

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

O - 219/70

Undersøkelse av Haldenvassdraget

Resultater av vassdragsundersøkelser 1967-1972

Saksbehandler: Cand.real. Olav Skulberg

Rapporten avsluttet: Juni 1972

INNHOLDSFORTEGNELSE:

	Side:
FORORD	4
1. OVERSIKT OVER PRØVETAKINGSSTASJONER	5
2. RESULTATER	7
3. PLANTEPLANKTON I INNSJØENE	31
4. HYDROGRAFISKE FORHOLD 1967 - 1971	34
5. SESTONOBSERVASJONER 1968 - 1969	37
6. VEKSTFORSØK MED ALGEKULTURER	41
7. OVERSIKT OVER UTFØRTE UNDERSØKELSER I HALDENVASSDRAGET	45
8. VIDERE UNDERSØKELSER OG PRAKTISKE KONKLUSJONER	46

FIGUROVERSIKT:

	Side:
1. Haldenvassdraget. Prøvetakingsstasjonenes beliggenhet	6
2. Prosent felles arter i prøvene fra de ulike innsjøene i perioden 1967 - 1971	33
3. Prosent felles arter i prøvene innen samme innsjø i perioden 1967 - 1971	33
4. Innsjøer i Haldenvassdraget. Hydrokjemiske forhold. September 1967 - 1971	35
5. Haldenvassdraget. Sestonobservasjoner. Januar 1968 - januar 1969	39
6. Resultater av algevekstforsøk. Prøvetaking 27. - 28. januar 1972	42
7. Resultater av algevekstforsøk. Prøvetaking 27. - 28. januar og 24. februar 1972	43
8. Sammenligning mellom resultater av vekstforsøk med vannprøver innsamlet henholdsvis i september og februar	44

TABELLFORTEGNELSE:

	Side:
1. Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 27. september 1967	9
2. Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 10. september 1968	9
3. Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 16. september 1969	10
4. Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 15. september 1970	10
5. Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 16. september 1971	11
6. Hydrokjemiske data for Rødenessjøen, Ørjeelva og Øymarksjøen. Prøvetaking 14. november 1968	11
7. Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 1. - 2. juni 1971	12
8. Hydrokjemiske data for elvestrekningene. Prøvetaking 27. - 28. januar 1972	13
9. Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 24. februar 1972	14
10. Hydrokjemiske data for Bjørkelangen. Prøvetaking 8. mai 1972	14
11. Hydrokjemiske data for Floen. Prøvetaking 9. mai 1972	15
12. Hydrokjemiske data for elvestrekningene (Hølandselva). Prøvetaking 9. mai 1972	15
13. Øgderen. Observasjoner av algeplankton. September, 1967 - 1971	16
14. Rødenessjøen. Observasjoner av algeplankton. September, 1967 - 1971	18
15. Øymarksjøen. Observasjoner av algeplankton. September, 1967 - 1971	20
16. Aremarksjøen. Observasjoner av algeplankton. September, 1967 - 1971	22
17. Aspern. Observasjoner av algeplankton. September, 1967 - 1971	24
18. Femsjøen. Observasjoner av algeplankton. September, 1967 - 1971	26
19. Vekstforsøk med vann fra innsjøene. Prøvetakingsdato, 16. september 1971	28
20. Vekstforsøk med vann fra innsjøene. Prøvetakingsdato, 24. februar 1972	28
21. Vekstforsøk med vann fra elvelokaliteter. Prøvetakingsdato, 27. - 28. januar 1972	29
22. Plantep plankton, prosent felles arter innen hver sjø i prøver fra ulike år	30
23. Plantep plankton, prosent felles arter i de forskjellige sjøer i perioden 1967 - 1971	30

F O R O R D

På møte i Haldenvassdragets Vassdragsforbund 18. juni 1971 ble et program for vassdragsundersøkelser behandlet. Tre hovedoppgaver ble formulert:

Bearbeide foreliggende materiale og observasjoner fra Haldenvassdraget som tidligere ikke er rapportert.

Gjennomføre feltundersøkelser i de øvre deler av vassdraget.

Skaffe observasjoner som beskriver variasjonsmønstre i vannmassenes egenskaper med årstid og meteorologiske forhold.

For de to første oppgavens vedkommende er undersøkelsen blitt utført etter planen. Når det gjelder det tredje punktet, er det bare blitt gjort orienterende observasjoner og forberedende arbeid.

Resultatene av vassdragsundersøkelsene i Haldenvassdraget 1967 - 1972 er stilt sammen i denne rapport.

Blindern, juni 1972

Olav Skulberg

1. OVERSIKT OVER PRØVETAKINGSSTASJONER

Floen

Hølandselva. Laksåelv (ved Lakshaug).

- St. 1 Riserelva. Før renseanlegg, Lindåkermoen.
- St. 2 Riserelva. Etter -"- -"- .
- St. 3 Riserelva. Ved nedlagt jernbanebro, Aurskog.
- St. 4 Lierelva. Utløp Aurskog meieri.
- St. 5 Etter slamavskiller ved Borgenfeltet, Hølen, sidebekk til Hølandselva.
- St. 6 Lierelva. Innløp Bjørkelangen, ved Skreppestad bro.

Bjørkelangen.

- St. 7 Utløp Bjørkelangen ved Fosser bro.
- St. 8 Utløp Løken sentrum, sidebekk til Hølandselva.
- St. 9 Utløp Løken slakteri, Riser, sidebekk til Hølandselva.

Hølandselva, Naddum bro.

Øgderen.

- St. 10 Utløp Øgderen, ved Hemnes.
- St. 11 Innløp Rødenes-sjøen ved Kroksund.

Rødenes-sjøen.

- St. 12 Utløp Rødenes-sjøen ved Ørje.

Ørjeelva, nedstrøms Ørje sentrum.

Øymarksjøen.

Aremarksjøen.

Aspern.

Femsjøen.

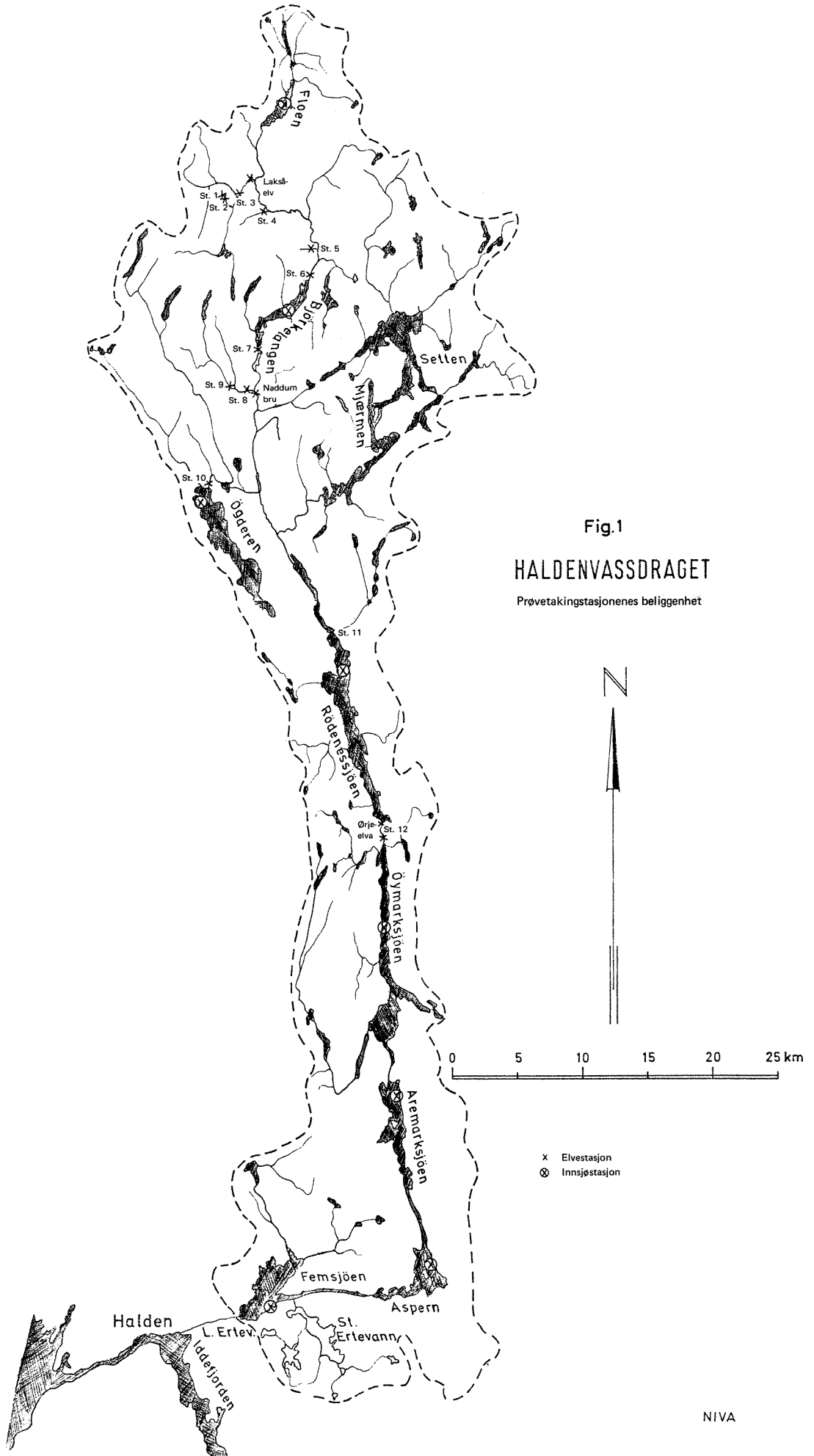


Fig.1

HALDENVASSDRAGET

Prøvetakingstasjonenes beliggenhet



0 5 10 15 20 25 km

- x Elvestasjon
- ⊗ Innsjøstasjon

2. RESULTATER

Resultatene av de hydrografiske og biologiske undersøkelser i Haldenvassdraget er gitt i følgende tabeller:

Tabell	1.	Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 27/9 1967
"	2.	Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 10/9 1968
"	3.	Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 16/9 1969
"	4.	Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 15/9 1970
"	5.	Hydrokjemiske data for innsjøer Prøvetaking 16/9 1971
"	6.	Hydrokjemiske data for Rødenessjøen, Ørjeelva og Øymarksjøen. Prøvetaking 14/11 1968
"	7.	Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 1/6 - 2/6 1971
"	8.	Hydrokjemiske data for elvestrekninger. Prøvetaking 27/1 - 28/1 1972
"	9.	Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 24/2 1972
"	10.	Hydrokjemiske data for Bjørkelangen. Prøvetaking 8/5 1972
"	11.	Hydrokjemiske data for Floen. Prøvetaking 9/5 1972
"	12.	Hydrokjemiske data for elvestrekninger. (Hølandselva). Prøvetaking 9/5 1972
"	13.	Øgderen. Observasjoner av algeplankton. September, 1967 - 1971
"	14.	Rødenessjøen. Observasjoner av algeplankton. September, 1967 - 1971
"	15.	Øymarksjøen. Observasjoner av algeplankton. September, 1967 - 1971

- Tabell 16. Aremarksjøen. Observasjoner av algeplankton.
September, 1967 - 1971
- " 17. Aspern. Observasjoner av algeplankton.
September, 1967 - 1971
- " 18. Femsjøen. Observasjoner av algeplankton.
September, 1967 - 1971
- " 19. Vekstforsøk med vann fra innsjøene.
Prøvetakingsdato, 16. september 1971
- " 20. Vekstforsøk med vann fra innsjøene.
Prøvetakingsdato, 24. februar 1972
- " 21. Vekstforsøk med vann fra elvelokaliteter.
Prøvetakingsdato, 27. - 28. januar 1972
- " 22. Planteplankton, prosent felles arter innen hver sjø
i prøver fra ulike år
- " 23. Planteplankton, prosent felles arter i de forskjellige
sjøer i perioden 1967-1971.

Tabell 1. Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 27/9 1967.

Sted	pH	Spes. el. ledn. evne µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet JTU
Øgderen	7,0	50,0	48	6,0
Rødenes-sjøen	7,0	39,2	33	1,7
Øymarksjøen	7,0	38,8	42	2,6
Åremarksjøen	6,9	40,9	30	2,2
Aspern	6,9	39,5	25	1,7
Femsjøen	6,8	41,5	26	1,7

Tabell 2. Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 10/9 1968.

Sted	pH	Spes. el. ledn. evne µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet JTU	Klorid mg Cl/l	Total fosfor µg P/l	Nitrat µg N/l	BFA µg N/l
Øgderen	7,3	48,8	20	0,95	4,8	15	0	160
Rødenes-sjøen	7,0	40,5	32	1,2	4,7	20	25	210
Øymarksjøen	7,0	41,0	40	1,4	4,4	21	70	340
Åremarksjøen	7,1	43,5	22	0,70	4,2	15	100	200
Aspern	7,0	42,2	26	0,66	4,2	18	115	290
Femsjøen	6,9	42,1	24	0,67	5,0	22	120	180

Tabell 3. Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 16/9 1969.

Sted	pH	Spes. el. ledn. evne µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet JTU	Dikr.- tall mg O/l	Klorid mg Cl/l	Total fosfor µg P/l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l
Øgderen	7,2	53,6	41	0,83	15,6	4,8	16	265	40
Rodenes-sjøen	6,8	43,4	36	0,34	17,6	3,9	13	385	165
Øymarksjøen	6,8	45,4	51	2,2	19,6	4,0	17	325	140
Aremarksjøen	7,0	44,8	26	0,17	15,0	4,1	11	320	130
Aspern	6,9	45,4	29	0,42	16,9	4,2	17	455	165
Femsjøen	6,8	45,2	30	0,27	16,6	4,4	9	330	175

Tabell 4. Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 15/9 1970.

Sted	pH	Spes. el. ledn. evne µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet JTU	Dikr.- tall mg O/l	Klorid mg Cl/l	Total fosfor µg P/l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l
Øgderen	6,8	66,0	41	0,80	16,3	4,0	16	375	120
Rodenes-sjøen	6,7	38,5	43	0,65	22,2	3,6	19	495	325
Øymarksjøen	6,7	44,0	57	0,60	19,2	3,8	19	560	360
Aremarksjøen	6,7	41,5	52	0,55	18,7	3,6	14	500	330
Aspern	6,8	47,5	56	1,0	18,0	3,6	8	415	285
Femsjøen	6,8	45,5	30	0,10	16,7	4,2	22	460	300

Tabell 5. Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 16/9 1971.

Sted	pH	Spes. el. ledn. evne $\mu\text{S}/\text{cm}$	Farge $\text{mg Pt}/\text{l}$	Turbiditet JTU	Klorid $\text{mg Cl}/\text{l}$	Total fosfor $\mu\text{g P}/\text{l}$	Ortofosfat $\mu\text{g P}/\text{l}$	Total nitrogen $\mu\text{g N}/\text{l}$	Nitrat $\mu\text{g N}/\text{l}$	Jern $\mu\text{g Fe}/\text{l}$	Mangan $\mu\text{g Mn}/\text{l}$
Øgderen	7,2	37,0	31	1,8	5,4	13	4	275	40	80	25
Rødenes-sjøen	7,0	31,5	32	1,5	4,4	10	4	375	250	70	<10
Øymarksjøen	6,8	31,5	45	2,0	4,4	15	5	275	170	190	30
Aremarksjøen	6,9	32,0	30	1,3	4,6	13	7	275	190	70	15
Aspern	7,1	32,0	53	3,5	4,8	12	6	265	170	160	<10
Femsjøen	6,9	31,5	26	0,60	5,0	12	3	290	280	70	15

Tabell 6. Hydrokjemiske data for Rødenes-sjøen, Ørje-elva og Øymarksjøen.

Prøvetaking 14/11 1968.

Sted	pH	Spes. el. ledn. evne $\mu\text{S}/\text{cm}$	Dikr.-tall $\text{mg O}/\text{l}$	Klorid $\text{mg Cl}/\text{l}$	Ortofosfat $\mu\text{g P}/\text{l}$	Nitrat $\mu\text{g N}/\text{l}$	Kobber $\mu\text{g Cu}/\text{l}$	Sink $\mu\text{g Zn}/\text{l}$
Rødenes-sjøen	6,4	56,4	15,0	5,0	8	370	20	10
Ørje-elva (nedenf. Ørje sentrum)	6,5	44,0	16,0	4,0	6	330	20	10
Øymarksjøen	6,3	43,2	16,6	4,0	9	320	25	20

Tabell 7. Hydrokjemiske data for innsjøer. Provetaking 1/6 - 2/6 1971.

Sted	pH	Spes. el. ledn. evne $\mu\text{S}/\text{cm}$	Farge $\text{mg Pt}/\text{l}$	Farge (filtr) $\text{mg Pt}/\text{l}$	Turbi- ditet JTU	Klorid $\text{mg Cl}/\text{l}$	Total fosfor $\mu\text{g P}/\text{l}$	Orto- fosfat $\mu\text{g P}/\text{l}$	Nitrat $\mu\text{g N}/\text{l}$	BFA $\mu\text{g N}/\text{l}$	Jern $\mu\text{g Fe}/\text{l}$	Mangan $\mu\text{g Mn}/\text{l}$
Floen	6,4	32,5	51	-	0,10	1,8	7	3	40	400	100	<10
Bjerkelangen	6,5	52,0	150	72	7,2	4,6	37	19	440	700	540	45
Øgderen	6,6	53,5	34	-	0,90	4,6	16	6	160	480	65	10
Rødenes-sjøen	6,7	44,5	62	35	1,3	3,8	25	9	320	560	160	25
Øymarksjøen	6,6	46,0	65	-	0,99	4,0	27	8	270	600	130	25
Aremarksjøen	6,9	47,5	50	-	0,64	4,2	20	6	350	540	95	15
Aspern	6,8	46,5	43	-	0,34	4,4	14	5	320	440	75	<10
Femsjøen	6,8	47,5	36	-	0,23	4,6	11	5	370	500	65	<10

Tabell 8. Hydrokjemiske data for elvestrekninger. Provetaking 27/1 - 28/1 1972.

Stasjon	pH	Spes.el. ledn.evne µS/cm	Farge mg Pt/l	Farge (filtr) mg Pt/l	Turbi- ditet JTU	Dikr.- tall mg O/l	Klorid mg Cl/l	Total fosfor µg P/l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l
1	7,5	1150	6400	750	690	2440	43,0	61000	97600	130
2	7,2	475	1120	230	24,0	188	34,0	7800	48000	160
3	6,9	63,0	108	47	4,7	19,0	5,2	150	>500	280
4	7,2	127	198	64	12,0	26,5	7,8	540	>500	270
5	7,4	365	860	172	83,0	184	26,0	4700	27600	100
6	6,6	61,0	90	45	5,3	17,8	5,2	62	>500	320
7	6,5	66,5	140	82	8,3	24,5	6,2	31	840	560
9	6,8	75,0	218	72	8,0	51,8	10,8	180	450	240
8	6,7	77,5	198	82	11,0	37,6	8,4	200	>500	290
10	6,9	61,5	46	-	2,0	14,6	6,0	10	425	230
11	5,8	34,5	80	-	1,8	59,7	3,6	67	425	110
12	6,6	30,0	52	-	1,6	14,6	4,8	21	700	460

Tabell 9. Hydrokjemiske data for innsjøer. Prøvetaking 24/2 1972.

Sted	pH (filtr)	Farge (filtr) mg Pt/l	Dikr.-tall mg O/l	Klorid (filtr) mg Cl/l	Total fosfor µg P/l	Orto-fosfat (filtr) µg P/l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat (filtr) µg N/l	Jern µg Fe/l
Øgderen	6,7	18	15,5	6,2	12	<2	650	250	30
Rødnes-sjøen	6,4	50	18,9	4,6	13	3	650	290	70
Øymarksjøen	6,5	49	16,7	5,2	15	2	728	600	140
Arcmarksjøen	6,5	40	14,8	5,2	16	2	828	560	90
Aspern	6,5	36	17,4	5,4	21	2	558	410	120
Femsjøen	6,6	36	19,7	6,6	10	<2	588	500	50

Tabell 10. Hydrokjemiske data for Bjørkelangen. Prøvetaking 8/5 1972.

Dyp m.	pH	Spes. el. ledn. evne µS/cm	Farge (filtr) mg Pt/l	Farge (filtr) mg Pt/l	Turbi-ditet JTU	Klorid mg Cl/l	Total fosfor µg P/l	Orto-fosfat µg P/l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l	Oksygen		
													Temp. °C	mg O ₂ /l	% metn.
0	6,5	57,0	184	132	10	5,2	24	13	928	690	420	65	8,2	10,08	88,5
1	6,5	56,5	188	82	11	5,2	38	15	868	690	450	65	7,8	9,63	83,0
3	6,4	57,0	204	68	12	5,4	30	17	828	670	410	70	6,7	9,33	79,0
5	6,4	57,0	204	68	12	5,4	33	18	828	690	500	80	6,0	9,03	75,0
7	6,4	57,5	212	84	13	5,4	33	18	848	690	520	80	5,7	8,68	71,1
9	6,4	57,5	224	88	14	5,4	34	18	868	690	560	85	5,5	9,05	74,0
11	6,5	58,0	232	84	14	5,4	36	25	1008	690	680	100	4,4	9,31	74,5

Tabell 11. Hydrokjemiske data for Floen. Prøvetaking 9/5 1972.

Dyp m	pH	Spes. el. ledn.evne µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet JTU	Klorid mg Cl/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l	Oksygen	
												Temp. °C	mg O ₂ /l % metn.
0	6,7	33,0	56	0,82	2,0	6	2	315	110	80	20	10,34	92,8
1	6,4	32,0	59	0,90	2,0	6	<2	395	110	90	20	9,98	89,0
4	6,4	32,5	57	0,90	2,0	6	<2	290	120	110	30	9,43	77,9
8	6,5	33,0	57	0,75	2,0	6	<2	325	125	120	35	9,15	74,1
12	6,3	33,5	57	0,95	2,0	7	<2	310	125	130	20	9,01	72,5
16	6,4	33,5	57	0,90	2,0	5	<2	270	125	140	30	8,93	71,7
20	6,2	34,2	59	1,30	6,2	69	47	948	500	620	100	8,01	64,0

Tabell 12. Hydrokjemiske data for elvestrekninger (Hølandselva). Prøvetaking 9/5 1972.

Sted	pH	Spes. el. ledn.evne µS/cm	Farge mg Pt/l	Farge (filtr) mg Pt/l	Turbi- ditet JTU	Klorid mg Cl/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l
Laksåelv	6,6	68,0	198	74	12,0	2,0	8	3	290	125	270	100
Naddum bro	6,7	54,2	176	74	13,0	5,2	34	13	1008	560	450	75
Skreppestad bro	6,6	50,0	156	68	8,1	4,6	31	17	470	210	410	60

Tabell 13. Øgderen. Observasjoner av algeplankton.
September, 1967 - 1971.

Plankton:	Dato:	27/9 1967	16/9 1969	15/9 1970	16/9 1971
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena circinalis</i> Rabenh.					1
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.					+
<i>Anabaena</i> Bory sp.		+			+
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs		+			
<i>Chroococcus</i> Näg. sp.				1	+
<i>Coelosphaerium nägelianum</i> Unger.		3	1		2
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kütz.		1	1		1
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chodat		2	1		
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Näg.			+		
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchn.					+
CHLOROPHYCEAE					
<i>Arthrodesmus incus</i> (Bréb.) Hass.		1			1
<i>Arthrodesmus</i> Ehr. sp.				1	
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.		+	+	+	3
<i>Closterium</i> Nitzsch. sp.		1		1	
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.		+	+		
<i>Cosmarium</i> cf. <i>depressum</i> (Näg.) Lund		2	+		
<i>Cosmarium</i> Corda sp.			1	1	
<i>Crucigenia rectangularis</i> (A. Braun) Gay			1		
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) W. & G.S. West		+	+		
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood		1	3	1	2
<i>Euastrum</i> Ehr. sp.		+			
<i>Gloeococcus schroeteri</i> (Chod.) Lemm.			1		
cf. <i>Gloeocystis</i> Näg. sp.		1			
<i>Micrasterias</i> Ag. sp.				+	
<i>Nephrocytium agardhianum</i> Näg.			+		
<i>Oocystis</i> Näg. sp.		+	+		
<i>Pandorina morum</i> (Müller) Bory		3	2	1	1
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.		+	+		
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen		+			
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs			+		
<i>Quadrigula pfitzeri</i> (Schroeder) Printz		1	2		2
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.			+		
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.			+		

(forts.)

Tabell 13 (forts.)

Plankton:	Dato:	27/9	16/9	15/9	16/9
		1967	1969	1970	1971
CHLOROPHYCEAE (forts.)					
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) W. & G.S.West		+	1	1	1
<i>Staurastrum</i> cf. <i>apiculatum</i> Bréb.		1	2	2	1
<i>Staurastrum</i> cf. <i>cuspidatum</i> Bréb.		2	2	1	2
<i>Staurastrum</i> Meyen sp.		2	2	2	1
<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Bréb.) Kütz.		2	1	2	1
CHRYSOPHYCEAE					
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof			1	1	2
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof		+	1		2
<i>Dinobryon sociale</i> Ehr.				2	
<i>Mallomonas</i> Perty sp.		+		2	2
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Asterionella formosa</i> Hass.		2	1	2	1
<i>Attheya zachariasii</i> Brun.		1			
cf. <i>Cyclotella</i> Kütz. sp.		1	+		
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton		1		3	1
<i>Melosira islandica</i> O. Müll.		+	+		
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Zach.		1			
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.		+	2	2	2
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth.) Kütz.		1		+	+
DINOPHYCEAE					
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.Müll.) Schrank		1			
<i>Peridinium</i> Ehr. sp.		+	+	2	+

Tabell 14. Rødenessjøen. Observasjoner av algeplankton.
September, 1967 - 1971.

Plankton:	Dato:	27/9 1967	10/9 1968	16/9 1969	15/9 1970	16/9 1971
CYANOPHYCEAE						
<i>Anabaena circinalis</i> Rabenh.						3
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.				+		
<i>Anabaena spiroides</i> Klebahn		3	4		2	
<i>Anabaena</i> Bory sp.		+	1	1	2	3
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs		1	3	+	3	1
<i>Coelosphaerium nägelianum</i> Unger.		3-4	4	2	4	3
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kütz.						1
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Näg.				1		
<i>Oscillatoria agardhii</i> var. <i>isothrix</i> Skuja				+		
<i>Oscillatoria limosa</i> Ag.				+		
<i>Oscillatoria splendida</i> Grev.				1		
<i>Pseudanabaena</i> Laut. sp.				+		
CHLOROPHYCEAE						
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.				1	1	1
<i>Closterium</i> Nitzsch. sp.				1	+	
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.				+	+	
<i>Cosmarium</i> Corda sp.						1
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood				1	1	2
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.					1	
cf. <i>Gloeocystis</i> Näg. sp.		1	1			+
<i>Pandorina morum</i> (Müller) Bory				1	1	
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.				+	1	
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen				+		
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.				+		
<i>Scenedesmus falcatus</i> Chod.				+		
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.				1		
<i>Staurastrum</i> cf. <i>cuspidatum</i> Bréb.				1		1
<i>Staurastrum</i> Meyen sp.		1	1	1	2	1
<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Bréb.) Kütz.		1	1	1		
Kolonidannende coccal grønnalge		2-3				
CHRYSOPHYCEAE						
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof				+		1
<i>Mallomonas</i> Perty sp.					2	2

(forts.)

Tabell 14 (forts.)

Plankton:	Dato:	27/9	10/9	16/9	15/9	16/9
		1967	1968	1969	1970	1971
BACILLARIOPHYCEAE						
<i>Asterionella formosa</i> Hass.		+		2	2	2
<i>Attheya zachariasii</i> Brun.		+	+			1
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton		2	2	1	2	2
<i>Melosira</i> Ag. sp.					1	
<i>Surirella</i> Turp. sp.				+		
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Zach.						2
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.		1	1	1	2	2
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kütz.				1		
DINOPHYCEAE						
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.Müll.) Schrank				1	1	1
<i>Peridinium</i> Ehr. sp.					+	1

Tabell 15. Øymarksjøen. Observasjoner av algeplankton.
September, 1967 - 1971.

Plankton:	Dato:	27/9 1967	10/9 1968	16/9 1969	15/9 1970	16/9 1971
SCHIZOMYCETES						
cf. Leptothrix Kütz. sp.				1		
Planctomyces beketii Gimesi				+		
CYANOPHYCEAE						
Anabaena circinalis Rabenh.				2		2
Anabaena flos-aquae (Lyngb.) Bréb.				1	1	+
Anabaena spiroides Klebahn		3	4	+	2	
Anabaena Bory sp.		+	1-2	1		
Aphanizomenon flos-aquae (L.) Ralfs		1	3	2	2	2
Coelosphaerium nägelianum Unger		4	3-4	2	3	2
Gomphosphaeria aponina Kütz.						1
Gomphosphaeria lacustris Chod.				1		
Microcystis flos-aquae (Wittr.) Kirchn.				+		
Oscillatoria agardhii var. isothrix Skuja				+	1	
Oscillatoria limnetica Lemm.				+		
Oscillatoria tenuis Ag.					+	
Oscillatoria Vauch. sp.		+		1		
CHLOROPHYCEAE						
Arthrodesmus incus (Bréb.) Hass.				1		+
Botryococcus braunii Kütz.		+	1	+	2	1
Closterium Nitzsch. sp.				+	+	+
cf. Coelastrum Näg. sp.		1				
Cosmarium Corda sp.					1	1
Crucigenia rectangularis (A.Braun) Gay						+
Crucigenia tetrapedia (Kirchn.) W.&G.S.West				+		
Dictyosphaerium pulchellum Wood					1	2
Elakothrix gelatinosa Wille				+		
Eudorina elegans Ehr.				1	+	1
cf. Gloeocystis Näg. sp.		1	1-2			+
Micrasterias Ag. sp.				+		
Nephrocytium agardhianum Näg.						1
Pandorina morum (Müller) Bory						
Paulschulzia pseudovolvox (Schulz, Tailing) Skuja.						+
Pediastrum boryanum (Turp.) Menegh.				+	+	

(forts.)

Tabell 15 (forts.)

Plankton:	Dato:				
	27/9 1967	10/9 1968	16/9 1969	15/9 1970	16/9 1971
CHLOROPHYCEAE (forts.)					
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen		+		+	+
<i>Quadrigula pfitzeri</i> (Schroeder) Printz				+	+
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.					+
<i>Spondylosum planum</i> (Wolle) W. & G.S. West		+			+
<i>Staurastrum cf. apiculatum</i> Bréb.				+	1
<i>Staurastrum</i> Meyen sp.	1	+		1	1
<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Bréb.) Kütz.				1	
CHRYSOPHYCEAE					
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof		1			
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof		1		2	1
<i>Mallomonas</i> Perty sp.		1			2
<i>Synura cf. uvella</i> Ehr.				+	
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	+	1	1	2	1
<i>Attheya zachariasii</i> Brun.		+			+
<i>Diatoma elongatum</i> Ag.		+			+
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.				+	
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	2	1	+	2	2
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Zach.					1
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	1	1	1	2	1
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kütz.				+	
DINOPHYCEAE					
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.Müll.) Schrank				+	+
<i>Peridinium</i> Ehr. sp.	+	+	+	+	+

Tabell 16. Aremarksjøen. Observasjoner av algeplankton.
September, 1967 - 1971.

Plankton:	Dato:	27/9 1967	10/9 1968	16/9 1969	15/9 1970	16/9 1971
CYANOPHYCEAE						
<i>Anabaena circinalis</i> Rabenh.		+	1	1		1
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.			+	+	1	+
<i>Anabaena spiroides</i> Klebahn			2			
<i>Anabaena</i> Bory sp.		1	1		1	1
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs		1	1			2
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. & G.S. West						+
<i>Coelosphaerium nägelianum</i> Unger		3	3	2	1	3
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chod.		1		+		
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchn.				+		
<i>Oscillatoria agardhii</i> var. <i>isothrix</i> Skuja				+	1	
<i>Oscillatoria limosa</i> Ag.					+	
<i>Oscillatoria</i> cf. <i>tenuis</i> Ag.				+		
<i>Pseudanabaena catenata</i> Laut.				1		
CHLOROPHYCEAE						
<i>Arthrodesmus incus</i> (Bréb.) Hass.						1
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.			1	1	1	1
<i>Closterium</i> cf. <i>Kützingii</i> Bréb.					+	
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.			+			
<i>Cosmarium</i> Corda sp.		+	+		1	1
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) W. & G.S. West				+		1
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood		1	1	2		2
<i>Euastrum</i> Ehr. sp.				+		
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.		+	1	1	1	+
cf. <i>Gloeocystis</i> Näg. sp.						1
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. West) Schmidle		1				
<i>Nephrocytium agardhianum</i> Näg.			1	1		1
<i>Oocystis</i> Näg. sp.				1		1
<i>Pandorina morum</i> (Müller) Bory			+	1	+	+
<i>Paulschulzia pseudovolvox</i> (Schulz, Teiling) Skuja			+	+		
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.				+		
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen			+			1
<i>Quadrigula pfitzeri</i> (Schroeder) Printz				1		1
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.				+		
<i>Scenedesmus</i> Meyen sp.			+	+		

(forts.)

Tabell 16 (forts.)

Plankton:	Dato:				
	27/9 1967	10/9 1968	16/9 1969	15/9 1970	16/9 1971
CHLOROPHYCEAE (forts.)					
Spondylosium planum (Wolle) W. & G.S.West		1	+	+	
Staurastrum cf. apiculatum Bréb.	1	2	+	2	1
Staurastrum cf. cuspidatum Bréb.	2		+	2	1
Staurastrum Meyen sp.	1	1			1
Xanthidium antilopaeum (Bréb.) Kütz.		+		2	1
CHRYSOPHYCEAE					
Dinobryon bavaricum Imhof	1	1			1
Dinobryon divergens Imhof	2	1	1	1	1
Mallomonas Perty sp.	2			+	2
BACILLARIOPHYCEAE					
Asterionella formosa Hass.	2	1	1	1	
Attheya zachariasii Brun.	+		1		+
cf. Cyclotella Kütz. sp.			1		
Fragilaria capucina Desm.				+	
Fragilaria crotonensis Kitton	1	+	1	2	1
Gomphonema Ag. sp.			+		
Rhizosolenia longiseta Zach.	1				1
Stauroneis cf. anceps Ehr.		+			
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.	2	1	1	3	2
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	+	+	+		+
DINOPHYCEAE					
Ceratium hirundinella (O.Müll.) Schrank	+	+	+		1
Peridinium Ehr. sp.		1			+

Tabell 17. Aspern. Observasjoner av algeplankton.
September, 1967 - 1971.

Plankton:	Dato:	27/9 1967	16/9 1969	15/9 1970	16/9 1971
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena circinalis</i> Rabenh.		2	2		2
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.		+		+	3
<i>Anabaena</i> Bory sp.		3		1	
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs		1		1	+
<i>Coelosphaerium nägelianum</i> Unger		3	3	1	4
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kütz.			+		
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chod.		1	2		+
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchn.					3
<i>Oscillatoria agardhii</i> var. <i>isothrix</i> Skuja		+		+	
<i>Oscillatoria</i> cf. <i>tenuis</i> Ag.				+	
CHLOROPHYCEAE					
<i>Arthrodesmus incus</i> (Bréb.) Hass.					+
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.			+	+	2
<i>Cosmarium</i> Corda sp.		+		1	
<i>Crucigenia rectangularis</i> (A. Braun) Gay					+
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood		+	1	1	
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.			+	1	
cf. <i>Gloeocystis</i> Näg. sp.			+		
<i>Nephrocystium agardhianum</i> Näg.		+			
<i>Oocystis</i> Näg. sp.			2		+
<i>Pandorina morum</i> (Müller) Bory		+	1		
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.				+	
<i>Quadrigula pfitzeri</i> (Schroeder) Printz			1		
<i>Scenedesmus</i> Meyen sp.			+	+	
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) W. & G.S. West				+	
<i>Staurastrum</i> cf. <i>apiculatum</i> Bréb.		1	1	1	
<i>Staurastrum</i> Meyen sp.		2	1	2	+
<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Bréb.) Kütz.		1	+	2	
CHRYSOPHYCEAE					
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof		2	1	+	
<i>Dinobryon sociale</i> Ehr.				+	
<i>Mallomonas</i> cf. <i>allorgei</i> (Defl.) Conr.			2		
<i>Mallomonas</i> Perty sp.		+	+	1	

(forts.)

Tabell 17 (forts.)

	Dato:	27/9 1967	16/9 1969	15/9 1970	16/9 1971
BACILLARIOPHYCEAE					
Asterionella formosa Hass.		2	3	2	+
Attheya zachariasii Brun.		+	3	1	1
cf. Cyclotella Kütz. sp.			2		
Fragilaria crotonensis Kitton		1	1	2	
Melosira islandica O. Müll.			1		
Rhizosolenia eriensis H.L. Smith		1			
Rhizosolenia longiseta Sach.		1	2	1	+
Surirella Turp. sp.					+
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.		2	2	3	2
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.					+
DINOPHYCEAE					
Ceratium cornutum (Ehr. Clap. & Lachm.		+			
Ceratium hirundinella (O. Müll.) Schrank		1	+	1	
Peridinium Ehr. sp.			+	1	

Tabell 18. Femsjøen. Observasjoner av algeplankton.
September, 1967 - 1971.

Plankton:	Dato:	27/9 1967	10/9 1968	16/9 1969	15/9 1970	16/9 1971
CYANOPHYCEAE						
<i>Anabaena circinalis</i> Rabenh.		2				+
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.		+	1	+	+	+
<i>Anabaena</i> Bory sp.		3	1		2	
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs		1			+	
<i>Coelosphaerium nägelianum</i> Unger		3	3	+	2	3
<i>Gomposphaeria lacustris</i> Chod.			1	2		1
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Näg.				+		
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchn.			+			
<i>Oscillatoria agardhii</i> var. <i>isothrix</i> Skuja		+	+	+		
CHLOROPHYCEAE						
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.			1	+	2	
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.					+	
<i>Cosmarium</i> Corda sp.		+			+	
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) W. & G.S. West				+		
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood			1	1		
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.			1	+	1	
cf. <i>Gloeocystis</i> Näg. sp.			+			+
<i>Nephrocytium agardhianum</i> Näg.			+		+	+
<i>Oocystis</i> Näg. sp.				+		
<i>Pandorina morum</i> (Müller) Bory			1			
<i>Paulschulzia pseudovolvox</i> (Schulz, Teiling) Skuja			1			
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.					+	
<i>Quadrigula pfitzeri</i> (Schroeder) Printz				+		+
<i>Scenedesmus</i> Meyen sp.						+
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) W. & G.S. West			1			
<i>Staurastrum</i> cf. <i>apiculatum</i> Bréb.			1		+	+
<i>Staurastrum</i> cf. <i>cuspidatum</i> Bréb.			1	1	1	2
<i>Staurastrum</i> Meyen sp.		1	1	+	2	1
<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Bréb.) Kütz.		+	1	+	1	2
CHRYSOPHYCEAE						
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof		2	1	+	1	1
<i>Mallomonas</i> cf. <i>allorgei</i> (Delf.) Conr.				+		
<i>Mallomonas</i> Perty sp.		1		1	+	
<i>Synura uvella</i> Ehr.						2

(forts.)

Tabell 18 (forts.)

	Dato:	27/9	10/9	16/9	15/9	16/9
Plankton:		1967	1968	1969	1970	1971
BACILLARIOPHYCEAE						
<i>Asterionella formosa</i> Hass.		2	1	1	2	2
<i>Attheya zachariasii</i> Brun.			1	+	+	
cf. <i>Cyclotella</i> Kütz. sp.				1		
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.				+		
<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grun.					+	
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton		2			1	
<i>Melosira</i> Ag. Sp.					1	
<i>Rhizosolenia eriensis</i> H.L. Smith			1			
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Zach.			1	1		2
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.		1	1	3	3	3
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kütz.		+		1	1	+
DINOPHYCEAE						
<i>Ceratium hirundinella</i> (O. Müll.) Schrank		+	+	+	1	2
<i>Peridinium</i> Ehr. sp.				+	1	

Tabell 19. Vekstforsøk med vann fra innsjøene. Prøvetakingsdato
16. september 1971.

Testalge *Selenastrum capricornutum*.

Resultatene er uttrykt som $n \cdot 10^6$ celler/l og mg/l.

Lokalitet \ Døgn med vekst											Maks. antall celler/l	KOF ^{x)} mg O/l
	3	4	5	6	7	10	11	12	13			
Øgderen	1,8	1,6	1,6	1,6	1,8	2,0	2,6	2,8	2,8	2,8	2,8	0,13
Rødenes-sjøen	2,2	2,4	3,0	3,4	3,4	3,6	3,8	3,4	3,4	3,4	3,8	0,17
Øymarksjøen	2,4	2,6	2,6	2,8	2,6	2,8	3,8	3,6	3,0	3,8	3,8	0,17
Aremarksjøen	2,4	2,6	2,8	2,6	2,8	2,8	3,0	2,6	2,8	3,0	3,0	0,14
Aspern	2,4	2,8	2,8	2,6	3,0	2,8	3,2	3,0	3,0	3,2	3,2	0,14
Femsjøen	2,6	2,8	2,8	3,0	2,8	2,8	3,0	3,0	2,8	3,0	3,0	0,14

x) KOF = Kjemisk oksygenforbruk.

Tabell 20. Vekstforsøk med vann fra innsjøene. Prøvetakingsdato
24. februar 1972.

Testalge *Selenastrum capricornutum*.

Resultatene er uttrykt som $n \cdot 10^6$ celler/l og mg/l.

Lokalitet \ Døgn med vekst						Maks. antall celler/l	KOF ^{x)} mg O/l
	5	7	9	11	14		
Øgderen	6,3	9,9	17,1	14,1	13,9	17,1	0,77
Rødenes-sjøen	11,2	18,7	19,4	14,4	17,2	19,4	0,87
Øymarksjøen	5,8	8,7	10,3	9,7	(12,1)	10,3	0,46
Aremarksjøen	14,3	24,6	23,4	19,5	17,7	24,6	1,11
Aspern	3,8	6,4	7,7	7,6		7,7	0,35
Femsjøen	1,3	1,6	5,1	3,5	4,4	5,1	0,23

Tabell 21. Vekstforsøk med vann fra elvelokaliteter. Prøvetakingsdato 27. - 28. januar 1972.

Testalge *Selenastrum capricornutum*.

Resultatene er uttrykt som $n \cdot 10^6$ celler/l og mg O/l.

Døgn med vekst Lokalitet	3	4	7	8	10	11	12	13	14	Maks. antall celler/l	KOF ^{x)} mg O/l
St. 3	47,2	238	1780	1940	2120	2220	2200	2240		2240	100,80
St. 4	49,6	336	1330	1180 ^{y)}	1340 ^{y)}	1520 ^{y)}	1900 ^{y)}	2240 ^{y)}		5100	229,50
St. 6	54,0	270	970	684	860	1020	1100	1090		1100	49,50
St. 7	56,4	190	322	348	410	310		320		410	18,45
St. 8	58,8	434	2250	2620	2920	2760	2720			2920	131,40
St. 10	3,6	4,4	6,0	11,2	12,8	10,0				12,8	0,58
St. 11	4,0	6,8	9,6	9,2	10,8	14,0	16,0	17,6	17,0	17,6	0,79
St. 12	5,6	11,6	7,2	8,0	8,8	9,2	10,0	11,2	10,8	11,2	0,50

x) KOF = Kjemisk oksygenforbruk.

y) Cellene i vannet fra st. 4 klumper seg sammen i slimkuler.

Celletallet, $5100 \cdot 10^6$ celler/l, er beregnet av tørrvekten dag 12, som var 0,1115 g/l, og vekten av en celle *Selenastrum capricornutum* = $2,2 \cdot 10^{-11}$ g.

Tabell 22. Planteplankton, % felles arter innen hver sjø i prøver fra ulike år.

Lokalitet \ År	67/68	67/69	67/70	67/71	68/69	68/70	68/71	69/70	69/71	70/71	Gjennomsnitt
Øgderen	-	38	31	43	-	-	-	44	58	50	44
Rødenes-sjøen	80	24	32	22	30	39	27	44	38	46	38
Øymarksjøen	35	24	38	25	28	38	39	29	25	48	33
Aremarksjøen	44	23	36	46	39	35	40	30	30	35	36
Aspern	-	55	48	16	-	-	-	56	18	15	35
Femsjøen	25	19	39	31	26	56	75	20	33	44	37

Tabell 23. Planteplankton, % felles arter i de forskjellige sjøer i perioden 1967-1971.

Lokalitet \ År	1967	1968	1969	1970	1971	Gjennomsnitt
Øgderen/Rødenes-sjøen	20	-	29	18	46	28
Øgderen/Øymarksjøen	16	-	13	24	50	26
Øgderen/Aremarksjøen	32	-	21	24	52	32
Øgderen/Aspern	33	-	36	42	18	32
Øgderen/Femsjøen	15	-	22	30	30	24
Rødenes-sjøen/Øymarksjøen	70	41	19	36	71	47
Rødenes-sjøen/Aremarksjøen	25	30	27	30	47	32
Rødenes-sjøen/Aspern	33	-	24	50	24	33
Rødenes-sjøen/Femsjøen	50	21	24	53	32	36
Øymarksjøen/Aremarksjøen	25	45	20	50	50	40
Øymarksjøen/Aspern	26	-	23	36	20	26
Øymarksjøen/Femsjøen	36	25	13	23	33	26
Aremarksjøen/Aspern	55	-	52	30	14	38
Aremarksjøen/Femsjøen	53	37	19	50	29	38
Aspern/Femsjøen	56	-	27	53	13	37

3. PLANTEPLANKTON I INNSJØENE

Hver september i perioden 1967 - 1971 har det blitt gjort observasjoner av hydrokjemiske forhold og planktonutvikling i Øgderen, Rødenessjøen, Øymarksjøen, Aremarksjøen og Femsjøen. Observasjonene representerer tiden for høstoppløstningen av planteplanktonet.

Det er innsamlet et materiale med planteplanktonhåv utstyrt med møllesilke nr. 25 fra en stasjon i hver innsjø. Samtidig med denne prøvetaking ble det tatt en vannprøve fra overflatelaget på den samme stasjon i innsjøen.

Resultatene blir i det følgende benyttet til å gjøre en sammenlikning av planteplanktonet fra år til år innen samme innsjø og mellom de ulike innsjøer. Det må understrekes at det er et beskjedent materiale (tabell 13 - 18) å gjøre slike bedømmelser på, men en orientering kan det gi om forholdene.

De arter som har fått betegnelsen "forekommer" (+) i prøven, er det sett bort fra. Dette er arter som er funnet i bare et par eksemplarer i prøven, og derfor neppe har noen kvantitativ betydning i planteplanktonet. Arter som forekommer i så små mengder, kan i enkelte prøver være oversett, og har derfor ikke kommet med på en artsliste. Den subjektive, kvantitative bedømmelsen av planteplanktonet er gitt betegnelser ut fra skalaen:

- 5 - dominant
- 4 - hyppig
- 3 - vanlig
- 2 - sparsom
- 1 - sjelden
- + - forekommer.

Arter som har fått betegnelsen "1" eller høyere, skal være arter som forekom i så stort antall i prøven at noen individer av arten ble funnet i alle de undersøkte dråper fra samme prøve. Slike arter bør en derfor være sikker på å ha fått med på artslisten.

Artslistene for de ulike år og de ulike innsjøene er ført opp i tabellene 13 - 18.

For å gi et visst bilde av eventuell likhet i sammensetningen av planteplankton fra år til år innen samme innsjø, eller mellom de forskjellige innsjøer, er benyttet parameteren "prosent felles arter", som beregnes ut fra formelen:

$$F = \frac{100 \cdot c}{a+b-c}$$

Her er a = antall arter totalt i den ene prøven.

b = antall arter totalt i den andre prøven.

c = antall felles arter for to prøver.

Resultatene av slike sammenligninger mellom de ulike prøvene er gitt i tabellene 22 og 23. (Prøvene fra Øgderen og Aspern 1968 mangler).

Av resultatene ser en at variasjonene er store fra år til år innen hver innsjø, og også i de ulike innsjøene sammenlignet innbyrdes. Dette kommer tydelig frem i figur 2 der variasjonene er fremstilt med høyeste og laveste verdi, og gjennomsnittsverdien.

De fleste prøvene viser en artssammensetning som er vanlig å finne i høstplanktonet i en rekke lavlandsinnsjøer i Sør-Norge. De viktigste artene er kolonidannende blågrønnalger som *Coelosphaerium naegelianum*, og *Gomphosphaeria* spp. foruten trådformede arter som *Aphanizomenon flos-aqua* og *Anabaena* spp.

De mest dominerende av grønnalgene er de kolonidannende som *Botryococcus braunii*, som ofte forekommer i større mengder i humøse innsjøer, *Dictyosphaerium pulchellum* og *Pediastrum boryanum*. Et stort artsantall av desmidiaceer er til stede uten at de har noen fremtredende kvantitativ betydning. Chrysophyceene vil ofte være mer dominerende tidligere på året, men kan også være en viktig komponent om høsten. Særlig gjelder dette arter innen slekten *Dinobryon* og *Mallomonas*.

Fig.2 Prosent felles arter i prøvene fra de ulike innsjøene i perioden 1967 - 71

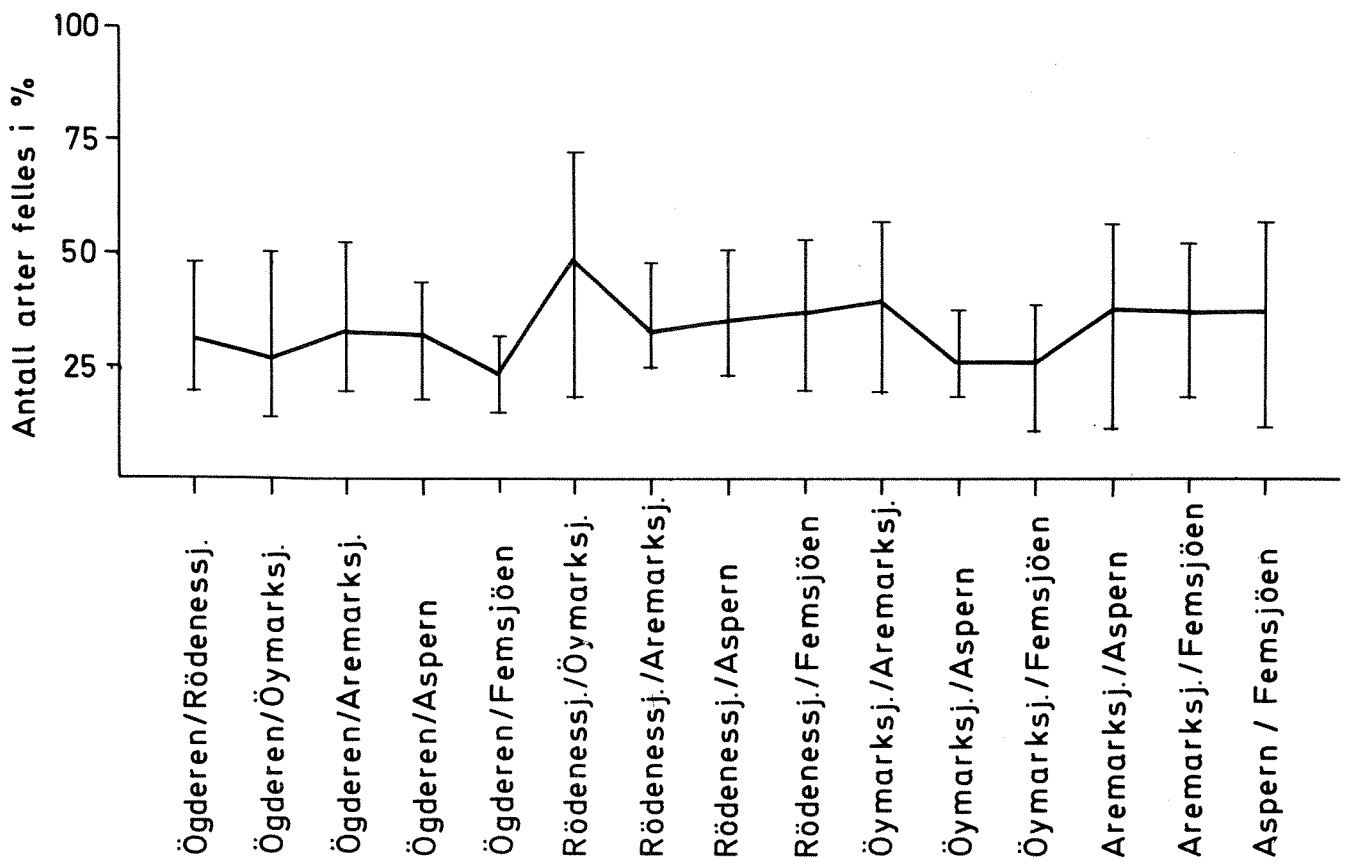
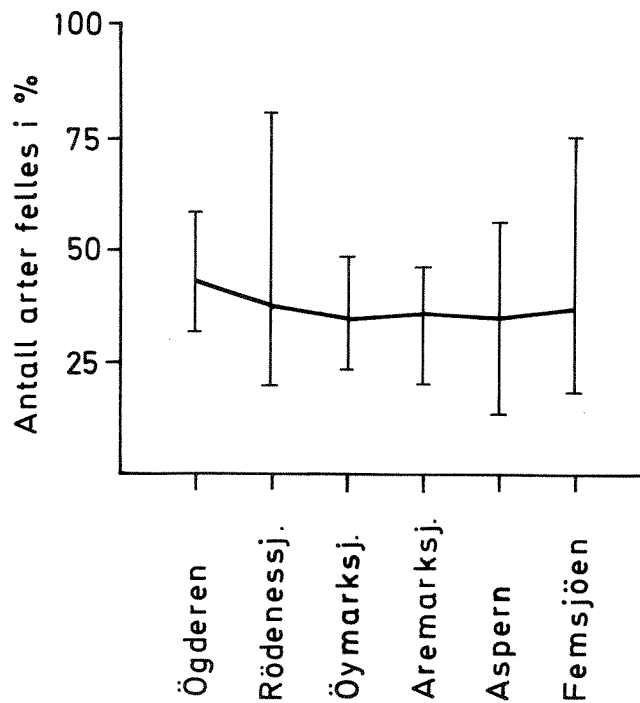


Fig.3 Prosent felles arter i prøvene innen samme innsjø i perioden 1967 - 71



Av diatomeene er det få arter i de frie vannmassene, og da hovedsakelig pennate som *Tabellaria fenestrata* og *Tabellaria flocculosa*, *Fragilaria crotonensis* og *Asterionella formosa*. Disse artene kan imidlertid til tider opptre i et betydelig antall.

Dinoflagellatene spiller gjerne en beskjeden rolle i Haldenvassdraget, men arter som *Peridinium* spp. og *Ceratium hirundinella* er ofte å finne.

Sammensetningen av planteplanktonet i innsjøene er altså hovedsakelig dominert av kolonidannende blågrønn- og grønnalger foruten en del pennate diatomeer.

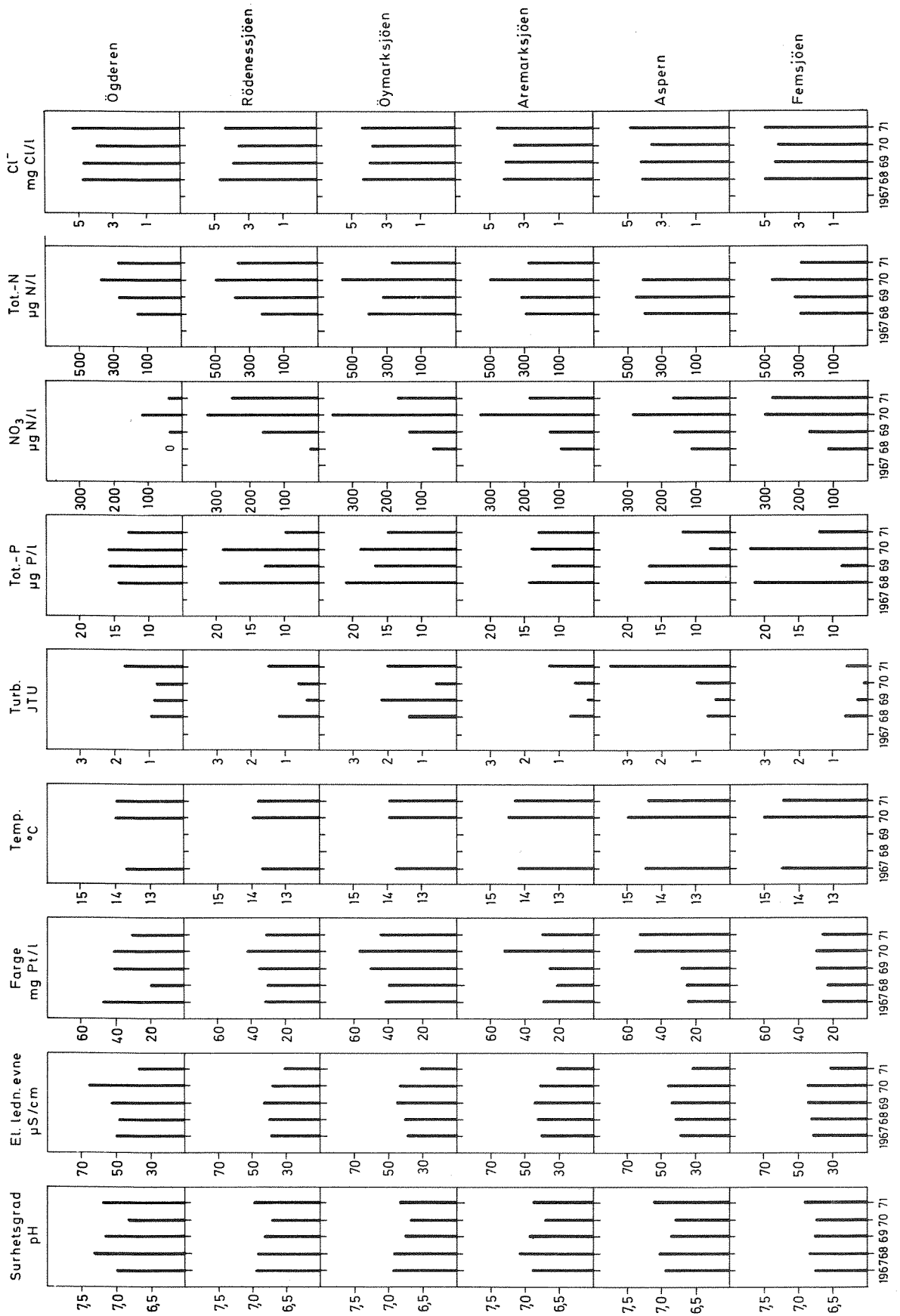
4. HYDROGRAFISKE FORHOLD 1967 - 1971

Resultatene av de fysisk-kjemiske analysene er fremstilt grafisk i figur 4.

De enkelte resultatene er vanskelige å tolke separat, men samlet kan de gi en indikasjon på eventuell høy eller lav produksjon av planteplankton. Indikasjonen på høy primærproduksjon ut fra de foreliggende resultater skulle være; høyere pH, lave fosforkonsentrasjoner, lave NO_3 -konsentrasjoner og en økende turbiditet. Sammenligner en de enkelte års resultater ut fra disse kriterier, kan en få et relativt mål på høyere eller lavere produksjon i innsjøene fra år til år. Årene 1968 og 1969 gir et noe ujevnt bilde med hensyn til de nevnte parametre, men det er jevnt over høyere pH, høyere turbiditet og lavere NO_3 i 1968 enn i 1969. Total fosfor-mengdene er derimot høyere. Disse kan imidlertid være høye uten at ortofosfatverdiene er høye. Da det er ortofosfat som gir et mål for tilgjengelig fosfat for algene, er det derfor vanskelig å bruke total fosfor-mengdene som indikasjon.

De andre parametrene tyder jevnt over på en litt høyere produksjon i 1968 enn i 1969. En mer markert forskjell viser de nevnte parametre når en tar for seg resultatene fra 1970 og 1971. Her er pH-verdiene hele veien lavere i 1970 enn i 1971, turbiditeten er meget lavere,

Fig. 4 Innsjöer i Haldenvassdraget. Hydrokemiske förhåll. September, 1967 -1971



NO_3 -verdiene markert høyere og total fosfor-mengdene også jevnt over høyere, uten at dette siste kan tillegges noen særlig vekt. Det virker altså som om produksjonen av alger i 1970 var markert lavere enn i 1971.

At verdiene for total nitrogen i 1970 var høyere enn i 1971, kan eventuelt skyldes en større mengde nitrogenfikserende blågrønnalger dette året. Aktuelle nitrogenfikserende blågrønnalger i denne sammenheng ville ha vært arter innen slektene *Anabaena* og *Aphanizomenon*. I tabellene 13 - 18 er det ført opp liste over observerte arter og en subjektiv mengdemessig vurdering av disse. Arter innen de nevnte slekter ser imidlertid ikke ut til å være i noen vesentlig større mengde i 1970 enn i 1971.

Det store innhold av Cl^- -ioner i vannprøvene skyldes hovedsakelig at området er tidligere marint område, og har i mindre grad sammenheng med forurensninger fra husholdningskloakkvann.

Verdiene for spesifikk elektrolytisk ledningsevne og farge ligger i et intervall som er vanlig for norske skogsvann i lavlandet.

De foreliggende data fra innsjøene i Haldenvassdraget, så vel de fysisk-kjemiske som de for algesammensetningen, viser et vanlig bilde for norske skogsvann i lavlandsområdet på Østlandet om høsten. Materialet er imidlertid for ufullstendig til å kunne si noe om det har skjedd bestemte forandringer med de fysisk-kjemiske faktorer eller med algesammensetningen i løpet av perioden 1967 - 1971.

For enkelte av innsjøene viser materialet en større forskjell fra et år til et annet enn totalt fra 1967 til 1971.

Selv om prøvene blir tatt til samme tid hvert år, vil en rekke forhold som klimatologiske faktorer, utgangsbestand under våroppblomstringen, innsamlingssted o.l. spille avgjørende inn på hvilke arter og hvilke kvanta som er til stede i prøvene på det aktuelle tidspunkt.

5. SESTONOBSERVASJONER 1968 - 1969

Organismene i et vassdrag fordeler seg mellom samfunn knyttet til underlag (benthos) og samfunn som lever i de frie vannmasser (plankton og nekton). Det vil imidlertid stadig være et bidrag fra de benthiske samfunn til en drift av organismer og organismefragmenter med det strømmende vann. Etter den innsamlingsmetode som brukes ved undersøkelser av vannets partikkelinnhold, er det hensiktsmessig å betegne denne komponent for seston (dvs. det som lar seg sile fra vannet).

Seston vil gjerne bestå av tre hovedbestanddeler:

- 1) Partikler som kommer fra omgivelsene til vannforekomsten, av terrestrisk opprinnelse og/eller nedfall fra atmosfæren.
- 2) Partikler, levende eller døde, som løsrives fra bunn og begroinger, er vanligvis alltid til stede i vannmassene.
- 3) Plankton består av organismer som kan leve sitt liv i vannmassene og opprettholde en bestand gjennom vekst der.

Fremgangsmåten ved observasjonen av seston er bestemt i følgende instruks som er benyttet:

Prøvedyp	:	1 m
Vannvolum som innsamles	:	1 l
Vannvolum som filtreres	:	100 ml
Vannvolum til kvantitativ planktonprøve	:	100 ml

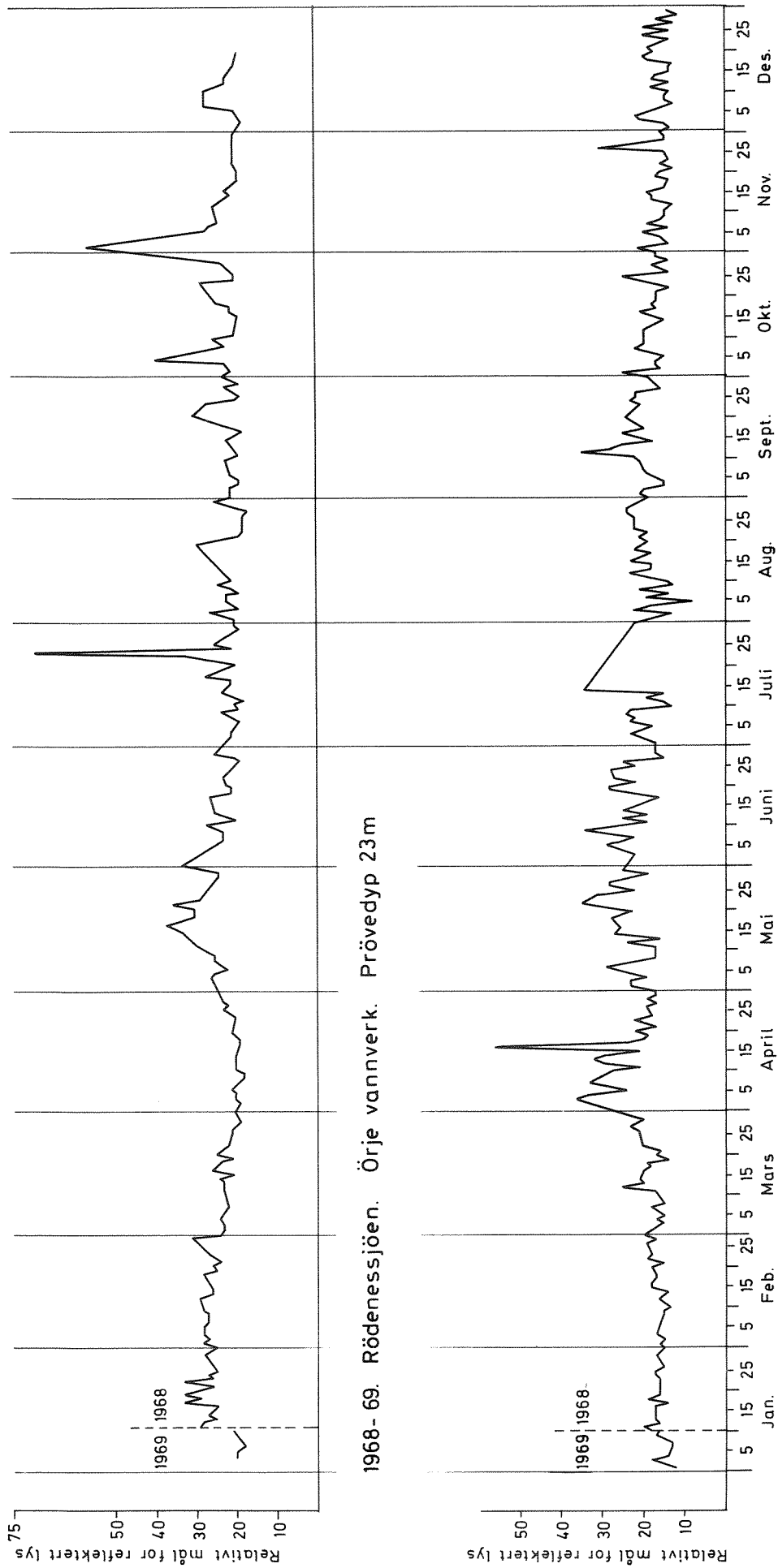
Prøvetakingen foretas om mulig daglig. Vannprøvene samles inn ved å føre prøvetakingsflasken ned til 1 m dyp hvor korken, som er festet til en snor, trekkes ut, og flasken blir fylt med vann.

Flasken ristes godt. 100 ml fylles opp i målesylinder. Filtreringen begynner etter at vannprøven er tømt over i filtreringsapparatet. Når vannprøven har gått gjennom membranfilteret, suges det luft inn gjennom dette i ca. 5 minutter. Sugepumpen kobles deretter ut, og membranfilteret legges med pinsett ned i plastpose. Sted og dato noteres for hver gang. Membranfilterene oppbevares beskyttet for lys.

I laboratoriet blir sestonfilterene målt med et lysreflektometer som er koblet sammen med et speilgalvanometer. Som null-referanse benyttes et ubrukt membranfilter. Avlesningen representerer et relativt tallmessig uttrykk for sestonmengde.

Lokalitetene for sestonobservasjonene i Haldenvassdraget var Rødenes-sjøen (Ørje vannverk) og Steinselva (Erekke kraftverk). Observasjonene fant sted i tidsrommet 11/1 1968 - 10/1 1969. Resultatene av observasjonene er fremstilt grafisk i figur 5.

Fig. 5 Haldenvassdraget. Sestonobservasjoner. Januar 1968 - januar 1969.



Rødenessjøen (Ørje vannverk), 23 m

Denne serien representerer prøver fra råvannet i Ørje vannverk. Inntaket ligger på 23 meter og skulle av den grunn gi en forholdsvis jevn vannkvalitet. Den grafiske fremstillingen av de avleste verdier på filterene, viser at dette ikke er tilfelle. Det er vesentlig uorganisk materiale som bidrar til variasjonene i de avleste verdier. Innholdet av organisk materiale, alger (vesentlig diatomeer og blågrønnalger) varierer også en del. Frem til slutten av juni er forekomsten av alger sparsom. Dette gjelder både diatomeer og blågrønnalger. For øvrig gjelder generelt gjennom hele perioden at mengden av blågrønnalger varierer lite. De er hele tiden til stede, men aldri i store mengder.

Noe annet er tilfelle med diatomeene. Frem til midten av mai forekommer de i liten utstrekning, resten av perioden finnes de i vannmassene i større mengder. Fra midten av juli og ut første uke av august er forekomsten av diatomeer størst.

Den høye verdien 23/7 er ikke representativ, idet prøven er innsamlet etter et strømbrudd. Vannet ble av den grunn stående i vannledningen, slik at partikler er blitt akkumulert i prøven. Dette gjelder også diatomeer, prøven fra denne datoen viser nemlig en særlig stor mengde diatomeer.

Fra første uke av august og ut prøveperioden varierer mengdene både av diatomeer og blågrønnalger lite. Masseforekomst av alger ble ikke observert. De forskjellige avlesningsverdiene betinges i stor grad av varierende innhold av uorganisk materiale i vannmassene.

Steinselva (Brekke kraftverk), 0 m

Mens de fleste avlesningsverdiene for Rødenessjøen lå mellom 20 og 30, ligger de for Steinselva mellom 15 og 25. Her gjelder stort sett samme forhold som for Rødenessjøen med hensyn til fordelingen av de forskjellige typer seston. Uorganisk materiale sammen med løsrevet begroing er hele tiden dominerende i sestonet.

Med hensyn til alger er forholdene til ut i mai uten større variasjon. I denne perioden er algemengden liten, og både blågrønnalger og

diatomeer er til stede. Fra juni av får vi en kraftig algeoppblomstring, særlig er *Oscillatoria* sp. fremtredende. Denne situasjon varer i ca. 2 uker, algemengden går deretter ned, og *Oscillatoria* forsvinner. Frem til og med første uke av september er mengden av alger igjen liten, men både diatomeer og blågrønnalger finnes i vannmassene. Så blir det en ny oppblomstring av både diatomeer og blågrønnalger, og den holder seg til ut november. Resten av perioden er karakterisert av stadig synkende mengdemessig forekomst av både diatomeer og blågrønnalger.

6. VEKSTFORSØK MED ALGEKULTURER

Det ble utført vekstforsøk med testalgen *Selenastrum capricornutum* for å vurdere gjødslingspåvirkningen av vannmassene i vassdraget. Metoden er beskrevet i: Skulberg, O.: "Algal cultures as a means to assess the fertilizing influence of pollution". Int. Conf. Wat. Pollut. Res., Munich 1966, Vol. 1. Wash., Water Pollution Control Federation, 1967, pp. 113-127.

Fremgangsmåten ved disse algekulturforsøkene er summarisk følgende:

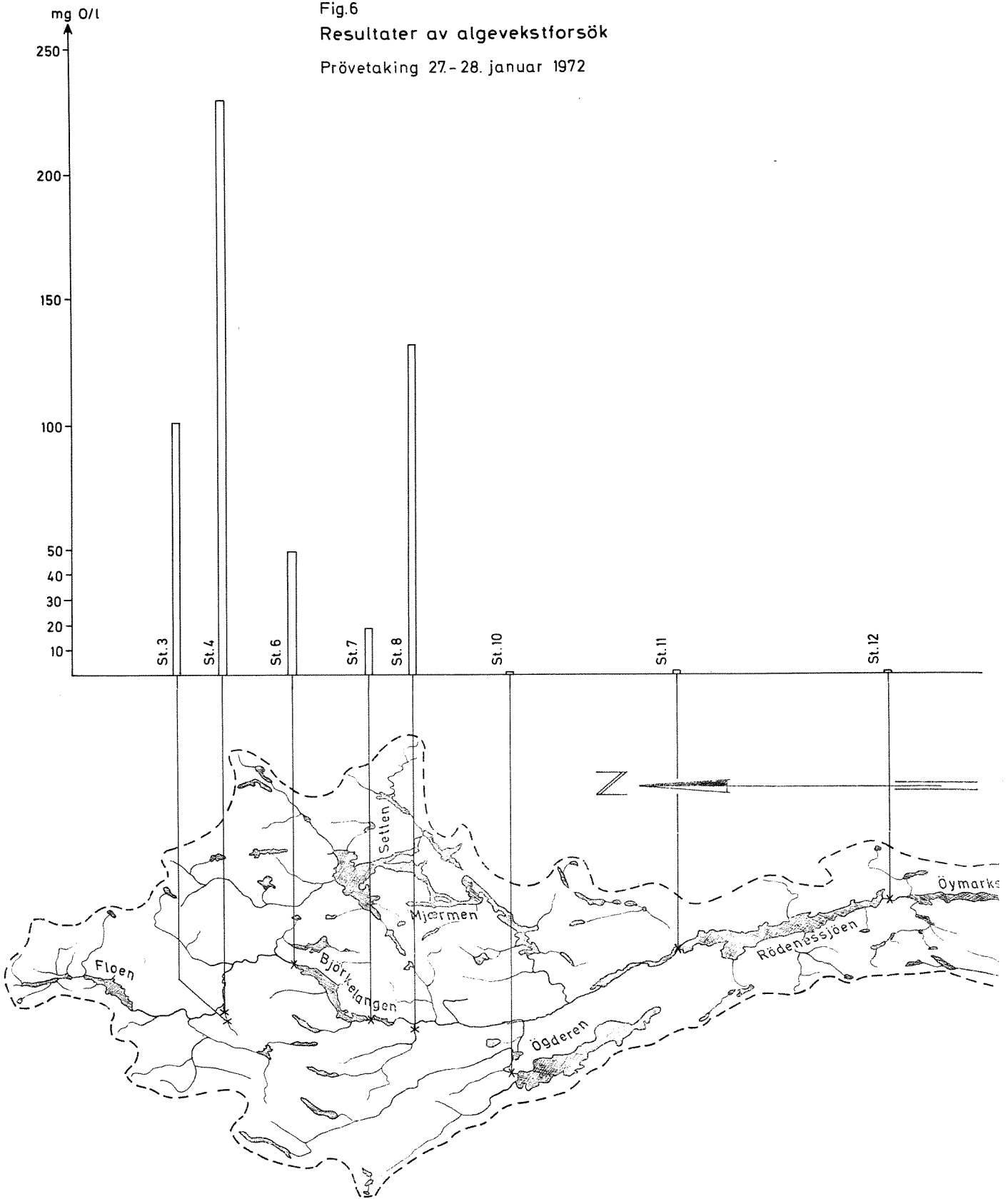
- 1) Vannprøvene ble filtrert gjennom glassfiberfiltere og podet fra en klon av testalgen.
- 2) Vekstforsøket ble gjennomført i kulturkolber som ble ristet for å motvirke stagnerende forhold. Dyrkingen foregikk ved 20°C og i belysning med lysstoffrør som gav 6 000 lux.
- 3) Veksten ble fulgt med observasjoner av algemengden ved hjelp av telling av celler. Den resulterende vekstkurve uttrykker et mål for mengden av plantenæringsstoffer tilgjengelige for testalgen i den aktuelle vannprøve.

Resultatene av vekstforsøkene angis som $n \cdot 10^6$ celler/l. Uttrykt som dikromattall er 10^6 celler/l ekvivalent med $4,5 \cdot 10^{-2}$ mg O/l.

En sammenstilling av resultatene fra vekstforsøkene med vann fra innsjøene er gitt i tabell 19 og 20, og fra elvelokalitetene i tabell 21.

Hovedresultatene fra vekstforsøkene er fremstilt grafisk i figurene 6, 7 og 8.

Fig.6
Resultater av algevekstforsök
Prövetaking 27.-28. januar 1972



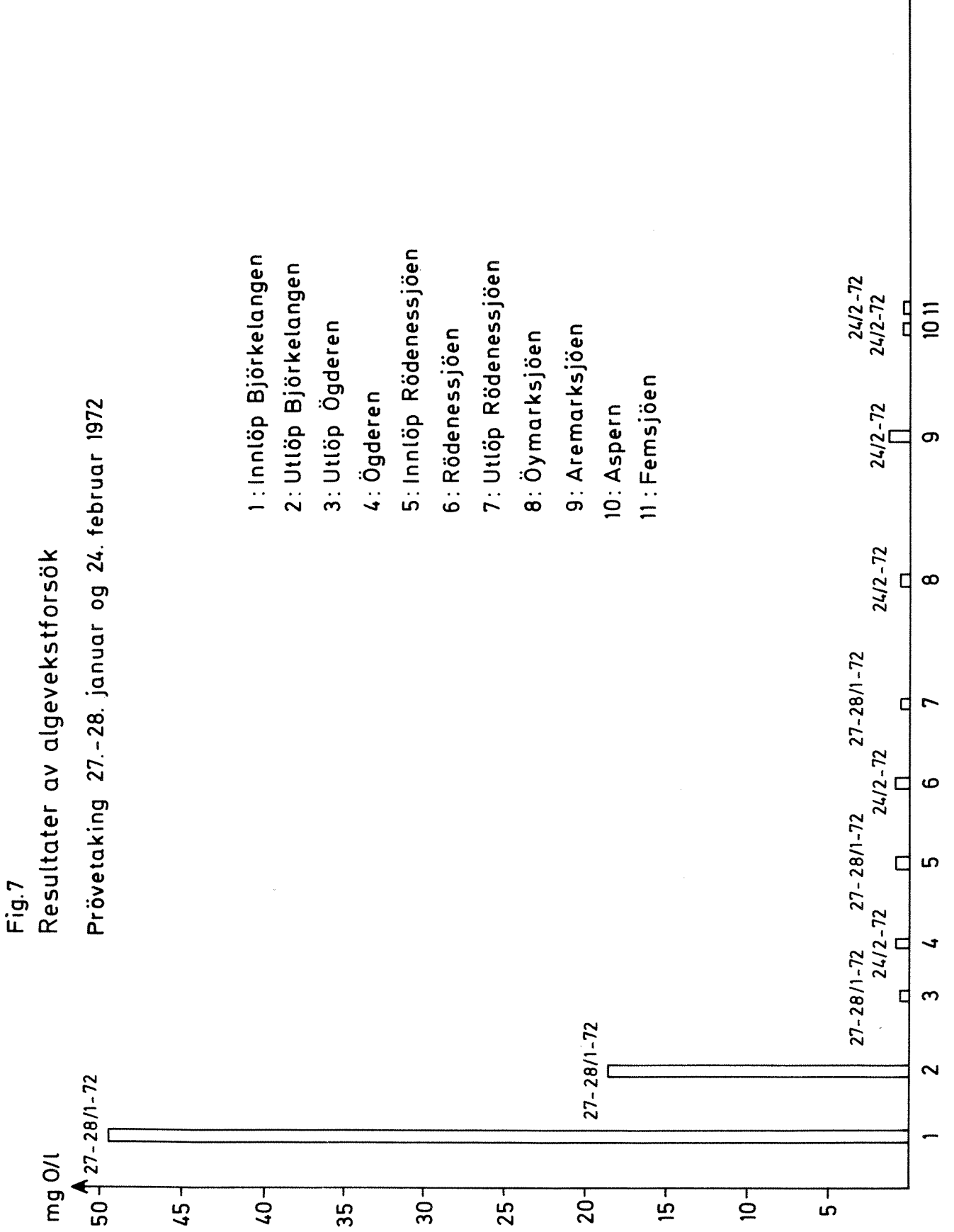
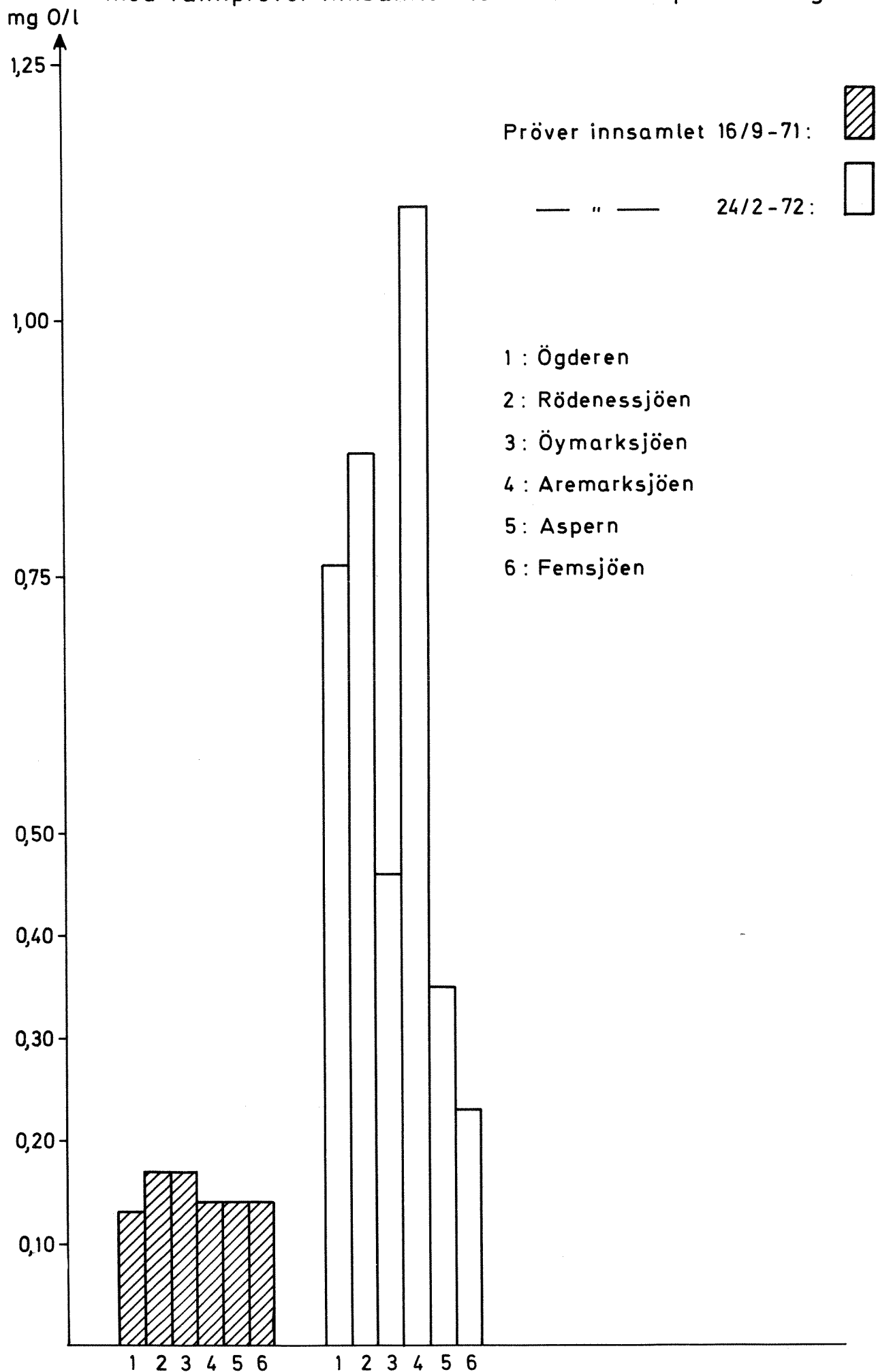


Fig. 8 Sammenlikning mellom resultater av vekstforsök utfört med vannpröver innsamlet henholdsvis i september og februar



Erfaringene fra vekstforsøkene med algekulturer gir grunnlag for følgende konklusjoner:

1. En markert gjødslingspåvirkning gjør seg gjeldende i vassdragets øvre løp.
2. Bidraget med gjødselstoffer fra kloakkvann er av utslagsgivende betydning for den sekundære belastning med organisk stoff i vassdraget.
3. Vegetasjonen i vassdraget utnytter effektivt gjødselstoffene under sommerhalvåret. Tilførselene med plantenæringsstoffer er begrensende for produksjonen. En økning i kloakkvannsbelastning vil gi tydelige utslag i vannmassenes innhold av alger.

7. OVERSIKT OVER UTFØRTE UNDERSØKELSER I HALDENVASSDRAGET

DUKLAT, H.S.: Bjørkelangen. En humusrik, kulturpåvirket sjø.
Manuskript. Universitetet i Oslo. 1964.

HOLTAN, H.: Undersøkelse av Femsjøen og Lille Ertevann som drikkevannskilde for Halden vannverk.
Norsk institutt for vannforskning. Blindern. 1967.

HOLTAN, H.: Vannforsyning og avløpsforhold i Østlandsfylkene.
Utredning for Østlandskomiteén 1967.
Rapport I. Beskrivelse og undersøkelse av vannforekomster.
Del 4. Andre vassdrag og innsjøer. Haldenvassdraget,
pp. 174-183.
Norsk institutt for vannforskning. 1967.

KOLLERUD, O.: Innsjøen Øgderen. En grunn, leirfylt sjø i Indre Akershus.
Manuskript. Universitetet i Oslo. 1964.

KROG, O.: Rødenessjøens morfologi.
Norsk Geografisk Tidsskrift, 1, pp. 44-48. 1944.

SKULBERG, O.: Vannblomstdannende blågrønnalger i Norge og deres betydning ved studiet av vannforekomstenes kulturpåvirkning.
Nordisk Jordbruksforskning, 3, pp. 180-190. 1965.

SKULBERG, O.: Gjølshjø i Marker, Østfold.

Norsk institutt for vannforskning. Blindern. 1969.

SKULBERG, O.: Resipientundersøkelse for Ørje, Marker kommune.

Norsk institutt for vannforskning. Blindern. 1969.

UTBYGGINGSAVDELINGEN I ØSTFOLD: Registrering av landbruksaktiviteter og forurensningskilder i nedbørfeltet til Haldenvassdraget. (Med oversiktskart, M 1:50 000).

Manuskript. Fylkesmannen i Østfold, Moss. 1972.

8. VIDERE UNDERSØKELSER OG PRAKTISKE KONKLUSJONER

Ut fra erfaringene som foreligger, bør et systematisk program for overvåking og kontroll av forholdene i Haldenvassdraget komme til utførelse. Følgende arbeidsoppgaver er særlig viktige ved videreføringen av undersøkelsene i Haldenvassdraget:

1. Opprette et fåtall stasjoner for løpende observasjoner av vannmassenes tilstand. Gjennom slike observasjoner vil variasjonsmønstre i vannmassenes egenskaper med årstider og meteorologiske forhold bli beskrevet. Korttidsfenomener av stor betydning for vurdering av forurensningssituasjonen vil bli fulgt (algeoppblomstring, utslipp av forurensninger etc.)
2. Visse områder av vassdraget bør bli gjenstand for mer detaljerte studier. I slike områder gjennomføres feltundersøkelser. De aktuelle steder langs vassdraget velges ut i samråd med Haldenvassdragets Vassdragsforbund.
3. Noen viktige spørsmål bør belyses med eksperimentelle undersøkelser. Dette gjelder f.eks. bedømmelse av den relative betydning de enkelte plantenæringsstoffer har for algeoppblomstringen i Haldenvassdraget sett i sammenheng med mulig reduksjon gjennom kjemisk felling av avløpsvann.
4. Spesielle problemstillinger som er særlig utpreget for Haldenvassdraget, bør tas opp i forskningsmessig sammenheng. Som eksempler kan nevnes nitrogenbinding av blågrønnalger, eutrofiering av humusrikt vann, vannblomstfenomener, innsjøeffekter etc.

5. Tiltak for å beskytte vassdraget mot eutrofiering bør snarest settes i verk.

Utviklingen i vassdragets nordre område viser at sterk forurensning gjør seg gjeldende. Renseanlegg for fjerning av plantenæringsstoffer er særlig viktig her.

6. I forbindelse med bygging av renseanlegg bør det gjennomføres undersøkelser for å skaffe erfaringer om hva som oppnås av beskyttelse av vassdraget med de aktuelle tiltak.
7. Foranstaltninger som kan gjøres for å ivareta og beskytte fiskeriinteressene i vassdraget, bør utredes.
8. Etter de utførte undersøkelser foreligger det et omfattende materiale som belyser Haldenvassdraget. Det bør utarbeides et opplysningsskrift for å fremme forståelse for vassdragets verdi og legge grunnlag for et enhetlig arbeid med vern om vassdraget.