

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-77128

SYNNFJORDEN - SYNNA

RESIPIENTUNDERSØKELSE 1978

22. januar 1980

Saksbehandler : Hans Holtan

Medarbeidere : Gjertrud Holtan
Pål Brettum
Eli-Anne Lindstrøm
Brynjar Hals

Instituttssjef : Kjell Baalsrud

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

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

Rapportnummer: 0-77128
Undernummer:
Løpenummer: 1184
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Synnfjorden - Synna Resipientundersøkelse 1978	Dato: 25/1 1980
	Prosjektnummer: 0-77128
Forfatter(e): Gjertrud Holtan Hans Holtan Pål Brettum Eli-Anne Lindstrøm	Faggruppe: SEKVAS
	Geografisk område: Nordre Land
	Antall sider (inkl. bilag): 66

Oppdragsgiver: Nordre Land kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------


Ekstrakt:

I 1978 ble det gjennomført en enkel limnologisk undersøkelse av Synnfjorden - Synna i Nordre Land i forbindelse med bruken av vassdraget som resipient for avløpsvann fra eksisterende og planlagte turistetablissemeter. Innsjøen er i dag oligotrof (næringsfattig), men både biologisk og bakteriologisk synes den i noen grad å bære preg av kloakkvanntilførsel. På bakgrunn av at innsjøen er av stor interesse i rekreasjonssammenheng og at den på grunn av sin størrelse og vannkvalitet er lett påvirkelig for forurensningstilførsler, bør det utvises varsomhet ved bruken av den som resipient.

4 emneord, norske:
1. Synnfjorden
2. Resipientundersøkelse
3. Forurensningsutvikling
4. Fritidsbebyggelse

4 emneord, engelske:
1.
2.
3.
4.


Prosjektleders sign.:


Seksjonsleders sign.:


Instituttstjefers sign.:

ISBN 82-577-0242-0

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	6
2. GENERELL BESKRIVELSE, AREALFORDELING OG AKTIVITETER I NEDBØRFELTET	7
2.1 Synnfjorden	7
2.2 Arealfordeling- og aktiviteter i nedbørfeltet	7
Tilførsler fra befolkning	9
Tilførsler fra fritidshus og turisme	9
Deponier for fast avfall	12
Industri	12
Tilførsler fra landområder	12
Seterdrift	13
Tilførsler via nedbør	14
Nåværende og eventuell fremtidig forurensningsbelastning	14
Kommentarer til tilførselsdata	17
3. NATURLANDSKAPET	19
3.1 Geologi og løsmasser	19
3.2 Geomorfologi	20
3.3 Klima	20
3.4 Hydrologi	23
Materialtransport	26
3.5 Morfometri	26
4. DEN UTFØRTE UNDERSØKELSE	29
4.1 Resultater og kommentarer	31
4.1.1 Fysisk-kjemiske forhold	31
Siktedyp og innsjøens farge	31
Temperatur	31
Oksygen	32
Surhetsgrad og konduktivitet	34
Farge, turbiditet og organisk materiale	35
Jern og mangan	36
Silisium	36
Hovedkomponentene (kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat og bikarbonat)	39
Plantenæringsstoffer (fosfor- og nitrogenforbindelser)	39
Tørrstoff, gløderest, glødetap	43

INNHOLDSFORTEGNELSE (forts.)

	Side
4.1.2 Biologiske forhold	44
Total klorofyll <u>a</u>	44
Planteplanktonet i Synnfjorden, 1978	46
Begroing i vassdraget	48
Dyreplankton	50
4.1.3 Bakteriologiske forhold	56
5. SAMMENFATTENDE DISKUSJON	57
6. KONKLUSJON	60
7. REFERANSER	62

TABELLFORTEGNELSE

	Side
1. Arealfordeling i nedbørfeltet	7
2. Nåværende og eventuelle fremtidige tilførsler til vassdraget	11
3. Beregnede tilførsler fra landområder (jordbruk, skog etc.)	13
4. Beregnede tilførsler til Synnfjorden i tonn pr. år og prosentvis fordeling	15
5. Temperatur- og nedbørdata	22
6. Synnfjorden. Hydrologiske data	23
7. Synna. Materialtransport (næringssalter) i kg pr. år og kg pr. km ² pr. år (1978)	26
8. Synnfjorden. Morfometriske data	26
9. Enheter og analysemetoder for kjemiske analyser	30
10. Synnfjorden. Temperatur- og oksygenforhold på observasjonsdagene 3. juni - 3. september 1978	34
11. Synnfjorden. Middelerverdier, milliekvivalenter og ekvivalentprosent for hovedkomponentene	39
12. Synnfjorden. Klorofyll <u>a</u> , µg Chl <u>a</u> /l	44
13. Analyse av begroingsmateriale samlet i Synna ved utløpet av Synnfjorden, 3. august 1978	49
14. Synnfjorden. Koliforme bakterier og kimtall på prøvetakingsdagene 4. juli og 3. september 1978	56
15. Synna ved utløpet av Synnfjorden. Fysisk-kjemiske analyseresultater på observasjonsdagene 16. januar - 19. desember 1978	63
16. Synnfjorden. Kjemiske analyseresultater fra observasjonsdagene 3. juni - 3. september 1978	64
17. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Synnfjorden i 1978	65
18. Kvalitativ forekomst av dyreplankton i Synnfjorden på prøvetakingsdagene 3. juni - 3. september 1978	66

FIGURFORTEGNELSE

	Side
1. Synnfjorden. Nedbørfelt - prøvetakingsstasjoner	8
2. Synnfjorden. Aktiviteter i nedbørfeltet	16
3. Temperatur i °C og nedbør i mm	21
4. Synna. Vannføring i m ³ /s 9. mai 1978 - 9. mai 1979	24
5. Synna. Transportverdier (næringssalter) i kg pr. måned	25
6. Dybdekart over Synnfjorden	27
7. Synnfjorden. Areal- og volumkurve	28
8. Synnfjorden. Temperatur- og oksygenforhold på observasjonsdagene 3. juni - 3. september 1978	33
9. Synna ved utløpet av Synnfjorden. Fysisk-kjemiske analyseresul- tater på observasjonsdagene 16. januar - 19. desember 1978	37
10. Synnfjorden. Kjemiske analyseresultater på observasjonsdagene 3. juni - 3. september 1978	38
11. Synna. % ionesammensetning	40
12. Synna ved utløpet av Synnfjorden. Fosfor og nitrogen på observa- sjonsdagene 16. januar - 19. desember 1978	41
13. Synnfjorden. Fosfor og nitrogen på observasjonsdagene 3. juni - 3. september 1978	42
14. Synnfjorden. Siktedyp i meter, klorofyll <u>a</u> (µg Chl <u>a</u> /l) og tørr- stoff/organisk materiale (mg/l) på prøvetakingsdagene 3. juni - 3. september 1978	45
15. Variasjoner i totalvolum av phytoplankton i Synnfjorden 1978	47
16. Planktonkrepsdyr i Synnfjorden på prøvetakingsdagene 1978. Prosentvis fordeling	55

1. INNLEDNING

I brev av 17. oktober 1977 fra Nordre Land kommune, ble Norsk institutt for vannforskning (NIVA) bedt om å foreta en resipientundersøkelse av Synnfjorden og Synna.

Bakgrunnen for undersøkelsen var å skaffe til veie grunnlagsdata for å kunne vurdere forurensningsvirkningen i forbindelse med utslipp av avløpsvann til Synnfjorden fra Spåtind Høyfjellshotell, Synnseter Fjellstue og Synnfjell Alpinsenter.

Program for undersøkelsen ble utarbeidet av Hans Holtan som satte arbeidet i gang ved befaring og innsamling av prøver den 3. juni 1978. Feltarbeidet i vekstperioden (juni - oktober) 1978 ble utført av han sammen med Gjertrud Holtan. Nordre Land kommune, ved sekr. K. Thøring Stensvold jr., har hatt ansvaret for innsamling av prøver fra Synna i perioden januar - desember 1978.

Den 20. januar 1979 ble det fra NIVA, ved Hans Holtan, oversendt ingeniørfirmaet Chr. F. Grøner (med kopi til Nordre Land kommune), en foreløpig uttalelse om forholdene i Synnfjorden og Synna.

De kjemiske, biologiske og bakteriologiske analyser er foretatt ved NIVA's laboratorier. Pål Brettum og Eli-Anne Lindstrøm har hatt ansvaret for bearbeiding av henholdsvis planteplankton- og begroingsmaterialet og behandlet dette i rapporten. Dyreplanktonmaterialet er bearbeidet av G. Holtan under veiledning av Gerd Justås og Gösta Kjellberg, NIVA, Hamar. Innsjøen ble loddet opp av Hans Holtan 3. juli 1978 og dybdekart med morfometriske data er utarbeidet av Brynjar Hals, NIVA. G. Holtan har bearbeidet de fysisk-kjemiske data og har i vesentlig grad utarbeidet rapporten. Hans Holtan har vært ansvarlig saksbehandler ved NIVA og skrevet kapitlet: Kommentarer til tilførselsdata.

2. GENERELL BESKRIVELSE, AREALFORDELING OG AKTIVITETER I NEDBØRFELTET

2.1 Synnfjorden

Synnfjorden ligger i Nordre Land kommune, Oppland fylke, og har bl.a. tilløp fra Lenna, Oppsjøbekken og Skjervungsbekken. Avløpet Synna går i små fosser og stryk i sørøstlig retning til det løper sammen med Dokka ved Åmot.

Synnfjorden ligger 796 m o.h., arealet er 1,94 km², den er 3,9 km lang og 0,6 km bred. Synna er 20 km lang og har et fall på 438 m.

Nedbørfeltet til Synnfjorden og stasjonsplassering i forbindelse med undersøkelsen er vist i figur 1.

2.2 Arealfordeling og aktiviteter i nedbørfeltet

Data angående befolkning og arealbruk (tabell 1) er hentet fra statistiske årbøker, bosettingskart (NGO, 1974), topografisk kart (NGO, 1975) og Ingeniørkontoret i Nordre Land kommune.

Tabell 1. Arealfordeling i nedbørfeltet

Nedbørfelt, totalt		82,5 km ²	100 %
<u>Lite produktivt område:</u>			
Snaufjell	20 km ²		
Myr	11 "		
<u>Sjøareal</u>	<u>5 "</u>	36 km ²	43,6 %
Skogareal		45,5 "	55,2 "
"Jordbruksareal"		1 "	1,2 "
Folketall			
(fastboende i forbindelse med hoteldrift)	ca. 15 personer		

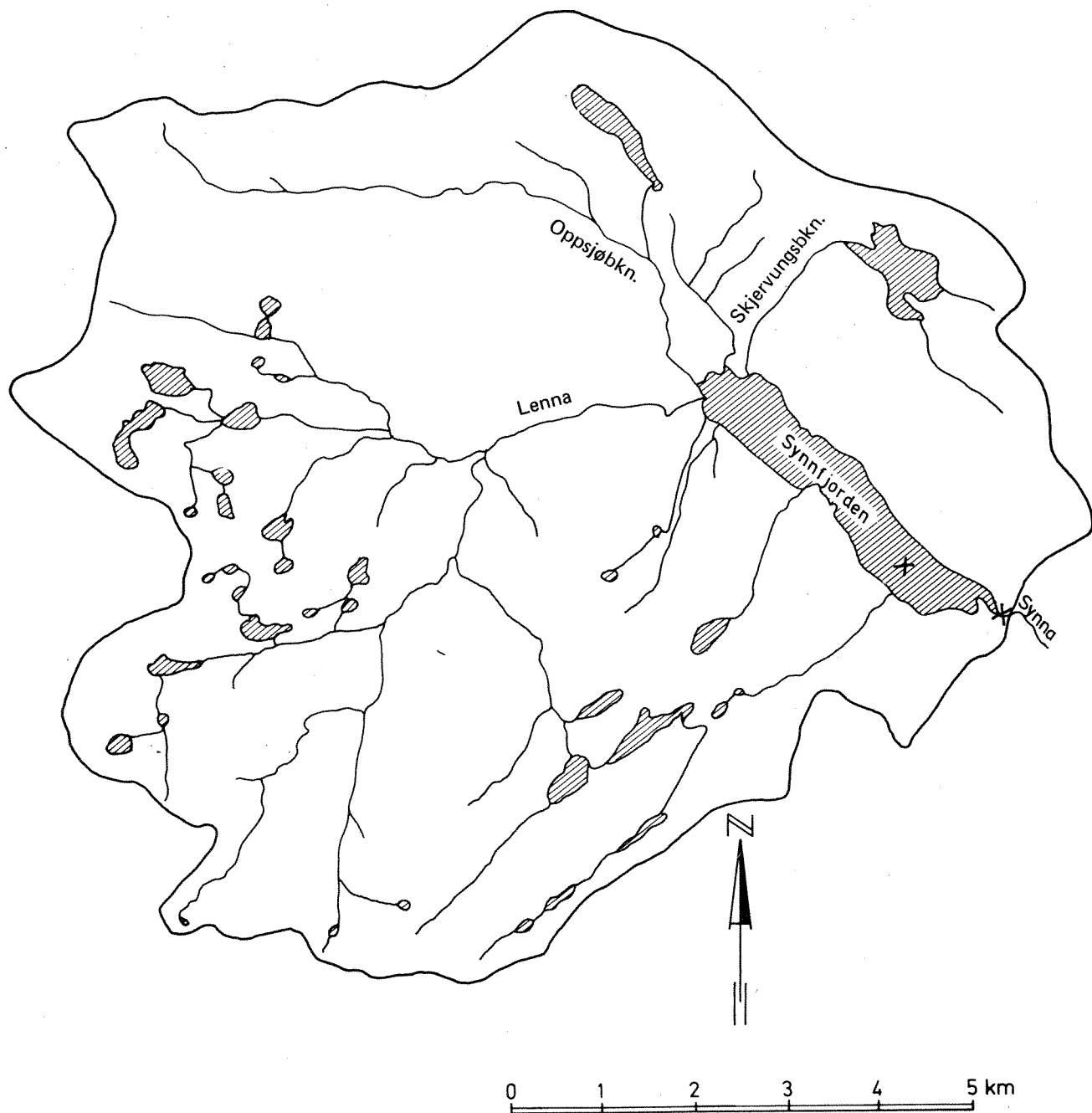


Fig. 1. Synnfjorden. Nedbørfelt - prøvetakingstasjoner (x)

Tilførsler fra befolkning

Fast bosetting i området er knyttet til hoteldriften og er behandlet i kapitlet om fritidshus og turisme.

I tillegg er det drift ved 7 av setrene (figur 2) fra ca. 15. juni til ca. 15. september med ca. 2 personer på hver seter. Imidlertid har setrene vanlige utedoer, og vi har derfor ikke forsøkt å beregne hva eventuell forurensningstilførsel kan utgjøre.

Tilførsler fra fritidshus og turisme

I brev av 6. juli 1979 opplyser Nordre Land kommune at det ved en befaring foretatt av kommunen ble registrert 99 hytter i nedbørfeltet til Synnfjorden. Av disse har 17 innlagt vann og 22 utslipp fra utslagsvask m.m. Det er ikke tillatt å legge inn vann i hytter i kommunen, og følgende skal vannklosetter heller ikke være innlagt. Hyttene antas derfor å ha biologiske klosetter/klosetter uten avløp eller vanlige utedoer. Det er derfor ikke beregnet hva forurensningstilførselen i forbindelse med fritidshus utgjør.

Ifølge opplysninger fra Ingeniørkontoret ved Nordre Land kommune og Spåtind Høyfjellshotell bor det bare ca. 15 personer fast i området, alle knyttet til hoteldriften ved Spåtind (figur 2). I nærheten av hotellet, på samme tomt, vil imidlertid Synnseter Fjellstue åpne ca. 30. november d.å., og her vil 4 av de ansatte bo på stedet. Ved Synnseter er det 118 sengeplasser.

Det er innvilget utslippstillatelse for ca. 500 personekvivalenter via et biologisk/kjemisk renseanlegg av type med etterfelling felles for hotellet og fjellstuen. Dette ble satt i drift våren 1979. For slike anlegg anvender SFT generelt en renseeffekt på 90 % for fosfor, 10 % for nitrogen og 90 % for BOF_7 , under forutsetning av at anlegget virker tilfredsstillende.

Høyfjellshotellet Spåtind hadde i 1978 ca. 36.000 overnattinger, og regner dette som normalt. Ved Synnseter Fjellstue regner man med maksi-

mumsbelegg på (50 x 360) 18.000 på årsbasis, men at det er realistisk å regne med et årsgjennomsnitt på ca. 15.000 overnattinger. Imidlertid vil ikke maksimumsbelegget (Spåtind: 200 p.e./døgn, Synnseter: 118 p.e./døgn + betjening tilsammen 19 p.e./døgn) 337 p.e./døgn føre til overbelastning av renseanlegget som jo er dimensjonert for 500 p.e.

Synn fjell Alpinsenter er planlagt på vestbredden av Synnfjorden og blir liggende sør for Synnfjell stolheis (figur 2). Høyde over havet er her ca. 800 m, og det er ingen bebyggelse i umiddelbar nærhet av anlegget.

Alpinsenteret vil bestå av

- 20 hytter, hver med sengeplass til 6 personer.
WC, dusj, vask og kjøkken skal installeres i hver hytte.
- 10 paviljonger, hver med 4 enheter á 4 sengeplasser.
WC, dusj og vask installeres i hver enhet.
- 1 sentralbygg med sengeplass til ca. 10 personer.
Svømmebasseng, ca. 8 dusjer, badstu, WC og vasker installeres i dette bygget.
- 1 kro/kafeteria med stort kjøkken, WC og vasker.

Man regner med at alpinsenteret kommer til å ha helårsdrift med maksimal belastning vinter-, påske- og sommerferie. Maksimalt regnes med en belastning av 400 p.e./døgn på avløpsnett, hvorav 100 dagsbesøkende til kro/kafeteria. I høstmånedene oktober/november og vårmånedene mai regner man ikke med annen belastning enn fra dem som driver alpinsenteret (dvs. ca. 10 personer).

Det antas da å være realistisk å regne med følgende belastning på anlegget:

Maksimal belastning i 6 mndr., dvs. 400 p.e./døgn	=	72.000 p.e.
En viss " " 3 " " 200 "	=	18.000 "
Belastning bare fra betjen. i 3 mndr., 10 "	=	<u>900 "</u>
Som for 12 mndr. tilsammen utgjør		<u>90.900 p.e.</u>
dvs. ca. 260 p.e. pr. døgn		

Det er her søkt om utslippstillatelse for 300 p.e. via et mekanisk/biologisk/kjemisk anlegg. Generelt anvender SFT for denne type anlegg en renseeffekt på 80 % for fosfor, 10 % for nitrogen og 85 % for BOF_7 , dersom anlegget virker tilfredsstillende.

Her i landet regner man med en fosforproduksjon på 2,5 g fosfor pr. person og døgn, hvorav minst 25 % kommer fra fosfor i vaskemidler. For organisk stoff målt som BOF_7 og for totalnitrogen bruker en henholdsvis 75 g O og 12 g N pr. person og døgn.

I utslippsøknaden er det foreslått at renseanlegget benyttes for "gråvannet" mens det "sorte vannet" samles opp i tette beholdere før videre behandling utenfor Synnfjordens nedbørfelt. I notat vedrørende søknaden av 10. januar 1978 fra Ingeniørfirmaet Chr. F. Grøner antas at "gråvannet" i tilfelle vil inneholde 0,5 g P pr. person og døgn fra en slik hytteby.

Ut fra nevnte opplysninger skulle det være rimelig å regne med følgende belastning fra nåværende og den planlagte fremtidige turisme i området:

Tabell 2. Nåværende og eventuelle fremtidige tilførsler til vassdraget

Antall personer	BOF_7 kg O/år	TOT-P kg/år	TOT-N kg/år
<u>Spåtind:</u> ca. 36.000 p.e./år	270	9	388,8
" 15 " x 365 (betjening)	41,05	1,37	59,13
<u>Synnseter:</u> " 15.000 p.e./år	112,5	3,75	162
4 " x 365 (betjening)	10,95	0,37	15,72
Nåværende belastning i kg/år	434,5	14,49	625,65
<u>Eventuell fremtidig belastning i kg/år</u>			
+ Alpinsenteret ca. 90.900 p.e./år		9,09	
		23,58	

Ved eventuell fremtidig belastning av totalfosfor er forutsetningen at det ved Alpinsenteret blir benyttet vannbesparende toaletter med avløp til lukket anlegg, dvs. at bare "gråvannet" renses og slippes ut i Synnfjorden, og under forutsetning av at "gråvannet" bare inneholder ca. 0,5 g P pr. person og døgn før behandling.

Deponier for fast avfall

Det finnes ingen offentlig avfallsplass i området, og det er ikke innført ordnet renovasjon for hytter/setre. Disse tar hånd om avfallet selv. Fra hotellet blir imidlertid avfallet fraktet ut av nedbørfeltet til Sellelia fyllplass i Torpa. Slammet fra renseanlegget blir transportert til Dokka renseanlegg.

Industri

Det finnes ingen industribedrifter i nedbørfeltet til Synnfjorden. Så vidt vi har kunnet bringe på det rene er det heller ingen planer om å sette i gang noen form for industri.

Tilførsler fra landområder (jordbruksareal), skog og lite produktivt område)

Avløpstallene som er satt opp i oversikten nedenfor er brukt for å beregne tilførslerne fra jordbruk, skog og lite produktivt område.

Tilførsler	Spesifikke avløpstall, kg/km ² /år	
	Totalfosfor	Totalnitrogen
Fra jordbruk	50	1000
" skog	6,5	220
" lite produktivt område	6	120

For nitrogen er beregningstallene hentet fra St. meld. nr. 71 for 1972-73, for fosfor fra NIVA (1978, 0-92/78).

Avrenningen varierer betydelig fra landsdel til landsdel og innenfor de forskjellige nedbørfeltene, avhengig av naturgitte forhold på stedet, driftsmåte, gjødslingsrutiner, avstand til resipienten etc. Det er derfor en forenkling å bruke samme beregningstall for hele nedbørfeltet. Resultatene angitt i tabellen nedenfor skulle likevel gi en antydning om tilførslenes størrelsesforhold og fordeling.

Tabell 3. Beregnete tilførsler fra landområder (jordbruk, skog etc.)

Jordbruksareal		Skog		Lite prod.område		Sum landarealer	
TOT-N kg/år	TOT-P kg/år	TOT-N kg/år	TOT-P kg/år	TOT-N kg/år	TOT-P kg/år	TOT-N t/år	TOT-P t/år
1000	50	10010	296	4320	216	15,33	0,562

Seterdrift

Opplysninger om antall husdyr ved setrene (figur 2) er oppgitt av herredsa-
gronom K. Tingelstad, Dokka, i brev til Nordre Land kommune datert
29. juni 1979.

Oversikt over ca. dyrebelegg på setrene rundt Synnfjorden

Setre	Geit	Storfe
Svinningsetra	6	7
Søndre Synnseter		15 - 20
Nordre Synnseter		4 - 5
Gopplesetra (de siste årene)		20 - 25
Nashaugsetra		5
Gardsetra	70	
Lundsetrene		40 *
Tilsammen ca. 76 geiter og 91 - 97 storfe		

* Med hensyn til Lundsetrene er dyretallet noe usikkert, da det er jord-
brukere fra andre bygder som disponerer disse.

Når det gjelder påtenkte setre - fellesbeiter - er det siste året blitt holdt en befaring av området mellom Gopplesetra og Nashaugsetra. Endel jordbrukere hadde da tanker om fellesbeite, men det har foreløpig ikke skjedd noe mer.

Forurensningstilførsler i forbindelse med husdyrhold går inn i faktorene for beregning av tilførsel fra landområder (jordbruk).

Tilførsler via nedbør (fosfor og nitrogen)

Nedbørens og tørravsetningenes (atmosfærens) bidrag med hensyn til belastning av en vannforekomst er ikke bare avhengig av atmosfærens innhold av de forskjellige stoffer, men også av vannoverflatens størrelse i forhold til nedbørfeltet. De stoffer som faller ned på landarealer vil inngå i kjemiske og biologiske prosesser i planter og jordsmonn, eller føres direkte ut i resipienten med overflatevann eller sigevann. I avløpstallene for landarealer er tilførsler fra nedbør inkludert. Her er bare tilførslene til fri vannflate (Synnfjorden) beregnet.

Beregningstallet for fosfor ($14 \text{ kg/km}^2/\text{år}$) er hentet fra NIVA (1978, 0-92/78) og bygger på undersøkelser fra Sverige og Finland. For nitrogen er beregningstallet ($450 \text{ kg/km}^2/\text{år}$) hentet fra NIVA (1978, A2-32) og bygger på nedbørkjemiske målinger foretatt i Norge.

Med nevnte bakgrunnsverdier blir tilførslene til Synnfjorden via nedbør 27,2 kg P og 873 kg N pr. år.

Nåværende og eventuell fremtidig forurensningsbelastning

Forurensningskildene er kartlagt og tilførslene beregnet der tilgang på erfaringstall og spesifikke avrenningstall har gjort dette mulig. Eventuell forurensningstilførsel fra hytter/setre er ikke beregnet. Det ville i tilfelle være nødvendig med målinger av avløpsvann/sigevann fra den enkelte kilde.

Tabellen nedenfor viser tilførselen fra turisme og fast bosetting (etter oppsamling og 90 % fosforreduksjon), landarealer og nedbør i tonn pr. år. De spesifikke avrenningstallene er usikre, men skulle gi et tilnærmet rimelig bilde av nåværende (1979-1980) og eventuell fremtidig belastning på innsjøen.

Tabell 4. Beregnete tilførsler til Synnfjorden i tonn pr. år og prosentvis fordeling. (Fosforet i avløpsvannet er redusert med 90 (nåværende anlegg) og 80 (Alpinsenteret) % - biol./kjemisk kloakkrenseanlegg.)

	BOF ₇ kg O/år	TOT-N		TOT-P	
		kg N/år	%	kg P/år	%
<u>Nåværende:</u>					
Turisme og fast bosetting	435	625,7	3,71	14,5	2,40
Jordbruksarealer		1000	5,94	50,0	8,28
Skogarealer		10010	59,48	296,0	49,03
Lite produktive områder		4320	25,67	216,0	35,78
Nedbør		873	5,18	27,2	4,51
kg/år tonn pr. år		16828,7 16,829		603,7 0,604	
<u>Fremtidig:</u>					
+ Alpinsenter				9,09	
kg/år tonn pr. år				612,79 0,613	

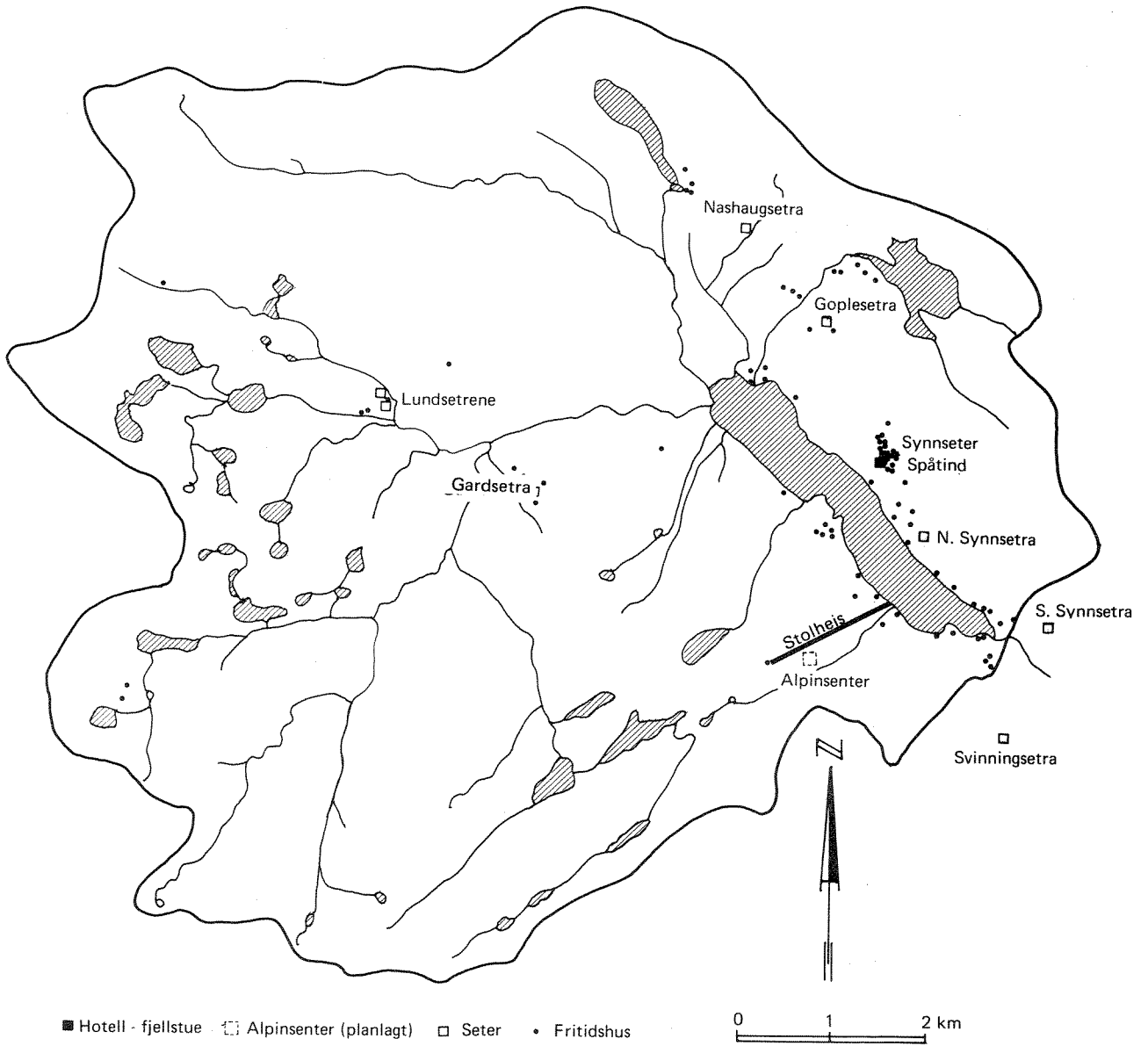


Fig. 2. Synnfjorden. Aktiviteter i nedbørfeltet

Kommentarer til tilførselsdata

I den senere tid er det internasjonalt og nasjonalt utført et betydelig forskningsarbeid for på empirisk grunnlag om mulig å finne fram til en sammenheng mellom næringssaltbelastning og biologisk respons i innsjøer. På bakgrunn av et betydelig observasjonsmateriale - 20-talls innsjøer er noen av de utenlandske modeller (Vollenweider 1976) forsøkt tilpasset norske forhold (Rognerud, Berge, Johannessen 1979). Man er kommet fram til følgende relasjon mellom algebiomasse som klorofyll a og vannets fosforinnhold:

$$[\text{Chl}_a] = 0,42 \cdot [\text{P}]_i \cdot 10^{-(0,029 \text{ Tw} + 0,20)} - 0,93$$

hvor $[\text{Chl}_a]$ er midlere konsentrasjon av klorofyll a (algebiomasse) over sommersesongen, $[\text{P}]_i$ = middel fosforkonsentrasjon i tilløp (tilførsler) på årsbasis og Tw = teoretisk oppholdstid.

På bakgrunn av den erfaring man sitter inne med synes det naturlig å fastsette en algebiomasse tilsvarende en midlere klorofyllkonsentrasjon på $2 \mu\text{g Chl}_a/\text{l}$ over produksjonsperioden som akseptabel grenseverdi for algebiomasse. Ved å anvende denne verdi i uttrykket ovenfor, kommer det fram at den samlede midlere fosforkonsentrasjon i tilløpene (belastning/vanntilførsler) ikke bør overstige $11,51 \mu\text{g}/\text{l}$, dvs. en total belastning på ca. 587 kg totalfosfor pr. år. Dette er i underkant av den nåværende teoretiske belastning $603,7 \text{ kg totalfosfor pr. år}$.

På bakgrunn av utslippsøknaden fra Alpinsenteret, datert 31/10-77, vil dette etablissement bety en ytterligere fosforbelastning på ca. $10 \text{ kg totalfosfor pr. år}$. I denne sammenheng kan det være av interesse å beregne midlere klorofyllinnhold over vekstsesongen ut fra de ulike fosforbelastninger som her kommer fram:

1. Beregnet klorofyllinnhold uten kloakkvanntilførsel
- bare naturlig avrenning fra jord og skogområder : $2,01 \mu\text{g Chl}_a/\text{l}$
2. Beregnet klorofyllinnhold ved nåværende belastning: $2,08 \mu\text{g Chl}_a/\text{l}$
3. Beregnet klorofyllinnhold ved nåværende belastning
+ ca. $10 \text{ kg fosfor pr. år}$ fra Alpinsenteret : $2,13 \mu\text{g Chl}_a/\text{l}$

I henhold til erfaringsmaterialet fra de nevnte 20 innsjøer gjelder følgende relasjon mellom den midlere fosforkonsentrasjon i innsjøen $[P]_{\lambda}$ og midlere fosforkonsentrasjon i tilløpene (tilførslene) $[P]_i$:

$$\log \frac{[P]_{\lambda}}{[P]_i} = - 0,029 Tw - 0,20.$$

Ut fra denne relasjon og den midlere fosforkonsentrasjonen i innsjøen 6,7 $\mu\text{g P/l}$, var fosforbelastningen i "observasjonsåret" i middel 11,05 $\mu\text{g P/l}$, dvs. ca. 564 kg totalfosfor pr. år. Dette viser at de anvendte koeffisienter for den naturlige fosfortilførsel fra nedbørfeltet antakelig er noe for høye.

Ved en endelig konklusjon må man ta i betraktning at datagrunnlaget (tilførselsverdiene) som beregningene ovenfor støtter seg til, er teoretiske og derfor usikre. Dessuten har enhver innsjø sin egenart. De angitte grenseverdier må derfor ikke betraktes som absolutte, men som orienterende. Likevel er det tydelig at innsjøen er i ferd med å nå en "metningsverdi" hva fosforbelastning angår. Det viser også de observerte klorofyllverdier (ca. 2,5 $\mu\text{g Chl}_a$) som i produksjonsperioden juni-september ligger over den grensen som anses som akseptabel for denne innsjøtype.

Under forutsetning av at de angitte renseeffekter for de nåværende turist-etablissemeter og bebyggelse så vel som fra det eventuelt fremtidige Alpinsenter overholdes, vil innsjøens trofitalstand sannsynligvis bli intakt. Her må det også tas i betraktning innsjøens beliggenhet over havet som betinger en relativt lav sommertemperatur på vannet og kort vekstsesong.

3. NATURLANDSKAPET

3.1 Geologi og løsmasser

Berggrunnen i området ble undersøkt av cand.real. Brit Løberg i forbindelse med hovedfagsoppgave i mineralogi og petrografi ved Universitetet i Oslo (1965).

Både Synnfjell og Skjervungfjell er bygd opp av kvartsittlag fra eokambrium. Disse ligger over leirskifre (fyllitt) fra kambrium-ordovicium. Den mørke kvartsittiske sandsteinen (Synnfjell-sandstein) utgjør ca. 60 % av nedbørfeltet. Den er kalsiumfattig og tungt forvitrende, noe som har en viss betydning for vannkvaliteten i Synnfjorden (saltfattig). Berggrunnen i den resterende del av feltet - skog- og myrområdene - består av den lettere oppløselige fyllitten.

Undergrensen av kvartsittlagene er best synlig ved utløpet av Synnfjorden der fyllitt danner kjernen i en invertert antiklinal.

Lagene har gjennomgående et slakt fall mot nordvest, med sprekkdannelse i NS-retning. Da elver/bekker oftest drenerer sørøstover (Synna), er lagstilling og sprekker årsak til strykannelser.

Løsmassene i nedbørfeltet består i alt vesentlig av et tynt usammenhengende morenedekke og enkelte områder med glasifluviale avsetninger. Materialet i bunnmorenen er som regel lite flyttet, slik at undergrunnens bergart setter sitt preg på jordartens næringsinnhold, noe vegetasjonen er et bilde på. Nøysom fjellbjørk, lav og krekling dominerer der undergrunnen består av kalsiumfattig sandstein, mens blåbær og granskog finnes på mer leir- og kalkholdig grunn.

Skogen går helt ned til strandkanten ved Synnfjorden og består her av gran blandet med noe bjørk. Ca. 11 km² (13,3 %) av nedbørfeltet består av myr. De største sammenhengende myrarealene finnes på nord- og nordvestsiden. Fra myrområdene tilføres vassdraget humusstoffer som bl.a. påvirker vannets farge.

3.2 Geomorfologi

Geomorfologisk er det naturlig å dele landskapet i det høyereliggende området bygd opp av kvartsittlagene med rolige og modne former og det lavereliggende flate området, preget av myr.

I sørvest hever Synnfjellet seg til en høyde av 1414 m o.h., mens det høyeste punktet i Skjervungfjellet nordøst for Synnfjorden ligger 1098 m o.h. Disse områder ligger så høyt at de bidrar til smelteflom senere enn avsmeltingen i lavereliggende strøk.

3.3 Klima

Det finnes ingen meteorologiske stasjoner i nedbørfeltet til Synnfjorden. Mest aktuelt for området er derfor værstasjonen Aust-Torpa II og nedbørstasjonen Nord-Torpa II i Skaum.

Temperatur- og nedbørforhold antas her å ligge i samme område, men da forskjellig topografi, høyde over havet etc. har en viss innflytelse på fordelingen av nedbøren, kan stasjonene ikke sies å være representative for de høyereliggende deler av nedbørfeltet. Imidlertid gir målingene verdifulle opplysninger om hvordan året 1978 var sammenliknet med et normalår. Data som danner grunnlaget for tabell 5 og figur 3 er innhentet fra Det norske meteorologiske institutt.

Tabellen (s. 22) viser bl.a. at verdiene for døgnnedbør er relativt lave. Dette indikerer at mulighetene for flom i forbindelse med regnskyll er små i forhold til vassdrag f.eks. i det sørlige østlandsområdet hvor maksimal døgnnedbør kan komme opp i mer enn 100 mm.

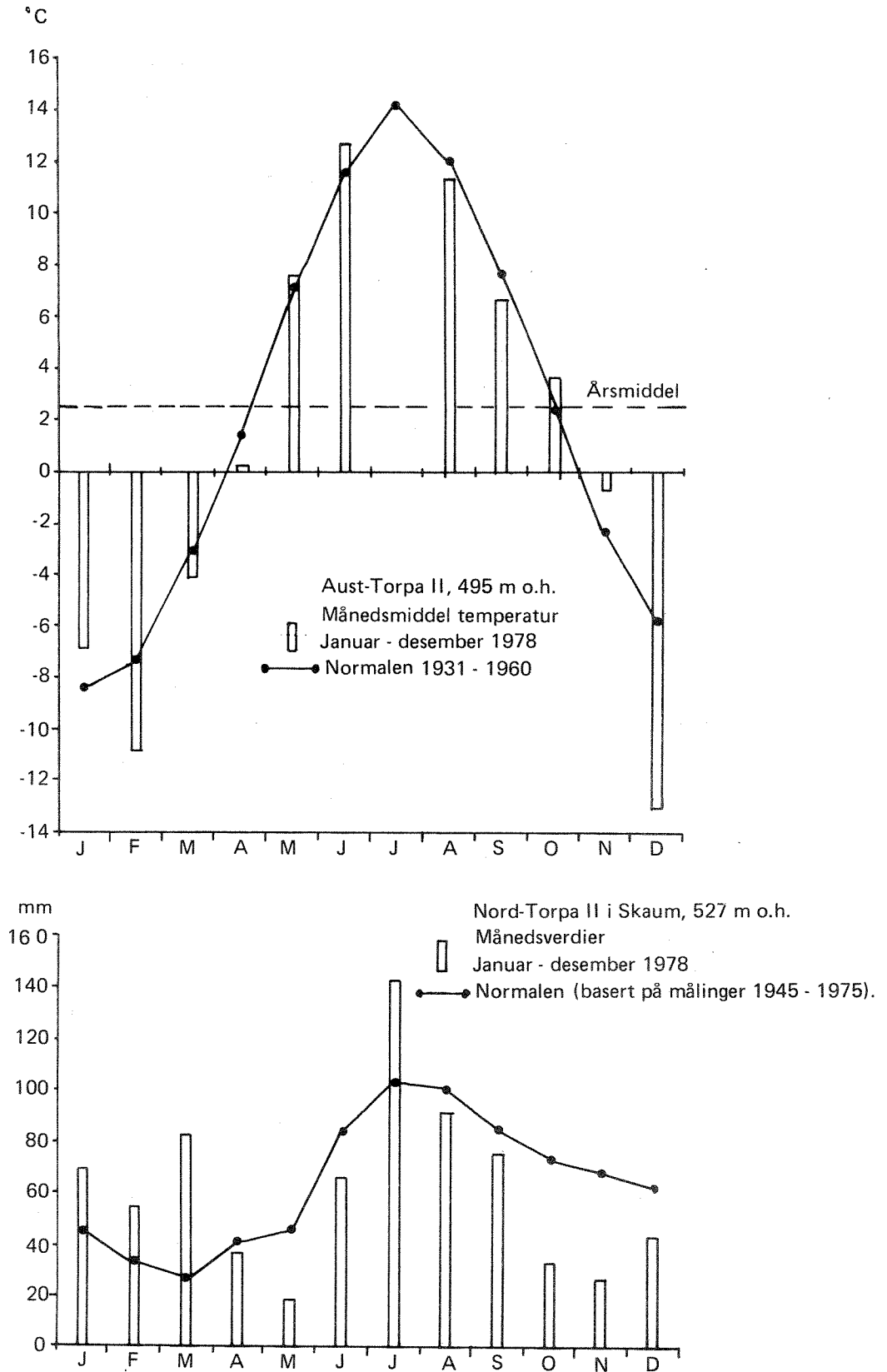


Fig. 3. Temperatur i °C og nedbør i mm

Tabell 5. Temperatur- og nedbørdata

Aust-Torpa II	60°56'N	10°07'E	495 m o.h.	1964-1979
Nord-Torpa II	61°00'N	9°59'E	543 m o.h.	1945-1974
" "	II i Skaum ^x		527 m o.h.	1975-

^x 100 m sør for Nord-Torpa II

Måned	Aust-Torpa II		Nord-Torpa II i Skaum		
	Temperatur, °C		Nedbør i hele mm		
	Normalen 1931-1960 ¹⁾	Året 1978	Normalen 1945-1975 ²⁾	Året 1978	Størst døgnetnedbør ³⁾
Januar	- 8,3	- 6,9	45	60	16
Februar	- 7,1	- 10,9	34	54	20
Mars	- 3,0	- 4,1	27	83	14
April	1,5	0,0	41	37	23
Mai	7,2	7,6	46	19	24
Juni	11,7	12,7	84	67	40
Juli	14,1		114	143	45
August	12,1	11,3	100	90	35
September	7,8	5,7	85	74	40
Oktober	2,3	3,6	74	31	41
November	- 2,3	- 0,5	69	26	34
Desember	- 5,9	- 13,1	62	43	23
År	2,5		789	727	

1) Interpolerte verdier

2) Utrechnet på grunnlag av data fra Nord-Torpa II

3) Største nedbørhøyde på ett døgn (kl. 0800-0800)

for årets 12 måneder i perioden 1964-1978

Over året fordeles nedbøren nokså jevnt, men de største mengdene kommer om sommeren (juni-september). Minst nedbør er det på ettervinteren (februar-april). Midlere nedbørhøyde (789 mm) er noe høyere enn tilsvarende tall for Oslo (684 mm), men lav i forhold til Trondheim og Bergen (1184 og 2625 mm). I 1978 var det unormalt mye nedbør i januar, februar og mars, noe som resulterte i stor vårflom i vassdraget i siste halvdel av mai. Juli måned hadde også mer nedbør enn normalt med tilsvarende høy vannføring.

Temperaturmålingene viser at februar, april og desember var kaldere enn det normale, mens januar, juni og november var noe varmere. For juli måned mangler middeltemperaturen.

Området som helhet har et typisk innlandsklima med store variasjoner i temperatur fra vinter til sommer - lang, kald vinter og kort sommer. Midlere lufttemperatur gjennom året er forholdsvis lav ($2,5^{\circ}\text{C}$), og normalen er under null vel 5 måneder i året. I disse måneder vil nedbøren hovedsakelig komme som snø.

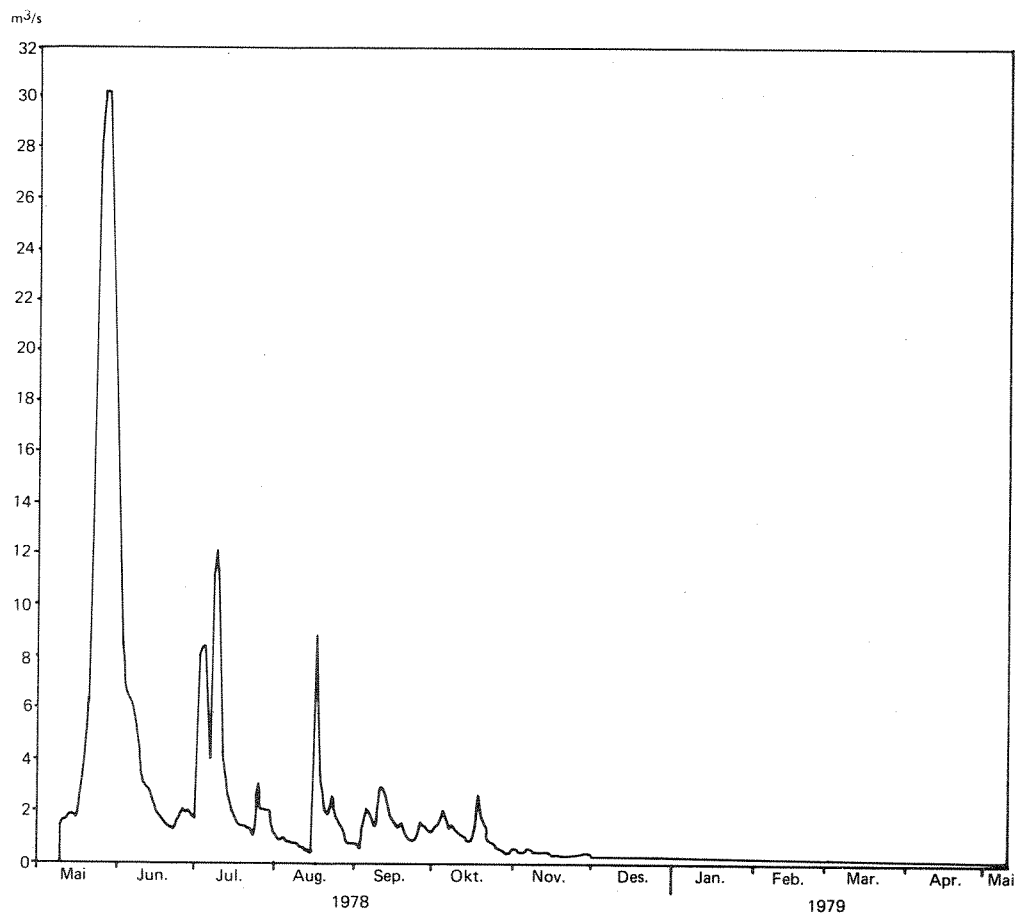
3.4 Hydrologi

Normalavløpet i dette området for 30-årsperioden 1930-1960 er ifølge NVE's isohydatkart fra 1978, 18 l/s/km^2 , og danner grunnlaget for utregningene i tabellen nedenfor.

Tabell 6. Synnfjorden. Hydrologiske data.

Nedbørfelt, km^2	82,5
Spesifikk avrenning, l/s/km^2	18
Midlere avrenning, m^3/s	1,435
Årlig tilsig, mill. m^3	46,83
Teoretisk oppholdstid, år	0,6

Vannmerke nr. 2198, Synna, ble opprettet av NVE i november 1977. Målinger fra mai 1978 til mai 1979 gir omregnet til utløp Synnfjorden en avrenning på $19,5 \text{ l/s/km}^2$. I figur 4 er vannføringen i m^3/s for samme periode fremstilt. Vannføringen i Synna representerer et typisk østlands-vassdrag hvor magasinering av snø om vinteren er et dominerende trekk.



Figur 4. Synna. Vannføring i m³/s 9. mai 1978 - 9. mai 1979.

Årshydrogrammet kan karakteriseres ved lavvannføring i februar-mars og snøsmelteflom i mai-juni. På grunn av tilsig både fra fjell og lavland forekommer ofte to vårflomtopper, en tidlig "heimflom" når lavlandet smelter fram og en "fjellflom" når snøen forsvinner eller/og at flomtiden er trukket ut med kulminasjon i juli-august. Innslaget av myr i nedbørfeltet (ca. 13,3 %) virker flomdempende og utjevne med stor selvregulerende virkning. I sommer- og høstmånedene stiger vannføringen noe i forbindelse med nedbør, men det er ingen typisk høstflom. Verdiene om vinteren (desember-april) er lave. Innsjøen er islagt fra først i november til månedsskiftet mai-juni.

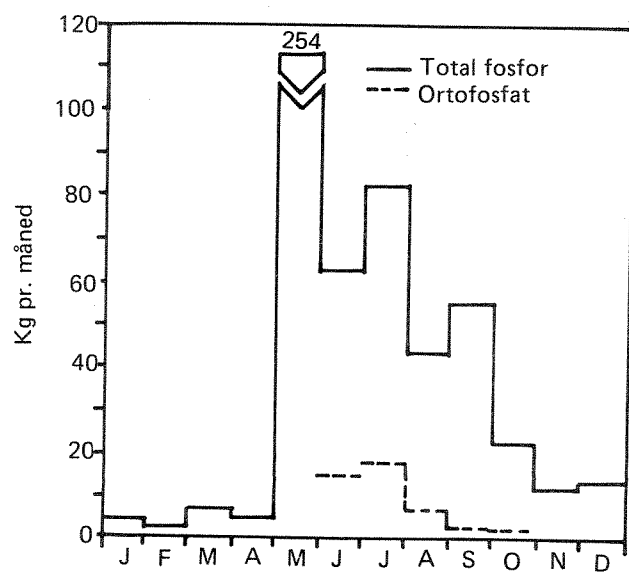
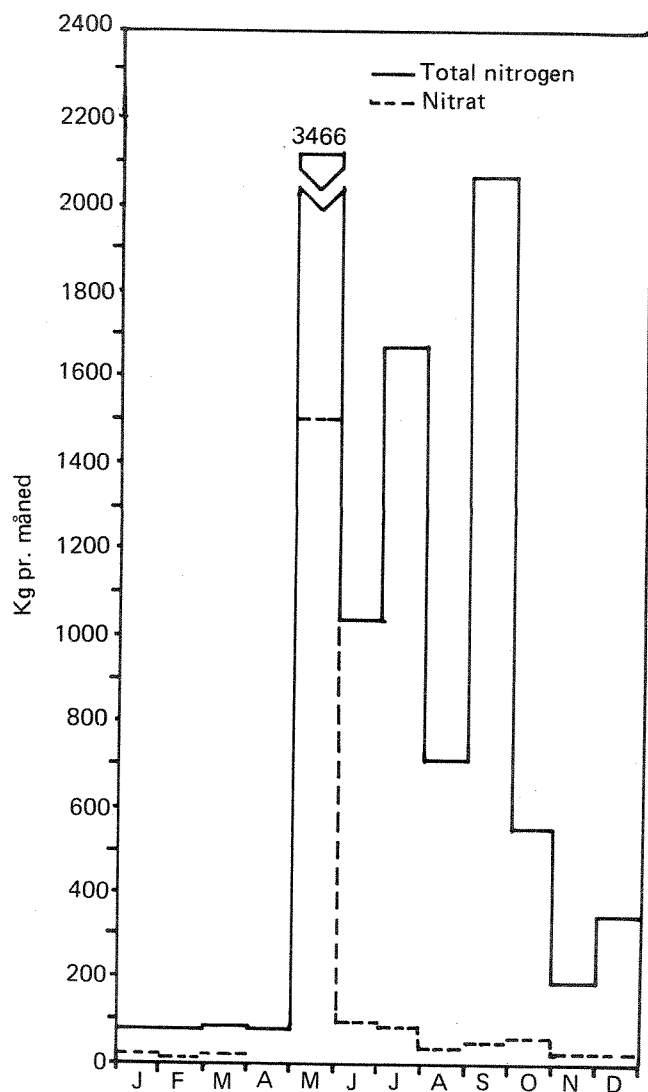


Fig. 5. Synna. Transportverdier i kg pr. måned

Materialtransport

Ved hjelp av vannføringsdata og kjemiske analyseresultater for Synna er det gjort materialtransportberegninger. Tabellen nedenfor angir transportverdier for næringssalter (fosfor- og nitrogenforbindelser) ved utløpet av Synnfjorden. Det er benyttet analyseresultater fra prøver tatt i elva 1 gang pr. måned, og materialtransporten er beregnet som kg. pr. måned.

Tabell 7. Synna. Materialtransport (næringssalter) i kg. pr. år og kg. pr. km² pr. år (1978).

Totalfosfor		Totalnitrogen	
kg. pr. år	kg. pr. km ² /år	kg. pr. år	kg. pr. km ² /år
564,9	6,85	10336	125,3

Månedsverdiene (figur 5) gir et klart bilde av vannføringens betydning for stofftransporten. For månedene januar-april er det brukt vannføringsdata fra 1979, da det ikke ble foretatt målinger vinteren 1978. Resultatene skulle likevel gi et tilnærmet rimelig bilde av situasjonen.

3.5 Morfometri

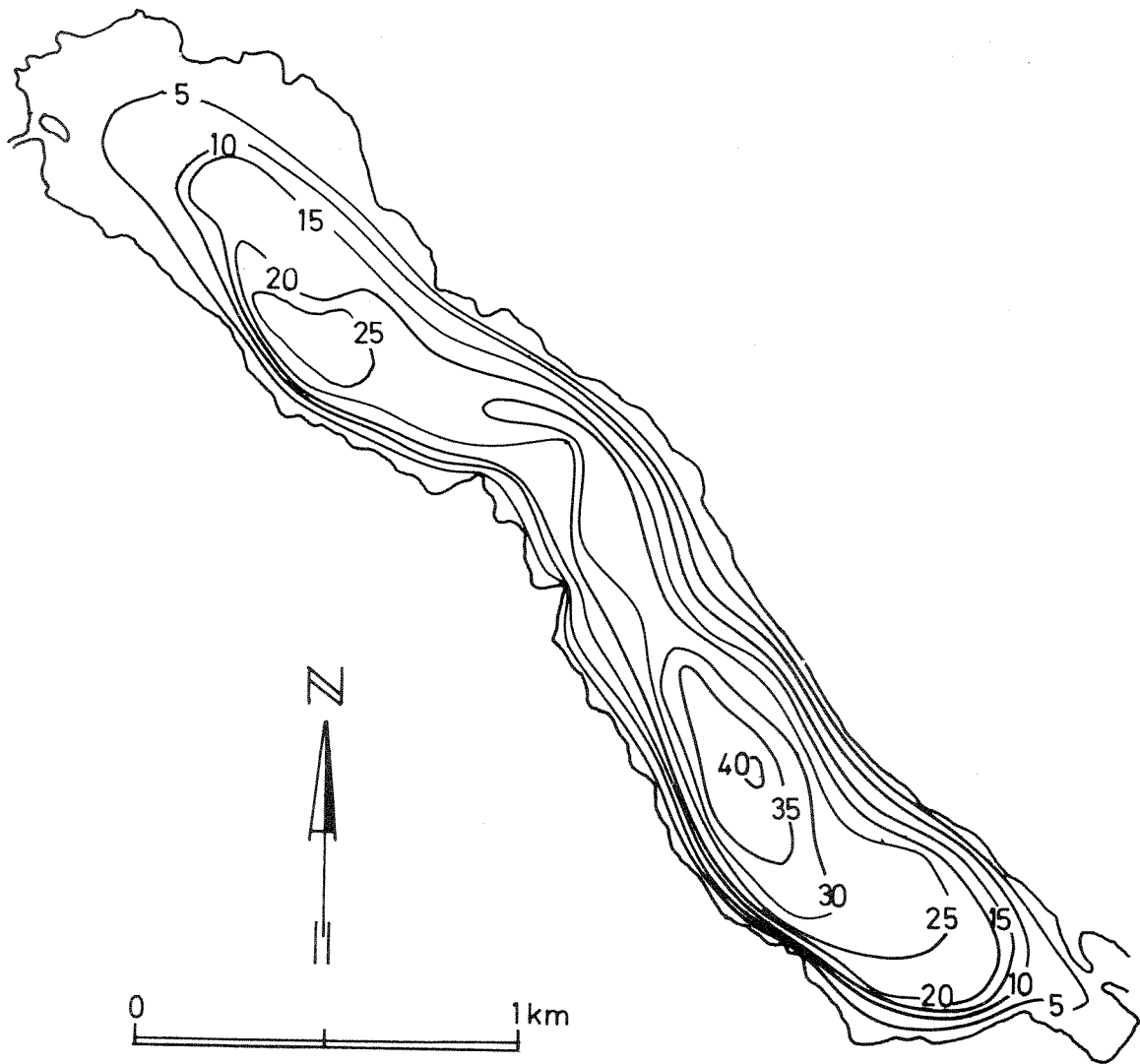
Synnfjorden ble loddet opp 3. juli 1978 av Hans Holtan. Brynjar Hals har utarbeidet dybdekart (figur 6), areal- og volumkurve (figur 7) og morfometriske data (tabell 8) over innsjøen.

Tabell 8. Synnfjorden. Morfometriske data.

Overflatens høyde over havet, m	796
Største dyp, m	40
Overflate, km ²	1,94
Volum, V mill. m ³	29,3
Middeldybde, $\frac{V}{A}$ m	15,1
Største lengde, km	3,9
Største bredde, km	0,6

Synnfjorden består av 2 mindre basseng med dyp (regnet fra nordvest) 25 og 40 m. Sjøen har en regelmessig form med sider som faller jevnt mot dypet. Som helhet må Synnfjorden sies å være en typisk fjordsjø.

Fig. 6. Dybdekart over Synnfjorden
Opploddet 3. juli 1978



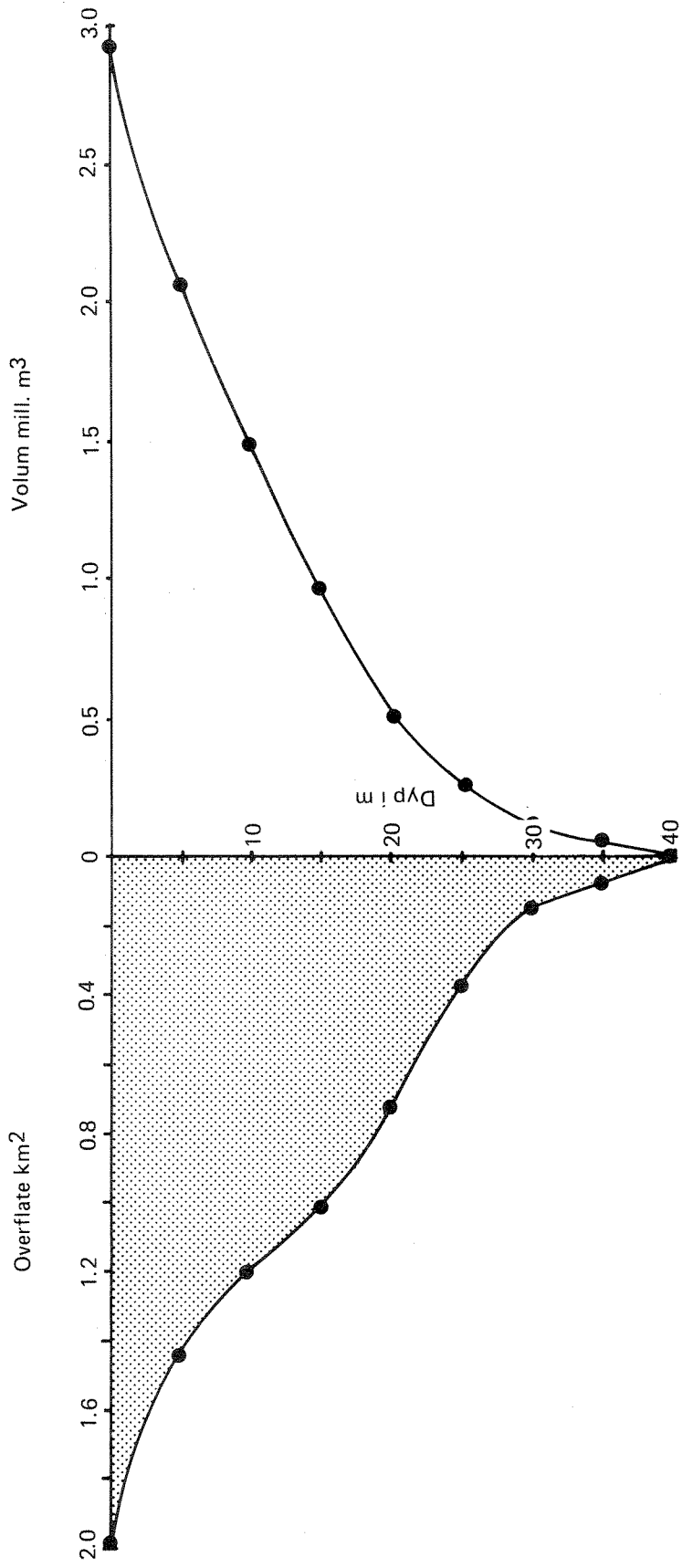


Fig. 7. Synnfjorden. Areal- og volumkurve

4. DEN UTFØRTE UNDERSØKELSE

I tidsrommet januar-desember 1978 ble det i henhold til programmet samlet inn månedlige prøver for kjemiske analyser fra Synna ved utløpet av Synnfjorden. I august måned ble det også tatt med biologiske prøver for å belyse begroingen i vassdraget. I Synnfjorden ble temperatur- og oksygen-situasjonen undersøkt en gang hver måned i vekstperioden samtidig som blandprøve fra overflatelagene (0-10 m) og en enkeltprøve fra dyplagene ble samlet inn. Den 4. juli ble det i tillegg tatt prøver fra flere dyp for å få informasjon om innsjøens tilstand fra overflate til bunn. Prøvetakingsstasjonene er merket av på figur 1. Analyseresultatene er fremstilt i tabeller og figurer.

SNSF-prosjektet (Sur nedbørs virkning på skog og fisk) hadde Synnfjorden med i sitt program for regionale undersøkelser av små norske innsjøer oktober 1974 og mars 1976. Resultatene er publisert i SNSF-rapporten: Regional Surveys of Small Norwegian Lakes, Oslo - Ås, oktober 1977, og er benyttet her i den utstrekning det har vært aktuelt å sammenlikne med 1978-resultatene.

Blandprøvene fra innsjøen (0-10 m) for fysisk-kjemiske analyser og kvantitative planteplanktonprøver ble tatt ved hjelp av en Ramberghenter. For innsamling av fysisk-kjemiske prøver fra innsjøens dypere område ble det brukt en 2-liters Ruttner vannhenter. Temperaturen ble målt med et Richter og Wiese vendetermometer. De bakteriologiske prøver (4/7 og 3/9 1978) ble samlet inn ved hjelp av "NIVA-henteren" - det ble benyttet steriliserte flasker fra instituttet. Dyreplanktonprøvene ble samlet inn med planktonhåv med maskevidde 95 μ (vertikale håvtrekk 20-0 m). Det fysisk-kjemiske analyseprogram omfattet i alt 21 komponenter, nemlig: Temperatur, oksygen, pH, konduktivitet, silisium, farge, turbiditet, kaliumpermanganat, jern, mangan, kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat, alkalitet, totalnitrogen, nitrat, totalfosfor og ortofosfat. Tabell 9 viser de analysemetoder som er benyttet, dessuten benevnning og måleenheter.

Tabell 9. Enheter og analysemetoder for kjemiske analyser.

Parameter	Enhet	Analyseinstrument - metode
Temperatur	°C	Målt ved hjelp av vendetermometer og termistor.
Oksygen	mg O ₂ /l	Modifisert Winkler metode.
pH	NS 4720	Målt med glasselektrode Orion pH-meter, modell 801,
Konduktivitet	µS/cm	Norsk Standard 4721. PHILIPS PW 9501.
Silisium	mg SiO ₂ /l	Bestemt kolorimetrisk med Autoanalysator. Prøven tilsettes svovelsur ammonium-molybdatløsning, hvorefter det dannede silisiummolybdat reduseres til molybdenblått med en blanding av sulfitt og 1-amino-2-naftol-4-sulfonsyre.
Farge	mg Pt/l	Norsk Standard 4722. Metode C.
Turbiditet	FTU	Norsk Standard NS 4723.
Kalium-permanganat	mg O/l	Norsk Standard 4732.
Jern	µg Fe/l	Jern er bestemt kolorimetrisk med Autoanalysator. Oppvarming med thioglykolsyre frigjør jern til en "reaktiv" form. Hydroxylamin hydroklorid reduserer treverdige jern til toverdige. 2,4,6 tripyridyl-s-triazine (TPTZ) danner en blå farge med toverdige jern som måles ved 590 mµ.
Mangan	µg Mn/l	Mangan bestemmes med Perkin Elmer Atomabsorpsjonsspektrofotometer, modell 306.
Kalsium	mg Ca/l	Disse metallioner er bestemt med Perkin Elmer Atomabsorpsjonsspektrofotometer, modell 306. Det ble benyttet caetylenluftblanding til flammen.
Magnesium	mg Mg/l	
Natrium	mg Na/l	
Kalium	mg K/l	
Klorid	mg Cl/l	Klorid er bestemt kolorimetrisk med Autoanalysator. Klorid reagerer med kvikksølvthiocyanate, som danner udisosiert kvikksølvklorid. Det frigjorte thiocyanate-ionet reagerer med jern III og danner det røde jernthiocyanate som måles ved 480 nm.
Sulfat	mg SO ₄ /l	Bestemt kolorimetrisk med Autoanalysator. Prøven tilsettes en bestemt mengde bariumperklorat løst i isopropanol. Det dannes BaSO ₄ og overskudd av barium bestemmes v.h.a. bariums reaksjon med thorin.
HCO ₃	mg/l	Beregnet på grunnlag av pH og alkalitet.
Nitrogen	µg N/l	Bundet nitrogen overføres til en blanding av nitrat, nitritt og ammonium ved bestråling av ultravioletlys i surt miljø i nærvær av hydrogenperoksyd. Den bestrålte prøven overføres til Autoanalysator hvor den går gjennom en sink-kolonne som reduserer nitrat-nitritt til ammonium. Ammonium bestemmes etter indofenolmetoden.
Fosfor	µg P/l	Prøven for totalfosfor-analyser er tatt på glassflasker og konservert. Bundet fosfor overføres til ortofosfat ved oksydasjon v.h.a. ultravioletlys i surt miljø i nærvær av hydrogenperoksyd.

4.1 Resultater og kommentarer

4.1.1 Fysisk-kjemiske forhold

De fysisk-kjemiske analyseresultatene på de forskjellige stasjonene er gjengitt i tabellene 10, 15 og 16.

Siktedyp og innsjøens farge

Siktedypet er avstanden fra overflaten til det dyp en nedsenket hvit skive (secchi-skive) ikke lengre er synlig. Siktedypet bestemmes særlig av vannets innhold av partikulært materiale og fargestoffer. I produktive innsjøer er algeveksten bestemmende for siktedypet. I Synnfjorden varierte siktedypet ved de forskjellige prøvetakinger mellom 4,0 og 5,5 m. Dette er relativt lave verdier og har i vesentlig grad sammenheng med tilførsel av humusstoffer. Til sammenlikning kan nevnes at lavtproduserende innsjøer i fjell- og bergområder med lite vegetasjon (liten humuspåvirkning) ofte har betydelig høyere siktedyp enn 10 m. Relativt upåvirkede vannforekomster i lavlandet har normalt siktedyp fra 5-10 m. Ved undersøkelsen fra oktober 1974 hadde innsjøen et siktedyp på 4,5 m.

Som en enkel hovedregel kan en gå ut fra at algenes netto primærproduksjon foregår ned til ca. 2,5 ganger siktedypet. Siktedyp, klorofyll a og tørrstoff/organisk materiale er fremstilt i figur 14.

Innsjøens farge bestemmes av det lys som kommer ut fra innsjøens overflate og som subjektivt oppfattes ved å se mot secchi-skiven i halve siktedypet. Ved de forskjellige prøvetakinger hadde innsjøens farge brunt og gult som hovedkomponenter (f.eks. brunlig gul og gullig-brun). Dette viser at innsjøen er påvirket av humusholdig vann fra myr- og skogområdene i nedbørfeltet. I oktober 1974 var fargen gulbrun.

Temperatur (tabell 10, figur 8).

De fleste norske innsjøer gjennomløper 4 forskjellige termiske perioder i løpet av et år, nemlig vinter- og sommerstagnasjonsperiodene, høst- og vårfullsirkulasjonsperiodene.

De homogene temperatur- og dermed tetthetsforhold som forekommer i slutten av mai, fører til store vertikale strømningsbevegelser (vårfullsirkulasjon), og omblending av vannmassene på denne tiden.

I løpet av sommeren forårsaker soloppvarmingen at innsjøen deles inn i et øvre sjikt (epilimnion) med mindre tetthet (oppvarmet vann) enn det underliggende kaldere sjikt (hypolimnion). I overgangssonen mellom sjiktene (sprangsjiktet) motvirker de store tetthetsforskjellene en effektiv blanding av de to vannmassene, dvs. at oppløst stoff som tilføres epilimnion i stor grad blir i dette sjikt.

Avkjøling i løpet av høsten skaper igjen homogene forhold med tilhørende sirkulasjon i løpet av november-desember.

Vannet har maksimal tetthet ved 4 °C. Videre avkjøling medfører en ny lagdeling - denne gang med kaldere vann oppå noe varmere (vinterstagnasjon).

Temperaturmålingene fra 3. juni 1978 viser at innsjøen var i sirkulasjon, dvs. relativt ensartede forhold fra overflaten til bunn. Den 4. juli var temperaturen 10,6 °C i 1 meters dyp og 6,2 °C i 30 meters dyp, altså en sjiktning av vannmassene med et lag av forholdsvis varmt vann øverst (epilimnion) som i liten grad blandes med det kaldere vannet i dyplagene (hypolimnion). Dette har betydning bl.a. for tilgangen av næringssalter til planktonalgenes produksjon av organisk stoff og tilførsel av oksygen til dyplagene. På observasjonsdagen den 3. august gjorde samme forhold seg gjeldende, mens innsjøen den 3. september igjen var på vei til å sirkulere. I Synna var vannets temperatur relativt lav på alle observasjonsdager (tabell 15, figur 9).

Oksygen

Oksygensituasjonen i Synnfjorden på observasjonsdagene 3. juni - 3. september er vist i tabell 10 og figur 8.

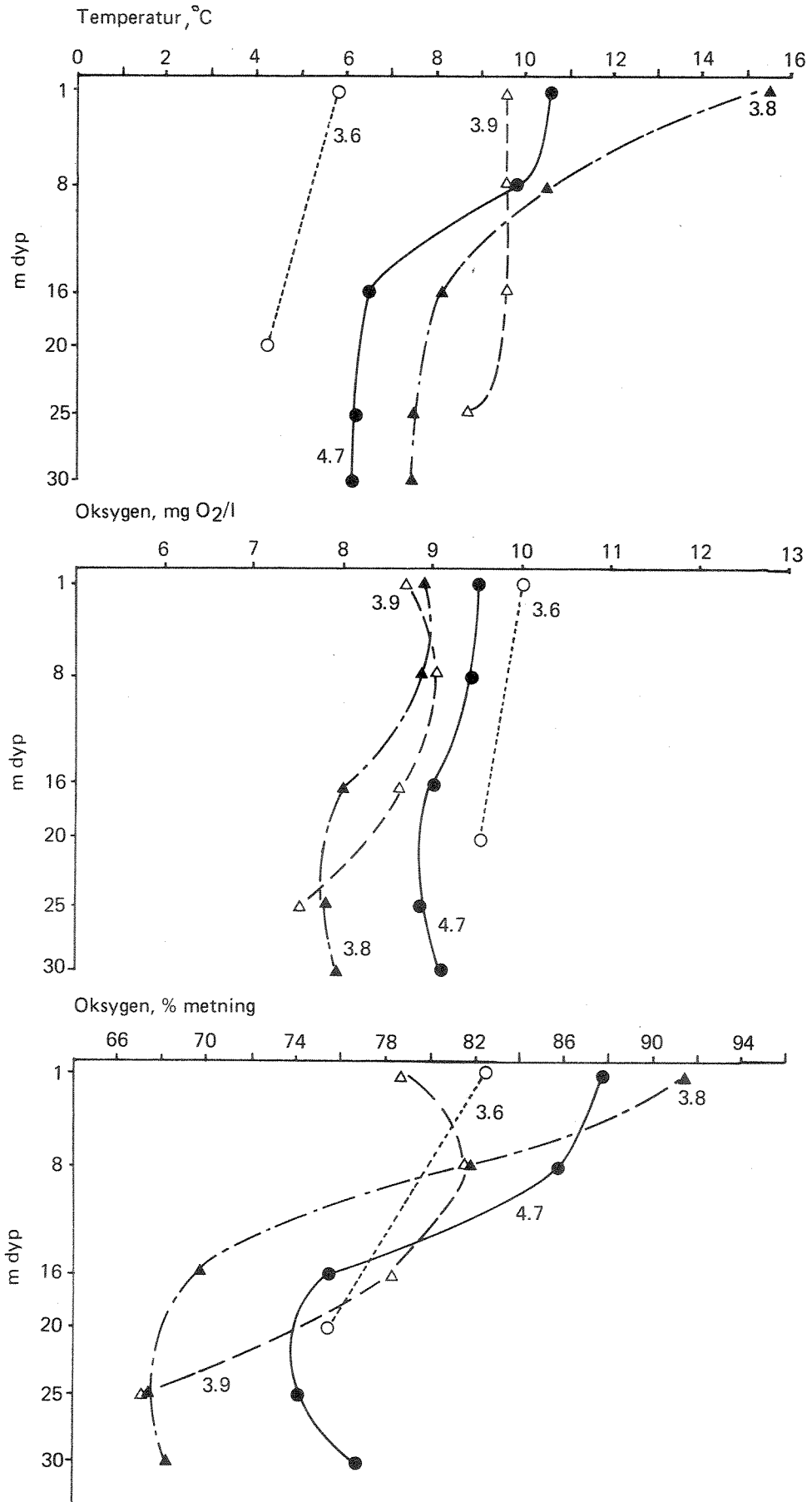


Fig. 8. Synnfjorden. Temperatur- og oksygenforhold på observasjonsdagene 3. juni - 3. september 1978

Tabell 10. Synnfjorden. Temperatur- og oksygenforhold på observasjonsdagene 3/6 - 3/9 1978.

Dato	Temperatur °C				O k s y g e n							
					mg O ₂ /l				% metning			
m dyp	3/6	4/7	3/8	3/9	3/6	4/7	3/8	3/9	3/6	4/7	3/8	3/9
1	5,8	10,6	15,5	9,6	10,0	9,5	8,84	8,68	82,5	87,8	91,51	78,69
8		9,8	10,5	9,6		9,4	8,84	9,03		85,7	81,85	81,86
16		6,5	8,1	9,6		9,0	7,98	8,63		75,6	69,75	78,24
20	4,2				9,54				75,47			
25		6,2	7,5	8,7		8,9	7,83	7,57		74,2	67,44	67,16
30		6,2	7,5			9,2	7,93			76,8	68,30	

I overflatelagene (1 m) varierte oksygeninnholdet fra 78,7 til 91,5 % metning, dvs. i underkant av full metning.

På grunn av nedbrytningsprosesser (frigivelse av CO₂ og forbruk av O₂) avtok oksygeninnholdet i samme periode svakt mot dypet og varierte her mellom 67,2 og 76,8 % metning. Det relativt lave oksygeninnholdet (67,2 %) i 25 meters dyp den 3. september kan tyde på at det under stagnasjonsperiodene finner sted en viss oksygentæring i dyplagene av Synnfjorden - noe som antakelig har sammenheng med nedbrytning av organisk stoff som tilføres fra nedbørfeltet.

Surhetsgrad og konduktivitet (tabellene 15 og 16, figurene 9 og 10).

Surhetsgraden (pH) er et mål på vannets konsentrasjon av hydrogenioner. pH 7 er nøytral, lavere enn 7 er sur og høyere enn 7 er basisk.

På observasjonsdagene varierte pH i overflatelagene av innsjøen fra 6,7 - 7,5 med avtakende tendens mot dypet. De relativt høye verdiene den 4. juli og 3. september på henholdsvis pH 7,3 og 7,5 har antakelig sammenheng med fyttoplanktonets fotosyntese, mens de lavere tallene, 6,8 den 3. juni tyder på tilførsel av smeltevann og 6,6 den 3. august kan skyldes regnvær og betydelig tilførsel av humussyrer fra myrområdene.

pH-verdiene fra Synna var av samme størrelsesorden, variasjonsbredde 6,6 - 7,6 og aritmetisk middel 6,9, som viser at vannet varierte rundt pH 7.

Vannets konduktivitet er et mål for innholdet av løste salter (elektrolytter) i vannet.

I innsjøen lå elektrolyttinnholdet på observasjonsdagene i området 12,5 - 14,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Disse verdiene er av samme størrelsesorden som observasjonsresultater fra innsjøer med samme type berggrunn i nedbørfeltet - sparagmitt - f.eks. Femunden. Sparagmitt er som tidligere nevnt fattig på kalk og motstandsdyktig mot kjemisk forvitring. I Synna varierte elektrolyttinnholdet i observasjonsperioden mellom 12,5 og 25,2 og synes å variere omtrent omvendt proporsjonalt med vannføringen.

I innsjøen viste målinger av saltholdigheten en svakt stigende tendens mot dypet i sommermånedene, mens den var konstant den 3. juni. Dette har sammenheng med de utjevne egenskaper et innsjøsystem representerer.

Det elektrolyttfattige vannet har dårlige bufferegenskaper og er svært følsomt overfor påvirkning av f.eks. humussyrer og sur nedbør.

Farge, turbiditet og organisk materiale (kaliumpermanganat)
(tabellene 15 og 16, figurene 9 og 10).

Fargetallet er først og fremst bestemt av vannets innhold av oppløste (særlig organiske) stoffer og suspenderte partikler. Filtrereres vannet før fargemåling, fjernes de suspenderte partikler.

Turbiditet gir uttrykk for vannets evne til å spre lyset og er avhengig av vannets innhold av suspenderte partikler.

Kaliumpermanganat (KMnO_4 -tallet) er et uttrykk for vannets innhold av organisk stoff.

De foreliggende analyseresultatene for disse parametre er for det meste høye og viser at vannet er påvirket av organisk stoff - i vesentlig grad ekstraksjonsstoffer fra myr- og skogområder.

I Synna varierte fargetallet mellom 16 og 49, med aritmetisk middel 33 mg Pt/l, mens turbiditeten hadde en variasjonsbredde på 0,25-0,81 og aritmetisk middel 0,48 FTU. For kaliumpermanganat varierte verdiene fra 2,2 til 3,7 med aritmetisk middel på 3 mg O/l.

I innsjøen varierte vannfargen mellom 22 og 61 mg Pt/l, mens permanganatforbruket varierte mellom 2,5-3,5 mg O/l og turbiditeten fra 0,41-0,72 FTU. De høyeste verdiene ble for det meste målt i overflatelagene.

Jern og mangan

(tabellene 15 og 16, figurene 9 og 10).

Analyseresultatene for mangan var lave både for innsjøen og utløpet, mens innholdet av jernforbindelser var relativt høyt i alle prøver. Dette skyldes at jern ofte er kompleks bundet til humusstoffer.

Variasjonsbredde for materialet fra Synna var henholdsvis 7-16 µg Mn/l og 65-80 µg Fe/l med aritmetisk middel 11 µg Mn og 73 µg Fe/l.

I innsjøen var innholdet av jernforbindelser høyest i dyplagene den 3/6 og 4/7, mens resultatene fra ettersommeren viste høyere verdier i overflatelagene.

For mangan steg verdiene mot dypet i sommermånedene, mens innholdet i vannmassene var konstant den 3. juni.

Silisium

(tabellene 15 og 16, figurene 9 og 10).

Vannets innhold av silisium var på observasjonsdagene forholdsvis høyt. I Synna ble de høyeste verdier målt i prøver fra vinter- og vårmånedene. Variasjonsbredde var her 2,1-3,7 mg SiO₂/l med aritmetisk middel 2,9 mg SiO₂/l. - I innsjøen steg verdiene svakt mot dypet i sommermånedene, men var konstant den 3. juni.

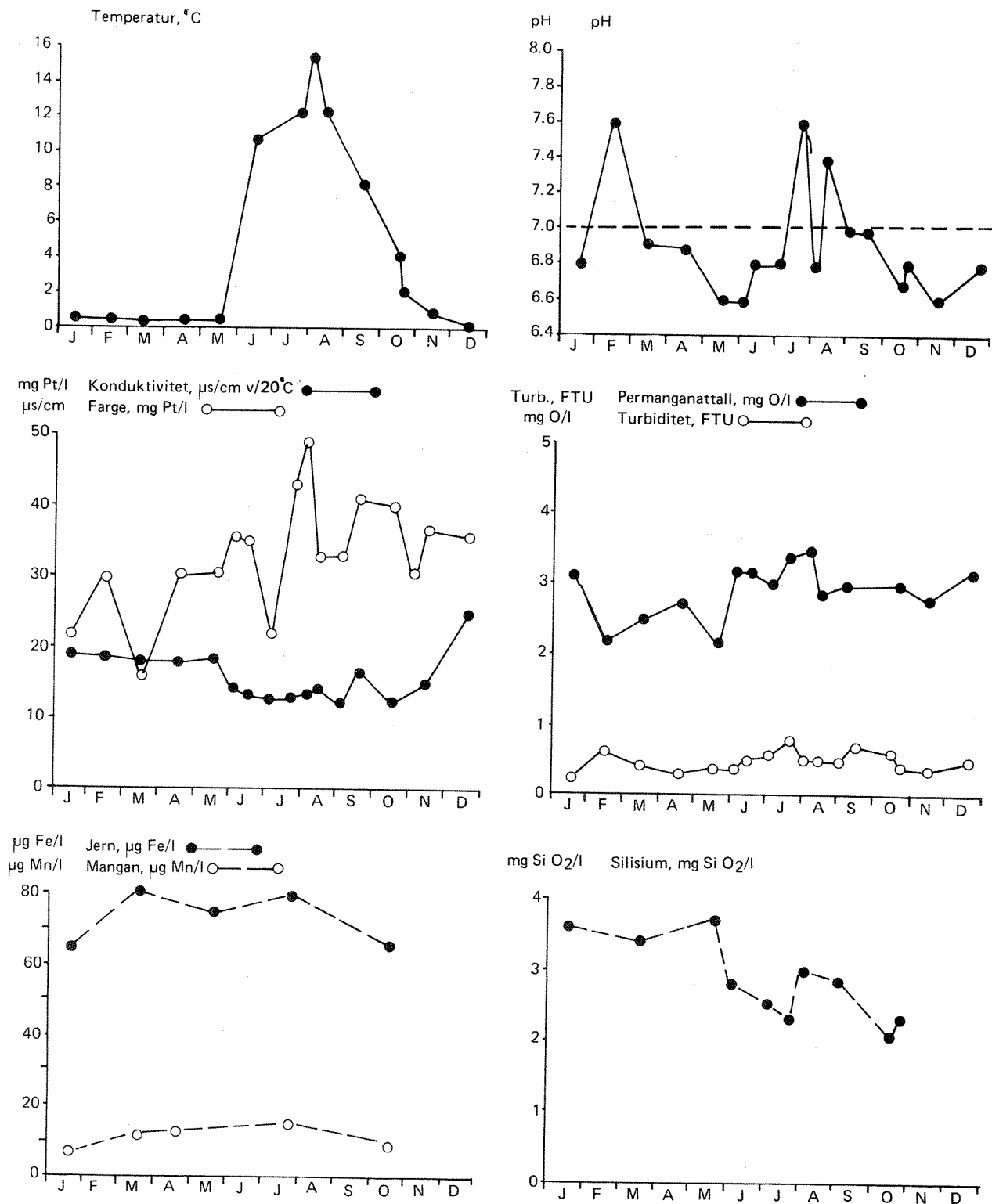


Fig. 9. Synna ved utløpet av Synnfjorden. Fysisk-kjemisk analyseresultater på observasjonsdagene 16. januar - 19. desember 1978

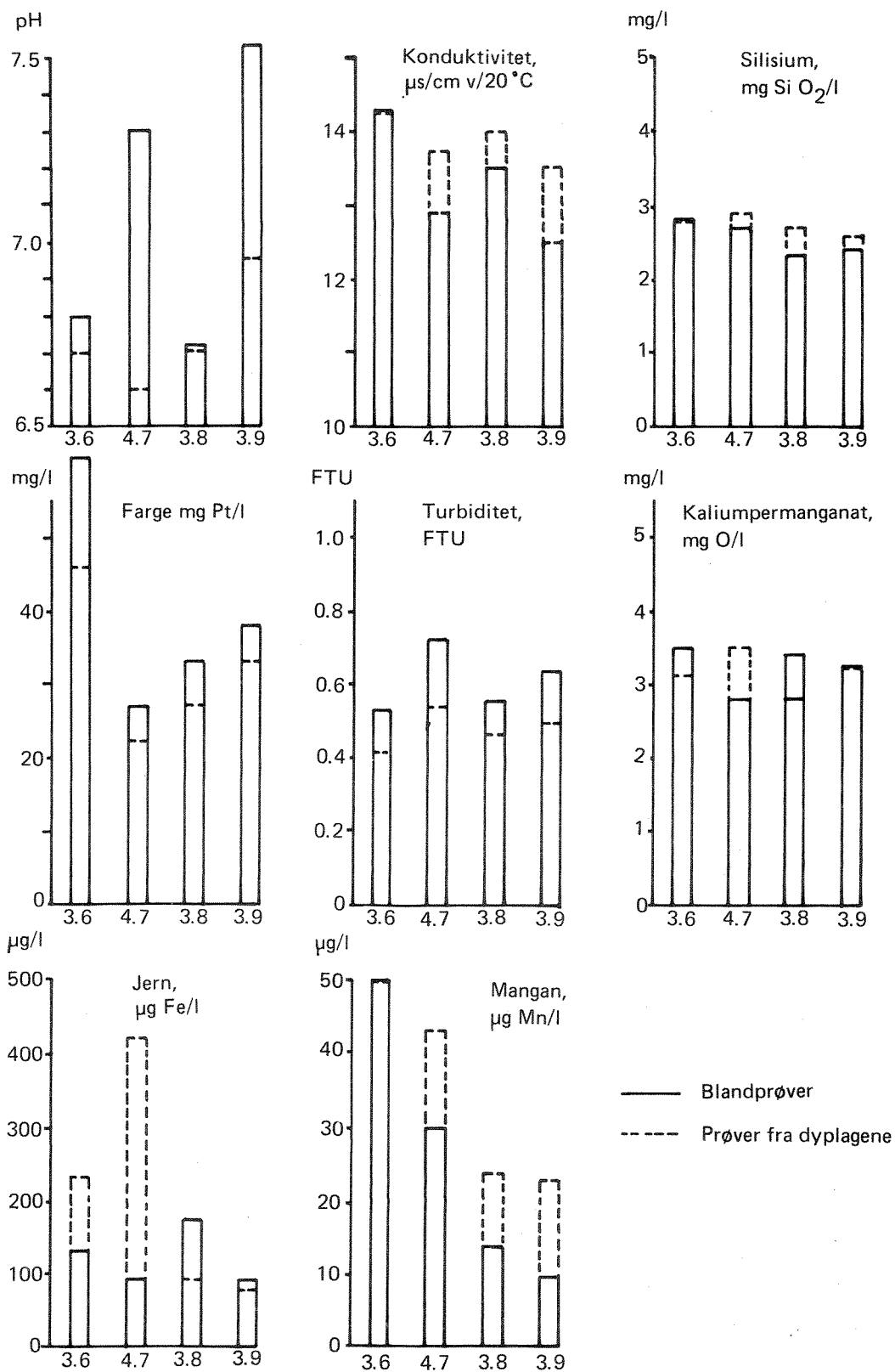


Fig. 10. Synnfjorden. Kjemiske analyseresultater på observasjonsdagene 3. juni - 3. september 1978

Hovedkomponentene (kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat og bikarbonat)

Middelverdiene for hovedkomponentene samt den midlere ionesammensetningen i milliekvivalenter og ekvivalentprosent for Synnfjorden går fram av tabellen nedenfor.

Tabell 11. Synnfjorden. Middelverdier, milliekvivalenter og ekvivalentprosent for hovedkomponentene.

Kationer				Anioner			
Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %	Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %
Ca	1,72	0,085	61,2	SO ₄	2,13	0,044	26,5
Mg	0,33	0,027	19,4	Cl	0,43	0,012	7,2
Na	0,53	0,023	16,5	HCO ₃	1,10	0,110	66,3
K	0,18	0,004	2,9				
Σ Kationer		0,139		Σ Anioner		0,166	

Dominerende ionepar er kalsium som utgjør ca. 61 % av kationene og bikarbonat som utgjør vel 66 % av anionene.

Prosentvis ionesammensetning på forskjellige prøvetakingsdager for Synna er vist i figur 11. De dominerende ionepar er som for innsjøen kalsium for kationene som varierer fra 54 til 61,5 %, og for anionene bikarbonat som holder seg relativt konstant på ca. 60 %. Vannet er som nevnt saltfattig, og saltholdigheten/elektrolyttinnholdet ser over året ut til å variere omvendt proporsjonalt med vannføringen.

Plantenæringsstoffer (fosfor- og nitrogenforbindelser)

(tabellene 15 og 16, figurene 12 og 13).

Næringssaltene nitrogen (N) og fosfor (P) blir ofte kalt minimumstoffer. De er av avgjørende betydning for vannforekomstenes økologiske balanse og stoffomsetning. Økning av næringssalttilførselen (ved forurensning) kan

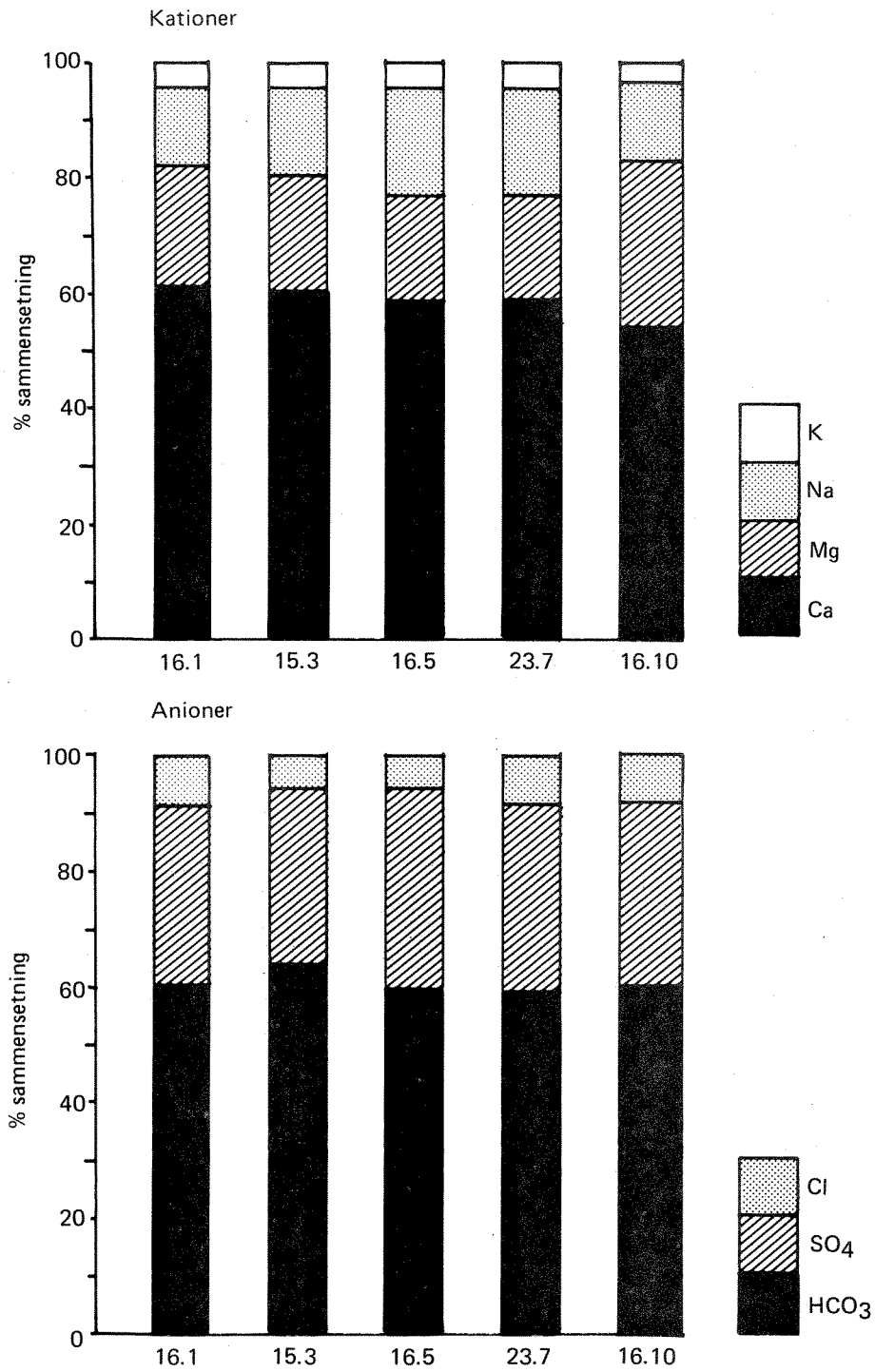


Fig. 11. Synna. % ionesammensetning

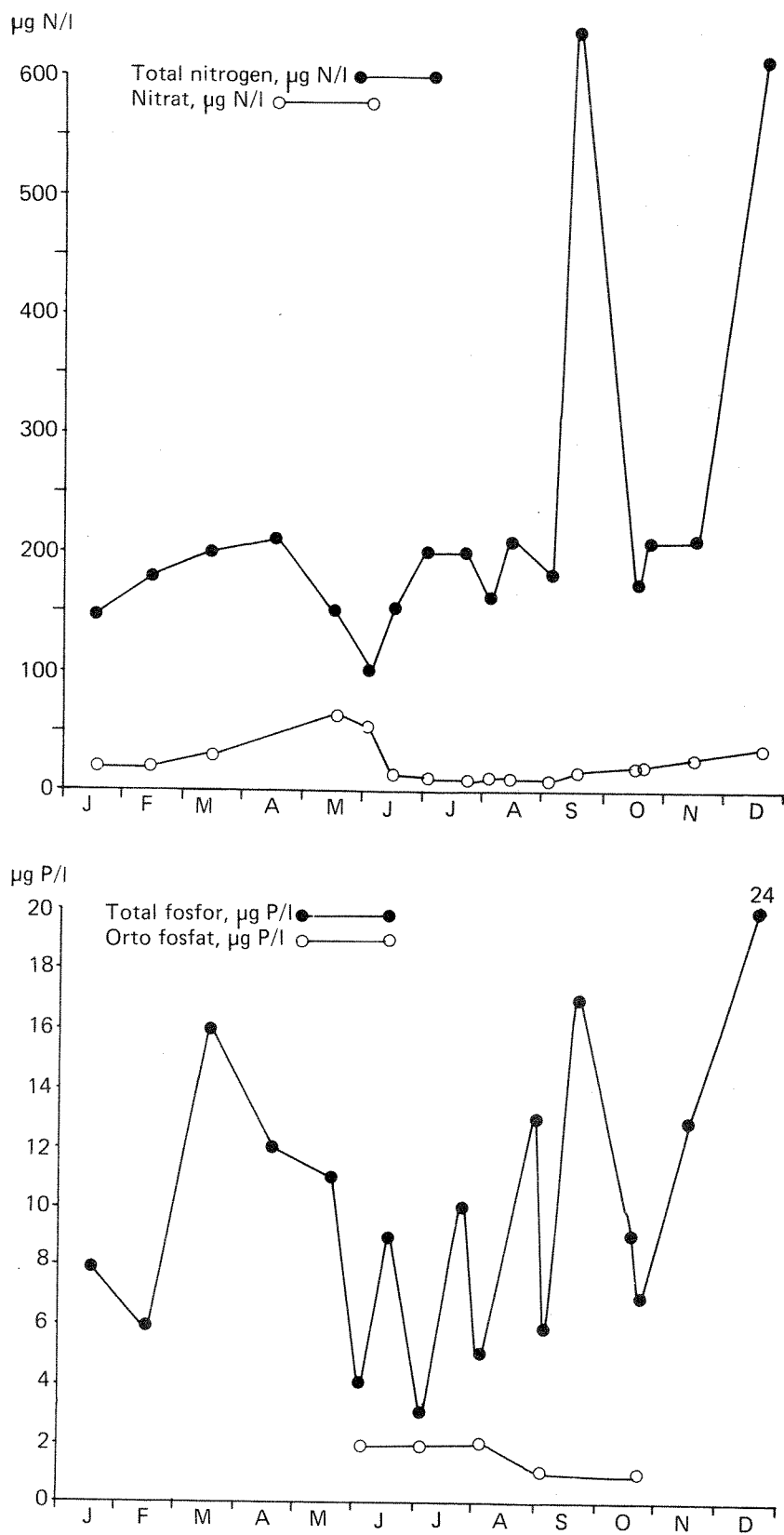


Fig. 12. Synna ved utløpet av Synnfjorden. Fosfor og nitrogen på observasjonsdagene 16. januar - 19. desember 1978

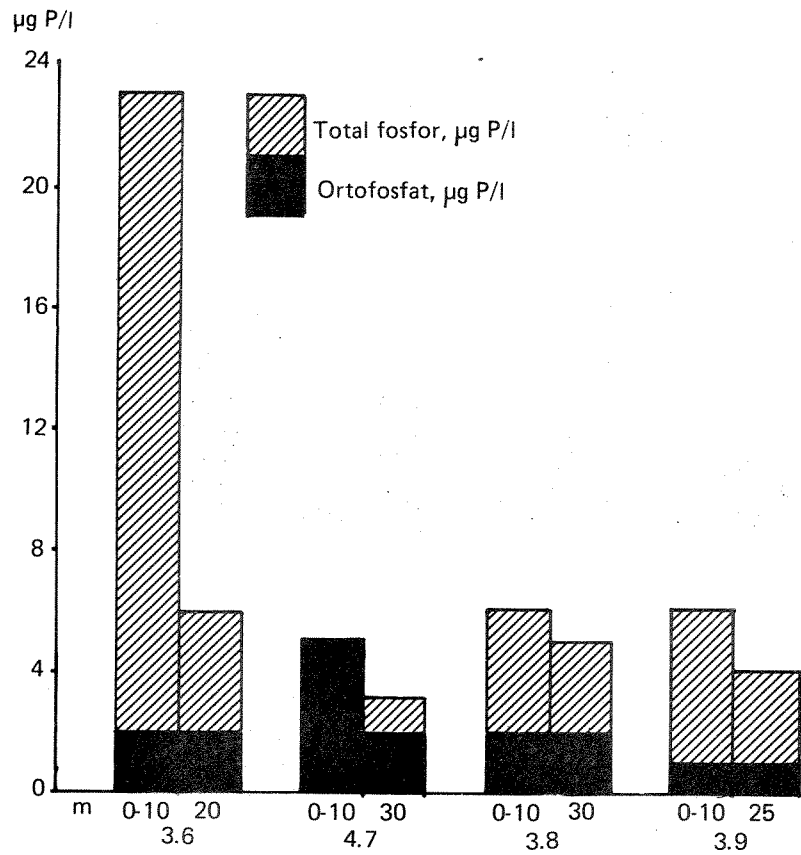
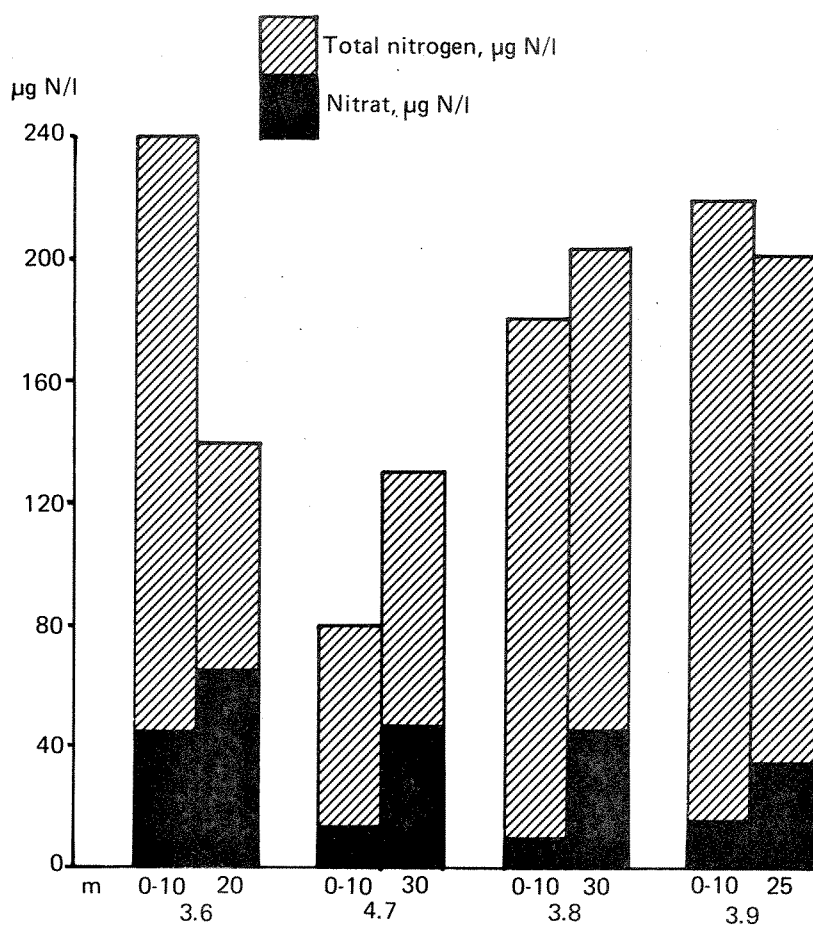


Fig. 13. Synnfjorden. Fosfor og nitrogen på observasjonsdagene 3. juni - 3. september 1978.

gi betydelige gjødseleffekter, først og fremst i form av oppblomstring av planteplankton (innsjøer) og tilgroing (grunne innsjøer og elver).

Av de fosfor- og nitrogenforbindelsene som har størst betydning for plantene er ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) og nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$).

Vannets innhold av nitrogenforbindelser var stort sett av en størrelsesorden som man kunne vente ut fra innsjøens geografiske beliggenhet og aktiviteter i nedbørfeltet. Variasjonsbredden for materialet fra Synna var fra 100 til 640 $\mu\text{g N/l}$. De høye verdiene målt i september- og oktoberprøvene har antakelig sammenheng med utvasking og tilførsel av nitrogenholdige stoffer i forbindelse med nedbør. De lave nitratverdiene tyder på en viss biologisk aktivitet i elvesystemet.

Vannets fosforinnhold var relativt lavt bortsett fra i overflatelagene 3. juni. Variasjonsbredden for materialet fra Synna var 3-24 $\mu\text{g P/l}$, med aritmetisk middel 10 $\mu\text{g P/l}$. Enkelte høye verdier kan skyldes feil ved prøvetaking, lang lagringstid eller analysefeil. Bortsett fra analyseverdi for blandprøven fra 4/7 (5 $\mu\text{g P/l}$), var ortofosfatverdiene lave både i innsjøen og ved utløpet. Variasjonsbredden for hele materialet var 1-5 $\mu\text{g P/l}$.

Tørrstoff, gløderest (uorganisk materiale), glødetap (organisk materiale), mg/l

Med tørrstoff menes tørrvekten av det suspenderte materialet i vann. Tørrstoff bestemmes ved å filtrere et bestemt volum av vannprøven gjennom et glassfiberfilter (Whatman bF/C) som deretter tørkes i en time ved 95 °C. Filterets vektøkning er et mål på vannets innhold av suspendert materiale og uttrykkes som mg tørrstoff/l.

Gløderest er den del av tørrstoffet som blir igjen etter at det organiske materialet er blitt forbrent. Gløderest bestemmes ved at filterresten etter tørrstoffbestemmelsen opphetes til 490 °C i en time og deretter veies. Gløderesten angis som mg gløderest/l.

Variasjonene i vannets innhold av tørrstoff/gløderest/glødetap på prøvetakingsdagene er fremstilt i tabell 16 og figur 14. Aritmetisk middel for hele materialet er 0,81 mg tørrstoff/l, hvorav ca. 86 % består av organisk og ca. 14 % av uorganisk materiale.

4.1.2 Biologiske forhold

Total klorofyll a

Klorofyllprøvene er avlest på fluorometer etter metode beskrevet av Krogh 1976.

Klorofyll a er det viktigste pigment i algene som omdanner lysenergi til kjemisk energi under fotosyntesen. Klorofyllinnholdet i planteplanktonet influeres av lys, næringstilgang og artsammensetning.

Figur 14 og tabell 12 viser variasjonene i vannets innhold av klorofyll a (blandprøver 0-10 m) i Synnfjorden på prøvetakingsdagene i vekstperioden (mai-september) 1978. Variasjonsbredden i observasjonsmaterialet er 0,549-2,866 µg Chla/l. Resultatene viser at algebiomassen er noe høyere enn hva en venter å finne i denne innsjøtype og tyder på at innsjøen nå utsettes for en viss belastning av næringssalter.

Tabell 12. Synnfjorden. Klorofyll, µg Chla/l.

3/6 1978	0 - 10 m	: 0,549
4/7 "	0 - 10 "	: 2,866
3/8 "	0 - 10 "	: 2,406
3/9 "	0 - 10 "	: 2,400

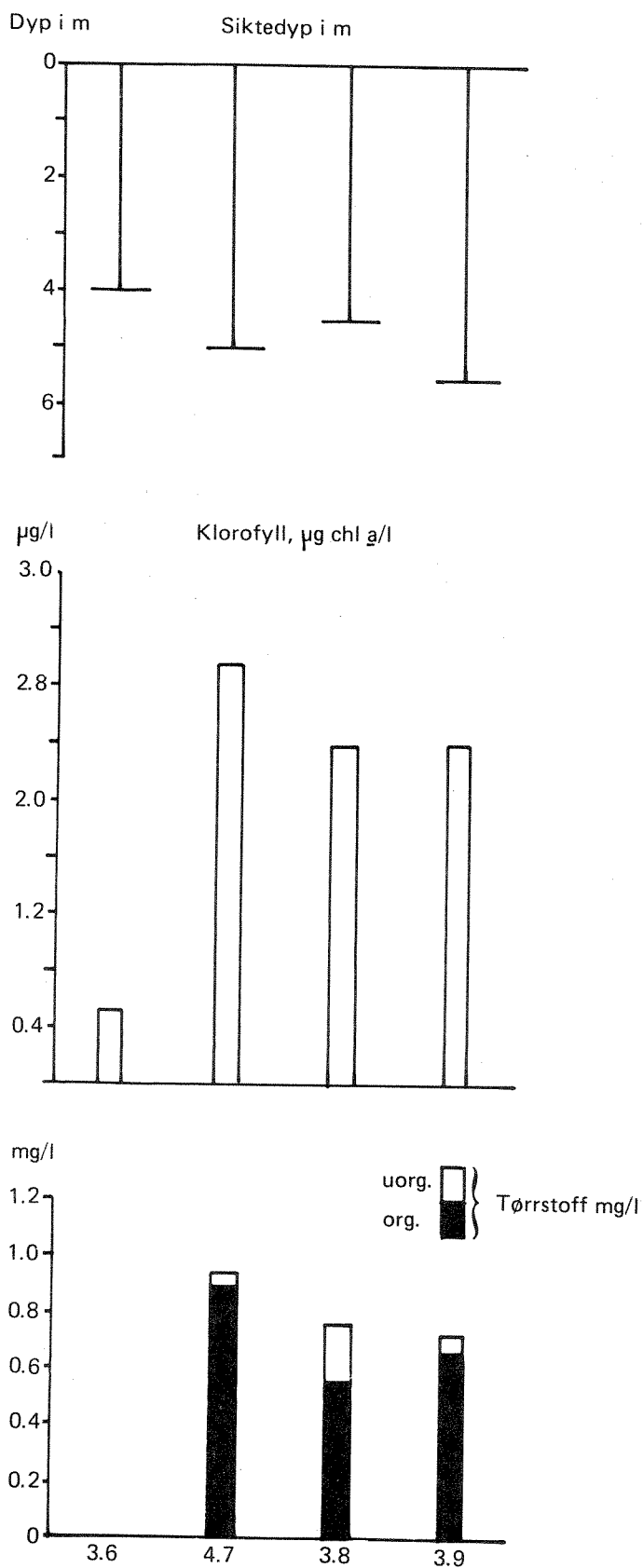


Fig. 14. Synnfjorden. Siktedyp i meter, klorofyll a ($\mu\text{g chl a/l}$) og tørrstoff/organisk materiale (mg/l) på prøvetakingsdagene 3. juni - 3. september 1978

Planteplanktonet i Synnfjorden, 1978

Kjennskap til artsammensetning, fordelingsmønster og suksesjon av planktonalger gir informasjon om vannkvalitet i en innsjølokalitet. Endringer i miljøet i en innsjø vil relativt raskt spores i det algesamfunnet en til enhver tid har i innsjøen, fordi mange planktonalgearter og også deler av hele algesamfunnet har forholdsvis snevre toleransegrenser med hensyn på mange miljøfaktorer.

Figur 15 og tabell 17 viser resultatene av planteplanktonanalyser fra Synnfjorden i 1978. Av figuren fremgår det at totalvolumet ved prøvetakingstidspunktene var lite. Ut fra erfaringer fra andre innsjøer i Norge må Synnfjorden betegnes som oligotrof (næringsfattig, lavproduktiv), både ut fra totalvolumet og planteplanktonarter og ut fra algesamfunnets sammensetning. Algesamfunnet viser en sammensetning som er vanlig å finne i næringsfattige, relativt rene norske innsjøer, med Chrysophyceae (gulalger) som den mest fremtredende gruppen, men også med større innslag av Cryptophyceae og Bacillariophyceae (kiselalger) til tider.

En del arter som vanligvis indikerer oligotrofe vannforekomster var også viktige arter i planktonet som *Stichogloea doederleinii*, *Mallomonas* f. *majorensis*, *Spiniferomonas* sp. og store og små chrysomonader blant Chrysophyceae og *Melosira distans* v. *alpigena* blant Bacillariophyceae.

Rhodomonas lacustris, *Katablepharis ovalis* og *Cryptomonas* spp. blant Cryptophyceae finnes i nær sagt alle vannforekomster. Det samme gjelder en rekke av artene innen Chlorophyceae (grønnalger) og Dinophyceae (fureflagellater) og disse har derfor ingen indikatorverdi i seg selv, men mengdene av de to siste gruppene er små i det samlede plankton, noe som er vanlig i næringsfattige innsjøer. μ -algene, som er en samlegruppe for små kuleformete alger (diameter 2-7 μm) som ikke kan bestemmes nærmere, utgjør i oligotrofe innsjøer en relativt liten, men stabil gruppe.

Som helhet må en si at planteplanktonanalysene fra Synnfjorden viser at denne sjøen har en sammensetning og et totalt algevolum som er typisk for næringsfattige, relativt sure innsjølokaliteter i Norge.

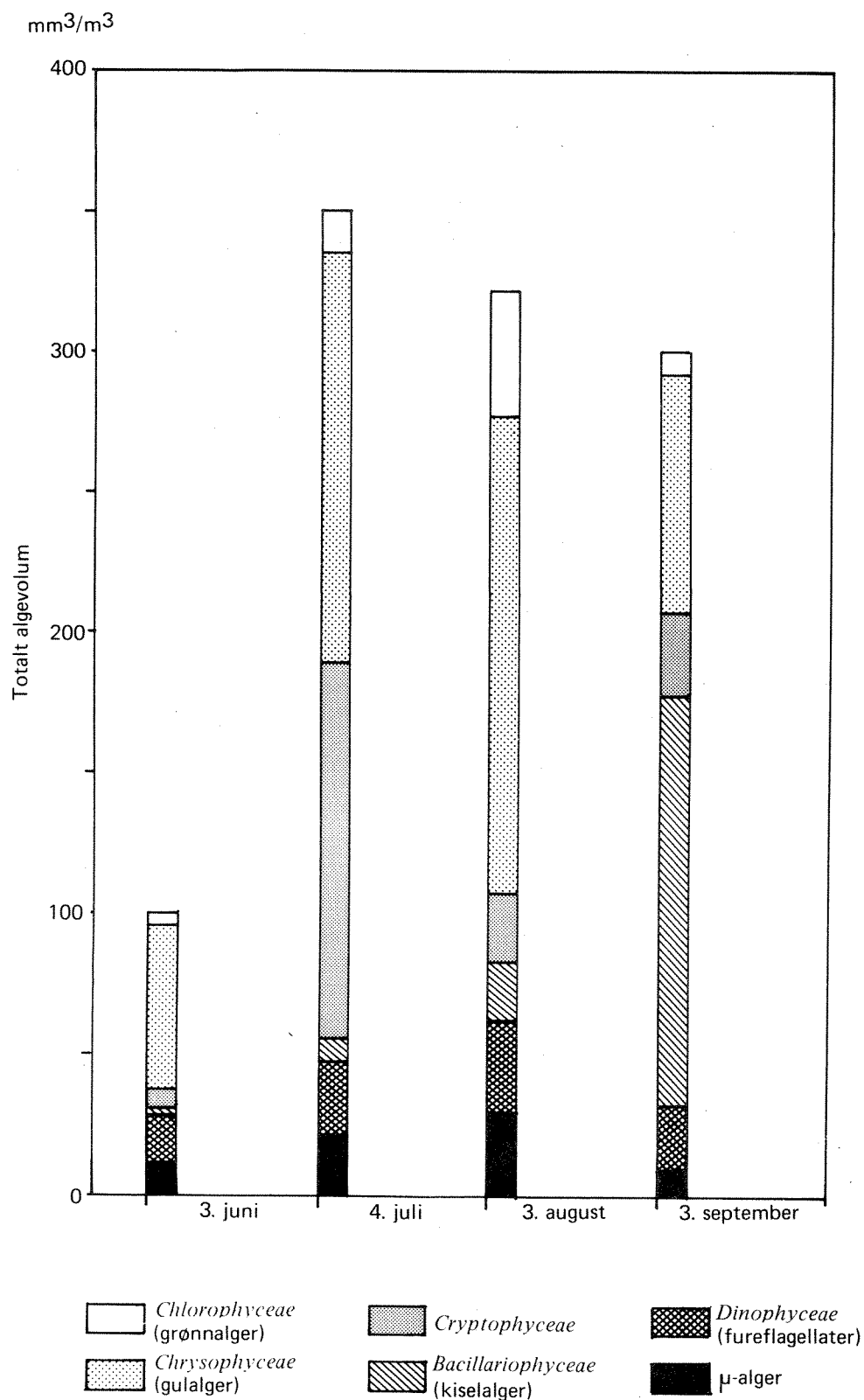


Fig. 15. Variasjoner i totalvolum av phytoplankton i Synnøysfjorden 1978

Begroing av vassdraget

Betegnelsen "begroing" i elver omfatter i hovedsak bakterier, sopp, alger og moser knyttet til elvebunnen eller annet substrat. I noen tilfeller utgjør andre organismer, eksempelvis primitive fastsittende dyr, en del av begroingen. Ved å være bundet til et voksested i relativt lang tid, vil begroingssamfunnet gjenspeile fysisk/kjemiske forhold over et tidsrom. Enten det gjelder en vedvarende eller en episodepåvirkning, vil denne i prinsippet kunne etterspores på strukturen av begroingssamfunnet. Begroingen spiller stor rolle ved opptak og omsetning av løste gjødselstoffer og lett nedbrytbart organisk materiale. Derfor kan begroingssamfunnet nyttes til å karakterisere konsekvensene av belastning med denne type stoffer. I strømmende vann er begroingen den viktigste produsent av organisk materiale (primærprodusent) og den er viktig som næringsgrunnlag for ulike grupper av bunndyr.

Metode og materiale

Ved en befaring i vassdraget 3. august 1978 ble det samlet begroingsmateriale i Synna ved utløpet fra Synnfjord. Materialet ble bragt til laboratoriet der organismene ble identifisert. Resultatene av undersøkelsen er gjengitt i tabellform, tabell 13. En bedømmelse av vannkvalitet basert på én enkel begroingsprøve må nødvendigvis gis med forbehold. Et begroingssamfunn i et vassdrag gjennomgår store endringer i løpet av et år og fra år til annet. Disse endringer som bl.a. er avhengige av de klimatiske forhold blir ikke belyst her. Begroingens sammensetning og forekomst i de ulike deler av Synna er heller ikke belyst. I de vurderinger som er gjort er hele begroingssamfunnets sammensetning og mengdemessige forekomst på lokaliteten lagt til grunn.

Resultater

Ved befaringen var elveløpet nær 100 % dekket av begroing. Denne bestod vesentlig av vannmoser og trådformede grønnalger. Blant de trådformede grønnalgene hadde *Zygnema b.* (Israelson, 1949) størst forekomst. *Zygnema b.* har vid utbredelse i norske vassdrag og forekommer oftest der det er lavt innhold av plantenæringsalter i vannet. Innslag av

Tabell 13. Analyse av begroingsmateriale samlet i Synna ved utløpet av Synnfjorden, 3. august 1978.

Organisme	Forekomst i prøven
BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae)	
Chamaesiphon confervicola var. elongata Nordst.	x
Clastidium setigerum Kirchn.	x
Tolypotrix saviczii Kossinsk.	x
GRØNNALGER (Chlorophyceae)	
Bulbochaete sp.	x
Closterium sp.	x
Cosmarium sp.	x
Mougeotia a (Israelson, 1949) 10-12 μ	x
Mougeotia e (Israelson, 1949) 32-40 μ	xx
Oedogonium sp. 14-15 μ	x
Oedogonium sp. 27-30 μ	xx
Spirogyra d (75-80 μ)	x
Zygnema b (Israelson, 1949) 24-25 μ	xxx
Zygnema c (Israelson, 1949) 38 μ	xx
KISELALGER (Bacillariophyceae)	
Ceratoneis arcus (Ehrenb.) Kütz.	x
Cymbella ventricosa Kütz.	x
Gomphonema constrictum Ehrenb.	x
Gomphonema spp.	x
Synedra spp.	xx
Tabelaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.	x
Tabelaria flocculosa (Roth) Kütz.	x
GULALGER (Chrysophyceae)	
Hydrurus foetidus Trevisan	xxx
RØDALGER (Rhodophyceae)	
Sirodotia suecica Kylin	x
MOSER (Bryophyta)	
Fontinalis sp.	xx
Racomitrium aciculare (Hedw.) Briel.	x
Scapania undulata (L.) Dum.	xx
Uidentifiserte levermoser	x

xxx : Mengdemessig dominerende

xx : En viss mengdemessig betydning

x : Observert

grønnalgene *Bulbochaete*, *Mougeotia* e (Israelson, 1949) og *Spirogyra* d. (Israelson, 1949) indikerer også lavt innhold av plantenæringssalter i vannet.

På enkelte steder dannet gulalgen *Hydrurus foetidus* geleaktige tjafser. *Hydrurus* trives i kalt hurtigstrømmende vann. Et visst innhold av plantenæringssalter kan gi grunnlag for kraftige oppblomstringer av denne algen.

Rødalgen *Sirodotia suecica* som er registrert med vid utbredelse i svenske vassdrag ble observert i Synna. I Norge er det bare gjort sporadiske funn av *Sirodotia* og forekomsten må derfor betegnes som interessant. I Sverige har *Sirodotia* størst forekomst i humøse vann-typer.

Mosevegetasjonen bestod av flere arter. På grunnlag av det beskjedne materiale som foreligger er det vanskelig å karakterisere mosevegetasjonen. Markerte tegn på forurensning ble ikke registrert.

Begroingsamfunnet i Synna i august 1978 var artsrikt og hadde stor mengdemessig forekomst. Samfunnets sammensetning tilsier en upåvirket lokalitet med liten tilgang på plantenæringssalter. Den kraftige veksten på lokaliteten indikerer imidlertid gode muligheter for vekst av begroing.

Dyreplankton (zooplankton), tabell 18, figur 16

Innledning

Dyreplanktonet består av to hovedgrupper - hjuldyr (rotatorier) og krepsdyr (crustacéer), som hovedsakelig oppholder seg i de fri vannmasser. Krepsdyrene har stor betydning som føde for fiskens yngel- og ungdomsstadier og for flere fiskearter, spesielt de planktonetende, også for hele livet. Fiskefaunaen kan derfor ha stor innvirkning på dyreplanktonets størrelse og sammensetning, og dette må alltid tas hensyn til ved vurdering av ett dyreplanktonmateriale.

Her i landet er dyreplanktonfaunaen relativt ensartet. For næringsfattige innsjøer finnes det ikke like utpregede og entydige indikatorarter som for planteplanktonalgene. Enkelte arter synes likevel å dominere i oligo- og mesotrofe sjøer. Derfor kan en ved kvantitative studier og studier av den kvalitative sammensetning av dyreplanktonet få god informasjon om en innsjøes næringsforhold og tilstand. Studiet av det mengdemessige forholdet mellom plante- og dyreplankton gir videre god informasjon om en innsjøes næringsbalanse.

Metodikk

Ved prøvetaking ble det brukt planktonhåv med diameter 31 cm og maskevidde 95 μm . Håvtrekkene er tatt som vertikaltrekk fra 20 m til overflaten. Små rotatorier og de minste nauplier/embryer kan muligens passere gjennom en håv med maskevidde på 95 μm , mens store lettbevegelige zooplanktonformer kan unnslippe ved denne metodikken (fluktreaksjon).

Prøvene ble studert under mikroskop, der artsbestemmelse ble utført. Deretter ble prøvene plassert i kammer for ved hjelp av stereomikroskop å kunne bestemme den prosentvise fordeling mellom de forskjellige planktonartene. En tiendedel av hver prøve er telt.

Resultater og kommentarer

I prøvene ble det i alt funnet 15 forskjellige dyreplanktonarter. Av disse tilhørte 7 gruppen hjuldyr og de øvrige 8 gruppen krepssdyr. Blant krepssdyrene var det 3 arter hoppekreps (en cyclopid og 2 calanoide) samt 5 arter vannlopper. I krepssdyrsamfunnet dominerte gruppen hoppekreps klart ved alle prøvetakinger unntatt i september-prøven da vannloppene utgjorde 60 % av faunaen.

Hjuldyr (Rotatoria)

Følgende arter ble registrert i håvtrekkene:

- Keratella cochlearis (Gosse 1951)
- Keratella hiemalis Carlin 1943
- Kellicottia longispina (Kellicott 1879)
- Asplanchna priodonta Gosse 1850
- Polyarthra vulgaris Carlin 1943
- Chonochilus hippocrepis (Schrank 1803)
- Chonochilus unicornis (Rousselet 1892)

De vanligst forekommende artene var *Chonochilus* spp. og *Kellicottia longispina* som dominerte hjuldyrsamfunnet ved samtlige prøvetakinger. På forsommeren var også *Asplanchna priodonta* vanlig, men denne arten ble ikke funnet i prøvene fra august og september. *Keratella* sp. og *Polyarthra vulgaris* ble også funnet i et mindre antall i alle prøver, men aldri i dominans.

Stort sett viste hjuldyrsamfunnet en sammensetning som normalt kan forventes i en innsjøtype som Synnfjorden.

Krepsdyr (Crustacea)

Følgende arter ble registrert i håvtrekkene:

Hoppekreps (3 arter)

Calanoida

Heterocope appendiculata G.O. Sars 1863

Acanthodiaptomus denticornis Wierzeiski 1887

Cyclopoida

Cyclops scutifer G.O. Sars 1863

Vannlopper (5 arter)

Holopedium gibberum Zaddach 1855

Daphnia cristata G.O. Sars 1862

Bosmina longispina Leydig 1860

Bosmina longirostris (O.F. Müller 1785)

Leptodora kindti (Focke 1844)

Hoppekrepsen *Cyclops scutifer* dominerte krepsdyrsamfunnet sammen med vannloppene *Bosmina* sp. og *Holopedium gibberum*.

Heterocope appendiculata: Dette er en utpreget sommerform som overvintrer via hvileegg. Arten påtreffes hovedsakelig i de øverste vannlag og utgjør et begjærlig bytteobjekt for fisken. Den er derfor temmelig utsatt for fiskepredasjon. Arten ble funnet i samtlige prøver, men forekom aldri i noe større antall.

Acanthodiantomus denticornis: Stor form - opp til 3 mm - som først og fremst påtreffes i mindre sjøer og tjern. Den forekommer også i større og dypere sjøer og da spesielt i fjelltraktene og langs Vestlandet. Arten er følsom for fiskepredasjon. *A. denticornis* ble funnet i samtlige prøver, men kun som enkeltkseksemplarer, og ble ikke registrert ved SNSF-undersøkelsen i oktober 1974. En viss fiskepredasjon (fra sikken) bidrar antakelig til den sparsomme forekomsten av denne art.

Cyclops scutifer: Arten er en av de vanligst forekommende cyclopoider i Norge og finnes i de fleste vann. Som regel har den liten betydning som fiskeføde, men unntak forekommer. Arten var godt representert i samtlige håvtrekk med størst forekomst i juni-, juli- og septemberprøvene.

Holopedium gibberum: Denne arten som på norsk går under navnet gelekreps, er en vanlig forekommende representant blant sommerplanktonets vannlopper i de fleste norske sjøer. Arten forsvinner ved mer markert eutrofiering samt unnviker mer kalkrike lokaliteter. Den har betydning som fiskeføde og går som regel kraftig tilbake ved sterk fiskepredasjon. Gelekrepsen var representert i alle 4 håvtrekkene og hadde størst forekomst i august da den mengdemessig utgjorde 44 % av vannloppene og 9,5 % av den totale faunaen.

Daphnia cristata: Slekten *Daphnia* er representert med arten *Daphnia cristata* som er en lavlandsform. Den er her i nærheten av sin høydegrense. Arten som hovedsakelig påtreffes i sommerperioden, er vanlig forekommende i innsjøer i østlandsområdet, og da spesielt i sjøer med betydelig fiskepredasjon. *D. cristata* forekommer for det meste i de øvre vannlag og utgjør et viktig bytteobjekt for planktonetende fisk som f.eks. sik. Den står sentralt i denne sammenheng når det gjelder fisken i Synnfjorden. Generelt sett er *Daphnia*-artene sterkt utsatt for fiskepredasjon, og denne kan i betydelig grad influere på forekomsten av de enkelte artene. Markert fiskepredasjon og innsjøens beliggenhet over havet kan antakelig forklare det begrensede antall registrerte eksemplarer i håvtrekkene.

Bosmina longispina: I likhet med *D. galeata* er *B. longispina* en vanlig forekommende vannloppe spesielt i våre innsjøer og utgjør et viktig bytteobjekt for planktonetende fisk. *B. longispina* har hovedsakelig størst forekomst i de øvre vannlag, men går som regel noe dypere enn *daphniene* og finnes ofte i stort antall i sprangsjiktområdet. Arten ble funnet i samtlige prøver med størst forekomst i septemberprøven.

Bosmina longirostris: Denne arten forekommer helst i mindre sjøer og mer eutroft miljø. Ved å studere prøvene under mikroskop, ble den registrert i samtlige prøver, men kun som enkeltteksemplarer.

Leptodora kindti: Arten er vanlig forekommende i våre innsjøer, men opptrer aldri i større mengder. Det er en rovform og utgjør et ettertraktet bytteobjekt for planktonetende fisk. *L. kindti* ble funnet i prøvene fra august og september.

Alle usikkerheter tatt i betraktning (metodikk ved prøvetaking etc.), synes dyreplanktonfaunaen i Synnfjorden å ha en artsammensetning og fordeling som er vanlig for denne type innsjøer i Norge, dvs. den oligotrofe innsjøtype. Selv om det innen dyreplanktonfaunaen ikke finnes utpregede indikatorarter for næringsfattig miljø, dvs. oligotrofi-indikatorer, synes det i Norge som om *Kellicottia longispina*, *Holopedium gibberum*, *Daphnia galeata* og *Bosmina longispina* oftest opptrer i oligo- og mesotrofe sjøer, men savnes eller bare finnes i et mindre antall i eutroft miljø.

Materialet antyder at det foreligger påtakelig fiskepredasjon. Her kan nevnes den lave bestanden av arter som hoppekrepsen *H. appendiculata* og vannloppene *H. gibberum* og *D. cristata*. Samme forhold gjorde seg også gjeldende ved SNSF-undersøkelsen i oktober 1974, med *C. scutifer* som den dominerende art, forekomst av *H. appendiculata* og *B. longispina*, mens *H. gibberum* og *D. cristata* ikke ble registrert i prøvematerialet.

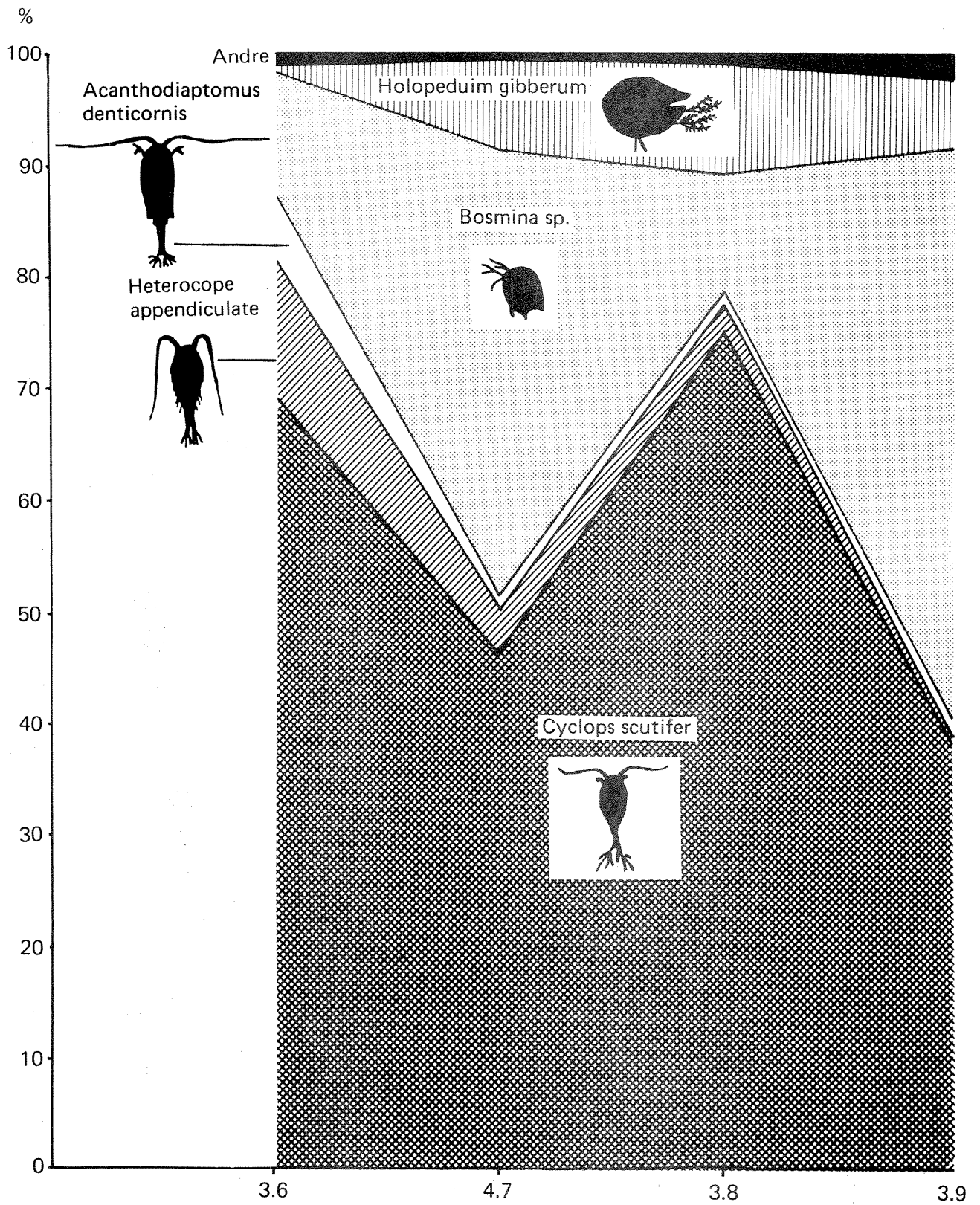


Fig. 16. Planktonkrepsdyr i Synnfjorden på prøvetakingsdagene 1978
Prosentvis fordeling

4.1.3 Bakteriologiske forhold

Koliforme bakterier forekommer i tarmkanalen til varmblodige dyr og mennesker samt i jord, gjødselstoffer o.l. (dyrket ved 37 °C). Termostabile koliforme bakterier (dyrket ved 44 °C) kan betraktes som fekale bakterier. Kimtallet er et mål for antall heterotrofe mikroorganismer i vannet og dermed indirekte et mål for innhold av lett nedbrytbart organisk stoff. Det vil alltid være en viss konsentrasjon av naturlige bakterier og sopp i vannet, men dersom konsentrasjonen overstiger gitte verdier kan det tyde på ekstra tilførsler fra forurensning og/eller utvasking av jord.

Bakterieinnholdet i vannet brukes til å vurdere vannkvaliteten ut fra hygienisk synspunkt. Det er ved NIVA i samråd med SIFF brukt følgende vurderingskriterier basert på antall koliforme bakterier pr. 100 ml vann (37 °C-koliforme):

- 0-20 : lite forurenset
- 20-100 : moderat forurenset
- 100-500 : betydelig forurenset
- Mer enn 500 : sterkt forurenset

Den 4. juli og 3. september ble det samlet inn bakteriologiske prøver fra Synnfjorden. Prøvene ble oppbevart i kjølebagg og analysert dagen etter (5/7 og 4/9). Resultatene er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 14. Synnfjorden. Koliforme bakterier og kimtall på prøvetakingsdagene 4/7 og 3/9 1978.

m dyp	Koliforme bakterier pr. 100 ml				Kimtall (20 °C) pr. ml	
	37 °C	4/7 44 °C	37 °C	3/9 44 °C	4/7	3/9
1	30	2	62	0	125	110
8	40	2	59	1	100	105
16	≤ 9	9	118	2	40	125
30	Overgrodd (> 200?)	13	122	0	75	135

Analyseresultatene viser at Synnfjorden til dels var markert påvirket av tarmbakterier (også termostabile). Dette indikerer fekal forurensning og betyr at vannet må betraktes som hygienisk utilfredsstillende og ikke egnet som drikkevann uten desinfisering.

Det ble ikke tatt bakteriologiske prøver fra Synna som forsyner mange av hyttene i området med drikkevann. Hvorvidt vannet her er egnet til dette formål bør undersøkes og avgjøres av helsemyndighetene.

5. SAMMENFATTENDE DISKUSJON

Arbeidet som er blitt utført kan sammenfattes i følgende punkter:

- Innsamling av data angående aktiviteter i nedbørfeltet.
- Innhenting av opplysninger om temperatur, nedbør og hydrologi i området.
- Opplodding av innsjøen og utarbeiding av dybdekart og morfometriske data.
- Rutinemessig prøvetaking i Synna (utløp Synnfjorden) over en års-syklus (1978) for å få kjennskap til vannets generelle kjemiske kvalitet og for å undersøke transporten av næringssalter (særlig fosfor).
- Innsamling av begroingsmateriale i august måned 1978 for å få et inntrykk av begroingssamfunnets sammensetning og mengdemessige forekomst.
- Rutinemessig innsamling av fysisk-kjemiske og biologiske prøver fra det dypeste området i Synnfjorden (i vekstperioden) for å få kjennskap til innsjøens trofitilstand og vannets generelle kjemiske kvalitet.
- Innsamling av bakteriologiske prøver fra det dypeste området i innsjøen for å få et inntrykk av de bakteriologiske forhold og vannets hygieniske beskaffenhet.

Resultater

De beregnede tilførselsdata er teoretiske og følgelig usikre, men tyder på at innsjøen er i ferd med å nå en "metningsverdi" hva fosfor angår, noe også de observerte klorofyllverdier viser.

Transporten av næringsalter (fosfor- og nitrogenforbindelser) er som følge av vannføringen langt større under snøsmeltingen om våren og under perioder med høy nedbør enn ellers i året. Transporten er betinget av utvasking fra landområdene, og konsentrasjonene øker derfor når vannføringen øker.

Det relativt lave oksygeninnholdet i dyplagene av Synnfjorden målt på ettersommeren, tyder på at det finner sted en viss oksygentæring i dyplagene under stagnasjonsperiodene, noe som antakelig har sammenheng med nedbrytning av organisk stoff som tilføres fra nedbørfeltet. Det er mulig at produksjonen av planktonalger også har en betydning i denne sammenheng. Undersøkelsen av generell kjemisk kvalitet i innsjø og utløp viser at vannet er saltfattig og dermed har dårlige bufferegenskaper. Det er således følsomt overfor påvirkning av humussyrer og sur nedbør. pH-verdiene varierte rundt pH 7.

Vannets innhold av næringsalter var stort sett av forventet størrelsesorden ut fra geografisk beliggenhet og aktiviteter i nedbørfeltet. De høyeste verdier ble målt i forbindelse med flom og høy nedbør. Det kan i denne forbindelse nevnes at nedbørens nitrogeninnhold generelt sett har økt i de senere år.

Det lave siktedypet sammen med høye tall for farge, KMnO_4 og jern viser at vannet har relativt stor tilførsel av humusstoffer.

Det biologiske materialet (planteplankton-, zooplankton- og begroingsmaterialet) viser at innsjøen foreløpig kan karakteriseres som oligotrof (næringsfattig), men det relativt høye klorofyllinnholdet tyder på en viss belastning av næringsalter. Det er i Synnfjorden bestand av sik og en del ørret. Sannsynligvis beiter ørreten i vesentlig grad på bunn-

dyr, bl.a. marflo (grunnåt), mens siken for en stor del beiter på zooplanktonet. Undersøkelsen av zooplanktonet tyder på at denne beitingen er relativt betydelig.

Vannets klorofyllinnhold som er direkte proporsjonalt med algemengden indikerer en viss utvikling, men som helhet må innsjøen betraktes som oligotrof.

Innsjøen er noe påvirket av koliforme bakterier, også fekal koli (som stammer fra fekalier). Dette avspeiler bruken av innsjøen som resipient for avløpsvann. Bl.a. betyr dette at vannet ikke uten videre kan brukes som drikkevann.

6. KONKLUSJON

Synnfjorden med Synna må anses som et vassdrag med viktige friluft-, fiske- samt drikkevanninteresser. Bl.a. henter mange hytter sitt drikkevann fra Synna (utløpselva).

Fra naturens side er Synnfjorden - Synna et ømfintlig vassdragsystem sett i resipientsammenheng. Vannet i Synnfjorden er bløtt og i betydelig grad påvirket av humusstoffer. Næringssaltkonsentrasjonen er noe høyere enn man kan vente seg i naturvann. Klorofyllkonsentrasjonen er relativt høy hele sommeren. Vannet er også påvirket av bakterier. Analyseresultatene viser at innsjøen er noe påvirket, men Synnfjorden kan fremdeles karakteriseres som oligotrof (næringsfattig). Her må tas i betraktning innsjøens beliggenhet over havet som betinger en relativt lav sommer-temperatur på vannet og relativt kort vekstsesong.

For å bevare vannkvaliteten i innsjø/vassdrag vil vi anbefale at:

- Utslipp av urensset avløpsvann til Synnfjorden med tilløp fra hytter/setre og andre aktiviteter i nedbørfeltet unngås.
- Nåværende og eventuelt fremtidige kloakkrensaneanlegg alltid må ha en renseeffekt på minst 90 % for fosfor.
- Forutsetning for utslippstillatelse fra et eventuelt Alpinsenter må være at det her benyttes vannbesparende toaletter med avløp til lukket anlegg, og at innholdet transporteres til et egnet sted utenfor Synnfjordens nedbørfelt. Gråvannet må renses tilfredsstillende, dvs. for fosfor.
- Omfanget av eventuell bygging av andre etablissementer i forbindelse med fritidsaktivitet må avstemmes etter effektiviteten av forurensningsbegrensende tiltak. Foreløpig synes det ikke tilrådelig å øke fosforbelastningen på innsjøen utover det som allerede eksisterer samt det som er planlagt i forbindelse med et eventuelt Alpinsenter.

- Fast avfall fra hytter og fritidsetablissemeter må samles opp og transporteres til et betryggende deponi utenfor Synnfjordens nedbørfelt.
- Det bør etableres en viss kontroll med eventuelle turistaktiviteter på innsjøen og i dens umiddelbare nærhet.
- Det bør overveies å innføre fosforfrie vaskemidler for bruk ved fritidsetablissemeter.
- Eventuell bruk av vassdraget som drikkevannkilde vurderes i samråd med helsemyndighetene.
- Innsjøens forurensningstilstand overvåkes.

7. REFERANSER

- Holtan, H. 1978: Fysisk-kjemisk vannkvalitet og utviklingstendenser i store øst-norske innsjøer. NIVAs Årbok for 1977, pp. 21-41.
- Krogh, T. 1976: Klorofyllanalyse ved NIVA, D2-25, 1976.
- Løberg, B.E. 1965: Undersøkelser av sparagmittgruppens bergarter i Gausdal Vestfjell og noen foreløpige betraktninger over Synnfjell-sandsteinens stratigrafiske stilling. Hovedfagsoppgave i mineralogi - petrografi ved Oslo Universitet, Blindern 1965.
- Nilssen, J.P. 1978: Eutrophication, Minute Algae and inefficient Grazers. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 36: pp. 121-138.
- NIVA, 1975: Gudbrandsdalsvassdraget, Mjøsa, Vormå. Resipientundersøkelser i forbindelse med planlagte vassdragsreguleringer 1974-1975. A. Resultater og vurdering. Rapport 0-151/73, oktober 1975.
- NIVA, 1978: Oversikt over fosfortilførsler til innsjøer. Rapport 0-92/78, 14. desember 1978.
- NIVA, 1978: Tilførsler av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra nedbør, skog, snaufjell og jordbruk. Rapport A2-32, 12 november 1978.
- NIVA, 1979: Telemarkvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-1979. 0-70112. (Forfattere: Rognerud, S., Berge, D., Johannessen, M.) Blindern, august 1979.
- SFT, 1978: Retningslinjer for dimensjonering av avløpsrensaneanlegg. TA-525, Oslo, august 1978.
- SNSF, 1977: Regional Surveys of Small Norwegian Lakes Oct. 1974, March 1975, March 1976, and March 1977. IR 33/77. (Forfattere: Richard F. Wright m.fl.), Oslo-Ås, Oktober 1977.
- St.meld. nr. 71 for 1972-73: Særskilt vedlegg 1. Langtidsprogrammet 1974-1977. Spesialanalyse 1. Forurensninger. (Forfattere: G. Uhlen m.fl.)

Tabell 15. Synna ved utløpet av Synnfjorden. Fysisk-kjemiske analyse-
resultater fra observasjonsdagene 16/1-19/12 1978.

Dato	16/1	15/2	15/3	18/4	16/5	3/6	15/6	4/7	23/7	3/8	14/8	3/9	17/9	16/10	21/10	15/11	19/12
Temperatur °C	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5		10,8		12,5	15,7	12,5		8,2	4,2	2,1	1,0	0,3
pH	6,81	7,63	6,89	6,85	6,58	6,58	6,82	6,76	7,58	6,79	6,92	7,0	7,01	6,72	6,77	6,63	6,81
Konduktivitet µS/cm, 20 °C	18,9	18,9	18,0	17,9	18,1	14,1	13,5	12,9	13,0	13,5	14,0	12,5	16,5	12,5	13,0	15,2	25,2
Farge mg Pt/l	22	30	16	33	33	38	35	22	43	49	33	33	41	40	31	37	31
Turbiditet F.T.U.	0,25	0,6	0,35	0,33	0,40	0,41	0,51	0,63	0,81	0,5	0,48	0,5	0,7	0,6	0,38	0,34	0,46
Permanganat- tall, mg O/l	3,1	2,2	2,5	2,8	2,4	3,2	3,2	3,0	3,4	3,5	2,9	3,0		3,0	3,0	2,84	3,7
Jern µg Fe/l	65		80		75				80					65			
Mangan µg Mn/l	7		12		13				16					9			
Klorid mg Cl/l	0,6		0,4		0,4				0,4					0,4			
Sulfat mg SO ₄ /l	2,9		2,7		3,3				2,1					2,5			
Silisium mg SiO ₂ /l	3,6		3,4		3,7	2,8		2,5	2,3	3,0		2,9		2,1	2,3		
Kalsium mg Ca/l	2,20		2,15		2,25				1,75					1,70			
Magnesium mg Mg/l	0,45		0,44		0,46				0,36					0,54			
Natrium mg Na/l	0,56		0,66		0,85				0,65					0,52			
Kalium mg K/l	0,28		0,28		0,30				0,25					0,25			
Total Nitrogen µg N/l	150	180	200	210	150	100	150	200	200	160	210	180	640	170	210	210	610
Nitrat µg N/l	20	20	30		65	55	15	<10	<10	<10	<10	10	15	20	20	25	35
Total fosfor µg P/l	8	6	16	12	11	4	9	3	10	5	13	6	17	9	7	13	24
Orto fosfat µg P/l						<2		<2		<2		<1			1		
Alkalitet ml N/10 HCl/l pH = 4,5	1,23		1,19		1,18	1,20		1,15	0,79	0,80		1,0		0,96	0,89		

Tabell 16. Synnfjorden. Kjemiske analyseresultater fra observasjonsdagene
3/6-3/9 1978.

Dato	3/6		4/7				3/8		3/9	
m dyp	0-10	20	0-10	16	25	30	0-10	30	0-10	25
pH	6,8	6,7	7,30	6,92	6,74	6,59	6,62	6,60	7,53	6,85
Konduktivitet µS/cm, 20 °C	14,3	14,3	12,9	13,2	13,4	13,7	13,5	14,0	12,5	13,5
Farge mg Pt/l	61	46	27	22	22	22	33	27	38	33
Turbiditet F.T.U.	0,53	0,41	0,72	0,61	0,70	0,53	0,55	0,46	0,63	0,49
Permanganat- tall, mg O/l	3,5	3,1	2,8	2,5	2,8	3,5	3,4	2,8	3,24	3,2
Jern µg Fe /l	130	235	95			420	170	90	90	80
Mangan µg Mn/l	50	50	30			43	14	24	10	23
Klorid mg Cl/l	0,6	0,5	0,5			0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
Sulfat mg SO ₄ /l	2,1	2,4	2,0			2,3	1,9	1,9	2,2	2,3
Silisium mg SiO ₂ /l	2,8	2,8	2,7	2,9	2,9	2,9	2,3	2,7	2,4	2,6
Kalsium mg Ca/l	1,68	1,78	1,64			1,64	1,8	1,7	1,8	1,75
Magnesium mg Mg/l	0,29	0,34	0,36			0,35	0,36	0,36	0,34	0,31
Natrium mg Na/l	0,65	0,59	0,45			0,51	0,55	0,60	0,5	0,45
Kalium mg K/l	0,20	0,2	0,17			0,17	0,2	0,25	0,1	0,2
Totalnitrogen µg N/l	240	140	80	120	120	130	180	220	220	200
Nitrat µg N/l	45	65	15	40	45	45	<10	45	15	35
Totalfosfor µg P/l	23	6	5	3	6	3	6	5	6	4
Ortofosfat µg P/l	< 2	< 2	5	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	1	1
Alkalitet ml N/10 HCl/l (pH: 4,5)	1,27	1,26	1,00	1,11	1,14	1,12	1,11	1,06	1,02	0,98
Tørrstoff mg/l			0,94				0,77		0,72	
Gløderest mg/l			0,06				0,23		0,06	
Glødetap mg/l			0,88				0,55		0,66	

Tabell 17. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Synnfjorden i 1978.

Basert på blandprøver 0-10 m dyp

Antallet er gitt i 10^3 . Volumet er gitt i mm^3/m^3

* = kolonier

Art	Dato		3. juni		4. juli		3. august		3. september	
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.		
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)										
Chlamydomonas spp.	5	1,6					12	1,2	6	0,6
* Dictyosphaerium pulchellum v. minutum Defl.							6	0,1		
Elakatothrix gelatinosa Wille									25	1,2
Gloeotila sp. (?)			40	12,1	69	34,3				
Kirchneriella sp.			19	0,6	62	1,9				
Monomastix sp.							19	0,9		
Monoraphidium griffithii (Berkel)Kom.-Legn.	5	0,4								
Monoraphidium minutum (Näg.) Kom.-Legn.			3	0,2	19	1,6	18	1,6		
Oocystis lacustris Chod.							1,5	0,9		
Oocystis submarina v. variabilis (=O.parva ?) Skuja	44	1,3	34	1,0	162	4,9	50	1,5		
Scourfieldia sp.			28	0,8					6	0,1
Ubest. coccoide grønnalger	9	0,6							37	1,9
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)										
Bitrichia chodatii (Rev.) Chod.							9	0,9		
Chrysoikos skujai (Nauw.) Willén	8	0,4	100	5,0	6	0,3				
Craspedomonadineae	39	2,5	25	1,6					16	1,0
Cyster av chrysophyceae	5	0,7	9	1,4	22	3,3	3	0,4		
Dinobryon borgei Lemm.			65	1,6	31	0,8	3	0,1		
Dinobryon crenulatum West & West			16	2,3	56	8,4	6	0,9		
Epipyxis cf. polymorpha (Lund) Hill & Asm.					16	2,3				
Kephyrion spp.			22	1,1	31	1,6	16	0,8		
Mallomonas akrokomos Ruttn.					9	2,3	6	1,6		
Mallomonas cf. majorensis			25	24,9						
Mallomonas sp.	5	2,2							9	4,6
Pseudokephyrion sp.			9	0,6						
Spiniferomonas sp.			37	5,6	44	6,5				
Stichogloea doederleinii (Schmidle) Wille	5	0,7	46	5,4	211	31,8				
Små chrysomonader	442	28,7	582	37,9	616	40,1	355	23,1		
Store chrysomonader	78	25,3	181	58,7	218	70,8	168	54,6		
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)										
Cyclotella sp. (d=8-10 µm)			9	1,9	9	1,9	56	16,8		
Melosira distans v. alpigena Grun.	5	2,3	12	6,2	37	18,7	258	129,2		
CRYPTOPHYCEAE										
Cryptaulax vulgaris Skuja	8	0,9								
Cryptomonas marssonii Skuja			6	6,8	9	10,3	8	8,6		
Cryptomonas spp. (l > 24 µm)			3	7,7						
Katablepharis ovalis Skuja	17	1,7	93	9,3	25	2,5	34	3,4		
Rhodomonas lacustris (+ v.nannoplantica) Pasch. & Ruttn.	26	3,3	719	107,9	103	13,8	143	17,9		
DINOPHYCEAE (fureflagellater)										
Gymnodinium cf. lacustre Schill.	12	5,9	69	27,4	16	7,0	28	12,6		
Gymnodinium sp. (14 x 10 µm)	14	8,4								
Gymnodinium sp. (32 x 21 µm)							1,5	9,3		
Peridinium inconspicuum Lemm.	1,5	3,8			12	24,9				
µ-alger	1084	10,8	2056	20,6	2860	28,6	897	9,0		
TOTALVOLUM		101,5		348,6		322,6		300,8		

Tabell 18. Kvalitativ forekomst av dyreplankton i Synnfjorden på prøvetakingsdagene 3. juni-3. september 1978.

(Vert. håvtrekk, 1/10 av hver prøve telt.)

+++ rikelig, ++ vanlig forekommende, + forekommer

Arter	Dyp i meter		20-0	20-0	20-0	20-0
	Dato		3/6	4/7	3/8	3/9
COPEPODA						
Ordn. Calanoida						
Acanthodiptomus denticornis	-	♀		1	1	
	- ov.	♀				
	-	♂			1	
	- cop.			2		1
		naup.	12	1		
Σ Acanthodiptomus			12	4	2	1
Heterocope appendiculata	-	♀			4	1
	- ov.	♀			2	
	-	♂			2	
	- cop.		9	14		
		naup.	15	5		
Σ Heterocope appendiculata			24	19	8	1
Ordn. Cyclopoida						
Cyclops scutifer	-	♀		41	21	6
	- ov.	♀		9	5	2
	-	♂		47	15	1
	- cop.		81	115	71	12
		naup.	60	3	157	42
Σ C. scutifer			141	215	269	63
PHYLLOPODA						
Ordn. Cladocera						
Daphnia cristata	u/egg	♀	2	1	1	1
	m/egg	♀				
	hv./egg	♀				1
	-	♂				1
	Juv.			1		
	Embr.					
Σ D. cristata			2	2	1	3
Bosmina sp.	u/egg	♀	14	58	17	40
	m/egg	♀		7	11	4
	hv.egg	♀		1		4
	-	♂				4
	Juv.		8	31	13	20
	Embr.			87	1	12
Σ Bosmina			22	184	42	84
Σ Holopedium gibberum			1	37	34	9
Σ Leptodora kindti					1	1
Tot. copepoda			177	238	279	65
Tot. cladocera			25	223	78	97
Σ Krepssdyrplankton			202	461	357	162
ROTATORIA						
Asplanchna priodonta			++	+++		
Chonochilus spp.			+++	+++	+++	+++
Kellicottia longispina			+++	+++	+++	+++
Keratella cochlearis			+	++	++	+
Keratella hiemalis			++	+	+	++
Polyarthra vulgaris			+	+	++	++