

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

O-87/75

EN UNDERSØKELSE AV VANSJØ, 1976-77

1. desember 1977

Saksbehandler: Pål Brettum

Instituttetsjef: Kjell Baalsrud

ISBN 82-577-0001-0

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	5
2. BESKRIVELSE AV OMRÅDET	6
2.1 Generell del	6
2.2 Geologiske forhold	8
2.3 Meteorologiske forhold i undersøkelsesperioden	9
2.4 Vannstandsvariasjoner og vannføringsdata	12
3. RESULTATER AV DE UTFØRTE UNDERSØKELSER	17
3.1 Prøvetaking og prøvetakingssteder	17
3.2 Fysisk-kjemiske forhold i Vansjø	19
3.2.1 Generelt om en del fysisk-kjemiske parametre	19
3.2.2 Kommentarer til fysisk-kjemiske forhold i Vansjø 1976-77	22
3.2.3 Kommentarer til de fysisk-kjemiske forhold i tilløpselvene	38
3.2.4 Tørrstoff og siktedyp	47
3.3 Planteplanktonforholdene i Vansjø i undersøkelses- perioden	54
4. AVSLUTTENDE OG SAMMENFATTENDE KOMMENTARER	61
 TABELLER 5 - 17	 65

FIGURFORTEGNELSE

	Side
1. Kartskisse som viser Vansjø med nedbørfelt	7
2. Variasjoner i maksimum-, minimumstemperatur og nedbør på Rygge flystasjon i undersøkelsesperioden	10
3. Variasjoner i vannstand ved Rødsund bru (Vanemfjorden) i undersøkelsesperioden	13
4. Detaljkart over området ved sundene mellom Vanemfjorden (Vestfjorden) bassenget og Storefjordbassenget	15
5. Variasjoner i vannføringen i Hobølelva ved Høgfoss 1976-77	16
6. Kartskisse som viser plasseringen av prøvetakingssteder ved undersøkelsene 1976-77	18
7. Variasjoner i oksygen og temperatur på stasjon I Storefjorden 1976-77	24
8. Variasjoner i oksygen og temperatur på stasjon II Vanemfjorden 1976-77	25
9. Variasjoner i total nitrogen på stasjon I Storefjorden i 1964 og 1976-77	27
10. Variasjoner i total nitrogen på stasjon II Vanemfjorden i 1964 og 1976-77	28
11. Variasjoner i nitrat på stasjon I Storefjorden i 1964 og 1976-77	29
12. Variasjoner i nitrat på stasjon II Vanemfjorden i 1964 og 1976-77	30
13. Variasjoner i totalfosfor på stasjon I Storefjorden i 1976-77	32
14. Variasjoner i totalfosfor på stasjon II Vanemfjorden i 1976-77	33
15. Variasjoner i ortofosfat på stasjon I Storefjorden i 1964 og 1976-77	34
16. Variasjoner i ortofosfat på stasjon II Vanemfjorden i 1964 og 1976-77	35

	Side
17. Variasjoner i totalnitrogen i tilløpselver til Vansjø og utløp 1976-77	39
18. Variasjoner i nitrat i tilløpselver til Vansjø og utløp 1976-77	40
19. Variasjoner i totalfosfor i tilløpselver til Vansjø og utløp 1976-77	42
20. Variasjoner i ortofosfat i tilløpselver til Vansjø og utløp 1976-77	43
21. Variasjoner i pH i tilløpselver til Vansjø og utløp 1976-77	45
22. Variasjoner i konduktivitet (spes.el.ledn.evne) i tilløpselver til Vansjø og utløp 1976-77	46
23. Variasjoner i totalt og uorganisk partikulært tørrstoff på stasjon I Storefjorden 1976-77	48
24. Variasjoner i totalt og uorganisk partikulært tørrstoff på stasjon II Vanemfjorden 1976-77	49
25. Variasjoner i siktedypmålinger på stasjon I Storefjorden og stasjon II Vanemfjorden i 1976-77	51
26. Stasjonslokaliteter i Vansjø ved siktedypmålinger sommeren 1977	52
27. Variasjoner i totalvolum av planktonalger i Vansjø 1976-77	55
28. Variasjoner i prosentvis andel av totalvolumet for de viktigste algegrupper	56
29. Variasjoner i klorofyll på stasjon I Storefjorden 1976-77	59
30. Variasjoner i klorofyll på stasjon II Vanemfjorden 1976-77	60

TABELLFORTEGNELSE

	Side
1. Morfometriske data for Vansjø	6
2. Vindobservasjoner fra Rygge flystasjon i undersøkelses- perioden	11
3. Variasjoner i pH og konduktivitet (spes.el.ledn.evne) i Vansjø i 1976-77 og på tilsvarende tidspunkter i 1964	37
4. Siktedyppmålinger på stasjoner i Vansjø	53
5. Fysisk-kjemiske analyseresultater 15. juni 1976	66
6. Fysisk-kjemiske analyseresultater 17. august 1976	67
7. Fysisk-kjemiske analyseresultater 13. og 15. september 1976	68
8. Fysisk-kjemiske analyseresultater 19. og 13. oktober 1976	69
9. Fysisk-kjemiske analyseresultater 17. og 10. november 1976	70
10. Fysisk-kjemiske analyseresultater 17. februar 1977	71
11. Fysisk-kjemiske analyseresultater 15. og 18. mars 1977	72
12. Fysisk-kjemiske analyseresultater 10. mai 1977	73
13. Fysisk-kjemiske analyseresultater 9. og 14. juni 1977	74
14. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1. og 4. juli 1977	75
15. Fysisk-kjemiske analyseresultater 9. og 25. august 1977	76
16. Analyse av planteplankton fra Vansjø 1976-77. Storefjorden stasjon I	77-78
17. Analyse av planteplankton fra Vansjø 1976-77. Vanemfjorden stasjon II	79-80

## 1. INNLEDNING

Regionplanrådet for Mossedistriktet bevilget på forsommeren 1975 penger til en ny undersøkelse av Vansjø, og henvendte seg til Norsk institutt for vannforskning (NIVA) for å få en slik undersøkelse gjennomført.

I brev av 16. juli 1975 sa NIVA seg villig til å gjennomføre en slik undersøkelse og oversendte 23. januar 1976 et forslag til Regionplanrådet til undersøkelsesprogram. Dette programmet ble senere noe endret.

I juni 1976 ble det så gjennomført en innsamling av prøver og materiale etter programmet, i første omgang for at Næringsmiddelkontrollen i Moss skulle få anledning til å teste analysemetodikken før undersøkelsene ble satt i gang for fullt.

Det ordinære undersøkelsesprogrammet har vært gjennomført i tidsrommet august 1976 til august 1977.

Instituttets kontaktperson med Regionplanrådet har vært sivilingeniør Per Arild Simonsen, Utbyggingsavdelingen i Østfold.

Saksbehandler ved NIVA har vært Pål Brettum.

De fysiske-kjemiske analysene har i hovedsak vært gjennomført ved Næringsmiddelkontrollen i Moss, selv om en del analyser har vært utført ved NIVAs rutinelaboratorier på grunn av behov for spesialutstyr som Næringsmiddelkontrollen foreløpig ikke disponerer.

Undersøkelsene har hatt som målsetning å gi en beskrivelse av Vansjø's tilstand i dag først og fremst med hensyn på fysiske-kjemiske parametre og veksten av planktonalger, men også for å kunne påvise de eventuelle endringer som er skjedd i innsjøen siden NIVA foretok en lignende undersøkelse i 1964.

Når det gjelder tilførselsdata fra husholdningskloakk, industri, jordbruk o.l. og grunnlaget for å beregne disse, er dette under bearbeidelse og en oversikt med slike data vil foreligge senere. Denne oversikt vil bli utarbeidet av Utbyggingsavdelingen i Østfold. Foreløpig er en derfor avskåret fra å trekke inn vurderinger om ulike tilførslers relative betydning for Vannsjøs kvalitet her.

## 2. BESKRIVELSE AV OMRÅDET

### 2.1 Generell del

Selve Vansjø ligger i Østfold fylke, men store deler av nedbørfeltet strekker seg nordover inn i søndre deler av Akershus.

Det totale nedbørfelt er på 690 km<sup>2</sup> og store arealer av kommunene Moss, Rygge, Råde, Våler, Hobøl, Spydeberg, Ski og Enebakk ligger innenfor nedbørfeltet.

Som det fremgår av kartskissen (fig. 1) har Vansjø en meget uregelmessig utforming og består av mange bukter og vikar som er skilt fra hverandre med nes, holmer, øyer og grunne terskler.

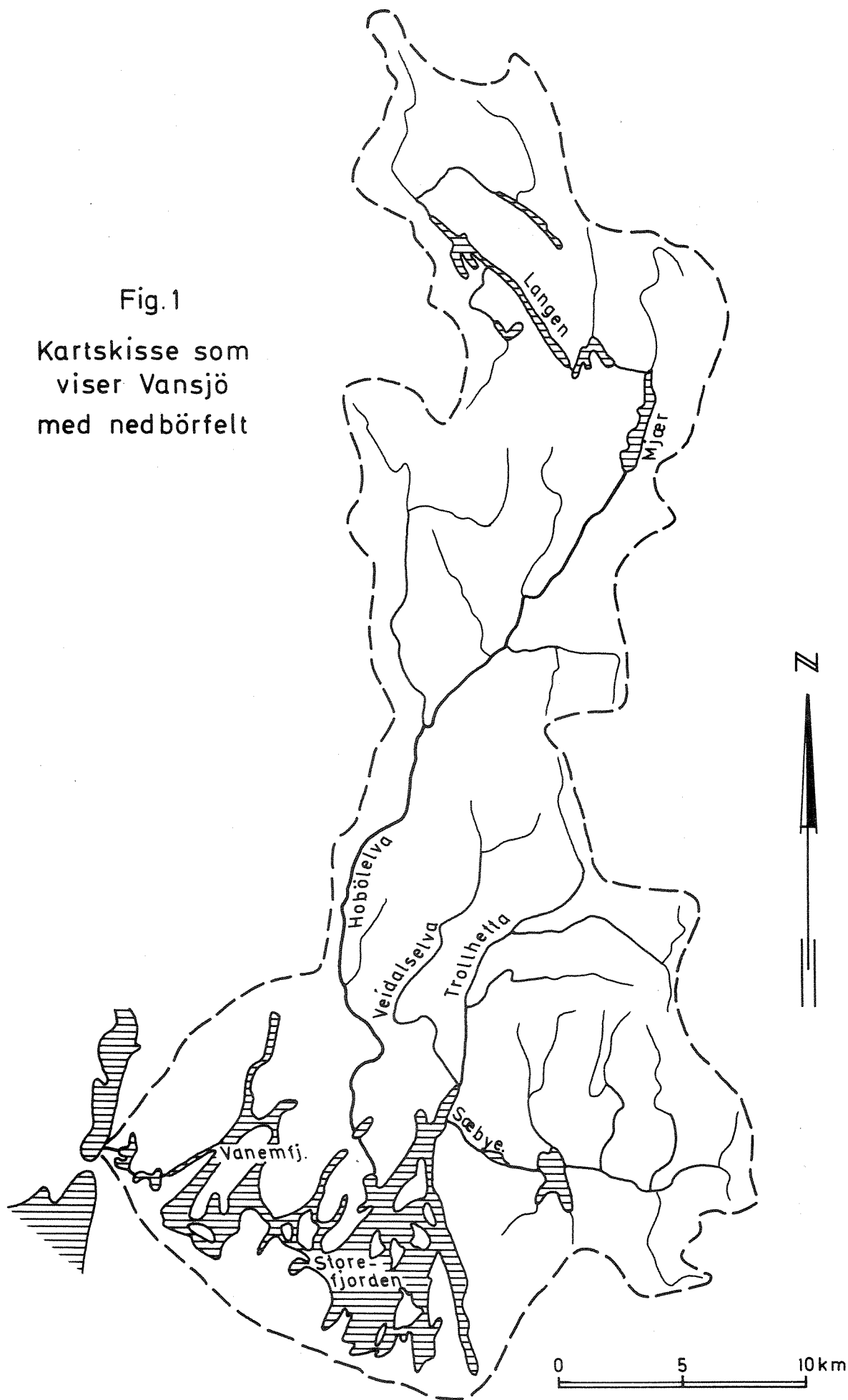
Likevel har en delt opp innsjøen i to hovedbassenger, som i denne rapporten er gitt betegnelsene Storefjorden (det østre bassenget som er størst og dypest) og Vanemfjorden/Vestfjorden (det vestre bassenget som er mindre og grunnere), selv om hvert av bassengene i virkeligheten består av flere mer eller mindre atskilte bassenger.

Området ved "Sunna" skiller grovt sett de to hovedbassengene. "Sunna" omfatter flere trange og meget grunne sund (fig. 3). Nedenfor er gitt en del morfometriske data for Vansjø.

Tabell 1.

	Totalt	Storefjorden (østre basseng)	Vanemfjorden/Vestfjorden (vestre basseng)
Høyde over havet	25 m	-	-
Overflateareal	35,8 km <sup>2</sup>	23,8 km <sup>2</sup>	12 km <sup>2</sup>
Største dyp	40 m	40 m	16 m
Middeldyp	7,4 m	9,2 m	3,7 m
Volum	263,9 mill m <sup>3</sup>	219,4 mill m <sup>3</sup>	44,5 mill m <sup>3</sup>

Fig.1  
Kartskisse som  
viser Vansjö  
med nedbørfelt





På veien fra utløpet av Vanemfjorden til Mossefossen passerer vannet på enkelte steder gjennom trange sund med tildels meget grunne terskler, noe som kan forsinke passasjen av vannmassene fra selve innsjøen ned til bassenget ved Moss før Mossefossen. Dette fører i flomperioder til en oppstuing av vann i innsjøen.

De viktigste tilløpselvene til Vansjø er Hobølelva, Veidalselva, Trollhetta (Mørkeelva) og Sæbyelva (Svinndalselva), hvorav Hobølelva er den største.

Alle disse tilløpene renner ut i Vansjø i Storefjordbassenget. Store deler av nedbørfeltet består av barskog, men også store jordbruksarealer ligger innenfor nedbørfeltet.

En del innsjøer ligger også innenfor nedbørfeltet hvorav Sæbyvatn med avløp gjennom Sæbyelva og Mjær, Vågvatn og Langen med avløp gjennom Hobølelva er de største.

## 2.2 Geologiske forhold

Vansjø og dens nedbørfelt ligger som helhet i et område der berggrunnen hovedsakelig består av gneiser, med mindre områder med granitt innimellom.

Isfronten under siste istid fant et relativt stabilt leie sør for der Vansjø ligger i dag, og som endemorene ble avsatt det mektige Raet. Disse morenemassene har opprinnelig vært avsatt i marine områder.

Ved landhevingen demmet Raet opp Vansjø og hindret et "naturlig" avløp mot sør. Et utløp ble tvunget frem mot vest. Dette har gitt innsjøens strandlinje et uregelmessig forløp. Innsjøen ser ikke ut til å fylle et "naturlig bekken".

Leiren representerer den suspenderte del av materialet fra de store iselvene som munnet ut ved isfronten under isavsmeltingen.

Leirmassene, som ble avsatt på sjøbunnen etter hvert som isfronten trakk seg tilbake, dekket bunnen overalt. Ved landhevingen gled leiren på de høyereliggende steder ned, og den ble vasket videre ned av regn og smeltevann og samlet seg i de dypere delene av terrenget.

Leirpartikler transporteres ennå i store mengder ut i Vansjø ved kraftig vannføring under regn eller snesmelting.

Da store deler av Vansjø's nedbørfelt er dekket av løsavsetninger og da store deler av disse benyttes til et intensivt jordbruk, får sammensetningen og bruken av løsavsetningene stor betydning for Vansjø.

### 2.3 Meteorologiske forhold i undersøkelsesperioden

Når det gjelder målinger av lufttemperatur og nedbør for Vansjøområdet, har en gode data ved å benytte data fra den meteorologiske stasjon på Rygge flyplass.

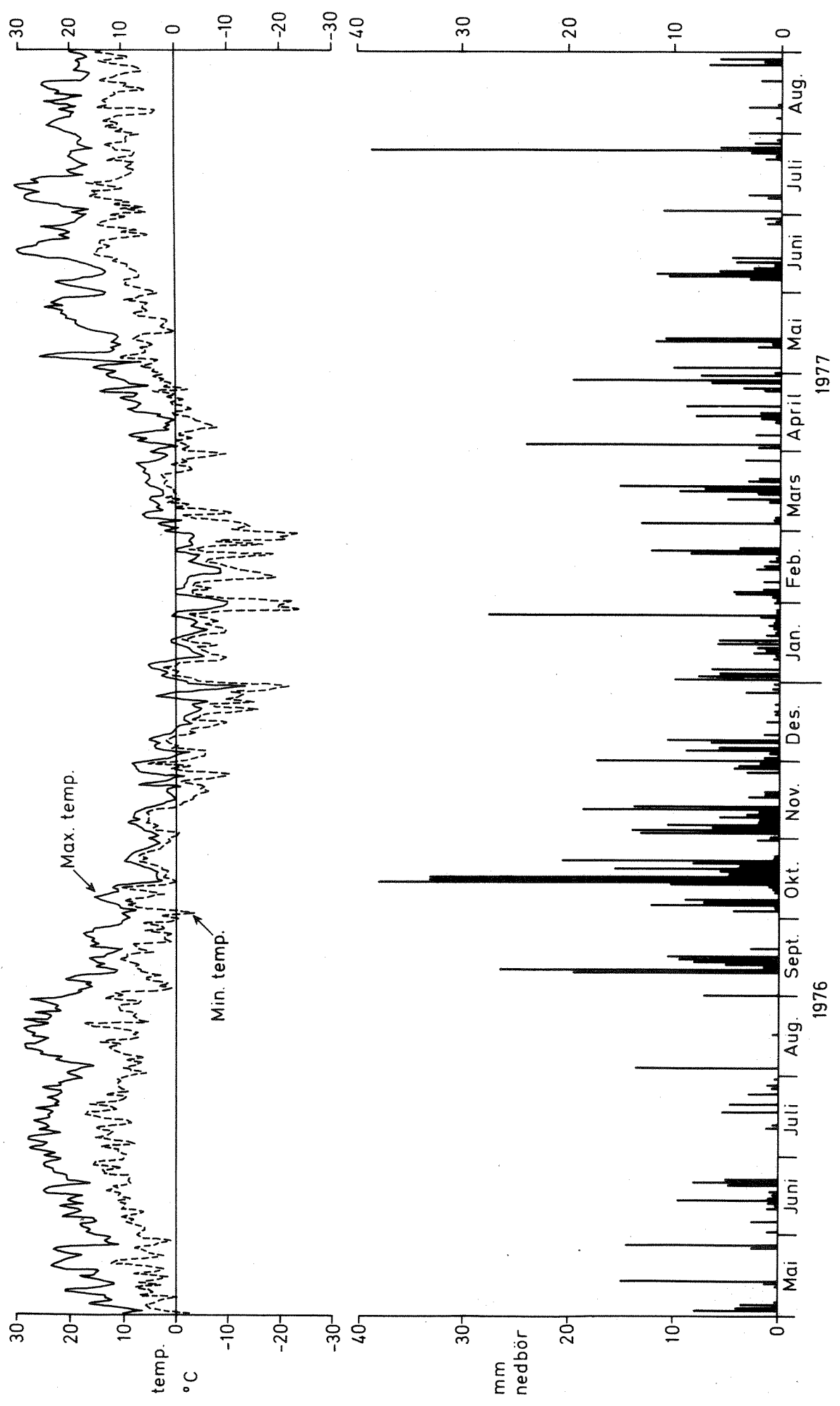
I fig. 2 er vist variasjonene i maksimum- og minimumstemperatur sammen med variasjoner i nedbørmengde samlet pr. døgn i løpet av undersøkelsesperioden i 1976-77.

Som det fremgår av figuren var det, med unntak av noen dager i midten av september 1976, ubetydelige nedbørmengder fra slutten av juni og frem til oktober det året.

I oktober og november falt det tildels store nedbørmengder. Sommeren 1977 kom nedbøren mer jevnt gjennom sesongen, selv om det ikke var store nedbørmengder.

Temperaturmaksimum gikk opp i over 30°C et par ganger sommeren 1977, men gjennom sommeren var variasjonene forholdsvis store. Sommeren 1976 var det ingen dager med maksimum over 30°C, men temperaturen var til gjengjeld jevnere gjennom hele sesongen. I tabell 2 er gitt vindobservasjoner i undersøkelsesperioden. Statistikken bygger på tre observasjoner daglig (kl. 0700, 1300 og 1900) og antall observasjoner for de ulike hovedvindretninger er gitt sammen med gjennomsnittlig vindstyrke etter Beaufort

Fig.2 Variasjoner i maksimum-, minimumstemperatur og nedbør på Rygge flystasjon i undersøkelsesperioden



1976

1977

Tabell 2. Vindobservasjoner fra Rygge Flystasjon i undersøkelsesperioden.

Resultatene er basert på tre daglige observasjoner og gir antall tilfelle med vindstille og vind fra de 12 hovedretninger (36 er nord, 09 er øst, 18 syd osv.) og den midlere vindstyrken etter Beauforts vindskala (se nedenfor).

Tidspunkt	36(N)		03		06		09(Ø)		12		15		18(S)		21		24		27(V)		30		33		VIND - STILLE
	ANT	STYRKE	ANT	STYRKE	ANT	STYRKE	ANT	STYRKE	ANT	STYRKE	ANT	STYRKE	ANT	STYRKE	ANT	STYRKE	ANT	STYRKE	ANT	STYRKE	ANT	STYRKE	ANT	STYRKE	
MAI 1976	5	2,4	10	2,1	8	2,8	6	3,5	5	2,4	7	2,6	19	2,7	20	2,8	9	1,9	1	3,0	0		0		3
JUNI	8	2,8	9	2,9	3	1,7	0		3	2,0	3	3,3	16	3,0	22	3,1	8	2,4	4	3,3	6	3,2	7	2,9	1
JULI	7	2,3	9	2,4	6	2,3	3	2,7	4	2,0	6	2,2	10	3,4	24	3,6	4	2,3	1	2,0	7	2,6	10	2,3	2
AUGUST	18	2,5	9	2,7	2	1,5	1	1,0	4	1,3	2	1,5	12	2,6	23	2,8	5	2,2	5	2,2	2	1,5	5	1,6	5
SEPTEMBER	12	1,5	18	2,2	11	2,5	2	1,0	1	1,0	4	2,0	8	3,1	7	2,4	5	2,6	5	2,4	5	2,6	5	1,8	7
OKTOBER	13	1,8	25	2,4	16	2,7	11	2,5	7	2,4	4	2,5	6	2,3	4	3,3	4	2,5	1	2,0	0		0		2
NOVEMBER	15	2,2	10	2,2	8	2,0	5	2,2	4	2,8	5	2,8	7	2,7	12	2,7	1	1,0	2	2,0	5	2,2	8	2,0	8
DESEMBER	35	2,7	17	2,9	6	2,2	6	2,0	9	2,8	2	2,0	2	3,0	3	2,0	1	4,0	1	4,0	1	2,0	5	2,0	5
JANUAR 1977	32	2,3	21	2,1	3	2,0	4	1,5	7	2,6	2	2,0	0		9	3,0	1	2,0	0		4	2,3	8	1,5	2
FEBRUAR	30	2,0	24	2,5	4	3,3	3	3,0	1	2,0	5	2,2	1	4,0	1	2,0	2	1,0	2	2,0	2	1,5	2	1,5	7
MARS	12	2,9	7	1,7	5	1,8	3	1,0	6	1,8	6	2,5	18	2,9	18	2,9	4	1,8	3	2,0	3	2,0	2	1,5	6
APRIL	16	3,2	14	2,2	0		6	2,2	5	3,2	4	2,3	7	3,0	13	3,0	3	3,0	5	3,0	8	2,9	4	4,3	5
MAI	15	2,4	21	3,0	3	2,7	1	2,0	0		1	2,0	20	3,5	14	3,1	4	2,5	3	1,7	3	2,5	8	2,8	0
JUNI	9	2,3	11	2,2	3	2,0	4	1,8	9	2,1	5	1,8	8	3,4	22	3,4	5	1,6	3	2,3	7	2,7	4	3,0	0
JULI	11	2,7	16	2,6	7	2,6	3	2,3	3	1,7	3	2,0	14	3,3	21	3,0	1	2,0	3	2,7	2	2,0	8	2,8	1
AUGUST	16	1,8	9	1,9	11	2,4	4	1,8	5	2,2	2	2,0	16	3,1	19	2,8	2	2,5	4	1,8	2	3,0	1	1,0	2
ANT.TILFELLE - GJ.SN.STYRKE	254	2,4	230	2,4	96	2,2	62	1,9	73	2,0	61	2,2	164	2,9	232	2,9	59	2,2	43	2,3	57	2,0	77	1,9	56

vindskala for disse observasjonene. Over kortere perioder og i kastene kan det ha vært betydelig kraftigere vind.

Av tabellen kan en se at vindretningene i nordøst-sørvestlig retning (03, 06 og 21, 24) utgjorde hele 42% av observasjonene. Dette er vind langsetter store deler av innsjøen, selv om innsjøen på grunn av sine mange bukter, vikar, holmer og øyer er godt beskyttet mot vind mange steder. Langs Årvollfjorden/Vanemfjorden og i Roosfjorden vil vind i nordøstlig-sørvestlig retning få godt tak for omrøring av vannmassene i den isfrie perioden. I de sentrale deler av Storefjorden vil derimot vind i alle retninger påvirke vannmassenes turbulens. Vind i nord-sørlig retning vil påvirke vannmassene i Borgebunnen, mens denne delen av innsjøen på grunn av åsene rundt ligger godt beskyttet mot vind fra andre retninger.

#### 2.4 Vannstandsvariasjoner og vannføringsdata

Vannstandsmålinger har vært foretatt ved Rødsund bru i Vanemfjorden gjennom lengre tid og variasjonene i vannstanden der i undersøkelsesperioden er gjengitt i fig. 3. (Tilsvarende data fra dammen ved Mossefossen med striplet linje).

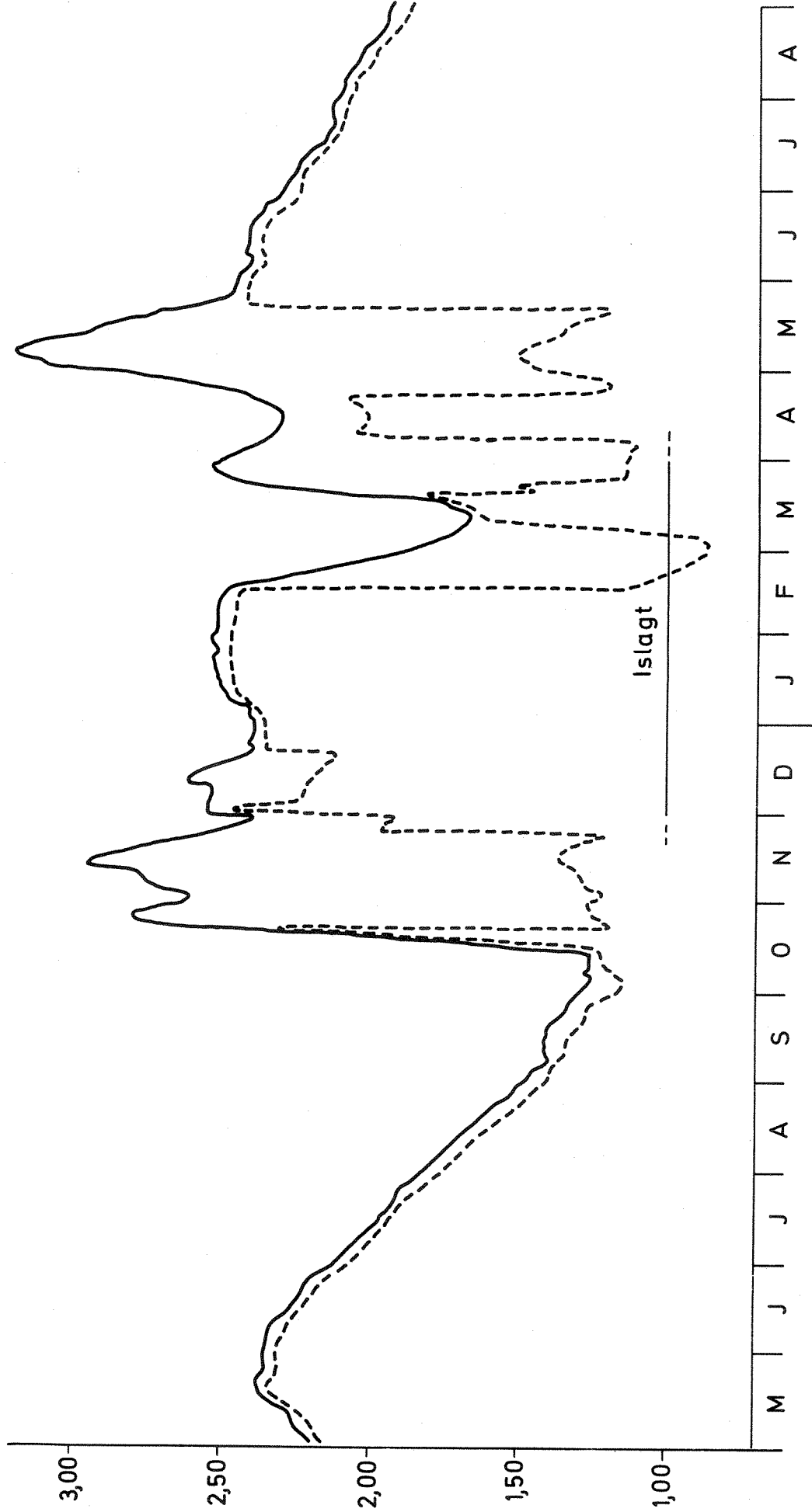
Som figuren viser var det maksimum i vannstanden i oktober/november 1976 i forbindelse med den kraftige nedbøren på det tidspunktet og i mai 1977 under vårflommen som dette året ble ekstra stor.

Vannstanden sank jevnt utover sommeren både i 1976 og 1977. I 1976 hadde vannstanden et minimum i første halvdel av oktober, før høstregnet satte inn. Også i 1977 var det samme tendens, men da antagelig med et minimum i september. Et minimum i vannstanden hadde en også i mars 1977 før snesmeltingen i nedbørfeltet kom i gang for alvor.

Av figuren går det frem at det i 1977 var en vannstandsfor forskjell mellom høyeste og laveste på 1,68 m (i det minste innenfor undersøkelsesperioden).

Lavvannssituasjoner som den som ble registrert i august-oktober 1976 får store konsekvenser med hensyn til utvekslinger av vannmassene fra østre til vestre basseng.

Fig.3 Variasjoner i vannstand ved Röd Sund bru (Vanemfjorden) i undersøkelsesperioden  
Vannstandsstavers 0 - punkt er 22,45 m. o. h.  
(Tilsvarende vannstandsmålinger fra demningen ved Mossefossen plottet med stiptet linje)



Av detaljkartet (fig. 4) som viser de sundene der vannmassene fra østre basseng (Storefjorden) må passere for å komme inn i vestre basseng (Vestfjorden/Vanemfjorden), ser en at disse er meget trange og grunne.

Sundet mellom fastlandet og Tømmerøya, "Nåløyet", har et minste terskeldyp ved antatt normal vannstand på ca. 0,75 m. Sundet mellom Tømmerøya og Bliksøya ved holmen "Vaktmesteren" har et minste dyp på ca. 2-3 m og ved Ramsund er det et minste terskeldyp på ca. 1 m.

I en lavvannsstitusjon slik en hadde det ettersommeren 1976 sank vannstanden ned til ca. 0,75 m under en antatt normalvannstand. Det vil si at i perioden august-oktober 1976 var sundet mellom fastlandet og Tømmerøya, "Nåløyet", praktisk talt tørrlagt og området ved Ramsund var også så godt som tørrlagt. Selv i sundet mellom Tømmerøya og Bliksøya kan terskeldypet ikke ha vært mer enn ca. 1 - 1,5 m.

På samme tid var tilførselene til Storefjorden fra de viktigste tilløpselvene også helt minimale i den samme perioden. På denne måten ble det i dette tidsrommet praktisk talt ingen utveksling av vann fra Storefjorden til Vestfjorden/Vanemfjorden.

I september 1976 ble det opprettet en vannføringsmålestasjon ved Høgfoss i Hobølelva. Resultatene fra denne stasjonen er gitt i fig. 5. Figuren viser at frem til midten av oktober 1976 var vannføringen helt minimal, praktisk talt lik null. Det samme var tilfelle fra midten av juli og i august 1977. I 1977 varte den minimale tilførselen av vann fra tilløpselvene bare i en kortere tid og ga derfor ikke så sterke utslag på vannstanden som i 1976.

Vannførings-skjemaet viser også at Hobølelva este opp kraftig både i siste halvdel av oktober i forbindelse med den sterke nedbøren da, og i april/mai i forbindelse med vårflommen da.

Fig.4 Detaljkart over området ved sundene mellom Vanemfjord-  
(Vestfjorden) bassenget og Storefjordbassenget

Omtrentlige terskeldyp er angitt for de trangeste  
sundene mellom de to hovedbassenget  
Angitte dyp gjelder for normal vannstand

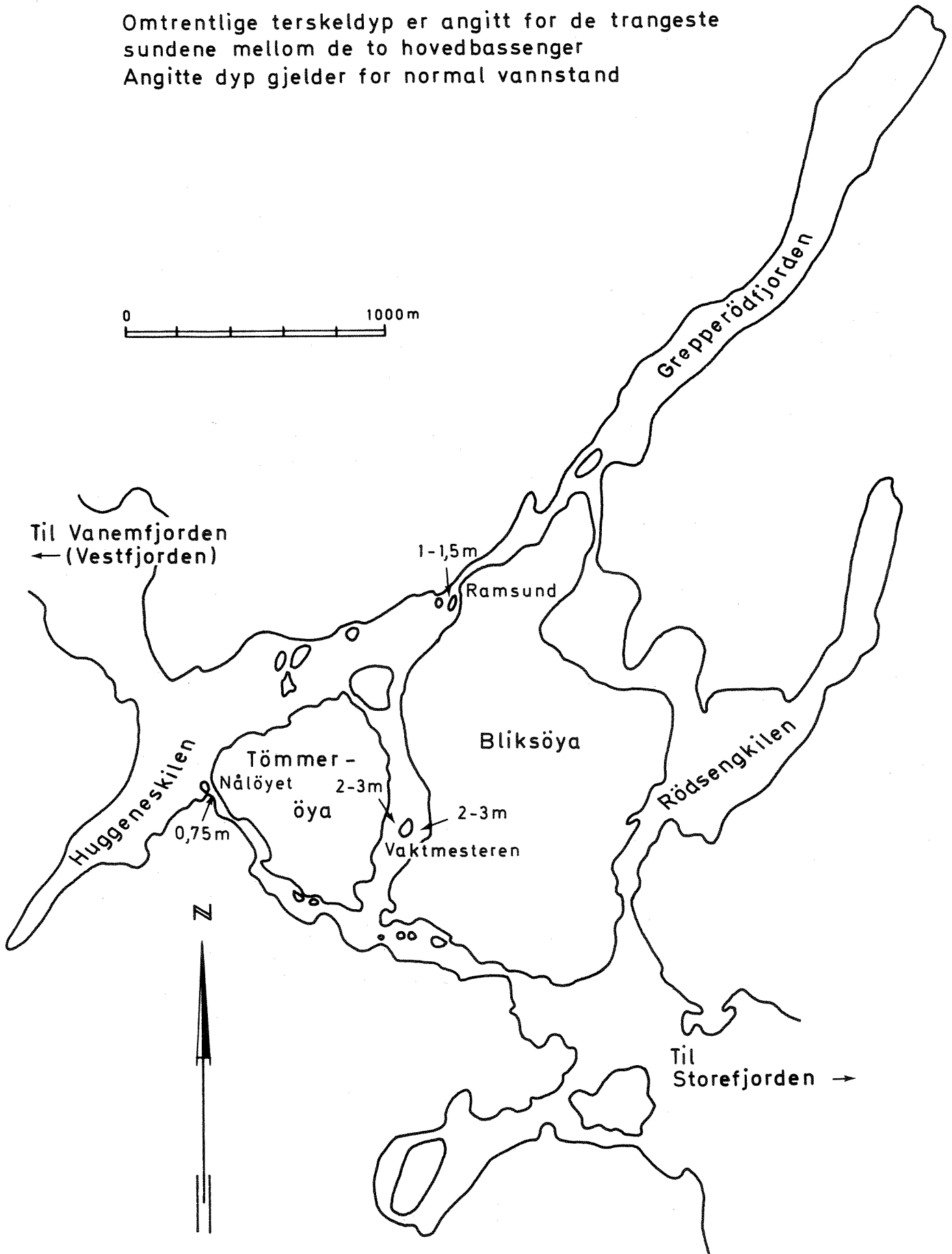
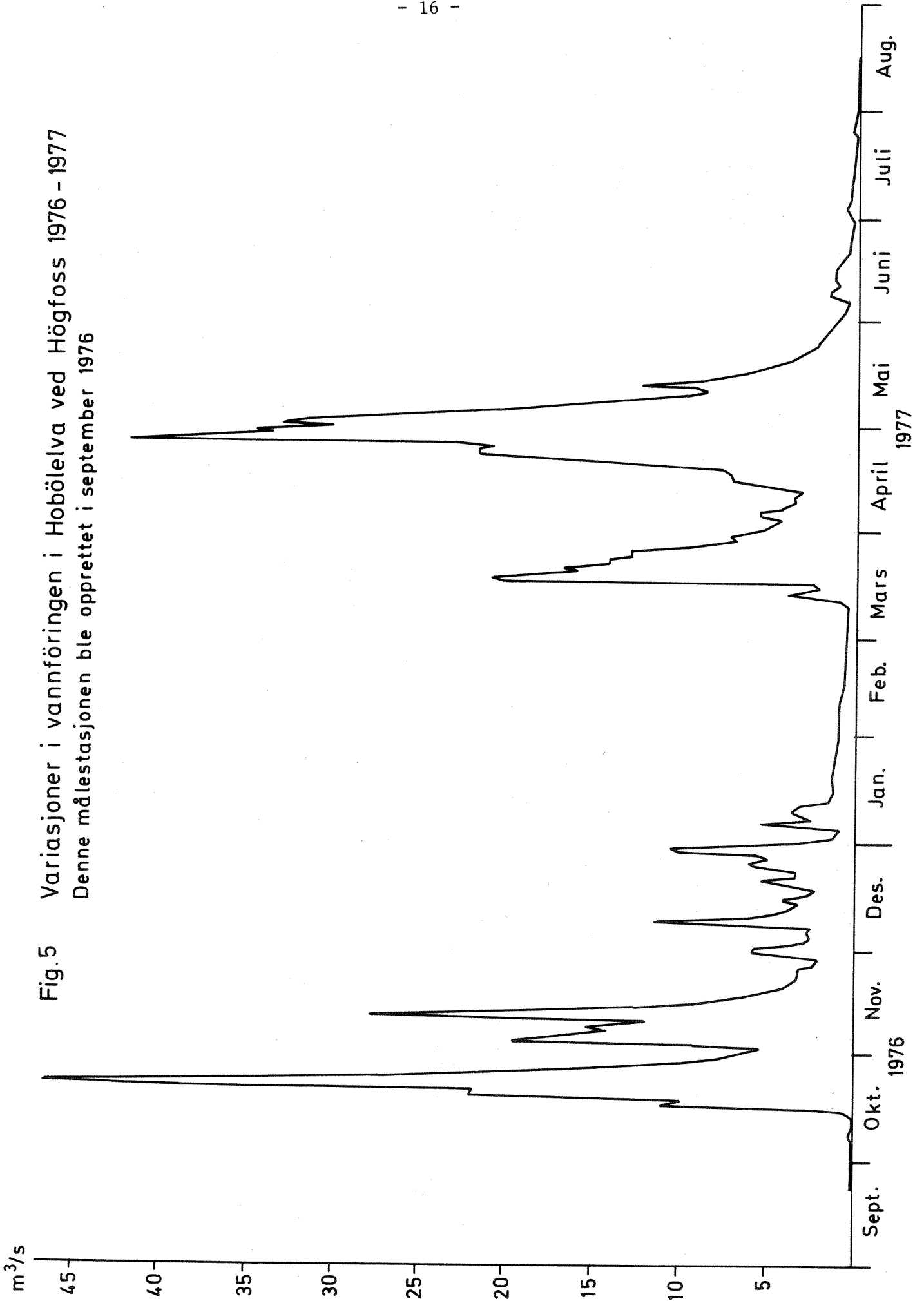




Fig. 5 Variasjoner i vannføringen i Hobölelva ved Högfoss 1976 - 1977  
Denne målestasjonen ble opprettet i september 1976



### 3. RESULTATER AV DE UTFØRTE UNDERSØKELSER

#### 3.1 Prøvetaking og prøvetakingssteder

I fig. 6 er laget en kartskisse over Vansjø og dens viktigste tilløpselver. På kartskissen er også avgrenset nedbørfeltet for alle tilførsler til Vansjø og nedbørfeltet for de enkelte tilløpselvene.

Prøvetakingen ble foretatt for innsjøens vedkommende på de to innsjøstasjonene St. I (Storefjorden) og St. II (Vanemfjorden). På disse stasjonene ble det samlet inn prøver for fysisk-kjemiske analyser fra ulike dyp (som regel 1, 4, 8, 16, 25 og 40 m på St. I og 1, 4, 8 og 16 m på St. II). Videre ble det samlet inn prøver for klorofyllanalyser og tørrstoff/gløderest fra de samme dyp på begge stasjoner. I tillegg ble det fra de samme dyp samlet inn kvantitative planteplanktonprøver hvorav 1 m prøvene ble bearbeidet. Resten av planteplanktonprøvene er arkivert.

Siktedypet ble målt på begge stasjonene.

Ved siden av innsjøstasjonene ble det samlet inn prøver fra følgende elvestasjoner og utløpsstasjoner for fysisk-kjemiske analyser:

VE 1	Mosseelva v. E6
VE 2	Hobølelva v. Bjørnrød
VE 3	Veidalselva v. riksvei 115
VE 4	Trollhetta (Mørkelva) v. riksvei 115
VE 5	Sæbyelva nedstrøms Flesjøvatn
VE 6	Mossefossen
VE 7	Hobølelva v. Kure.

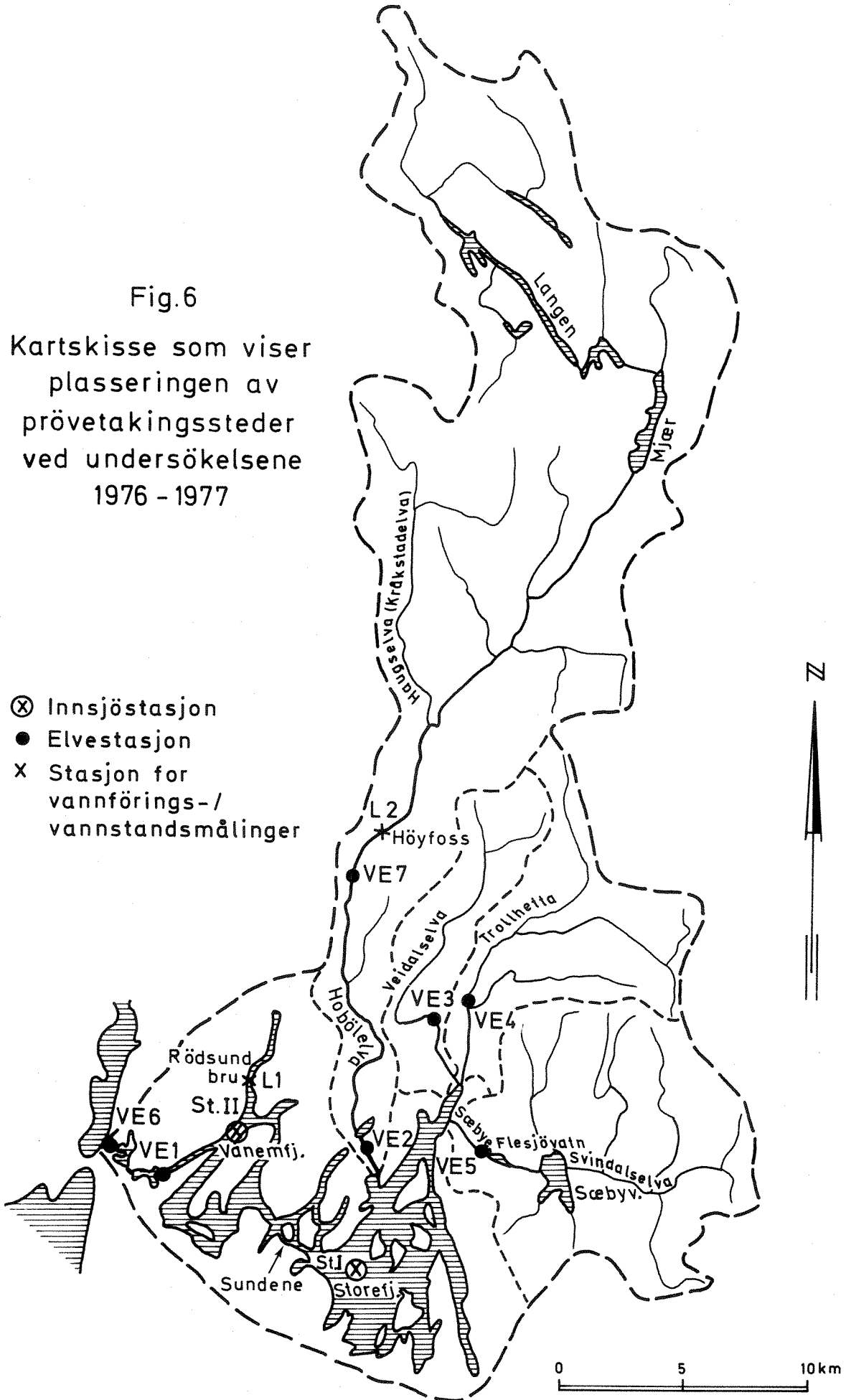
På kartskissen er også tegnet inn beliggenheten for vannstandsmålestasjonen ved Rødsund bru (L 1) og vannføringsmålestasjonen ved Høgfoss (L 2).

Prøvetaking ble foretatt på innsjøstasjonene i juni, august, september, oktober og november 1976 og februar, mars, mai, juni, juli og august 1977. Fra elvestasjonen ble samlet inn prøver på de samme tidspunkter med unntak av februar 1977. I tillegg til dette ble siktedypsmålinger foretatt på 21 forskjellige steder i Vansjø 18. juni, 4. juli og 21. august 1977.

Fig.6

Kartskisse som viser plasseringen av prøvetakingssteder ved undersøkelsene 1976 - 1977

- ⊗ Innsjøstasjon
- Elvestasjon
- x Stasjon for vannførings- / vannstandsmålinger



### 3.2 Fysisk-kjemiske forhold i Vansjø

#### 3.2.1 Generelt om en del fysisk-kjemiske parametre

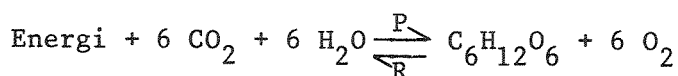
Temperatur. Temperaturen er en hovedfaktor for innsjøens stoffomsetning. En kan skille mellom de direkte virkninger gjennom hastigheten i de biologiske prosesser og de indirekte virkninger ved temperatursjiktning i vannmassene og derav følgende fundamentale virkninger på organismer og miljøforhold.

Innsjøens morfometri (form) og vindeksponering er hovedansvarlig for varmfordelingen i innsjøen, mens klimaet setter grensene for varmebudsjettet.

Oksygen. Oksygen er en fundamental faktor for en innsjø's stoffomsetning. Oksygenforholdene i innsjøer på forskjellige tider av året gir et godt grunnlag for å vurdere trofigraden i økosystemet. Flere faktorer innvirker på den vertikale fordeling av oksygen i en innsjø.

a. Fysiske faktorer. Vannets evne til å ta opp og løse molekylært oksygen (O<sub>2</sub>) minker når temperaturen øker. Det viktigste er imidlertid vindens arbeid som bølger, vertikale strømminger og turbulens. Derfor minker mulighetene for transport av oksygen til dyplagene når sjøen er islagt.

b. Biologiske faktorer. De grunnleggende biologiske prosesser, fotosyntese (P) og respirasjon (R) kan sammenstilles slik:



Strålingsenergi, karbondioxyd og vann danner organiske forbindelser og oksygen når reaksjonen går mot høyre (fotosyntese, primærproduksjon), og oksygen forbrukes til å bryte ned organisk materiell når reaksjonen går mot venstre (respirasjon).

I en innsjø foregår fotosyntesen i det trofogene sjiktet (den delen av vannmassen som mottar tilstrekkelig strålingsenergi gjennom sollyset til at prosessen ovenfor skal gå mot høyre), mens respirasjonen foregår i hele vannmassen.

I innsjøer med store mengder planktonalger er det mulighet for en overmetning med  $O_2$  i det trofogene sjikt i produksjonsperioden, og hvis det er en utpreget temperatursjiktning i innsjøen, oksygenvinn eller fullstendig oksygenmangel i de bunnære, dypere vannmassene.

c. Morfometriske faktorer: Det viktigste her er volumet av vannmassene over et eventuelt temperatursjikt (epilimnion) i forhold til volumet under dette sjiktet (hypolimnion).

pH og konduktivitet ( $\kappa_{20}$ ). Av ligningen for fotosyntese/respirasjon (se foran) kan en se at karbondioksyd ( $CO_2$ ) spiller en sentral rolle i de biologiske prosesser. Den frie gassen  $CO_2$  står i likevekt med bikarbonat ( $HCO_3^-$ ) og karbonat ( $CO_3^{2-}$ ).

Vannets spesifikke elektrolyttiske ledningsevne, konduktiviteten ( $\kappa_{20}$ ), er et mål på vannets innhold av løste salter (elektrolytter). Elektrolyttinnholdet i innsjøene er i stor grad en funksjon av geologien i nedbørfeltet.

Siktedyp. Siktedypet, målt mot en hvit skive (Secchiskive) som sendes ned i vannet til det dyp der den forsvinner for synet, er vesentlig betinget av vannets egenfarge, suspendert materiale og plankton. Variasjoner i siktedyp i en innsjø gjennom året er vesentlig forårsaket av variasjon i det alloktone (tilførte) og autoktone (produsert i innsjøen) materiale.

Siktedypet gir i de fleste tilfelle en tilnærmet, men relativt god, karakteristik av innsjøens optiske egenskaper.

Klorid (Cl). Cl inngår i liten grad i de biologiske prosesser. Høye Cl-konsentrasjoner i en innsjø kan skyldes en eller flere av følgende faktorer:

- 1) Tilførsler fra den marine leire i nedbørfeltet.
- 2) Tilførsler fra regnvannet.
- 3) Tilførsler fra menneskets aktiviteter i nedbørfeltet.

De viktigste plantenæringsstoffer. Fosfor (P) og Nitrogen (N).

Innsjøens produktivitet reguleres av en rekke faktorer. Av næringssaltene tillegges fosfor (P) og Nitrogen (N) særlig stor vekt i en slik sammenheng.

Fosfor (P). Fosfor ansees ofte å være en nøkkelfaktor ved eutrofiering av innsjøer (Vollenweider 1971). I upåvirkede innsjøer er fosfor oftest et minimumssalt, som begrenser veksten av planteorganismer, spesielt alger. Ved f.eks. tilførsler av ubehandlet kommunalt avløpsvann eller tilsig fra større jordbruksarealer, blir innsjøene tilført så store mengder fosfor at dette næringssaltet ikke lenger begrenser veksten av algene.

Det totale fosfor består av:

- 1) Sestonisk fosfor, dvs. fosfor bundet i partikler - både organiske og uorganiske.
- 2) Løst organisk fosfor.
- 3) Løst fosfat-fosfor (polyfosfat og ortofosfat).

Det løste fosfat foreligger som 2) og 3), og er det en vanligvis betegner som direkte assimilerbart fosfat til plantenes vekst.

Sestonisk fosfor (I) må gjennomgå en bakteriell nedbrytning før det kan inngå i plantenes vekstprosesser.

Løst fosfat inkorporeres i biomassen (sestonisk P), og denne sedimenteres eller omsettes ved bakteriell nedbrytning i de frie vannmasser.

Hvis de øverste sjikt av sedimentene er oksydert, vil fosfat absorberes til komplekser med Fe(III), noe som virker som en barriere for frigivelse til vannmassene igjen. Ved reduserende forhold i de øverste sedimentlag vil Fe(III) reduseres og fosfat frigis og diffunderer ut i vannmassene igjen.

Nitrogen (N). Uorganiske nitrogenforbindelser i vann er nitrat ( $\text{NO}_3$ ), nitritt ( $\text{NO}_2$ ), fritt nitrogen ( $\text{N}_2$ ) og ammonium ( $\text{NH}_4$ ).

Nitrat og ammonium er de viktigste nitrogenforbindelsene med hensyn til tilgjengeligheten for planteplanktonet. I de øverste vannlag forbrukes nitrogenforbindelsene ( $\text{NO}_3$  og  $\text{NH}_4$ ) ved planteplanktonets primærproduksjon (enkelte blågrønnalger kan fikserer nitrogen direkte fra luften). Ved nedbrytning av organisk materiale blir  $\text{NH}_4$  sluttproduktet, som ved bakteriell virksomhet oksyderes til  $\text{NO}_3$  i nærvær av oksygen.

I reduserende miljø er  $\text{NH}_4$  stabil, og konsentrasjonene av  $\text{NH}_4$  øker ofte i takt med reduksjonen av oksygen. Totalnitrogen (Tot-N) omfatter i tillegg til uorganiske forbindelser, også løste organiske nitrogenforbindelser (dødt og levende plankton og annet organisk partikulært materiale).

### 3.2.2 Kommentarer til fysisk-kjemiske forhold i Vansjø 1976-77

Samlede data for analyseresultatene av de fysisk-kjemiske forhold i Vansjø med tilløpselver og utløp er gitt i tabell 5 - 15 bakerst i rapporten.

I fig. 7 og fig. 8 er vist vertikale variasjoner i temperatur- og oksygenforholdene på de to innsjøstasjonene (St. I Storefjorden og St. II Vanemfjorden) ved prøvetakingsdatoene i undersøkelsesperioden.

Som figuren viser var det det meste av året, også i vinterhalvåret, forholdsvis gode oksygenforhold i alle dyp i Storefjorden, selv om det i den mest intensive vekstperioden med en viss termisk sjiktning i august/september ble en markert reduksjon i oksygeninnholdet i de dypere lag av vannmassene.

Av resultatene for Vanemfjorden for temperatur- og oksygenvariasjonene ser en at med unntak av høst- og vårsirkulasjonsperiodene, da vannmassene ble godt gjennomblandet og temperaturen var lik i hele vannmassen, var det betydelig oksygenreduksjon mot bunnen i denne delen av innsjøen.

Den store planktonalgeveksten i den vestre delen av innsjøen fører til stort forbruk av oksygen ved nedbrytningsprosessene. Disse nedbrytningsprosessene foregår i hele vannmassen, men i de øvre vannlag med tilstrekkelig lystilgang blir oksygenet som forbrukes av bakteriene ved nedbrytningen erstattet hovedsakelig med det oksygen som produseres av algene ved fotosyntesen eller diffunderer inn fra luften i overflaten. I de bunnære vannmassene foregår det liten fotosynteseaktivitet på grunn av lysforholdene og her vil en derfor totalt få et forbruk av oksygen, noe som fører til en reduksjon av oksygeninnholdet.

Under sterkt oksygenreduserte betingelser i de bunnære vannmasser vil det skje en økende frigivelse av næringssalter fra sedimentene til vannmassene. Dette vil anrike de bunnære vannmassene, og dette næringsrike vannet vil bli ført opp i de øvre lysrike vannlag under mer turbulente forhold. På denne måten kan næringssaltene føre til økt algevekst.



Fig.7 Variasjoner i oksygen og temperatur på stasjon I Storefjorden 1976 - 1977

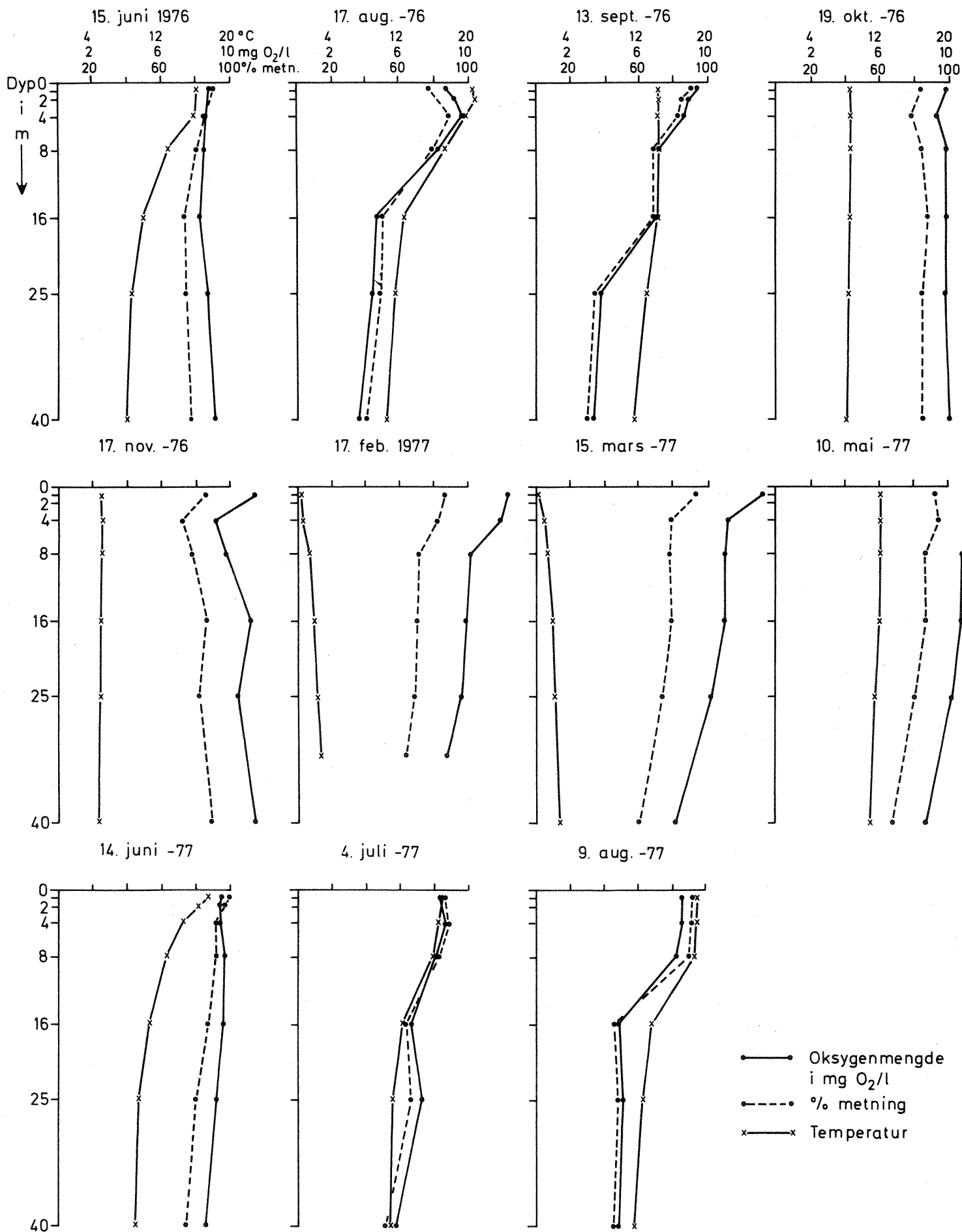
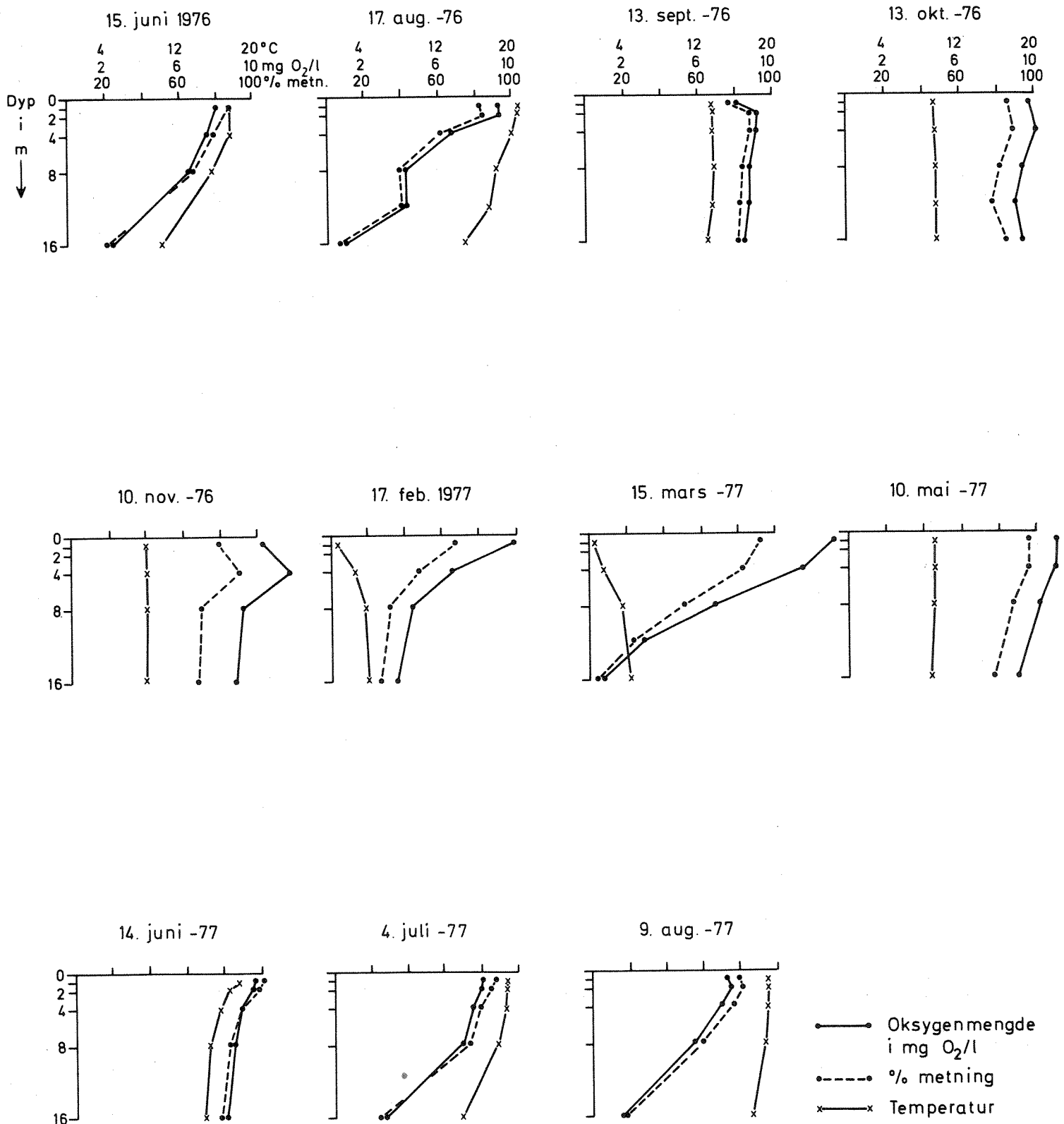


Fig.8 Variasjon i oksygen og temperatur på stasjon II Vanemfjorden 1976 - 1977



Store deler av høysommeren både i 1976 og 1977 var det sterkt oksygenreduerte forhold i de bunnære vannmasser i Vanemfjorden og det samme var tilfellet på ettervinteren i mars 1977, før isløsningen.

En slik oksygenutvikling i vannmassene er vanlig å finne i eutrofe (næringsrike) innsjøer med en stor organisk belastning, først og fremst på grunn av planktonalger.

Fig. 9 og 10 og fig. 11 og 12 viser analyseresultatene for totalnitrogen og nitrat på de to innsjøstasjonene og variasjonene i disse.

Når det gjelder totalnitrogen, viser figuren at verdiene ved undersøkelsene nå har nådd et meget høyt nivå i vannmassene. Ved å sammenligne figurene for totalnitrogen og nitrat, ser en at det meste av året utgjorde nitrattet den største delen av det samlede nitrogeninnholdet i vannmassene. Spesielt i vinterhalvåret er det klart å se hvilket nivå nitrogenmengdene i vannmassene lå på. På dette tidspunkt var det en minimal algevekst og dermed minimalt forbruk av nitrat fra algene til vekst. Mengene av totalnitrogen lå i denne perioden på 2000  $\mu\text{g N/l}$ , hvilket er et meget høyt nitrogeninnhold.

I figuren er plottet inn de tilsvarende mengdene av totalnitrogen ved undersøkelsene i 1964 der disse er tilgjengelige (stiplet linje) og en ser at disse stort sett lå under den halve verdien.

I vekstsesongen i sommerhalvåret forbruker planktonalgene nitrogen vesentlig i form av nitrat til å bygge opp ulike stoffer i cellene og en ser av fig. 11 at nitratverdiene i sommerhalvåret på St.I Storefjorden var betydelig lavere enn i vinterhalvåret.

Det samme ga seg utslag i analyseresultatene fra St.II Vanemfjorden (fig.12), men her på en ennå mer markert måte. Spesielt sommeren 1976 viser analyseresultatene for Vanemfjorden at innholdet av nitrat i august var mindre enn 10  $\mu\text{g N/l}$ , altså ved grensen av analysemuligheten med den analysemetoden som ble benyttet, og selv i september og oktober var verdiene fra 10-50  $\mu\text{g N/l}$  nitrat.

Fig.9 Variasjoner i total nitrogen på stasjon I Storefjorden i 1964 og 1976 - 1977

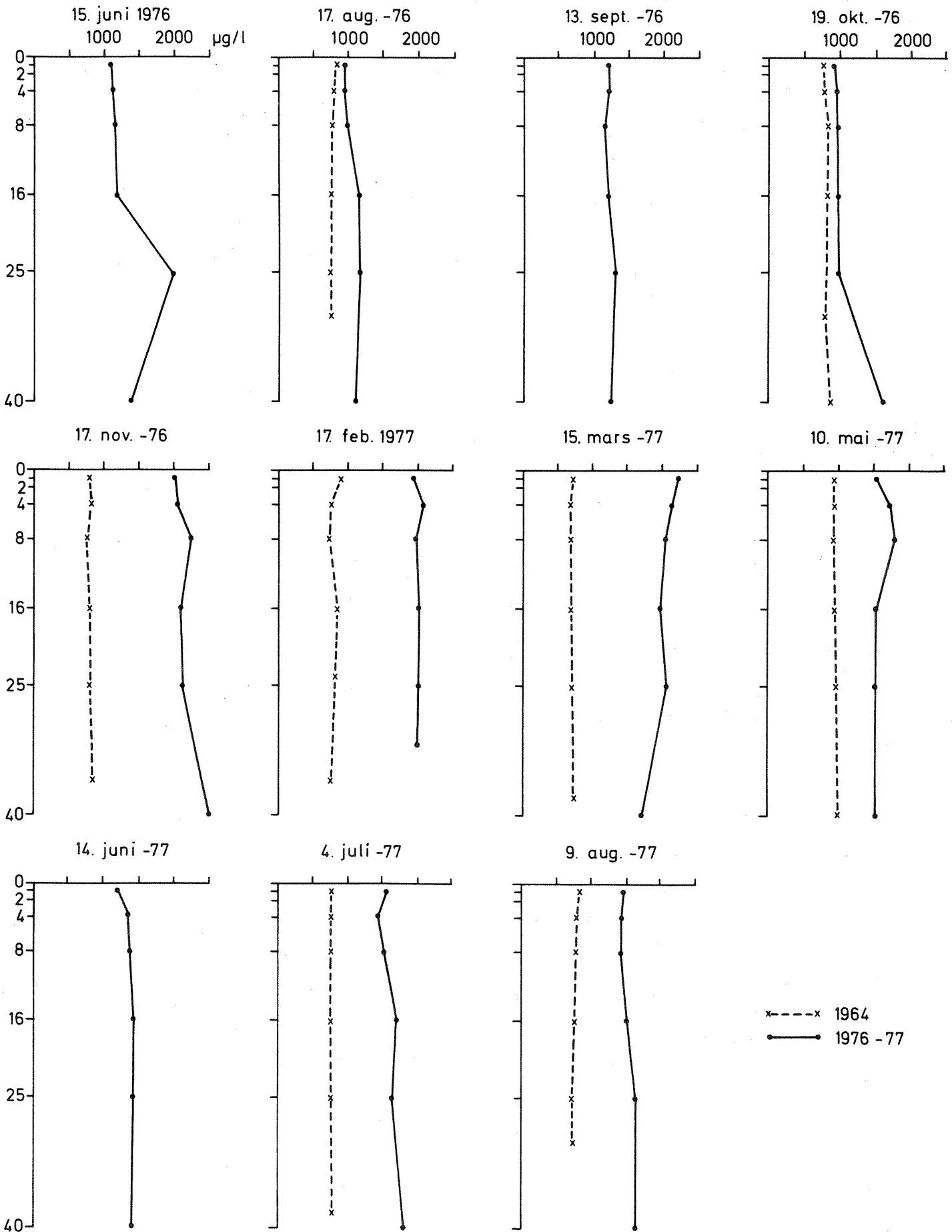


Fig.10 Variasjoner i totalnitrogen på stasjon II Vanemfjorden i 1964 og 1976-1977

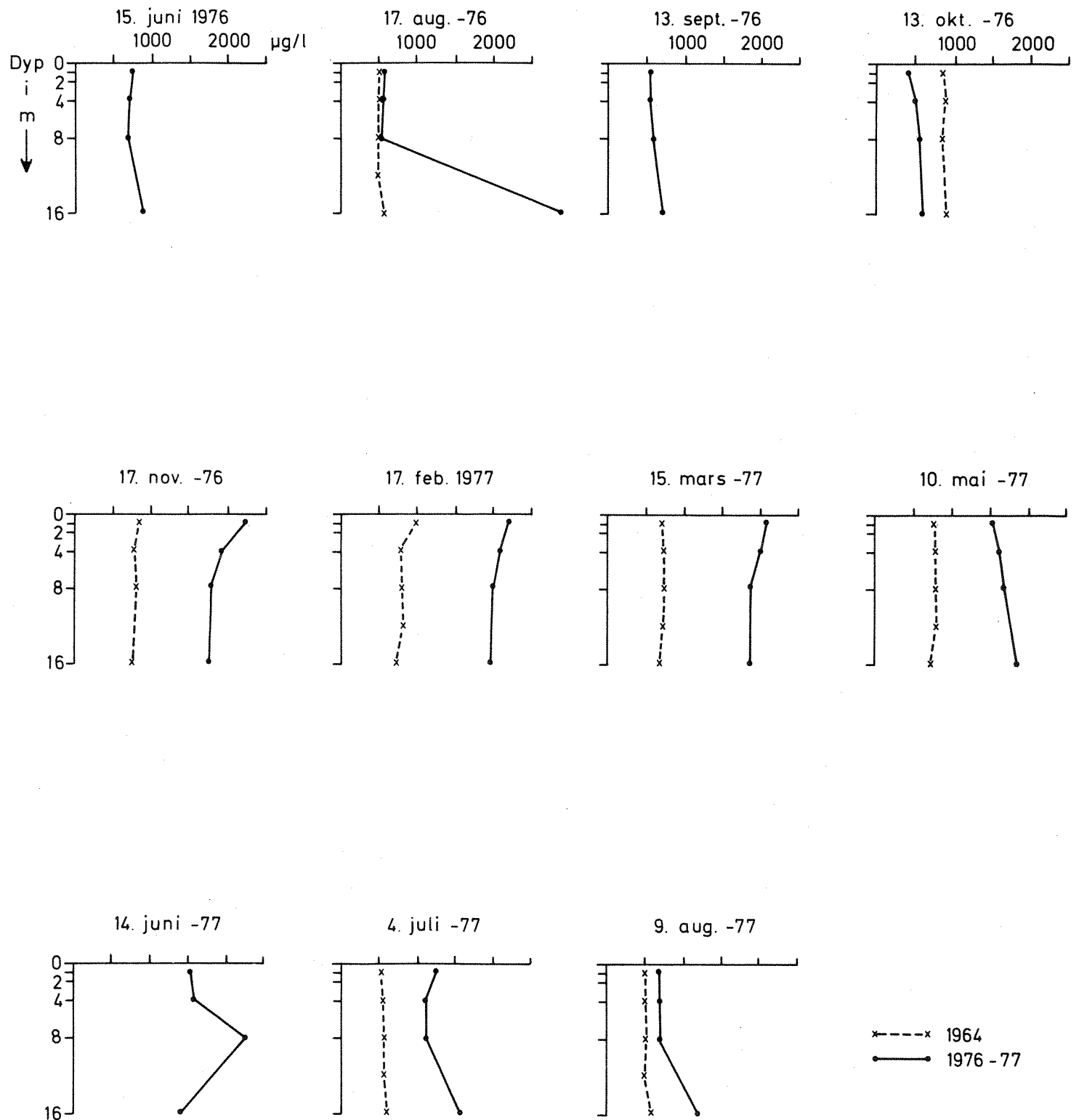


Fig.11 Variasjoner i nitrat på stasjon I Storefjorden i 1964 og 1976 - 1977

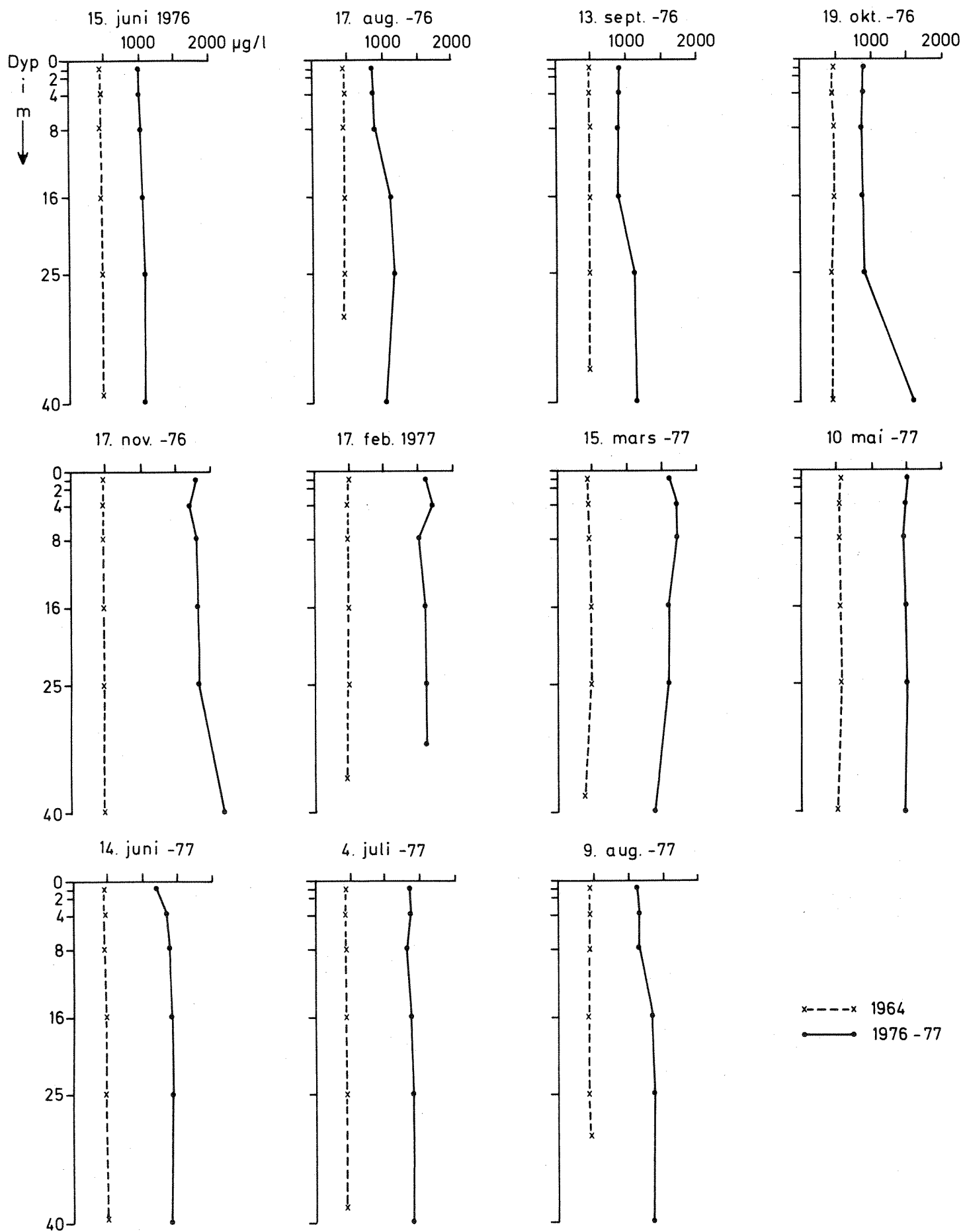
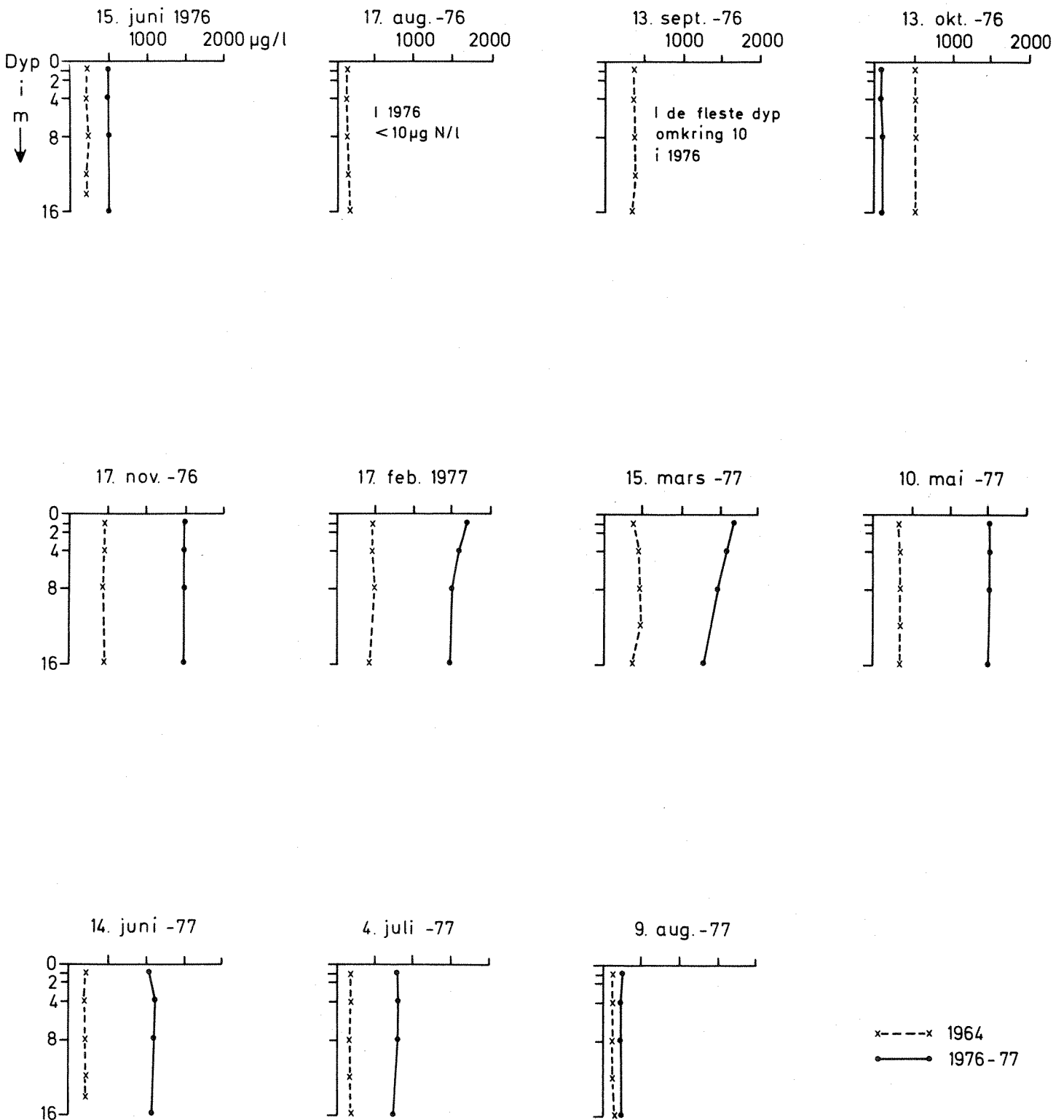


Fig.12 Variasjoner i nitrat på stasjon II Vanemfjorden i 1964 og 1976 -77



Det er overveiende sannsynlig at dette skyldes den sterke tørken som førte til en ekstrem lavvannstand. Samtidig tørket tilløpselvene i stor grad inn.

Dette førte til liten eller ingen tilførsel av vannmasser fra Storefjorden til Vestfjorden/Vanemfjorden gjennom Sundene (se avsnittet om vannstandsvariasjoner).

Den store algeproduksjonen på denne tiden førte til kraftig forbruk av nitrat, uten at vannmassene ble fornyet med næringsrikere vann fra Storefjordbassenget, der algeveksten var mindre og nitratinholdet derfor større. På grunn av forholdsvis stor termisk sjiktning i samme tidsrom var det heller ingen tilførsel av næringsrikere vann fra de bunnære vannmassene.

Sommeren 1976 kom en derfor i den eiendommelige situasjon at på tross av at nitratinholdet vanligvis er meget høyt i Vansjø's vannmasser, så ble dette sannsynligvis en begrensende faktor for videre algevekst i Vestfjorden/Vanemfjordbassenget denne sommeren på grunn av den lave vannstanden som forhindret fornyelse av vannmassene.

Selv om det kom nedbør i september og særlig i oktober, (se avsnitt 2.4) fikk dette ingen stor virkning på nitratinholdet i vannmassene i Vestfjorden/Vanemfjorden før i november.

På samme måte som tilfellet var med analyseresultatene for nitrogen, viser analyseresultatene for totalfosfor høye verdier (fig.13 og fig.14 ).

Spesielt i Vanemfjorden var totalfosforverdiene høye, med verdier varierende mellom 15-30  $\mu\text{g P/l}$  som gjennomsnitt for hele vannmassen gjennom året.

På St.I Storefjorden var verdiene for totalfosfor noe lavere og varierte her det meste av året mellom 10-20  $\mu\text{g P/l}$ , men hadde verdier opp imot 30  $\mu\text{g P/l}$  (10. mai 1977).

På grunn av endringer i alanysemetodikk for totalfosfor fra analysemetodikken i 1964, er det ikke mulig å sammenligne direkte for å se om det har skjedd en endring. Verdiene som ble registrert, spesielt i Vanemfjorden



Fig.13 Variasjoner i totalfosfor på stasjon I Storefjorden 1976 - 1977

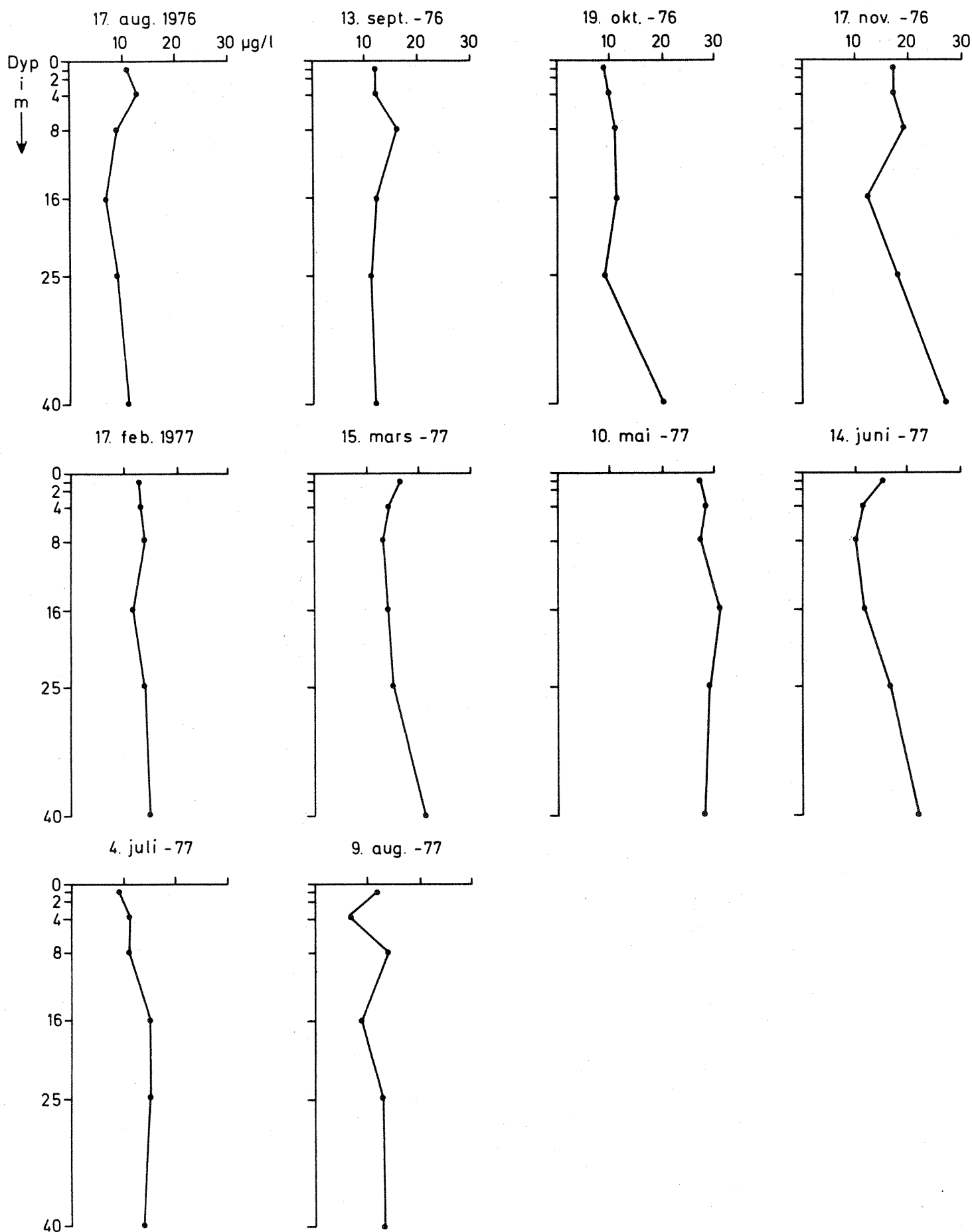


Fig.14 Variasjoner i totalfosfor på stasjon II Vanemfjorden 1976 - 1977

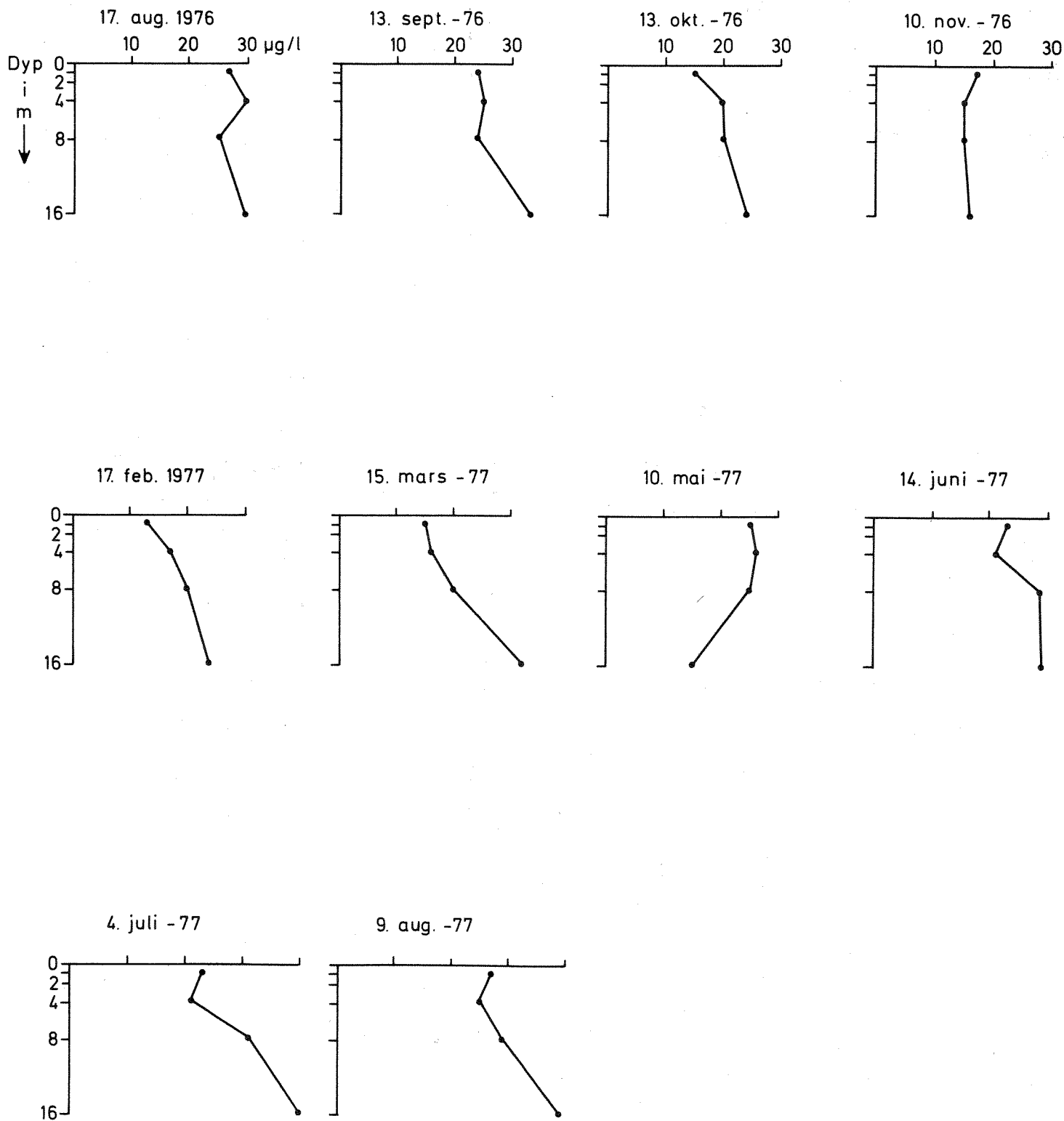


Fig.15 Variasjoner i ortofosfat på stasjon I Storefjorden i 1964 og 1976-1977

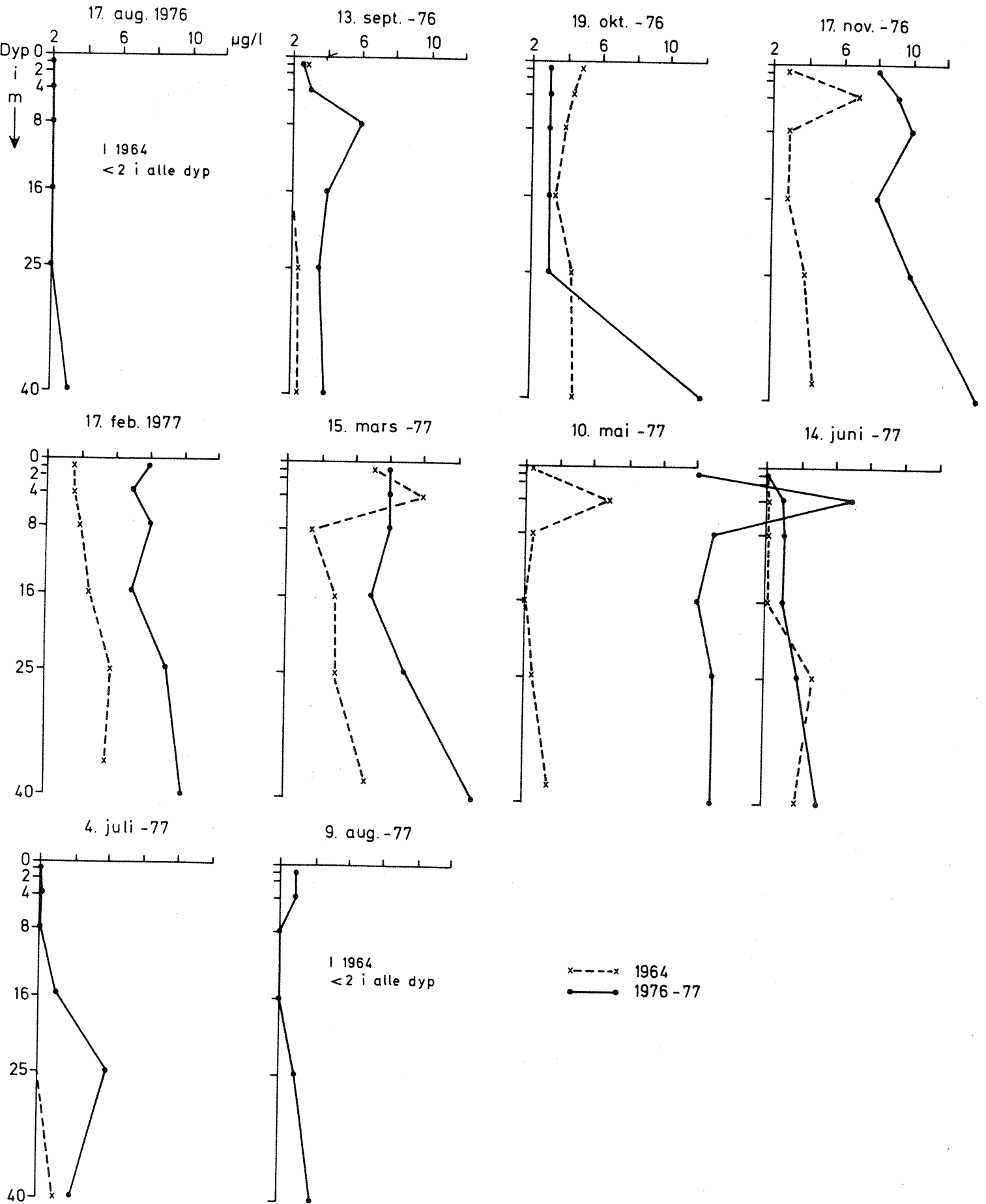
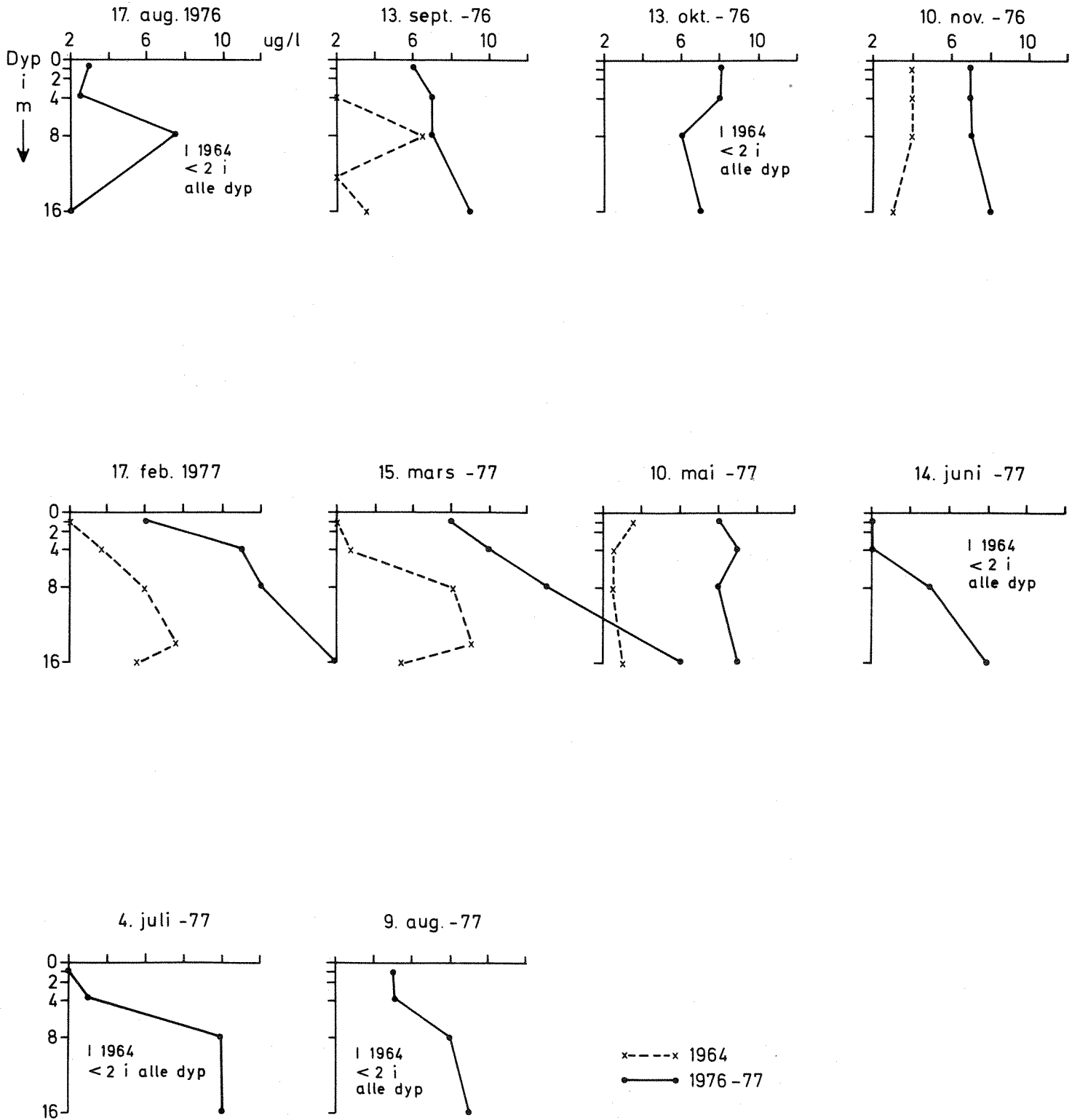


Fig.16 Variasjoner i ortofosfat på stasjon II Vanemfjorden i 1964 og 1976-1977



i undersøkelsesperioden i 1976-77, var av en størrelsesorden som det en har registrert i en del andre eutrofe (næringsrike) innsjøer i Norge. Ortofosfatverdiene, spesielt i vinterhalvåret (fig. 15 og fig. 16) når det ikke foregikk noen algevekst av betydning i innsjøen, viser at det har skjedd en betydelig økning i det generelle nivå i tidsperioden 1964 til 1976-77.

I sommerhalvåret var forbruket i 1976 og 1977 meget større enn i 1964, gjennom den økte algebiomassen, og ortofosfatverdiene var derfor meget små, tildels mindre enn 2 µg P/l (målegrensen med den metodikken som er benyttet) både i 1964 og i 1976-77.

Begge stasjonene viser denne tendensen med generelt økt ortofosfatnivå i vinterhalvåret og små verdier, særlig i den eutrofe sonen (lyssonen) i sommerhalvåret da algeveksten er maksimal.

Dette viser at det etter all sannsynlighet er den tilgjengelige fosformengde for algene som vanligvis begrenser algeveksten i Vansjø under den maksimale veksten om sommeren.

I tabell 3 er satt opp verdiene for pH og konduktivitet i undersøkelsesperioden på St.I og St.II i Vansjø. Verdiene omfatter gjennomsnittsverdiene for samtlige dyp det ble analysert prøver fra.

Til sammenligning er satt inn tilsvarende verdier for undersøkelsene i 1964.

Som en ser av tabellen varierte pH-verdiene i 1976-77 i Vansjø mellom 6,2 og 7,3. Denne årsvariasjonen er litt større enn hva tilfellet var i 1964, men verdiene den gang lå alle innenfor samme intervall.

En kan derfor si at pH i Vansjø ikke har endret seg vesentlig siden undersøkelsene i 1964. For juni og august ble det målt pH både i 1976 og 1977. At pH-økningen om sommeren henger sammen med algeveksten, går frem av verdiene for disse målingene. I 1976 var verdiene høyest i juni da også algeveksten var på topp i 1976. I 1977 kom algemaksimum senere på sommeren, i august, på grunn av den kraftige flommen om våren og da fikk en de høyeste pH-verdiene på dette tidspunkt.

Tabell 3. Variasjoner i pH og konduktivitet (spes.elek.ledn.evne) i Vansjø i 1976-77 og på tilsvarende tidspunkter i 1964.

(Verdiene pr. måned omfatter gjennomsnittet av verdiene for hvert dyp og verdiene for konduktivitet fra 1964 er justert i henhold til nåværende Norsk Standard.)

St. I Storefjorden

pH

	1977			1976	1977	1977	1976	1977	1976		
	Febr.	Mars	Mai	Juni	Juni	Juli	Aug.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.
1976-77	6,28	6,40	6,72	7,18	6,40	6,73	6,58	7,33	6,76	7,18	6,73
1964	6,48	6,44	6,78	6,73		6,80	6,83		6,96	6,65	6,79

Konduktivitet

	1977			1976	1977	1977	1976	1977	1976		
	Febr.	Mars	Mai	Juni	Juni	Juli	Aug.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.
1976-77	99,7	140,5	121,0	96,4	87,0	74,7	103,3	72,5	103,7	122,7	110,8
1964	70,8	71,6	67,2	68,0		69,0	68,3		70,1	68,2	68,4

St. II Vanemfjorden

pH

	1977			1976	1977	1977	1976	1977	1976		
	Febr.	Mars	Mai	Juni	Juni	Juli	Aug.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.
1976-77	6,18	6,39	6,68	7,13	6,40	6,80	6,95	7,22	7,06	7,28	6,76
1964	6,36	6,43	6,80	6,98		7,03	6,91		6,96	6,77	6,83

Konduktivitet

	1977			1976	1977	1977	1976	1977	1976		
	Febr.	Mars	Mai	Juni	Juni	Juli	Aug.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.
1976-77	130,3	170,3	132,5	110,3	109,8	77,5	124,8	77,8	122,0	121,8	114,3
1964	85,9	92,0	68,6	74,0		74,9	78,2		71,4	74,0	71,8

Algene forbruker CO<sub>2</sub> under sin fotosynteseprosess og dette fører til en økning i pH.

Med hensyn til konduktiviteten (elektrolyttinnhold) i Vansjø, viser tabell 3 at denne er høy og at det har vært en generell økning i elektrolyttinnholdet i vannmassene siden undersøkelsen i 1964. På grunn av at bare et begrenset antall kjemiske parametre er analysert, er det vanskelig å si hvilke salter som i størst grad har ført til denne økningen i elektrolyttinnholdet. Elektrolyttinnholdet i innsjøen er i stor grad en funksjon av geologien i nedbørfeltet, som derfor blir bakgrunnsverdiene. Utover dette vil salter som tilføres innsjøen gjennom tilførsler fra kommunale utslipp, industriutslipp og utvasking fra jordbruksarealer, påvirke elektrolyttinnholdet, og det må være dette bidraget som har økt siden 1964.

### 3.2.3 Kommentarer til de fysiske-kjemiske forhold i tilløpselvene

Som det går frem av fig. 5 var vannføringen i Hobølelva sensommeren 1976 nesten lik null og det samme var tilfelle med de andre tilløpselvene. I oktober/november 1976 og slutten av mars og i mai 1977 derimot, var vannføringen meget stor.

Disse kraftige variasjonene i vannføringen førte til tildels store variasjoner i næringssaltinnholdet i tilløpselvene.

I fig. 17 og fig. 18 er gitt analyseresultatene for totalnitrogen og nitrat og disse viser at det var en kraftig økning i totalnitrogen og nitrat i tilløpselven i november 1976 og mars 1977 på stasjon VE2, Hobølelva ved Bjørnrød. En tilsvarende tendens var det bare delvis høyere opp i Hobølelva ved Kure, der toppene kom i oktober 1976 og i mars og juni 1977. I Sæbøelva (VE5) var det maksimum i totalnitrogen og nitrat i november 1976 og mars 1977.

Stasjon VE1, Mosseelva ved E-6 og VE6, Mossefossen, gjenspeiler i hovedtrekkene variasjonene i disse parametrene på stasjon II Vanemfjorden og forskjellene på de to stasjonene, VE1 og VE6, var små.

For stasjon VE2 Hobølelva ved Bjørnrød har vi månedlige analyseresultater

Fig.17 Variasjoner i totalnitrogen i tilløpselver til Vansjö og utløp 1976 - 1977  
Tilsvarende totalnitrogenverdier for undersøkelsene i 1964 er tegnet med hvite stolper

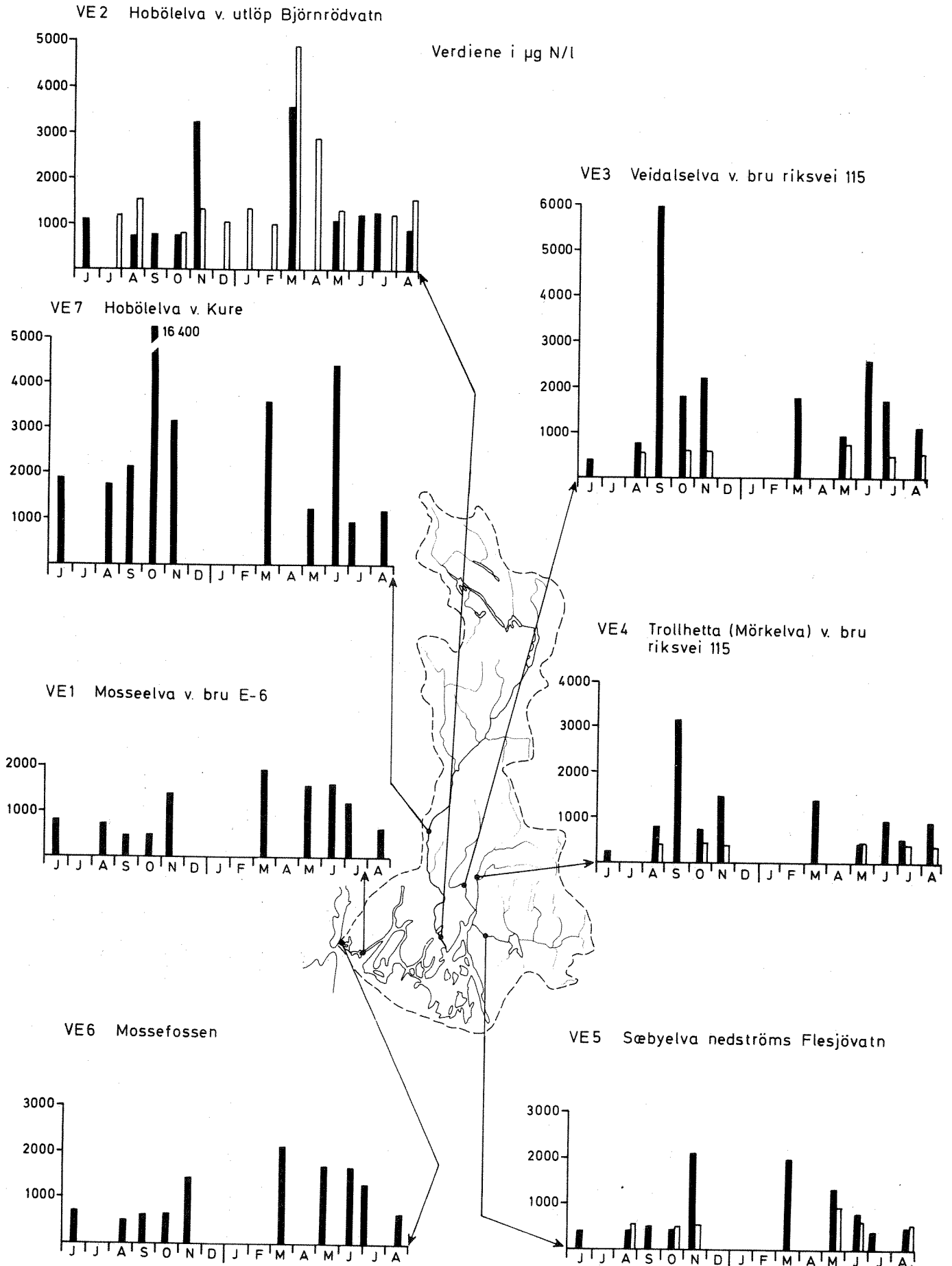
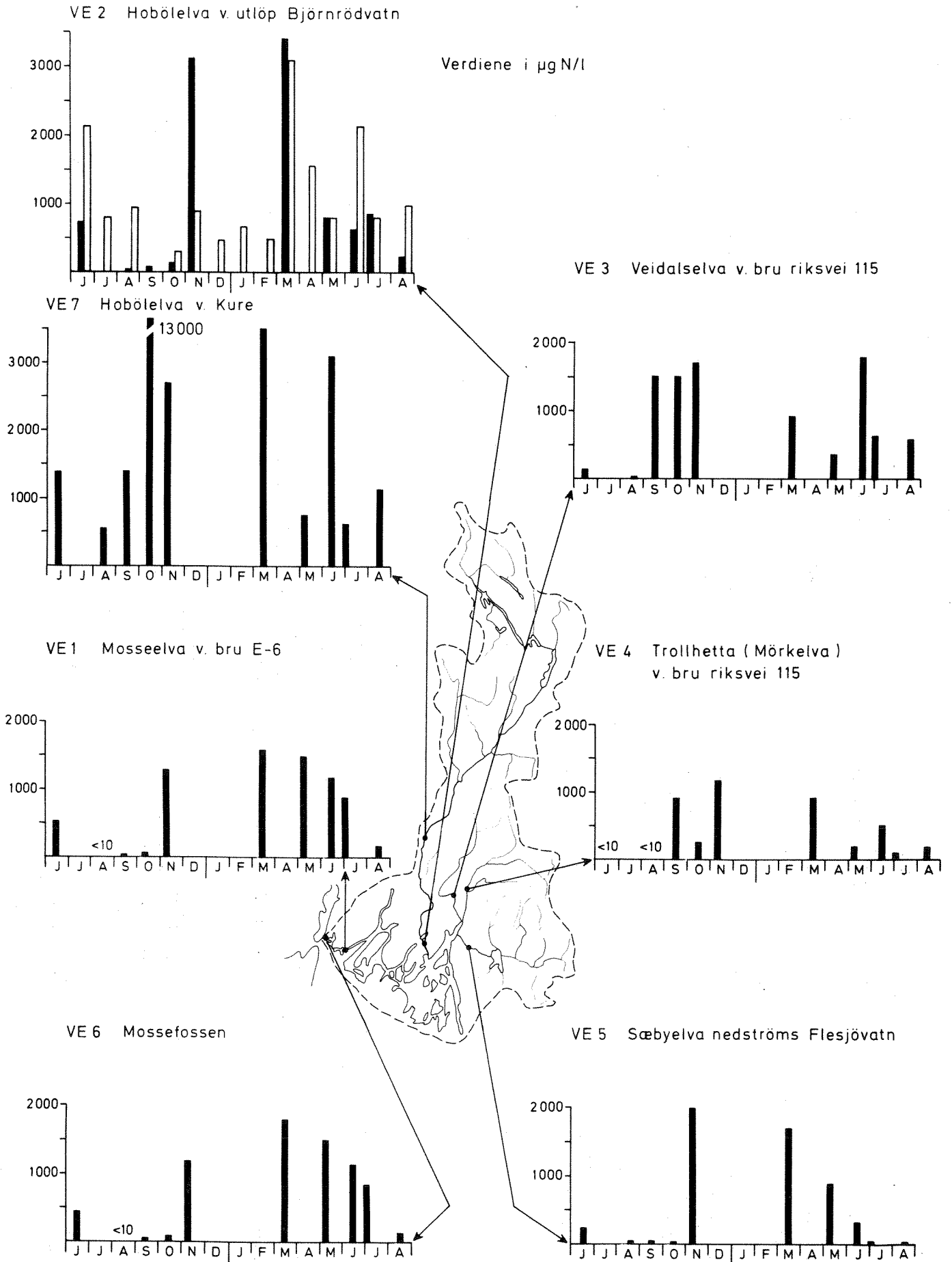




Fig.18 Variasjoner i nitrat i tilløpselver til Vansjö og utløp 1976-1977.  
For Hobörelva ved Björneröd er tatt med verdiene for 1964, hvite kolonner



for 1964 og i fig. 17 ser en at det er vanskelig å påpeke noen spesiell økning i tilførselene av totalnitrogen til Vansjø fra 1964 til 1976-77.

For de andre stasjonene er det mer sparsomme analyseresultater for totalnitrogen for 1964, men de som foreligger viser at det har vært en viss økning i tilførselene fra disse. Ikke så mye fra Sæbyelva som fra Veidalselva og Trollhetta.

Disse to elvene utgjør imidlertid bare en forholdsvis mindre del av de samlede tilførselene til Vansjø i forhold til Hobølelva, som utgjør ca. 50% (NIVA-rapport 1965).

En må imidlertid anta at et ikke ubetydelig tilsig til Vansjø av nærings-salter vil komme fra innsjøens nærområder. Når det gjelder totalfosfor og ortofosfatverdiene ved undersøkelsene i 1976-77 viser disse, på samme måte som totalnitrogen og nitratverdiene, meget store variasjoner gjennom året (fig. 19 og fig. 20).

På grunn av endringer i analysemetodikken fra 1964 til nå kan en ikke sammenligne totalfosforverdiene for de to undersøkelsene mot hverandre, noe som er sterkt å beklage.

Verdiene for ortofosfat derimot skulle kunne sammenlignes og i fig. 20 er analyseverdiene fra undersøkelsene i 1976-77 vist sammen med tilsvarende verdier for 1964.

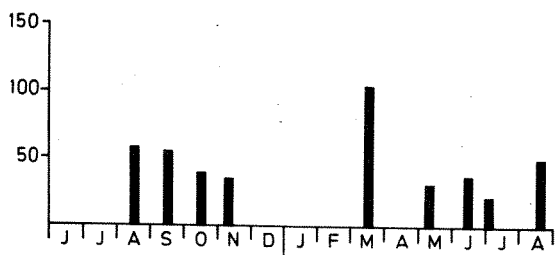
Av figuren går det frem at det har vært en betydelig økning i ortofosfatinnholdet i tilløpselvene fra 1964 til 1976-77. Spesielt var denne økningen kraftig i Veidalselva, men også i de andre elvene er økningen markert. Det er nærliggende å tro at det har vært en tilsvarende økning i totalfosfor.

De tildels store forskjellene en finner i ortofosfat på stasjon VE2 og VE7, henger antagelig sammen med et forbruk av ortofosfat til algevekst i Bjørn-rødvatn. En får en mer utjegnning av verdiene på VE2 gjennom året. Bjørn-rødvatn virker på denne måten som biodam. Et unntak fikk en i mars 1977 da verdien på de to stasjonene var forholdsvis lik. På denne tiden var det ingen algevekst i innsjøen av betydning, og derfor lite forbruk av fosfat.

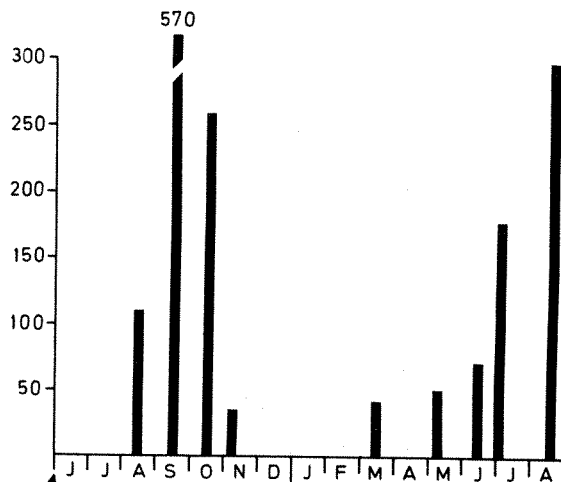
Fig.19 Variasjoner i totalfosfor i tilløpselver til Vansjø og utløp 1976-1977

Verdiene i  $\mu\text{g P/l}$

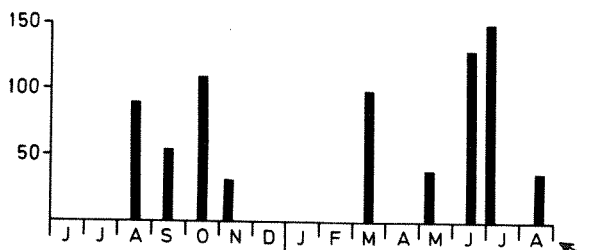
VE 2 Hoböelva v. utløp Björnrodvatn



VE 3 Veidalselva v. bru riksvei 115



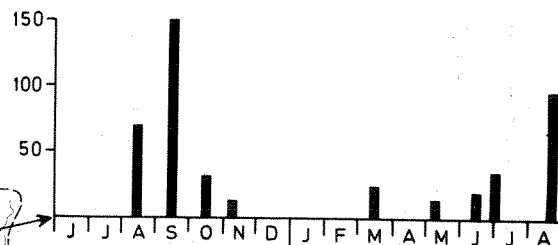
VE 7 Hoböelva v. Kure



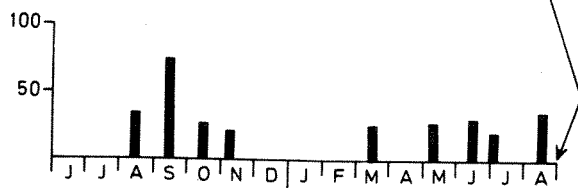
VE 1 Mosseelva v. bru E-6



VE 4 Trollhetta (Mörkelva) v. bru riksvei 115



VE 6 Mossefossen



VE 5 Sæbyelva nedstrøms Flesjøvatn

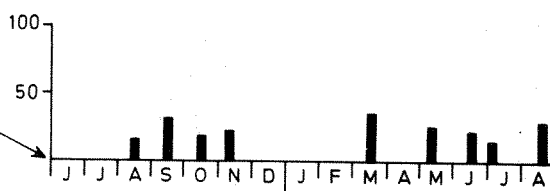
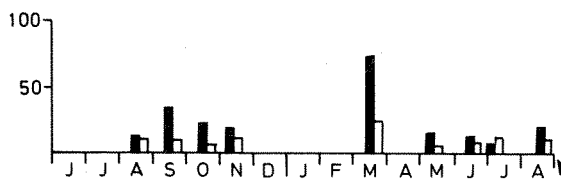


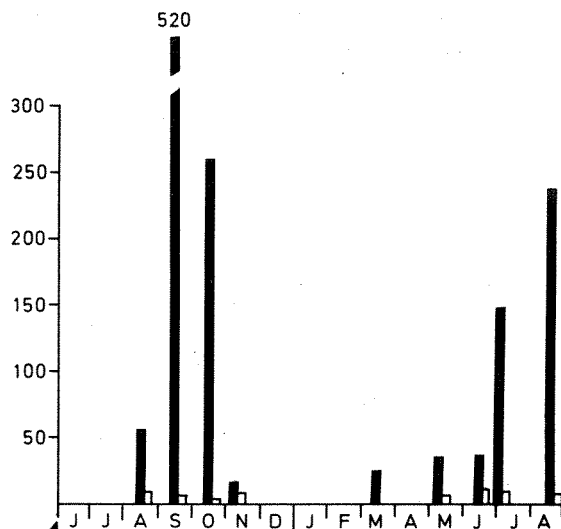
Fig. 20 Variasjoner i ortofosfat i tilløpselver til Vansjø og utløp 1976-1977  
Tilsvarende ortofosfatverdier for undersøkelsene i 1964 er tegnet med hvite stolper

Verdiene i  $\mu\text{g P/l}$

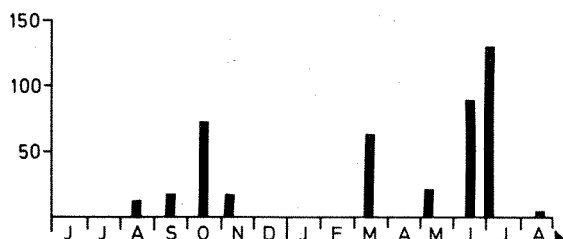
VE2 Hoböelva v. utløp Björnrdvatn



VE3. Veidalselva v. bru riksvei 115



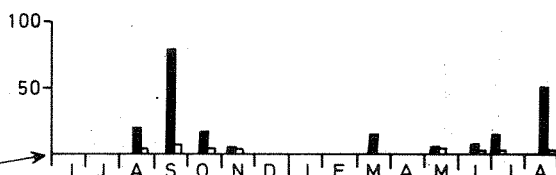
VE7 Hoböelva v. Kure



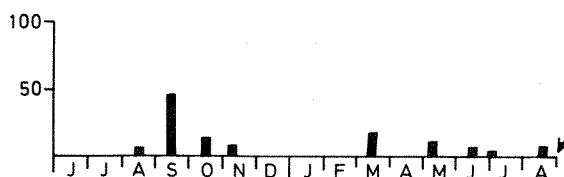
VE1 Mosseelva v. bru E-6



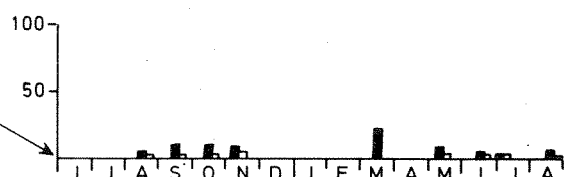
VE4 Trollhetta (Mörkelva) v. bru riksvei 115



VE6 Mossefossen



VE5 Sæbyelva nedstrøms Flesjøvatn



En tilsvarende utjevning av ortofosfatverdiene som på VE2 finner en også på stasjon VE5 nedstrøms Sæbyvatn.

På samme måte som for ortofosfatverdiene, er også nitratverdiene betydelig lavere på VE2 enn på VE7 de fleste prøvetakingsdatoer i vekstsesongen (fig. 18).

Den store forskjellen i verdiene i august-oktober 1976 for nitrat henger etter all sannsynlighet sammen med den meget lave vannføringen på denne tiden. Tilsig fra Kråkstadelva (Haugselva) med meget høye nitratverdier (se tabell 6) vil påvirke stasjon VE7 og føre til høye verdier der. Imidlertid var det meget lite vann som randt inn i Bjørnrødvatn på denne tiden og her ble antagelig det meste forbrukt i algevekst i denne innsjøen, slik at det var relativt lave verdier som ble registrert nedenfor Bjørn - rødvatn.

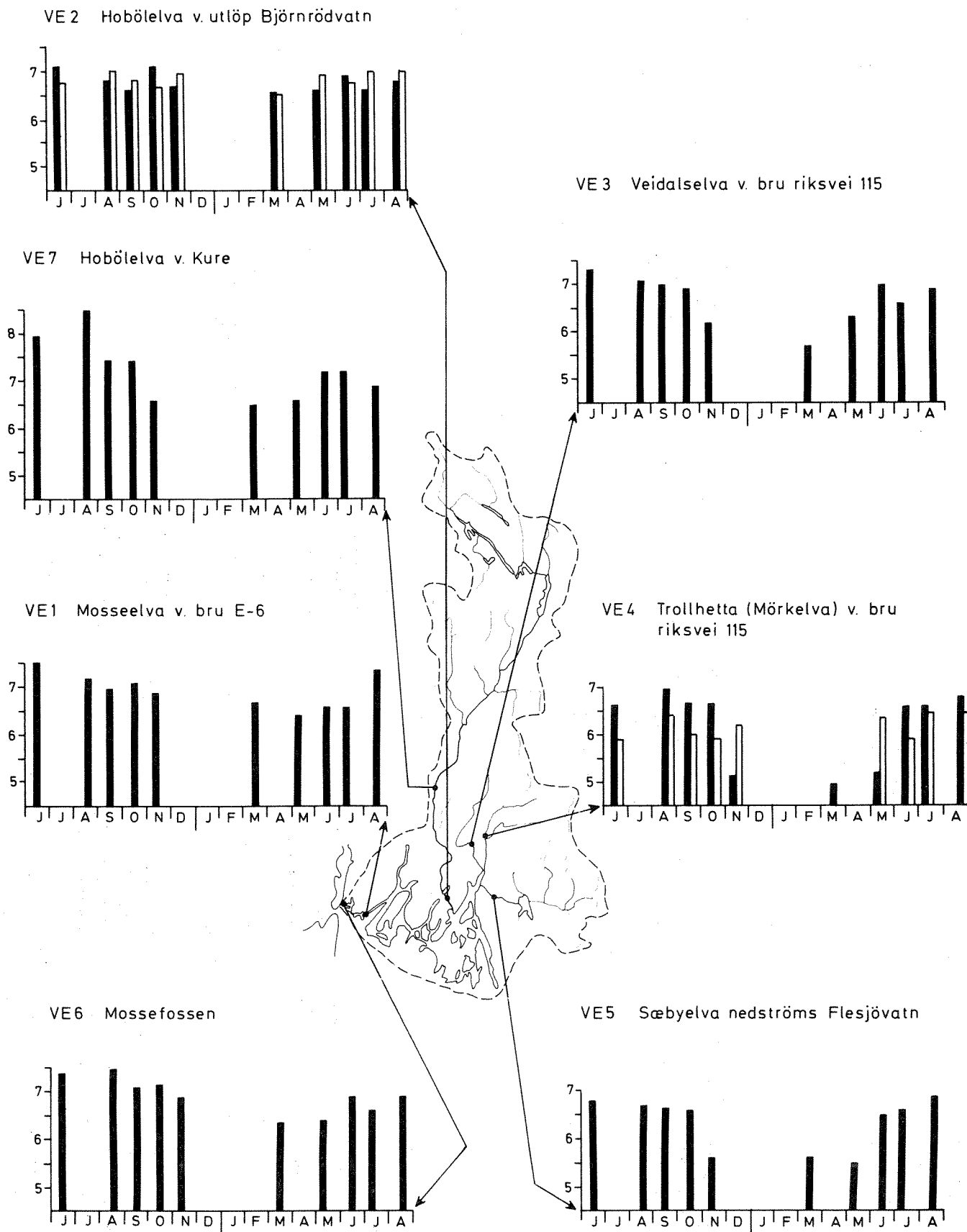
I fig. 21 er fremstilt resultatene for pH-analysene. Av figuren fremgår at det var meget små variasjoner i Hobølelva ved VE2, mens variasjonene var noe større ved VE7. Det virker ikke som det har vært noen merkbar endring av pH-verdiene fra 1964 til 1976-77 i Hobølvassdraget.

Mer intreressant er å registrere at det i de tre østlige tilløpselvene var markert lavere pH-verdier i november 1976 og i mars og mai 1977. Særlig for Trollhetta var dette tydelig. Resten av året var pH-verdiene her høyere enn i 1964.

Som tidligere nevnt kom det kraftig nedbør i oktober/november 1976 etter lang tids tørke og i mars-mai 1977 var det smeltevann etter snøsmeltingen som ble tilført vassdragene. pH-verdien i mars var nede i 4,95, men også i november og mai var den meget lav. Det er nærliggende å anta at de lave pH-verdiene henger sammen med nedbøren (regn, snø) som antagelig har vært temmelig "sur" i disse periodene. At dette gir seg kraftigere utslag på Trollhetta enn de andre elvene, kan henge sammen med at denne elven har mindre bufferkapasitet enn de andre, selv om det ikke er foretatt noen analyse for å registrere dette. Beklageligvis inngikk heller ikke sulfat i analyseprogrammet og det er derfor vanskelig å si noen bestemt om den lave

Fig. 21 Variasjoner i pH i tilløpselver til Vansjø og utløp 1976 - 1977

Tilsvarende pH-verdier for undersøkelsene i 1964 for VE 2 og VE4 er tegnet med hvite stolper





pH-verdien skyldes "sur nedbør". I et fremtidig overvåkingsprogram bør disse parametre (alkalinitet og sulfat) derfor inngå i rutinen.

Konduktivitetsverdiene (elektrolyttinnholdet) for VE2 (fig. 22) viser omtrent de samme variasjoner som de som ble registrert på St.I Storefjorden. Tilførslene fra Hobølelva utgjør som tidligere nevnt den viktigste delen av de samlede tilførsler til Storefjordbassenget og det er derfor naturlig at elektrolyttinnholdet i vannmassene fra Hobølelva i stor utstrekning vil være bestemmende for elektrolyttinnholdet i innsjøen.

Av figuren ser en at det hadde vært en tilsvarende økning i elektrolyttinnholdet på stasjon VE2 i Hobølelva som den en fant i Storefjorden.

Også i de andre tilløpselvene kan en registrere en tildels stor økning i elektrolyttinnholdet fra 1964 til 1976-77.

#### 3.2.4 Tørrstoff og siktedyp

Tørrstoff beregnes ved at et større vannvolum filtreres gjennom et finporet filter med kjent vekt. Filteret tørkes deretter i tørkeovn ved 105°C og veies på ny. Vektøkningen av filteret er den totale tørrstoffmengde i det filtrerte vannvolum. Deretter glødes filteret i glødeovn ved ca. 490°C. Etter glødning blir filteret veid på ny. Differansen mellom begynnelsesvekten av filteret og filteret etter glødning gir mengder uorganisk tørrstoff (gløderesten). Differansen mellom totale mengder tørrstoff og uorganisk tørrstoff gir organisk tørrstoff.

Organisk tørrstoff er i vannmassene hovedsakelig organisk materiale fra alger, dyreplankton, bakterier og tilført materiale fra nedbørfeltet, blant annet humuspartikler. Planteplankton utgjør vanligvis det meste av organisk tørrstoff i en innsjø.

Uorganisk tørrstoff kommer fra uorganisk materiale fra dyre- og plantemateriale, men fremfor alt gjennom tilført materiale fra nedbørfeltet, hovedsakelig leirpartikler.

I fig. 23 og 24 er analyseresultatene for totalt tørrstoff og uorganisk tørrstoff (gløderest) satt opp. Differansen utgjør organisk tørrstoff. Det fremgår



Fig. 23 Variasjoner i totalt og uorganisk partikulært tørrstoff på stasjon I Storefjorden 1976 - 1977. Differansen mellom totalt og uorganisk tørrstoff gir organisk tørrstoff

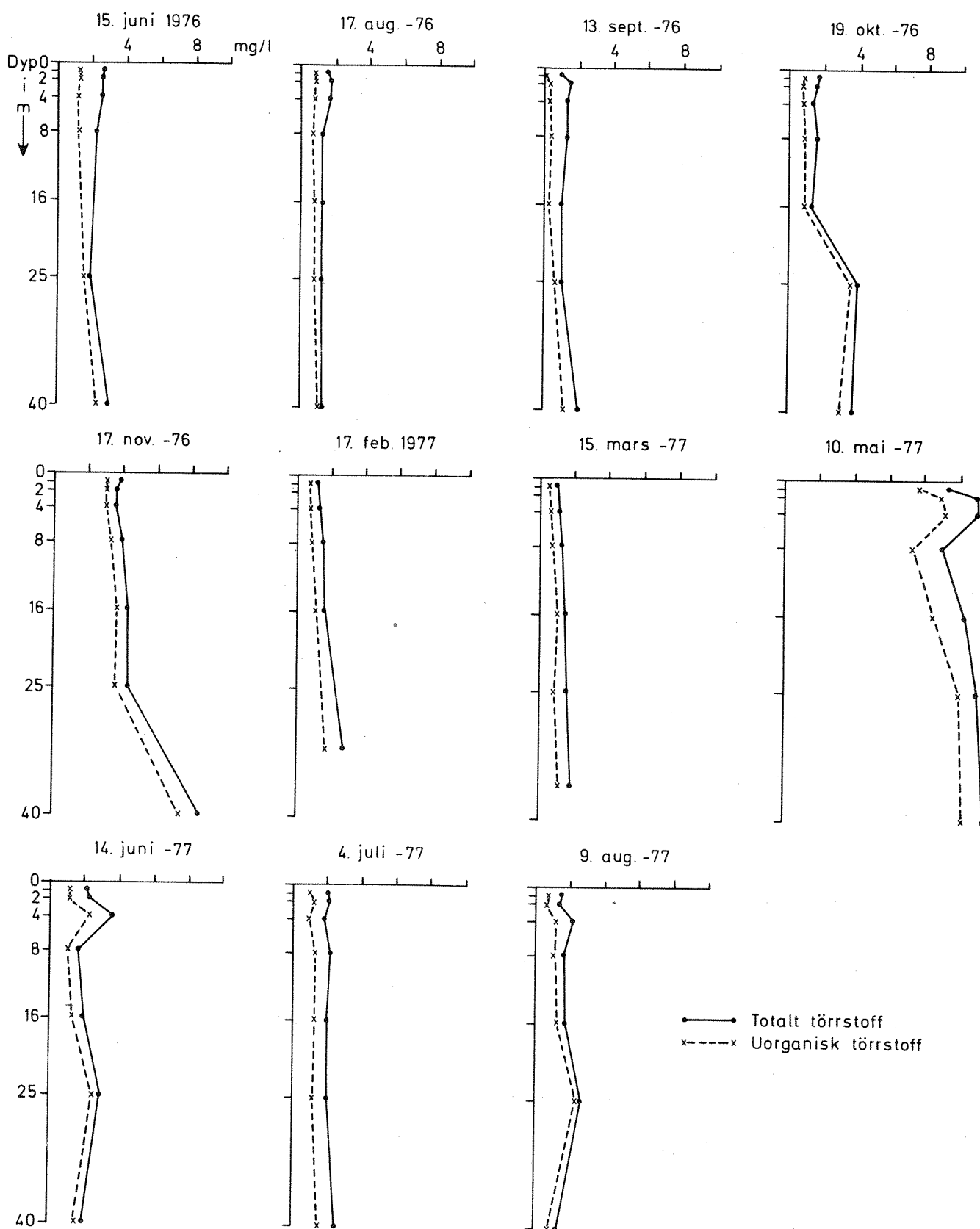
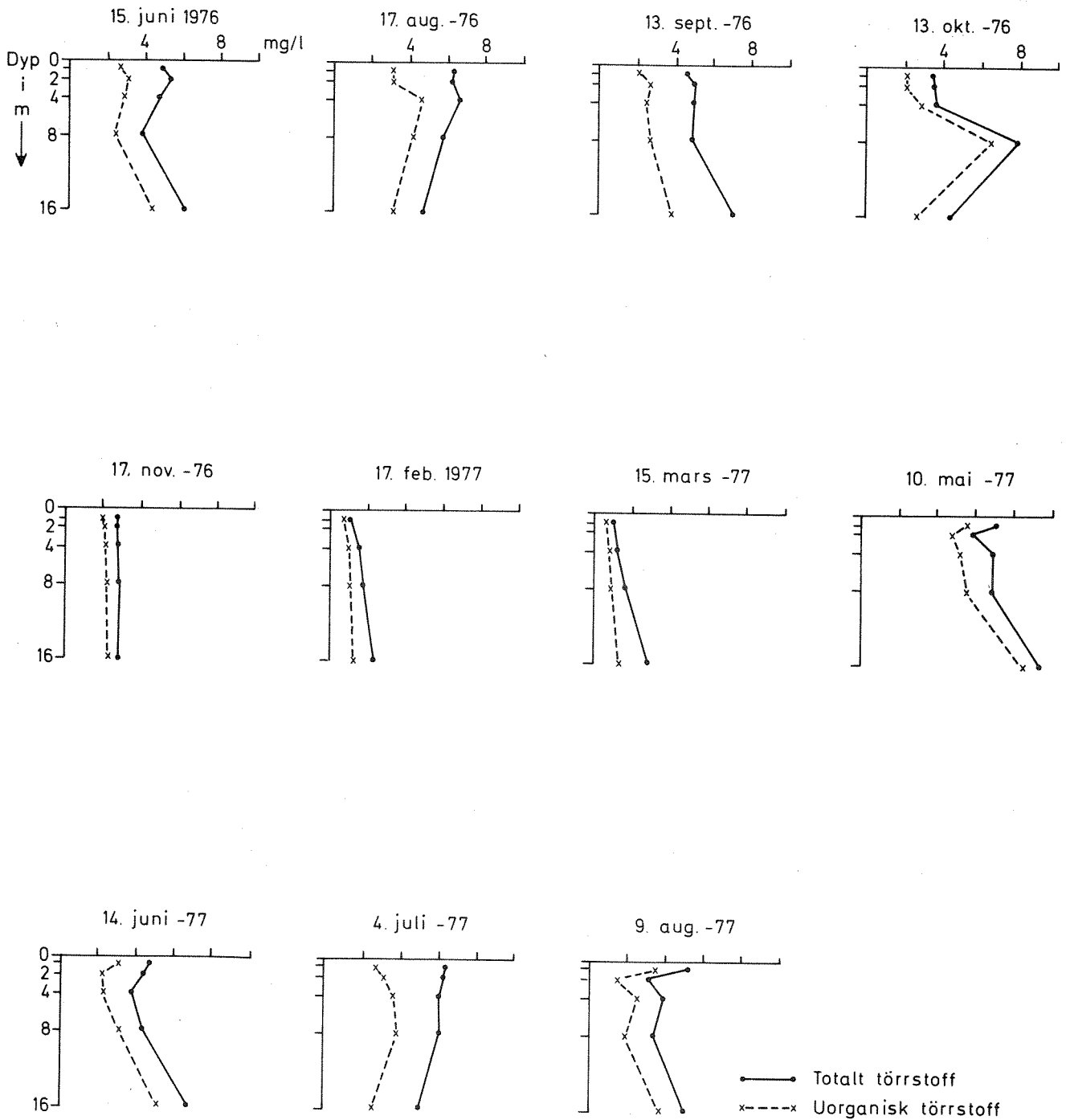


Fig. 24 Variasjoner i totalt og uorganisk partikulært tørrstoff på stasjon II Vanemfjorden 1976 - 1977. Differansen mellom totalt og uorganisk tørrstoff gir organisk tørrstoff



av figuren at det var spesielt store mengder uorganisk materiale i mai 1977 i vannmassene. Dette henger sammen med tilførselene av leirpartikler som ble tilført innsjøen fra tilløpselvene under den kraftige vårflommen. Også i forbindelse med den økte nedbøren om høsten økte innholdet av uorganisk materiale i vannmassene, særlig i Storefjorden. En del av disse leirpartiklene vil sedimentere innen vannmassene har kommet til Vanemfjorden, noe som fører til mindre innhold av uorganisk materiale her i flomperiodene.

En enkel måte å få et begrep om partikkelinnholdet i en vannmasse på, er å senke ned en hvit metallskive (Secchiskive) i vannet til det dyp der skiven forsvinner for synet. Dette dypet kalles siktedyp. Jo større partikkelinnhold i vannmassene jo mindre siktedyp. Om våren og delvis om høsten er siktedypet stort sett bestemt av innholdet av uorganiske partikler (leirpartikler), men i vekstsesongen om sommeren og tidlig på høsten er det innholdet av planktonalger som bestemmer siktedypet.

Fig. 25 viser variasjonene i siktedypet på de to innsjøstasjonene i undersøkellesperioden. Av figuren ser en at i de to flomperiodene (november 1976 og mai 1977) var siktedypet omtrent det samme i de to bassengene på grunn av leirpartikkelinnholdet.

Resten av måletidspunktene derimot var siktedypet omtrent det dobbelte på stasjon I Storefjorden som på stasjon II Vanemfjorden. På disse tidspunktene var det planktonalgene som bestemte siktedypet.

For å få et begrep om de lokale variasjoner i partikkelinnholdet rundt om i Vansjø, ble det på tre ulike datoer sommeren 1977 målt siktedypet på 21 stasjoner i innsjøen. Beliggenheten av dette stasjonsnett er vist i fig. 26 og måleresultatene er angitt i tabell 4.

Av tabellen kan en se at i vekstsesongen, da det var planktonalgene som utgjorde det meste av partikkelinnholdet, var det omtrent dobbelt så stort siktedyp på de fleste stasjonene i Storefjordbassenget sammenlignet med Vestfjorden/Vanemfjordbassenget. I Storefjordbassenget igjen var det de østligste stasjonene som hadde det største siktedypet, spesielt stasjon 18 øst for Tømmerøya og stasjon 19 i Borgebunnen.

Fig. 25 Variasjoner i siktedypmålinger på st. I Storefjorden og st. II Vanemfjorden i 1976 - 77

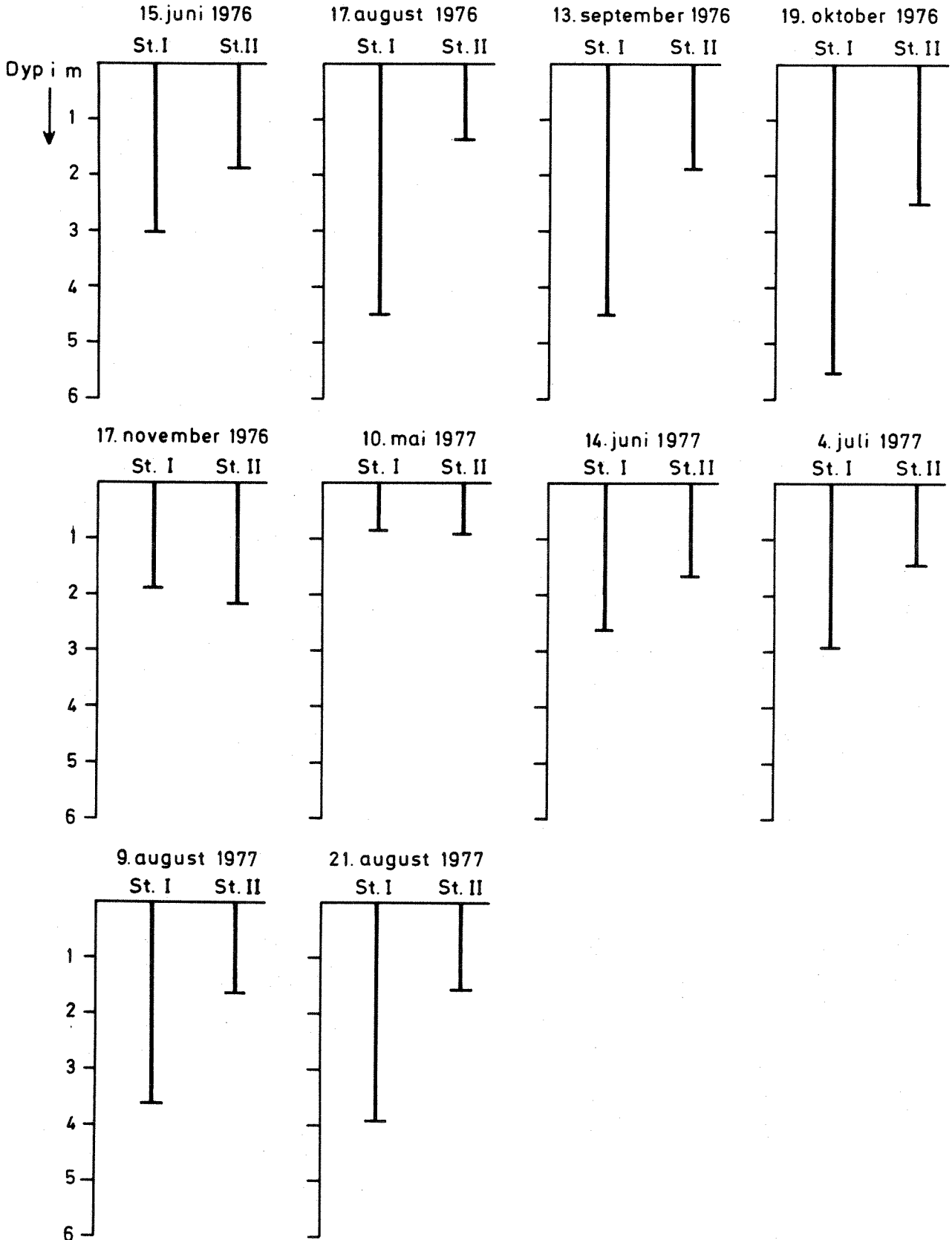
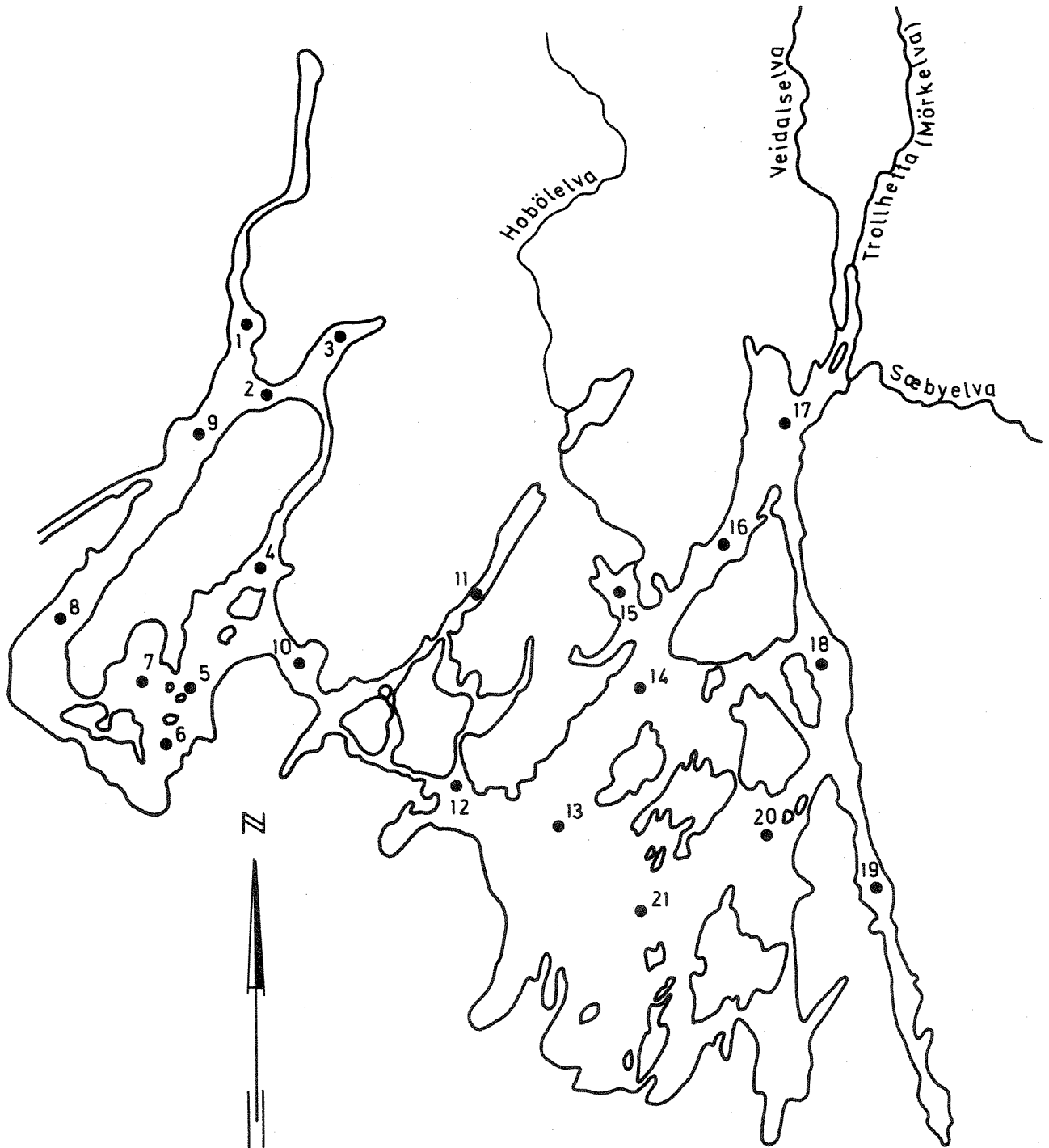


Fig. 26 Stasjonslokaliteter i Vansjö ved siktedypmålinger sommeren 1977



Tabell 4 . Siktedypmålinger på stasjoner i Vansjø.

(Stasjonsbeliggenhet, se kartet)

Verdiene i m.

Dato Stasjonsnr.	1977			Merknader
	18. juni	4. juli	21. august	
1	1,55	1,45	1,55	
2	1,60	1,45	1,55	
3	1,50	1,25	1,35	Samme som st. II Vanemfj.
4	1,95	1,60	1,55	
5	1,75	1,50	1,55	
6	1,80	1,50	1,55	
7	1,75	1,50	1,55	
8	1,65	1,45	1,55	
9	1,65	1,45	1,55	
10	1,95	1,75	1,60	
11	1,55	1,50	1,35	Grepperødfjorden
12	2,60	2,80	2,90	
13	2,60	2,90	3,90	Samme som st. I Storefj.
14	2,55	2,90	3,70	
15	2,10	2,50	3,30	Utenfor utløp av Hobølelva
16	2,60	2,70	3,80	
17	2,40	2,60	3,70	
18	2,75	3,00	4,00	
19	2,75	3,25	4,00	
20	2,75	2,95	3,90	
21	2,75	2,90	3,90	

### 3.3 Plantep planktonforholdene i Vansjø i undersøkelsesperioden

Artssammensetningen og mengdene av planktonalger pr. volumenhet vann og variasjonene i dette gjennom året, er viktige parametre for å forstå en innsjø's tilstand.

En eutrofierende utvikling gir seg uttrykk i økte mengder av alger pr. volumenhet og en endring i artssammensetningen. Fordi klorofyll er til stede i alle algearter som benytter fotosynteseprosessen i sin primærproduksjon, er mengden av klorofyll et enkelt, men forholdsvis grovt mål på algemengde pr. volumenhet. Da klorofyllmengden varierer fra art til art og dessuten innen hver art med blant annet årstidene, er det vanskelig å benytte klorofyllmålinger alene til å beskrive mengdemessig en utvikling av alger fra ett tidspunkt til et annet. Forutsetter en imidlertid at klorofyllmengdene i et algesamfunn til ett og samme tidspunkt er omtrent ensartet, kan en benytte klorofylldataene til på en enkel måte å beskrive vertikale variasjoner i algemengden i hele vannmassen.

Ved å kombinere kvantitative undersøkelser av algesamfunnet ved hjelp av mikroskop med klorofyllmålinger, får en god oversikt over algesamfunnet og dets sammensetning og vertikalvariasjoner i algemengde i vannmassene ved hver prøvetakingsserie pr. stasjon.

I fig. 27 er sammenstilt variasjonene i totalvolumet av plantep plankton i 1 m dyp på St.I Storefjorden og St.II Vanemfjorden i undersøkelsesperioden beregnet ved hjelp av mikroskopanalyser av kvantitative plantep planktonprøver.

Sedimenteringsmetoden er benyttet (Utermöhl 1958) til å beregne antall individer pr. art pr. volumenhet. Volumet er beregnet ved å sammenligne algenes form med enkle romfigurer (ellipsoider, kuler, kjegler o.l.)

For sammenligningens skyld er i samme figur også gitt resultatene av plantep planktonanalysene fra tilsvarende tidspunkt ved undersøkelsene i 1964.

Fig. 28 gjengir variasjoner i prosentvis sammensetning for de viktigste algegruppene i undersøkelsesperioden.

Fig. 27 Variasjoner i totalvolum av planktonalger i Vansjö 1976 -77  
( $1000 \cdot 10^6 \mu^3/l = 1 \text{ mm}^3/l = 1 \text{ mg friskvekt alger pr. liter vann}$ )

Til sammenligning er tatt med variasjonene i totalvolumet av planteplankton ved undersøkelsene i 1964 der disse foreligger

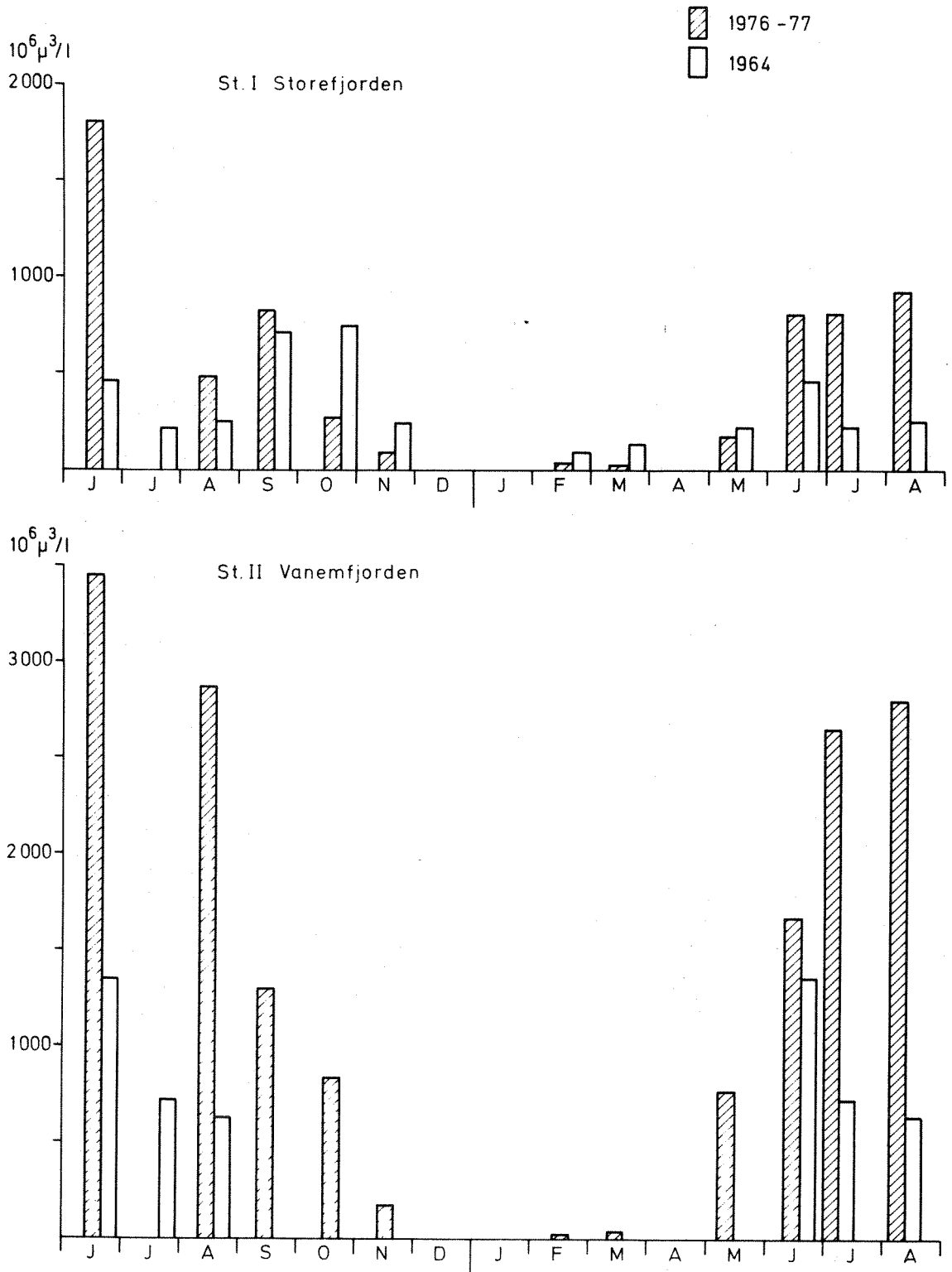
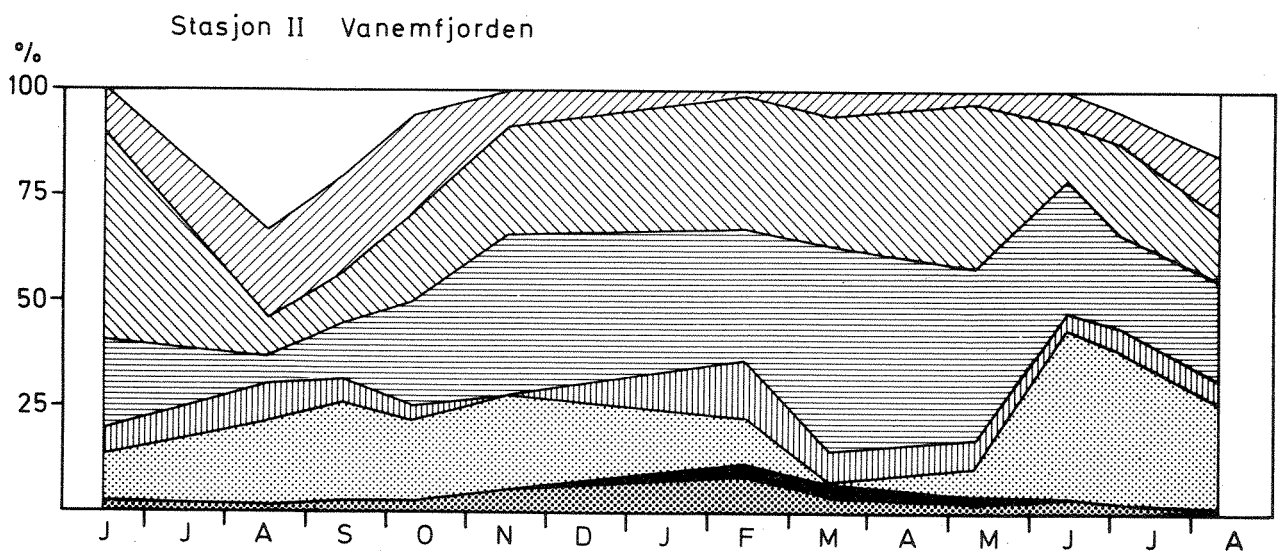
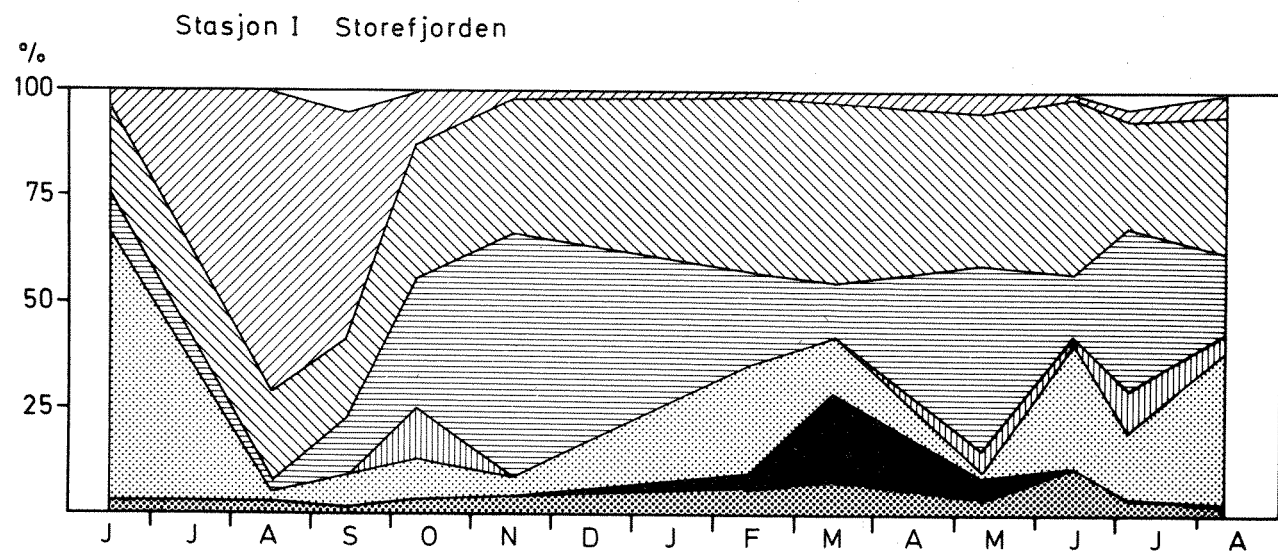












Fig. 28 Variasjoner i prosentvis andel av totalvolumet for de viktigste algegrupper



- |   |                                     |   |  |
|---|-------------------------------------|---|--|
|  | <i>Cyanophyceae</i> (Blågrønnalger) |  | <i>Dinophyceae</i> (Fureflagellater)             |
|  | <i>Chlorophyceae</i> (Grønnalger)   |  | <i>Bacillariophyceae</i> (Kiselalger, diatomeer) |
|  | <i>Chrysophyceae</i> (Gulalger)     |  | <i>Craspedophyceae</i> (Kraveflagellater)        |
|  | <i>Cryptophyceae</i>                |  | μ-alger  |

Resultatene av de enkelte planteplanktonanalysene med variasjoner i mengde av de enkelte artene er gitt i tabellene 16 og 17 bakerst i rapporten.

Av fig. 27 går det frem at ved undersøkelsens begynnelse i juni 1976 hadde planktonalgene antagelig allerede nådd maksimumsverdiene det året, selv om det kan ha vært høyere verdier i juli, da det ikke ble gjennomført innsamling av prøver.

Mens algemengdene i Vanemfjorden avtok raskt utover høsten 1976 til et vinterminimum, forekom det i Storefjorden et lite maksimum til i september, før nedgangen til vinterminimum. Dette maksimum var imidlertid lite.

I 1977 var maksimumsverdiene for totale algemengder i Storefjorden betydelig mindre enn i 1976, mens den i Vanemfjorden var av omtrent samme størrelsesorden. Dette hang etter all sannsynlighet sammen med den kraftige vårflommen i 1977 som virket hemmende på våroppblomstringen og dermed på veksten resten av vekstsesongen, i større grad i Storefjorden enn i Vanemfjorden.

Av figuren kan en se at algemengdene stort sett var dobbelt så store i Vanemfjorden som de en registrerte i Storefjorden. Dette var, så langt en har resultater å støtte seg til, også tilfelle i 1964.

Årsakene kan sikkert være flere, blant annet det større dyp i Storefjorden, som gir større vertikale rørelser av vannmassene og dermed transport av algene ned under lyslagene i større perioder, noe som hemmer veksten.

Ut fra analyseresultatene ved de to undersøkelser er det imidlertid klart at algemengden pr. volumenhet vannmasse har økt sterkt i den mellomliggende perioden, noe fig. 27 viser.

I Vansjø var, i undersøkelsesperioden, algesamfunnet meget variert sammensatt uten noen sterk dominans av noen spesiell gruppe alger. Spesielt var dette tilfelle i Vanemfjorden.

I Storefjorden var det i juni 1976, Bacillariophyceae (kiselalgene) som var den største gruppen i planktonet, men utover sommeren ble økning blant

grønnalgene (Chlorophyceae) mer og mer markert i algesamfunnet. Utover høsten var det så alger innen gruppene Cryptophyceae og Chrysophyceae (gulalger) som hadde de største individtallene.

Chrysophyceae (gulalger) var en viktig gruppe resten av undersøkelsesperioden på denne stasjonen. Sommeren 1977 hadde grønnalgene svært små forekomster sammenlignet med 1976 på stasjon I.

I vinterhalvåret kommer kraveflagellatene (Craspedophyceae) inn som en prosentvis større andel av det samlede planteplankton, noe som henger sammen med at denne gruppen omfatter arter som lever av organiske partikler. De opptrer derfor som regel med den største prosentvise andel i forbindelse med nedbrytningen av andre alger i vinterhalvåret.

Blågrønnalgene (Cyanophyceae) var en helt underordnet gruppe i planteplanktonet på stasjon I Storefjorden i undersøkelsesperioden og ble såvidt registrert i prøvene i september 1976 og i juli 1977.

I Vanemfjorden utgjorde blågrønnalgene (Cyanophyceae) en betydelig del av planteplanktonet i august/september begge årene med over 30% av det samlede algevolum. Grønnalgene (Chlorophyceae) var en forholdsvis beskjeden gruppe i denne delen av Vansjø, med hensyn til mengde, men besto av mange arter. Forøvrig utgjorde kiselalgene (Bacillariophyceae) 20-30% av det samlede planteplanktonvolum det meste av året på stasjon II.

De viktigste gruppene av alger, året sett under ett, var imidlertid gulalgene (Chrysophyceae) og Cryptophyceae.

Arter av fureflagellatene (Dinophyceae) utgjorde en liten gruppe på begge stasjonene gjennom hele året.

En art som kiselalgen *Fragilaria crotonensis* regnes for å være et element i planteplanktonsamfunnet som en vanligvis finner i sommersesongen i eutrofe innsjøer. Denne algen hadde større forekomst i planktonet sommeren 1976 og 1977 på stasjon II Vanemfjorden, men ble ikke registrert i prøvene fra stasjon I Storefjorden. Denne arten ble ikke registrert på noen av stasjonene ved undersøkelsene i 1964.

Fig. 29 Variasjoner i klorofyll på stasjon I Storefjorden 1976-1977

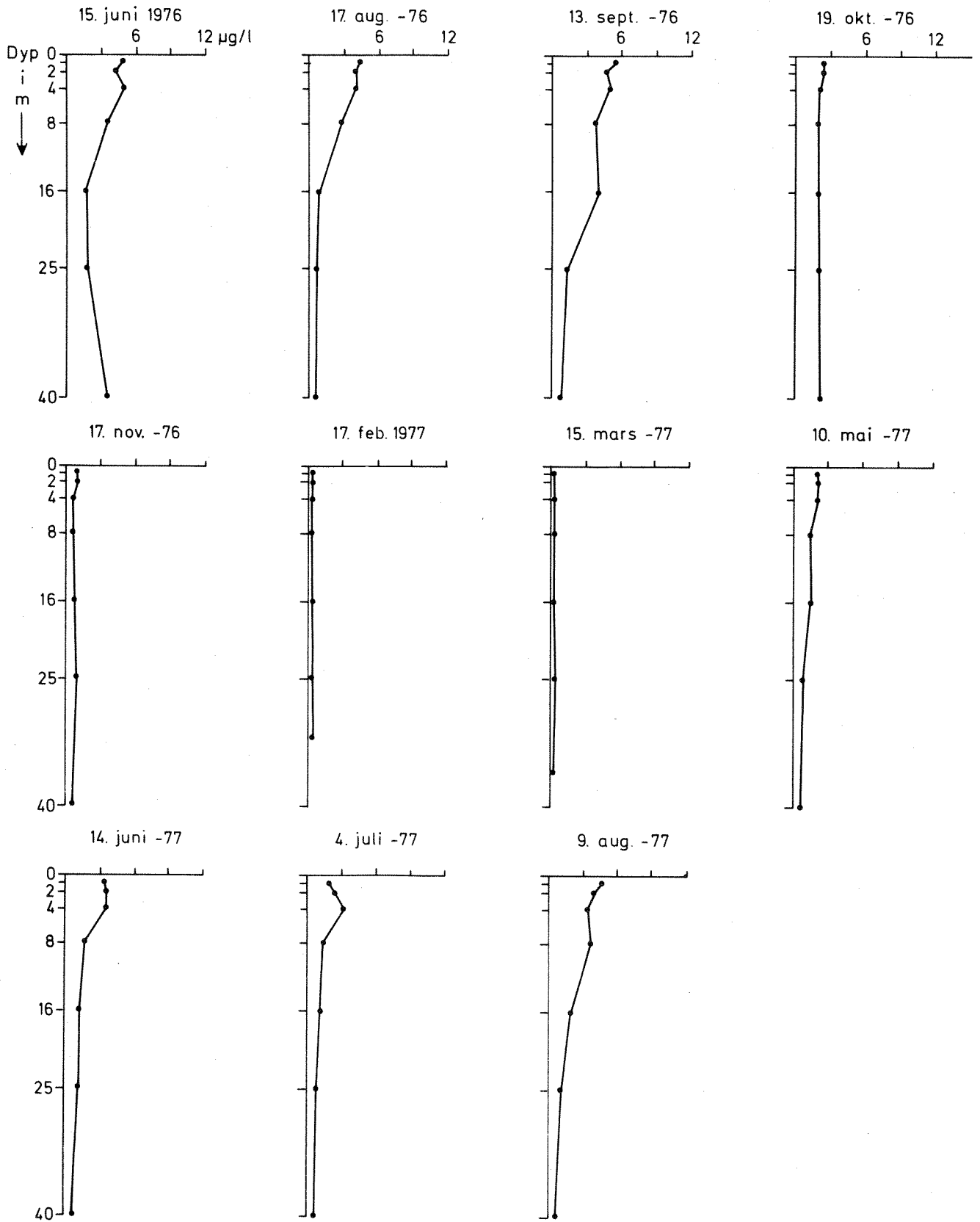
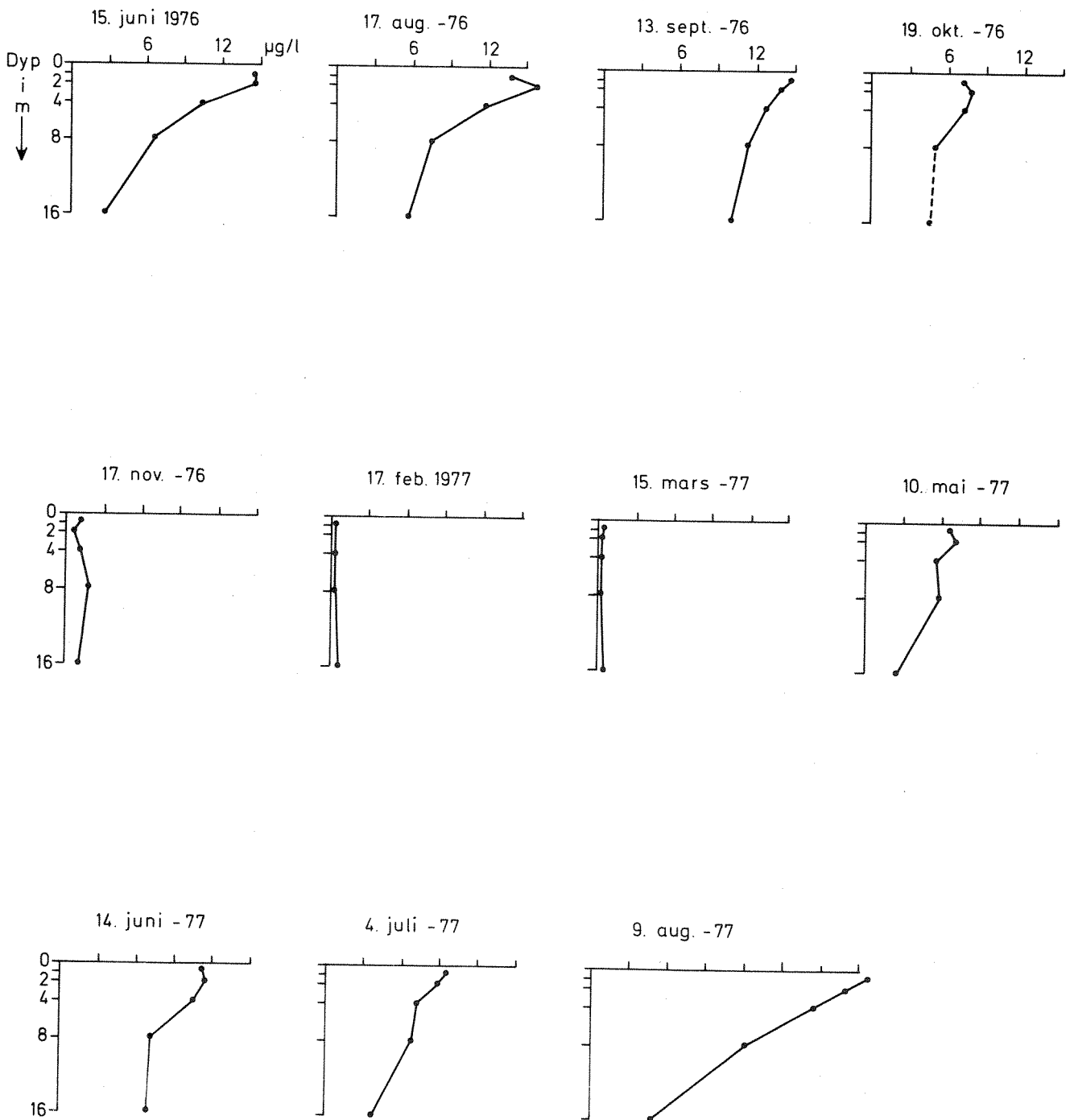


Fig.30 Variasjoner i klorofyll på stasjon II Vanemfjorden 1976 - 1977



Ser en bare algemengdene slik de ble registrert i 1976 og 1977, tilsvarer maksimumsverdiene fra Vanembassenget det en vanligvis finner i eutrofe innsjøer, mens verdiene for Storefjorden ligger i det mesotrofe nivå.

I fig. 29 og fig. 30 er gitt vertikalfordelingen av algemengden på de ulike prøveinnsamlingsdatoer for de to innsjøstasjonene uttrykt som mengde klorofyll.

På figurene ser en at algemengdene ved de fleste tidspunkt hadde sine maksima i 1-4m dyp på stasjon I og i 1-2m dyp på stasjon II. Som tilfellet var med analyseresultatene av algemengdene ved mikroskopanalyser, viser også klorofyllanalysene at algemengdene i vekstsesongen (mai-oktober), var minst dobbelt så store i Vanemfjorden som i Storefjorden.

#### 4. AVSLUTTENDE OG SAMMENFATTENDE KOMMENTARER

##### Generelt

Målsetningen med den undersøkelsen som denne rapport omfatter har vært å påvise en eventuell eutrofierende utvikling i Vansjø.

Som grunnlag for en slik vurdering foreligger resultatene fra en tilsvarende undersøkelse som NIVA gjennomførte i 1964 (NIVA-rapport 0-5/64: "Vansjø. En limnologisk undersøkelse utført i tidsrommet januar 1964 - januar 1965) og de mer spredte analyseresultatene som foreligger i T.Hauger, 1974: "Fysisk-kjemiske undersøkelser av vannsystemet Hobølelva og Vansjø".

Haugers undersøkelser poengterer at det har skjedd en rask eutrofierende utvikling i Vansjø, noe denne NIVA-rapport bekrefter.

En eutrofierende utvikling i en innsjø er først og fremst særmerket ved at det skjer en økning i innholdet av næringssalter i vannmassene, spesielt fosfor- og nitrogenforbindelser. Slike forbindelser danner grunnlaget for en økt plantevekst, i første rekke av planteplanktonalger, men også av sivvegetasjonsbelter i grunnere deler av innsjøen.

##### Fysisk-kjemiske og biologiske forhold

Ser en på resultatene av de kjemiske analysene, går det frem at mengdene av fosfat og nitrat er mer enn fordoblet siden 1964 når en ser på resultatene

fra vinterhalvåret. Disse resultatene gir gode informasjoner om det generelle næringssaltinnholdet i en innsjø, da det ikke er noe nevneverdig forbruk fra planktonalgenes side på den tiden av året.

De biologiske undersøkelsene har vist at mengdene av planktonalger har økt sterkt. Den økte algeveksten har ført til at det i sommerhalvåret, på samme måte som i 1964, var lite eller intet fosfat igjen i de øverste vannlag, der planktonalgene får lys nok til å foreta sin fotosyntese.

At vannmassene i de øvre vannlag ble tømt for fosfater både i 1964 og i 1976-77, viser at tilgjengelig fosfor høyst sannsynlig er den begrensende faktor for planktonalgeveksten i Vansjø.

Sommeren 1976 fikk en i tillegg en situasjon der mengdene av nitrat i vannmassene ble praktisk talt lik null i Vanemfjorden gjennom de spesielle hydrografiske forhold denne sommeren. Dette er sannsynligvis ikke det normale forhold i denne delen av Vansjø, selv om nitratinholdet minket sterkt i Vanemfjorden også sommeren 1977.

Ifølge Hauger (1974) var det jordbruksavrenningen og husholdningskloakken som var de største kildene for nitrogentilførsler, den gang sammen med utslipp fra Dyno Industrier. Dyno Industrier skal i dag ikke lenger ha utslipp av betydning til vassdraget og det er derfor høyst sannsynlig at det er økning i tilførslene fra jordbruksavrenningen og husholdningskloakk som i dag gir de største tilførslene. Dette vil en imidlertid bedre kunne vurdere når tilførselsberegningene foreligger fra Utbyggingsavdelingen i Østfold fylke.

Den foreliggende undersøkelse viser som nevnt at nitrogeninnholdet i Vansjøs vannmasser er økt sterkt siden 1964. Av analysene for nitrogen fra tilløpselvene ser en at det har vært en klar økning siden 1964 i alle tilløpselvene sett under ett. Denne økningen er imidlertid mindre tydelig i Hobølelva. Dette kan skyldes at reduksjonen i tilførslene av nitrogen fra Dyno Industrier de senere år er oppveid av økte tilførsler fra jordbruksavrenning og husholdningskloakk, slik at nitrogennivået i Hobølelva i store trekk er det samme som i 1964.

Mengdene av planteplanktonalger i Vansjø har også økt sterkt siden 1964 og algene er en av de største ulempene ved å benytte Vansjø som råvannskilde.

Det er på denne bakgrunn viktig at tilførselene av fosfor i første rekke, men også nitrogen til Vansjø, søkes redusert mest mulig som et skritt i retning av å redusere algeveksten.

I den forbindelse må det igjen påpekes at planktonmengdene i Storefjorden pr. volumenhet bare er den halve av mengdene i Vanemfjorden og at vannmassen i Storefjorden under ca. 20 m dyp vanligvis holder en betydelig lavere temperatur hele året.

#### Vansjø som drikkevannskilde

NIVAs konklusjon i rapporten fra 1965 gikk blant annet ut på at Vansjø ville kunne brukes som råvannskilde noen tiår fremover (fra 1965), med den antatte eutrofierende utvikling man den gang så, under forutsetning av at et fullrenseanlegg ble koblet til vannverket.

Den eutrofierende utvikling har antagelig gått enda raskere enn man den gang kunne forutse og et fullrenseanlegg er derfor en enda sterkere forutsetning i dag, hvis Vansjø fortsatt skal benyttes som drikkevannskilde.

Samtidig er det imidlertid meget viktig at en får sanert mest mulig av de forurensende tilførsler til Vansjø fra nedbørfeltet slik at en ikke bare hindrer vannkvaliteten i å bli ytterligere redusert, men at en på sikt arbeider mot å bedre vannkvaliteten i forhold til i dag.

Dette vil være svært viktig ikke bare for drikkevannsinteressene, men også for de andre brukerinteressene som knytter seg til Vansjø.

#### Fortsatte undersøkelser

For å følge opp utviklingen i Vansjø i fremtiden er det ønskelig at det settes i gang et årlig overvåkningsprogram i innsjøen og dens tilløp, ikke minst for å kunne kontrollere om eventuelle tiltak i nedbørfeltet fører Vansjø i den ønskede retning.

Ved siden av et løpende overvåkningsprogram for å holde kontroll med utviklingen i Vansjø, er det en rekke interessante problemstillinger som det ville være ønskelig å studere ved mer detaljerte undersøkelser.



- Spesielt viktige arbeidsoppgaver i denne sammenheng vil være å belyse nitrogen- og fosforbudsjett i dette vannsystemet. (I denne forbindelse bør det opprettes vannføringsmålestasjoner i alle tilløpselvene.)
- Problemer med gjengroingen av de grunnere partiene i Vansjø med sivvegetasjon og andre høyere vegetasjonsformer.
- Analyser av sedimentene og undersøkelser av den betydning disse har for tilbakeføring av næringssalter til vannmassene.
- Næringskjedene i Vansjø og mulighetene for å styre eutrofieringen gjennom kontroll med for eksempel dyreplankton og fisk.
- En fortsatt undersøkelse av algeveksten i Vansjø. Undersøkelser av jordbrukets tilførsler av næringssalter og eventuelle giftstoffer (biocider).
- I tillegg er det viktig at det foretas en mer detaljert undersøkelse av de hydrologiske (spesielt de hydrodynamiske) forhold i Vansjø, særlig hvorledes de trange sundene innvirker på vannavrenningen under flomtoppene.

TABELLER

5 - 17

Tabell 5. Fysisk-kjemiske analyseresultater 15. juni 1976.

Stasjon	Dyp i m	Temp. °C	Oksygen		pH	Konduk- tivitet µS/cm 25°C	Farge ufiltrert mg Pt/l	Turbi- ditet F.T.U.	Klorid mg Cl/l	Permanga- nattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l
			mg O <sub>2</sub> /l	% metn.								
St. I <u>Storefjorden</u>	1	16,1	8,86	90	7,50	93,6	20	1,1		18,6	1080	1010
	2	16,1	7,72									
	4	15,8	8,54	86	7,55	95,8	20	0,95		18,6	1120	1010
	8	12,7	8,54	81	7,50	97,1	25	1,0		17,5	1140	1030
	16	9,9	8,20	73	6,95	97,7	25	1,6		19,4	1160	1070
	25	8,5	8,70	74	6,80	96,7	20	1,7		17,6	1960	1090
	32											
	40	8,0	9,19	78	6,80	97,7	25	1,7		17,1	1360	1090
St. II <u>Vanemfjorden</u>	1	17,3	8,21	86	7,75	110	25	1,9		19,6	750	500
	2	17,3	6,89									
	4	17,3	7,55	78	7,70	109	30	1,9		18,5	735	480
	8	15,6	6,57	66	7,05	108	25	2,0		18,2	745	510
	12	14,1										
	16	10,1	2,46	22	6,05	114	30	5,2		18,5	880	510
VE1 <u>Mossekanalen v. E6</u>		17,3			7,55	109	30	2,0		21,5	760	510
	VE2 <u>Hobølelva v. Bjørnrød</u>	17,2			7,10	107	40	4,2		22,6	1120	730
	VE3 <u>Veidalselva</u>	15,8			7,30	97	70	8,3		27,2	380	110
	VE4 <u>Mørkelva (Trollhetta)</u>	14,2			6,65	64	65	2,8		38,9	220	<10
	VE5 <u>Sæbyelva</u>	17,7			6,80	79	35	1,8		23,7	400	220
	VE6 <u>Mossefossen</u>	17,4			7,40	112	30	1,8		18,5	680	440
	VE7 <u>Hobølelva v. Kure</u>	16,6			7,95	113	35	2,4		22,1	1900	1400

Tabell 6. Fysisk-kjemiske analyseresultater 17. august 1976.

Stasjon	Dyp i m	Temp. °C	Oksygen		pH	Konduk- sivitet µS/cm 25°C	Farge ufiltrert mg Pt/l	Turbi- ditet F.T.U.	Klorid mg Cl/l	Permanga- nattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Total fosfor µg P/l	orto- fosfat µg P/l	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	Natrium mg Na/l	Kalium mg K/l	Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l	
			mg O <sub>2</sub> /l	% metn.																		
St. I Storefjorden  Siktedyp: 4,5 m	1	20,7	8,74	78	7,0	104	6	2,4	20	25	940	830	11	2								
	2	20,5	9,24	83		104	5	2,0	23	22	940	830	13	<2								
	4	19,7	9,74	89	6,8	104	5	0,6	18	24	965	890	9	<2								
	8	17,2	8,28	80	6,6	103	8	0,7	15	21	1145	1120	7	<2								
	16	12,8	4,64	49	6,3	102	5	0,8	13	21	1145	1140	9	<2								
	25	11,7	4,48	49	6,3	102	5															
	32	10,9	4,32	48																		
	40	10,6	3,68	41	6,5	105	10	1,3	12	21	1100	1080	11	3								
St. II Vanemfjorden  Siktedyp: 1,35 m	1	20,5	9,24	83	7,2	115	15	1,8	17	36	550	<10	27	3								
	2	20,4	9,58	86		113	12	2,3	16	27	540	<10	30	2,5								
	4	19,9	6,72	61	7,0	113	5	2,0	18	26	550	<10	25,5	7,5								
	8	18,2	4,16	40	6,6	115	5															
	12	17,5	4,37	41																		
	16	14,8	<1	<10		7,0	156	7	1,3	19	32	2880	<10	30	2							
VE1 Mossekanalen v. E6 VE2 Hobølelva v. Bjørnrød VE3 Veidalselva VE4 Mørkelva (Trollhetta) VE5 Sabyelva VE6 Mossefossen VE7 Hobølelva VE8 Hobølelva nedstrøms samløp Kråkstadelva VE9 Hobølelva nedstrøms Elvestad VE10 Kråkstadelva v. Holt		20,0			7,2	134	20	2,6	20	43	710	<10	30	<2	6,8	2,7	7,9	2,03	16	130	85	
		20,2			6,8	118	80	2,4	19	49	780	20	58	12	6,7	2,5	11,6	2,09	12	390	85	
		15,3			7,1	329	70	5,8	58	55	760	10	110	57	12,4	4,8	44	3,27	14	1000	100	
		18,3			7,0	305	300	5,7	62	97	780	<10	69	19	14,3	5,3	33	3,68	15	2500	125	
		19,9			6,7	99	30	0,8	18	39	390	20	15	4	4,4	2,0	6,9	1,15	8,3	350	45	
		20,9			7,5	120	15	1,6	18	63	480	<10	34	5	7,8	2,7	7,9	1,93	14	110	45	
		18,8			8,5	222	80	5,0	28	45	1760	540	90	12	10,4	3,5	31	3,27	20	470	170	
					7,9	207	50	3,7	30	41	1200	340	64	10	14,4	4,0	18	3,70	14	530	105	
					7,5	173	30	3,7	24	41	820	<10	81	14	13,1	3,4	13,9	3,06	12	500	200	
					6,9	1080	90	2,0	43	48	88400	70000	2600	2300		20,8	5,6	179	14,10	150	115	45



Tabell 8. Fysisk-kjemiske analyseresultater 19. og 13. oktober 1976.

Stasjon	Dyp i m	Temp. °C	Oksygen		pH	Konduk- tivitet µS/cm 25°C	Farge ufiltrert mg Pt/l	Turbi- ditet F.T.U.	Klorid mg Cl/l	Permanga- nattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l	
			mg O <sub>2</sub> /l	%metn.											
St. I <u>Storefjorden</u>	1	8,4	9,8	84	7,2	126	<10	1,1	17	23	910	890	9	3	
	4	8,4	9,1	78	7,1	134	<10	0,8	18	22	940	880	10	3	
	8	8,4	9,8	84	7,2	144	10	0,88	18	22	950	880	11	3	
	16	8,4	9,95	89	7,15	106	10	0,85	16	20	970	880	11	3	
	25	8,4	9,8	84	7,15	105	10	0,86	18	20	980	880	9	3	
	32	8,3	9,6	82											
40	8,0	10,1	85	85	7,25	121	15	3,1	18	21	1600	1600	20	12	
St. II <u>Vanemfjorden</u>	1	9,2	9,8	85	7,25	125	20	1,8	20	16	420	70	15	8	
	4	9,2	10,1	88	7,3	126	20	1,6	20	16	480	70	20	8	
	8	9,2	9,3	81	7,25	119	10	1,7	19	19	550	70	20	6	
	12	9,2	9,0	78											
	16	9,2	9,6	84	84	7,3	117	10	1,6	18	20	570	70	24	7
VE1 Mossekanalen v. E6		8,6			7,15	146	20	1,0	20	24	470	70	15	6	
VE2 Hobølelva v. Bjørnrød					7,1	167	50	4,6	22	35	740	120	38	22	
VE3 Veidalselva					6,9	384	>150	43	54	44	1760	1500	260	260	
VE4 Mørkelva (Trollhetta)					6,65	148	60	3,7	20	37	740	240	32	17	
VE5 Sæbyelva					6,6	96	30	1,4	19	25	410	10	18	8	
VE6 Mossefossen		9,0			7,15	130	25	1,6	21	21	640	90	27	13	
VE7 Hobølelva v. Kure					7,45	428	45	1,4	34	37	16400	13000	110	72	

Tabell 9. Fysisk-kjemiske analyseresultater 17. og 10. november 1976.

Stasjon	Dyp i m	Temp. °C	Oksygen		pH	Konduk- tivitet µS/cm 25°C	Farge uffiltrert mg Pt/l	Turbi- ditet F.T.U.	Klorid mg Cl/l	Permanga- nattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l	
			mg O <sub>2</sub> /l	%metn.											
St. I <u>Storefjorden</u>	1	5,0	11,3	86	6,85	112	35	4,7	17	22	2000	1800	17	8	
	4	5,0	9,2	72	6,8	111	35	4,8	17	24	2040	1700	17	9	
	8	5,0	9,9	78	6,75	111	35	4,8	16	22	2240	1800	19	10	
	16	5,0	11,2	86	6,8	110	35	5,1	16	23	2080	1800	12	8	
	25	5,0	10,5	82	6,65	111	40	5,8	16	22	2120	1800	18	10	
	32														
	40	4,6	11,5	89	6,5	110	70	12	15	25	2480	2200	27	14	
St. II <u>Vanemfjorden</u>	1	4,1	10,4	80	6,75	114	25	3,2	16	22	2240	1500	17	7	
	4	4,1	11,8	90	6,8	113	30	3,2	16	18	1920	1500	15	7	
	8	4,1	9,2	70	6,65	115	30	2,8	16	18	1800	1500	15	7	
	12														
	16	4,1	8,9	68	6,85	115	30	2,8	17	19	1760	1500	16	8	
VE1 Mossekanalen v. E6 VE2 Hobølelva v. Bjørnrød VE3 Veidalselva VE4 Mørkelva (Trollhetta) VE5 Sæbyelva VE6 Mossefossen VE7 Hobølelva v. Kure					6,9	112	25	2,2	18	23	1400	1300	21	10	
					6,7	120	50	7,4	15	34	3240	3100	33	18	
					6,2	118	70	7,5	15	48	2200	1700	35	18	
					5,15	82	60	2,3	12	50	1480	1150	12	5	
					5,6	98	60	7,1	15	40	2080	2000	22	9	
					6,9	117	25	2,0	17	21	1440	1190	20	7	
					6,6	116	40	6,4	14	25	3200	2700	31	17	





Tabell 11. Fysisk-kjemiske analyseresultater 15. og 18. mars 1977.

Stasjon	Dyp i m	Temp. °C	Oksygen		pH	Konduk- tivitet µS/cm 25°C	Farge ufiltrert mg Pt/l	Turbi- ditet F.T.U.	Klorid mg Cl/l	Permanga- nattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l	
			mg O <sub>2</sub> /l	%mem											
St. I <u>Storefjorden</u>	1	0,7	13,3	93	6,6	135	15	3,4	15	46	2240	1600	16	8	
	4	1,0	11,2	79	6,75	139	20	4,2	20	32	2120	1700	14	8	
	8	1,4	11,0	78	5,9	140	15	3,6	15	38	2040	1700	13	8	
	16	1,9	11,1	80	6,3	143	20	3,5	16	23	1960	1600	14	7	
	25	2,2	10,2	74	6,6	142	20	4,9	15	37	2040	1600	15	9	
	32														
	40	2,8	8,2	60,5	6,3	144	20	5,2	16	35	1680	1380	21	13	
St. II <u>Vanemfjorden</u>	1	0,5	13,1	91	6,5	137	20	3,3	16	36	2040	1700	15	8	
	4	1,6	11,5	82	6,4	149	20	5,0	16	35	2000	1600	16	10	
	8	3,4	6,8	51	6,3	174	25	4,5	18	37	1880	1500	20	13	
	12	4,0	2,62	26											
	16	4,6	0,66	5,1	6,35	221	20	9,5	19	39	1880	1290	32	20	
VE1 Mossekanalen v. E6	1,4				6,70	140	20	4,0	24	27	1920	1600	20	13	
	0,0				6,56	132	70	21,0	22	171	3560	3400	104	72	
	0,1				5,7	94	50	9,0	20	51	1760	920	42	25	
	0,0				4,95	81	40	5,8	21	44	1400	910	26	14	
	0,7				5,6	104	40	9,0	20	39	1960	1700	34	21	
	1,5				6,35	173	30	4,9	34	40	2120	1800	25	17	
	0,3				6,5	168	60	17,0	20	37	3600	3500	99	64	

Tabell 12. Fysisk-kjemiske analyseresultater 10. mai 1977.

Stasjon	Dyp i m	Temp °C	Oksygen		pH	Konduk- tivitet µS/cm 25°C	Farge ufiltrert mg Pt/l	Turbi- ditet F.T.U.	Klorid mg Cl/l	Permanga- nattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto fosfat µg P/l
			mg O <sub>2</sub> /l	%metn										
St. I <u>Storefjorden</u>	1	6,1	11,5	92,6	6,7	137	80	9,5	22	65	1520	1490	27	12
	2													
	4	6,1	11,8	95	6,5	112	80	8,7	26	50	1720	1470	28	21
	8	6,1	10,8	86,9	7,0	118	70	9,6	27	47	1800	1450	27	13
	16	6,0	10,8	86,7	6,7	120	80	9,0	24	68	1520	1500	31	12
	25	5,7	10,2	81,2	6,5	123	70	9,1	23	62	1520	1500	29	13
40	5,5	8,7	69,0	6,9	116	70	9,4	28	43	1520	1500	28	13	
St. II <u>Vanemfjorden</u>	1	9,1	11,1	96,0	6,3	137	70	6,5	28	36	1520	1500	25	8
	2													
	4	9,0	11,1	96,1	6,2	136	60	6,2	20	34	1600	1500	26	9
	8	9,0	10,2	88,3	7,0	132	60	6,5	21	37	1640	1500	25	8
	16	8,6	9,0	77,1	7,2	125	60	7,4	20	36	1840	1490	15	9
VE1	Mossekanalen v. E6	9,1			6,45	140	50	8,7	15	33	1600	1500	22	8
VE2	Hobølelva v. Bjørnrød	10,1			6,60	89	80	7,0	18	34	1100	810	31	15
VE3	Veidalselva	9,6			6,30	93	100	10,0	20	46	910	370	52	35
VE4	Trollhetta (Mørkelva)	8,9			5,20	67	80	3,7	20	46	480	190	14	6
VE5	Søbyelva	9,3			5,50	85	90	11,0	24	41	1330	900	24	7
VE6	Mossefossen	8,7			6,40	121	70	6,5	23	40	1720	1500	27	10
VE7	Hobølelva v. Kure	6,5			6,60	90	70	6,3	28	37	1230	760	38	21

Tabell 13. Fysisk-kjemiske analyseresultater 9. juni og 14. juni 1977.

Stasjon	Dyp i m	Temp °C	Oksygen		pH	Konduk- tivitet µS/cm 25°C	Farge ufiltrert mg Pt/l	Turbi- ditet F.T.U.	Klorid mg Cl/l	Permanga- nattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto fosfat µg P/l
			mg O <sub>2</sub> /l	% metn										
St. I <u>Storefjorden</u>	1	17,2	9,60	99,9	6,5	90	35	2,7	16	21	2160	1200	15	2
	2	16,3	9,44	96,3	6,6	89	30	2,8	14	24	1760	1350	11	3
	4	14,3	9,44	92,4	6,5	74	40	2,5	14	21	1680	1370	10	3
	8	12,5	9,76	91,6	6,4	95	40	3,2	14	21	1760	1410	12	3
	16	10,6	9,60	86,3	6,4	88	40	3,7	14	19	1760	1420	17	4
	25	9,3	9,28	80,9	6,2	86	40	4,5	16	20	1800	1410	22	5
	40	8,9	8,62	74,4	6,2									
St. II <u>Vanemfjorden</u>	1	17,4	9,76	102,0	6,6	120	35	3,3	14	20	1520	1050	23	2
	2	16,3	9,60	98,0	6,6	116	35	3,4	16	20	1560	1130	21	2
	4	15,3	8,95	89,4	6,5	101	40	3,4	14	25	2240	1130	29	5
	8	14,3	8,62	84,3	6,5	102	40	5,2	14	25	1400	1080	29	8
	16	13,9	8,14	78,9	5,8									
VE1 Mossekanalen v E6 VE2 Hobølelva v. Bjørnrød VE3 Veidalselva VE4 Trollhetta (Mørkelva) VE5 Sæbyelva VE6 Mossefossen VE7 Hobølelva v. Kure		14,2			6,6	104,5	30	2,9	17	28	1640	1190	21	5
		13,2			6,9	98,0	40	4,9	16	52	1190	620	36	12
		12,4			7,0	149,4	80	15	27	50	2560	1800	73	38
		10,7			6,6	66,3	50	4	21	51	930	500	20	6
		14,7			6,5	70,9	30	3,2	16	40	770	320	21	5
		14,8			6,9	95,2	20	2,4	20	24	1680	1150	30	6
		12,1			7,2	166,2	40	6,8	22	26	4400	3100	130	90

Tabell 14. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1. juli og 4. juli 1977.

Stasjon	Dyp i m	Temp °C	Oksygen		pH	Konduk- tivitet µS/cm 25°C	Farge ufiltrert mg Pt/l	Turbi- ditet F.T.U.	Klorid mg Cl/l	Permanga- nattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg P/l	Total fosfor µg P/l	Ortc fosfat µg P/l
			mg O <sub>2</sub> /l	% metn										
St. I <u>Storefjorden</u>	1	16,9	8,36	86,5	6,8	70	30	1,2	11	14	1560	1350	9	< 2
	2	16,7	7,42	76,4										
	4	16,4	8,87	88,8	6,8	74	30	1,4	12	17	1440	1360	11	< 2
	8	16,0	8,06	82,4	6,8	73	30	1,2	13	17	1520	1310	11	< 2
	16	12,4	6,77	63,3	6,7	76	30	2,0	13	16,5	1680	1390	15	3
	25	11,0	7,42	67,3	6,6	79	35	2,4	11	18,5	1640	1410	15	6
40	10,4	5,65	50,5	6,7	76	35	3,0	12	21,5	1800	1410	14	4	
St. II <u>Vanemfjorden</u>	1	18,9	8,06	86,8	6,9	78	35	2,8	11	17,5	1250	800	23	2
	2	18,7	7,90	84,7										
	4	18,4	7,42	79,1	6,8	79	35	2,7	13	17,5	1100	810	21	3
	8	17,8	6,94	73,0	6,7	75	40	2,8	13	19,5	1120	820	31	10
	16	13,9	2,74	26,6	6,8	78	50	4,3	13	18	1560	750	40	10
VE1	Mossekanalen v. E6	18,2			6,6	92,5	30	2,4	14	-	1210	890	16	6
VE2	Hobølelva v. Bjørnrød	16,8			6,6	104,6	40	3,6	16	-	1210	860	22	7
VE3	Veidalselva	14,9			6,6	181,9	100	12,0	28	-	1680	630	180	150
VE4	Trollhetta (Mørkelva)	14,1			6,6	62,0	90	5,8	14	-	520	90	24	14
VE5	Sæbyelva	17,6			6,6	59,6	40	2,1	12	-	370	30	16	3
VE6	Mossefossen	17,9			6,6	95,0	40	3,0	15	25	1300	860	20	4
VE7	Hobølelva v. Kure	17,2			7,2	88,6	25	2,1	16	-	920	620	150	130

Tabell 15. Fysisk-kjemiske analyseresultater 9. august og 25. august 1977.

Stasjon	Dyp i m	Temp. °C	Oksygen		pH	Konduk- tivitet µS/cm 25°C	Farge ufiltrert mg Pt/l	Turbi- ditet F.T.U.	Klorid mg Cl/l	Permanga- nattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto fosfat µg P/l
			mg O <sub>2</sub> /l	%metn										
St. I <u>Storefjorden</u>  Siktedyp: <u>3,60 m</u>	1	18,5	8,61	91,9	7,1	70	20	0,9	11	18	1470	1130	12	3
	2	18,5												
	4	18,4	8,61	91,0	7,3	76	20	1,1	12	15	1430	1140	7	3
	8	18,2	8,45	89,7	7,6	73	25	1,2	11	17	1430	1130	14	< 2
	16	13,5	4,88	46,9	7,3	71	25	1,2	11	18	1520	1340	9	< 2
	25	12,4	5,20	48,7	7,3	73	30	1,5	11	20	1640	1330	13	3
	40	11,5	4,88	47,7	7,4	72	30	2,2	11	19	1640	1330	13	4
St. II <u>Vanemfjorden</u>  Siktedyp: <u>1,65 m</u>	1	19,0	7,31	78,9	6,9	85	30	2,4	14	22	690	250	27	5
	2	18,9	7,48	80,5										
	4	18,8	6,99	75,1	7,3	72	35	2,4	12	22	700	210	25	5
	8	18,7	5,53	59,3	7,1	73	35	2,3	12	21	700	220	29	8
	16	17,3	1,63	17,0	7,5	81	40	2,6	12	23	1200	190	39	9
VE1 <u>Mossekanalen v.E6</u> VE2 <u>Hobølelva v. Bjørnrød</u> VE3 <u>Veidalselva</u> VE4 <u>Trollhetta (Mørkelva)</u> VE5 <u>Sæbyelva</u> VE6 <u>Mossefossen</u> VE7 <u>Hobølelva v. Kure</u>		17,0			7,4	123	30	2,2	12	31	660	160	29	7
		15,8			6,8	110	40	2,0	14	39	910	220	49	20
		9,5			6,9	282	100	9,3	50	54	1120	590	300	240
		11,8			6,8	145	200	6,2	30	53	910	180	95	51
		15,0			6,9	66	50	1,5	9	55	460	30	30	6
		17,6			6,9	90	40	1,9	14	28	680	130	36	8
		14,8			6,9	134	50	1,9	15	27	1200	1120	37	5



Tabell 16. forts.

ART	DATO	1976		1977		1977		1977		1977	
		17. august	13. september	19. oktober	17. november	17. februar	15. mars	10. mai	14. juni	4. juli	9. august
		Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.
<b>CHRYSOPHYCEAE (Kiselalger)</b>											
448	<i>Bitricbia chodatii</i> (Erv.) Chod.										
	<i>Chrysochromulina</i> sp.	227	14,8	128	8,3	16	1,0				
47	<i>Chrysothrix planctonica</i> Mack										
	<i>Cystis</i> av <i>chrysothrix</i>	47	7,0	22	3,2			6	0,9		
	<i>Dinobryon crenulatum</i> (= <i>D. acuminatum</i> ) Ware & West	3	0,6	3	0,6						
	<i>Dinobryon bevericum</i> Imh.	65	13,0	6	1,2						
	<i>Dinobryon borgeri</i> Lemm.	12	0,3								
	<i>Dinobryon divergens</i> Imh.	47	9,3								
	<i>Dinobryon sociale</i> Ehr.	165	33,0								
	<i>Kephyrion</i> spp.	137	8,9								
	<i>Mallomonas akrokomos</i> Ruttm.										
	<i>Mallomonas caudata</i> Ivan.										
	<i>Mallomonas</i> sp.	6	5,0	6	2,3	3	1,2				
	<i>Ochromonas</i> sp.	6	11,2	3	0,8						
	<i>Scribneriopsis dondersteini</i> (Schmidle) Wille cf. <i>Uroglena americana</i> Calk.	318	31,8	9	0,9	6	0,9				
	<i>Små chrysoomader</i>	1171	76,1	617	40,1	299	19,4	143	9,3	79	5,2
	<i>Stora chrysoomader</i>	455	145,5	156	49,8	125	39,9	53	16,9	15	5,1
	<b>Volum CHRYSOPHYCEAE</b>		359,6		151,2		85,5		28,4		11,2
<b>BACILLARIOPHYCEAE (Kiselalger)</b>											
944	<i>Asterionella formosa</i> Hass.									4	2,6
	<i>Attheya zachariensis</i> Brumth.	134	187,5	6	7,8	16	3,9			8	1,2
31	<i>Cyclotella</i> cf. <i>comta</i> (Ehr.) Kütz.										
	<i>Cyclotella</i> sp. (d = 8 µm)										
	<i>Cyclotella</i> sp. (d = 12 µm)										
	<i>Melosira ditans</i> (= <i>alpigena</i> ) Grun.			40	20,2						
	<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs			2*	14,9	25	15,4	6	3,9	3	2,1
	<i>Melosira</i> cf. <i>italica</i> O.Wül.										
	<i>Rhizosolenia eritensis</i> H.L. Smith										
	<i>Rhizosolenia longiseta</i> Zach.	6	1,4								
	<i>Synedra acus</i> v. <i>radians</i> (Kütz.) Hust.	18	9,3	12	3,7					1,5	0,8
59	<i>Synedra</i> sp.			34	17,1	19	5,6	3	0,9		
267	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.										
	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kütz.										
	<b>Volum BACILLARIOPHYCEAE</b>		1169,5		60,0		24,9		4,8		6,7
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>											
	<i>Cryptaulax vulgaris</i> Skuja										
34	<i>Cryptomonas</i> sp. (liten)			19	20,6	6	6,9	3	2,6		
37	<i>Cryptomonas masonii</i> Skuja			22	43,6	25	50,0	19	37,4	1,5	3,9
159	<i>Cryptomonas</i> spp.			40	4,0	31	3,1	16	1,6		
	<i>Kastalepharis ovalis</i> Skuja										
	<i>Rhodomonas lacustris</i> (= <i>R. minuta</i> ) Pasch. & Ruttm.	302	45,3	19	2,8	330	49,5	162	24,3	81	12,1
	<b>Volum CRYPTOPHYCEAE</b>		173,6		117,7		84,3		53,7		5,8
<b>DINOPHYCEAE (fveetigealger)</b>											
	<i>Gymnodinium helveticum</i> Pen.			3	29,6						
22	<i>Gymnodinium</i> cf. <i>lacustre</i> Schill.			12	8,7	3	2,1				
	<i>Gymnodinium</i> sp. (d = 16 µm)										
	<b>Volum DINOPHYCEAE</b>		15,3		8,7		31,7				
<b>ANDRE GRUPPER</b>											
134	<i>Craspedophyceae</i>										
3850	<i>Stetionomonas dichotoma</i> Lack.			31	2,0	6	0,4				
	"µ - alger"			1719	17,2	972	9,7	449	4,5	193	1,9
	<b>TOTAL VOLUM</b>		1811,7		825,2		269,7		93,0		26,7

Tabell.17. Analyse av Planteplankton fra Vannsjø 1976-77. VANSEFJORDEN st. II  
 Antall gitt i tusen pr. liter (x betyr at det er gitt som trichomlengder  $\bar{x}$  100  $\mu$  pr. liter, + betyr at det er gitt som kolonier pr. liter). Volumet er gitt i  $10^6 \mu\text{m}^3$  (1000- $10^6 \mu\text{m}^3 = 1 \text{ mm}^3 = 1 \text{ mg}$  friskvekt alger).

ART	15. juni		17. august		13. september		17. november		17. februar		15. mars		10. mai		14. juni		4. juli		9 august			
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.		
1976																						
CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)																						
x Anabaena flos-aquae Bérb.	37	93,5	40	101,2																		
x Anabaena planctonica Brunth.	112	201,8	56	112,1																		
x Anabaena sp.			28	6,7																		
+ Aphanothece sp.			22	4,4																		
+ Chroococcus minutus (Kütz.) Naeg.	31	46,7	22	27,2																		
+ Gomphosphaeria lacustris (v.compressa)Chod.	62	623,0																				
+ Microcystis aeruginosa Kütz.																						
+ Microcystis incerta (Lemm.) Lemm.																						
Oscillatoria limnetica Lemm.																						
Oscillatoria sp.																						
Volum CYANOPHYCEAE		965,0		251,6																		
1977																						
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)																						
+ Botryococcus braunii Kütz.	12	62,3	78	9,3																		
+ Chlamydomonas spp.	6	17,4	3	8,7																		
+ Coelastrum microporum Naeg.																						
+ Coelastrum reticulatum (Daug.) Senn.	31	87,2	12	26,7																		
Cosmarium sp.																						
+ Crucigenia quadrata Morren	6	0,8	44	5,9	193	26,0																
+ Crucigenia rectangularis (A.Br.) Gay			47	19,6																		
+ Crucigenia tetrapedia (Kirchn.) West & West	44	7,4	31	5,3	12	2,1																
+ Crucigenia truncata G.M.Smith	19	3,1	31	6,2																		
+ Dictyosphaerium cf. elegans Bachm.	399	20,0	62	12,5	22	4,4	25	5,0														
+ Dictyosphaerium pulchellum c. minutum Defl.			62	1,0	75	1,2	3	0,1														
Dispora sp.	62	2,0	19	0,6																		
+ Elakatothrix gelatinosa Wille	25	1,1	9	0,4																		
+ Gyromitus cordiformis Skuja			31	51,4	6	10,3	3	5,0														
+ Kitchneriella sp.			9	0,8																		
+ Micractinium pusillum Fred.																						
+ Monoraphidium contortum (Thur.) Kom.-Legn.			93	4,7	470	23,5	25	1,2														
+ Monoraphidium griffithii (Berkeley) Kom.-Legn.	12	1,0																				
+ Monoraphidium minutum (Naeg.) Kom.-Legn.	143	14,3	124	12,5	50	5,0	31	3,1														
+ Monoraphidium setiforme (Nyg.) Kom.-Legn.	124	5,0																				
+ Oocystis lacustris Chod.	12	6,2	31	9,3	22	6,5																
+ Oocystis sp.																						
+ Oocystis submarina v. variabilis Skuja	131	3,7	78	2,2																		
+ Panschulzia pseudovolvox (Schulz.em.Teil.) Skuja	49	9,0	12	3,1																		
+ Pediastrum duplex Meyen	6	23,4																				
+ Pediastrum tetras (Ehr.) Raife	37	74,8	12	20,6	6	10,3																
+ Polytona gramaliferum Lack.																						
+ Quadrigula pfitzeri (Schroed.) G.M.Smith																						
+ Scenedesmus abundans (Kirchn.) Chod.			6	1,4																		
+ Scenedesmus armatus (Chod.) G.M.Smith	50	24,9	44	20,5	62	29,3	6	2,9														
+ Scenedesmus cf. denticulatus Lagerh.	31	15,6	25	11,7	19	8,8																
+ Scenedesmus quadricauda Turp.	12	9,7	25	19,4	22	17,0	16	12,1														
+ Scourfieldia sp.							6	0,2														
+ Sphaerocystis Schroeteri Chod.			31	28,0	47	23,4																
+ Staurostrum lunatum West & West	25	261,7																				
+ Tetradion caudatum (Gorda) Hansg.	31	8,4	28	7,5	12	3,4																
+ Tetradion minimum (A.Br.) Hansg.	19	3,7	19	3,7																		
+ Ubestemte chlorophyceer	156	77,9	137	12,2	36	17,1																
Volum CHLOROPHYCEAE		374,1		630,8		301,9		13,2		0,2		4,1		14,7		137,3		184,8				375,3



Tabell 17 fortsett.

ART	DATO	1976				1977				9. august										
		15. juni	17. august	13. september	13. oktober	17. november	17. februar	15. mars	10. mai		14. juni	4. juli								
		Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.					
<b>CHRYSOPHYCEAE (Gulalger)</b>																				
	<i>Nitriclia chodatii</i> (Rev.) Chod.																			
	<i>Chrysoisles skujai</i> (Nann.) Willén																			
	<i>Chrysochromallium</i> sp.	1731	112,6											286	14,3					
	<i>Chrysochloris planicostata</i> Mack.	19	0,6																	
	<i>Oyster</i> av <i>chrysochloris</i>	75	11,2	130	19,6															
	<i>Dinobryon crenulatum</i> (O. acuminatum) West & West			78	11,7															
	<i>Dinobryon bavaricum</i> Imh.	3	0,6	3	0,6															
	<i>Dinobryon borgei</i> Lemm.	25	5,0	22	4,4															
	<i>Dinobryon divergens</i> Imh.	3	0,1																	
	<i>Dinobryon sociale</i> Ehrh.	1159	231,8																	
	<i>Kepperton</i> spp.	374	74,8																	
	<i>Mallomonas akrokomos</i> Ruttn.	87	5,7																	
	<i>Mallomonas caudata</i> Iken.			6	2,0															
	<i>Mallomonas globosa</i> Schill																			
	<i>Mallomonas</i> sp.																			
	<i>Ochromonas</i> sp.	112	89,7			3	2,5													
	<i>Pseudodiphytron</i> sp.	44	2,8	19	1,2															
	<i>Sticloglossa doderleinii</i> (Schmidle) Wille	4106	410,6																	
	cf. <i>Uroglossa americana</i> Calc.	2691	174,9	1115	72,5	735	47,8	803	52,2	196	12,8	84	5,5	141	9,2					
	<i>Små chrysomonader</i>	1695	542,3	430	137,6	222	80,7	283	90,6	59	18,9	6	0,4	11	3,5					
	<i>Ubestemte chrysophyceae</i> (d = 9 µm)																			
	<b>Volum CHRYSOPHYCEAE</b>		1675,7		232,9		151,4		174,7		44,9		6,8		3,2	305,1	227,2	541,5	419,8	
<b>BACILLARIOPHYCEAE (Kiselalger)</b>																				
	<i>Asterionella formosa</i> Bass.	50	27,4	206	113,0	193	106,2	165	90,8											
	<i>Arthrois zuecheriensis</i> Brundh.					6	2,5													
	<i>Cyclotella</i> cf. <i>conca</i> (Ehr.) Kütz.	75	93,5	6	7,8	19	23,4	6	7,8	3	3,9									
	<i>Cyclotella</i> sp. (d = 8 µm)	82	12,5	25	5,0	12	2,5													
	<i>Diatoma elongatum</i> Agardh			579	347,6	128	76,6	93	56,0											
	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kütz.	12	5,3	19	3,9	28	11,9													
	<i>Melonira distans</i> (v. <i>alpigena</i> ) Grön.			69	21,2	131	65,4	6	3,8	50	30,9									
	<i>Melonira</i> cf. <i>italica</i> O. Mill.																			
	<i>Melonira</i> sp.					16	5,4													
	<i>Nitzschia</i> sp.			6	1,4															
	<i>Rhizosolenia eriensis</i> H.L. Smith	12	2,8			3	0,7													
	<i>Rhizosolenia longistria</i> Zach.																			
	<i>Synedra acus</i> v. <i>angustissima</i> Grön.	43	32,7	44	32,7	3	2,3													
	<i>Synedra acus</i> v. <i>radiata</i> (Ehr.) Hust.																			
	<i>Synedra</i> sp.	93	149,5	25	39,9															
	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	31	46,7																	
	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roch) Kütz.	12	3,7	6	1,6	22	5,4													
	<i>Ubest. pennate diatomer</i> (små)																			
	<b>Volum BACILLARIOPHYCEAE</b>		375,5		573,4		307,3		160,6		39,5		2,1		46,6		725,0	1035,6	701,3	
<b>CHYTRIDIOPHYCEAE</b>																				
	<i>Cryptomonas marionii</i> Skuja	193	212,4	25	27,4	47	51,4	19	20,6	9	10,3									
	<i>Cryptomonas</i> sp. (liten)	50	49,8	56	47,7	31	15,6	75	63,5											
	<i>Cryptomonas</i> spp.	125	311,5	37	71,8	19	37,4	22	54,5	16	32,0									
	<i>Laureopharis ovata</i> Skuja	280	28,0	12	1,2	100	10,0	165	16,5	9	0,6									
	<i>Rhodomonas lacustris</i> (cf. <i>minuta</i> ) Raab & Raab	729	109,3	293	43,9	383	57,5	318	48,5	158	24,1									
	<b>Volum CHYTRIDIOPHYCEAE</b>		711,0		195,0		171,9		206,0		67,0		6,7		20,6		466,6	589,4	677,5	
<b>DIMORPHACEAE (forteggjalger)</b>																				
	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Schrank			9	93,4															
	<i>Gymnodinium helveticum</i> Pen.	106	74,1	6	4,3	3	2,2	2	16,8											
	<i>Gymnodinium</i> cf. <i>lacustris</i> Schill.			6	28,0															
	<i>Gymnodinium</i> sp. (d = 27 µm)			1	54,5	6	77,9													
	<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.M.) Ehrh																			
	<i>Peridinium inconspicuum</i> Lemm.																			
	<i>Peridinium</i> sp.	56	157,0	31	87,2															
	<b>Volum DIMORPHACEAE</b>		231,1		267,4		80,1		33,5		3,4		2,6		51,4		71,4	151,4	200,4	
<b>ANRE GRUPPER</b>																				
	<i>Crespedophyceae</i>	156	10,1	19	1,2	28	1,8	34	2,2	16	1,0									
	<i>Stelionomas dichotoma</i> Leck.					22	2,8	2093	20,9	1084	10,8									
	"u-salger"	2027	70,3	2654	26,5	3065	30,6													
	<b>TOTAL VOLVUM</b>		3447,8		2892,2		1291,6		834,9		176,4		20,3		43,8		1666,4	2652,7	2779,9	