

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-78007

KOLBOTNVATN MED TILLØP

Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1978-1979

Dato: 4. februar 1981

Saksbehandler: Hans Holtan

Medarbeidere : Pål Brettum

Brynjar hals

Gjertrud Holtan

Gerd Justås

Gösta Kjellberg

Torulv Tjomsland

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: 0-78007
Undernummer:
Løpenummer: 1261
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: KOLBOTNVATN MED TILLØP Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1978-1979	Dato: 4. februar 1981
	Prosjektnummer: 0-78007
Forfatter(e): Hans Holtan Pål Brettum Gjertrud Holtan Gösta Kjellberg	Faggruppe: SEKVAS
	Geografisk område: Oppegård kommune Akershus fylke
	Antall sider (inkl. bilag):

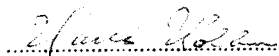
Oppdragsgiver: Oppegård kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTF-nr.):
------------------------------------	---------------------------------

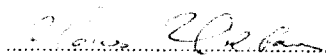
Ekstrakt:

Det ble foretatt en enkel undersøkelse av Kolbotnvatn med tilløp og utløp i 1978 - 1979. Analyseresultatene viser at innsjøen er utsatt for stor belastning fra omkringliggende bebyggelse / kloakk. Kloakksystemet synes å fange opp ca. 80% av kloakkvannet. Den resterende fosforbelastning bør reduseres med ca. 95%. Det bør settes i gang forskningstiltak for å finne fram til egnede restaureringstiltak i selve innsjøen. Lufteren må snarest mulig settes i drift.

4 emneord, norske:
1. Kolbotnvatn
2. Eutrofiering
3. Restaurering
4. Limno-lufter

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


Prosjektleders sign.:


Seksjonsleders sign.:


Instituttetsjefs sign.:

ISBN 82-577-0349-4

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
1. INNLEDNING	5
2. DEN UTFØRTE UNDERSØKELSE	7
2.1 Arbeidsprogram	7
2.2 Forurensningssituasjonen i tilløp - utløp	8
2.3 De fysisk-kjemiske og biologiske forhold i Kolbotnvatn	15
2.3.1 Fysisk-kjemiske forhold	15
2.3.2 Planteplankton i Kolbotnvatn i 1978	21
2.3.3 Krepserplankton i Kolbotnvatn i 1978	25
3. AREALFORDELING - AKTIVITETER I NEDBØRFELTET	29
3.1 Forurensningskilder - forurensningstilførsler	29
3.2 Teoretisk beregning av forurensningsproduksjon	32
3.3 Forurensningstilførsler til Kolbotnvatn	33
3.4 Vannføring	33
3.5 Transport av næringsalter	35
4. SAMMENFATTENDE DISKUSJON	37
5. KONKLUSJON	40
6. LITTERATURLISTE	41

TABELLFORTEGNELSE

	Side:
1. Kolbotnvatnet; tilløp og utløp. Middelerverdier, største, minste og bredde for konduktivitet, KMnO_4 -tall og nærings-salter	10
2. Verdier for tørrstoff, organisk og uorganisk partikulært materiale (mg/l) i Kolbotnvatnets tilløp og utløp	12
3. Kolbotnvatn. Fysisk-kjemiske analyse-resultater fra feltnålinger 1978	16
4. Kolbotnvatn. Organisk materiale (KMnO_4 -tall) og nærings-salter målt i blandprøver (0-8 m) fra 1978	19
5. Kolbotnvatn. Forholdet mellom total nitrogen / total fosfor og mellom orto fosfat / nitrat på de forskjellige observasjonsdager	20
6. Kolbotnvatn. Klorofyll a i $\mu\text{g chl a/l}$ målt i blandprøver (0-8 m) fra 1978	23
7. Befolkningsfordeling i Kolbotnvatnets nedbørfelt	30
8. "Boligområdenes forurensningsproduksjon" i de forskjellige delnedbørfelt	32
9. Årsvannføring i 10^3 m^3 i de forskjellige nedbørfelts tilløpsbekker til Kolbotnvatn samt i utløpet	33
10. Tilførsler av nærings-salter til Kolbotnvatn i kg P respektive N pr. år for tidsrommet 1/9 1978 til 31/8 1979	35
11. Midlere årskonsentrasjon av total fosfor og total nitrogen i tilløp/utløp til Kolbotnvatn (sept. 1978 - august 1979)	36
12. Augestadbekken (st. 1). Kjemisk-fysiske analysedata 30/1 1978 - 20/8 1979	42
13. Skredderstubekken (st. 2). Kjemisk-fysiske analysedata 30/1 1978 - 20/8 1979	43
14. Midtoddveibekken (st. 3). Kjemisk-fysiske analysedata 30/3 1978 - 20/8 1979	44
15. Ekornrudbekken (st. 4). Kjemisk-fysiske analysedata 10/4 1978 - 20/8 1979	45
16. Nordengabekken (st. 5). Kjemisk-fysiske analysedata 30/3 1978 - 20/8 1979	46
17. Myrvoldbekken (st. 6). Kjemisk-fysiske analysedata 30/3 1978 - 20/8 1979	47
18. Kantorbekken (st. 7). Kjemisk-fysiske analysedata 30/1 1978 - 28/8 1979	48
19. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Kolbotnvatn i 1978 basert på blandprøver 0-8 m dyp	49
20. Forekomst av de vanligst forekommende krepsdyrplanktonarter. Semikvantitative data basert på håvtrekk fra 0-8 metersonen fra st. 2, Kolbotnvatn 1978	50

FIGURFORTEGNELSE

	Side:
1. Kolbotnvatn. Nedbørfelt med prøvetakingsstasjoner	6
2. Tilløpsbekker og utløp Kolbotnvatnet. Temperaturvariasjoner i °C	9
3. Kolbotnvatn; tilløp 1978-1979. Konduktivitet i $\mu\text{S}/\text{cm}$ $v/20^{\circ}\text{C}$. Middelerdier (hel søyle) og variasjonsbredde. Stiplet: vanlig konsentrasjon i norsk overflatevann	11
4. Kolbotnvatn; tilløp 1978-1979. Organisk stoff som KMnO_4 - forbruk (mg O/l). Middelerdier (hel søyle) og variasjons- bredde. Stiplet: vanlig konsentrasjon i norsk overflatevann	12
5. Kolbotnvatn; tilløp 1978-1979. Total nitrogen i mg N/l. Middelerdi (hel søyle) og variasjonsbredde. Skravert: normal konsentrasjon i norsk overflatevann	13
6. Kolbotnvatn; tilløp 1978-1979. Nitrat i mg N/l. Middeler- verdier (hel søyle) og variasjonsbredde. Skravert: normal konsentrasjon i norsk overflatevann	13
7. Kolbotnvatn; tilløp 1978-1979. Total fosfor i μg P/l. Middelerdier (hel søyle) og variasjonsbredde. Skravert: normal konsentrasjon i norsk overflatevann	14
8. Kolbotnvatn; tilløp 1978-1979. Orto fosfat i μg P/l. Middelerdier og variasjonsbredde	14
9. Kolbotnvatn. Isopletdiagram for temperatur 1978	18
10a. Kolbotnvatn. Isopletdiagram for prosent oksygenmetning 1978	18
10b. Kolbotnvatn. Isopletdiagram for oksygen (mg O_2 /l) 1969	18
11. Kolbotnvatn. Variasjoner i totalt planteplankton og prosentvis andel av de viktigste algegruppene i 1978	22
12. Kolbotnvatn. Variasjon i klorofyll a og siktedyp i 1978	24
13a. Semikvantitative data over forekomst av krepsdyrplankton i Kolbotnvatn 1978. Vertikale håvtrekk fra 0-8 m	27
13b. Prosentvis fordeling av hoppekreps og vannlopper. Materiale fra vertikale håvtrekk fra 0-8 m	27
13c. Prosentvis fordeling av krepsdyrplanktonarter. Materiale fra vertikale håvtrekk fra 0-8 m	27
14. Vannføringsmålinger på de forskjellige observasjons- dager i Augestadbekken og Skredderstubekken 1978-1979	34
15. Kantorbekken (utløp Kolbotnvatnet). Månedsvannføring 1978-1979	34

1. INNLEDNING

På møte den 12. september 1977 mellom representanter fra teknisk etat, Oppegård kommune og Norsk institutt for vannforskning (NIVA), ble NIVA bedt om å utarbeide forslag til en limnologisk undersøkelse av Kolbotnvatn, de viktigste tilløpene og utløpet, Kantorbekken (figur 1).

Forslag til program utarbeidet av Hans Holtan, NIVA, ble oversendt Oppegård kommune den 26. oktober 1977. Kommunen godkjente programmet i brev av 23. desember samme år.

Prøvetaking i innsjøen og en del av tilløpene ble igangsatt den 30. januar 1978. Ved befaring 10. april 1978 ble stasjoner for vannstandsmålinger og fysisk-kjemisk prøvetaking i 6 tilløpsbekker og utløpsbekken endelig bestemt. I august måned ble enkelt utstyr for måling av vannstand montert etter forslag og under veiledning av T. Tjomsland, NIVA. Oppegård kommune ved teknisk etat har hatt ansvaret for vannstandsmålinger og innsamling av prøver fra tilløp og utløp.

Oversikt over antall bedrifter og bosatte i de enkelte nedbørfelt er utarbeidet ved Oppegård kommune.

Ved NIVA har Gjertrud Holtan hatt ansvaret for gjennomføring av prøvetaking, innsamling og bearbeiding av fysisk-kjemisk og diverse annet materiale og har skrevet de innledende kapitler. Feltarbeidet er i hovedsak utført av Brynjar Hals og G. Holtan. Pål Brettum har bearbeidet planteplanktonmaterialet og utarbeidet kapitlet om dette i rapporten. Han har også vurdert resultater av klorofyllmålinger som er analysert ved Biologisk analyseseksjon, NIVA. Dyreplanktonet er telt av Gerd Justås og bearbeidet videre av Gösta Kjellberg, NIVA, Hamar.

Siktedyp, innsjøens farge, temperatur, oksygen, konduktivitet og pH er målt i felt (kap. 3), mens næringssalter (total nitrogen, nitrat, total fosfor og ortofosfat) og kjemisk oksygenforbruk (KMnO_4 -tall) er analysert ved Kjemisk analyseseksjon, NIVA.

Innenfor oppdragets økonomiske ramme har det dessverre ikke vært mulig å gjøre noen undersøkelse av innsjøens sedimenter. Vi har imidlertid hatt kontakt med O. Skogheim (da avd. for limnologi, Universitetet i Oslo) som deltar i forskningsprosjektet "Sedimentenes betydning for innsjømetabolismen, spesielt i forbindelse med eutrofiering" hvor også undersøkelse av Kolbotnvatnet inngår.

Hans Holtan har vært ansvarlig saksbehandler ved NIVA og har i hovedsak utarbeidet rapporten.

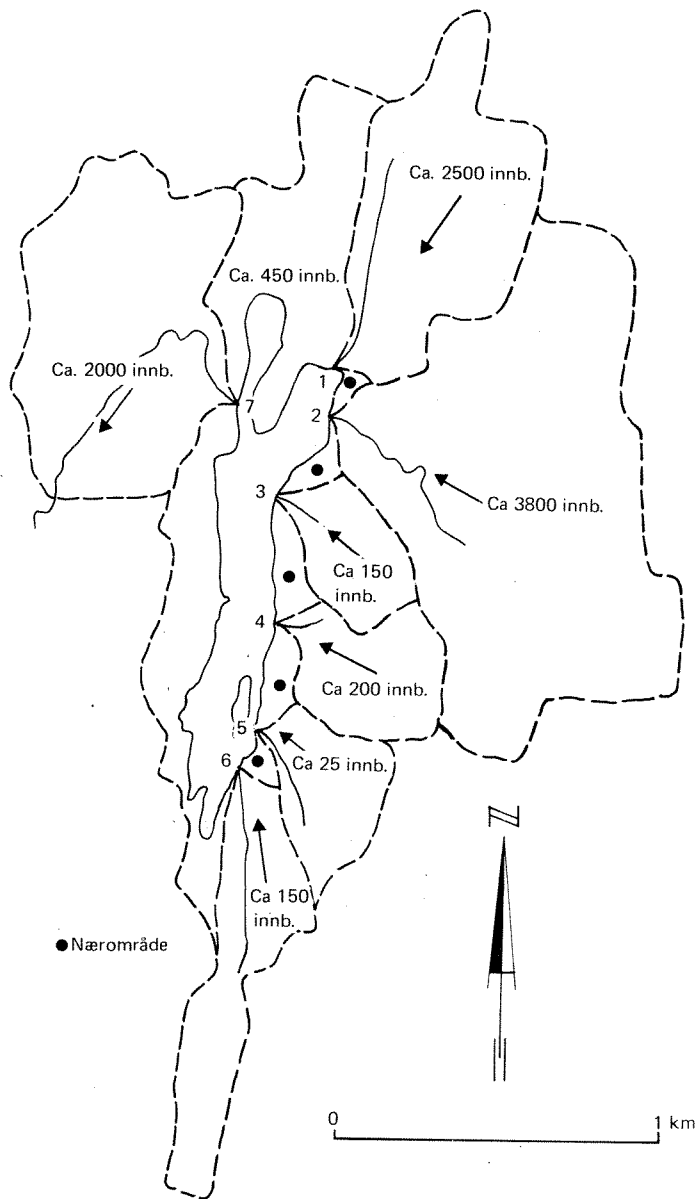


Fig. 1. Kolbotnvatn. Nedbørfelt med prøvetakingsstasjoner.

2. DEN UTFØRTE UNDERSØKELSE

2.1 Arbeidsprogram

I tidsrommet januar 1978 til august 1979 ble det gjennomført en enkel undersøkelse av forurensningssituasjonen i Kolbotnvatn, de viktigste tilløp og utløp.

Fra selve innsjøen ble det i dette tidsrom samlet inn prøver fra de sentrale områder av innsjøen (st. 2 i rapport 5-70 av 18. jan. 1978, dvs. i nærheten av "Limnoutstyret") i alt 8 ganger i 1978, nemlig 30/1, 30/3, 25/4, 1/6, 21/7, 30/8, 27/9 og 31/10. Næringssaltene (nitrogen og fosfor) samt organisk stoff som KMnO_4 -tall ble bestemt på blandprøve 0-8 m. Fra samme vannmengde ble det også tatt ut prøver for bestemmelse av klorofyll og kvantitativt planteplankton. Temperatur, pH, konduktivitet og oksygen ble bestemt i felt ved bruk av Martek-instrument. Endelig ble det samlet inn klorofyll i seks dyp (0-6 m) for bestemmelse av den vertikale biomassefordelingen i produksjonslaget. Siktedyp og vannets farge ble bestemt hver gang.

Fra 6 tilløp samt utløp ble det i nevnte tidsrom, jan. 1978 - august 1979, samlet inn prøver i alt 29 ganger. Hensikten med denne prøveinnsamling var å belyse variasjonsspekteret i vannets innhold av næringssalter og organisk stoff (KMnO_4) samt å bestemme transporten av næringssalter (fosfor og nitrogen) til Kolbotnvatn. Dessuten ble vannets konduktivitet og temperatur målt hver gang. Vannstandsmålinger kom først i gang i august 1978, og fra da av ble bekkenes vannstand målt på de enkelte prøvetakingsdager. Følgende bekker (tilløp - utløp) var med i undersøkelsesopplegget (fig. 1).

- St. 1. Augestadbekken
- St. 2. Skredderstubekken
- St. 3. Midtoddveibekken
- St. 4. Ekornrudbekken
- St. 5. Nordengabekken
- St. 6. Myrvoldbekken
- St. 7. Kantorbekken v/utløp Kolbotnvatn.

Analyseresultater og observasjonsdata (rådata) er fremtilt i tabellene 12-18.

2.2 Forurensningssituasjonen i tilløp - utløp

Temperatur

Variasjoner i vannets temperatur er vist i figur 2.

I sommerperioden synes temperaturen stort sett å være noe lavere i Augestadbekken (st. 1), Midtoddveibekken (st. 3) og Ekornrudbekken (st. 4) enn i de øvrige bekker. Om vinteren synes det motsatte å være tilfelle. Særlig gjelder dette Augestadbekken. Det er tydelig at ulik grad av bekkelukking er årsak til et slikt variasjonsmønster. Ellers er å bemerke at temperaturen i utløpet fra Kolbotnvatn om sommeren og høsten til dels er betydelig høyere enn i tilløpsbekkene. Dette skyldes innsjøens varmemagasinerende egenskaper. Temperaturen var forøvrig til dels betydelig høyere sommeren 1979 enn 1978.

Konduktivitet

Konduktivitetsverdiene er et mål for vannets innhold av mineralsalter, og det er i første rekke vannets innhold av kalsium, magnesium, natrium, kalium, sulfat, klorid og hydrogenkarbonat som bestemmer verdiens størrelse.

Ved ekstremt høye verdier av nitrogen, jern og mangan samt avvikende pH-verdier (høye event. lave) kan også disse komponenter innvirke i betydelig grad.

Konduktivitetsverdiene (tabell 1 og fig. 3) i de seks tilløpsbekker var av samme størrelsesorden og varierte normalt mellom 250 og 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (20°C). Den totale variasjonsbredde er imidlertid langt større, noe som har sammenheng med avrenningsforholdene. I slike områder varierer vannførings- og konduktivitetsverdiene normalt omvendt proporsjonalt. Under alle omstendigheter er konduktivitetsverdiene meget høye sammenlignet med norsk overflatevann forøvrig. Konduktivitetsverdiene i utløpet er noe lavere enn i tilløpsbekkene. Her er også variasjonsbredden noe mindre.

Organisk stoff

Vannets innhold av organisk stoff (som KMnO_4 -forbruk), er meget høyt i alle bekker (tabell 1 og fig. 5). Spesielt er innholdet høyt i Augestadbekken (st. 1) og Ekornrudbekken (st. 4). Ofte er verdiene spesielt høye ved stor

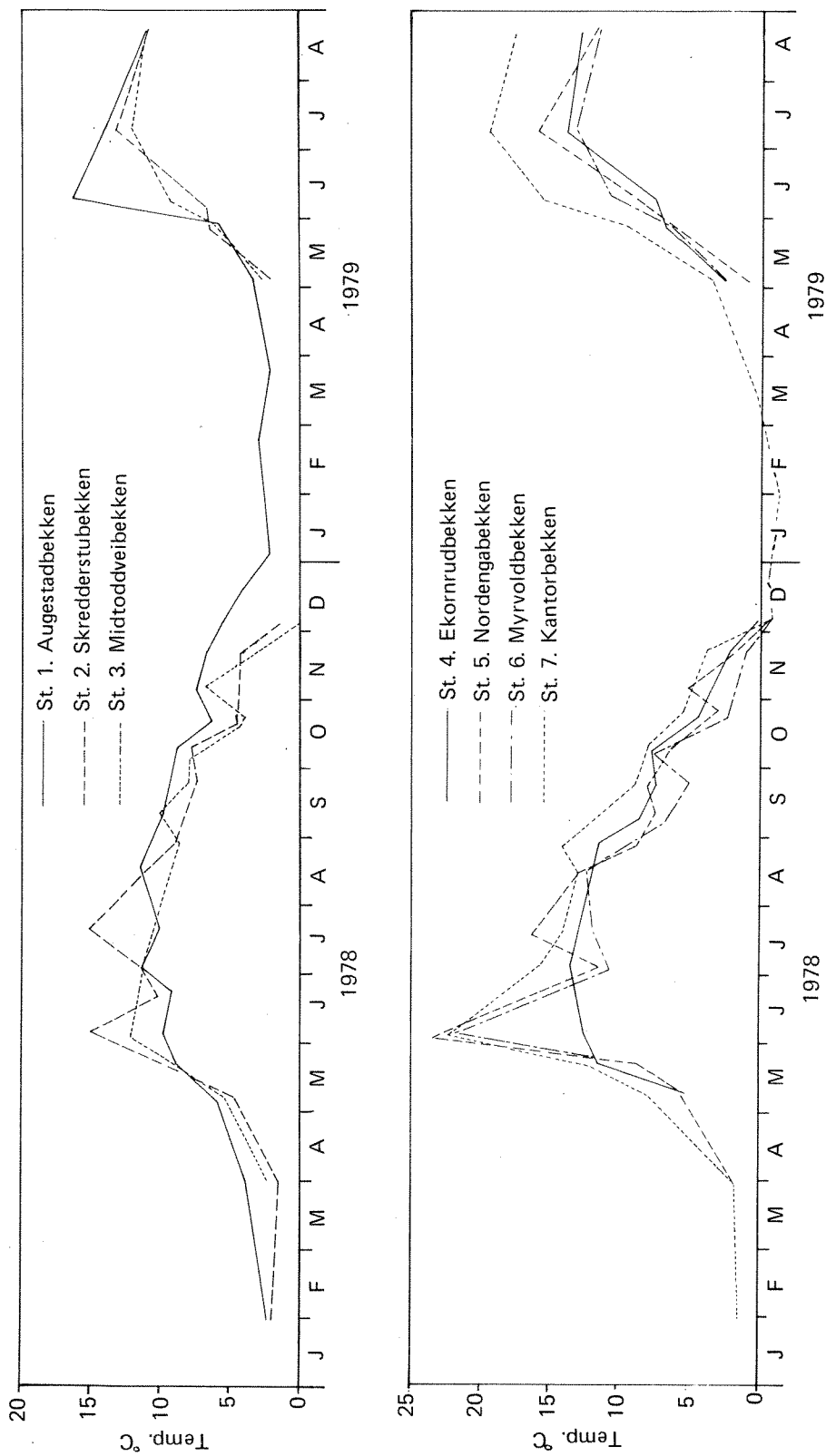


Fig. 2. Tilløpsbekker og utløp Kolbotnvatn. Temperaturvariasjoner i °C.

Tabell 1. Kolbotnvatnet; tilløp og utløp.

St. 1: Augestadbekken, St. 2: Skredderstubekken,

St. 3: Midtoddveibekken, St. 4: Ekornrubbekken,

St. 5: Nordengabekken, St. 6: Myrvoldbekken, St. 7: Kantorbekken.

Komponent		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
Konduktivitet, Middell:		297	252	316	288	244	273	194
μS/cm	Største:	888	336	383	410	328	383	232
v/20°C	Minste :	105	134	211	184	155	142	170
	Bredde :	783	202	172	226	173	241	61,5
Organisk stoff som KMnO ₄ -tall	Middell :	11,7	7,15	5,37	17,4	5,25	7,37	5,68
	Største:	99,2	29,8	9,49	115,0	7,96	45,5	11,2
	Minste :	3,91	2,61	2,84	3,32	3,08	3,56	3,79
	Bredde :	95,3	27,2	6,65	111,0	4,88	41,9	7,43
Total nitrogen	Middell :	10368	4005	5355	3646	1295	2115	1278
	Største:	24000	7400	10200	13600	2900	17200	4500
	Minste :	1020	900	2480	690	390	440	530
	Bredde :	22980	6500	7720	12910	2510	16760	3970
Nitrat	Middell :	1250	2325	3691	1575	728	840	411
	Største:	3700	3750	5500	4900	1390	4000	2750
	Minste :	10	40	1700	85	60	50	10
	Bredde :	3690	3710	3800	4815	1330	3950	2740
Total fosfor	Middell :	1296	331	365	1095	53,7	190	152
	Største:	3900	2100	1100	6200	150	1250	600
	Minste :	210	85	88	57	11	22	38
	Bredde :	3690	2015	1012	6143	139	1228	562
Orto fosfat	Middell :	1063	283	342	618	29,9	128	81,8
	Største:	2400	1300	1050	3700	95	1100	350
	Minste :	195	26	64	41	4	12	3
	Bredde :	2205	1274	986	3659	91	1088	347

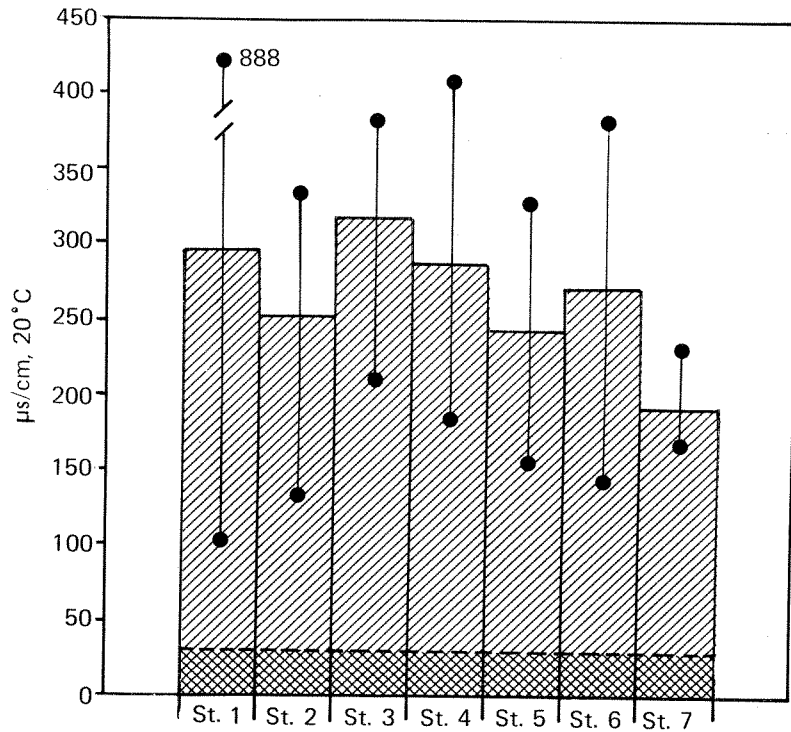


Fig. 3. Kolbotnvatn; tilløp 1978 - 1979. Konduktivitet i $\mu\text{S}/\text{cm}$ v/20 °C. Middelerverdier (hel søyle) og variasjonsbredde. Stiplet: vanlig konsentrasjon i norsk overflatevann.

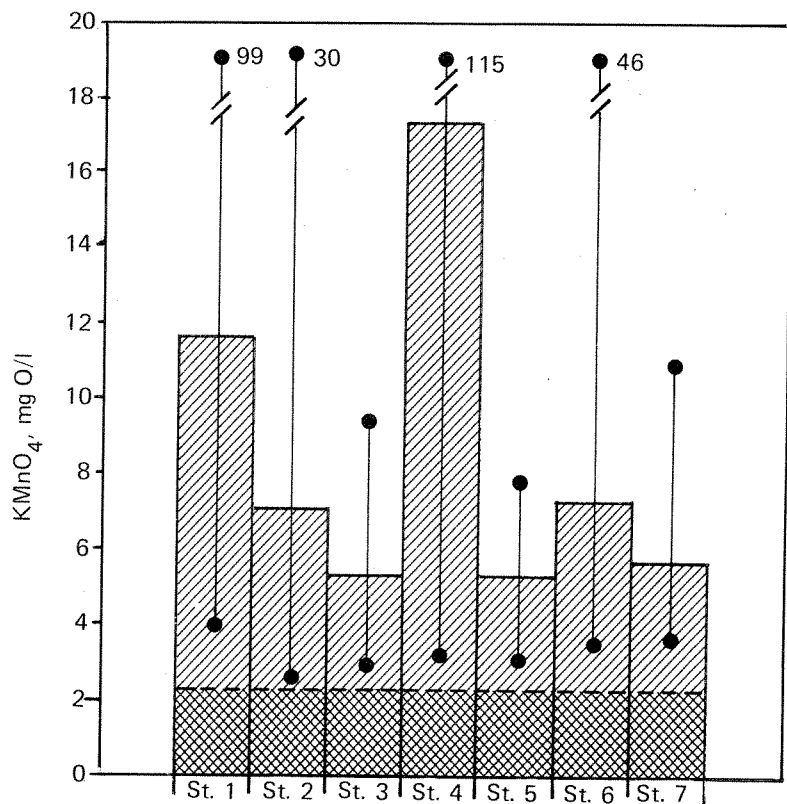


Fig. 4. Kolbotnvatn; tilløp 1978 - 1979. Organisk stoff som KMnO_4 -forbruk (mg O/l). Middelerverdier (hel søyle) og variasjonsbredde. Stiplet: vanlig konsentrasjon i norsk overflatevann

vannføring, noe som sannsynligvis avspeiler utspylingseffekter. Vannets innhold av organisk stoff i utløpet er også høyt, og det synes heller ikke her å foreligge noe klart variasjonsmønster med årstidene.

Tørrstoff - glødetap - gløderest

Den 30/1 og 30/3 1978 ble bekkevannets tørrstoff-, glødetap- og gløderestinnhold (organisk og uorganisk partikulært materiale) bestemt. Resultatene er vist i tabell 2.

Tabell 2. Verdier for tørrstoff, organisk og uorganisk partikulært materiale (mg/l).

Dato	Parameter	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
30/1	Tørrstoff	12,4	11,0	14,6	-	92,5	130,2	3,3
	Organisk	7,7	3,1	1,2	-	11,0	15,2	2,5
	Uorganisk	4,7	7,9	13,4	-	81,5	115,-	0,8
30/3	Tørrstoff	121,0	53,7	-	-	-	-	1,6
	Organisk	26,0	8,7	-	-	-	-	0,8
	Uorganisk	96,7	45,0	-	-	-	-	0,8

På alle stasjoner særlig i tilløpsbekkene var vannets innhold av partikulært materiale til dels meget høyt. I tilløpsbekkene er den uorganiske fraksjon dominerende - antakelig erosjonsmateriale, mens i utløpsbekken er den organiske del mer fremtredende. Det er nærliggende å anta at transport av algemateriale ut av innsjøen er årsak til dette.

Nitrogen

Tabell 1 og fig. 5-6 viser middelveidier og variasjonsbredde for total nitrogen og nitrat. Generelt sett er verdiene meget høye. I henhold til helsemyndighetenes krav til drikkevann (Kvalitetskrav til vann, Sosialdepartementet, januar 1975), skal nitratinholdet ikke overstige 2,5 mg N/l og

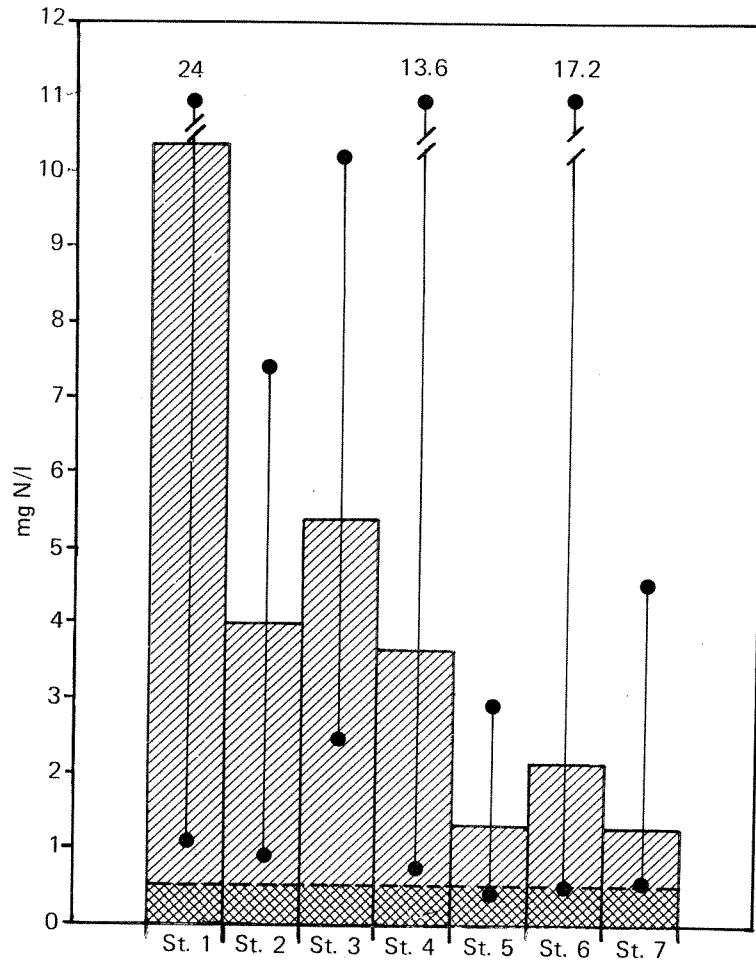


Fig. 5. Kolbotnvatn; tilløp 1978 - 1979. Total nitrogen i mg N/l. Middelerdier (hel søyle) og variasjonsbredde. Skravert: normal konsentrasjon i norsk overflatevann.

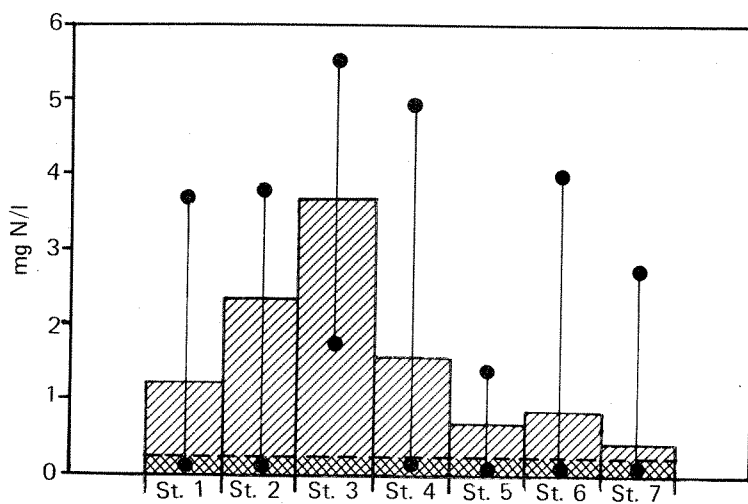


Fig. 6. Kolbotnvatn; tilløp 1978 - 1979. Nitrat i mg N/l. Middelerdier (hel søyle) og variasjonsbredde. Skravert: normal konsentrasjon i norsk overflatevann.

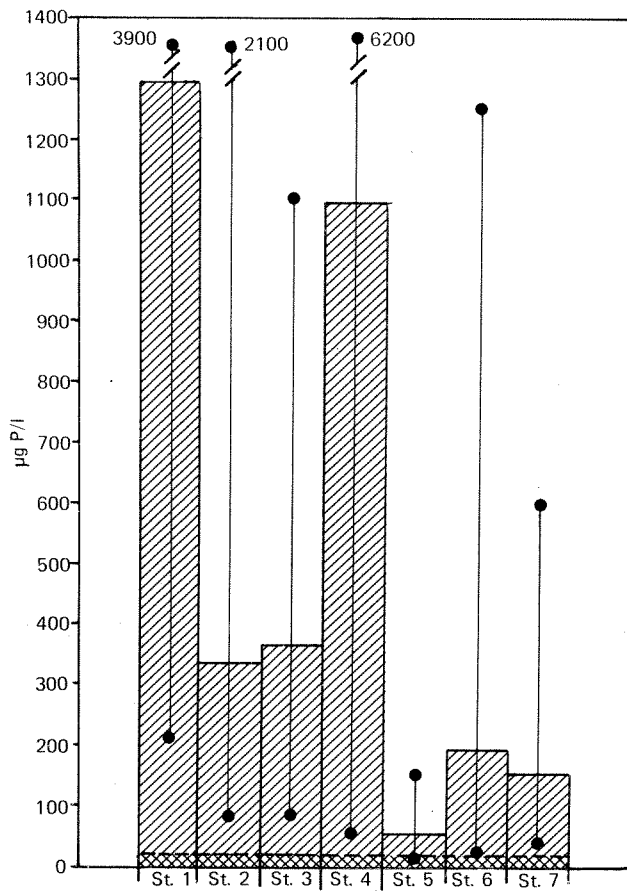


Fig. 7. Kolbotnvatn; tilløp 1978 - 1979. Total fosfor i $\mu\text{g P/l}$.
Middelvrdier (hel søyle) og variasjonsbredde.
Skravert: normal konsentrasjon i norsk overflatevann.

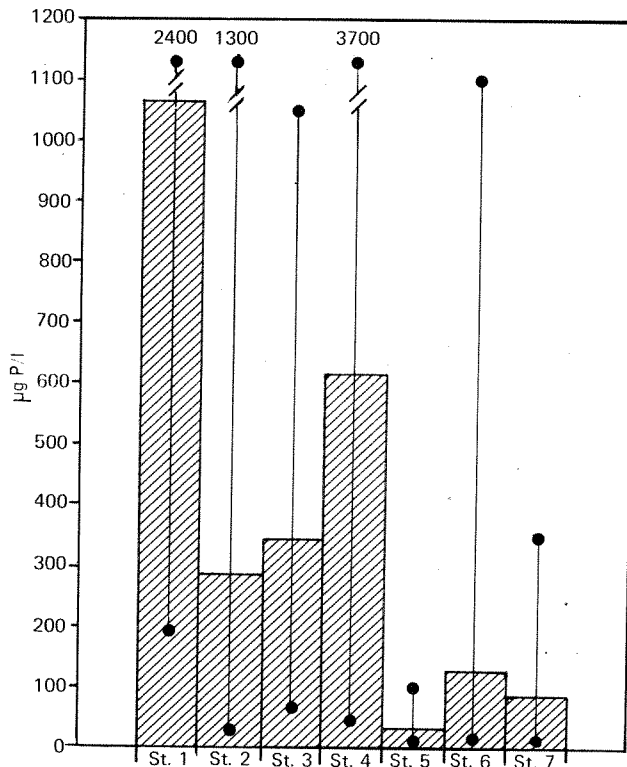


Fig. 8. Kolbotnvatn; tilløp 1978 - 1979. Orto fosfat i $\mu\text{g P/l}$.
Middelvrdier og variasjonsbredde

nitrittinnholdet må være lavere enn 0,05 mg N/l. I alle bekker bortsett fra Nordengabekken (st. 5), var nitratinnholdet til tider langt høyere. I Midt-oddveibekken ble det målt nitratverdier på 5,5 mg N/l. Nitratkonsentrasjonen i utløpet fra Kolbotnvatn (Kantorbekken) som renner ned i Gjersjøen, var i middel <0,5 mg N/l, men også her var det til tider relativt høye verdier f.eks. 2,75 mg N/l den 10/4 1978. Verdiene var forøvrig høyest om våren og under lavvannføringer.

Fosfor

Middelverdier og variasjonsbredde for vannets innhold av total fosfor og ortofosfat er fremstilt i tabell 1 og fig. 7-8. Verdiene er i alle bekker meget høye, og i Ekornrubbekken (st. 4) ble det målt totalfosforverdier på 6,2 mg P/l. Generelt sett synes det som om konsentrasjonsverdiene er høyest i Augestadbekken (st. 1) og Ekornrubbekken (st. 4). De laveste verdier ble målt i Nordengabekken (st. 5). I utløpet fra Kolbotnvatn var middelkonsentrasjonen av total fosfor og ortofosfat henholdsvis 600 og 350 µg P/l.

2.3 De fysiske-kjemiske og biologiske forhold i Kolbotnvatn

2.3.1 Fysiske-kjemiske forhold

Som nevnt ble det i 1978 samlet inn blandprøver (0-8 m) fra stasjon 2 i Kolbotnvatn i alt 8 ganger. Disse prøver ble analysert på total nitrogen, nitrat, total fosfor, ortofosfat og organisk stoff (KMnO_4). Under feltarbeidet ble vannets temperatur, konduktivitet, pH og oksygen målt for annenhver meter i en vertikalserie fra overflate til bunn. Resultatene er vist i tabellene 3 og 4.

Temperatur

Vannets temperaturfordeling i Kolbotnvatn viser et normalt variasjonsmønster for denne type innsjøer (fig. 9). Dette viser at Limnoenheten (som forutsatt) har liten innvirkning på temperaturlagdelingen i innsjøen. Om vinteren er muligens temperaturen noe høyere umiddelbart under isen enn hva den ellers ville vært.

Tabell 3. Kolbotnvatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1978.
(Målt på Martek-instrument i felt).

Surhetsgrad, pH

m dyp	30.1	30.3	25.4	1.6	21.7	28.8	27.9	31.10
1	7,46	6,96	6,88	9,46	9,3	9,48	7,95	7,39
4	7,32	6,95	6,87	7,50	8,3	9,58		
6	7,24	6,92	6,88	7,00	7,2	7,52		
8	7,22	6,94	6,92	6,83	7,13			
12	7,19	6,96	6,87	6,70	6,9			
14	7,22	6,98	6,85	6,80	6,82			
16		6,96	6,82	6,90	6,82			
18		6,97	6,83	6,52	6,76	6,70		

Oksygen, % metning

m dyp	30.1	30.3	25.4	1.6	21.7	28.8	27.9	31.10
1	78,0	63,2	70,9	162,9	123,8	107,5	95,0	57,6
4	79,7	70,5	75,6	111,6	86,1	110,0	93,9	52,1
6	81,0	71,3	74,0	69,5	14,3	26,4		
8	84,1	77,7	71,3	63,8	19,6		58,4	90,7
12	77,9	83,9	74,6	72,8	38,8			
14	76,6	83,9	74,6	72,5	46,9			
16		83,9	75,6	72,5	43,7	37,1	31,4	89,8
18		80,8	74,8	8,0	41,8	32,2	29,3	88,6

Oksygen, mg O₂/l

m dyp	30.1	30.3	25.4	1.6	21.7	28.8	27.9	31.10
1	10,6	8,4	9,0	14,4	11,6	10,49	10,30	6,84
4	10,4	9,2	9,6	12,8	8,4	10,79	10,20	6,22
6	10,4	9,2	9,4	8,4	1,6	2,77		
8	10,8	10,0	9,1	7,8	2,4		6,60	10,83
12	10,0	10,8	9,6	9,0	4,8			
14	10,0	10,8	9,6	9,0	5,8			
16		10,8	9,8	9,0	5,4	4,55	3,85	10,88
18		10,4	9,6	1,0	5,2	3,96	3,60	10,77

Temperatur, °C

m dyp	30.1	30.3	25.4	1.6	21.7	28.8	27.9	31.10
1	1,5	2,3	4,0	20,0	17,0	15,0	10,3	6,6
4	3,0	3,0	4,0	8,0	15,0	14,8	10,2	6,4
6	3,6	3,4	4,0	5,9	9,0	11,8	10,0	6,4
8	3,6	3,5	3,8	5,5	5,5		8,6	6,4
12	3,6	3,5	3,5	5,0	5,0		5,5	6,1
14	3,0	3,5	3,5	4,9	5,0		5,3	5,8
16		3,5	3,5	4,9	5,0	5,3	5,3	5,8
18		3,5	3,6	4,5	4,8	5,2	5,3	5,7

Konduktivitet, µS/cm v/20°C

m dyp	30.1	30.0	25.4	1.6	21.7		27.9	31.10
1	209	205	201	180	177	167	175	183
4	200	208	193	216	182	168		
6	196	209	193	203	195	183		
8	196	212	194	198	194			
12	196	212	196	194	194			
14	200	212	205	195	194			
16		220	204	195	194	183		
18		220	203	197	195			

I dyplagene varierte temperaturen fra vel 3 °C om vinteren til bortimot 6 °C på sensommeren. Vårfullsirkulasjonen fant sted rundt månedsskiftet april/mai (ca. 4 °C). I slutten av mai ble overflatelagene varmet sterkt opp, og den 1. juni var vannets temperatur vel 20 °C i 1 meters dyp. Temperatursprangsjiktet ble i løpet av sommeren "forflyttet" fra ca. 4 m i juni til ca. 6 m i august. Rundt 1. november var det relativt ensartet temperatur (ca. 6 °C) fra overflate til bunn - høstfullsirkulasjonen var inntrådt.

Oksygen

De viktigste faktorer som innvirket på vannets oksygen i Kolbotnvatn var følgende:

- utveksling av oksygen med atmosfæren.
- innblåsing av pressluft via Limnoenheten.
- planteplanktonets fotosyntese [$H_2O + CO_2 \rightleftharpoons (CH_2O)_x + O_2$]
- nedbrytning av organisk stoff.

Limnoenhetens betydning for vannets oksygeninnhold går klart frem av fig. 10a som viser at det selv under stagnasjonsperioden vinter og sommer var tilfredsstillende oksygenmetning i innsjøens dyplag. Oksygensituasjonen i 1969 før Limnoen ble installert er vist i fig. 10b. I 1978 var oksygeninnholdet i dyplagene betydelig høyere om vinteren (ca. 80% metning) enn om sommeren (30-40% metning). Dette har sannsynligvis sammenheng med stigende temperatur og følgelig mer effektiv nedbrytning av organisk stoff og derved større oksygenforbruk. Dessuten tilføres antakelig dypvannsmassene mer organisk stoff under produksjonsperioden om sommeren enn hva tilfelle er om vinteren når algeproduksjonen er langt mindre. Det er også grunn til å merke seg den lave oksygenmetning i sprangsjiktområdet på sensommeren 1978, noe som uten tvil er forårsaket av nedbrytning av dødt algemateriale som har hopet seg opp i dette nivå. Om sommeren foregår det en intens fotosynteseaktivitet i overflatelagene, og dette resulterer i en kraftig overmetning av oksygen (>160% den 1. juni).

Ved siden av at Limnoenheten er av overordentlig stor betydning for å hindre fiskedød på grunn av oksygenmangel, har den også stor betydning for nedbrytning og mineralisering av organisk stoff. Betydningen i så måte kan først avklares ved sedimentundersøkelser.

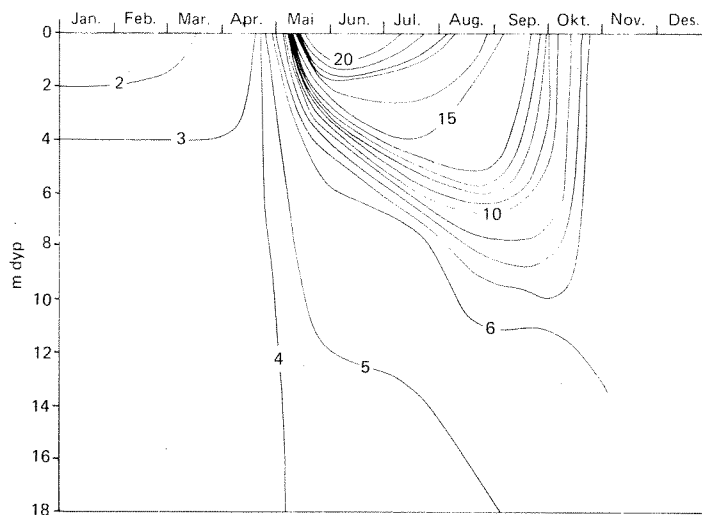


Fig. 9. Kolbotnvatn. Isopletdiagram for temperatur 1978.

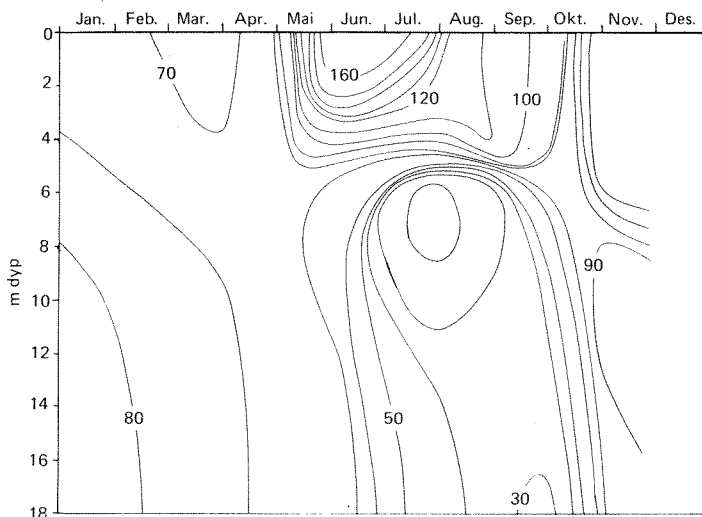


Fig. 10a. Kolbotnvatn. Isopletdiagram for prosent oksygenmetning 1978.

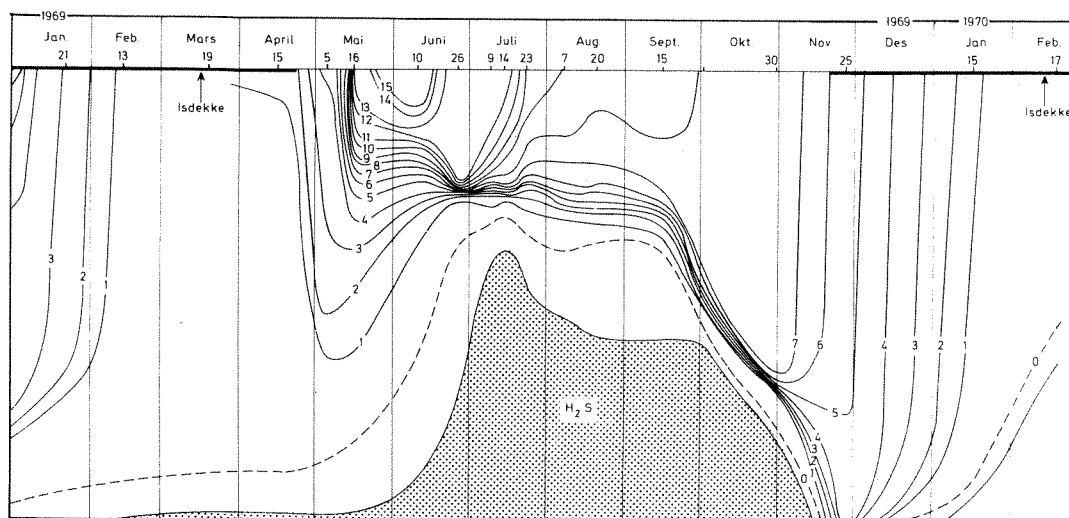


Fig. 10b. Kolbotnvatn. Isopletdiagram for oksygen (mg O₂/l) 1969

Vannets surhetsgrad, pH

Vannets pH er fremstilt i tabell 3. I utgangspunktet har vannet i Kolbotnvatn en nøytral reaksjon (pH = ca. 7,0). Denne verdi blir i betydelig grad modifisert av de biologiske forhold i innsjøen. Om sommeren øker vannets pH i overflatelagene til henimot pH 9,5. Dette skyldes algenes fotosynteseaktivitet og forbruk av karbondioksyd. Frigivelse av karbondioksyd i dyp-lagene som følge av nedbrytning av organisk stoff fører til at pH avtar mot dypet i denne perioden. De høye pH-verdier i overflatelagene har bl.a. stor betydning for utløsning av fosfor fra gruntområdene.

Konduktivitet, $\mu\text{S}/\text{cm}$, 20 °C

Konduktivitetsverdiene i Kolbotnvatn er relativt stabile og varierer i område av 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. De laveste verdier (ca. 170 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ble observert i overflatelagene i mars. Variasjonen skyldes til dels variasjon i vanntilførsel og nedbrytning av organisk stoff og derved frigivelse av salter.

Organisk stoff (KMnO_4 -forbruk)

Kjemisk oksygenforbruk (KMnO_4) ble i undersøkelsesperioden bestemt i 6 blandprøver (0-8 m). Resultatene som er vist i tabell 4, varierte fra 4,19 (den 25/4) til 5,85 mg O/l (den 1/6). Selv om verdiene ikke er spesielt høye sammenlignet med humuspåvirkede vannforekomster, viser de at innsjøen er sterkt påvirket av organisk materiale.

Tabell 4. Kolbotnvatn. Organisk materiale (KMnO_4 -tall) og næringssalter målt i blandprøver (0-8 m) fra 1978

Dato	Kalium- permanganat mg O/l	Total- nitrogen $\mu\text{g N/l}$	Nitrat $\mu\text{g N/l}$	Total- fosfor $\mu\text{g P/l}$	Orto- fosfat $\mu\text{g P/l}$
30.1		1200	630	150	110
30.3		1200	830	190	150
25.4	4,19	1320	1060	140	140
1.6	5,85	1600	500	150	78
21.7	5,21	860	305	110	79
30.8	5,14	1600	225	100	79
27.9	4,66	1040	60	94	40
31.10	5,53	1280	290	170	96

Næringssalter

Analyseresultatene (blandprøve 0-8 m) for total nitrogen, nitrat, total fosfor og ortofosfat er vist i tabell 4.

Konsentrasjonene av næringssalter var høye, - verdiene for nitrat og ortofosfat var betydelig lavere i sommer- og høstmånedene enn om vinteren. Dette avspeiler planteplanktonets forbruk av disse stoffer i denne periode. Forholdet mellom fosfor og nitrogen på de forskjellige observasjonsdager er vist i tabell 5.

Tabell 5. Forholdet mellom total nitrogen / total fosfor og mellom ortofosfat / nitrat på de forskjellige observasjonsdager

	30/1	30/3	25/4	1/6	21/7	30/8	27/9	31/10
Tot P/Tot N	1:8	1:6	1:9	1:11	1:8	1:16	1:11	1:8
Orto P/Nitrat	1:6	1:6	1:7	1:6	1:4	1:3	1:2	1:3

Forholdet mellom fosfor og nitrogen i alger er som 1:7. Ut fra dette kan nitrogen til sine tider meget vel være begrensende for algeveksten i Kolbotnvatn.

Siktedyp (fig. 12)

Siktedypet er avstanden fra overflaten til det dyp hvor en hvit skive (25 cm i diameter) som senkes ned i vannet ikke lengere er synlig. Følgende verdier ble observert:

31/1 : 1 m (rødbrun)	21/7 : 2,5 m (grønn)
30/3 : 1,5 m (grønlig)	30/8 : 0,85 m (grønlig gul)
25/4 : 2,5 m (grønlig)	27/9 : 1,1 m (grågrønn)
1/6 : 1,5 m (grønn)	31/10: 0,9 m (grågrønn)

Vannets visuelle farge er angitt i parentes. I innsjøer som ikke er spesielt belastet med partikulært eller organisk materiale, gjenspeiler vannets siktedyp algeveksten i innsjøen.

Siktedypet i Kolbotnvatn er lite og avspeiler altså algemengden i innsjøen.

2.3.2 Planteplankton i Kolbotnvatnet i 1978

Analyseresultatene av planteplanktonet er fremstilt i fig. 11 og tabell 19.

I motsetning til tidligere er analysene av planteplanktonet i 1978 basert på blandprøver fra vannsjiktet 0-8 m dyp, gjennom hele sesongen.

Dette gjør at prøvene lettere kan sammenlignes med andre innsjøer enn hva tilfellet var tidligere da materialet var svært heterogent.

Ved at prøvene også inneholder vannmasser fra lavere vannsjikt vil totalvolumet bli lavere enn hva en ville fått ved bare å ta prøver i de øverste vannsjiktene (0-2 m dyp).

Det største registrerte volum i 1978 ble på denne måten "bare" i underkant av $7000 \text{ mm}^3/\text{m}^3$. Dette er imidlertid i seg selv svært høyt og viser tydelig den sterke eutrofe karakter av Kolbotnvatn.

På samme måte som resultatene av analysene 19. mai 1977 (vist i rapport 0-5/70: "Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1972-1977 i Kolbotnvatn" s. 39) viser hvorledes de største ansamlingene av alger lå i vannsjiktet 0-2 m, er det naturlig å anta at volumet av planteplankton også i 1978 var betydelig mye større i disse øverste vannsjiktene enn hva blandprøvene viser. Som klorofyllanalysene viser (tabell 6 og fig.12) var dette tilfelle på sensommeren og utover høsten.

Av fig. 11 går det frem at det også i 1978 var blågrønnalgene (Cyanophyceae) som dominerte i planteplanktonet det meste av året. Bare midtsommers var det en større ansamling av grønnalger (Chlorophyceae) i det samlede planteplankton. Den mest fremtredende grønnalge på dette tidspunkt var en art av slekten *Oocystis*, antagelig som tidligere *O. submarina* var. *variabilis* (= *O. parva*).

De andre algegruppene utgjorde bare relativt liten andel av det samlede planteplankton.

På samme måte som tidligere var det blågrønnalgen *Oscillatoria agardhii* som var den mest fremtredende art året sett under ett, men i august var det en kortvarig, men kraftig oppblomstring av en annen blågrønnalge i tillegg,

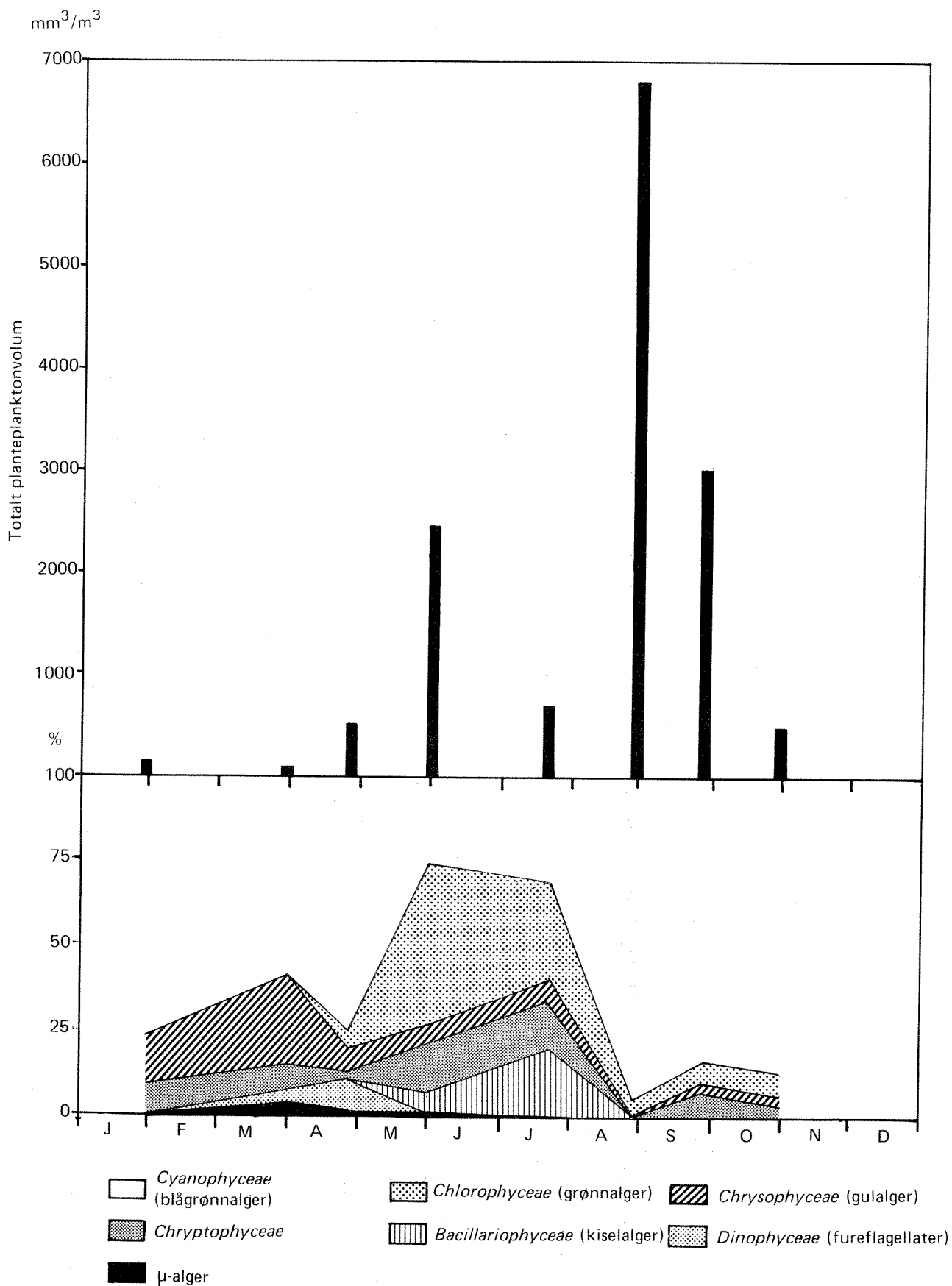


Fig. 11. Kolbotnvatn. Variasjon i totalt planteplankton og prosentvis andel av de viktigste algegruppene i 1978. Basert på 0-8 m blandprøver.

Anabaena solitaria f. *planctonicum*. Denne arten utgjorde på dette tidspunktet nærmere to tredjedeler av det samlede algevolum.

Den store forekomsten av en liten kiselalge kalt *Stephanodiscus hantzschii*, som ble registrert i mai 1977, ble ikke registrert i 1978.

Det maksimale planteplanktonvolum i løpet av året og artssammensetningen med dominans av blågrønnalgene, også i vinterhalvåret (de store mengdene er da samlet oppunder isen, se s. 40 i ovenfor nevnte rapport) tyder ikke på at det har skjedd noen endring i Kolbotnvatnets vannkvalitet i løpet av 1978.

I fig. 12 er gitt variasjonene i klorofyllmengde og siktedyp i Kolbotnvatn i 1978. 30. januar og 30. mars ble det bare analysert på en blandprøve 0-8 m. De andre tidspunktene ble det analysert på prøver fra ulike dyp fra 0 til 6 m dyp (tabell 6).

Tabell 6. Kolbotnvatn. Klorofyll a i µg chla/l målt i prøver fra 1978

Dato Dyp i m	30.1	30.3	25.4	1.6	21.7	30.8	27.9	31.10
0-8	14,88	1,58						
0			12,528	14,72	5,257	59,17	66,176	180,48
0.5			10,53	12,24	5,367	63,00	63,168	69,12
1			10,584	9,024	6,035	59,459	65,472	61,20
2				18,928	5,804	65,263	63,336	59,40
4			11,61	19,872	6,782	59,000	58,032	62,08
6			10,71	18,72	28,747	12,00	45,632	58,784

Ser en på klorofyllresultatene mot planteplanktonanalyseresultatene, stemmer de ikke særlig godt overens. Dette kan ha sin årsak i forskjellige forhold. En vesentlig årsak er at klorofyllinnholdet i algene varierer sterkt med hvilke algearter som er dominerende i vannmassene, og ikke minst med algenes tilstand på de aktuelle tidspunkter. Klorofyllanalysene gir imidlertid på en enkel måte de vertikale variasjonene av algemengdene i vannmassene på hvert prøvetakingstidspunkt. På denne måten kan en se i hvilke vannlag de største algemengdene var konsentrert.

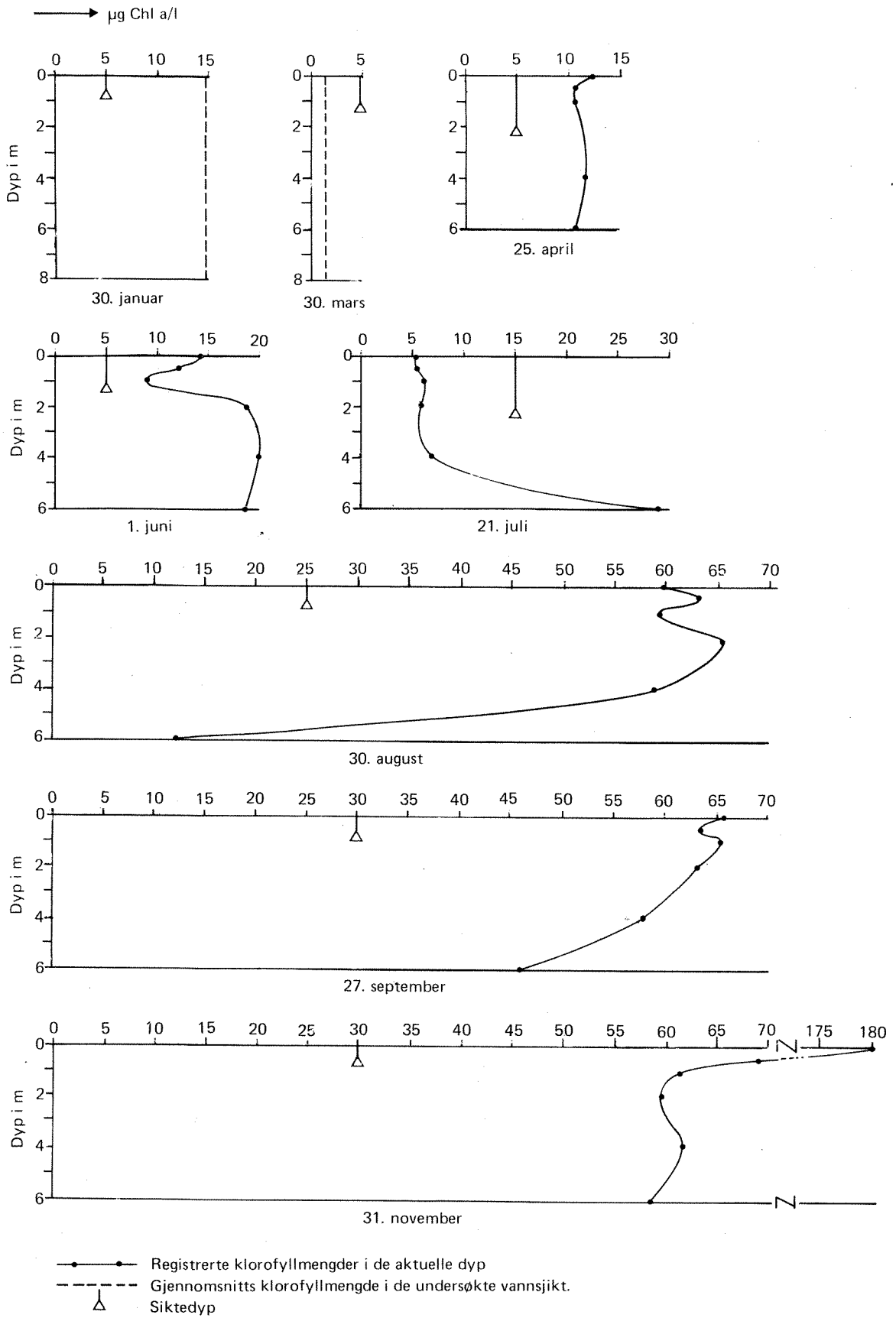


Fig. 12. Kolbotnvatn. Variasjon i klorofyll a og siktedyb i 1978.

Figuren viser at det i april var relativt like mengder i alle lag fra 0 til 6 m dyp, antagelig på grunn av omrøring av vannmassene.

I juni er vannmassene mer stabilisert, og de største mengdene lå under 2 m dyp. Dette var mer utpreget i juli, da de største mengdene lå under 6 m dyp. Over 6 m var mengdene relativt små. I juni/juli var algesammensetningen dominert av grønnalger. Temperaturkurvene (fig. 9) viser at det var en termoklin i ca. 2 m dyp i juni og i ca. 5 m dyp i juli. Det har derfor antagelig vært den ubevegelige grønnalgen *Oocystis submarina* v. *variabilis* (*O. parva*) i de øverste vannsjikt, mens blågrønnalgene har utgjort det meste av biomassen under termoklinen.

Analyseresultatene av klorofyll for august, september og november viser høye verdier, med de største verdiene i de øverste vannlag.

At klorofyllmengdene er høye utover høsten mens totalvolumet av alger avtar, kan henge sammen med at algene utvikler større klorofyllmengde pr. volumenheter på grunn av avtagende lysintensitet. På dette tidspunkt av vekstsesongen var det blågrønnalgene som dominerte.

Fordi lysintensiteten blir mindre utover høsten, får algene mer optimale forhold høyere oppe i vannmassene. Blågrønnalgene vil stige opp til vannoverflaten og danne en kraftig ansamling der som fører til såkalt "vannblomst". Det er denne "vannblomst"-dannelsen som kommer spesielt til uttrykk i analyseresultatene av klorofyll fra 31. november da klorofyllmengden var tre ganger så høy i overflaten som i 0,5 m dyp.

2.3.3. Krepsdyrplankton (Crustaceplankton)

Innledning

Krepsdyrplanktonet utgjøres av små krepsdyr (hoppekreps og vannlopper) som i hovedsak lever fritt i vannmassene og ikke er avhengig av bunn eller strandsone under hele eller store deler av sin livssyklus. Flertallet av krepsdyrplanktonet utgjør et viktig næringsgrunnlag for fisk og fungerer derfor som et viktig bindeledd mellom primærprodusenter (planteplankton) og flertallet av konsumenter i de fri vannmasser. Mange ulike faktorer virker sammen ved utformingen av det miljøet som planktondyrene er avhengige av.

I denne sammenheng kan nevnes fysisk-kjemiske faktorer, algemengde og sammensetning, bakteriemengde og konsentrasjonen av detritus, oksygenfrie bunnområder m.m. Likeledes er forholdet til andre organismer av stor betydning; som forholdet til rovlevende krepsdyr og fisk. De forskjellige dyreplanktonartene stiller ofte ulike krav til miljøet. Dette gjør at man i noen tilfeller kan bruke dem som indikatorer på en innsjø's økologiske tilstand hva gjelder trofegrad, beitetrykk fra fisk, gifteffekter, forsuring osv. Man må imidlertid presisere at det er meget viktig ved en slik vurdering også å ta hensyn til de ulike artenes mengdemessige forhold og forholdet til predasjonstrykk og bæreevne. Det er bare noen få arter innen krepsdyrsamfunnet som kan regnes som gode indikatororganismer så økologiske vurderinger bare ut fra krepsdyrsamfunnene må alltid skje med forsiktighet.

Alger (særlig mindre former som monader), bakterier og dødt organisk materiale (detritus, humus) er næringsgrunnlaget for de beitende formene (spesielt vannloppene), som kan utnytte denne næring på ulike måter. Sammensetningen av disse komponentene er da også svært ofte helt avgjørende for hvilke dyreplanktonarter som kommer til å dominere. Flere arter spesielt blant hoppekreps er mer eller mindre rovlevende og lever i hovedsak av de mindre former og stadier av sine slektninger såvel som av sin egen art.

Krepsdyrplankton i Kolbotnvatn (fig. 13a, b, c, og tabell 20)

I alt ble det i det innsamlede prøvematerialet funnet 12 ulike krepsdyrarter, to calanoida hoppekreps; *Heterocope appendiculata* og *Eudiaptomus gracilis*, tre cyclopoida hoppekreps; *Cyclops strenuus*, *Mesocyclops leuckarti* og *Thermocyclops oithonoides* samt syv vannlopper; *Leptodora kindti*, *Daphnia longispina / hyalina*, *Daphnia cristata / longiremis*, *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris*, *Bosmina longispina* og *Chydorus sphaericus*.

Ved de fleste prøvetakinger dominerte *E. gracilis*, *Th. oithonoides* og *B. longirostris* krepsedyrsamfunnet. Størst forekomst hadde *Th. oithonoides* som utgjorde 66% av totalfaunaen ved prøvetakingen den 21. juli. Arter som *H. appendiculata*, *L. kindti*, *D. longispina / hyalina* og *C. sphaericus* hadde en beskjeden forekomst og ble bare funnet i enkelte eksemplarer.

Krepsdyrplanktonet hadde størst forekomst på høysommeren og utover høsten da vannloppene forekom i størst antall og dominerte samfunnet av hoppekreps.

Ind./håvtrekk

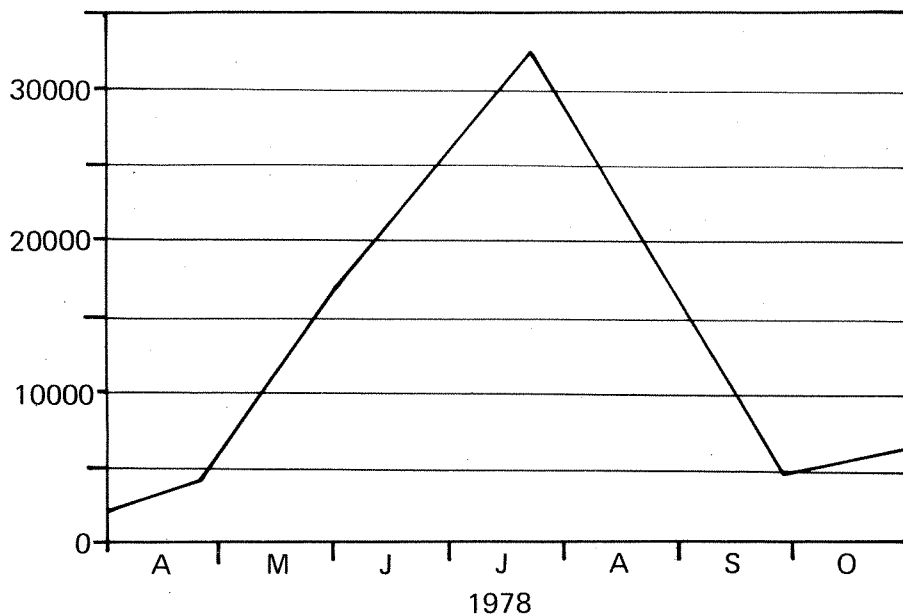


Fig. 13a. Semikvantitative data over forekomst av krepsdyrplankton i Kolbotnvatn 1978. Vertikale håvtrekk fra 0-8 m.

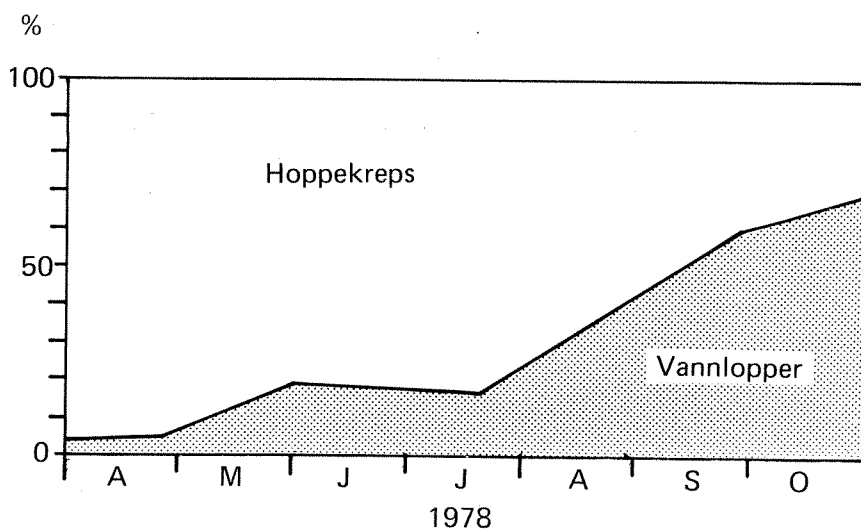


Fig. 13b. Prosentvis fordeling av hoppekreps og vannlopper. Materiale fra vertikale håvtrekk fra 0-8 m.

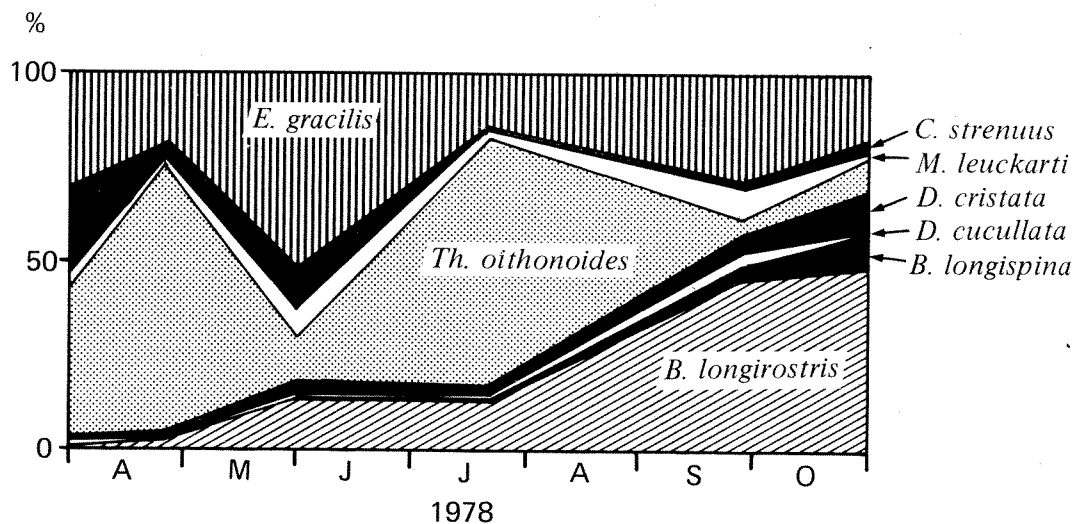


Fig. 13c. Prosentvis fordeling av krepsdyrplanktonarter. Materiale fra vertikale håvtrekk fra 0-8m.

Kommentarer til de vanligste artene

Eudiaptomus gracilis: Vanlig forekommende art i lavereliggende sjøer i Øst-Norge samt i Nord-Norge. Arten finnes i såvel næringsrike som næringsfattige vannforekomster, overvintrer som regel som voksen og utgjør da et viktig bytteobjekt for fisk. Reproduksjonen foregår hovedsakelig om sommeren. Ved mer påtakelig eutrofiering går den som regel tilbake og erstattes av cyclopoida hoppekreps. Den er filtrerer og lever av alger og bakterier.

Cyclops strenuus: Arten er vanlig forekommende. Den har som regel en kortvarig reproduksjonsperiode senvinter - vår, da den forekommer i de frie vannmasser. Når ungdomsstadier når copepoditstadiene 4 - 5 går de ned i slamm (diapause) og ligger der til neste reproduksjonsperiode. Arten er som regel vanlig forekommende i vårplanktonet i eutroft miljø samt i mindre sjøer og tjern. Ungdomsformene er herbivore mens de eldre er rovdyr.

Mesocyclops leuckarti: En av våre vanligst forekommende hoppekreps og finnes i såvel næringsfattige som næringsrike sjøer av varierende størrelse. Den overvintrer som copepodit og lever planktonisk i sommerperioden da den forekommer i de aller øverste vannlagene. Ungdomsformene lever først og fremst av alger mens de eldre også tar byttedyr.

Termocyclops oithonoides: En av våre minste hoppekreps. Den har en liknende livssyklus som *M. leuckarti* og oppholder seg i de øvre vannmasser i sommerhalvåret. Den øker som regel i eutroft miljø der den ofte dominerer hoppekrepsfaunaen. Liknende fødevalg som *M. leuckarti*.

Daphnia cristata / longiremis: Vanlig forekommende art på østlandet. Ved økt fiskepredasjon og eutrofiering erstatter den som regel sin større slektning *D. longispina*. I Syd-Sverige er den begrenset til mer eller mindre oligotrofe innsjøer. I Norge synes den å kunne tåle mer næringsrike (eutrofe) forhold. Den overvintrer som hvileegg. Filtrerer som i hovedsak lever av små alger og bakterier.

Daphnia cucullata: Arten regnes som god indikator på næringsrikt (eutroft) miljø da den bare er funnet planktonisk i eutrofe vannforekomster her i landet. Den overvintrer som hvileegg. Ved sterk fiskepredasjon opptrer den som småvoksen form. Filtrerer som lever av små alger, detritus og bakterier.

Bosmina longispina: En av Norges vanligst forekommende dyreplanktonarter. Den forekommer i alle slags vannlokaliteter såvel i fjellet som i lavlandet. Den er viktig som fiskeføde. Ved kraftig fiskepredasjon erstattes den ofte av sin mindre slektning *B. longirostris*. Den overvintrer som hvileegg, og har som regel sin største forekomst i sprangsjiktområdet i større og vel-sjiktete innsjøer. Filtrerer som lever av alger, detritus, humus og bakterier.

Bosmina longirostris: Den er betydelig mindre enn *B. longispina*, er vanlig forekommende og da først og fremst som litoral-(strand)form i mindre sjøer og tjern. Ved økt eutrofiering og fiskepredasjon går den ut pelagisk og erstatter mer eller mindre sin større slektning *B. longispina*. Den har som regel senere utvikling enn *B. longispina* og har størst forekomst på sensommeren. Den overvintrer som hvileegg og har liknende fødevalg som *B. longispina*.

Generell kommentar til krepsdyrfaunaen i Kolbotnvatn: Krepsdyrsamfunnet i Kolbotnvatn bar preg av eutroft miljø. Stor forekomst av små hoppekreps, først og fremst *Th. oithonoides* og små vannlopper som *D. cristata* og *B. longirostris* samt forekomst av en sikker eutrofiindikator som *D. cucullata* viser dette. Videre synes det å foreligge en betydelig fiskepredasjon da faunaen virket kraftig nedbeitet mot forekomst av små former og lavt antall av større former som f.eks. de større daphniene.

3. AREALFORDELING - AKTIVITETER I NEDBØRFELTET

3.1 Forurensningskilder - forurensningstilførsler

Kolbotnvatn har et nedbørfelt (med innsjøen) på 3,89 km², hvorav omkring halvparten er skog, utmark og vann og resten er urbant område. Jordbruksvirksomheten er beskjedent. Forurensningstilførslene til Kolbotnvatn skyldes således i vesentlig grad lekkasjer og overløp i kloakksystemet samt overflateavrenning fra boligområder, gater, veier o.l. Det finnes også en del bedrifter og industri i området.

I henhold til oppgave fra Oppegård kommune bor det i dag ca. 7900 mennesker i Kolbotnvatnets nedbørfelt. Befolkningsfordelingen på de forskjellige delnedbørfelt (tilløpsbekker) er kort gjengitt i følgende beskrivelse av de enkelte bekkers nedbørfelt (Oppegård kommune, notat 20/1-1980):

Bekk nr. 1. Augestadbekken: Antall innbyggere i nedbørfeltet er ca. 2500. Hovedtyngden av utbyggingen skjedde i perioden 1970-1973. Forøvrig er det noe eldre villabebyggelse, bensinstasjon og skole i nedbørfeltet.

Bekk nr. 2. Skredderstubekken: Antall innbyggere i nedbørfeltet er ca. 3800. De enkelte områder er blitt utbygget til noe forskjellige tider. Det ligger bensinstasjon, industri og skoler i nedbørfeltet.

Bekk nr. 3. Midtoddveibekken: Antall innbyggere i nedbørfeltet er ca. 150. Det ligger et aldershjem i nedbørfeltet. Området besto opprinnelig av gammel spredt bebyggelse som er blitt fortettet ved nybygging helt frem til i dag.

Bekk nr. 4. Ekornrubbekken: Antall innbyggere i nedbørfeltet er ca. 200. Det øvre platå ble utbygget rundt 1965, mens det nedre området består av eldre villabebyggelse som er blitt fortettet frem til i dag.

Bekk nr. 5. Nordengabekken: Det er svært få innbyggere i dette området, som vesentlig består av industri samt en bensinstasjon.

Bekk nr. 6. Ekornrud pumpe-stasjon (Myrvoldbekken): Antall innbyggere i nedbørfeltet er ca. 150. Feltet består av gammel og ny villabebyggelse. Bekken blir tidvis belastet med overløp fra kloakkpumpe-stasjon.

Tabell 7. Befolkningsfordeling i Kolbotnvatnets nedbørfelt

Bekk nr.	Bekkesystem	Areal, km ²	Antall mennesker	Antall pr. ha
1	Augestadbekken	0,510	2500	49,0
2	Skredderstubekken	1,232	3800	30,8
3	Midtoddveibekken	0,206	150	7,3
4	Ekornrubbekken	0,191	200	10,5
5	Nordengabekken	0,206	25	1,2
6	Ekornrud pumpe-stasjon (Myrvoldbekken)	0,290	150	5,2
	Resterende tilf.omr.	0,955	545	5,7
Tilrenningsomr. tilsammen		3,590	7890	22,0
Kolbotnvatnets overflate		0,303		
Nedbørfeltet totalt		3.893		

Som det går frem av tabell 7 og fig. 1 er den største befolkningstettheten konsentrert rundt innsjøens nordlige område, og særlig er befolkningstettheten stor i nedbørfeltene til Augestadbekken og Skredderstubekken.

I henhold til opplysninger fra Oppegård kommune finnes en god del industri-bedrifter og institusjoner i nedbørfeltet til Kolbotnvatn. Disse aktiviteter er nedenfor gruppert i henhold til avrenningsområde.

Avrenningsområde	Bedrift - institusjon	Vannforbruk m ³ /år
Nr. 1.		
Augestadbekken	x Sætre Kjeksfabrikk	60200
	Hellerasten skole	3400
	Norol	2900
	x Tårnåsen senter + bensin	3800
	Tilsammen	70300
Nr. 2		
Skredderstubekken	Nordbergs bakeri	4000
	x A/S Samvirke Remfabrikken	10000
	x Ødegården Auto	400
	Ford Motor Norge (kontor, lager)	4300
	x Rasch	7800
	x Casco	2600
	Jernia (lager, kontor)	1700
	Oppegård videregående skole	1500
	Fløysbonn skole	8100
	Sofiemyr skole	850
	Sofiemyrhallen	16800
	Kjøpmann Pettersen og Berntsen	1700
	A/S Direct	5500
	Sønsterudveien Bensin	1600
	Landerudsenteret	29000
Sofiemyr idrettspark	1200	
Tilsammen	97050	
Nr. 3		
Midtoddveibekken	Bjørkås alders- og sykehjem	13000
Nr. 5		
Nordengabekken	Trykkfarvefabrikken (Nikolai Olsens Trykkeri)	1500
	Shell	750
	Norsk Trykkfarge	1600
Tilsammen	3850	

x Kloakkledning med fall mot bekkens nedbørfelt, men overflatevann i motsatt retning.

Foreløbig er bare vannforbruket ved de forskjellige bedrifter og institusjoner angitt. Hvilken forurensningsbelastning disse representerer er ikke

kjent. Vi antar imidlertid at bedriftene er tilknyttet det kommunale kloakk-system.

3.2 Teoretisk beregning av forurensningsproduksjon

Ved teoretisk beregning av forurensningstilførsler (næringssalter og organisk stoff) via kloakkvann anvendes på NIVA følgende koeffisienter:

Fosfor : 2,5 g P pr. person og døgn
Nitrogen : 12 g N " person og døgn
Org. stoff: 75 g BOF₇ pr. person og døgn

Ved beregning av fosfortilførsler fra skog og urbane områder blir det i Østlandsområdet anvendt koeffisienter på henholdsvis 0,065 og 2 kg fosfor pr. ha og år. Hvis det antas at det urbane område utgjør 1 km², vil fosfortilførselen fra de nevnte områder utgjøre ca. 220 kg fosfor pr. år.

Da det ikke foreligger data angående industrielle virksomheter, er eventuelle forurensningstilførsler fra slike aktiviteter ikke tatt med i oversikten nedenfor (tabell 8).

Tabell 8. "Boligområdenes forurensningsproduksjon" i de forskjellige delnedbørfelt til Kolbotnvatn.

Delnedbørfelt	Total fosfor kg P pr. år	Total nitrogen kg N pr. år	Organisk stoff kg BOF ₇ pr. år
Augestadbekken, st. 1	2281	10950	68440
Skredderstubekken, st. 2	3468	16644	104025
Midtoddveibekken, st. 3	137	657	4110
Ekornrudbekken, st. 4	183	876	5475
Nordengabekken, st. 5	23	110	680
Myrvoldbekken, st. 6	137	657	4110
Restnedbørfelt,	497	2387	14920
Tilsammen	6726	32281	201760
Overflateavrenning	220	-	-
Forurensningsprod. tilsammen	6946	32281	201760

3.3 Forurensningstilførsler til Kolbotnvatn

Avløpsvannet fra boligområdene skal i følge kloakkeringsplanene være samlet opp i avskjærende kloakksystemer og ført ut av nedbørfeltet. Stofftransporten er beregnet ved bruk av veide middelverdier for konsentrasjonene:

$$L \text{ år} = \frac{\sum C_i \cdot q_i}{\sum q_i} \cdot Q$$

hvor $L \text{ år}$ = årstransport, C_i og q_i er henholdsvis stoffkonsentrasjon og vannføring på de enkelte observasjonsdager og Q = årsvannføringen.

3.4 Vannføring

Som nevnt ble tilløpsbekkenes vannføring bare målt på prøvetakingsdagene for beregning av bekkenes totale vannføring på årsbasis. På bakgrunn av vannføringen i Kantorbekken (utløp fra Kolbotnvatn) hvorfra det foreligger kontinuerlige måleresultater, er årsvannføringen (fra og med sept. 1978 til og med aug. 1979) i de enkelte tilløpsbækker beregnet ut fra forholdet mellom tilløpene og Kantorbekkens nedbørfelt. I tabellen nedenfor er til sammenligning også vannforbruket i de forskjellige nedbørfelt tatt med. Det regnes her at hver person forbruker 160 l vann pr. døgn (landsgjennomsnitt).

Tabell 9. Årsvannføring i 10^3 m^3 i de forskjellige nedbørfelts tilløpsbækker til Kolbotnvatn samt i avløpet. Tilsiget fra det resterende felt er også tatt med. Vannmengden er beregnet ut fra forholdet mellom delnedbørfeltene og det totale nedbørfelt. Vannforbruket i de forskjellige nedbørfelt er tatt med for sammenligning. Vannforbruket pr. person er satt til 160 l/p. pr. døgn. (Vråle pers.med.).

	Augestad- bekken (st. 1)	Skredderstu- bekken (st. 2)	Midtoddvei- bekken (st. 3)	Ekornrud- bekken (st. 4)	Nordenga- bekken (st. 5)	Myrvold- bekken (st. 6)	Rester- ende felt	Kantor- bekken (st. 7)
Årlig vannføring	172,0	415,6	69,5	64,4	69,5	97,8	322,2	1313,4
Årlig vannforbruk	216,3	317,8	21,8	11,7	3,9	8,8	31,8	643,8

Variasjonsmønsteret for avrenning i nedbørfeltet er forsøkt fremstilt ved vannføringen i Augestadbekken og Skredderstubekken på de forskjellige observasjonsdager (fig. 14) samt ved månedsmidler for Kantorbekken (fig. 15). Av fig. 14 går det frem at vannføringen i de forskjellige tilløpsbækker til Kolbotnvatn varierer sterkt fra dag til dag. Fig. 14 viser videre at til tross for at Skredderstubbekken nedbørfelt er ca. 2,4 ganger større enn Augestadbekken, er vannføringen vanligvis betydelig mindre særlig ved

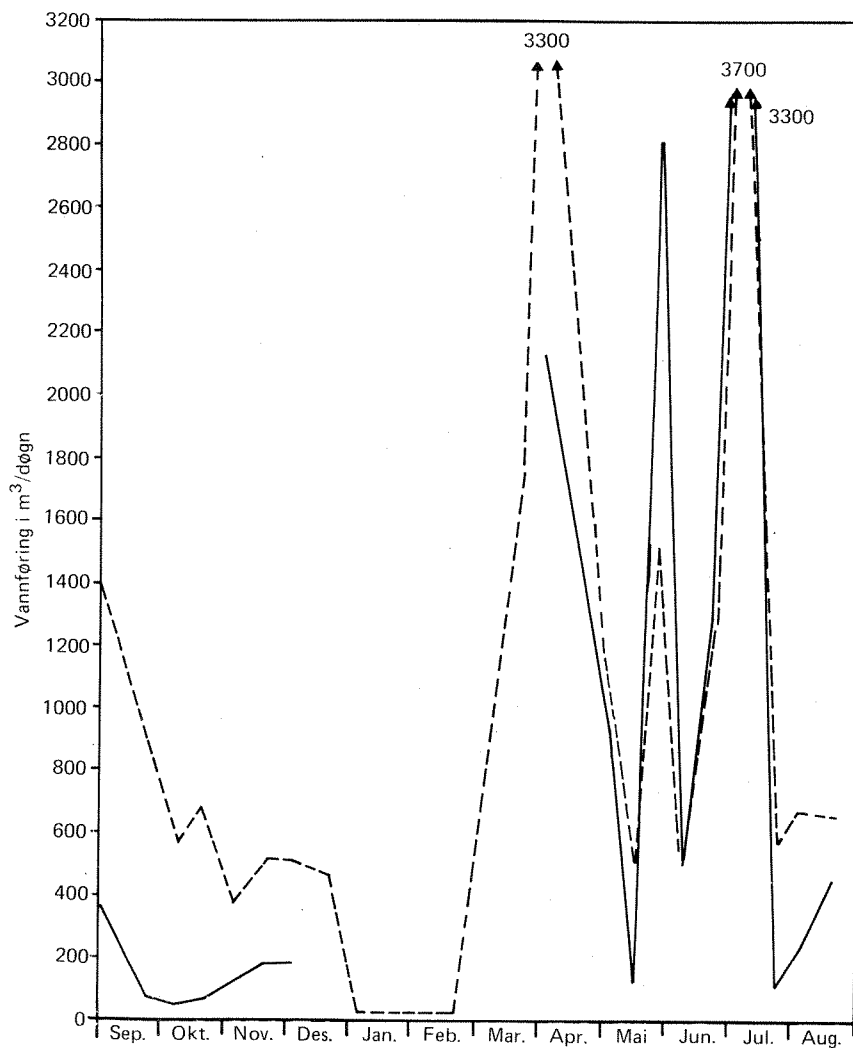


Fig. 14. Vannføringsmålinger på de forskjellige observasjonsdatoer i Augustadbekken og Skredderstubekken 1978 - 1979.

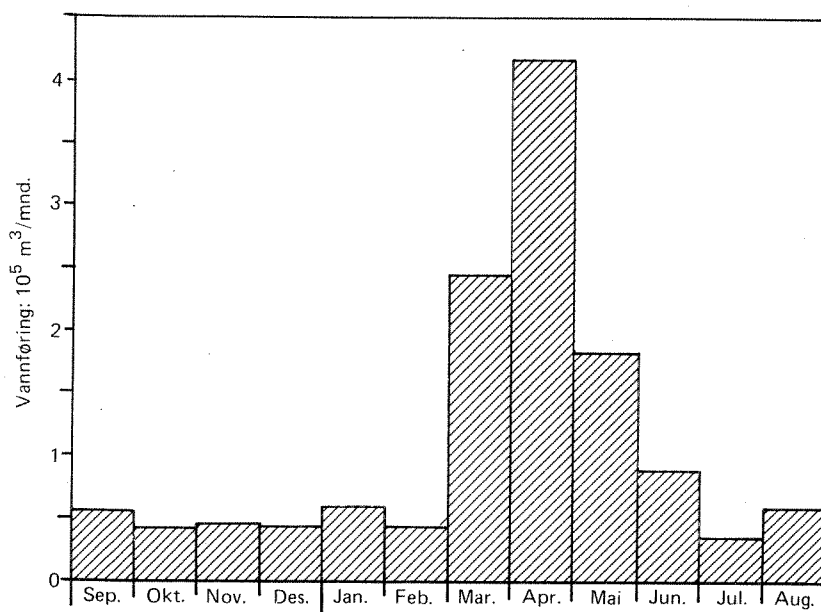


Fig. 15. Kantorvekken (utløp Kolbotnvatnet). Månedsvannføring 1978- 1979.

lave og moderate vannføringer. Dette betyr at betydelige mengder avløpsvann i Augestadbekkens nedbørfelt ikke blir fanget opp av avløpssystemet, men tilflyter istedet bekken (utette ledninger, overløp o.l.). En mer inngående tolkning av lekkasjenes størrelse kan først gjøres på bakgrunn av kontinuerlige observasjoner av bekkens vannføring. Av fig. 15 går det frem at den største vannføring i Kantorbekken finner sted om våren (snøsmelting) i månedene mars, april, mai og til dels juni. Følgelig må avrenningen fra nedbørfeltet også være størst på denne tid.

Beregning av stofftransport på grunnlag av så spredte observasjoner som her er tilfelle, må nødvendigvis bare bli av orienterende karakter. I så sterkt forurensede bekker som det her er snakk om, er det ikke mulig å beregne stofftransporten med noenlunde sikkerhet uten kontinuerlige målinger både av vannføring og stoffkonsentrasjoner (automatiske prøvetakere).

3.5 Transport av næringsalter

Som nevnt er stofftransporten i de ulike bekker beregnet ut fra veide middelverdier for konsentrasjon. Resultatene er gitt i tabell 10.

Tabell 10. Tilførsler av næringsalter til Kolbotnvatn i kg P resp. N pr. år for tidsrommet 1/9 1978 til 31/8 1979. Tilførslene fra "resterende felt" er beregnet som produktet mellom avrenningen i dette felt og den midlere stoffkonsentrasjon fra det øvrige felt (bekkene).

Bekk/nedbørfelt	Total fosfor	Orto fosfat	Total nitrogen	Nitrat
Augestadbekken, st. 1	196,6	158,5	1698,0	227,7
Skredderstubekken, st. 2	306,1	201,6	1898,5	953,3
Midtoddveibekken, st. 3	23,5	21,3	502,1	320,8
Ekornrudbekken, st. 4	76,5	30,8	262,5	94,6
Nordengabekken, st. 5	4,3	1,5	119,3	50,6
Myrvoldbekken, st. 6	26,2	10,5	319,8	111,4
Resterende felt	229,3	153,7	1738,6	637,3
Sum	862,5	577,9	6538,8	2395,7
Utløp Kolbotnvatn, st. 7	201,3	110,3	1971,0	878,8

Som nevnt tidligere er observasjonsmaterialet egentlig altfor spredt til å beregne transportverdiene med noen grad av pålitelighet. Dette gjelder spesielt om våren når vannføringen er størst. Verdiene må derfor betraktes som orienterende.

Ut fra de foreliggende resultater synes det som om den løste fosforfraksjonen i tilførslene utgjør 67% av den totale fosformengde. Tilsvarende andel i Kantorbekken er ca. 55%. Dvs. at i både tilløpene og i utløpet fra Kolbotnvatn er den løste fosforfraksjon meget høy sammenlignet med hva som er vanlig å finne i norsk overflatevann. I Nordengabekken som er minst forurenset, utgjør den løste fraksjon ca. 35% av totalfosforet. Dette tyder på at fosforet i stor grad tilføres i en form som er lett tilgjengelig for algevekst (kloakkvann), men det er mulig den løste fraksjon på grunn av analytiske vanskeligheter er noe for stor.

Nitratandelen utgjør ca. 37% av den totale nitrogentilførsel, dvs. at hele 63% av det tilførte nitrogen foreligger som organisk bundet og/eller som ammonium. Dette viser også at næringssaltene i vesentlig grad stammer fra kloakkvann.

Ut fra de foretatte beregninger utgjør den totale fosfor- og nitrogentilførsel til Kolbotnvatn henholdsvis ca. 13 og 20 % av den totale "nærings-saltproduksjon" i nedbørfeltet. Følgelig fanges mellom 80-87 % av kloakkvannet opp i kloakksystemet. Imidlertid er det grunn til å minne om at det innsamlede materiale er for "svakt" til å trekke for langtreggende konklusjoner i denne retning.

På bakgrunn av årsverdiene for næringssalttilførsler og vanntilførsler, blir den midlere konsentrasjon av total fosfor og total nitrogen i de forskjellige tilløp/avløp følgende:

Tabell 11. Midlere årskonsentrasjon av total fosfor og total nitrogen i tilløp/avløp til Kolbotnvatn (sept. 1978 - august 1979).

	Augestad- bekken (st. 1)	Skredderstu- bekken (st. 2)	Midtoddvei- bekken (st. 3)	Ekornrud- bekken (st. 4)	Nordenga- bekken (st. 5)	Myrvold- bekken (st. 6)	Rester- ende felt	Kantor- bekken (st. 7)
Total fosfor, mg P/l	1,143	0,737	0,338	1,188	0,062	0,268	0,712	0,153
Total nitrogen, mg N/l	9,872	4,568	7,224	4,076	1,717	3,270	5,396	1,501

Av tabell 11 går det frem (som tidligere nevnt) at både fosfor- og nitrogenkonsentrasjonen er meget høy i alle tilløpene. Det er særlig grunn til å fremheve konsentrasjonsverdiene i Augestadbekken, Ekornrubbekken og Skred-derstubekken.

4. SAMMENFATTENDE DISKUSJON

Det ble i 1978-1979 gjennomført en enkel limnologisk undersøkelse av Kolbotnvatn med de viktigste tilløp og utløp.

Undersøkelsen stadfester resultatene fra tidligere undersøkelser (NIVA-rapport 5/70 av 3. juni 1971 og 0-5/70 av 18. januar 1978). Den midlere konsentrasjonen av total fosfor og total nitrogen (blandprøve 0-8 m) var henholdsvis 138 $\mu\text{g P/l}$ og 1260 $\mu\text{g N/l}$ i 1978 mot 180 $\mu\text{g P/l}$ og 3300 $\mu\text{g N/l}$ i 1975. I slutten av 60-årene var den midlere fosfor- og nitrogenkonsentrasjonen i overflatelagene henholdsvis ca. 100 $\mu\text{g P/l}$ (om våren) og ca. 800 $\mu\text{g N/l}$ (om vinteren).

Vannets pH under produksjonsperioden om sommeren var meget høy, $> \text{pH } 9$, alle observasjonsår. Dette har bl.a. stor betydning med hensyn til utløsning av fosfor fra de grunnereliggende sedimenter - indre gjødsling. Laboratorieeksperimenter har vist at ved en pH på 9,5 frigis ca. 50 mg fosfor pr. dag fra Kolbotnvatnets sedimenter (Erlandsen, Grøterud og Skogheim 1979, Stensiltrykk nr. 7/1980. Inst. for Hydroteknikk, Norges Landbrukshøgskole).

Som antydnet i vår rapport av 18. januar 1978 har lufteren (Limnoen) hatt stor betydning med hensyn til tilførsel av oksygen til Kolbotnvatn. Oksygenmetningen var i 1978 ca. 80% i dypere lag om vinteren og 30-40 % i de samme lag om sommeren. Før lufteren ble satt i drift var det både sommer og vinter anaerobe (oksygenfrie) forhold i disse lag.

Algemengden (biomassen) tilsvarer en klorofyllkonsentrasjon på 39,4 $\mu\text{g Chl a/l}$ som middel over sommeren. Maksimal klorofyllkonsentrasjon (180 $\mu\text{g Chl a/l}$) ble observert i overflatelagene den 31/10. Disse verdier er i god overensstemmelse med de kvantitative planteplanktonresultater som også var meget høye (middelverdi over sommeren 25/4 - 31/10-78: 2,3 g/m^3 ,

høyeste verdi 28/8: 6,8 g/m³.) Til sammenligning kan nevnes at den midlere algebiomasse over sommeren 1976 i Mjøsa var 1,67 g/m³ - i mer oligotrofe innsjøer som f.eks. Tyrifjorden er middelveidien ca. 0,3 g/m³. På samme måte som tidligere var blågrønnalgen *Oscillatoria agardhii* dominerende store deler av året frem til omkring mai da forskjellige arter grønnalger fikk et betydelig innslag. I august hadde blågrønnalgen *Anabaena solitaria* f. *planctonicum* som kan fikserer nitrogen fra luften, en kortvarig men kraftig oppblomstring. Dette ved siden av det høye forholdstall mellom fosfor og nitrogen på denne tid, tyder på at i Kolbotnvatn kan nitrogeninnholdet til tider bli så lavt at nitrogenfikserende blågrønnalger fremelskes.

Næringssalttilførslene via tilløpsbekkene er meget høye. Dette gjelder spesielt Augestadbekken, Ekornrubbekken og Skredderstubekken. Næringssaltkonsentrasjonene har av og til en størrelse som nærmer seg konsentrasjonen i kloakkvann. Ut fra de foreliggende observasjonsresultatene synes det som om ca. 80-85 % av kloakkvannet fanges opp av avløpssystemet, resten drenerer til bekkene. Resultatene tyder videre på at en stor del av kloakkvannet fra bebyggelsen i Augestadbekkens nedbørfelt tilflyter nevnte bekk.

Ut fra teoretiske modellbetraktninger bør ikke fosfortilførselen på årsbasis overskride 50 kg fosfor pr. år, som bare er ca. 5% av den nåværende belastning.

Kolbotnvatn er i lange tider blitt benyttet som resipient for avløpsvann. Følgelig er bunnsedimentene i innsjøen sterkt belastet med organisk materiale (tilført og produsert i innsjøen) og næringsalter. Med den nåværende forurensningstilførsel holdes 661,2 kg eller 77% av det tilførte fosfor tilbake i innsjøen (teoretisk fosfor-retensjon er 60%). Ved en eventuell avlastning til en fosformengde <50 kg pr. år, vil forholdene i innsjøen likevel ikke kunne rehabiliteres uten at det gjennomføres spesielle restaureringstiltak. Lufteenheten som har vært i bruk, er et slik tiltak, men tiltak som bygger på andre prinsipper kan også komme på tale, f.eks. kjemisk behandling av vannmassene, tildekking av sedimentene o.l. Imidlertid er det hevet over enhver tvil at restaureringstiltak i Kolbotnvatn med den nåværende belastning, ikke vil få noen varig virkning. Innsjøen må avlastes! Et tiltak i riktig retning er innføring av fosforfrie vaskemidler hvorved

kloakkvannets fosforinnhold reduseres med 20-30 %. Eventuelle restaurerings-tiltak i innsjøen vil neppe være noen engangsforeteelse - innsjøen vil antakelig trenge en kontinuerlig pleie for at økosystemet skal kunne fungere. Med den nåværende kunnskap både om innsjøen og de forskjelligartede restaureringstiltak som kan være aktuelle i dette tilfelle, er det vanskelig å ta stilling til hvilke metoder som kan komme på tale. Man bør tilstrebe å finne fram til tiltak som hindrer vekst av blågrønnalger til fordel for f.eks. grønnalger. Produksjonen av grønnalger kunne da ha mulighet for å fortsette utover sensommeren. Hvis dette kunne lykkes, vil dyreplanktonet få bedre vekstvilkår - dvs. den økologiske balanse bli bedret.

På lengere sikt vil sannsynligvis en kombinasjon av forskjellige typer restaureringstiltak være å foretrekke, men dette vil først kunne avklares etter mer inngående studier. Det er under alle omstendigheter viktig at lufteenheten (Limnoen) igjen blir satt i funksjon. Arbeidet med utbedringen av kloakksystemet må fortsette!

5. KONKLUSJON

1. Forurensningssituasjonen i Kolbotnvatn har i liten grad endret karakter i løpet av de siste 5 år. Innsjøen er overbelastet med nærings-salter som bl.a. resulterer i algeblomst med dominans av blågrønn-alger mesteparten av året. På sensommeren har en nitrogenfikserende blågrønnalge dominans.
2. Undersøkelseresultatene tyder på at 80-85% av kloakkvannet samles opp av kloakksystemet.
3. Forurensningstilførslene må reduseres til mindre enn 50 kg fosfor pr. år som er < 5% av nåværende belastning før noen radikal forbedring kan ventes.
4. Innføring av fosforfrie vaskemidler tilrådes ved siden av at man stadig arbeider med å forbedre kloakkeringsystemet.
5. Parallelt med sanering av kloakkeringsproblemene bør det arbeides aktivt med å finne frem til relevante restaureringstiltak i innsjøen - forskning må til.
6. Lufteren (Limnoen) har stor betydning for tilførsel av oksygen og følgelig nedbrytning og mineralisering av sedimentene, og det anbefales at den snarest mulig må settes i drift.
7. Vi finner grunn til å poengtere at Kolbotnvatn har avløp til Gjersjøen som er distriktets drikkevannskilde. Kantorbekken er nemlig en viktig bidragsyter av bl.a. fosfor (25-30% av total tilførsel (NIVA, 1977/1980)) som er nøkkelelementet når det gjelder eutrofieringssituasjonen i denne innsjø.

7. LITTERATURLISTE

Arnesen, R.T. VASS-DAT. Et enkelt system for lagring og bearbeiding av vannkvalitetsdata. Under utarbeidelse, NIVA.

Institutt for hydroteknikk, Norges landbrukshøgskole. Stensiltrykk nr. 7/1980. Intern tilførsel av fosfor i innsjøer ved høy pH. Ås/Oslo, november 1979.

Norsk institutt for vannforskning. O-5/70. Kolbotnvatn. En limnologisk undersøkelse 1967-1970. Blindern, juni 1971.

Norsk institutt for vannforskning. O-5/70. Undersøkelser av Kolbotnvatn. Notat av 19. november 1973.

Norsk institutt for vannforskning. O-5/70. Undersøkelser av Kolbotnvatn i forbindelse med luftningsforsøk. Notat (nr. 2) av 21. august 1974.

Norsk institutt for vannforskning. A 2-05. Små eutrofe innsjøer i tettbygde strøk. Østensjøvatn, Oslo. Årungen, Ås. Kolbotnvatn, Oppegård. Langevatn, Lørenskog. Blindern, 10. april 1975.

Norsk institutt for vannforskning. O-6/70. Observasjoner i Gjersjøen i tidsrommet 1968-1976. Blindern, 15. juli 1977.

Norsk institutt for vannforskning. O-5/70. Kolbotnvatn. Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1972-1977. Blindern, januar 1978.

Norsk institutt for vannforskning. O-70006/A2-06. Gjersjøens forureningsbelastning 1971-1978. Blindern, 17. februar 1980.

Norsk institutt for vannforskning. O-92/78. Oversikt over fosfortilførsler til innsjøer. Blindern, desember 1978.

Oppegård kommune. Notat. Opplysninger om nedslagsfeltet for tilrenningsbekker til Kolbotnvannet. Oppegård, januar 1980.

Sosialdepartementet. I-2026. Kvalitetskrav til vann. Oslo, november 1976.

NIVA
 SEK-VASS
 TABELL NR.: 12
 KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
 PROSJEKT: 078007
 STASJON: AUGESJØBEBKEN - STASJON 1

DAĞ/ØS.NR.	KOND MIS/CM	KOF-PE MG/L	S-TS MG/L	S-CR MG/L	TOT-N MIK/L	NO3-N MIK/L	TOT-P MIK/L	P04-P MIK/L	S-GT MG/L	TEMP GR. C	VANNF L/S
780130			12.4	4.70	20600.	410.	2450.	2150.	7.70	2.40	
780330			121.	96.7	3400.	3400.	270.	260.	26.0	3.70	
780410		6.60			4900.	3613.	2100.	195.			
780424	229.	5.61			3320.		210.				
780508	259.	5.61			9200.		780.			5.90	
780522	405.	26.1			24000.		3900.			8.80	
780605	323.	8.06			1020.		2000.	1600.		9.70	
780620	262.	5.14			7200.	550.	840.	840.		9.20	
780703	227.	8.69			7800.	3700.	550.	450.		11.3	
780717	274.	5.21			8500.	1290.	960.	900.		10.0	
780731	252.	4.42			5700.	990.	650.	590.			
780814	312.	5.85			13800.	680.	1600.	1200.		11.4	
780828	250.	5.85			9100.	400.	1050.	1400.		10.5	5.91
780911	372.	10.7			19400.	1650.	1950.	950.		14.6	
780925	324.	11.4			22200.	1290.	2300.	2100.		9.30	10.8
781009	317.	49.0			18000.	20.0	2000.	1850.		8.80	6.66
781023	257.	5.53			9000.	20.0	850.	725.		7.87	
781106	235.	4.98			6800.	490.	740.	610.		4.42	
781120	316.	6.32			12800.	670.	1500.	1250.		7.50	
781204	345.	9.72			16400.	190.	2200.	2150.		6.90	5.91
781218	257.	6.00			8900.	530.	1250.	910.		5.50	5.15
790103	298.	6.04			11400.	560.	1850.	1600.		2.30	0.010
790220	310.	8.77			15400.	740.	1350.	1100.		3.00	0.010
790326	888.	3.91			7200.	1200.	800.	620.		2.20	
790402	212.	8.26			5900.	2500.	310.	230.		37.7	
790502	366.	10.2			18200.	2300.	1600.	1200.		13.5	
790514	341.	11.2			20000.	1380.	2700.	2400.		3.50	
790528	248.	8.78			9400.	3250.	520.	490.		6.00	
790611	232.	5.10			3800.	920.	580.	520.		16.5	
790625	220.	8.31			8200.	1700.	770.	650.		14.6	
790710	105.	99.2			6000.	10.0	1700.	500.		14.0	
790724	244.	4.04			3000.	1300.	430.	360.		6.66	
790806	255.	4.23			3560.		420.			7.67	
790820	250.	6.08			8400.	750.	870.	800.		11.0	

ANTALL	31	32	2	34	30	34	34	30	26	22
MINSTE	105.	3.91	12.4	1020.	10.0	210.	210.	195.	2.20	0.010
STørSTE	888.	99.2	121.	24000.	3700.	3900.	3900.	2400.	16.5	37.7
BREJDE	783.	95.3	108.	22980.	3690.	3690.	3690.	2205.	14.3	31.7
GJ.SNITT	297.	11.7	66.5	10368.	1250.	1296.	1296.	1063.	7.68	11.0
STU.AVVIK	124.	18.0		6239.	1079.	841.	841.	647.	3.76	10.0

NIVA *
 SEK-VASS *

 PROSJEKT : 078007 *
 DAITO : *

TABELL NR.: 14

KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.

STASJON: MIDTODDVEIBEKKEN - STASJON 3

DAIT0/0BS.Nr.	KUNND MIS/CM	KOF-PE MG/L	S-IS MG/L	S-GR MG/L	TOT-N MIK/L	N03-N MIK/L	TOT-P MIK/L	P04-P MIK/L	S-GT MG/L	TEMP GR. C	VANNF L/S
780330		6.20	14.6	13.4	5000.	4600.	86.0	64.0	1.20	2.30	
780410		5.14			5100.	4600.	120.	100.			
780424	278.	6.24			6200.		150.				
780508	348.	3.08			3040.		180.			5.40	
780522	340.	4.50			3000.		280.			9.40	
780605	359.	9.09			3640.	3050.	360.	280.		12.2	
780703	240.	9.32			7400.	5500.	210.	200.		11.2	
780717	260.	4.27			3240.	2650.	1100.	1050.		10.3	
780731	340.	3.95			3100.	1800.	300.	270.			
780828	321.	3.71			2480.	1700.	320.	300.		8.60	0.050
780911	307.	3.95			6700.	4800.	300.	295.		9.00	2.70
780925	315.	3.32			9300.	4400.	550.	350.		7.90	1.05
781009	310.	4.66			3360.	3350.	280.	260.		7.70	0.470
781023	293.	5.14			8000.	4500.	480.	430.		4.20	0.900
781106	338.	2.84			7300.	4100.	950.	880.		6.30	0.580
781120	324.	3.88			3760.	3000.	320.	295.		3.00	0.070
781204	241.	6.68			2640.	2200.	190.	190.		0.000	0.070
790402	354.	5.41			6000.	4500.	170.	140.			0.010
790502	368.	4.43			10200.	5000.	380.	330.		2.80	
790514	254.	7.68			8600.	4600.	340.	310.			0.580
790528	320.	3.68			7400.	5000.	210.	210.		6.00	5.91
790611	211.	5.64			4400.	3250.	250.	240.		9.40	0.030
790625	383.	8.90			5800.	3600.	430.	370.			0.800
790710	354.	4.00			3920.	1900.	570.	380.		12.0	0.010
790724	348.	4.82			5000.	2900.	710.	630.			0.250
790806	343.				5000.		300.			11.0	0.250
790820					5000.	3900.	320.	300.			0.030

ANTALL	MINSTE	STØRSTE	BREDD	GJ.SNITT	STD.AVVIK
: 25	: 211.	: 383.	: 172.	: 316.	: 43.8
: 26	: 2.84	: 9.49	: 6.65	: 5.37	: 2.02
: 1	: 14.6	: 14.6	: 0.000	: 14.6	
: 1	: 13.4	: 13.4	: 0.000	: 13.4	
: 27	: 2480.	: 10200.	: 7720.	: 5355.	: 2157.
: 23	: 1700.	: 5800.	: 3691.	: 1135.	
: 27	: 88.0	: 1100.	: 1012.	: 365.	: 239.
: 23	: 64.0	: 1050.	: 986.	: 342.	: 229.
: 1	: 1.20	: 0.000	: 1.20	: 1.20	
: 19	: 0.000	: 12.2	: 7.30	: 3.58	
: 17	: 0.010	: 5.91	: 0.809	: 1.47	

NIVA *
 *
 * TABELL NR. 15
 *
 * SEK-VASS *
 *
 * KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
 *
 * PROSJEKT: 078007 *
 *
 * STASJON: EKORNRUBEKKEN - STASJON 4 *
 *

DAI/OB/S.NR.	KOND MIS/CM	KOF-PE MG/L	TOT-N MIK/L	NO3-N MIK/L	TOT-P MIK/L	P04-P MIK/L	TEMP GR. C	VANNF L/S
780410		4.30	4500.	4200.	82.0	61.0		
780424	210.	7.66	2360.		380.			
780508	332.	3.32	1480.		58.0		5.50	
780522	265.	5.53	2400.		1800.		11.5	
780605	410.	7.19	3520.	135.	1000.	860.	12.5	
780703	200.	7.27	4400.	2650.	130.	96.0	13.6	
780717	280.	5.77	1480.	540.	1100.	960.	13.0	
780731	352.	5.14	1040.	285.	272.	250.		
780828	401.	72.6	3160.	260.	5000.	3700.		
780911	252.	5.53	2840.	2200.	112.	91.0	11.5	0.010
780925	222.	4.66	1480.	990.	64.0	47.0	8.80	0.030
781009	298.	4.74	1240.	910.	77.0	60.0	7.50	0.010
781023	272.	3.56	1740.	1100.	57.0	44.0	7.80	0.010
781120	304.	5.85	2760.	1500.	320.	210.	4.20	0.010
781204	324.	115.	13600.	85.0	6200.	3700.	2.40	0.010
790402	263.	4.42	6400.	4900.	110.	89.0	0.000	0.010
790502	219.	15.7	2840.	1420.	1200.	41.0	2.80	0.010
790514	199.	3.57	1400.	1030.	91.0	65.0		0.010
790528	230.	6.15	5800.	4100.	110.	100.	7.00	0.010
790611	184.	5.57	1560.	930.	110.	88.0	7.80	0.070
790625	276.	18.7	3120.	2300.	1000.	990.		0.010
790710	278.	9.17	6000.	1180.	3500.	1300.	14.0	0.010
790724	365.	7.13	690.	250.	220.	170.		0.010
790806	395.	101.	12500.		4300.			0.030
790820	372.	5.10	2840.	2100.	81.0	60.0	13.0	0.010

ANTALL	:	24	25	21	25	21	17	17
MINSTE	:	184.	3.32	690.	57.0	41.0	0.000	0.010
STØRSTE	:	410.	115.	13600.	6200.	3700.	14.0	0.070
BREIÐDE	:	226.	111.	12910.	6143.	3659.	14.0	0.060
GJ.SNITT	:	288.	17.4	3646.	1095.	618.	3.41	0.016
STD.AVVIK	:	68.4	30.5	3237.	1739.	1093.	4.36	0.015

NIVA

TABELL NR.: 17

SEK-VASS

KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.

PROSJEKT: 078007

STASJON: MYRVOLDBEKKEN - STASJON 6

DATE/OBS.NR.	KOND MIS/CM	KOF-PE MG/L	S-TS MG/L	S-GR MG/L	TOT-N MIK/L	N03-N MIK/L	TOT-P MIK/L	P04-P MIK/L	S-GT MG/L	TEMP GR. C	VANNF L/S
780330			130.	115.	1880.	1950.	150.	93.0	15.2	1.20	
780410		5.20			2200.	1500.	220.	140.			
780424	142.	4.19			1070.		22.0				
780508	210.	5.61			790.		24.0			5.50	
780522	245.	4.19			500.		32.0			11.2	
780605	295.	5.61			440.	150.	28.0	12.0		22.1	
780703	204.	6.56			4160.	4000.	94.0	49.0		11.0	
780717	292.	5.06			590.	405.	32.0	16.0		12.0	
780731	298.	6.40			820.	420.	43.0	19.0			
780814	302.	7.43			800.	80.0	77.0	20.0		12.3	
780828	271.	6.32			1120.	225.	192.	140.		9.20	0.030
780911	272.	5.21			1680.	1280.	66.0	47.0		6.50	0.600
780925	259.	5.14			1440.	1040.	56.0	42.0		5.00	0.950
781009	275.	4.50			730.	390.	62.0	41.0		7.40	0.280
781023	259.	3.56			950.	385.	47.0	38.0		2.60	0.390
781106	274.	4.42			920.	360.	140.	28.0			0.080
781120	298.	4.11			1360.	980.	46.0	34.0		1.00	0.130
781204	288.	5.61			810.	50.0	203.	185.		±0.500	0.010
790402	204.	8.02			3240.	1500.	280.	210.			0.010
790502	327.	11.3			17200.	1600.	1200.	1100.		3.00	0.010
790514	262.	3.96			900.	480.	54.0	38.0			0.580
790528	209.	6.35			5900.	1700.	220.	180.		6.50	3.19
790611	260.	6.19			850.	225.	100.	88.0		10.6	0.030
790625	276.	7.10			1320.	650.	103.	77.0			1.39
790710	383.	7.96			2000.	140.	450.	360.		13.6	0.010
790724	354.	6.90			760.	255.	60.0	43.0			0.070
790806	320.	45.5			3900.		1250.				1.05
790820	310.	6.62			900.	400.	80.0	68.0		12.0	0.010

ANTALL	: 26	27	1	1	28	24	28	24	1	19	18
MINSTE	: 142.	3.56	130.	115.	440.	50.0	22.0	12.0	15.2	±0.500	0.010
STVRSKE	: 383.	45.5	130.	115.	17200.	4000.	1250.	1100.	15.2	22.1	3.19
BREDDJE	: 241.	41.9	0.000	0.000	16760.	3950.	1228.	1088.	0.000		3.18
GJ.SNITT	: 273.	7.37	130.	115.	2115.	840.	190.	128.	15.2		0.490
STD.AVVIK	: 50.8	7.79			3222.	892.	308.	223.			0.795

NIVA *
 SEK-VACS *
 PROSJEKT: 078007 *
 TABELL NR.: 16 *
 KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA. *
 STASJON: NORDENGABEKKEN - STASJON 5 *

DAFO/ØDS.NR.	KOND MIS/CM	KOF-PE MG/L	S-TS MG/L	S-GR MG/L	TOT-N MIK/L	N03-N MIK/L	TOT-P MIK/L	P04-P MIK/L	S-GT MG/L	TEMP GR. C	VANNF L/S
780330			92.5	81.5	1360.	1075.	109.	72.0	11.0	1.70	
780410		4.70			1520.	1310.	150.	85.0			
780424	155.	3.95			750.		23.0				
780508	210.	5.06			1000.		83.0			5.50	
780522	229.	5.53			390.		25.0			8.80	
780605	328.	7.51			820.	105.	46.0	11.0		23.2	
780703	161.	6.64			2900.	1390.	54.0	54.0		11.5	
780717	282.	4.66			1200.	810.	44.0	23.0		16.0	
780731	288.	6.79			2280.	635.	80.0	50.0			
780814	304.	5.69			2120.	980.	39.0	9.00		12.9	
780828	286.	5.37			760.	60.0	59.0	10.0		8.60	0.070
780911	232.	6.32			1560.	1050.	34.0	14.0		7.40	0.250
780925	215.	4.58			1040.	750.	30.0	10.0		7.90	0.800
781009	256.	3.71			620.	350.	18.0	9.00		6.60	0.510
781023	225.	3.08			830.	420.	11.0	4.00		2.80	0.510
781106	246.	3.95			770.	425.	46.0	21.0		5.00	0.070
781120	256.	3.87			1920.	660.	48.0	29.0		2.40	0.130
781204	246.	4.27			760.	310.	140.	93.5		0.500	0.800
790402	210.	4.78			1280.	920.	38.0	19.0			0.010
790502	196.	3.92			900.	610.	12.5	5.00		1.20	0.010
790514	229.	3.84			850.	540.	14.0	6.00			0.800
790528	176.	4.66			1440.	1100.	18.0	10.0		6.50	0.800
790611	257.	7.96			2660.	840.	96.0	21.0		9.00	5.91
790625	211.	5.88			1040.	680.	28.0	16.0		3.19	
790710	302.	4.90			900.	475.	23.0	20.0		16.0	0.010
790724	290.	7.45			2000.	1370.	110.	95.0			0.030
790806	271.	4.94			1600.		85.0				0.130
790820	280.	7.72			980.	610.	45.0	32.0		12.0	0.010

ANGALL	26	27	1	1	28	24	28	24	28	18
MINSTE	155.	3.08	92.5	81.5	390.	60.0	11.0	4.00	11.0	0.500
STØRSTE	328.	7.96	92.5	81.5	2900.	1390.	150.	95.0	11.0	23.2
BREDDJE	173.	4.88	0.000	0.000	2510.	1330.	139.	91.0	0.000	5.90
GJ.SNITT	244.	5.25	92.5	81.5	1295.	728.	53.7	29.9	11.0	0.780
STD.AVVIK	45.0	1.37			636.	370.	38.3	28.9		1.48

NIVA
 * * * * *
 SEK-VASS
 * * * * *
 PROSJEKT : 078007
 * * * * *

TABELL NR.: 18

KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.

STASJON: UTL/P KOLBOINVAIN - STASJON 7

DATE/OBS.NR.	KONN MIS/CM	KOF-PE MG/L	S-TS MG/L	S-GR MG/L	TOT-N MIK/L	N03-N MIK/L	TOT-P MIK/L	P04-P MIK/L	S-GT MG/L	TEMP GR. C	VANNF L/S
780130			3.30	0.800	1400.	570.	170.	100.	2.50	1.40	22.0
780330			1.67	0.830	1320.	810.	175.	150.	0.830	1.90	140.
780410		7.30			4500.	2750.	600.	350.			270.
780424	177.	5.53			1600.		170.				215.
780508	199.	3.87			1040.		130.			7.90	85.0
780522	200.	5.14			780.		110.			12.0	19.0
780605	179.	6.00			650.	10.0	67.0	14.0		21.5	7.00
780703	181.	5.06			910.	395.	93.0	50.0		15.8	85.0
780717	198.	4.90			680.	50.0	110.	90.0		14.0	26.0
780731	191.	4.90			530.	10.0	38.0	9.00			16.0
780828	170.	4.90			1240.	10.0	68.0	15.0		14.0	22.0
780911	196.	5.29			1040.	15.0	61.0	19.0		11.3	26.0
780925	178.	4.11			1040.	65.0	108.	35.0		9.00	19.0
781009	181.	4.74			1120.	75.0	120.	48.0		8.20	13.0
781023	176.	3.79			1160.	120.	152.	65.0		5.90	16.0
781106	185.	5.06			1440.	370.	240.	105.		5.00	22.0
781120	205.	4.27			1360.	480.	180.	100.		3.90	19.0
781204	214.	5.14			1360.	530.	170.	120.		±0.800	16.0
781218	209.	11.2			2700.	550.	390.	165.		±0.500	30.0
790103	212.	4.90			1840.	500.	210.	89.0		±2.50	22.0
790220	232.	6.95			820.	700.	255.	210.		±0.500	11.0
790402	198.	4.78			2040.	1420.	170.	120.		3.50	260.
790502	203.	5.53			1520.	830.	170.	100.			130.
790514	203.	8.23			1360.	240.	170.	50.0			45.0
790528	184.	6.04			960.	85.0	100.	36.0		10.0	105.
790611	177.	7.53			860.	10.0	99.0	21.0		16.0	35.0
790625	198.	6.12			1040.	380.	120.	91.0			16.0
790710	192.	5.49			850.	10.0	73.0	18.0		19.3	11.0
790724	196.	5.41			650.	115.	60.0	36.0			13.0
790806	195.	6.15			910.		68.0				19.0
790820	189.	6.27			900.	10.0	55.0	3.00		18.0	22.0

ANTALL	28	29	2	31	27	31	27	2	23	31
MINSTE	170.	3.79	1.67	0.800	530.	38.0	3.00	0.830	±2.50	7.00
STØRSTE	232.	11.2	3.30	0.830	4500.	600.	350.	2.50	21.5	270.
BREDDJE	61.5	7.43	1.63	0.030	3970.	562.	347.	1.67		263.
GJ.SNITT	194.	5.68	2.48	0.815	1278.	152.	81.8	1.66		56.7
STD.AVIK	14.0	1.50		749.	581.	110.	75.1			73.1

Tabell 19. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Kolbotnvatn i 1978 basert på blandprøver 0-8 m dyp.

Antallet gitt i $10^3/1$.

Volumet gitt i mm^3/m^3 .

x = kolonier

xx = celletråder á 100 μm lengde.

ART	DATO	30. januar		30. mars		25. april		1. juni		21. juli		28. august		27. september		31. oktober		
		Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	
CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)																		
xx	Anabaena solitaria f. planctonica	(Brunnth.) Kom.										1725	4830,4					
x	Gomphosphaeria lacustris	Chod.								22	32,7	9	14,0					
xx	Oscillatoria agardhii	Gom.	64	127,7	28	56,1	308	385,4	377	602,9	109	185,3	996	1594,4	1585	2536,0	249	398,6
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)																		
	Ankistrodesmus falcatus	(Corda) Ralfs						430	43,0									
	Chlamydomonas spp.				31	19,5		34	10,3								3	0,9
	Chodatella citrifomis	Snow								9	3,7						3	0,7
x	Coelastrum microporum	Naeg.															1,5	3,3
	Elakatothrix gelatinosa	Wille															3	0,2
	Monoraphidium minutum	(Naeg.) Kom.-Legn.										81	6,9	100	8,5	31	2,6	
	Monoraphidium setiforme	(Nyg.) Kom.-Legn.			3	0,2												
	Oocystis lacustris	Chod.	3	0,6											212	148,2	25	17,5
	Oocystis cf. submarina v. variabilis (= O. parva) Skuja					25	0,8	262	31,4	4635	139,1	9326	279,8	109	13,1	28	3,4	
	Pteromonas cf. angulosa	Lemm.						9	2,8									
	Scenedesmus acuminatus	(Lagerh.) Chod.						255	51,1	34	34,3							
	Scenedesmus armatus	(Chod.) G.M. Smith										34	3,4	50	7,5	9	1,9	
	Scenedesmus denticulatus	Lagerh.															12	1,5
	Scenedesmus quadricauda	Turp.				12	5,0	1949	974,7	56	22,4			18	11,2			
	Scenedesmus sp.											28	3,5					
	Scourfieldia sp.		6	0,2	20	0,6												
	Tetraedron minimum	(A.Br.) Hansg.										25	5,0	6	1,2	22	10,9	
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)																		
	Craspedomonadineae			22	1,4	27	1,5			47	3,0			12	0,8			
	Cyster av chrysophyceae		20	3,0				12	1,9									
	Phaeaster aphanaster	(Skuja) Bourr.												18	3,4			
	Små chrysomonader		156	10,1	185	12,0	190	12,3	498	32,4	199	12,9	128	8,3	262	17,0	146	9,5
	Store chrysomonader		28	9,1	37	12,1	75	24,3	299	97,2	72	23,3	56	18,2	69	22,3	9	3,0
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)																		
	Cyclotella sp. (d=8-10 μm)							84	29,4									
	Stephanodiscus hantzschii	Grun.													218	32,7	9	1,4
	Synedra acus v. angustissima	Grun.												3	5,8			
	Uspes. pennate diatomeer							620	108,4	741	129,7							
CRYPTOPHYCEAE																		
	Cryptaulax vulgaris	Skuja	125	12,5	42	4,2	37	3,7	56	6,7	16	1,6						
	Cryptomonas marssonii	Skuja			1,5	1,7												
	Cryptomonas spp.							115	288,0			3	7,8	16	38,9	1,5	3,9	
	Katablepharis ovalis	Skuja	12	1,2	14	1,4	50	5,0	314	31,5	87	8,7	16	1,6	193	19,3	78	7,8
	Rhodomonas lacustris (+ v. nanoplantica) Pasch. & Ruttn.		11	1,6			12	1,6	100	12,5	723	90,3	165	16,5	1068	133,5	19	2,3
DINOPHYCEAE (fureflagellater)																		
	Gymnodinium helveticum	Pen.			0,6	2,7												
	Gymnodinium cf. lacustre	Schill.			1,5	0,8	16	7,0			16	8,6	16	4,7				
	Gymnodinium sp. (22x20 μm)					9	42,1											
	Peridinium sp. (14x12 μm)																3	2,6
	μ - alger				392	3,9	748	7,5	2561	25,6			897	9,0	2840	28,4	498	5,0
TOTALVOLUM			166,0		96,9		515,9		2349,8		700,6		6799,7		3037,5		466,1	

Tabell 20. Kolbotnvatn 1978. Forekomst av de vanligst forekommende krepssdyrplanktonarter. Semikvantitative data basert på håvtrekk fra 0 - 8-metersonen fra st. 2.

Art	Dato	30.3	25.4	1.6	21.7	27.9	31.10
HOPPEKREPS (Copepoda)							
<u>Calanoida:</u>							
<i>Heterocope appendiculata</i>		10	-	-	10	-	-
adulter		-	-	-	10	-	-
copepoditer		-	-	-	-	-	-
nauplier		10	-	-	-	-	-
<i>Eudiaptomus gracilis</i>		580	850	8.740	4.920	1.470	1.270
adulter		300	105	1.150	2.070	320	255
copepoditer		20	65	6.770	1.850	460	880
nauplier		260	680	820	1.000	690	135
<u>Cyclopoida:</u>							
<i>Cyclops strenuus</i>		445	145	1.675	-	60	130
adulter		15	-	70	-	-	30
copepoditer		30	5	1.060	-	45	85
nauplier		400	140	545	-	15	15
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		55	25	1.210	530	325	60
adulter		-	5	195	50	-	15
copepoditer		55	10	345	420	300	40
nauplier		-	10	670	60	25	5
<i>Thermocyclops oithonoides</i>		750	3.075	1.995	21.540	150	470
adulter		-	20	955	940	-	5
copepoditer		445	2.985	805	7.980	140	430
nauplier		305	70	2.335	3.620	10	35
VANNLOPPER (Cladocera)							
<i>Daphnia longispina/hyalina</i>		15	-	20	-	5	10
adult		15	-	20	-	-	5
juv.		-	-	-	-	5	5
<i>Daphnia cristata</i>		15	35	740	820	195	600
adult		-	20	455	590	160	390
juv.		15	15	285	230	35	210
<i>Daphnia cucullata</i>		20	25	50	380	265	35
adult		-	10	-	220	130	25
juv.		20	15	50	160	135	10
<i>Bosmina longispina</i>		-	5	120	430	210	560
adult		-	5	60	300	140	440
juv.		-	-	60	130	70	120
<i>Bosmina longirostris</i>		15	100	2.310	3.800	2.190	2.975
adult		15	100	1.905	3.240	1.820	2.115
juv.		-	-	405	560	370	860
TOTAL Σ		1.905	4.260	16.860	32.430	4.870	6.110
Σ hoppekreps		1.840	4.095	13.620	27.000	2.005	1.930
Σ vannlopper		65	165	3.240	5.430	2.865	4.180