk analyse av hovedvannmassen. Dette har sammenheng med at organismelivet gir et bilde av de forhold som vassdraget utsettes for gjennom en lengre tidsperiode. Dessuten er som oftest organismelivet en mer følsom parameter enn de kjemiske forhold i vannmassene, som først og fremst indikerer situasjonen akkurat i det aktuelle prøvetakingsøyeblikket. Videre er det den biologiske respons (masseutvikling av alger, heterotrof begroing, fiskedød osv.) på forurensninger som har størst praktisk interesse og som rent visuelt gjør seg mest gjeldende.

Nedenfor er det gjort et forsøk på en sammenstilling av det foreliggende materiale for derved å kunne gi en mer almen biologisk beskrivelse av forurensningssituasjonen i Otta- og Lågenvassdraget. Det må imidlertid påpekes at det skjer betydelig årstidsvariasjoner og også variasjoner mellom ulike år i våre vassdrag, alt ettersom det skjer forandringer i værforhold, vannføring og forurensningsbelastning. For å få en forståelse av de faktiske forhold og årsak-virkning i et vassdrag, er det derfor nødvendig med omfattende og fortløpende prøvetakinger (fysisk-kjemiske og biologiske) gjennom en lang tidsperiode. En slik undersøkelse har det hittil ikke vært mulig å få gjennomført, og derfor må resultatet nedenfor bare betraktes som en tilnærmet og foreløpig orientering.

### 11.2 Materiale og metodikk

Materialet for denne sammenfatning stammer fra:

1. Tidligere undersøkelser som NIVA har foretatt i området (Østlandsutredningen, Rapport I, del 2 og del 3 samt rapport

O-71/70 Ottavassdraget, Sjoa og Gudbrandsdalslågen. Orienterende fysisk-kjemisk og biologisk undersøkelse sommeren 1970).

2. Data og erfaring som er fremkommet ved de pågående Mjøsundersøkelser (Rapport O-91/69 Mjøsprosjektet. Undersøkelser 1971 og Mjøsprosjektet, undersøkelser 1972).
3. Kompletterende befaring langs det berørte vassdragsavsnitt i forbindelse med den ekstremt lave vannføring høsten 1972.

Hovedmålsettingen med den kompletterende befaringen var:

1. å få en forståelse av vassdragets produksjonskapasitet.
2. å få en forståelse av vassdragets biologiske status ved en situasjon med spesielt lav vannføring.

Prøvetakingsstedene for innsamling av kvantitative prøver høsten 1972 går frem av figur 5 . I praksis er det meget arbeidskrevende og vanskelig å få gode verdier for bunnfaunaens bestandsstørrelse og biomasse i rennende vann, og den metodikk som er blitt anvendt (steinplukking i soll), er ment bare å gi et visst inntrykk av forholdene mellom de ulike stasjonene, og må ikke betraktes som et bilde på de faktiske forhold på den respektive stasjon. Den anvendte metode gir som regel for lave verdier.

Resultatene går frem av tabell 36 og figur 27. For å få en mer praktisk forståelse av resultatene er også mulig fiskeproduksjon anslått (tabell 37).

Tabell 37. Forholdet mellom bunnfaunaens biomasse (uttrykt som ferskvekt) og mulig fiskeproduksjon i rennende vann (spes. fossepartier).

Beregningene bygger på Huet's av Albrecht forbedrede system som i noen grad er blitt modifisert for å gi et situasjonsbilde som er i overensstemmelse med forholdene som her foreligger.

Bunnfauna g/m <sup>2</sup>	Fiskeproduksjon kg/ha.år
0 - 10	0 - 30
10	15 - 30
20	30 - 60
30	45 - 90
40	60 - 120

### 11.3 Klassifisering av vassdragets biologiske status og foruren- ningssituasjon

For at resultatene skal bli mer oversiktlige, er de berørte elvestreknings og innsjøer inndelt i fire hovedklasser på bakgrunn av den biologiske situasjon som foreligger.

Tabell 36. Fordelingen av noen organismerarter på stasjoner i Bøvra, Otta og Lågen.

Antall og % andel.

Bøvra

Stasjon Dyregruppe	B 1		B 2		B 3		B 4	
	Oligochaeta	46	2,5	-	-	-	-	-
Plecoptera	113	6,3	224	4,4	103	20,0	487	28,0
Ephemeroptera	-	-	89	1,7	282	54,8	1076	61,9
Trichoptera	-	-	45	0,8	103	20,0	35	2,0
Chironomidae	1383	77,2	4553	90,2	26	5,0	104	5,9
Øvrige	249	13,9	134	2,6	-	-	35	2,0
Tot. antall ind.	1791		5045		514		1737	
Ferskvekt i gram	1,075		0,487		0,490		3,701	

Otta

Stasjon Dyregruppe	01		02		03		04		05		06		07		08	
	Oligochaeta	93	23,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plecoptera	93	23,0	58	12,4	-	-	77	8,3	-	-	2456	30,0	46	3,1	267	19,5
Ephemeroptera	124	30,7	175	37,4	225	100	615	66,6	70	66,6	1246	15,2	880	59,3	800	58,5
Trichoptera	31	7,6	29	6,2	-	-	77	8,3	-	-	263	3,2	93	6,2	167	12,2
Chironomidae	62	15,3	205	43,8	-	-	154	16,6	35	33,3	4123	50,4	463	31,2	133	9,7
Øvrige	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	1,0	-	-	-	-
Tot. antall ind.	403		467		225		923		105		8176		1482		1367	
Ferskvekt i gram	7,512		0,798		0,208		1,231		0,670		30,482		5,456		1,169	

Lågen

Stasjon Dyregruppe	L 1		L 2		L 3		L 4		L 5	
	Oligochaeta	-	-	44	3,4	-	-	-	-	-
Plecoptera	37	4,1	133	10,3	66	5,0	467	10,5	-	-
Ephemeroptera	147	16,6	978	75,9	1117	84,9	533	12,0	134	9,4
Trichoptera	37	4,1	44	3,4	66	5,0	1200	27,0	1036	72,7
Chironomidae	662	74,9	89	6,9	33	2,5	2200	49,6	80	5,6
Gastropoda	-	-	-	-	-	-	33	0,7	134	9,4
Øvrige	-	-	-	-	33	2,5	-	-	40	2,8
Tot. antall ind.	883		1288		1315		4433		1424	
Ferskvekt i gram	3,150		5,163		4,589		17,175		13,652	

A. Klasseinndeling for elver:

Klasse I: Områder der det ikke er noen merkbar påvirkning av forurensninger. Flora og fauna er sammensatt av arter og har det antall som normalt burde foreligge på en slik elvestrekning, dvs. langtgående oksydasjon og mineralisasjon av organisk stoff, høyt oksygeninnhold i såvel vannmassene som i bunnsedimentene. Gode livsvilkår for laksefisker.

Klasse I-II: Overgangssone. Forholdene er som for klasse I, men både flora og fauna er noe rikere p.g.a. en viss tilførsel av bl.a. næringsalter. Denne tilførsel kan være forårsaket enten av reguleringsinngrep, begrenset jordbruksaktivitet eller kloakkutslipp fra spredt bebyggelse.

Klasse II: Områder der en noe mer merkbar påvirkning gjør seg gjeldende. Påvirkningen har for det første ført til et økt næringsgrunnlag (tilførsel av næringsalter) og dermed økt plante- og dyreproduksjon (eutrofiering). Lokalt i direkte tilslutning til utslipp av lett nedbrytbart organisk stoff (kloakk, næringsmiddelindustri, silo og gjødsel), kan det være noe heterotrof begroing (sopp, bakterier og protozoer). Oksydasjon og mineralisasjon av organisk stoff er kommet langt. Som regel gode oksygenforhold i såvel bunnlagene som i vannmassen. Gode livsvilkår for laksefisker.

Områder med markert eutrofieringspåvirkning er tegnet med røde tverrstreker. Disse områder kjennetegnes ved masseutvikling av en eller flere algearter som danner begroinger over store bunnarealer. Dette medfører forandringer i det øvrige organismesamfunn, påvirker fiskens gytemuligheter samt medfører vanskeligheter ved utførelse av fiske og annen bruk av vannforekomsten.

Klasse II-III: Overgangssone. Forholdene som ovenfor, men innslaget av heterotrof begroing er mer markert.

Klasse III: Områder der en påtakelig forurensningspåvirkning foreligger. Rikt innslag av heterotrof begroing (sopp, bakterier og protozoer). Oksygeninnholdet i bunnlagene kan i visse tider være sterkt

redusert. Fauna- og florasammensetningen er noe forskjøvet mot motstandsdyktige arter, individbestanden av hver art som oftest stor. Oksydasjon og mineralisasjon av nedbrytbart organisk materiale er ikke fullstendig - det er rikelig med aminosyrer. Laksefisk kan oppholde seg innenfor området, men gytemulighetene er sterkt begrenset.

Klasse III-IV: Overgangssone. Som ovenfor, men den organiske belastning har medført oksygenbrist og  $H_2S$ -utvikling i bunnlagene. En meget markert oksygenreduksjon kan også oppstå i vannmassene. Det er ikke gytemuligheter for laksefisk.

Klasse IV: Sterkt forurenset sone. Masseutvikling av heterotrofe organismer som bakterier, sopp og protozoer. Førråtnelsesprosesser dominerer. Ofte er det oksygenfrie tilstander i bunnslammet hvor  $H_2S$  og jernsulfid dominerer. Også oksygeninnholdet i de frie vannmasser er sterkt redusert, og under visse perioder kan det være anaerobe forhold. Faunaen og floraen består av et fåtall spesifikke arter som oftest opptrer i stort individantall. Fisk kan det bare være i disse områder når vannføringen er høy eller når påvirkningen av en eller annen grunn er mindre.

#### B. Klasseinndeling for innsjøer:

Klasse I: Innsjøer som har en biologisk status i samsvar med innsjøens morfometri og naturlige påvirkning. Upåvirkede forhold.

Klasse I-II: Innsjøer der en viss økning av algeproduksjonen kan merkes som resultat av økt næringssaltbelastning. Ubetydelig påvirkning.

Klasse II: Innsjøer med markert økning av algeproduksjonen som resultat av økt næringssaltbelastning. Algefloraen er forskjøvet mot økt forekomst av kiselalger og økt innslag av blågrønnalger, nedsatt siktedyp, påtakelig begroing langs strendene, begynnende eutrofiering.

Klasse II-III: Som ovenfor, men med en mer markert artsforskyvning mot mer eutrofiindikerende arter.

Klasse III: Innsjøer med betydelig næringssaltbelastning, stor algeproduksjon som domineres av kiselalger og blågrønnalger, av og til algeblomst og betydelig begroing langs strendene, sterkt redusert siktedyp, påtakelig pH-svingning i overflatelagene og økt belastning av organisk stoff i bunnlagene. Markert eutrofiert.

Klasse III-IV: Som ovenfor, men med et mer markert innslag av blågrønnalger og algeblomst, spesielt på sensommeren.

Klasse IV: Innsjøer med betydelig næringssaltbelastning og dermed en betydelig algeproduksjon. Algefloraen domineres av blågrønnalger, og algeblomst er vanlig i sommerhalvåret. Til visse tider kraftig redusert siktedyp, stor pH-variasjon i overflatelagene samt stor belastning av organisk stoff i bunnområdene, sterk eutrofiutvikling.

#### 11.4 Resultat

Vassdragets biologiske status på grunnlag av den ovenfor nevnte klasseinndeling fremgår av figur 27.

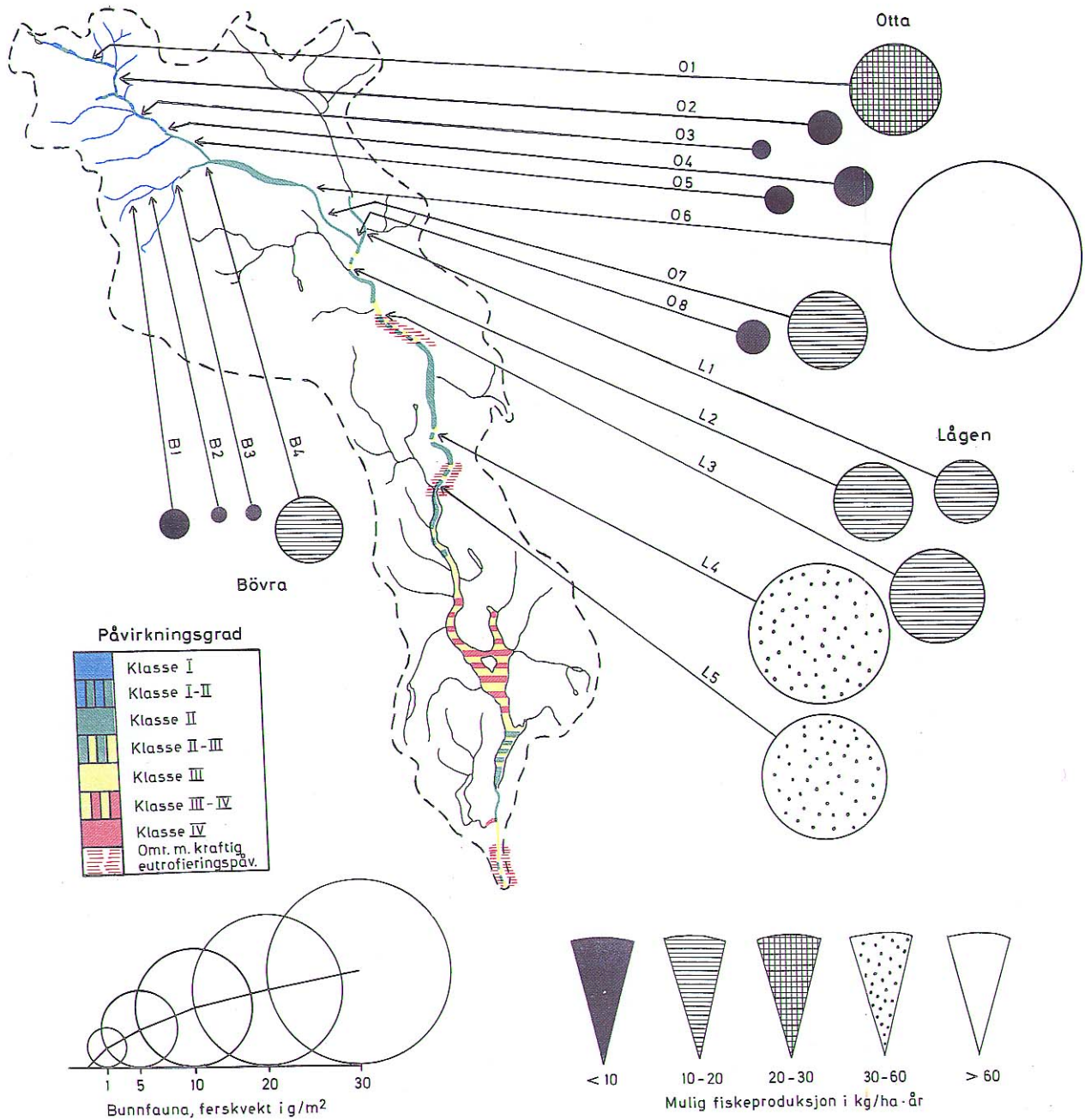
I de øvre deler av Ottavassdraget er det en upåvirket tilstand. Området er fra naturens side næringsfattig, og både i innsjøer og vassdrag er produksjonen lav.

I innsjøene er det lav planktonforekomst og ubetydelig påvekst langs strendene. Blant dyreplanktonartene er hoppekrepsen (*Cyclops scutifer* og *Diaptomus laticeps*) vanlig, og i visse tilfeller også vannloppen (*Holopedium gibberum*). Flere av innsjøene er av og til kraftig påvirket av breslam.

I elvene er det som oftest en sparsom vegetasjon, først og fremst av moser og grønnalger. Vanligst forekommende alger er *Zygnema*, *Mougeotia*, og i visse tilfeller også *Microspora*. Dertil kommer en varierende kiselalgeflora med bl.a. *Tabellaria* spp. samt lokalt rikelig forekomst av blågrønnalgen *Chamaesiphon*.



Fig. 27 Situasjonsbilde av Otta, nedre Lågen og Vorma  
Påvirkningsgrad og produksjonsforhold, oktober 1972



Dyresamfunnene er både kvantitativt og kvalitativt sett å betrakte som sparsomme. Vanlig forekommende dyregrypper er knottlarver (*Prosimulium*), fjærmygglarver (*Orthocladiinae* spes slekten *Diamesa*), døgnfluelarver (*Baëtidae*), steinfluelarver (*Isoperla* spp. *Leuctra* sp., *Nemoura* spp. og *Diura* sp.), fåbørstemark og vårfluelarver (*Rhyacophilidae*).

Ved innsjøutløpene er både fauna og flora noe rikere på grunn av økt stoffomsetning. Dette er betinget av økt tilførsel av organisk materiale som er blitt produsert i innsjøen (autokton tilførsel). En spesielt markert økning av organismesamfunnene foreligger nedstrøms de regulerte innsjøene, Breidalsvatn og Raudalsvatn (Framrusta). Dette kan antakelig settes i direkte sammenheng med en økt nærings-salttilførsel og derved en økt algeproduksjon i forbindelse med reguleringen av disse innsjøer.

Selve Otta samt flere av tilløpselvene er til sine tider markert påvirket av breslam. Dette bidrar til at produksjonen synker, og det er gjennomgående symptomatisk at den mest sparsomme forekomst av flora og fauna finnes innenfor de mest breslampåvirkede områdene.

I Bøvra bærer organismesamfunnene sterkt preg av den breslampåvirkningen som til sine tider gjør seg gjeldende her. Algene er så godt som fullstendig borte, og den ytterst sparsomme vegetasjonen består av moser. Dyresamfunnene er sterkt dominert av tildels en rikelig forekomst av fjærmygglarver av slekten *Diamesa*. Disse som for en stor del lever av organisk materiale som tilføres fra breene (alloktont materiale), er spesielt karakteristiske for breslamførende vassdrag. Forøvrig er det en sparsom forekomst av knottlarver (*Prosimulium*), steinfluelarver (*Leuctra* og *Nemoura*) og døgnfluelarver (*Baëtidae*). Området har lavt produksjonsnivå.

I elvens nederste løp påvirkes organismesamfunnet i en viss grad av den menneskelige aktivitet (boligkloakk og belastning i forbindelse med jordbruksaktivitet). Næringsgrunnlaget er rikere og produksjonsnivået derved høyere. Faunasammensetningen er noe forandret, og forekomsten av døgnfluelarver og vårfluelarver er mer markert. Videre forekommer det en hel del kiselalger.

Det er imidlertid ingen markert primær forurensningssituasjon, men det kan påpekes at det lokalt i direkte sammenheng med utslippspunktene av og til kan forekomme en del heterotrof begroing (spes. *Sphaerotilus*). Brevannspåvirkningen demper antakelig betydelig den biologiske respons som er mulig på grunn av den belastning som vassdraget er utsatt for. Dette gjelder spesielt utviklingen av visse grønnalger.

Otta, på strekningen fra Bismo til utløpet i Lågen, bærer preg av den påvirkning som utslipp av boligkloakk og jordbruksavrenning forårsaker. På grunn av økt tilførsel av næringssalter har næringsgrunnlaget og produksjonsnivået økt vesentlig. Denne påvirkning tiltar jo lenger ned i vassdraget man kommer. Det er til dels rikt utviklet vegetasjon av moser og alger. Vanlig forekommende alger er grønnalger som *Zygnema*, *Spirogyra*, *Oedogonium* og lokalt også et rikt innslag av *Ulothrix* (spesielt i forbindelse med utslippssteder), samt kiselalger som *Tabellaria*, *Synedra*, *Ceratoneis*, *Achnantes*, og spesielt i nedre delen av vassdraget rikelig forekomst av *Didymosphenia geminata*.

Faunaen er både kvantitativt og kvalitativt rikere, og spesielt påtakelig er forekomsten av døgnfluelarver og vårfluelarver. Effekt fra innsjøutløpet er spesielt markert nedstrøms Vågåvatn (se figur 27), der produksjonskapasiteten like nedenfor utløpet relativt sett kan betraktes som høy.

Breslampåvirkningen, som er spesielt påtakelig nedstrøms Bøvra, demper antakelig i høy grad effekten av belastningen såvel i Vågåvatn som i elven, og det foreligger ingen markert primær forurensningssituasjon bortsett fra endel heterotrof begroing i direkte tilslutning til utslippspunkter, samt en viss drift av plastartikler og annet søppel.

I Lågen fra samløp med Otta til utløp i Mjøsa, bærer organismesamfunnet preg av påvirkning av den aktivitet som skjer langs vassdraget. På visse strekninger er dette spesielt påtakelig (nedstrøms Otta og Vinstra samt på elvestrekningen mellom Losna og Mjøsa). Brepåvirkningen om sommeren er påtakelig langs hele strekningen og demper

trolig responsen av den forurensningsbelastning som her foreligger. Den påvirkning som først og fremst fremkommer er en eutrofierings-effekt på grunn av økt tilførsel av næringsalter. Dette medfører økt mose- og algevekst og herved et allment økt produksjonsgrunnlag.

Nedstrøms Otta er denne eutrofieringspåvirkning spesielt markert, og her er det rik vekst av grønnalger (*Ulothrix zonata*, *Spirogyra* og *Zygnema*), kiselalger (*Tabellaria*, *Synedra ulna* samt *Didymosphenia geminata*), i en viss utstrekning blågrønnalger (*Phormidium* og *Oscillatoria*) samt med innslag av heterotrof begroing (spesielt bakterien *Sphaerotilus*). Faunaen består av vanlig forekommende arter med rikelig forekomst av bl.a. døgnfluelarver som er en indikasjon på økt næringsgrunnlag, og med et markert innslag av slekten *Diamesa* blant fjærmygglarvene. Dette indikerer en betydelig breslampåvirkning.

Området nedover mot Vinstra bærer ikke det samme preg av påvirkning, men alge- og mosevekst er lokalt betydelig. Vanlig algearter er *Oedogonium*, *Ceratoneis*, *Stigonema*, *Didymosphenia* og *Tabellaria*. Primær forurensningspåvirkning foreligger bare lokalt i tilslutning til utslippslokaliteter.

Ved Vinstra er elven lokalt betydelig påvirket, og en visuell forurensningspåvirkning foreligger med rik utvikling av moser og spesielt visuelle grønnalger som *Ulothrix zonata*, *Spirogyra* og *Zygnema* i kombinasjon med betydelig innslag av heterotrof påvekst, først og fremst av bakterien *Sphaerotilus* (var. *Cladotrix dichotoma*).

På strekningen nedstrøms Harpefoss er det et liknende organismsamfunn som ovenfor, men utviklingen av alger som *Ulothrix zonata* og *Didymosphenia geminata* er spesielt påtakelig, og disse dekker store deler av bunnen. Innslaget av heterotrof påvekst er mindre fremtredende. Forholdet medfører av og til praktiske problemer i forbindelse med fiske ved stor algedrift i vannmassene. Det er mulig at reguleringen og driften i forbindelse med Harpefossen kraftanlegg også kan ha hatt innvirkning på den biologiske status man her har.

Ved Ringebu er påvirkningen igjen mindre, men det er en relativt rik mose- og algeflora (lokal masseutvikling av *Didymosphenia* og visuelle

grønnalger). I direkte tilslutning til utslippsstedene forekommer til sine tider heterotrof begroing.

Det er ikke tatt noen prøver fra Losna, antakelig begrenses også her algeveksten i selve vannmassene av strøm- og breslampåvirkningen.

På elvestrekningen nedstrøms Losna til utløpet i Mjøsa er det en rikt utviklet alge- og moseforekomst samt lokalt innslag av heterotrof begroing. Dette er spesielt påtakelig ved Tretten og i elvens nederste del. Floraen er artsrikere, og kiselalger som *Synedra*, *Navicula* og *Diatoma* samt blågrønnalger som *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Stigonema* og *Dichothrix* er mer fremtredende på dette parti, jevnført med ovenforliggende partier. Også faunaen er her både kvantitativt og kvalitativt rikere, spesielt fremtredende er økt forekomst av vårfluelarver av slekten *Polysentropidae*, *Limmophilidae*, *Leptoceridae* og *Hydropsychidae*.

På strekningen nedstrøms Hunderfossen til Mjøsa er det en markert vekst av *Didymosphenia geminata*. Høsten 1972 var dette spesielt markert og medførte betydelige vanskeligheter for utøvelse av fiske. Det er også en del innslag av heterotrof begroing. Denne strekning av Lågen er et viktig gyteområde for et flertall av Mjøsas viktigste fiskeslag. Man kan heller ikke her se bort fra effekt i forbindelse med utbyggingen og driften av Hunderfossen kraftanlegg.

Forurensningssituasjonen i Mjøsa er blitt utførlig behandlet i forbindelse med Mjøsundersøkelsen. Innsjøen har i de senere år blitt stadig mer produktiv, og en eutrofierende tilstand gjør seg i dag gjeldende. Lokalt blir også store bunnområder betydelig belastet med tilført organisk materiale.

De biologiske forhold i Vorma er hittil lite undersøkt, men på grunnlag av de observasjoner som foreligger, kan nevnes at elveavsnittet ned til samløp med Andelva, bærer preg av forholdene i Mjøsa. Nedstrøms Andelva er vannmassene sterkere belastet med organisk materiale på grunn av tilførsler fra treforedlingsbedrifter langs Andelva. Store deler av bunnen er her til sine tider bevokst med soppen *Leptomitus lacteus*. Dette er spesielt påtakelig vinters-

tid. Den heterotrofe påvirkningen gjør seg gjeldende på hele strekningen ned til Vormsund, men er mindre påtakelig i den nedre delen. Eutrofieringspåvirkningen er også betydelig, og det er til sine tider rikelig med algedrift i vannmassene.

## 12. SAMMENFATTENDE KONKLUSJON

1. Etter oppdrag fra Statskraftverkene (NVE) ble det i 1972 gjennomført en fysisk-kjemisk og biologisk undersøkelse av Vågåvatn med tilstøtende hovedvassdrag. Det ble også samlet inn prøver nedstrøms Vågåvatn. Hensikten med undersøkelsen var å skaffe til veie et bakgrunnsmateriale for vurdering av den nåværende vannkvalitet på dette vassdragsavsnitt. Det er i den sammenheng samlet inn prøver ialt 7 ganger i løpet av året 1972 fra en stasjon i Vågåvatn (dypeste område) samt fra følgende elvestasjoner: Otta like ovenfor Skjåk kirke, Bøvra like ovenfor Lom sentrum, Otta ved Eidefoss, Gudbrandsdalslågen ca. 1 km ovenfor Otta bro og Gudbrandsdalslågen like ovenfor Sjoa bro. Dessuten er det foretatt primærproduksjonsmålinger samt undersøkelse av planktonforholdene, bunndyrfaunaen og fiskeforholdene i Vågåvatn.
2. Mesteparten av nedbørfeltet til det undersøkte vassdragsavsnitt består av høyfjell med relativt liten forurensningsskapende menneskelig aktivitet. I Lom og Skjåk kommuner som i vesentlig grad dekker Øvre Ottas nedbørfelt, bor det ialt ca. 5500 mennesker, og i hele Ottas nedbørfelt er befolkningsmengden henimot 10 000 personer. Av tettsteder kan nevnes Otta, Vågåmo og Lom. Ellers er det i vesentlig grad spredt bebyggelse. Bortsett fra meierier/ysterier, sagbruk o.l. er det liten industri i området. Det viktigste ernæringsgrunnlag antas å være jordbruksvirksomhet. Gårdsbrukene ligger på hele strekningen i vassdragets umiddelbare nærhet.

Under befaringen fikk man inntrykk av at avløpsforholdene langs vassdraget stort sett var løst på en tilfeldig måte - det ble således observert en rekke større og mindre utslipp av urensset avløpsvann i vannkanten. Det er ikke blitt foretatt noen

registrering av disse forhold. Drensgrøfter fra jordbrukets aktiviteter antas ledet direkte ut i elven (innsjøen).

Otta drenerer store høyfjellsområder. Bortsett fra Breidalsvatn (13 m reguleringshøyde), Raudalsvatn (30 m reguleringshøyde) og Aursjøen (12 m reguleringshøyde), er vassdraget foreløpig ikke berørt av reguleringer. De nevnte reguleringer medfører imidlertid en relativt sett høy vintervannføring i Øvre Otta. I Bøvra derimot som overhodet ikke er berørt av reguleringer, er vintervannføringen liten.

Om sommeren er det en kontinuerlig flomperiode med varierende vannføringer fra snøsmeltingen setter inn i mai måned og til isbre-smeltingen i høyfjellet er over i september måned. Snø- og isbre-smeltingen går over i hverandre.

3. Vannets fysisk-kjemiske kvalitet er generelt sett preget av stor transport av suspendert materiale. Om vinteren når vannføringen er liten, er vannets kvalitet god kjemisk sett. Fargeverdiene på ufiltrede prøver er stort sett mindre enn 20 mg Pt/l på denne årstid. Om sommeren derimot ble det målt verdier på bortimot 400 mg Pt/l - noe som skyldes vannets innhold av partikulært materiale.

Av observasjonsmaterialet går det videre frem at det er visse nyanser i vannets kjemiske sammensetning. Saltholdigheten er f.eks. noe lavere i Øvre Otta enn i Bøvra. Vannets innhold av fosfor og jern varierer i samsvar med vannets innhold av suspendert materiale - noe som viser at begge disse komponenter er bundet til mineralpartikler.

Det er først og fremst isbreene i Bøvras nedbørfelt og deres erosjonsaktivitet som er årsak til den store materialtransport i elvesystemet. Observasjonene tyder imidlertid på at transporten på forsommeren i vesentlig grad skyldes erosjon av avsatt løsmateriale i Vågåvatn og langs elvebredden, mens transporten senere på sommeren primært skyldes breenes erosjonsaktivitet.

På alle observasjonsdager om sommeren var temperaturen i Bøvra ca. 2°C lavere enn i Otta og i Vågåvatn. Resultatet av dette er at gjennomstrømningen i Vågåvatn foregår i dypere lag (15 - 20 m).

I Lågen ovenfor Otta er vannkvaliteten best om vinteren kjemisk sett. Om sommeren var den fysisk-kjemiske kvaliteten her varierende, og det ble f.eks. målt fargeverdier på over 60 mg Pt/l. De til sine tider relativt høye fosforverdier kan antakelig i noen grad tilbakeføres til både utslipp av kloakkvann og avrenning fra gårdsbruk o.l. Dette er forhold som det er viktig å få nærmere avklart.

4. De biologiske forhold i Vågåvatn er også betinget av den spesielle påvirkning isbreene er årsak til i sommerhalvåret (gjennomstrømning, lav temperatur og stor slamtransport).

Plantep planktonproduksjonen er lav, spesielt i den tidsperiode isbrepåvirkningen er mest markert.

Dyreplanktonet er fattig både når det gjelder kvalitet og kvantitet og produksjonen er lav. Spesielt påtakelig er den sparsomme forekomst av vannlopper (*Cladocera*).

Bunnfaunaen bærer også preg av det spesielle miljø som er nevnt ovenfor. Et karakteristisk trekk er dominansen av fåbørstemark (*Oligochaeta*). Bortsett fra fjærmygglarver (*Chironomidae*), fåbørstemarkene (*Oligochaeta*) og ertemuslingene (*Pisidium*), er organismegruppene fattige på arter og individer. Fra et fiskeri-biologisk synspunkt må bunnfaunaproduksjonen betraktes som lav.

Generelt sett er Vågåvatn en oligotrof innsjø. En relativt høy planteproduksjon om sommeren når brepåvirkningen er lav, indikerer imidlertid at innsjøen i noen grad er belastet med plantenæringsalter.



5. Angående vassdragets forurensningssituasjon kan følgende bemerkes:
- a. Den primære forurensningspåvirkning (lokale områder med heterotrof begroing m.m.) synes å ha økt noe i løpet av de siste 5-6 år.
  - b. Den sekundære påvirkning (eutrofiering) som var godt synlig på enkelte elveavsnitt i 1967, synes også å ha økt i omfang.
  - c. Flom og isbrepåvirkning (stor vannføring, lav vanntemperatur og partikkeltransport) demper sannsynligvis i stor utstrekning den biologiske produksjon i vassdraget.
  - d. I hvilken grad et reguleringsinngrep vil få betydning for vassdragets forurensningstilstand vil ha sammenheng med det vannføringsreglementet som vil bli praktisert.
6. Før omfattende reguleringsinngrep blir satt i verk, må det samles inn et fyldig materiale om vassdragssystemets (Otta, Lågen, Mjøsa, Vormå, Glåma) nåværende fysisk-kjemiske og biologiske tilstand.

De aktuelle reguleringsinngrep vil få betydning og være av interesse for flere fagområder - hydrologi (overflate- og grunnvann), klimatologi (særlig mikroklima, tåke, temperatur, isforhold), materialtransport i elvene, jorderosjon, hydrobiologi, fysisk-kjemisk vannkvalitet, jordbruk osv. Ved siden av dette vil en rekke interesser av praktisk karakter bli berørt - drikkevann, badeliv, rekreasjon, fiske, utførelse av fiske, resipientforhold osv. Ved en undersøkelse må alle disse fagområder eller bruksområder bli tatt tilbørlig hensyn til, slik at man får en helhetsvurdering eller totalvurdering av hele vassdragssystemets kvalitative tilstand samt innvirkning på de interesser som knytter seg til det.

7. Etter at hovedundersøkelsen er gjennomført, må det settes i verk en kontinuerlig oppfølgings- eller kontrollundersøkelse. Dette er nødvendig både for å skaffe tilveie et erfaringsmateriale om regulerings virkninger og for å ha en generell kontroll eller tilsyn med utviklingen i vassdraget, slik at myndighetene til enhver tid har det nødvendige grunnlagsmateriale for en bevisst vassdragspleie.

HOL/KEN

30/4-1974

13. LITTERATURLISTE

- Axelson, J. 1961 b: Zooplankton and impoundment of two lakes in northern (Randsaren and Kultsjøn) Rep. Inst. Freshw. Res. Drottning 42. 84-168.
- Elgmork, K. 1959: Seasonal occurrence of *Cyclops strenemus strenuus*. Folia limnol Scand. 11, 1-196.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1905: Planktonundersøgelser i norske vande. Nationaltrykkeriet. Christiania. 199 pp.
- Langeland, A. 1972: A comparison of the zooplankton communities in Seven Mountain Lakes near Lillehammer, Norway (1895 and 1971). Observations sur les cycles annuels des planctons crustacés. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottning. 39, 99-145.
- Nordseth, Kjell: Sedimenttransport i norske vassdrag. Sammendrag av arbeider ved Geografisk institutt, Universitetet i Oslo 1969-1973. NVE - Statskraftverkene. Februar 1974.
- NIVA-rapport: 0-110/65 Vannforsyning og avløpsforhold i Østlandsfylkene. Utredning for Østlandskomiteén 1967. Rapport I Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster. Del 2 Gudbrandsdalslågen. Oslo desember 1967.
- NIVA-rapport: 0-71/70 Ottavassdraget, Sjøa og Gudbrandsdalslågen. Orienterende fysisk-kjemisk og biologisk undersøkelse sommeren 1970. Oslo juni 1971.
- Steine, I. 1968. The development and annual Cycles of *Diaptomus laticeps* (Sars) and *Cyclops Scutifer* (Sars) in lake Vassbygdvatn, Aurland in Sogn and Fjordane, Western Norway. Bergen universitet. Årbok Ser. 5 (1969) s. 1-11.

Tabell 38. Vågvatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater. 15. januar 1972.

Dyp m	Temp. °C	Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	Oksygen % O <sub>2</sub>	pH	Spes.el.ledn.e. µS/cm, 20°C	Farge mg Pt/l	Turb. J.T.U.	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l	Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l	Tot.N. µg N/l	Nitrat µg P/l	Tot.fosfor µg P/l	Ortofosfat mg P/l
1	0	13,97	97,0	6,65	17,2	14	1,2	50	20	2,4	255	80	8	4
4	0,30	13,09	92,8	6,61	17,2	14	1,2	-	-	-	-	-	-	-
8	0,30	13,06	92,7	6,65	17,7	18	1,2	60	<10	2,5	185	80	6	3
12	0,45	12,85	91,5	6,80	18,3	14	1,3	-	-	-	-	-	-	-
16	0,50	12,58	90,0	6,60	17,9	16	1,3	50	15	2,5	195	80	11	5
20	0,60	12,50	89,4	6,70	18,6	11	0,8	-	-	-	-	-	-	-
30	0,15	14,02	99,8	6,70	17,6	15	1,3	60	10	2,3	225	80	6	3
40	-	-	-	6,60	19,2	14	1,2	-	-	-	-	-	-	-
50	2,0	-	-	6,65	19,8	15	1,2	-	-	-	-	-	-	-
60	0,20	14,04	99,8	6,65	18,8	12	1,3	60	<10	2,4	180	80	5	3
70	2,40	11,53	87,0	6,70	16,2	12	1,4	50	<10	2,5	-	-	17	3
76	2,40	11,27	84,9	6,70	15,4	16	1,4	60	<10	2,5	170	60	5	3



Tabell 40. Vågvatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater. 14. mai 1972.

Dyp m	Temp. °C	Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	Oksygen % O <sub>2</sub>	pH	Spes. el. ledn. e. µS/cm, 20°C	Farge mg Pt/l	Farge filtr. mg Pt/l	Turb. J.T.U.	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l	Sillium mg SiO <sub>2</sub> /l	Tot. N µg N/l	Nitrat µg P/l	Tot. fosfor µg P/l	Ortofosfat mg P/l
1	3,28	10,8	83,5	6,59	19,3	25	-	1,7	50	30	2,5	220	80	7	3
4	3,25	11,2	87,0	6,73	18,7	22	-	1,3	50	30	2,6	180	70	6	2
8	3,26	11,2	87,0	6,67	19,6	16	-	1,3	50	30	2,5	170	70	6	2
12	3,33	11,0	85,5	6,63	19,5	22	-	1,4	50	30	2,5	180	70	13	2
16	3,34	11,0	85,5	6,60	19,8	20	-	1,5	40	25	2,5	155	70	6	2
16	3,36	10,9	84,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	3,63	10,9	85,0	6,58	19,6	22	-	1,9	50	35	2,7	180	65	8	4
50	3,62	11,1	86,5	6,59	20,4	38	-	1,9	100	30	2,6	175	65	11	7
60	3,73	10,9	85,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	3,70	11,0	86,0	6,74	20,3	61	15	3,5	140	30	2,6	195	65	13	7



Tabell 42. Vågvatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater. 16. juli 1972.

Dyp m	Temp. °C	Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	Oksygen % O <sub>2</sub>	pH	Spes.e.l.edn.e µS/cm, 20°C	Farge mg Pt/l	Farge filtr. mg Pt/l	Turb. J.T.U.	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l	Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l	Tot.N µg N/l	Nitrat µg P/l	Tot.fosfor µg P/l	Ortofosfat mg P/l
1	14,20	10,5	105,7	6,76	11,5	65	21	5,6	150	15	1,5	125	30	11	5
2	14,10	10,5	105,5	6,69	12,4	67	36	5,6	-	-	-	-	-	-	-
4	13,10	10,7	104,9	6,69	11,6	67	26	5,6	140	10	1,5	115	30	12	5
8	12,25	10,7	103,3	6,67	12,5	59	49	5,8	-	-	-	-	-	-	-
16	10,85	10,9	101,9	6,70	11,5	133	67	6,2	180	10	1,5	105	40	11	6
20	10,10	11,0	100,9	6,57	11,7	72	29	7,4	-	-	-	-	-	-	-
30	8,95	11,2	100,1	6,60	13,0	76	36	6,9	110	10	1,6	135	50	15	5
40	6,80	11,5	97,3	6,61	15,6	55	28	5,2	-	-	-	-	-	-	-
50	6,7	11,4	96,2	6,64	25,2	57	20	4,2	-	-	-	-	-	-	-
60	6,35	11,5	96,3	6,60	16,0	51	43	5,7	80	10	2,0	190	60	10	4



Tabell 43. Vågvatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater. 16. august 1972.

Dyp m	Temp. °C	Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	Oksygen % O <sub>2</sub>	pH	Spes. el. ledn. e. µS/cm, 20°C	Farge mg Pt/l	Farge filtr. mg Pt/l	Turb. J. T. U.	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l	Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l	Tot. N µg N/l	Nitrat µg P/l	Tot. fosfor µg P/l	Ortofosfat mg P/l
1	12,95	10,21	100,0	6,85	10,2	300	62	17	445	15	1,5	120	20	26	24
2	13,00	10,26	100,6	6,70	10,0	200	20	15	370	15	1,5	110	30	19	16
4	12,60	10,21	99,2	6,78	10,3	224	54	14	400	15	1,6	105	30	21	21
8	12,50	10,36	100,6	6,77	10,4	289	52	14	415	20	1,5	130	30	22	21
12	12,10	10,26	98,7	6,77	10,3	300	62	17	420	25	1,5	115	30	25	24
16	11,55	10,31	97,8	6,68	9,8	338	64	20	535	20	1,5	105	30	32	32
20	11,25	10,36	97,7	6,57	10,0	338	64	19	525	20	1,5	100	30	31	31
30	9,20	10,72	96,2	6,65	12,3	290	54	17	415	20	1,6	130	40	34	29
40	7,20	10,92	93,3	6,54	15,2	74	26	5,8	135	15	2,0	160	60	9	8
50	6,65	10,82	91,2	6,63	14,9	52	22	6,5	140	10	2,0	155	60	14	13
60	6,55	10,82	91,0	6,64	15,2	58	20	4,4	105	10	2,1	150	60	7	6
70	6,45	10,87	91,2	6,58	15,1	75	20	5,3	120	10	2,0	175	60	12	10
75	6,45	10,82	90,7	6,57	15,3	62	22	5,7	105	10	2,0	160	60	9	9

Tabell 44. Vågvatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater. 3. oktober 1972.

Lyp m	Temp. °C	Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	Oksygen % O <sub>2</sub>	pH	Spes.el.l.edn.e. µS/cm, 20°C	Farge mg Pt/l	Farge filtr. mg Pt/l	Turb. J.T.U.	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l	Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l	Tot.N µg N/l	Nitrat µg N/l	Tot.fosfor µg P/l	Ortofosfat mg P/l
1	8,20	10,72	93,95	6,79	13,2	38	11	3,4	100	<10	1,9	115	40	7	4
2	8,20	10,58	92,73	6,70	13,0	41	11	4,1	100	<10	1,9	95	40	7	5
4	8,15	10,58	92,56	6,75	13,0	49	16	3,7	130	10	1,9	90	40	7	6
8	8,15	10,67	93,35	6,67	13,0	40	12	3,6	120	10	1,9	120	40	7	5
12	8,15	10,67	93,35	6,69	13,0	36	13	3,2	110	15	1,9	125	40	8	5
16	8,15	10,67	93,35	6,74	13,5	47	15	3,6	130	10	1,9	135	40	7	5
20	8,10	10,67	93,27	6,71	13,7	38	12	3,3	90	10	2,0	95	40	6	4
30	7,90	10,58	92,00	6,77	14,5	40	12	3,1	110	10	2,0	135	40	6	5
40	7,70	10,49	90,82	6,75	14,2	34	9	3,3	80	<10	2,1	155	40	5	3
50	7,50	10,67	91,90	6,62	14,1	40	13	3,6	100	<10	2,1	140	50	7	4
60	7,35	10,67	91,51	6,61	14,5	34	11	3,6	90	10	2,1	140	50	6	4
70	7,30	10,58	90,66	6,73	14,1	45	18	3,8	120	10	2,1	145	60	6	5