

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

0-74/76

OVERVÅKING AV MJØSA

FREMDRIFTSRAPPORT nr. 8

UNDERSØKELSER I 1977

1. september 1978

Saksbehandler: Hans Holtan

Instituttetsjef Kjell Baalsrud

ISBN 82-577-0088-6

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
1. INNLEDNING	4
2. TRANSPORT AV NÆRINGSSALTER VIA TILLØPSELVER	4
3. RUTINEMESSIGE UNDERSØKELSER I MJØSA	13
3.1 Fysisk-kjemiske forhold	13
4. SIKTEDYP	20
5. PLANTEPLANKTON	20
5.1 Total klorofyll <u>a</u>	24
5.2 Primærproduksjon	25
6. KREPSDYRPLANKTON	29
7. MATEMATISK STRØMNINGSMODELL	31
7.1 Innledning	31
7.2 Resultater	32
7.3 Generelt	34
8. SAMMENFATNING	40
9. ORDLISTE - BEGREPSTOLKNING	49

TABELLFORTEGNELSE

1. Vannføring og årstransport av tot fosfor (P) og tot nitrogen (N) i 1976 og 1977	5
2. Transport av fosfor: tot P og filtrert P i kg pr. år 1977	11
3. Partikulær materialtransport i tilløpselvene til Mjøsa samt Vormå i 1977	12
4. Middelkonsentrasjonen av en del fysisk-kjemiske komponenter under vårsirkulasjonen (mai 1977) på hovedstasjonene	13
5. Midlere konsentrasjonsverdier for total fosfor under vårsirkulasjonsperioden (mai) på de forskjellige hovedstasjoner i Mjøsa	14
6. Oksygenforholdene i bunnområdene på de forskjellige observasjonsdager 1977	15
7. Planteplanktonbiomasse i perioden mai-oktober og prosentvis andel blågrønnalger 1976 og 1977	24

8. Primærproduksjonsdata fra Mjøsa st. Skreia i perioden 1973-1977	25
9. Brøttum 1977. Årsproduksjon (15/4-15/12)	40
10. Furnesfjorden 1977. Årsproduksjon (15/4-15/12)	44
11. Skreia 1977. Årsproduksjon (15/4-15/12)	45
12. Morskogen 1977. Årsproduksjon (15/4-15/12)	46
13. Individantall under 1 m^2 overflate i dypsonen 0-20 m og 0-50 m for krepsdyrplankton ved fem lokaliteter i Mjøsa september 1977	47-48

FIGURFORTEGNELSE

1. Vannstandsvariasjoner i Mjøsa og vannføring i tilløpselver og utløp (Vorma) 1977	6
2. Mjøsa. Tilførsler av total fosfor i kg/døgn 1977	7
3. Mjøsa. Tilførsler av total nitrogen i tonn/døgn 1977	8
4. Mjøsa. Tilførsler av silisium (SiO_2) 1977	9
5. Fosforkonsentrasjoner i Mjøsa 1977	16
6. Nitrogenkonsentrasjoner i Mjøsa 1977	17
7. Silisiumkonsentrasjon i Mjøsa-overflatelagene 1977	18
8. Silisiumkonsentrasjon og kiselalgenes biomasse (mengde) i Mjøsa (st. Skreia) i 1977. Vannføring i Gudbrandsdalslågen	19
9. Vannføring i Lågen og siktedyp i Mjøsa 1976-1977	21
10. Total algebiomasse og andel av blågrønnalger 1976 og 1977, basert på blandprøver 0-10 m dyp	23
11. Total klorofyll <u>a</u> 1976 og 1977, basert på blandprøver 0-10 m dyp	26
12. Planteplanktonproduksjonen i 1976 og 1977 uttrykt som $\text{mg C/m}^2/\text{døgn}$	27
13. Forekomst av krepsdyrplankton under sensommeren i Mjøsas sentrale partier (Skreia) tidsperioden 1972-1977	30
14. Beregnede strømhastigheter etter ett døgn med konstant vind	35
15. Vertikale hastigheter i 25 m's nivå	36
16. Observerte og beregnede temperatur-profiler	37
17. Observerte temperaturer 28. september 1977	38
18. Mjøsa. Beregnede temperaturer 28. september 1977	38
19. Dybdekart	39

1. INNLEDNING

Aktivitetene innenfor NIVA's Mjøsundersøkelser har i 1977 i hovedsak konsentrert seg om

- Innsamling og bearbeidelse av prøver for beregninger av stofftransporten via 14 tilløp til Mjøsa samt Vorma.
- Innsamling og bearbeidelse av fysisk-kjemisk observasjonsmateriale fra de 5 hovedstasjoner i Mjøsa.
- Innsamling og bearbeidelse av biologisk materiale fra de 5 hovedstasjoner i Mjøsa.

Den rutinemessige del av programmet ble gjennomført etter de opprinnelige planer, bortsett fra visse avvik på grunn av dårlig vær.

Det var også i 1977 visse driftstekniske vanskeligheter ved registrering av vannføring. Dette gjelder spesielt Bråstadelva, Svartelva og Vikselva, og ved vurdering av de beregnede transportverdier må dette tas i betraktning.

2. TRANSPORT AV NÆRINGSSALTER VIA TILLØPSELVER

De utførte målinger av transporten av næringssalter til Mjøsa hadde som hovedhensikt å angi betydningen av den igangsatte "Mjøsaksjon" samt å fremskaffe data for visse empiriske modellbetraktninger. Resultatene er angitt i tabell 1 som også viser tilsvarende resultater for 1976. Variasjoner i henholdsvis vannføring, fosfor-, nitrogen- og silisiumtransport over året er angitt i figurene 1, 2, 3 og 4. Resultatene baserer seg på ukentlige prøver i tidsrommet april-oktober og månedlige prøver resten av året. Data angående stofftransporten fra Mjøsas nærområde (innbefattet byer og tettsteder med direkte utslipp i Mjøsa), bygger på antakelser ut fra de opplysninger som foreligger angående arealer, forurensningsbegrensende tiltak o.l.

Tabell 1. Vannføring og årstransport av tot fosfor (P) og tot nitrogen (N) i 1976 og 1977.

	Vannf. i m ³ /år . 10 ⁶		Tonn tot P/år		Tonn tot N/år	
	1976	1977	1976	1977	1976	1977
Gudbrandsdals- lågen	7359,0	6183,9	58,13	41,18	1731,7	1143,8
Gausa	226,3	676,4	3,74	9,92	163,1	465,0
Rinda	26,1	94,0	0,20	0,61	16,7	76,7
Vismunda	50,8	108,7	0,34	0,81	39,9	68,7
Stokkelva	37,2	98,5	0,25	1,12	26,1	115,1
Bråstadelva	10,2	106,4	0,11	1,16	7,8	118,3
Hunnselva	79,9	167,2	14,29	7,70	795,8	551,0
Lena	71,3	116,1	8,07	6,79	245,9	412,2
Vikselva	25,1	22,7	0,43	0,41	15,0	28,3
Svartelva	169,4	132,0	20,37	4,26	222,7	181,7
Flagstadelva	68,0	200,1	7,85	3,76	120,2	183,6
Brumunda	51,4	68,0	1,49	1,26	42,7	48,9
Moelva	47,0	90,0	0,88	1,32	34,2	76,2
Mesna	106,7	144,2	3,63	2,68	45,7	53,8
Sum	8328,4	8208,2	119,78	82,98	3507,5	3523,3
Fra næromr. (anslått)			167,00	147,00	710,0	1120,0
Totalt			286,78	229,98	4217,5	4643,3
Vorma	8501,4	8797,2	91,13	73,55	3893,8	3929,1
Differanse			195,65	156,43	323,7	714,2

Fig.1. Vannstandsvariasjoner i Mjøsa og vannføring i tilløpselver og avløp (Vorma) 1977.
0 m på Hamar VM = 117,936 m.o.h.

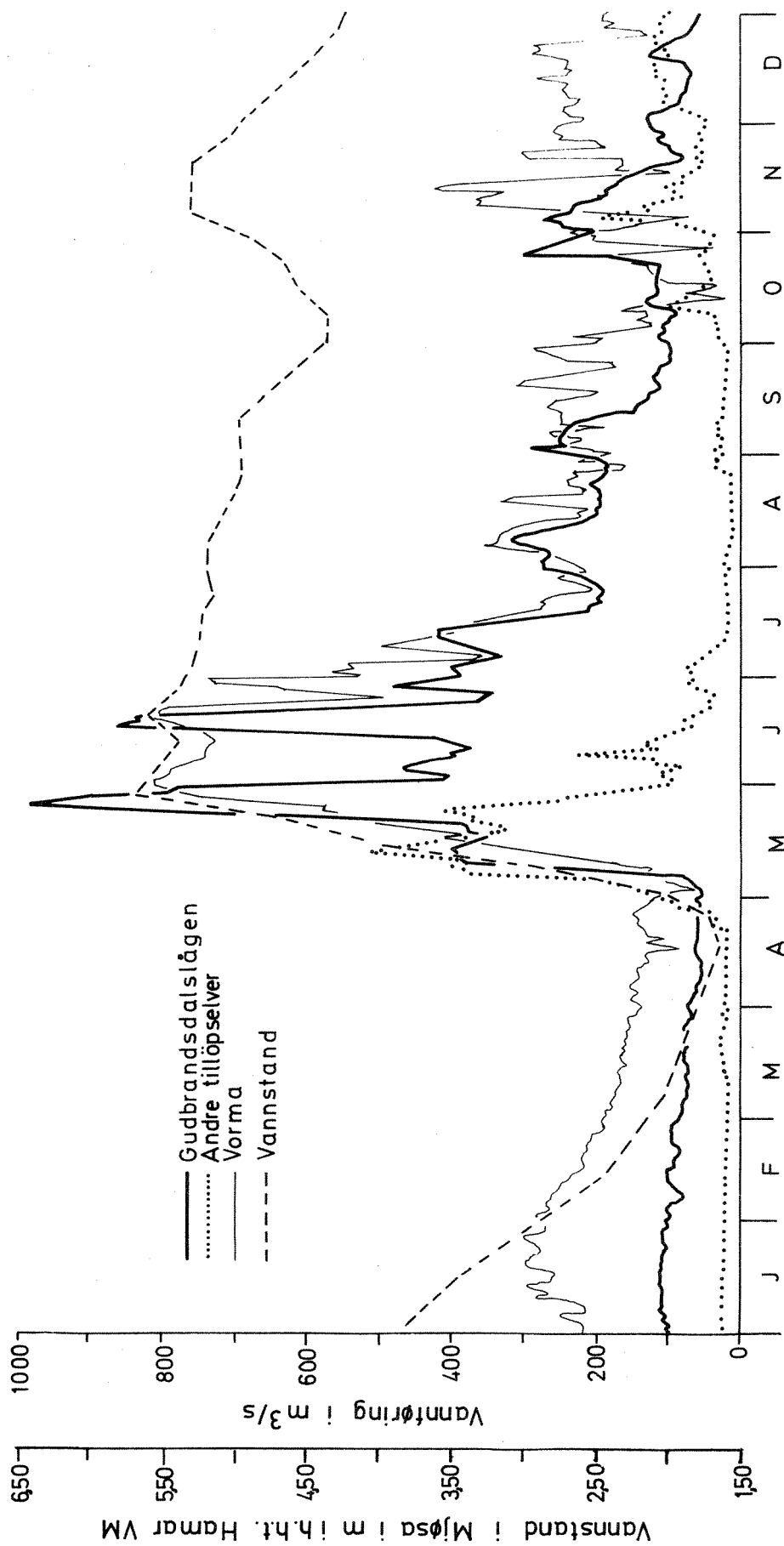


Fig. 2 Mjøsa. Tilførsler av total fosfor i kg/døgn 1977.

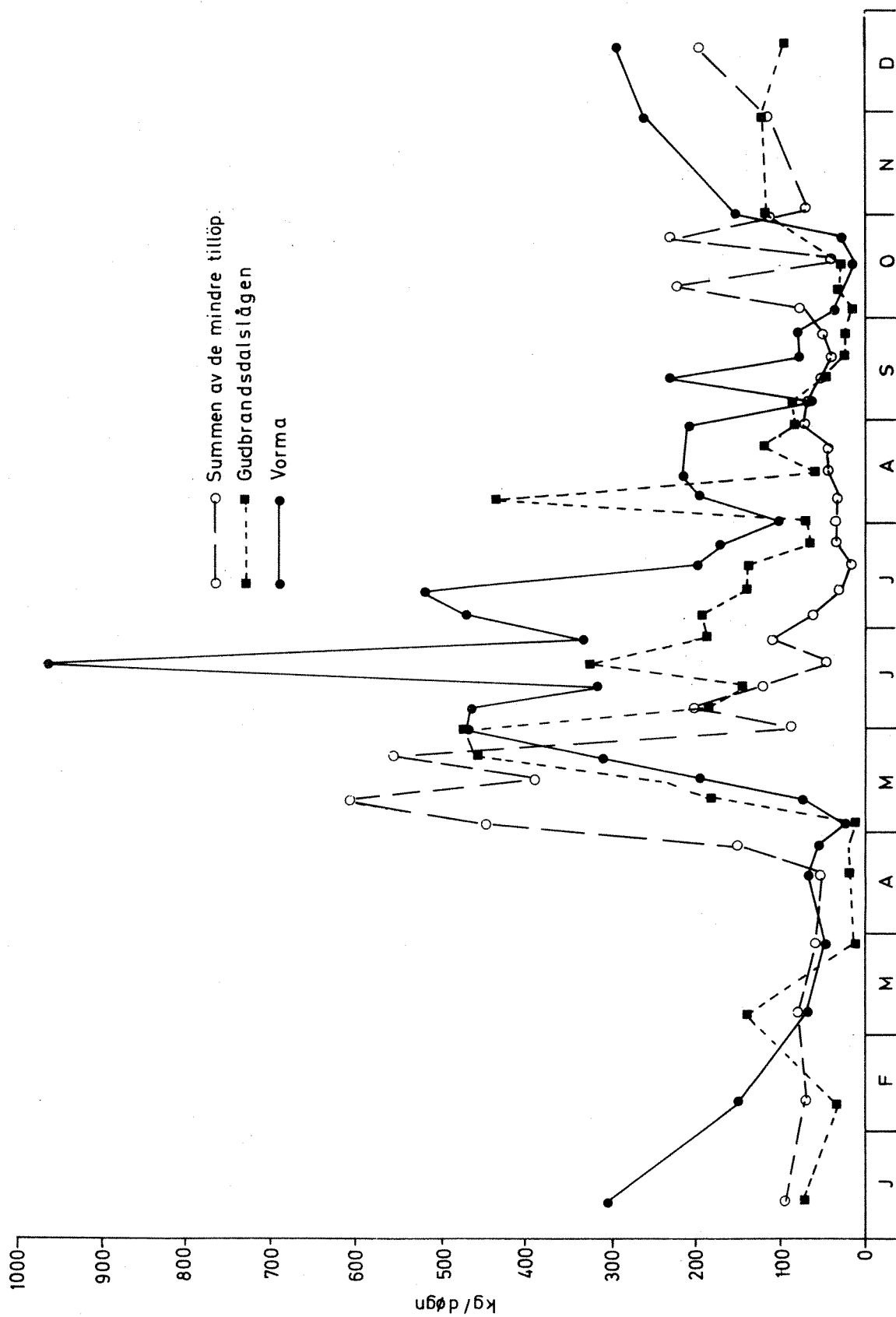


Fig.3 Mjøsa. Tilførster av total nitrogen i tonn/døgn 1977.

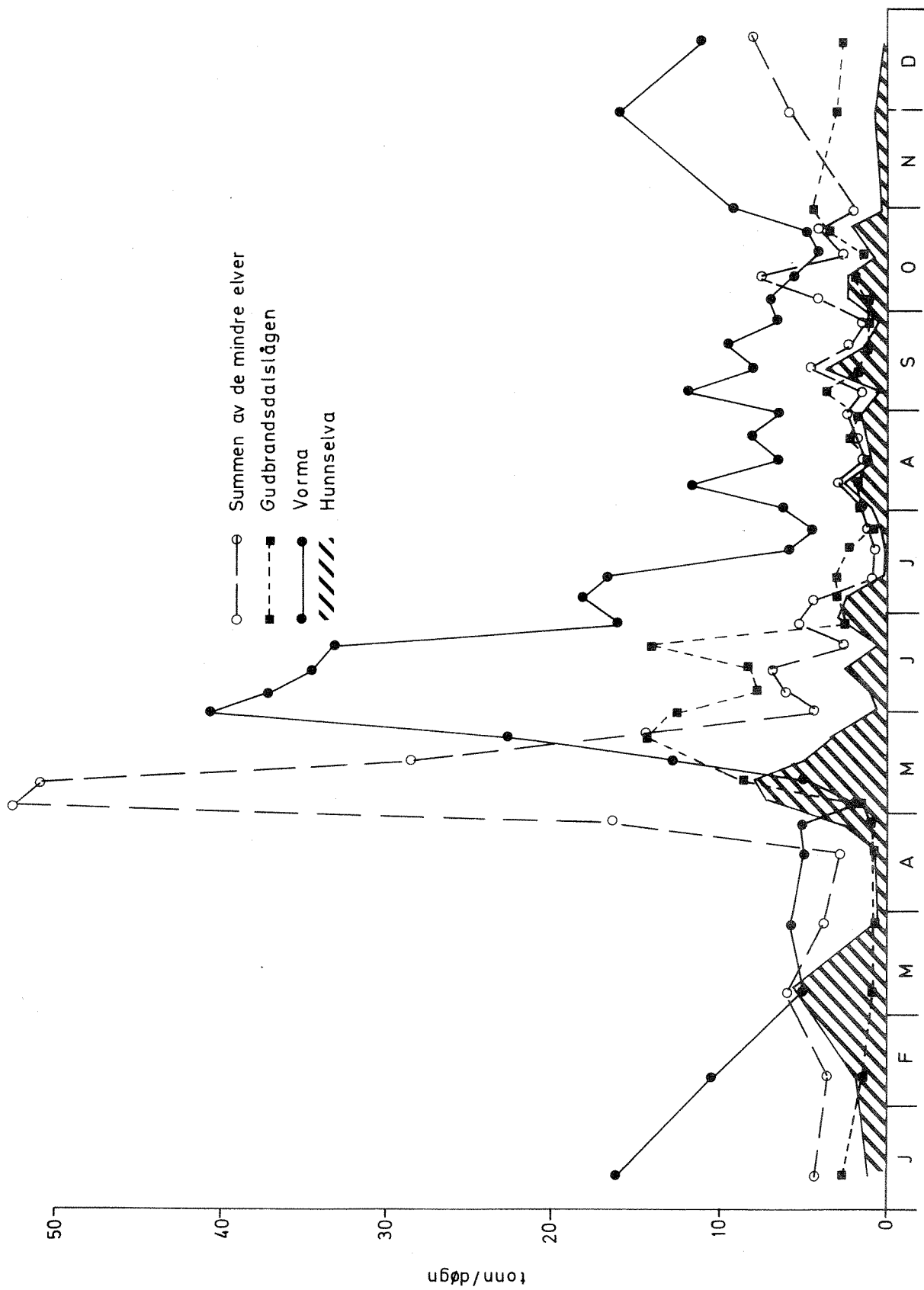
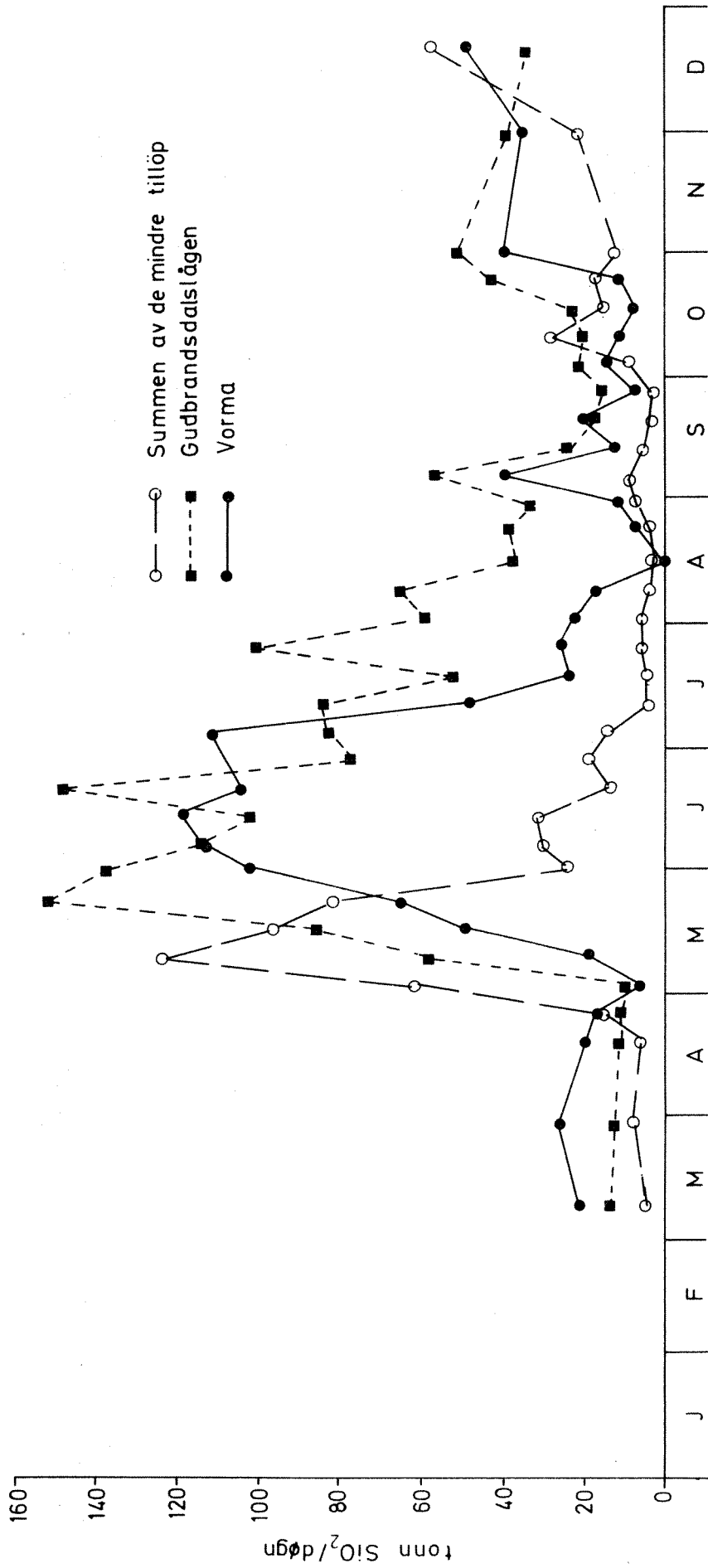


Fig. 4. Mjøsa. Tilførsler av silisium (SiO_2) 1977



Som tabell 1 viser var avrenningsforholdene i 1976 og 1977 svært forskjellige. Mens den totale årsvannføring i Lågen var ca. 16% lavere i 1977 enn i 1976, var tilførselene via de øvrige tilløpselver omtrent dobbelt så store (ca. 109%) i 1977 sammenlignet med 1976. At vannføringen viste et motsatt mønster i Vikselva og Svartelva har antakelig sammenheng med visse driftsvanskeligheter av vannføringsstasjonene.

Totalt sett var transporten av total fosfor til Mjøsa via tilløpselvene ifølge observasjonsmateriale ca. 34% lavere i 1977 enn i 1976, mens tilsvarende reduksjon i Vorma var ca. 19%. For Lågens vedkommende kan forskjellen i transportverdiene tildels tilskrives lavere vannføring i 1977 enn i 1976 - noe som vil medføre mindre erosjon og følgelig mindre stofftransport. I hvilken grad eventuelle forurensningsbegrensende tiltak har hatt betydning er ut fra det foreliggende observasjonsmateriale vanskelig å avgjøre. Som nevnt var den samlede vannføring i de øvrige Mjøselver over dobbelt så stor i 1977 som i 1976, men til tross for dette avtok fosfortransporten i disse elver ifølge observasjonsmateriale med ca. 33%. Dette må i vesentlig grad tilskrives iverksettelse av rensetekniske tiltak, bruk av fosforfrie vaskemidler o.l. I denne sammenheng kan det være av interesse å merke seg at fosfortransporten i elver som drenerer jordbruksområder (jord - erosjon) og med liten kloakkvannstilførsel, hadde betydelig større fosfortransport i 1977 enn i 1976 (f.eks. Gausa, Rinda, Vismunda, Stokkelva, Bråstadelva), mens fosfortransporten i elver som i større grad er belastet med kloakkvann, var blitt betydelig redusert i samme tidsrom. I henhold til observasjonsmateriale forelå ca. 45% (tabell 2) av det tilførte fosfor som partikulært. I elver som Lena, Hunnselva, Gausa og Mesna var relativt sett den partikulære fosfor-fraksjon størst. Dette avspeiles også i den partikulære materialtransport (tabell 3).

Forskjell i avrenningen i 1976 og 1977 innvirker på erosjonsforholdene og dermed på elvenes partikulære materialtransport. Bortsett fra Lågen, Hunnselva og Mesna var materialtransporten i "Mjøselvene" av nevnte grunn betydelig høyere i 1977 enn i 1976.

Den totale nitrogentransporten til og fra Mjøsa via tilløp/avløp var av samme størrelsesorden i 1977 som i 1976 (tabell 1), idet Lågens nitrogentransport var ca. 34% lavere og de øvrige elvers transport ca. 34% høyere. Dette har sammenheng med nedbør og avrenningsforholdene. Da nedbør, jordbruksvirk-

somhet og visse industriaktiviteter er de viktigste kilder for nitrogentilførsel, samt at iverksatte kloakkrensaneanlegg i liten grad fjerner nitrogen, vil "Mjøs-aksjonen" i liten grad influere på transporten av denne komponent.

Av fig. 1 til 4 går det klart frem at den største stofftransporten til Mjøsa foregår i flomperioder særlig om våren. Det er imidlertid grunn til å merke seg at fosfortransporten i disse perioder i langt større grad foreligger som partikulært fosfor enn i lavvannsperioder. Dette har sammenheng med tilførsel av erosjonsmateriale fra jordbruksområder o.l.

Silisiumtransporten i Mjøselvene er angitt i fig. 4. Variasjonsmønstre er her som for de øvrige parametre.

Tabell 2. Transport av fosfor:tot P og filtrert P i kg pr. år 1977.

Elv	Fosfortransport			% partikulært fosfor
	Tot P	Løst fosfor	Partikulært fosfor	
Gudbrandsdalslågen	41183	25669	15514	37,7
Gausa	9921	4665	5256	53,0
Rinda	610	458	152	24,9
Vismunda	812	597	215	26,5
Stokkelva	1119	705	414	37,0
Bråstadelva	1158	753	405	35,0
Hunnselva	7702	3602	4100	53,2
Lena	6791	2764	4027	59,3
Vikselva	408	253	155	38,0
Svartelva	4260	2145	2115	49,6
Flagstadelva	3764	1832	1932	51,3
Brumunda	1257	638	619	49,2
Moelva	1317	656	661	50,2
Mesna	2678	1214	1464	54,7
Sum	82980	45951	37029	44,6
Vorma	73546	47160	26386	35,9

Tabell 3. Partikulær materialtransport i tilløpselvene til Mjøsa
samt Vorma i 1977.

(Tørrstoff på filter: - tørket ved 105°C,
gløderest: - glødet ved 480°C).

	Tonn pr. år			% org. av tørrstoff
	Tørrstoff	Gløderest	Differanse	
Gudbrandsdalslågen	10943	7645	3298	30
Gausa	16312	15137	1175	7
Rinda	161	90	71	44
Vismunda	456	335	121	27
Stokkelva	242	145	97	40
Bråstadelva	303	157	146	48
Hunnselva	2319	994	1325	57
Lena	1476	1053	423	29
Vikselva	104	60	44	42
Svartelva	382	168	214	56
Flagstadelva	701	360	341	49
Brumunda	391	276	115	29
Moelva	232	136	96	41
Mesna	1135	110	1025	90
Sum	35157	26666	8491	24
Vorma	16812	8844	7968	47
Differanse	18345	17822	523	3

3. RUTINEMESSIGE UNDESØKELSER I MJØSA

3.1 Fysisk-kjemiske forhold

Konsentrasjonen (middelverdien) av noen kjemiske parametre før produksjonsperiodens start går frem av tabell 4. Variasjoner i fosforkonsentrasjonene (middelverdier) under vårsirkulasjonen på de forskjellige observasjonsstasjoner er angitt i tabell 5.

Tabell 4. Middelkonsentrasjonen av en del fysisk-kjemiske komponenter under vårsirkulasjonen (mai 1977) på hovedstasjonene.

Komponent	Brøttum 10/5	Gjøvik 19/5	Furnesfj. 12/5	Skreia 13/5	Morskogen 12/5
Temperatur °C	3,07	3,63	3,07	3,38	3,45
Oksygen, mg O ₂ /l	10,7	10,7	10,7	11,2	11,2
Oksygen, % metning	82,1	83,5	82,2	86,9	86,5
pH	6,80	6,91	6,86	6,91	6,96
Konduktivitet µS/cm	34,9	35,1	40,2	35,6	35,9
Farge, mg Pt/l	11	11	22	13	14
Turbiditet, JTU	0,34	0,2	0,37	0,2	0,2
Silisium, µg SiO ₂ /l	1,9	1,5	1,5	1,4	1,5
Tot N, µg N/l	456	468	544	455	420
Nitrat, µg N/l	295	358	436	355	347
Tot P, µg P/l	5,3	5,9	7,2	5,6	5,7
Orto-P µg P/l	2,6	2,7	2,7	2,8	3,1
Alkalitet mekv. v/pH 4,5	0,167	0,198	0,204	0,195	0,197

Bortsett fra noe lavere saltholdighet var den generelle vannkvalitet våren 1977 i god overensstemmelse med forholdene på tilsvarende tidspunkt i 1976. Middelveiene for total fosfor var imidlertid betydelig lavere i 1977 sammenlignet med tidligere år (tabell 5).

Tabell 5. Midlere konsentrasjonsverdier for total fosfor under vårsirkulasjonsperioden (mai) på de forskjellige hovedstasjoner i Mjøsa.

	Brøttum	Gjøvik	Furnesfjorden	Skreia	Morskogen
1972	29/5 9,0		1/6 12,6	31/5 9,3	30/5 8,6
1973	3/5 7,8	6/5 7,5	3/5 11,4	4/5 12,8	5/5 8,2
1974	28/5 7,6	28/5 9,0	27/5 8,6	27/5 9,0	29/5 9,6
1975	6/6 9,6	30/5 8,2	30/5 8,7	28/5 8,2	28/5 8,4
1976	13/5 7,3	19/5 8,8	18/5 9,9	19/5 9,6	20/5 7,4
1977	10/5 5,3	19/5 5,9	12/5 7,2	15/5 5,6	12/5 5,7

Det samme var også tilfelle for de midlere ortofosfatverdier (figur 5). Dette kan skyldes flere ting.

1. Forskjell i avrenningsforholdene.
2. Effekt av forurensningsbegrensende tiltak.
3. Sedimentasjon av fosfor via algebiomasse i 1976.
4. Feil i analyser.

Det er vanskelig på bakgrunn av det foreliggende materiale å avgjøre hvilke effekter som har størst betydning. Noe lavere silisiuminnhold i 1977 enn i 1976 tyder på at sedimentasjonseffekten kan ha hatt en viss betydning. Mens vårsirkulasjonens nitratkonsentrasjon var av samme størrelsesorden de to observasjonsår, var verdiene for total nitrogen betydelig høyere i 1977 enn i 1976. Bortsett fra eventuell økt nitrogentilførsel via nedbør og fra jordbruket er denne forskjell vanskelig å forklare.

Tidsvariasjonene i overflatelagenes (blandprøve 0-10 m) næringssaltkonsentrasjoner er gjengitt i figurene 5, 6 og 7. Reduksjon i konsentrasjonen av total fosfor utover høsten kunne tyde på en betydelig sedimentasjonseffekt (sinking rate). Variasjonene forøvrig har sannsynligvis sammenheng med varierende avrenning og strømforhold.

Både nitrogen (tot N og NO₃) og silisiuminnholdet (fig. 8) avtok etterhvert som vannføringen i Lågen avtok og algeveksten fikk større betydning utover sommeren.

Oksygensituasjonen i bunnområdene på de forskjellige observasjonsstasjoner og observasjonsdager er fremstilt i tabell 6.

Tabellen viser at det er et visst oksygenforbruk mot dypet på alle observasjonsstasjoner. Spesielt gjør dette seg gjeldende i Furnesfjorden og i Mjøsas nordlige områder. Dette har sannsynligvis sammenheng med tilførsel av organisk materiale fra landområdene, som sedimenterer og forbruker oksygen ved forråtnelsesprosessene. Sedimentasjon av algemateriale innvirker også på dette forhold.

Tabell 6. Oksygenforholdene i bunnområdene på de forskjellige observasjonsdager 1977.

Ovservasjons- dager	Brøttum 80 m		Gjøvik 300 m		Furnesfj. 80 m		Skreia 400 m		Morskogen 300 m	
	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
19/1							9,8	76,3		
14-17/3	10,4	80,4	10,4	81,2	8,7	66,9	9,3	72,6	10,6	82,5
14/4							9,7	75,7		
12-19/5	8,6	66,6	10,5	81,8	11,2	86,3	10,7	83,0	10,0	77,6
13/6							9,8	76,0		
7/7							10,1	78,5		
4/8							10,2	79,6		
7/2-7/9	9,6	78,8	10,4	81,1	10,7	84,7	10,9	86,0	10,2	79,5

Fig. 5 Fosforkonsentrasjoner i Mjøsa 1977

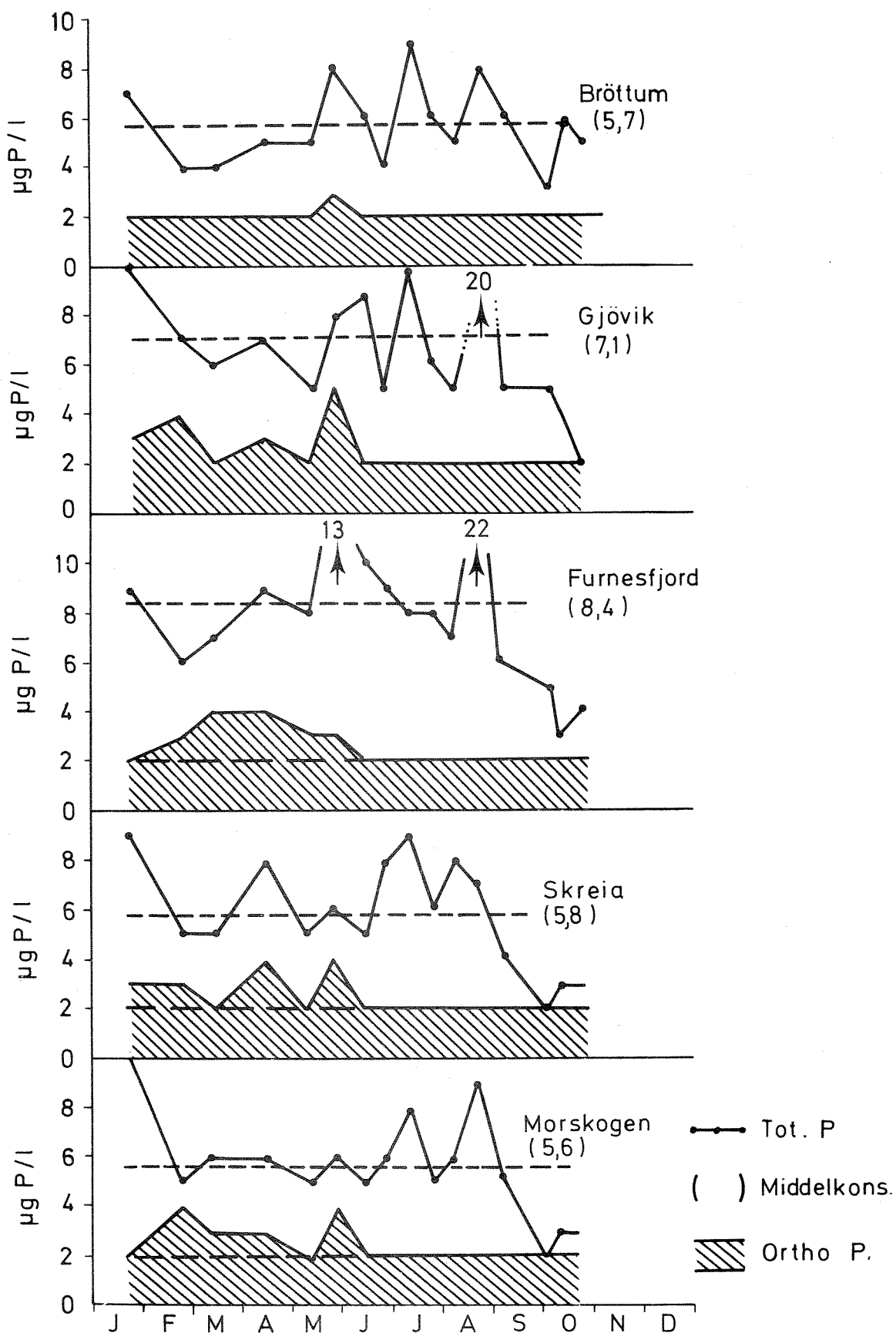


Fig. 6 Nitrogenkonsentrasjoner i Mjøsa 1977

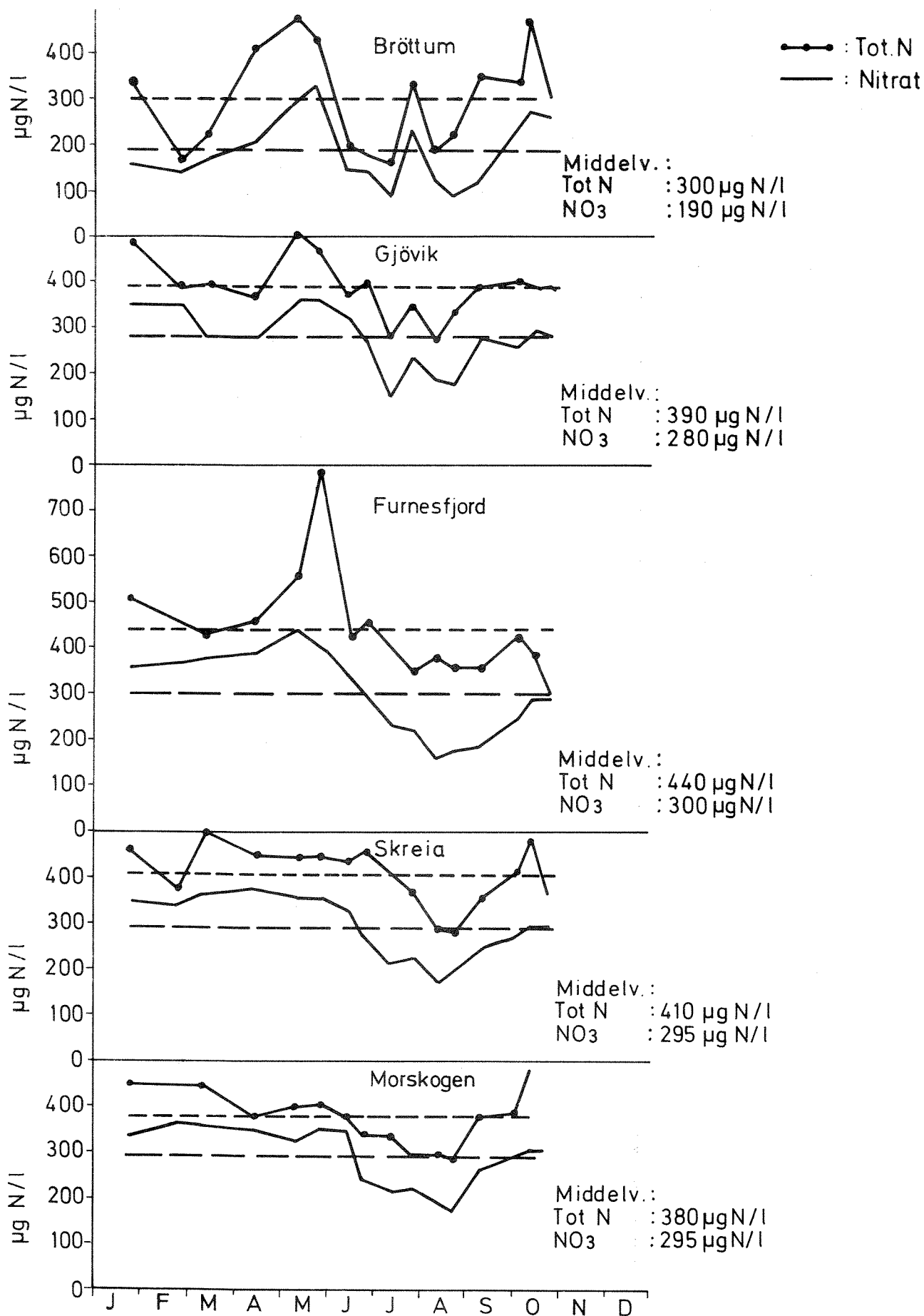


Fig. 7 Silisiumkonsentrasjon i Mjøsa-overflate-lagene 1977

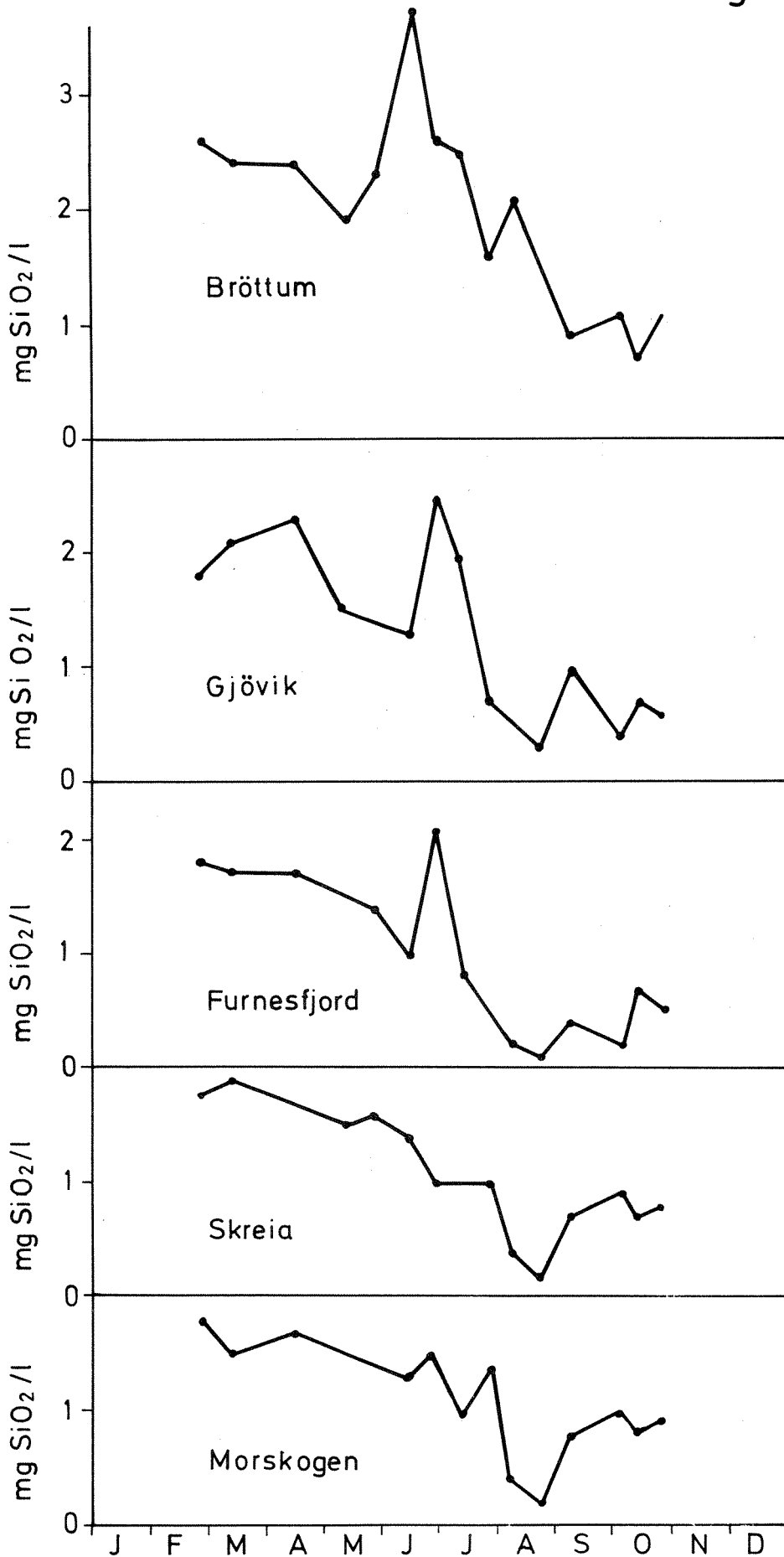
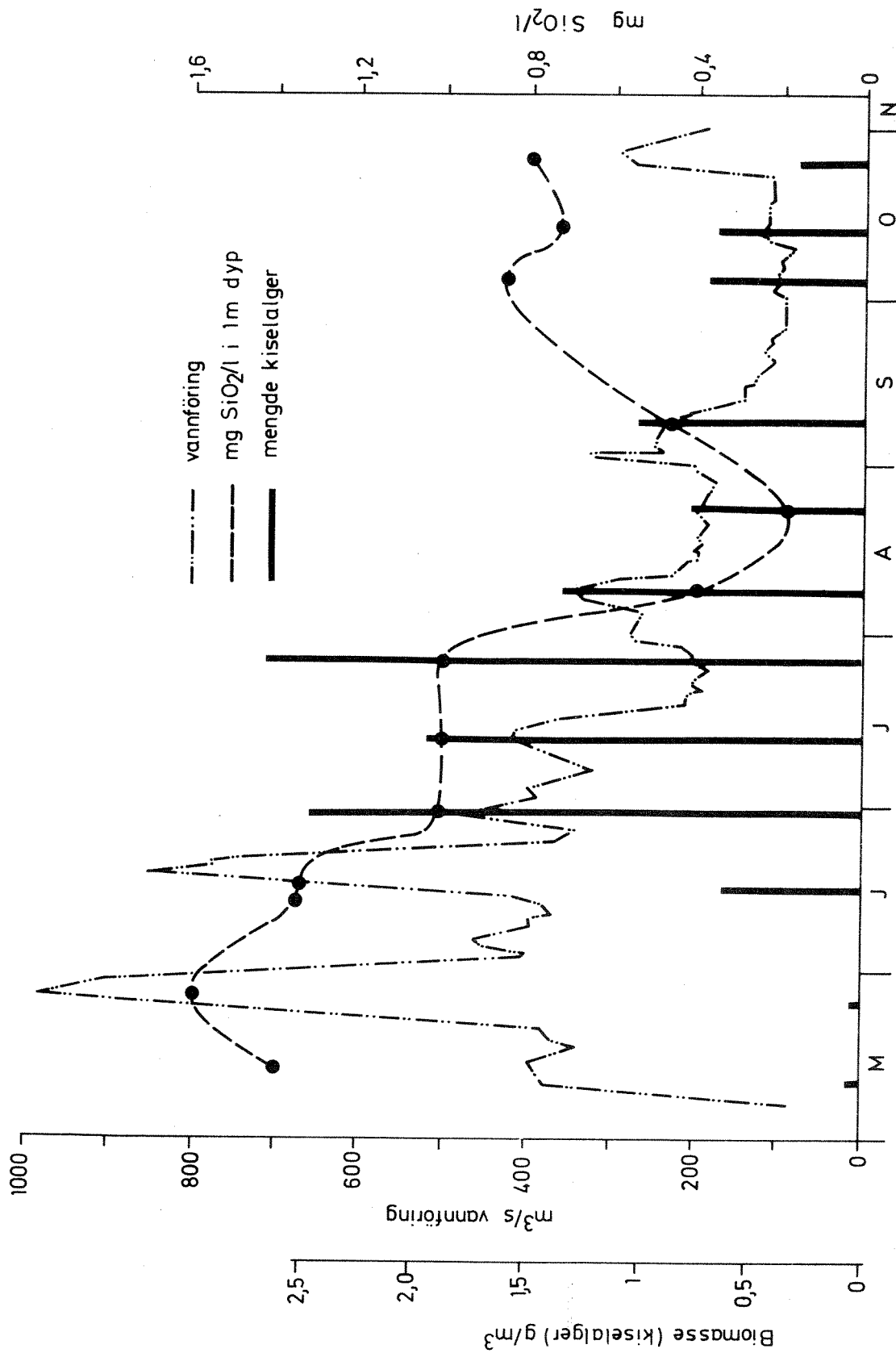


Fig. 8. Siliumkonsentrasjon og kiselalgenes biomasse (mengde) i Mjøsa (st. Skreia) i 1977. Vannføringsvariasjoner i Gudbrandsdalslågen.



4. SIKTEDYP

Variasjonen i siktedypet på de forskjellige stasjoner går frem av figur 9. Av denne figuren går det frem at siktedypet i hovedbassenget var vel 12 m både i 1976 og 1977. På grunn av elvetransportert partikulært materiale var siktedypet om våren lavest i den nordlige del av Mjøsa begge år. I juni/juli var siktedypet på alle stasjoner noe mindre i 1977 enn i 1976, men begge år var det av størrelsesorden 4 m. Utover sommeren (august/september) var siktedypet betydelig større i 1977 enn i 1976. Dette skyldes forskjell i blågrønnalgeforekomsten de to år (se neste kapittel). Siktedypet økte ytterligere videre utover høsten.

5. PLANTEPLANKTON

Variasjonene i planteplanktonets biomasse og andelen av blågrønnalger i vekstperioden 1977 er fremstilt i figur 10.

Figuren er basert på analyseresultater av blandprøver av vannmassene fra 0-10 m dyp.

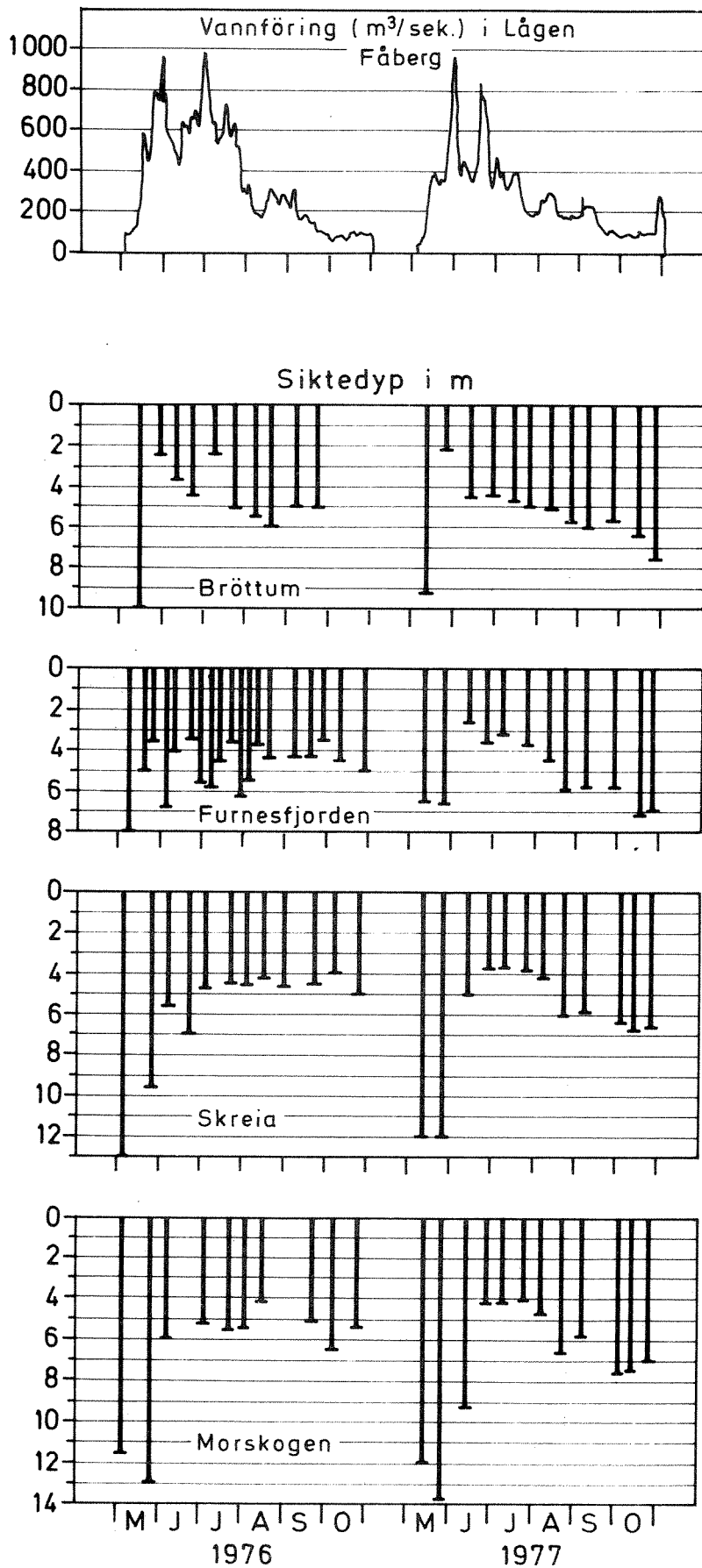
For sammenligningens skyld er på samme figur plottet inn tilsvarende resultater fra 1976.

På stasjonen i Furnesfjorden var algebiomassen lav frem til månedsskiftet mai-juni, da det skjedde en kraftig oppblomstring i løpet av kort tid. Denne algeblomsten varte et par måneder frem til månedsskiftet juli-august, hvorefter algebiomassen igjen avtok sterkt.

Denne algeblomsten var hovedsakelig forårsaket av kiselalgen *Asterionella formosa*, men gulalger (chrysophyceae), bl.a. *Uroglena americana*, hadde også store forekomster i vannmassene på denne tiden. Forøvrig var det noe mindre forekomster av flagellater som *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas lacustris* og *Katablepharis ovalis*.

Andre algegrupper hadde i denne perioden underordnet betydning i det samlede algesamfunn.

Fig. 9 Vannføring i Lågen og siktedyp i Mjösa 1976 - 1977



En mindre økning av algebiomassen i september-oktober etter et minimum i august skyldtes en økning av mengdene av to andre kiselalgearter: *Fragilaria crotonensis* og *Tabellaria fenestrata*, men mengdene av disse var relativt moderate.

Stasjonene Skreia og Morskogen gjenspeiler i store trekk utviklingen i Furnesfjorden med en viss forskyvning i tid. Også på disse stasjonene var det kiselalgen *Asterionella formosa* som var årsaken til algemaksimum i 1977.

På samme måte var det *Asterionella formosa* som var den dominerende alge i vannmassene på stasjon Brøttum i 1977, men algemengdene var her moderate gjennom hele sesongen.

Av figuren går det frem at maksimumsverdiene for algebiomasse var omtrent like høye i 1977 som i 1976, på stasjon Morskogen var den i slutten av juli betydelig større det sistnevnte år.

Algebiomassen var i 1976 høy også utover høsten på grunn av den kraftige oppblomstringen av blågrønnalgen *Oscillatoria* (cf.) *bornetii* f. *tenuis*.

Figuren viser at mengdene av blågrønnalger i 1977 var minimale (selv om det ble registrert en del blågrønnalger i dypere vannlag tidlig på året) og en unngikk dermed de problemene som blågrønnalgene skapte i 1976.

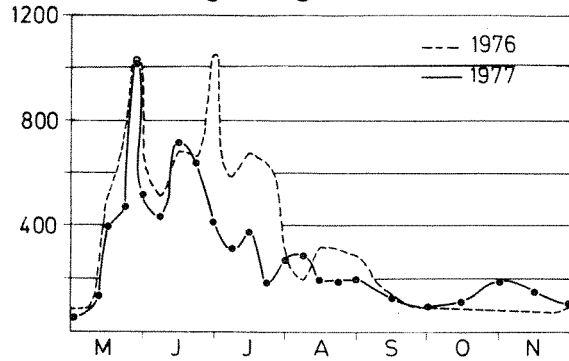
Som helhet kan en si at algesamfunnet i 1977 hadde en sammensetning og utvikling som minnet om tilstandene slik de ble registrert i 1972-73 med kiselalgene, og da spesielt *Asterionella formosa* som de dominerende og chryso-phyceaene og cryptophyceene som viktige grupper i tillegg, men med beskjedne mengder av blågrønnalger.

I tabell 7 nedenfor er gitt en oversikt over middelverdiene for algebiomasse uttrykt som g/m^3 på de fire hovedstasjonene i 1977 og tilsvarende verdier for 1976. Den prosentvise andel av blågrønnalger er tatt med i tillegg.

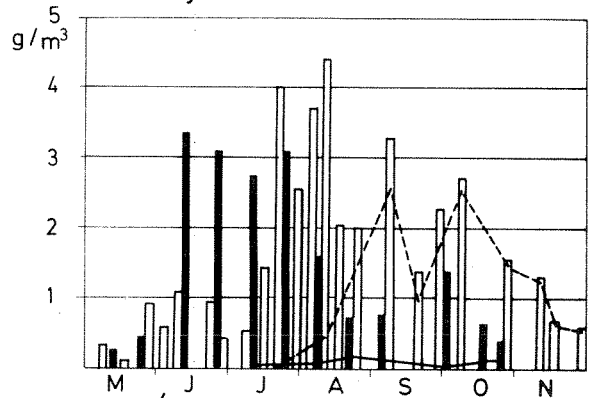
Av tabell 7 ser en at algemengdene gjennom vekstsesongen (mai-oktober) som gjennomsnittsverdi var svært lik de to årene selv om variasjonene og algemaksimum inntrådte tildels svært forskjellig. Det går videre frem at den prosentvise andel av blågrønnalgene var omkring seks ganger større i 1976 enn i 1977.

Fig.10 Total algebiomasse og andel av blågrønnalger 1976 og 1977, basert på blandprøver 0 - 10 m dyp.

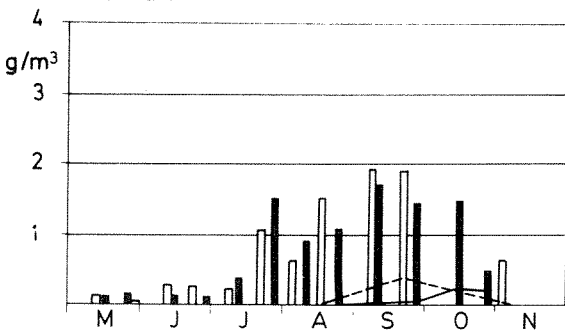
m³/s Vannføring i Lågen



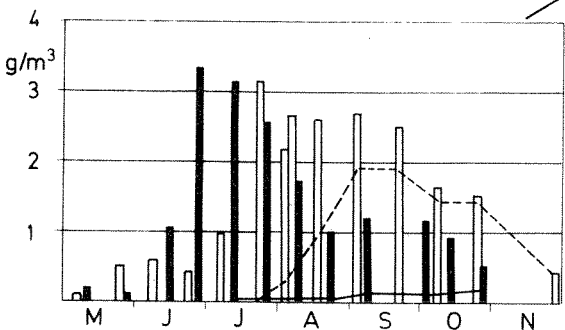
Furnesfjorden



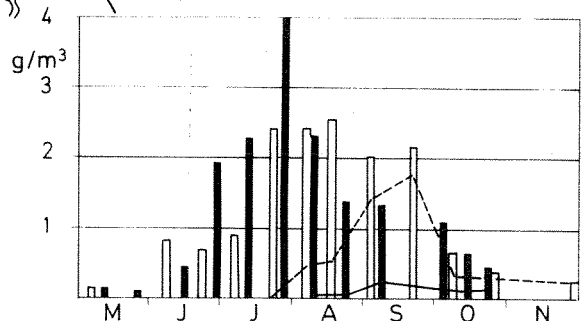
Bröttum



Skreia



Morskogen



- Total algebiomasse 1976
- Total algebiomasse 1977
- ⋯ Blågrønnalgemengde 1976
- ⋯ Blågrønnalgemengde 1977



Blågrønnalgeinnslaget er størst på sensommeren og høsten. I 1976 utgjorde *O. Bornetii* henimot 100% av algebiomassen i september. Det tilsvarende tall i 1977 var 30-40%.

Tabell 7. Planteplanktonbiomasse i perioden mai-oktober og prosentvis andel blågrønnalger 1976 og 1977.

Stasjon	1976		1977	
	Planteplankton- biomasse ₃ g/m ³	Prosent andel blågrønnalger	Planteplankton- biomasse ₃ g/m ³	Prosent andel blågrønnalger
Furnesfjorden	1,83	37,5	1,78	5,0
Skreia	1,67	37,9	1,42	4,7
Morskogen	1,36	32,1	1,34	4,7
Brøttum	0,90	11,0	0,79	5,8
Snitt alle stasjoner	1,44	29,6	1,33	5,0

5.1 Total klorofyll a

Prøver for total klorofyll a ble samlet inn som blandprøver fra 0-10 m dyp, fra de samme blandprøvene som prøver for algeanalysene ble samlet inn fra. I fig. 11 er vist variasjonene i klorofyllmengdene på de fire hovedstasjonene sammen med tilsvarende data for 1976 for sammenligningens skyld.

Som det fremgår av fig. 10 og fig. 11 viser variasjonene i klorofyllmengdene det samme variasjonsmønster både i tid og rom som algebiomassen analysert ved mikroskop-analyser, noe som også var tilfelle i 1976. Bare i en kortere periode i forbindelse med våroppblomstringen i juni ser det ut til å være en tendens til forholdsvis stort avvik mellom mikroskopanalyseresultatene og klorofyllverdiene.

I 1976 ble de høyeste klorofyllverdiene registrert i de sentrale delene av Mjøsa (Furnesfjorden, Skreia) med ca. 10 mg/m³ i forbindelse med kiselalgeoppblomstringen i juli det året og i Furnesfjorden opptil 9 mg/m³ også i oktober i forbindelse med de store blågrønnalgebiomassene på den tiden.

I 1977 ble det ikke registrert verdier på over 6 mg/m^3 på noen stasjoner med unntak av stasjon Morskogen i slutten av juli da verdien var 10 mg/m^3 samtidig med de store mengdene av *Asterionella formosa* som tidligere omtalt.

De høyeste middelverdiene for vekstsesongen (mai-oktober) ble i 1977 registrert med $3,7 \text{ mg/m}^3$ på stasjon Furnesfjorden og med $3,6 \text{ mg/m}^3$ på stasjon Morskogen, mens stasjon Skreia hadde $3,3 \text{ mg/m}^3$ og stasjon Brøttum $2,3 \text{ mg/m}^3$.

På stasjonene Skreia og Brøttum var dette omtrent som i 1976 eller litt lavere mens Furnesfjorden hadde betydelig lavere og Morskogen betydelig høyere enn i 1976.

5.2 Primærproduksjon

Primærproduksjonsdata ble samlet inn i vekstsesongen i 1977 på alle hovedstasjonene. Døgnproduksjonen på prøvetakingsdatoene på de ulike stasjonene fremgår av figur 12 og tabellene 9, 10, 11 og 12. For sammenligningens skyld er det i figuren satt inn tilsvarende data for 1976. I tabell 8 er produksjonsdata maksimum og middel dagsproduksjon og årsproduksjon for tidsperioden 1973 til 1977 angitt.

Tabell 8. Primærproduksjonsdata fra Mjøsa st. Skreia i perioden 1973-1977.

	Benevning	1973	1974	1975	1976	1977
Maks. dagsproduksjon	$\text{mg C/m}^2/\text{dag}$	643	651	1355	1425	750
Middel - " -	" " "	290	330	600	580	370
Årsproduksjon	$\text{g C/m}^2 \text{ år}$	ca.50	50-60	ca.100	ca.100	68

Som helhet var primærproduksjonen betydelig lavere i 1977 enn i 1976, spesielt var dette tilfelle på stasjon Furnesfjorden, der det i 1976 ble registrert en maksimal døgnproduksjon på over $2000 \text{ mg C/m}^2 \cdot \text{døgn}$, mens den i 1977 var såvidt over $500 \text{ mg C/m}^2 \cdot \text{døgn}$.

Heller ikke på de andre stasjonene var den maksimale døgnproduksjonen som ble registrert vesentlig over $500-700 \text{ mg C/m}^2 \cdot \text{døgn}$ i 1977, mens det i 1976 ble målt verdier på omkring $1500 \text{ mg C/m}^2 \cdot \text{døgn}$ på stasjonene Skreia og Furnesfjorden og over $600 \text{ mg C/m}^2 \cdot \text{døgn}$ på Brøttum.

Fig.11. Total klorofyll a 1976 og 1977, basert på blandprøve 0-10 m dyp.

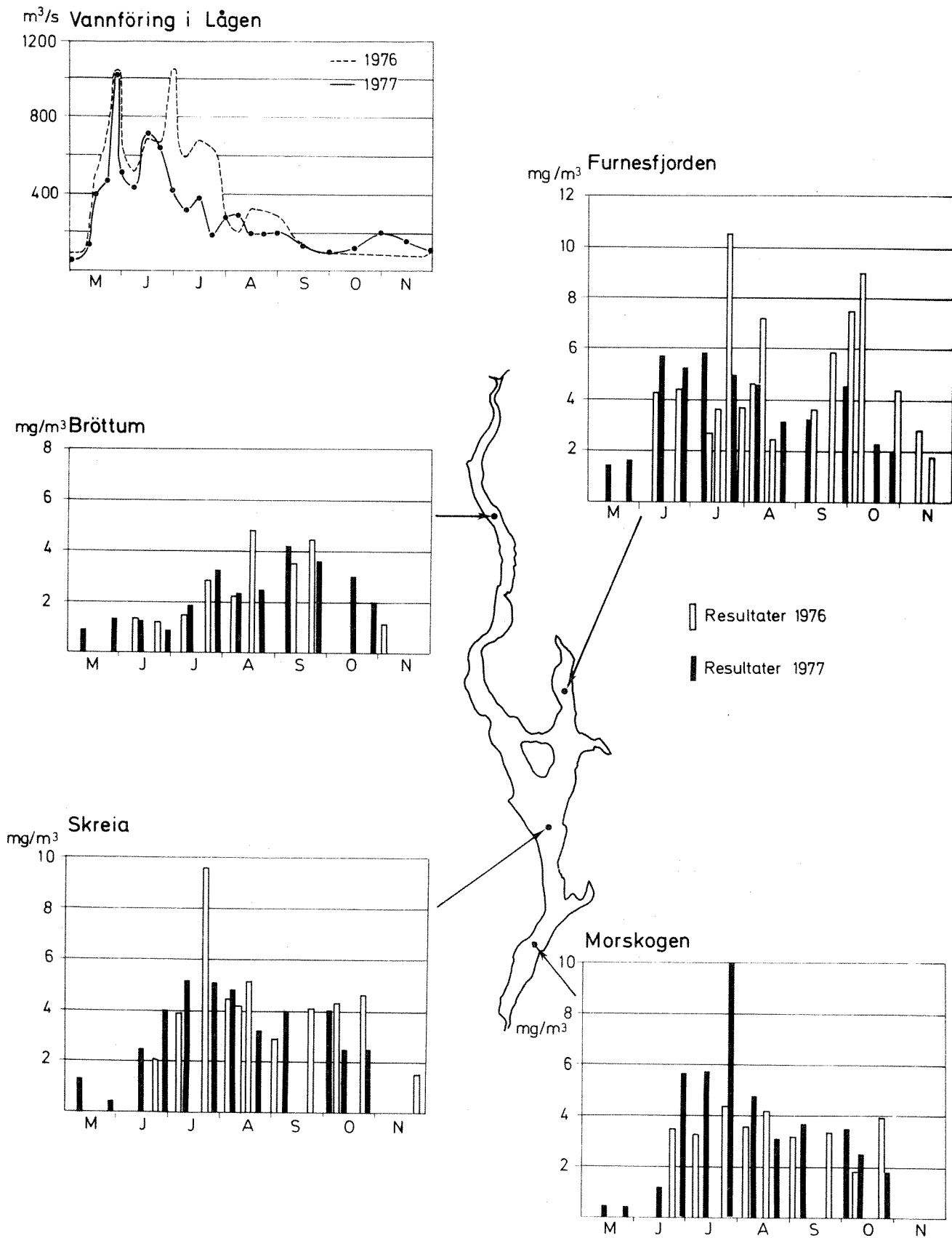
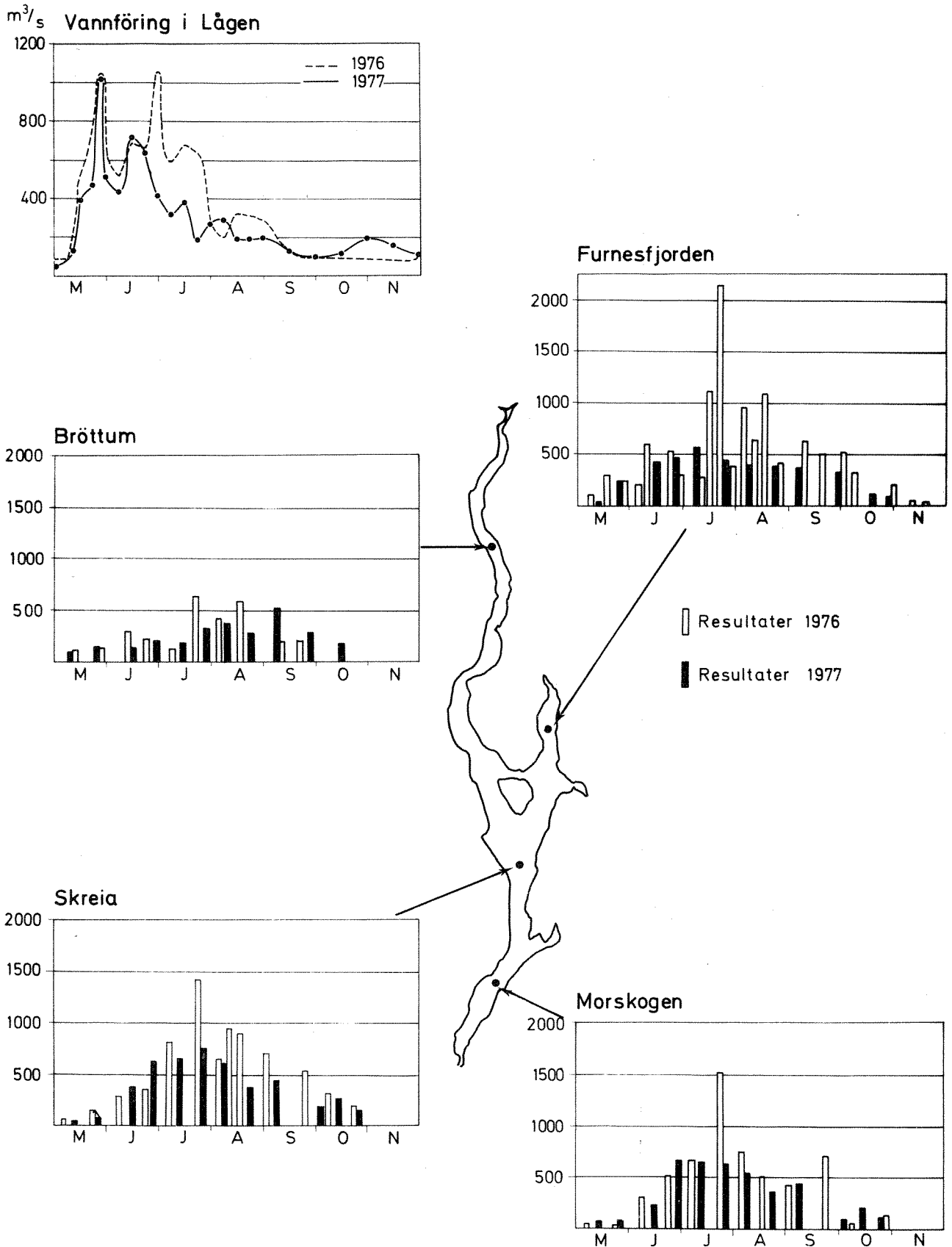


Fig.12 Planteplanktonproduksjonen i 1976 og 1977 uttrykt som mg C/m² · døgn.



Den høyere aktiviteten i produksjonen som til tider ble registrert i 1976, førte til raskere oppbygning av algebiomassen, men svingningene var større enn i 1977 da produksjonsaktiviteten var jevn gjennom store deler av vekstsesongen. Årsproduksjonen, som i alt vesentlig er representert ved produksjonen i perioden 15. april til 15. desember, er for 1977 beregnet til ca. $62 \text{ g C/m}^2 \cdot \text{år}$ på stasjon Furnesfjorden og stasjon Morskogen, $69 \text{ g C/m}^2 \cdot \text{år}$ på stasjon Skreia og $46-47 \text{ g C/m}^2$ på stasjon Brøttum.

Tilsvarende verdier for 1976 var ca. $100 \text{ g C/m}^2 \cdot \text{år}$ i Furnesfjorden og Skreia, $80 \text{ g C/m}^2 \cdot \text{år}$ på Morskogen og $50 \text{ g C/m}^2 \cdot \text{år}$ på Brøttum.

I de sørlige deler var en betydelig senkning og i de nordlige deler bare en mindre senkning.

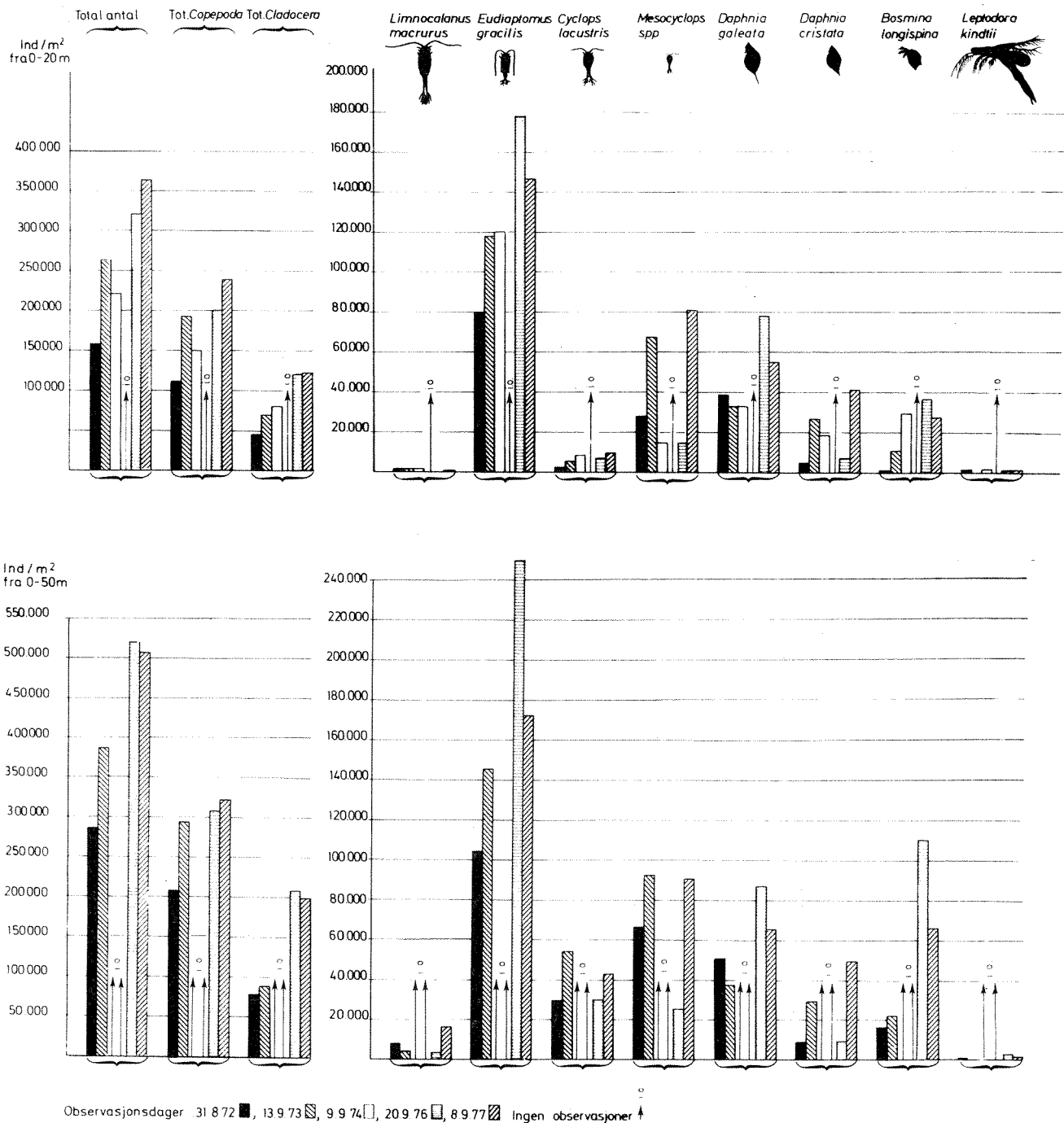
6. KREPSDYRPLANKTON

I september måned 1977 ble det samlet inn en kvantitativ prøveserie av dyreplankton fra overflaten ned til 50 meter på alle fem hovedstasjoner. Hensikten med dette var å dokumentere om eventuelle større forandringer i dyreplanktonet hadde funnet sted i løpet av de siste år. Resultatet av denne undersøkelse fremgår av tabell 13. Den største forekomst av krepsdyrplankton ble i prøvetakingsperioden funnet i Furnesfjorden, der individantallet var ca. dobbelt så stort som ved prøvetakingsstasjonene i den sentrale og søndre del (Skreia, Morskogen). Den laveste forekomst ble notert i Mjøsas nordlige del (Brøttum).

Gruppen *Copepoda* med artene *Eudiaptomus gracilis*, *Cyclops lacustris* og *Mesocyclops* spp. som dominerende innslag var i flertall ved samtlige stasjoner. Ved Kise og i Furnesfjorden utgjorde dog gruppen *Cladocera* nesten halvparten av individantallet. Cladocer-faunaen besto i første rekke av artene: *Daphnia galeata*, *D. cristata* og *Bosmina longispina*. Bortsett fra stasjonen ved Brøttum der *C. lacustris* var mest vanlig, var *E. gracilis* rikeligst representert.

Artssammensetning og mengde av krepsdyrplanktonet i 1977 var stort sett i overensstemmelse med tidligere observasjoner (se fig. 13, som viser forholdene ved st. Skreia i Mjøsas sentrale område). Noen markert forandring i krepsdyrsamfunnet synes ikke å ha skjedd i løpet av de senere år.

Fig. 13 Forekomst av krepssdyrplankton under sensommeren i Mjosas sentrale partier (Skeira) tidsperioden 1972-77



Observasjonsdager 31.8.72, 13.9.73, 9.9.74, 20.9.76, 8.9.77 Ingen observasjoner

7. MATEMATISK STRØMNINGSMODELL

7.1 Innledning

Med en matematisk modell menes et system av ligninger og funksjonssammenhenger som beskriver et aktuelt problem. Et eksempel er lengde = hastighet • tid ($s = v \cdot t$).

Det system som beskriver strømforholdene i en sjø er naturligvis betydelig mer komplisert og er ikke mulig å løse eksakt. Ved hjelp av elektronisk databehandling kan imidlertid tilnærmede løsninger, som er akseptable for praktisk bruk, bestemmes. Fordelene er at strømningene kan beregnes for en vilkårlig valgt vind, inn- og utløpsvannføringer, temperatursjiktning samt for eventuelle endringer i sjøens form. Resultatene oppnås raskt og til en relativt lav pris. Ulempene er de til dels høye utviklingskostnadene og vanskelighetene med å verifisere modellene ved feltmålinger.

7.2 Ligninger

Modellen som her er benyttet er utviklet av J. Simons ved Canada Centre for Inland Waters. Grunnleggende ligninger er:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = f \cdot v - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} (A_H \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (A_H \frac{\partial u}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (A_V \frac{\partial u}{\partial z}) \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -f \cdot u - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} (A_H \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (A_H \frac{\partial v}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (A_V \frac{\partial v}{\partial z}) \quad (2)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} (uT) - \frac{\partial}{\partial y} (vT) - \frac{\partial}{\partial z} (wT) + \frac{\partial}{\partial x} (K_H \frac{\partial T}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (K_H \frac{\partial T}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (K_V \frac{\partial T}{\partial z}) \quad (3)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

$$p(x, y, z) = \int_z^{\text{overfl.}} \rho g dz \quad (5)$$

u, v, : hastighetskomponenter i horisontalplanet langs x- og y-aksene
 t : tid
 w : hastighetskomponent i vertikalretning (z)

f	:	corioliparameteren
p	:	trykkraft
T	:	temperatur
ρ	:	tetthet
A_H, A_V	:	koeffisienter for turbulent diffusjon av bevegelse i henholdsvis horisontal og vertikal retning
K_H, K_V	:	koeffisienter for turbulent diffusjon av varme i henholdsvis horisontal og vertikal retning

Ligning (1) og (2) beskriver bevegelsen (Newton's 2. lov). Ligning (3) (varmlovens 1. hovedsetning) beskriver varmens bevarelse. Ligning (4) (kontinuitetsligningen) gir uttrykk for massens bevarelse. Videre er det antatt hydrostatisk trykkfordeling (5).

Sjøen deles inn i celler (1 km . 1 km). I horisontalplanet er cellene kvadratiske og høyden er avstanden mellom et gitt antall horisontale nivåflater (4 m, 12 m, 25 m). For hver celle blir hastigheter, nivå og temperatur beregnet. Beregningen utføres med jevne tidsintervaller (20 s). Krefter som innvirker på bevegelsen er vindens skyvkraft, friksjon mot bunnen og trykkrefter på grunn av temperaturforskjeller, vindoppstuvning, inn- og utløpsvannføringer. Når bevegelsen først er kommet igang, blir den avbøyd til høyre på grunn av jordrotasjonen. Forøvrig blir bevegelsen påvirket av sjøens form.

7.2 Resultater

Som input i modellen gjaldt forholdene 28/9-77.

Vindstyrke : 6 m/s i 10 m's nivå fra SV
Tilløp via Lågen : Vannføring : 200 m³/s, temperatur : 8°C
Utløpsvannføring i Vorma : 100 m³/s
Temperatur : Som i vertikalsnittet ved Gjøvik (fig.17),
dvs. ikke noe utpreget sprangsjikt

Situasjonen som blir beskrevet er resultatet etter ett døgn med konstant vindpåvirkning.

Overflatevannet beveget seg mot NNE (fig.14), dvs. til høyre for vindens retning. Hastigheten i intervallet 10 cm/s til 15 cm/s dominerte.

Også sjiktet mellom 4 m og 12 m hadde tendens til NNE-lig bevegelse. Karakteristiske hastigheter var 2 cm/s til 6 cm/s. I nivået 12 m - 25 m beveget vannet seg generelt mot NW. Dominerende hastigheter varierte mellom 1 cm/s til 6 cm/s. Bevegelser i sjiktet 25 m til bunn hadde sydlig retning med karakteristiske hastigheter mellom 0,5 cm/s og 3 cm/s.

Vannoverflatens nivå økte fra SW mot NE. Nivåforskjellene varierte overveiende mellom 0,1 cm og 0,5 cm innen ulike tverrsnitt. I nord var vannstanden 2,5 cm høyere enn ved utløpet i syd.

I Mjøsas nord- og vestlige deler hadde vannet overveiende en nedadrettet bevegelse. De største hastighetene (0,1 mm/s - 0,2 mm/s) fant sted langs strendene. I syd- og vestlige deler var strømmingene oppadrettet. Hastighetenes størrelse avtok med dypet. De vertikale strømmingene gikk i stor utstrekning dypere enn til 25 m's nivå (fig.15).

Vannets temperatur økte fra vest mot øst. Fig.16 viser et typisk eksempel på dette. Videre hadde området nær utløpet i syd relativt kaldt vann (fig.18).

Overflatesjiktens bevegelse mot Mjøsas nord- og østside (til høyre for vinden) kan forklares med jordrotasjonens avbøyende kraft. Oppstuvning mot denne side førte til skrånende overflate fra nordøst mot sydvest. Videre var vannet varmere langs østsiden enn vestsiden på grunn av vertikale strømminger. Disse fenomenene fører til at trykkreftene søkes balansert av corioli kraften, slik at strømhastighetene, som opprinnelig var satt igang av vinden, forsterkes. Effekten avtar med dybden.

Trykkrefter på grunn av skrånende overflate og temperaturfordeling fører til generelt nedadrettede bevegelser langs Mjøsas øst- og nordlige deler. Vertikale hastigheter i de ulike nivåflatene og temperaturfordelingen indikerte at en del av dette vannet ble innlagret i sjiktene mellom 4 m og 25 m, mens hovedmengden ble trent dypere ned enn til 25 m's nivået. Dette forløpet medfører oppadrettede kompensasjonsstrømmer langs syd- og vestsiden samt sydgående bevegelser i dyplaget.

I et område mellom Lillehammer og Gjøvik viser modellberegningene oppadrettede strømminger (fig.15) og tilhørende lave temperaturer. Forløpet synes å

være nært knyttet til bunntopografien (fig. 19). Overensstemmelsen mellom beregnede og observerte temperaturer tyder på at resultatet er realistisk (fig. 17 og 18).

Også observerte og beregnede temperaturprofiler i ulike tverrsnitt viste meget god overensstemmelse. Et eksempel er vist på fig.16.

Syd for Helgøya var det plassert selvregistrerende strømmålere på 8 og 40 m's dyp. De modelerte hastighetene hadde samme retning, men var lavere enn de observerte.

7.3 Generelt

Det er her gjort et første forsøk på å beregne strøm- og temperaturfordelingen i Mjøsa med en matematisk modell. Sammenlikninger med observasjoner tyder på at beregningene gir et realistisk bilde av virkeligheten.

Metoden er et redskap til å beskrive strømninger og temperaturfordeling kvantitativt. For eks. kan betydningen av vindenes styrke og retning, eller eventuelle reguleringseffekter av Lågen være interessante.

Kjennskap til strømningsmønsteret gir grunnlag for å vurdere spredningen av ulike stoffer. Observasjoner i Mjøsa av f.eks. fosfor, nitrogen, organisk materiale, bakterier m.v. har vist store regionale variasjoner. Dersom tilførselene og diverse prosesser er kjente, kan disse sammen med resultatene fra strømningsmodellen, nyttes i en matematisk spredningsmodell til å beregne denne konsentrasjonsfordelingen.

Biologisk produksjon har en viss sammenheng med mengde og konsentrasjon av ulike stoffer som er tilgjengelige. Matematiske strøm- og spredningsmodeller kan derfor være til hjelp for å vurdere den biologiske respons på naturlige og menneskelige påvirkninger.

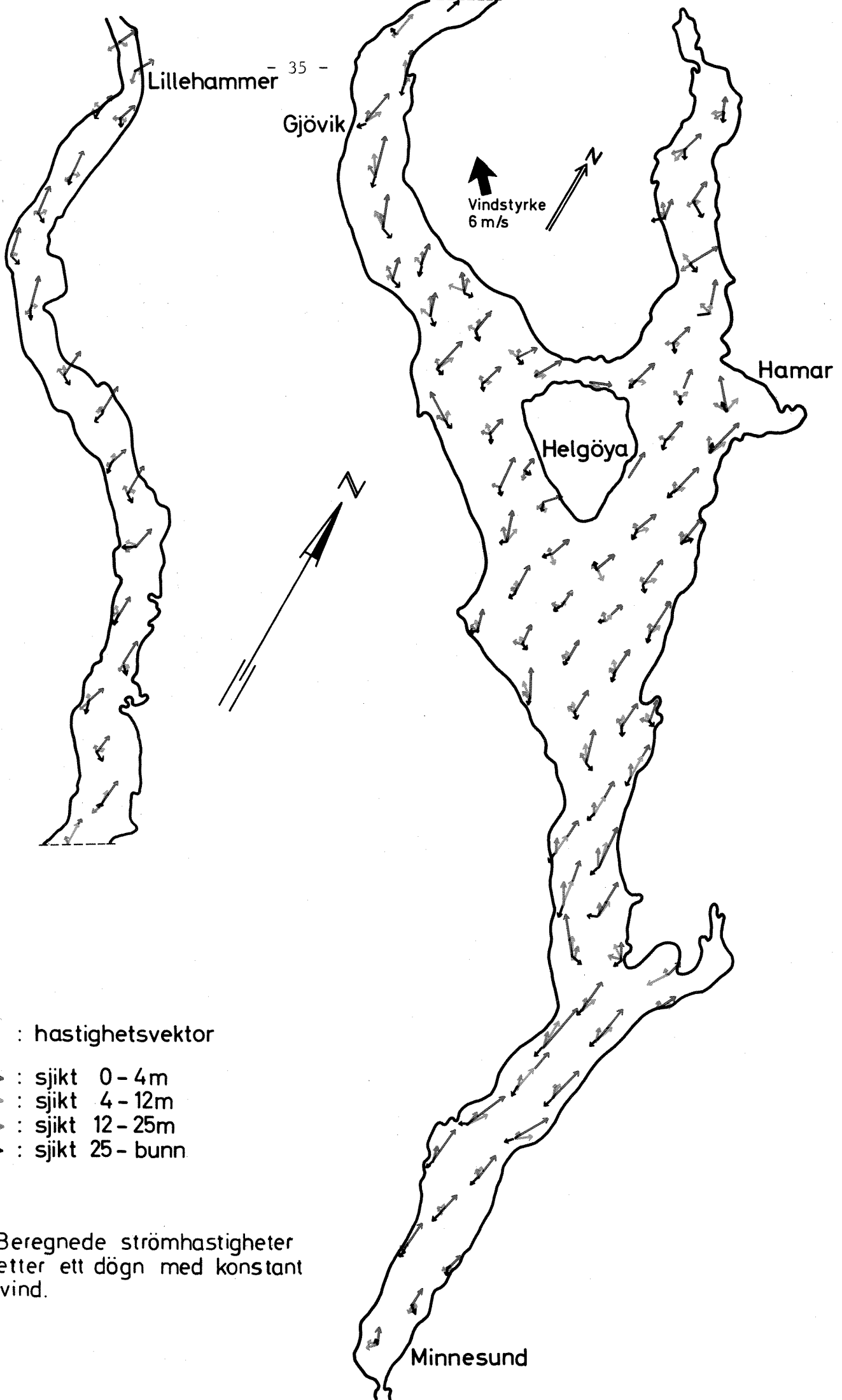


Fig.14. Berregnede strömhastigheter etter ett döggn med konstant vind.

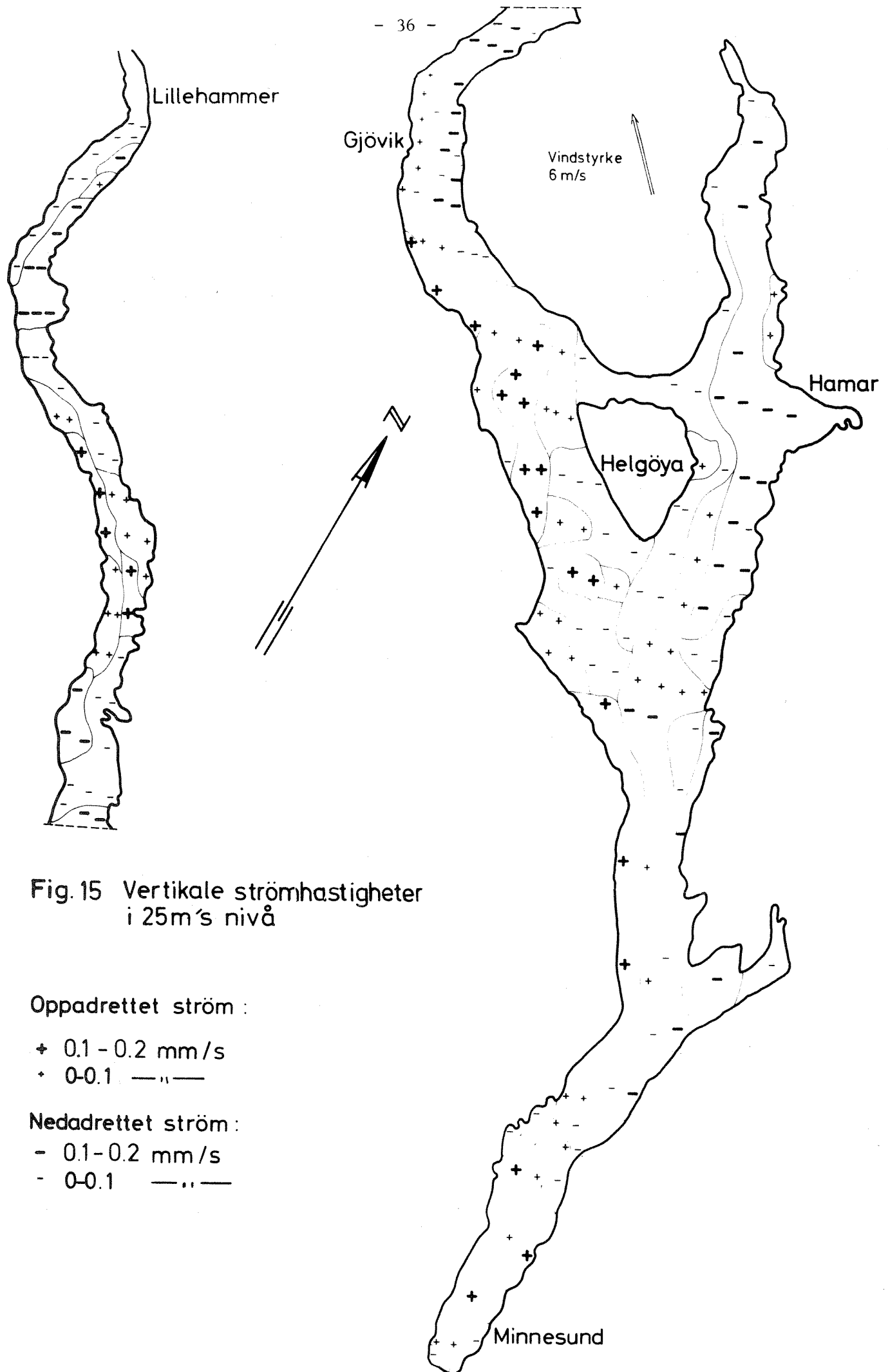
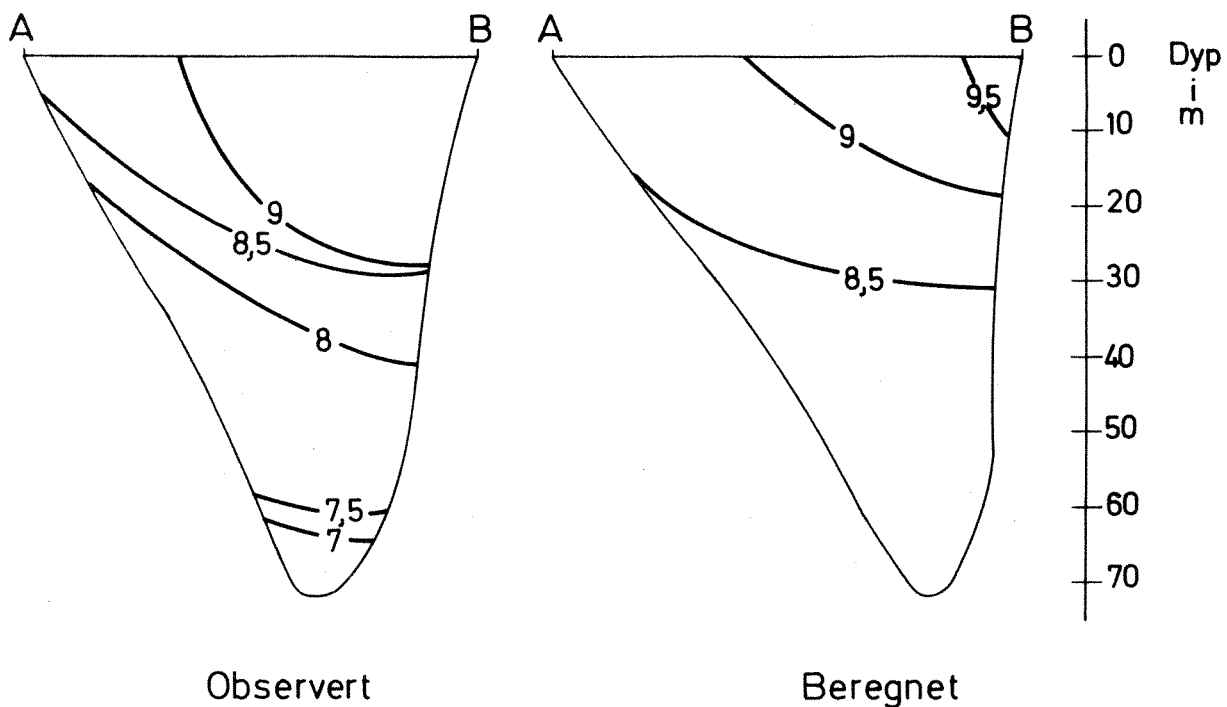


Fig.16. Observerte og beregnede temperatur profiler.



Observert

Beregnet

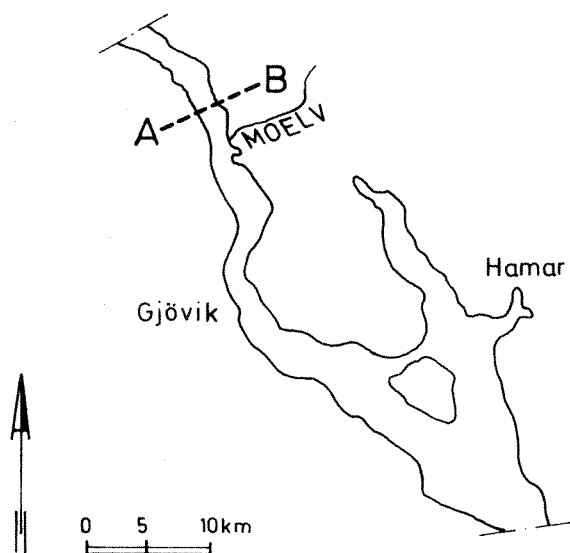


Fig.17. Observerte temperaturer 27. - 28.09, 1977

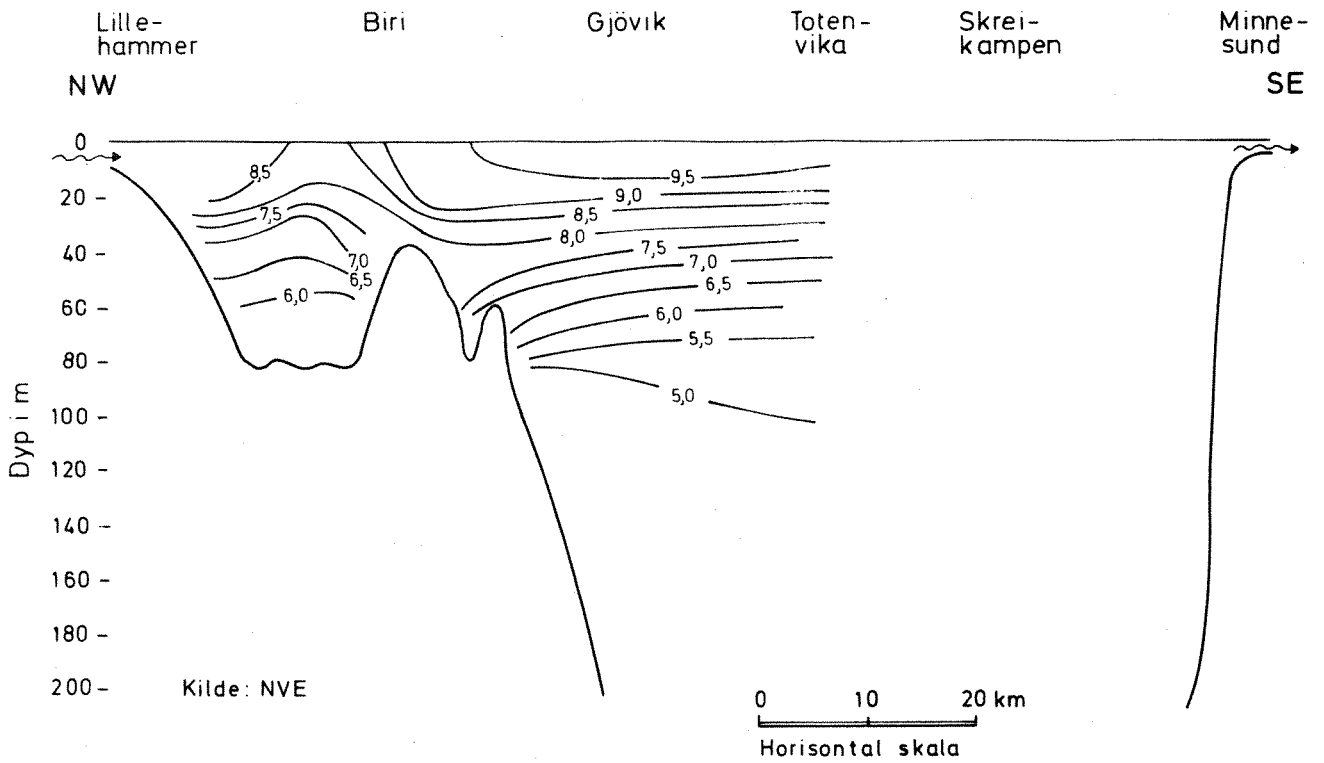


Fig.18. Beregnede temperaturer 28.09, 1977

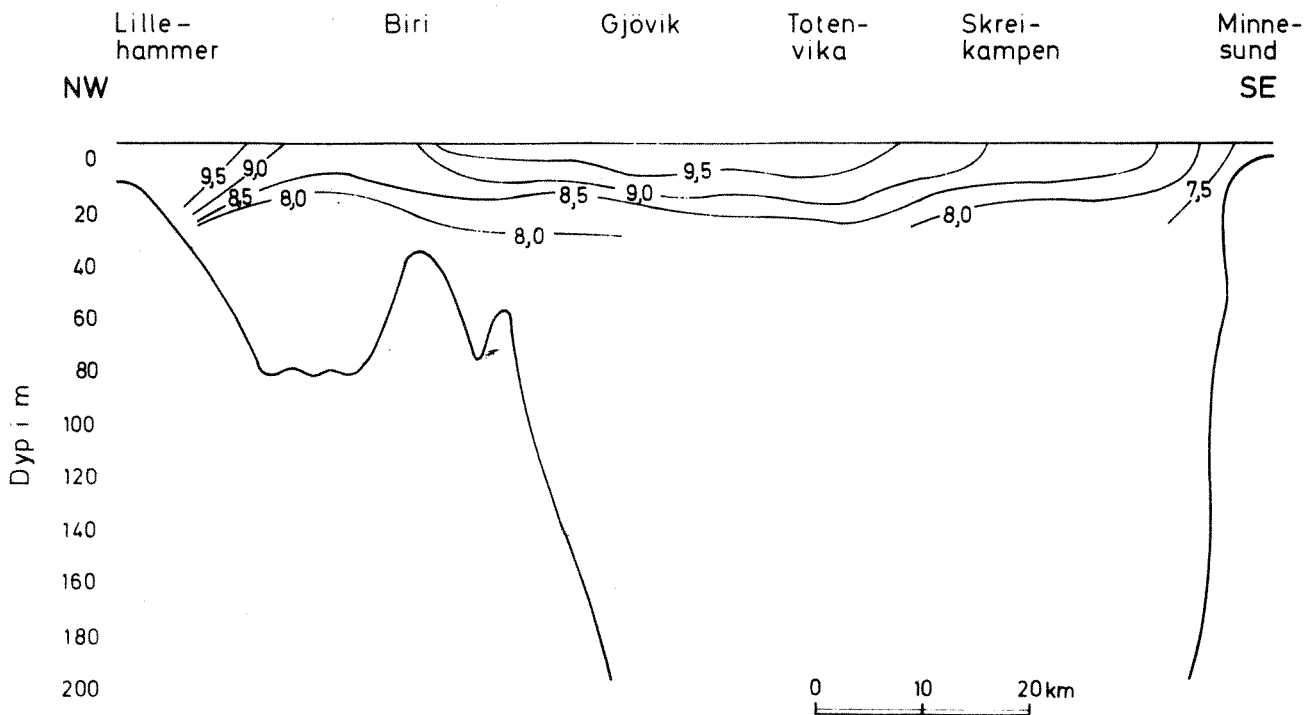
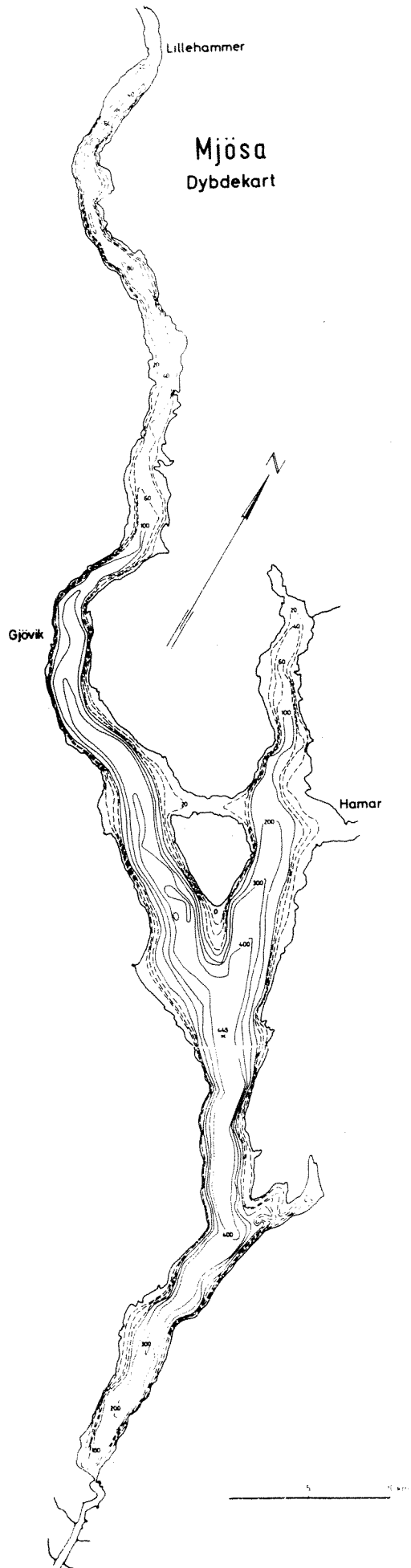


Fig.19.



8. SAMMENFATNING

I likhet med foregående år var også sommerperioden 1977 karakterisert av betydelig forekomst av alger over hele Mjøsa. I begynnelsen av juni etter dannelsen av et sprangsjikt, økte algemengden raskt og nådde sitt maksimum i løpet av juli. Et unntak fra dette mønster var Mjøsas nordlige områder hvor algeutviklingen i likhet med foregående år var noe tidsforskjøvet. Dette har sin forklaring i flomsituasjonen i Lågen på forsommeren. I løpet av august avtok algemengden, hvoretter den igjen økte noe utover september måned. Videre utover høsten avtok igjen algemengden.

Det som først og fremst skiller de to årene hva algemengde angår, er generelt sett en betydelig større algemengde i september - oktober 1976 (se spesielt Furnesfjorden og Skreia). Videre synes algeforekomsten å være noe mer lokalbettinget i 1976 jevnført med 1977, da algemengden var mer jevnt fordelt i Mjøsas sentrale områder så vel som i de sydlige deler. Videre foreligger betydelige forskjeller mellom de to år når det gjelder algesuksesjonen. Sommeren 1977 var innslaget av blågrønnalger (*Oscillatoria*) mindre markert, og det var i første rekke kiselalgen som dominerte algefloraen dette år.

Planteplanktonets biomasse besto i 1977 i stor utstrekning av kiselalgen *Asterionella formosa*, mens toppene på forsommeren 1976 var dominert av kiselalgen *Fragilaria crotonensis*. Første halvdel av sommeren 1977 lignet algesuksesjonen mer på situasjonen som var fremherskende i 1972 enn slik den var i 1976.

I løpet av sensommeren og høsten tiltok bl.a. andelen *Oscillatoria* spp. Dette gjelder begge de to siste år, men var spesielt markert i 1976 da mengden *Oscillatoria* var betydelig større samt opptrådte tidligere på sommeren enn i 1977. Videre er det grunn til å merke seg at det markerte *Oscillatoria*-maksima som ble dannet i tilknytning til sprangsjiktet spesielt i august 1976, ikke forekom i 1977, da algen var mer orientert mot overflaten. Trikomene (algetrådene) var også i gjennomsnitt betydelig lengere i 1976 enn i 1977. Dette er bl.a. forhold som medførte at drikkevannssituasjonen var betydelig bedre siste sommer-høst jevnført med foregående år, men det

bør nevnes at det også dette år var betydelig lukt- og smaks-ulemper for Hamar vannforsyning, spesielt i september. Denne ulempe hadde imidlertid ikke det omfang og den varighet som hersket sensommeren og høsten 1976.

Ovenfornevnte forhold både når det gjelder algemengde og suksesjonsforhold, skulle tyde på at vekstforholdene i 1977 var mindre gunstige enn i 1976, og bl.a. ved siden av mindre gunstige værforhold kan næringssalttilgangen, og da spesielt fosfertilgangen ha hatt avgjørende betydning. *Fragilaria crotonensis* og *Oscillatoria* spp. er algearter med større næringssaltkrav enn f.eks. *Asterionella formosa*. Videre er det kjent at *Oscillatoria* forekommer med korte trikomer når forholdene er ugunstige, bl.a. når næringssaltinnholdet er lavt. Dette skulle kunne tyde på at tilgangen på næringssalter var mindre i sommerperioden 1977 enn i 1976. Særlig gjelder dette forsommeren og høysommeren, mens næringssalttilgangen utover høsten tydeligvis ble bedre. Det var først under denne tidsperioden *Fragilaria crotonensis* og *Oscillatoria* spp. forekom i størst mengde i 1977.

Årsakene til den dokumenterte forskjellen mellom de to siste år er sikkert en kombinasjon av flere faktorer.

Blant faktorer som har nedsatt algeproduksjonen, kan nevnes:

- Mindre tilførsler av næringssalter som resultat av de forurensningsbegrensende tiltak som er iverksatt.
- Sommeren 1977 var kjølig, regnfull og vindrik. Vindpåvirkningen kan ha bidratt til større fortykning - jevnfør den mer homogene algefördelingen 1977 sammenlignet med 1976. Bare korte perioder med godt vær har bl.a. redusert produksjonskapasiteten osv.

Faktorer som har bidratt til å øke næringssaltkonsentrasjonen, er bl.a. lav vannføring i Lågen. Spesielt gjelder dette sensommeren og høsten da vannføringen i lange tidsperioder var lavere enn $200 \text{ m}^3/\text{s}$.

Selv om de iverksatte forurensningsbegrensende tiltak har hatt betydning for forurensningstilførslene til Mjøsa (fosfortilførselen via tilløpselvene synes å være ca. 30% redusert fra 1976 til 1977), er belastningen fortsatt

for stor. De forskjellige forurensningskilder kan imidlertid ha ulik effekt på algeproduksjonen selv om belastningens størrelse er den samme. Dette har sammenheng med i hvilken form de forskjellige forurensningskomponenter foreligger. Løste fosforforbindelser har for eksempel langt større betydning enn partikulært fosfor.

På bakgrunn av disse forhold bør følgende tiltak fortsatt prioriteres:

- innskrenkning i bruk av fosforholdige vaskemidler
- reduksjon av fosfor i kloakkrenseanlegg
- utbedring av kloakkledningssystemet
- reduksjon av fosfor i industrielt avløpsvann
- redusere åpenbare tilsig fra gjødselkjellere og gjødsellager
- en bedre kontroll med og behandling av avløpsproblemene i spredt bebyggelse.

De fortsatte Mjøsundersøkelser bør ved siden av å følge forurensningstransporten via tilløpselvene og utviklingen i selve Mjøsa, konsentrere seg om å fremskaffe gode data angående forurensningsbelastningen fra nærområdene - både hva næringsalter, tungmetaller o.l. angår. Videre er det av stor betydning å foreta et nærmere studium av stoffomsetningen i selve innsjøen. Den mikrobiologiske omsetning av organisk stoff og hvilken betydning den stadig økende nitrogentilførsel har i denne sammenheng, er sentrale forskningsoppgaver.

Tabell 9. Brøttum 1977. "Årsproduksjon" (15/4 - 15/12): 45 g C · m⁻² · år⁻¹.

Dyp	10/5	26/5	14/6	29/6	13/7	27/7	10/8	24/8	8/9	27/9	14/10
0,5m	1,79	30,9	33,4	36,8	26,9	28,5	20,5	67,5	88,6	64,2	31,4
1 m	1,71	40,7	27,7	44,0	30,0	34,2	47,5	69,0	95,7	71,2	23,1
2 m	7,41	44,0	33,8	39,3	40,7	42,7	63,5	59,7	55,7	58,7	38,8
4 m	7,75	10,9	13,1	35,3	17,3	46,4	54,1	30,8	81,3	32,0	25,0
6 m	9,26	1,22	2,16	8,73	12,4	37,0	27,1	9,48	29,9	10,3	8,85
8 m	6,15	-0,26	-0,14	0,78	5,73	12,4	21,7	0,55	31,1	3,30	3,86
12 m	1,60	-0,79	-0,40	-0,67	0,52	0,72	3,10	5,73	-0,22	-1,06	-0,36
Dags- prod.	83,8	151	132	215	181	321	384	281	527	282	187

Tabell 10. Furnesfjorden 1977. "Årsproduksjon" (15/4 - 15/12): 61 g C · m⁻² · år⁻¹.

Dyp	12/5	25/5	14/6	27/6	8/7	25/7	9/8	22/8	7/9	30/9	18/10	26/10
0,5m	7,62	28,1	82,5	118	54,2	86,3	66,6	49,9	35,7	77,8	34,5	19,7
1 m	7,91	45,7	83,8	140	99,2	107	81,5	55,3	64,1	72,6	31,9	19,2
2 m	8,51	44,7	85,9	124	93,2	103	71,5	52,8	81,7	72,3	24,5	18,0
4 m	4,70	32,1	29,5	44,5	104	55,0	50,1	43,8	51,3	39,5	10,9	8,83
6 m	2,08	18,9	43,2	11,7	31,6	19,2	25,4	27,4	25,1	14,9	3,55	4,30
8 m	1,01	6,43	10,1	1,37	9,82	3,59	10,6	27,7	9,67	4,17	0,68	1,56
12 m	0,10	0,12	0,94	-2,13	0,60	-2,60	-0,83	0,33	1,05	-1,5	-0,77	0,05
Dags- prod.	41,0	242	437	472	582	453	402	390	377	333	111	90,6

Tabell 11. Skreia 1977. "Årsproduksjon" (15/4 - 15/12): 68 g C · m⁻² · år⁻¹.

Dyp	11/5	26/5	15/6	28/6	12/7	26/7	8/8	23/8	8/9	4/10	13/10	25/10
0,5m	1,89	1,97	24,3	57,0	23,6	82,3	46,9	44,1	47,5	54,9	27,8	20,1
1 m	4,86	4,50	24,4	80,2	68,7	130	86,8	45,9	77,6	54,4	37,8	25,5
2 m	6,48	7,64	36,9	116	107	147	113	58,1	75,7	41,1	41,7	26,1
4 m	6,65	11,3	75,2	89,2	125	116	99,3	54,8	67,0	17,4	39,3	23,1
6 m	6,38	10,2	34,2	58,1	59,8	47,7	43,8	29,3	31,4	6,35	22,7	12,2
8 m	4,19	6,19	23,5	21,4	17,9	16,6	17,4	15,8	12,3	1,38	9,15	4,62
12 m	1,41	1,25	3,78	0	0,14	-0,68	0,90	2,37	-	1,18	0,97	0,23
Dag- prod.	55,3	80,2	388	632	666	750	609	368	447	196	264	155

Tabell 12. Morskogen 1977. "Årsproduksjon" (15/4 - 15/12): 61 g C · m⁻² · år⁻¹.

Dyp	13/5	26/5	15/6	28/6	12/7	26/7	8/8	23/8	8/9	4/10	13/10	25/10
0,5m	5,33	2,57	11,4	44,5	51,5	80,8	53,7	59,3	43,5	34,9	30,8	14,8
1 m	10,9	7,19	28,2	111	79,3	162	72,5	71,4	52,8	31,2	33,9	18,2
2 m	11,5	8,58	37,1	89,0	106	141	70,8	74,7	59,3	15,9	36,8	18,6
4 m	10,7	10,3	40,0	108	129	75,3	79,8	43,2	61,1	6,13	34,0	16,7
6 m	6,31	8,35	23,7	46,2	37,9	27,2	45,8	23,5	37,8	1,70	16,4	7,13
8 m	4,02	5,99	8,15	13,8	11,4	7,20	21,5	8,87	25,1	-0,02	5,86	4,40
12 m	1,32	2,88	0,80	-0,52	1,07	-2,10	1,81	0,46	4,72	-0,74	0,95	0,50
Dags- prod.	78,2	87,4	243	664	658	628	536	368	439	83,9	216	114

Tabell 13. Individantall under 1 m² overflate i dypsonen 0-20 m og 0-50 m for krepsdyrplankton ved fem lokaliteter i Mjøsa, september 1977.

Lokalitet Art	Brøttum		Kise		Furnesfjorden		Skreia		Morskogen	
	0-20 m	0-50 m	0-20 m	0-50 m	0-20 m	0-50 m	0-20 m	0-50 m	0-20 m	0-50 m
Limnocalanus macrurus ♀	440	5140	1190	2890	510	1110	280	7080	590	2490
	120	6320	330	2530	420	1220	390	7490	230	1230
	-	-	-	-	-	-	120	1320	80	80
	-	-	-	600	-	-	40	140	-	-
Σ Limnocalanus	560	11460	1520	6020	930	2330	830	16030	900	3800
Heterocope appendiculata ♀	20	20	260	260	-	-	60	60	-	-
	-	-	80	80	190	190	-	-	-	300
	360	360	290	290	550	550	270	270	20	20
	100	300	1120	1120	2450	4350	440	440	370	370
Σ Heterocope	480	680	1750	1750	3190	5090	770	770	390	690
Eudiaptomus gracilis ♀	930	2330	1960	2060	9580	10180	1350	1650	1470	1570
	120	120	580	680	1040	1240	280	280	100	300
	470	1170	1380	1380	5440	5740	1510	2010	1310	1610
	14370	18070	57230	63330	255810	283710	107960	129660	149750	194250
	1680	1680	18970	19570	57530	60530	35790	39190	55800	63100
Σ Eudiaptomus	17570	23370	80120	87020	329400	361400	146890	172790	208430	260830
Cyclops lacustris ♀	230	230	460	1660	140	640	170	3170	130	630
	-	200	40	1040	140	340	-	600	80	680
	-	200	820	1820	480	1680	170	4770	330	1230
	1130	3530	3790	6190	14550	16250	6530	13530	5790	9190
	14380	75380	3390	31690	4170	26770	2510	20610	3290	21790
Σ C. lacustris	15740	79540	8500	42400	19480	45680	9380	42680	9620	33520
Acanthocyclops ♀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	140	140	880	880	-	-	350	350
	-	-	-	-	120	120	-	-	100	100
Σ Acanthocyclops	-	-	140	140	1000	1000	-	-	450	450
Mesocyclops spp. ♀	-	-	20	20	1370	1370	80	280	70	70
	-	-	20	20	220	220	-	-	-	-
	-	-	250	250	11440	11740	210	210	150	150
	3840	6340	27050	28350	74550	81550	66390	72890	63400	78000
	2100	4200	8970	11870	30960	35460	14370	17670	24250	31350
Σ Mesocyclops	5940	10540	36310	40510	118540	130340	81050	91050	87870	109570

Tabell 13. Individantall under 1 m² overflate i dypsonen 0-20 m og 0-50 m for krepsdyrplankton ved fem lokaliteter i Mjøsa, september 1977.

Art	Lokalitet	Brøttum		Kise		Furnesfjorden		Skreia		Morskogen	
		0-20 m	0-50 m	0-20 m	0-50 m	0-20 m	0-50 m	0-20 m	0-50 m	0-20 m	0-50 m
Daphnia galeata	♀ u/egg	2810	2910	18260	19060	65600	69800	20670	25570	21400	23700
	♀ m/egg	1110	1110	9090	10190	22320	24520	9460	10060	12080	13380
	♀ hv./egg	-	-	-	-	-	-	40	40	-	-
	♂	1290	2190	7730	10330	40360	45460	11670	13770	19110	21010
	embr.	-	-	3840	4140	7250	12150	3900	5100	3060	3460
	juv.	1150	1350	9620	10220	73040	78040	9490	10790	18410	19110
Σ D. galeata		6360	7560	48540	53940	208570	229970	55230	65330	74060	80660
Daphnia cristata	♀ u/egg	920	2320	13810	15310	33340	50240	22060	27260	15160	20860
	♀ m/egg	20	20	2830	3230	4640	6140	1620	1720	4690	5990
	♀ hv./egg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	♂	-	-	50	50	180	180	-	-	120	120
	embr.	-	-	60	60	-	-	-	-	210	210
	juv.	1500	1900	12740	14740	86190	101290	17580	20380	23550	26550
Σ D. cristata		2440	4240	29490	33390	124350	157850	41260	49360	43730	53730
Bosmina longispina	♀ u/egg	960	1060	3810	16310	6950	23150	8240	25240	5350	12150
	♀ m/egg	420	520	3600	20500	4770	20770	2170	10970	2930	11230
	♀ hv./egg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	♂	-	-	70	70	500	1400	-	-	110	210
	embr.	200	200	2540	8740	7670	20570	3210	11910	2500	8400
	juv.	1870	2470	11020	31820	21240	44640	13690	17790	12370	18670
Σ Bosmina		3450	4250	21040	77440	41130	110530	27310	65910	23260	50660
Σ Alona spp.		-	-	-	-	-	-	-	-	70	70
Σ Chydorus spp.		-	-	-	-	120	120	70	70	80	80
Σ Leptodora kindtii		-	-	60	160	440	440	930	930	100	100
Σ Polyphemus pediculus		-	-	240	240	360	360	200	200	20	20
Σ Bythotrephes longimanus		-	-	-	-	70	70	80	80	60	60
Tot. Copepoda		40290	125590	128340	177840	472540	545840	238920	323320	307660	408860
Tot. Cladocera		12250	16050	99370	165170	375040	499340	125080	181880	141380	185380
Σ krepsdyrplankton		52540	141640	227710	343010	847580	1045180	364000	505200	449040	594240

ORDLISTE - BEGREPSTOLKNING

- Vannets maks. tetthet: Vannet er "tyngst" ved ca. 4°C.
- Epilimnion: Overflatesjikt - relativt varmt og homogent.
- Sprangsjikt (metalimnion, termoklin): Overgangsjikt mellom varmt overflatevann og kalde dypvannsmasser.
- Hypolimnion: Kalde dypvannsmasser.
- Sommerstagnasjon: Stabil termisk sjiktning med kaldere (hypolimnion) vann i dypet.
- Høstsirkulasjon: Ustabil situasjon under avkjølingsperioden om høsten. Ut på høsten vil vannmassene ha ensartet temperatur fra overflate til bunn (høstfullsirkulasjon).
- Vinterstagnasjon: Stabil termisk sjiktning med kaldt vann (ca. 0°C) i overflatelagene og noe varmere (ca. 4°C) i de dypere lag.
- Vårsirkulasjon: Ustabil situasjon med ensartet temperatur fra overflate til bunn.
- Eutrof vannforekomst: Næringsrik vannforekomst.
- Dystrof vannforekomst: Lavt innhold av næringsalter, men høyt innhold av organisk stoff fra nedbørfeltet (humusstoffer) - vannet brunt.
- Oligotrof vannforekomst: Næringsfattig vannforekomst.
- Primærproduksjon: Plantevekst (planteplankton) pr. tidsenhet.
Angis i mg karbon (C) pr. m² og døgn og som gram karbon (C) pr. m² og år.
- Biomasse: Mengde (vektenhet) organismer i en bestemt vannmengde, f.eks. mg planteplankton pr. liter vann.
- Klorofyll: Angir planteplanktonets biomasse, f.eks. µg/l eller mg/m³.

M J Ø S U N D E R S Ø K E L S E N

Bemanning/arbeidsutførelse

- cand.real Hans Høltan : Saksbehandler - ansvarlig for fysisk-kjemiske forhold
- fil.kand. Gøsta Kjellberg : Ansvarlig for feltarbeide, primærproduksjon, zooplankton, bunndyr og elveundersøkelser
- cand.real. Pål Brettum : Ansvarlig for planteplankton
- ingeniør Brynjar Hals : Ansvarlig for vannføringsdata - feltarbeide
- cand.mag. Else Ø. Sahlquist : Telling av planteplankton
- forskningsass. Gjertrud Holtan : Bearbeidelse av tallmateriale
- assistent Gerd Justås : Telling av zooplankton - bunndyr, feltarbeide
- ingeniør Mette Gunn Norheim : Telling av zooplankton - bunndyr, feltarbeide
- assistent Kjell Kristiansen : Feltarbeide
- ingeniør Inger Marie Bjørke : Kjemiske analyser
Hamar kommune
- cand.real. Torulv Tjomsland : Ansvarlig for strømningsmodellen

Kjemiske og biologiske prøver er ellers blitt analysert av NIVA's faste laboratoriepersonell, dataseksjonens personale har deltatt i databehandlingen, skrivemaskinarbeide er utført på skrivestuen og tegnekontoret er ansvarlig for tegnearbeide og for trykking av rapport.