

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O - 73012

FREMDRIFTSRAPPORT FOR 1978

OVERVÅKINGSUNDERSØKELSER I NEDRE OTRA.

---

Blindern, 7. januar 1980.

Saksbehandler: Magne Grande

Medarbeidere : Morten Laake

Sigbjørn Andersen

Harry Efraimsen

Åse Gudmundsen

Instituttetsjef Kjell Baalsrud

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

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

Rapportnummer:	0-73012
Undernummer:	Y
Løpenummer:	1177
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel:  Overvåkingsundersøkelser i Nedre Otra.	Dato: 7.1.1980
	Prosjektnummer:
Forfatter(e):  Magne Grande Morten Laake Sigbjørn Anderssen	Faggruppe: Spesialseksjonen
	Geografisk område: Vest-Agder
	Antall sider (inkl. bilag): 32

Oppdragsgiver: Vassdragsrådet for Nedre Otra.	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: <p>Rapporten gir en oversikt over resultatene av kjemiske og biologiske undersøkelser i vassdraget i 1978. Undersøkelsen omfatter foruten vannkjemi også studier av begroing, bunndyr og fisk. Resultatene er sett i relasjon til forurensningene fra treforedlingsindustri i området og de rens tiltak som her er foretatt.</p>
---

4 emneord, norske:
1. Resipientundersøkelse
2. Vannkvalitet
3. Hydrobiologi
4. Treforedlingsindustri

4 emneord, engelske:
1. Recipient investigations
2. Water quality
3. Hydrobiology
4. Pulp and paper mill

  
Prosjektleders sign.:

.....  
Seksjonsleders sign.:

  
Instituttssjefs sign.:

ISBN 82-577-0233-1

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. MÅNEDLIGE VANNPRØVER	5
2.1 Kjemiske data	5
2.1.1 Organisk stoff	5
2.1.2 Surhetsgrad	5
2.1.3 Næringssalter	11
2.2 Biologiske data	11
3. SIMULTANPRØVER	13
3.1 Kjemiske data	13
3.2 Drift av organismer	17
3.3 Begroing	17
3.4 Organiske mikroforurensninger	20
4. UNDERSØKELSER AV FISK OG BUNNDYR	24
4.1 Innledning	24
4.2 Resultater	24
4.2.1 Bunndyr	24
4.2.2 Elektrofiske	26
4.2.3 Garnfiske	27
4.2.4 Opplysninger om fisket i 1978	27
4.2.5 Toksisitetstester	27
4.3 Vurdering av resultatene fra undersøkelser av fisk og bunndyr og toksisitetstester	29
5. KONKLUSJONER	31
6. LITTERATUR	32

TABELLFORTEGNELSE

	Side:
Tabell 1. Kjemiske analysedata fra månedlig prøvetaking i 1978.	6
Tabell 2. pH-observasjoner på inntaksvannet til A/S Norsk Wallboard i 1978.	8
Tabell 3. Sammenligning av pH ved stasjon 9 og i inntaksvann til Norsk Wallboard på sammenfallende prøvedager i 1978	9
Tabell 4. pH-observasjoner på bakvann fra fiberplateproduksjonen ved A/S Norsk Wallboard i 1979.	10
Tabell 5. Prosentvis endring i årsmiddelverdiene for endel kjemiske data på 3 viktige stasjoner fra 1977 til 1978.	11
Tabell 6. Analyseverdier for klorofyll <u>a</u> i månedlige prøver i 1978.	12
Tabell 7. Kjemiske analysedata fra simultanprøvetaking, 13.4.1978.	15
Tabell 8. Biomasse av fastsittende begroing, Nedre Otra 14.4.1978 Prøver tatt med Ekman-grabb (0.02 m <sup>2</sup> ) fra 1-2 m dyp, i området fra stasjon 11 til stasjon 15.	18
Tabell 9. Biomasse fra 11 steiner (St. 9), med samlet volum på $\frac{1.00 \text{ l}}{0.05 \text{ m}^2}$ Beregnet overflate (sum halv-kuler) på steinene = 0.05 m <sup>2</sup> .	18
Tabell 10. Konsentrasjonsforløpet for "HCB" den 13. april 1978	23
Tabell 11. Bunndyr i Otra. Antall individer innsamlet med bunnhov (3x1 min), 13. april 1978	25
Tabell 12. Elektrofiske i Otra, 13. april og 28. september 1978.	25

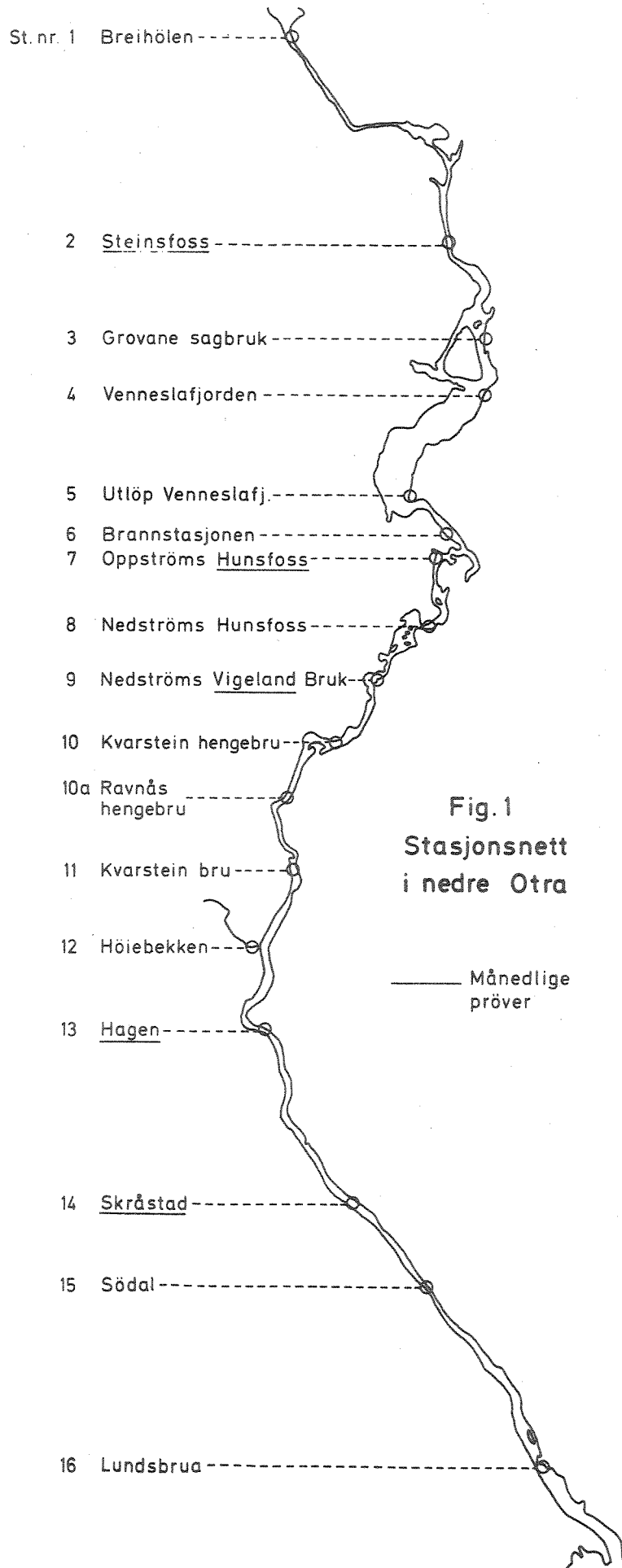
FIGURFORTEGNELSE

Fig. 1. Stasjonsnett i Nedre Otra	4
Fig. 2. Aritmetriske middelverdier (med standardavvik) for kjemiske komponenter ved simultanprøvetakingen 13.4.1978	14
Fig. 3. Gasskromatografi av upolare, halogenerte forbindelser ved st. 7, 8 og 11	21
Fig. 4. Glasskapillær-gasskromatografi av upolare forbindelser ved st. 7 og 8.	22
Fig. 5. Virkning av kondensat fra indunstingsanlegg for sulfittlut på yngel av laks.	28

## 1. INNLEDNING

I årene 1973-1979 er det på oppdrag fra Vassdragsrådet for Nedre Otra utført resipientundersøkelser i Nedre Otra. Resultatene av disse undersøkelsene er fremlagt i rapportene og publikasjonene Laake 1974, Laake og Skulberg 1976, Laake og Grande 1976 og Laake 1978. Den siste av disse behandler resultatene fra overvåkingsundersøkelsene i Nedre Otra i årene 1976 og 1977.

Den foreliggende rapport tar for seg resultatene fra undersøkelsene i 1978. Rapporten er redigert og skrevet av siv.ing. Morten Laake og cand.real. Magne Grande. Tekniker Sigbjørn Andersen og Harry Efraimsen, samt ingeniør Åse Gudmundson har deltatt i feltarbeidet og bearbeidelsen av data. Analyser av organiske mikroforurensninger er utført av Sentralinstituttet for Industriell Forskning ved Georg G. Carlberg. De månedlige vannprøver er samlet inn av Kristiansand ingeniørvesen.



## 2. MÅNEDLIGE VANNPRØVER

### 2.1. Kjemiske data

Kjemiske analysedata for månedlige vannprøver på 5 stasjoner fra Steinsfoss til Skråstad (figur 1) er gjengitt i tabell 1, mens tabell 7 viser data fra en simultanprøveserie, omtalt spesielt i neste kapittel. Som for 1976 og -77 er det analysert på ufiltrert prøve og på prøve filtrert over glassfiberfilter for å få data for organisk stoff og næringssalter assosiert med driften av partikler i elva. Vannprøvene er som før innsamlet av Kristiansand ingeniørvesen ved ing. Aavitsland, og ekspedert som ekspressgods til Oslo.

#### 2.1.1 Organisk stoff

Mengden organisk stoff oppløst i vannet målt som kjemisk oksygenforbruk (PERM) er i 1978 ytterligere redusert og halvert i forhold til 1977. Belastningen fra industri og husholdning i Vennesla fører nå bare til en fordobling i forhold til bakgrunnsnivået ved Steinsfoss, og utgjør ca. 12% av nivået før renseanleggene ved Hunsfoss fabrikk kom i drift. Som simultanprøveserien viser, varierer også konsentrasjonene meget lite, mens det tidligere var store variasjoner i løpet av døgnet pga. periodevise utslipp av sulfittlut.

#### 2.1.2 Surhetsgrad

I tillegg til de analyser som foretas av NIVA måles også surhetsgrader ved vanninntaket til A/S Norsk Wallboard. (Tabell 2). Her har vannet stort sett vært mindre surt enn ved Vigeland (st. 9) som er den nærmeste faste stasjon for NIVAs prøvetaking nedenfor Hunsfoss. Dette fremgår av tabell 3 hvor verdier fra sammenfallende datoer er oppført.

Det synes i 1978 å ha skjedd en markert økning i surhetsgrad i elven på strekningen fra Vigeland og ned til Hagen. Ved intensivprøveserien sank pH fra 5.02 ovenfor Hunsfos til et minimum på pH 4.41 ved Vigeland, og helt nede ved Hagen ble det ved denne anledning målt pH 4.44. Så lave verdier er aldri tidligere blitt registrert; vanlig minimumsverdi har vært 4.7.

Månedsprøvene viser at dette ikke var et enkeltstående tilfelle, idet middelverdien på årsbasis synker fra pH 5.49 ovenfor Hunsfos til pH 4.95 ved Vigeland. Dette tilsvarer en økning i syrekonsentrasjonen på 10  $\mu\text{g}$  ekv  $\text{H}^+$ /l,

Tabell 1. Kjemiske analysedata fra månedlig prøvetaking 1978.

UF = ufiltrert, F = filtrert.

Stasjon	Dato	pH	KOND	TURB.	Farge		ASID		TOT-P		TOT-N		PERM	
			µS/cm	JTU	mg UF	Pt/l F	ml UF	0,1 N NaOH F	µg UF	P/1 F	µg UF	N/1 F	mg UF	O/1 F
Steinsfoss	17.1	5,09	18,8	1,0	32,5	16,0	1,13	0,60	9	6	310	290	2,4	1,9
	14.3	5,36	23,0	0,5	32,5	21,5	0,89	0,70	10	14	355	350	2,1	2,1
	17.4	5,14	21,0	0,5	35,0	21,5	0,91	0,79	33	30	300	250	3,0	2,1
	11.5	5,09	20,7	0,6	37,5	26,5	0,80	0,62	3	2	190	240	2,1	2,4
	19.6	5,27	14,7	0,6	60,5	26,5	0,50	0,44	7	6	300	270	1,5	1,5
	17.7	5,28	17,0	0,8	21,5	5,0	0,72	1,0	13	9	320	810	2,6	2,7
	15.8	5,43	15,0	0,7	29,5	13,0	-	0,6	21	11	390	290	3,1	2,9
	11.9	5,49	11,5	0,4	16,0	13,0	0,42	0,40	9	8	250	210	2,0	2,1
		$\bar{x}$	5,25	17,7	0,6	33,1	17,9	0,77	0,64	13	11	302	276	2,4
	SD		3,9	0,2	13,2	7,5	0,2	0,2	10	9	61	44	0,5	0,4
Hunsfos	17.1	5,12	20,9	1,0	46,0	16,0	0,82	0,68	8	6	310	330	3,2	2,1
	14.3	5,69	22,5	1,8	46,0	26,5	1,73	0,56	14	5	560	480	> 2	2,0
	17.4	6,15	24,5	0,5	35,0	32,5	0,85	0,68	17	14	380	340	3,6	2,3
	11.5	5,15	20,1	1,0	54,5	26,5	0,64	0,58	22	11	350	310	2,5	3,1
	19.6	5,51	14,7	0,5	105,5	76,0	0,52	0,32	11	12	280	240	1,6	1,5
	17.7	5,76	15,3	0,8	24,0	2,5	0,64	0,62	17	10	260	200	3,0	2,1
	15.8	5,43	15,0	0,7	29,5	13,0	-	0,60	21	11	390	290	2,9	3,1
	11.9	6,75	14,0	0,7	32,5	10,5	0,60	0,60	36	32	370	310	2,5	2,2
		$\bar{x}$	5,49	18,4	0,9	46,6	25,4	0,83	0,58	18	13	363	313	2,8
	SD		4,1	0,4	25,8	22,7	0,41	0,11	9	8	93	82	0,6	0,5
Vigeland	17.1	4,78	31,7	6,5	95,5	43,0	1,21	0,92	22	10	370	310	5,5	5,1
	14.3	4,72	32,5	2,2	60,5	32,5	1,09	0,73	13	5	350	-	3,5	3,7
	17.4	5,49	24,1	0,7	43,0	21,5	1,05	1,05	13	12	270	270	3,7	-
	11.5	4,68	31,0	1,9	72,5	32,5	0,98	0,84	10	2	260	230	3,7	3,6
	19.6	4,63	32,4	0,7	66,5	16,0	1,06	0,94	67	7	240	200	4,6	5,1
	17.7	5,12	21,0	1,4	43,0	-	1,00	0,94	15	8	190	150	5,7	5,3
	15.8	4,91	46,5	2,8	57,5	24,0	0,70	0,68	10	24	260	260	5,5	5,1
	11.9	5,26	18,5	1,3	43,0	13,0	0,60	0,48	10	14	280	270	4,9	4,8
		$\bar{x}$	4,95	29,7	2,2	60,2	26,1	0,96	0,82	20	10	278	241	4,6
	SD		8,7	1,9	18,3	10,5	0,21	0,18	19	7	58	53	0,9	0,7



Tabell 1 forts.: Kjemiske analysedata fra månedlig prøvetaking 1978.

UF = ufiltrert, F = filtrert.

Stasjon	Dato	pH	KOND µS/cm	TURB. JTU	Farge		ASID		TOT-P		TOT-N		PERM	
					mg UF	Pt/l F	ml UF	0,1 N NaOH F	µg UF	P/l F	µg UF	N/l F	mg UF	O/l F
Hagen	17.1	4,76	31,4	4,6	105,5	37,5	1,25	1,01	15	6	370	330	5,5	4,0
	14.3	6,95	26,0	2,7	72,5	24,0	0,77	0,97	9	12	435	350	3,6	3,6
	17.4	4,86	30,7	0,6	32,5	21,5	1,33	1,19	15	14	300	265	2,5	2,0
	11.5	4,90	26,0	1,8	79,5	26,5	0,80	0,82	6	<2	220	190	4,1	4,1
	19.6	4,8	25,6	0,7	66,5	32,5	0,64	0,76	6	3	270	230	4,8	4,7
	17.7	5,34	20,3	1,0	37,5	-	0,98	0,76	15	9	180	140	3,8	3,3
	15.8	5,15	19,5	2,3	54,5	21,5	0,70	0,62	11	12	350	260	4,4	4,8
	11.9	5,34	21,0	1,1	51,5	16,0	0,72	0,62	11	9	270	220	5,2	5,3
		$\bar{x}$	5,02	25,1	1,9	62,5	25,6	0,90	0,84	11	9	299	248	4,2
	SD		4,5	1,3	23,8	7,3	0,26	0,20	4	4	83	69	1,0	1,0

Skråstad	17.1	4,65	31,9	3,5	92,0	26,5	1,41	1,01	11	12	350	310	5,8	5,4
	14.3	4,94	26,7	2,7	69,5	26,5	0,81	0,75	18	6	380	260	3,4	3,2
	17.4	6,12	26,4	0,6	35,0	21,5	1,13	1,03	11	11	310	285	3,8	3,5
	11.5	5,33	25,6	1,6	82,5	29,5	0,8	0,8	6	<2	370	400	4,2	4,1
	19.6	5,10	20,8	0,7	72,5	49,0	0,36	0,52	23	50	340	260	4,9	4,4
	17.7	5,53	22,5	0,9	43,0	8,0	0,96	1,0	17	12	180	160	4,7	4,6
	15.8	5,47	17,0	2,5	49,0	18,5	0,58	0,70	10	10	330	290	3,1	2,8
	11.9	5,03	19,5	1,2	40,5	13,0	0,74	0,56	10	7	250	190	4,6	4,4
		$\bar{x}$	5,10	23,8	1,7	60,5	24,1	0,85	0,79	13	15	314	269	4,3
	SD		4,8	1,1	21,3	12,4	0,32	0,20	6	15	67	74	0,9	0,7

Tabell 2. pH-observasjoner på inntaksvannet til A/S Norsk Wallboard i 1978.

Dato	Jan.	Feb.	Mars	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1	-	5.45	5.09	-	-	5.30	-	5.24	5.44	-	5.30	5.48
2	-	4.84	4.86	-	-	5.24	-	5.10	-	5.47	5.20	-
3	4.85	4.50	4.90	5.42	-	-	5.13	5.10	-	5.56	5.34	-
4	4.98	-	-	5.43	-	-	4.93	5.10	4.90	5.54	-	5.24
5	4.83	-	-	-	-	5.22	4.90	-	4.98	5.47	-	5.73
6	4.66	-	5.06	5.10	-	5.37	4.93	-	-	-	5.37	5.42
7	-	5.82	5.11	5.00	-	5.24	4.77	5.20	5.33	-	5.22	5.38
8	-	5.30	5.27	-	-	-	-	5.03	5.69	-	5.44	-
9	4.97	5.04	5.18	-	-	-	-	5.04	-	5.45	5.24	-
10	4.78	4.73	4.85	-	-	-	-	4.93	-	5.60	5.66	-
11	4.70	-	-	-	4.84	-	-	4.97	5.51	5.53	-	5.53
12	4.65	-	-	-	4.85	5.23	-	-	5.44	5.57	-	-
13	4.83	4.75	5.04	-	-	5.23	-	-	5.40	5.37	5.44	-
14	-	4.70	5.02	-	-	-	-	4.95	5.50	-	5.41	5.42
15	-	4.70	5.07	-	-	5.18	-	4.89	5.29	-	5.51	-
16	4.96	4.77	5.13	-	-	5.40	-	5.08	-	5.59	5.39	-
17	4.76	4.87	5.24	-	-	5.14	-	4.88	-	5.73	5.46	-
18	4.90	-	-	5.26	-	5.33	-	5.00	5.60	5.53	-	5.42
19	4.64	-	-	5.25	4.92	4.92	-	-	5.33	5.52	-	5.33
20	4.66	5.07	5.09	-	-	5.07	-	-	5.40	5.18	5.07	-
21	-	5.13	5.83	5.05	-	4.99	-	4.94	5.46	-	5.32	-
22	-	5.58	-	-	-	4.94	-	-	5.41	-	5.23	-
23	4.60	5.41	-	-	4.95	4.81	-	-	-	5.20	5.42	-
24	5.02	5.63	-	5.00	4.90	-	-	5.56	-	5.22	5.29	-
25	4.77	-	-	5.13	5.07	-	-	5.32	5.32	5.40	-	-
26	4.92	-	-	4.87	5.06	5.08	-	-	5.25	5.19	-	-
27	4.78	5.17	-	-	-	4.95	-	-	5.59	5.07	5.35	-
28	-	5.21	-	-	-	4.95	-	5.23	5.56	-	5.22	-
29	-	-	5.44	-	5.30	4.95	-	5.48	5.64	-	5.55	-
30	4.70	-	5.48	-	5.04	4.80	-	5.40	-	5.50	5.26	-
31	4.62	-	5.44	-	-	-	-	5.41	-	5.32	-	-
11	(21)	(19)	(18)	(10)	(9)	(21)	(5)	(21)	(20)	(21)	(22)	(9)
Middel pH	4.77	4.96	5.12	5.10	4.97	5.08	4.92	5.10	5.35	5.35	5.39	5.42
C <sub>H</sub> <sup>+</sup> SD%	29	74	46	35	29	42	28	40	59	43	30	29

eller med en middelvannføring på  $120 \text{ m}^3/\text{sek}$  et utslipp på ca. 700 l 6 N syre pr. time. Surhetsgraden ved Steinsfoss og Vennesla er derimot som den har vært de senere år, med middelerverdier omkring pH 5.3 - 5.5 og ekstremverdier ned til pH 4.7, mens verdier under pH 5.0 er svært sjeldne.

Tabell 3. Sammenligning av pH ved stasjon 9 og i inntaksvann til Norsk Wallboard på sammenfallende prøvedager i 1978.

Dato	17.1	14.3	11.5	19.6	15.8	11.9
Stasjon 9 pH	4.78	4.72	4.68	4.63	4.91	5.20
Norsk Wallboard pH	4.76	5.02	4.84	4.92	4.89	5.51
Differanse ( $\mu\text{gekv H}^+/1$ )	0	9.5	6.4	11.4	0	2.4

Det kan ikke sies noe sikkert om hva økningen i surhetsgrad nedenfor Hunsfos skyldes, men den må antas å skyldes endringer i forhold fra Hunsfoss fabrikk eller nedenfor. De to hovedalternativene er:

- 1) Økning i syrebelastningen via utslipp fra Hunsfoss fabrikk, Norsk Wallboard eller andre.
- 2) Reduksjon av elvas bufferevne overfor eksisterende syrebelastning, gjennom en reduksjon av ligninkonsentrasjonen (amfotær forbindelse) og/eller lett nedbrytbart stoff (karbondioksyduttvikling fra soppbegroingen redusert).

En kan ikke se at reduksjonen i pH nedenfor Vigeland kan skyldes økning i sur nedbør.

Utslipet av prosessvann fra Norsk Wallboard antas å være surt, selvom en foreløpig har få direkte målinger. Måledata på bakvann fra prosessen gjennom 3 uker sommeren 1979 er gjengitt i tabell 4, og viser en variasjon fra pH 3.93 til pH 4.38, med en middelerverdi på pH 4.11 og standardavvik ( $C_{H^+}$ ) på 31 %. Selve massen holder normalt en pH på 4.0. Selv om vannmengden normalt er liten ( $80 \text{ m}^3/\text{time}$ ) og syrestyrken antagelig svak, så kan det ikke uten nærmere undersøkelser utelukkes at utslippet kan ha betydning dersom elvas bufferevne samtidig er redusert.

Tabell 4. pH-observasjoner på bakvann fra fiberplateproduksjonen ved A/S Norsk Wallboard i 1979.

Uke nr.	25	26	27	Middelverdi
pH	—	4.27	4.25	} 4.11 ( $\pm$ 31%)
	4.33	5.98	4.10	
	4.23	4.02	4.22	
	4.02	3.93	4.30	
	3.97	4.05	4.16	
Ukemiddelverdi	4.11	4.04	4.20	

Ved Hunsfoss kan det ved uhell skje periodevise utslipp av sterk syre, blant annet fra det nye gjenvinningsanlegget for kjemikalier. Kondensat fra inndampingen av sulfittutslippene er kontinuerlig og holder en pH på 2, men vil normalt ha en svak syrestyrke. Kondensatets virkning på elvevannet bør undersøkes nærmere.

Målingen av pH på råvannet til Norsk Wallboard gir tross de forhold som er nevnt foran, indikasjoner på at årsaken til en generell pH senkning ikke er å finne på Hunsfos fabrikk, slik bedriften også hevder. Episodevise utslipp av sterk syre vet en imidlertid kan forekomme, og dette må forhindres effektivt i fremtiden. Det synes å være behov for en spesiell undersøkelse av surhetsgrad, syrestyrke og vannmengder ved alle aktuelle utslipp, samt at elvevannets bufferevne måles, dersom en skal kunne finne frem til en sikker forklaring på de lave pH-verdiene som er registrert.

### 2.1.3 Næringssalter

Kjemiske data forøvrig viser en markert økning i fosforkonsentrasjonen i elva, og årsaken synes dels å være økt bakgrunn ved Steinsfoss assosiert med en økning i fargenivået (tabell 5). Mulige årsaker til dette er ikke lett å påvise, men øket jorderrosjon i forbindelse med kraftutbyggingen i Øvre Otra kan være en mulighet. Utslipp fra tettbebyggelsen i Vennesla gir seg også markerte utslag.

Tabell 5. Prosentvis endring i årsmiddelverdiene for endel kjemiske data på 3 viktige stasjoner fra 1977 til 1978.

Stasjon	Organisk stoff	Farge	Totalfosfor	Totalnitrogen
St. 2 Steinsfoss	+ 20	+ 57	+ 103	+ 26
St. 8 Hunsfoss	+ 47	+ 122	+ 105	+ 32
St. 9 Vigeland	- 42	+ 34	+ 117	+ 8

### 2.2 Biologiske data

Innholdet av klorofyll a ble bestemt i de månedlige vannprøvene som et mål på drivende algebiomasse. Resultatene er gjengitt i tabell 6, og viser generelt lave verdier, men en svak økning i forhold til 1977. De høyeste verdiene finner en ved utløpet av Venneslafjorden (Hunsfos), med et svakt maksimum vår og høst.

Tabell 6. Analyseverdier for klorofyll a i månedlige prøver i 1978.

Dato	Steinsfoss	Hunsfos	Vigeland	Hagen	Skråstad
17.1	0.41	0.74	0.32	0.30	0.35
14.3	0.54	0.37	0.74	1.08	0.50
17.4	0.31	1.01	0.37	0.36	0.41
11.5	1.87	2.16	1.72	1.09	1.15
19.6	1.01	1.58	0.68	0.88	0.67
17.7	1.24	2.40	1.06	0.88	0.90
15.8	1.44	1.28	1.10	1.02	1.60
11.9	0.85	1.84	0.85	0.83	1.22

Driften av sopp og andre heterotrofe organismer lar seg ikke bestemme direkte i de månedlige prøvene. Sestonfiltre oppbevares for senere dokumentasjon av driftens sammensetning, og er ikke analysert i denne omgang.

### 3. SIMULTANPRØVER

#### 3.1. Kjemiske data

Det ble i 1978 gjennomført en simultanprøveserie 13. april etter samme opplegg som i 1977 ved hjelp av de tekniske etater i Kristiansand og Vennesla. Prøver ble tatt med 30 minutters mellomrom over 8 timer, og med 30 minutters tidsforsinkelse pr. stasjon. Resultatene er sammenstilt i tabell 7, mens figur 2 gir grunnlag for å sammenligne konsentrasjonsforløpet nedover i elva. Vannføringen var  $122 \text{ m}^3/\text{s}$ , mot  $206 \text{ m}^3/\text{s}$  i 1977.

Resultatene viser at konsentrasjonen av organisk stoff i elva nå varierer meget lite over korte tidsrom (døgn), og variasjonen som finner sted over lengre tidsrom skyldes primært fortynning av industrielle og kommunale utslipp i flomperioder.

Nitrogenverdiene synes å øke 50% som følge av utslipp i Vennesla, men selvrensingen nedenfor reduserer nivået noe og overfører ca. 30% til partikulær form. Det er relativt liten variasjon i nivåene over kort tid, som det vil fremgå av standardavvikene.

Oppløst totalfosfor øker ca. 40% som følge av utslipp i Vennesla-området, og reduseres på samme måte markert nedstrøms Vigeland. Konsentrasjonen i elva varierer betydelig mer enn for totalnitrogen, noe som må forklares som påvirkning fra diskontinuerlige utslipp i området. Dette er i samsvar med erfaringene fra tidligere år.

Konsentrasjonen av lett omsettbart nitrogen ( $\text{NH}_4$ ) og fosfat (ORT P) synker fremdeles til meget lave nivåer i den forurensede del av elven. Dette indikerer at næringssaltene fremdeles og tross reduksjonen i organisk belastning kan virke vekstbegrensende for heterotrof begroing, og at det eksisterer en næringskonkurransesituasjon mellom eutotrofe og heterotrofe organismer (mellom alger og sopp, forenklet sagt). Rensingen av kommunale utslipp vil derfor kunne ha en klar positiv effekt og redusere begge begroingsformer.

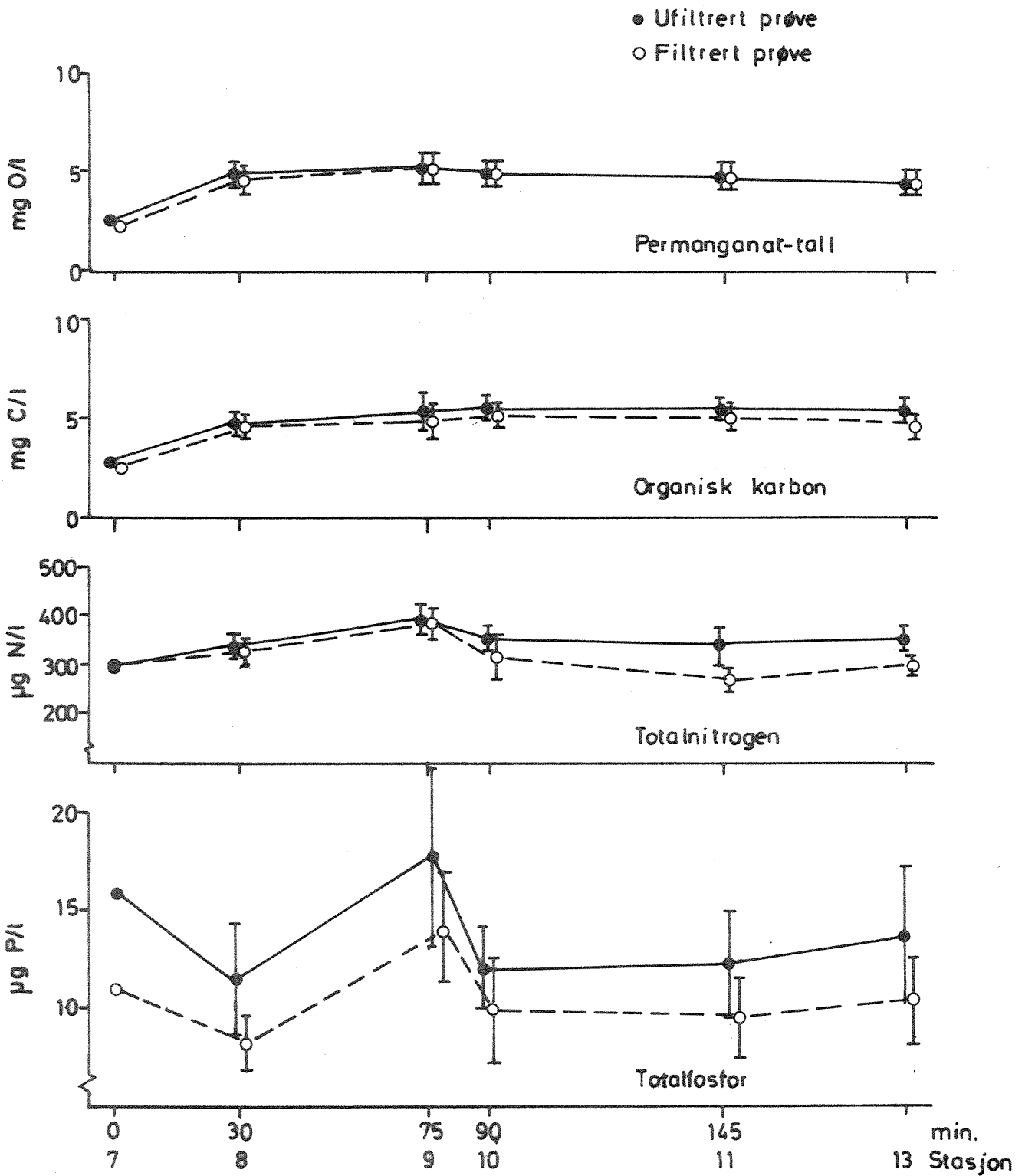


Fig. 2. Aritmetriske middelværdier (med standardavvik) for kjemiske komponenter ved simultanprøvetakingen 13. april 1978.



Tabell 7. Kjemiske analysedata fra simultanprøvetaking, 13.4.1978.

Stasjon	Tid	pH	UFILTRERT					FILTRERT							
			KOND µS/cm	TOC µg C/l	PERM µg O/l	TOT-P µg P/l	TOT-N µg N/l	TOC µg C/l	PERM µg O/l	TOT-N µg N/l	NO <sub>3</sub> µg N/l	NH <sub>4</sub> µg N/l	ORT-P µg P/l	TOT-P µg P/l	
7	1010	5,02	27,3	4,4	3,6	11	340	3,9	3,9	290	215	<10	< 2	10	
8	0800	4,55	37,9	4,3	3,7	14	330	4,4	4,0	310	225	45	< 2	8	
	0830	4,42	39,3	4,0	4,4	15	330	4,2	4,2	310	220	35	2	9	
	0900	4,47	37,7	3,9	4,1	13	330	3,9	4,2	330	220	40	6	8	
	0930	4,41	41,4	4,1	4,7	10	350	4,1	3,7	300	235	40	2	11	
	1000	4,42	37,4	3,4	4,6	10	330	3,9	4,0	320	220	40	6	10	
	1030	4,57	34,3	4,6	3,9	11	330	4,6	4,0	330	225	40	5	8	
	1100	4,65	32,1	5,0	4,9	10	340	4,9	4,7	340	225	40	2	8	
	1130	4,69	32,6	5,4	5,2	10	330	4,9	5,0	330	225	40	4	7	
	1200	4,71	32,6	5,0	5,3	10	350	4,9	4,7	340	225	40	3	7	
	1230	4,79	30,1	5,1	5,9	11	330	5,2	4,8	320	220	30	2	8	
	1300	4,75	30,7	5,2	4,9	8	325	5,4	4,7	300	220	35	3	6	
	1330	4,84	30,5	5,1	4,8	10	330	4,7	4,9	330	220	30	3	7	
	1400	4,76	31,5	5,1	5,3	10	350	5,0	5,9	350	225	35	< 2	10	
	1430	4,76	30,3	4,9	4,8	10	330	4,4	5,4	310	225	45	< 2	7	
	1500	4,79	30,4	5,0	5,2	13	330	4,3	5,9	310	225	40	< 2	10	
	1530	4,75	27,0	4,6	5,0	20	370	4,8	5,1	320	220	40	7	10	
1600	4,84	29,6	4,8	5,2	12	340	4,4	4,8	340	230	35	3	7		
9	0830	4,64	32,7	4,1	4,9	24	370	4,0	4,3	330	220	30	3	9	
	0900	4,55	35,3	4,1	4,1	14	350	4,3	4,9	350	220	30	5	14	
	0930	4,48	36,9	3,9	4,8	13	390	4,0	4,4	390	225	35	4	13	
	1000	4,46	38,0	4,3	5,1	13	350	4,3	4,8	350	230	30	4	14	
	1030	4,40	37,3	5,0	4,5	24	410	4,1	4,2	410	230	30	< 2	13	
	1100	4,47	37,7	4,6	4,4	21	410	4,0	4,2	410	230	30	4	15	
	1130	4,52	36,2	5,2	4,4	19	410	4,6	4,7	410	230	35	3	15	
	1200	4,57	34,6	5,4	4,7	11	410	4,8	5,1	370	230	25	3	11	
	1230	4,61	32,7	6,2	5,0	15	420	5,7	5,6	380	230	20	< 2	14	
	1300	4,61	33,6	5,9	5,7	19	450	5,4	5,7	390	230	25	< 2	14	
	1330	4,66	31,9	6,0	6,2	14	370	5,4	6,1	370	230	20	< 2	13	
	1400	4,76	31,4	6,2	5,8	20	370	5,8	5,5	350	200	10	< 2	18	
	1430	4,75	31,4	6,4	5,9	17	380	5,8	5,7	380	200	20	< 2	14	
	1500	4,70	32,4	6,4	5,9	21	390	5,9	5,8	400	210	20	2	14	
	1530	4,74	31,5	5,3	6,0	27	430	5,5	6,1	440	210	20	6	20	
	1600	4,81	30,3	5,7	6,0	18	380	5,0	5,8	370	210	30	2	18	
1630	4,76	30,5	5,9	5,9	15	430	5,1	5,6	440	210	25	< 2	12		
10	0900	4,56	34,5	4,7	4,7	13	360	4,3	4,1	360	215	30	< 2	8	
	0930	4,60	34,1	5,3	4,5	12	370	4,2	4,5	340	225	20	< 2	8	
	1000	4,50	37,9	5,3	4,6	9	340	4,6	4,8	340	220	20	< 2	7	
	1030	4,49	38,3	4,6	4,7	15	350	4,8	4,4	340	220	25	3	12	
	1100	4,56	37,7	5,5	4,9	12	370	6,1	4,7	370	210	25	< 2	15	
	1130	4,48	38,7	5,4	5,1	11	380	4,8	4,7	370	220	25	< 2	10	
	1200	4,51	37,2	6,5	5,1	9	330	4,5	4,7	300	225	20	< 2	10	
	1230	4,55	35,3	6,0	4,4	13	350	5,4	4,6	320	225	15	< 2	14	
	1300	4,72	34,0	5,2		13	350	5,4		300	225	10	2	11	
	1330	4,63	34,3	5,2	3,6	14	350	5,8		310	225	< 10	< 2	9	
	1400	4,69	32,2	5,3	5,2	11	320	5,9	5,1	330	220	< 10	< 2	16	
	1430	4,67	32,7	5,8	5,5	13	340	5,5	5,5	300	215	< 10	< 2	10	
	1500	4,66	32,7	5,2	5,1	15	340	5,0	5,2	300	210	< 10	< 2	8	
	1530	4,69	32,7	5,2	5,1	15	360	5,4	5,7	330	215	< 10	< 2	12	
	1600	4,67	32,1	5,4	5,2	15	390	5,1	5,2	300	210	< 10	< 2	7	
	1630	4,67	32,1	5,4	5,6	13	370	5,0	5,6	230	215	< 10	< 2	8	
1700	4,69	31,2	6,1	5,9	17	380	5,0	5,9	250	220	< 10	< 2	10		

Tabell 7 forts.: Kjemiske analysedata fra simultanprøvetaking, 13.4.1978.

Stasjon	Tid	pH	UFILTRERT					FILTRERT						
			KOND µS/cm	TOC µg C/l	PERM µg O/l	TOT-P µg P/l	TOT-N µg N/l	TOC µg C/l	PERM µg O/l	TOT-N µg N/l	NO <sub>3</sub> µg N/l	NH <sub>4</sub> µg N/l	ORT-P µg P/l	TOT-P µg P/l
1	0930	4,57	33,9	5,1	4,4	11	350	4,9	4,5	250	225	< 10	< 2	8
	1000	4,53	34,9	5,4	3,7	10	340	4,7	4,0	260	225	35	< 2	8
	1030	4,53	34,4	5,1	4,0	12	400	4,5	4,4	280	220	10	< 2	10
	1100	4,50	36,8	4,7	3,7	10	410	4,4	4,3	260	220	15	< 2	8
	1130	4,48	37,9	6,1	4,3	10	310	4,8	4,0	270	220	< 10	< 2	7
	1200	4,48	37,9	5,1	4,1	18	350	5,2	4,4	260	220	25	< 2	9
	1230	4,46	38,5	4,6	4,6	12	320	4,5	4,3	280	220	30	< 2	9
	1300	4,46	38,5	5,4	4,4	18	350	6,1	4,6	290	220	40	< 2	13
	1330	4,46	38,5	5,7	4,8	14	400	4,8	3,8	290	220	15	< 2	13
	1400	4,47	38,0	5,0	4,9	12	390	4,9	4,7	260	220	15	8	12
	1430	4,49	37,0	6,4	4,9	11	360	5,5	5,1	250	220	< 10	6	11
	1500	4,57	34,9	5,7	6,1	14	300	4,9	5,2	270	210	40	< 2	10
	1530	4,57	34,8	5,7	5,1	10	310	6,2	5,3	310	205	< 10	7	11
	1600	4,63	33,1	6,1	5,2	15	320	5,8	5,3	260	200	< 10	< 2	7
	1630	4,64	32,6	6,1	5,3	12	300	5,3	5,9	280	200	20	< 2	12
	1700	4,64	32,7	5,6	5,3	9	290	5,5	4,9	280	205	15	< 2	9
	1730	4,66	29,3	5,6	5,5	10	330	5,0	4,9	270	205	10	2	10
3	1000	4,62	33,2	5,0	3,8	10	330	4,5	3,9	310	225	15	< 2	10
	1030	4,61	33,5	5,6	4,0	11	330	4,3	4,4	280	230	45	< 2	11
	1100	4,64	32,9	5,4	4,0	15	340	5,1	4,3	290	220	10	< 2	9
	1130	4,86	34,5	5,0	4,2	25	330	4,3	4,0	300	225	20	< 2	10
	1200	4,68	34,0	4,6	3,9	11	370	4,2	3,8	300	235	10	< 2	8
	1230	4,71	33,1	4,8	5,1	13	360	4,6	4,0	305	240	< 10	< 2	10
	1300	4,53	36,2	5,2	3,9	13	360	4,4	4,0	300	230	30	< 2	8
	1330	4,62	35,2	5,0	4,1	12	360	4,5	4,0	295	240	< 10	< 2	12
	1400	4,49	38,3	4,6	4,0	14	350	4,5	3,8	310	240	10	< 2	12
	1430	4,47	38,9	6,5	4,6	13	370	4,2	4,3	310	240	20	< 2	13
	1500	4,44	39,9	5,2	5,1	16	370	5,4	4,4	315	235	< 10	< 2	16
	1530	4,49	37,9	5,6	5,1	16	370	4,6	4,6	330	240	< 10	< 2	11
	1600	4,51	37,9		4,5	16	370	5,0	4,7	320	245	< 10	< 2	9
1630	4,56	36,3	5,4	4,6	12	340	4,4	4,7	290	220	< 10	< 2	12	
1700	4,58	35,3	5,8	4,6	13	340	5,2	4,7	280	220	< 10	< 2	10	
1730	4,65	31,7	5,7	4,5	11	400	4,6	4,8	280	210	< 10	< 2	12	
1800	4,64	32,5	5,4	4,8	13	350	4,9	4,7	280	205	< 10	< 2	7	
3 Hagen	14/4	5,02	27,3	4,4	3,6	11	340	3,9	3,9	290	215	< 10	< 2	10

### 3.2 Drift av organismer

Elvevannet hadde visuelt et mye klarere utseende enn på samme tidspunkt året før. Dette ble bekreftet i målingene av drivende biomasse som ATP. Det ble benyttet samme filtreringsvolum som i 1977, men på de fleste prøver var dette for lite til å kunne bestemme ATP-konsentrasjonen i ekstraktet nøyaktig nok; nivået var for lavt. Resultatet er derfor ikke medtatt i sin helhet, men en sammenligning mellom stasjon 11 (Kvarstein) i 1977 og 1978 gir følgende middelerverdier med variasjonsområde:

1977:	0.13	+-	0.04	µg ATP/l,	variasjon	0.194	-	0.045	µg ATP/l		
1978:	0.064	+-	0.07	"	,	"		0.23	-	0.001	"

Driften er altså halvert i forhold til på samme tid og under sammenlignbare vannføringsforhold i 1977 før rens tiltakene ved Hunsfos fabrikk ble iverksatt. Det synes først og fremst å være den høye bakgrunnen av småpartikler (soppmycel) og enkeltceller (bakterier) som er redusert, mens det enda kan forekomme store fnokker av soppmycel i driften.

### 3.3. Begroing

Det ble gjennomført en grundig befaring med båt den 14. april fra stasjon 15 til stasjon 9 (Vigeland), og tatt bunnprøver med Ekmann-grabb på ialt 12 prøvepunkter opp til stasjon 11 (Kvarstein) etter samme metode som i 1977. Lenger oppe var strømmen for kraftig til at dette lot seg gjennomføre, men på stasjon 9 ble biomassen på et antall rullestein skrapet av og steinens eksponerte overflate bestemt. Tilsvarende data fra samme stasjon foreligger fra 1976. Disse er imidlertid vanskelig å sammenligne direkte i kvantitativ henseende bl.a. på grunn av ulike vannføringer i de to år.

Resultatene er gitt i tabell 8. Sammenlignet med 1977 (17 grabbskudd) viser tallene faktisk en fordobling i fastsittende biomasse i samtlige parametre (glødetap, klorofyll a og ATP). Dette kan være forårsaket av tilfeldige variasjoner ved prøvetakingen, da begge middelerverdier ligger godt innen området for standardavvikene. Middelerdien for organisk stoff var 380 g tørrstoff/m<sup>2</sup>; et meget høyt tall. Skal man feste lit til resultatene, så har plante- og algevegetasjonen øket markert siden 1977. Visuelt ser det også ut som om elven har fått et markert autotroft preg, dvs. et større innslag av grønne planter, men den visuelle effekten skyldes åpenbart en redusert påvekst av soppfilamenter på akvatisk vegetasjon. Det er derfor vanskelig å trekke en sikker konklusjon om endringer i autotrof biomasse på dette grunnlag.

Tabell 8. Biomasse av fastsittende begroing, Nedre Otra 14.4.1978.  
Prøver tatt med Ekman-grabb (0.02 m<sup>2</sup>) fra 1-2 m dyp, i området fra stasjon 11 til stasjon 15.

Stasjon nr.	Glødetap		Klorofyll <u>a</u>		ATP-biomasse	
	% pr.T.V.	g/m <sup>2</sup>	% pr.G.T	mg/m <sup>2</sup>	% pr.G.T.	mg/m <sup>2</sup>
11/1	9.2	400	0.06	219	0.022	89
11/2	5.0	148	0.08	112	0.066	97
11/3	4.5	107	0.11	119	0.035	38
13/1	8.9	148	0.04	59	0.023	34
13/2	14.2	426	0.04	186	0.004	17
13.3	14.1	716	0.04	278	0.003	18
14/1	8.6	441	0.08	353	0.011	51
14/2	3.3	69	0.05	36	0.019	13
14/4	10.2	370	0.07	263	0.007	26
15/1	7.2	540	0.09	522	0.014	74
15/2	7.2	602	-	80	0.003	20
15/3	11.6	603	0.05	279	0.006	36
Middel	8.7	381	0.06	209	0.018	43
St.avvik	± 3.5	± 218	± 0.02	± 140	± 0.012	± 29

T.V. = Tørrvekt, G.T. = Glødetap.

Tabell 9. Biomasse fra 11 steiner (St. 9), med samlet volum på 1.00 l  
Beregnet overflate (sum halv-kuler) på steinene = 0.05 m<sup>2</sup>

Glødetap		Klorofyll <u>a</u>		ATP-biomasse	
% pr.T.V.	g/m <sup>2</sup>	% pr.G.T.	mg/m <sup>2</sup>	% pr.G.T.	mg/m <sup>2</sup>
6.2	54	0.08	43	0.015	8

Elven nedstrøms Mosby flyter rolig og er relativt dyp. På denne strekningen var det visuelt liten endring i begroingstype og mektighet i forhold til 1977. Bunnen var dekket av gråbrunt detritus, og det var enda en betydelig partikkeltransport. Makrofyter var dekket av heterotrof lammehalevekst, men med hyppigere innslag av helt rene skudd enn tidligere. Denne observasjonen tyder på at soppveksten nydannes mer langsomt etter løsrivning ved en viss kritisk tykkelse. Begroingsproduksjonen er sannsynligvis betydelig redusert, noe også den reduserte driften indikerer. Rensede overflater koloniseres ikke så raskt som før, men vekstmatten når opp i nær samme tykkelse etter lengre tid. Det er dessverre ikke mulig å tallfeste disse forandringene i heterotrof og autotrof begroing med større nøyaktighet.

På strekningen Vigeland-Kvarstein, hvor elva er grunn og hurtigstrømmende, har det imidlertid skjedd en visuelt meget markant reduksjon i begroingens mektighet. Dette illustreres også av biomassebestemmelser på rullestein ved stasjon 9 (tabell 9). Glødetapet utgjør ca. 14% av middelveiden for stasjonene 11 til 15. Sammenlignes fargefotografier fra 1976 og 1978, er begroingstykkelsen redusert fra normalt 4-5 cm til 0.5 - 1 cm, eller til ca. 20% av nivået før rensetiltakene ble iverksatt.

Om en antar at erosjonen av vekstmatter, den viktigste tykkelsesregulerende faktor, er uendret i forhold til tidligere, tilsier også denne observasjonen at produksjonen av soppbegroing er betydelig redusert.

Gjenvekst og lengdevekst i soppmycelet foregår med redusert hastighet og rekker ikke å oppveie tapet ved sterk erosjon av tykke vekstmatter; tykkelsen blir følgelig redusert automatisk til et nivå der erosjonen balanseres av gjenvekster. Resultatet blir også mindre drift i form av løsrevet mycé. Disse sammenhenger lar seg beskrive og beregne rent matematisk, men det vil føre for langt å gå inn på dette i denne sammenheng. Årsaken til redusert gjenveksthastighet (produksjon) er åpenbart redusert konsentrasjon i organisk vekstsubstrat (sulfittlutbestanddeler), slik at opptaket av hver enkelt komponent i cellene går langsomt. Fremdeles er det imidlertid nok lett nedbrytbart organisk stoff totalt sett til at konsentrasjonen påvirkes lite nedover i elven (selvrensingen er dårlig), og heterotrof vekst kan underholdes langs hele elvestrekningen. Dårlig selvrensing kan også skyldes lite effektivt opptak av nitrogen og fosfor på grunn av lave konsentrasjoner og næringskonkurransen med autotrof vekst.

Hva angår den autotrofe begroing (vannplanter og alger) tilsier usikkerheten i observasjonsmaterialet vurderingen "status quo", men forholdet bør undersøkes nærmere. Dersom det skjer en økning i alge- og planteveksten så kan det komme som et resultat av:

- minsket næringskonkurransen (P og N) fra heterotrof begroing
- øket tilførsel av fosfor og nitrogen ved utslipp
- øket lystilgang, da skyggeeffekten av heterotrof påvekst og drift i elven er redusert.

En markert reduksjon i oppløst totalfosfor fra Vigeland til Kvarstein (simultanprøver) tyder på at P fremdeles er det vekstbegrensende næringsstoff, og følgelig er den faktor som kan kontrollere autotrof begroing gjennom rensetekniske tiltak på kommunalsiden.

#### 3.4. Organiske mikroforurensninger

Ved simultanprøvetakingen den 13. april ble det hver halvtime tatt en ca. 0.3 l vannprøve, som ble oppsamlet i en 5 l glassflaske vasket med rensed acetone. Prøven ble oppbevart kjølig og etter 2 døgn ekstrahert med cyclohexan og analysert ved Sentralinstituttet for Industriell Forskning (SI) ved Georg E. Carlberg, Ph.D. Ekstraktene (2 µl) ble analysert ved gasskromatografi på pakket kolonne med EC-detektor, programmert fra 60°C til 230°C med 8°C økning pr. minutt. Resultatene for stasjon 7, 8 og 11 er gjengitt i figur 3, og kan sammenlignes direkte med tilsvarende data for 1977 (Laake 1978).

For stasjon 7 og 8 ble ekstraktene dampet ytterligere inn, og prøvene også analysert på GC med glasskapillærkolonne og FI-detektor. Kolonnen var en basisk SE 54 kolonne, programmert fra 40°C til 250°C med 3°C økning pr. minutt. Injisert volum var 2 µl. Detektorens utslag er proporsjonalt med karbonmengden i forbindelsene. Resultatene er vist i figur 4.

GC-spekteret for halogenerte, upolare forbindelser på stasjon 8 og 11 er svært likt det en fant i 1977 før sulfittlutindampingen ble iverksatt. Ovenfor Hunsfos fabrikk finnes det som den gang 9-10 markerte topper (kjemisk forskjellige forbindelser) innen samme konsentrasjonsområde som i 1977, mens det nedenfor fabrikkens finnes ca. 35 topper, også på samme eller litt lavere konsentrasjonsnivå. Spekteret forandres lite kvalitativt og kvantitativt ned til stasjon 11.

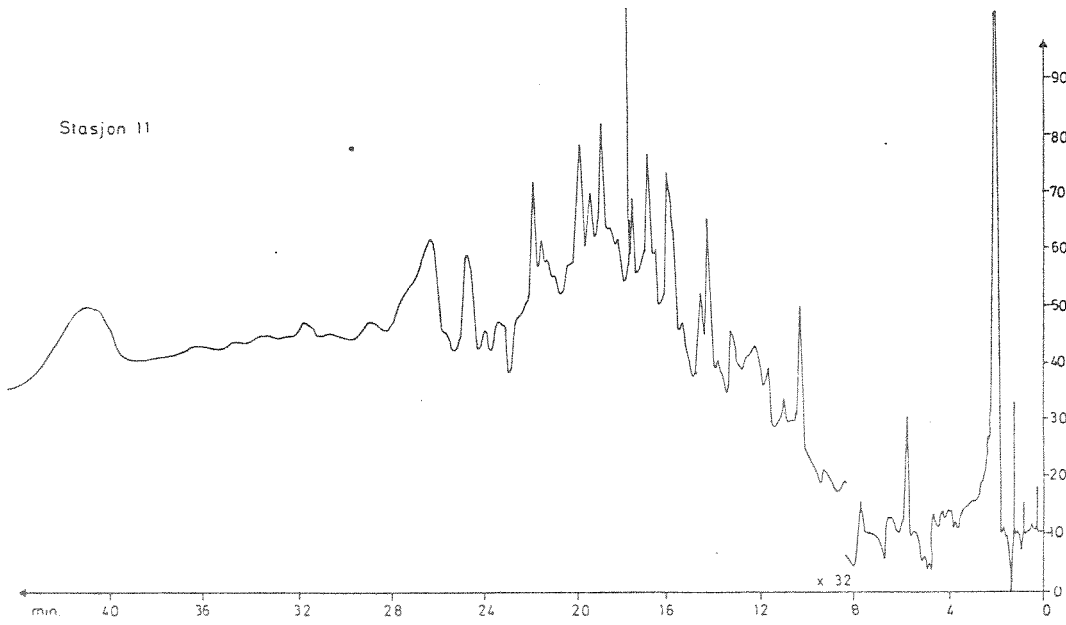
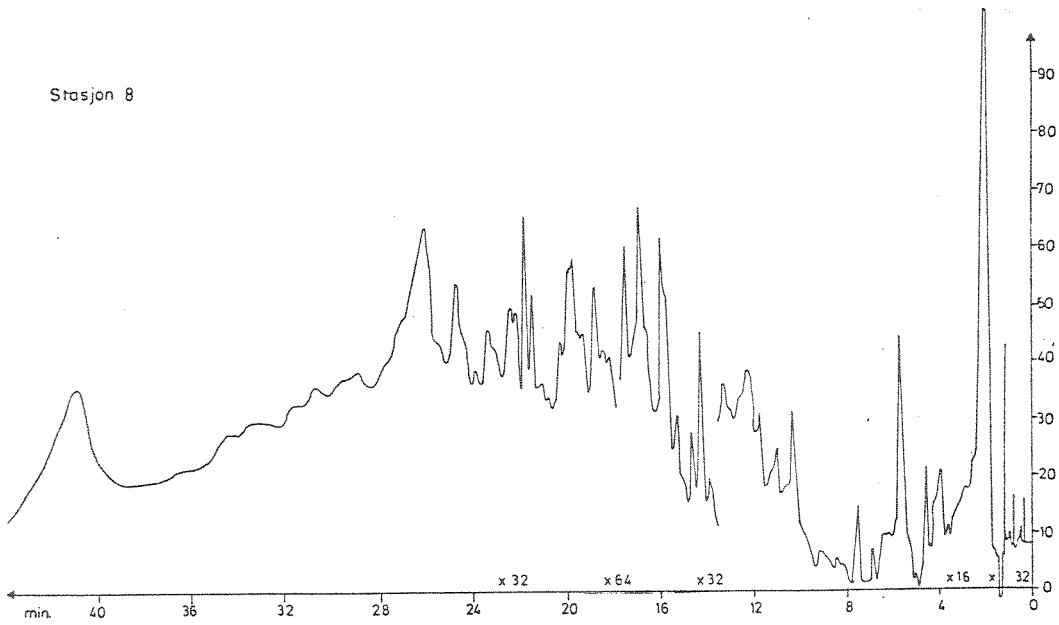
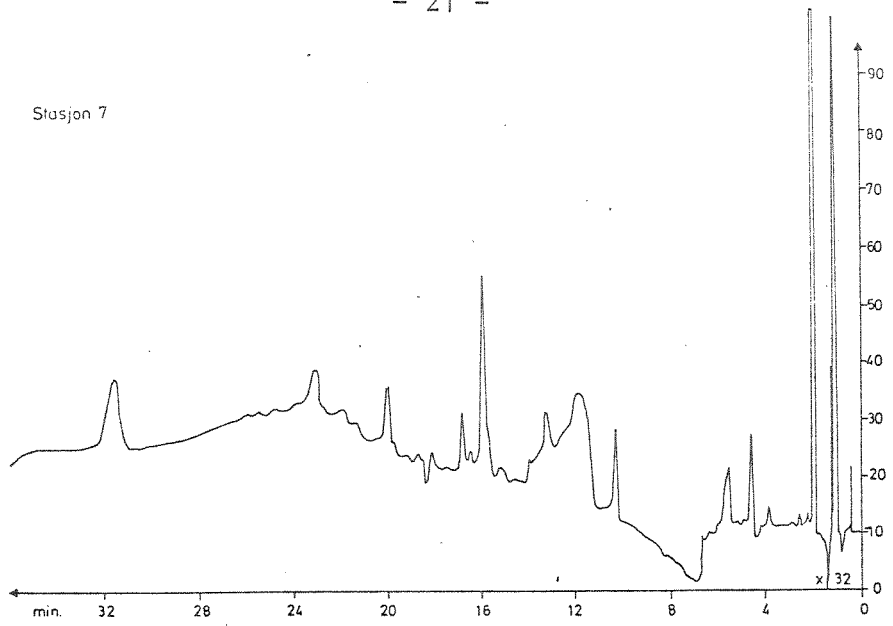


Fig. 3. Gasskromatografi av upolare, halogenerte forbindelser ved st. 7, 8 og 11.

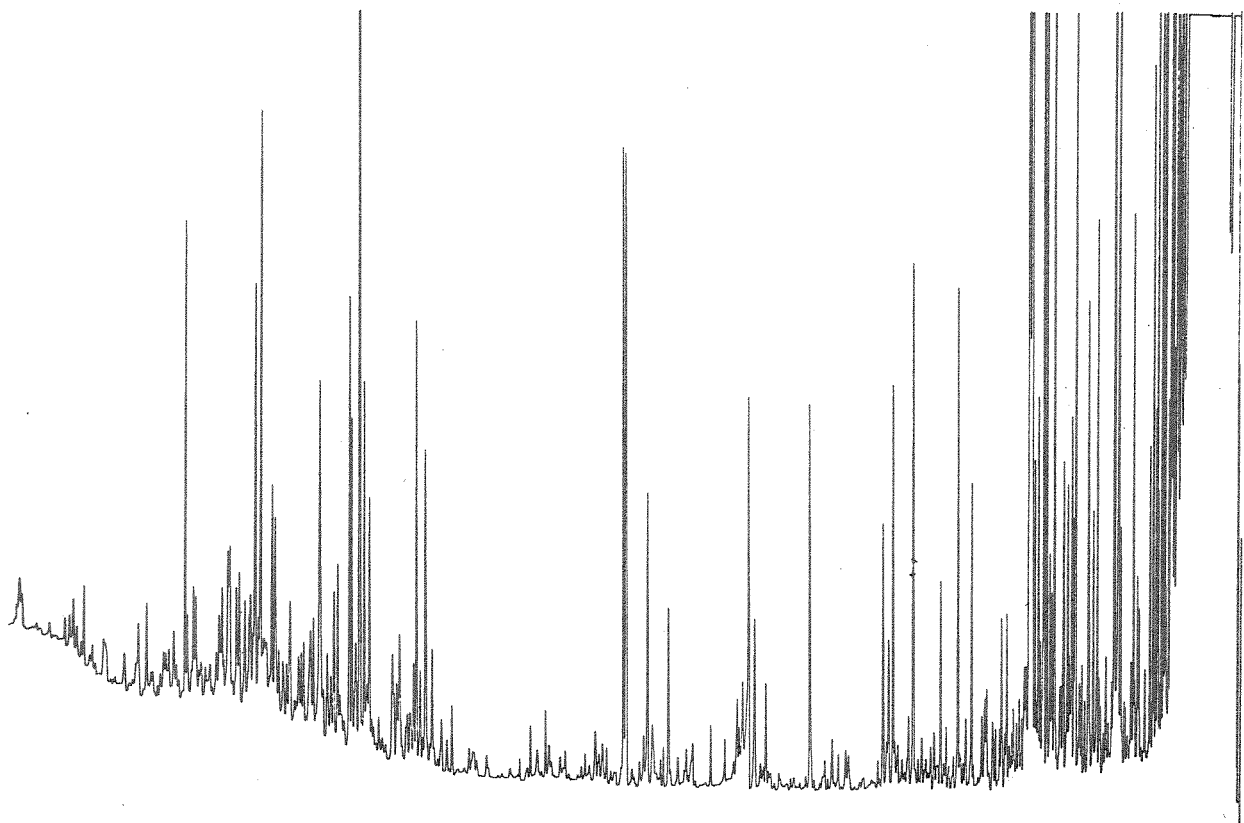
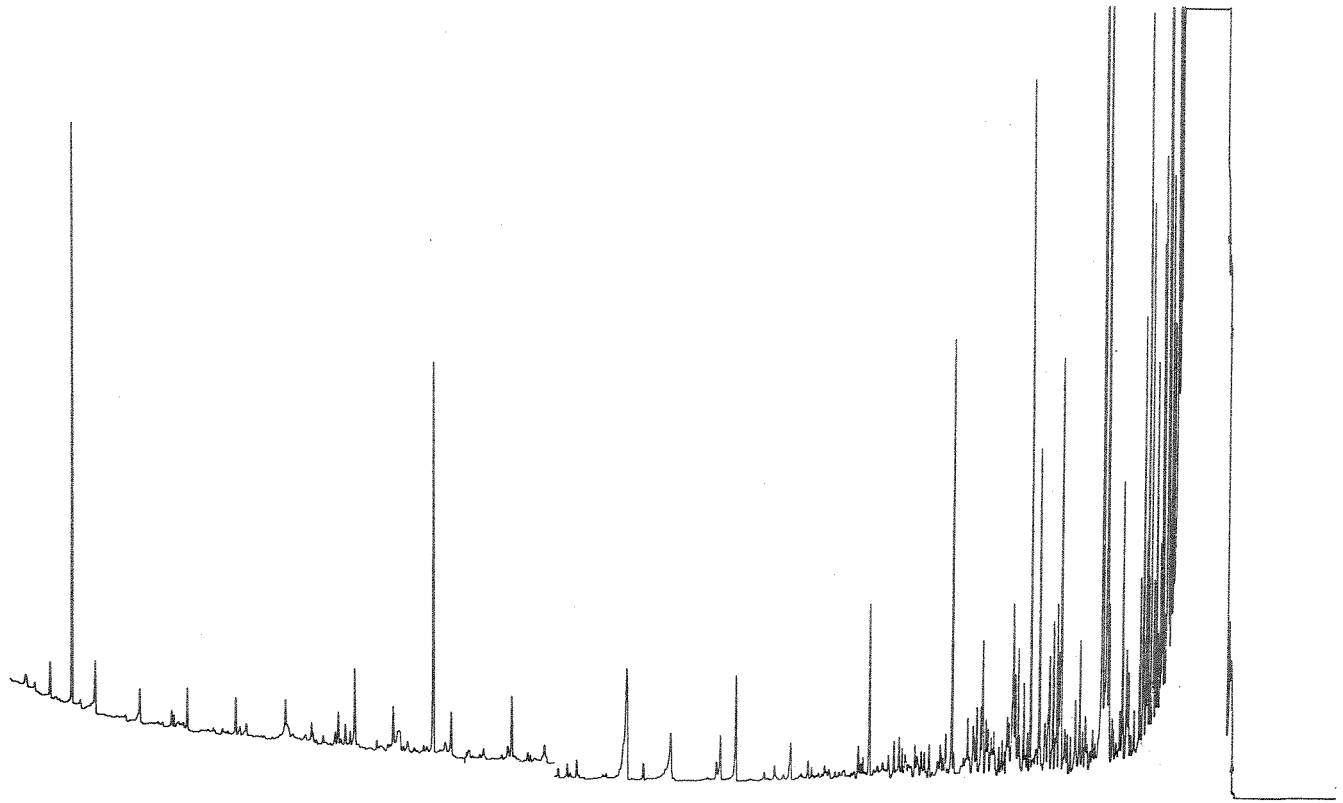


Fig. 4. Glasskapillær-gasskromatografi av upolare forbindelser ved st. 7 og 8.



Resultatet tyder på at kilden er fabrikkens utslipp fra klorblekeriet. Det blir dannet et betydelig antall halogenerte, antagelig aromatiske hydrokarboner, som er svært motstandsdyktige mot mikrobiell nedbrytning. Som nevnt tidligere (Laake, 1978) er det ikke grunn til å anta direkte toksiske effekter, men forbindelsene har en sterk tendens til akkumulering i levende organismer og oppkonsentrering gjennom næringskjedene. Tabell 10 viser konsentrasjonsforløpet for en topp i kromatogrammet som tilsvarer hexaklorbenzen (HCB) i retensjonstid ved GC.

Tabell 10. Konsentrasjonsforløpet for "HCB" den 13. april 1978.

Stasjon nr.	7	8	9	11	13
Konsentrasjon (ng/l)	0.6	2.6	1.8	1.7	2.2

Kromatogrammene for glasskapillærkolonnen (figur 5) avspeiler utslippet av upolare, organiske forbindelser totalt sett. Stasjon 8 viser en meget stor detaljrikdom, særlig i den høytkokende (polyaromatiske) del av spekteret. Konsentrasjonsnivået i hele spekteret er også markert øket i forhold til stasjon 7.

Sett under ett indikerer resultatene at det fremdeles slippes ut relativt store mengder og et meget stort antall upolare, persistente og potensielt toksiske forbindelser fra Hunsfos fabrikk. Virkningene av dette i vassdraget, f.eks. på fisk, og gjennom akkumulering i saltvannsorganismer i sjøresipienten er det dessverre vanskelig å si noe konkret om. Det vises forøvrig til diskusjonen i rapporten for 1977 (Laake 1978).

#### 4. UNDERSØKELSER AV FISK OG BUNNDYR

##### 4.1. Innledning

Hunsfos Fabrikker tok i juni 1977 i bruk det nye anlegg for sulfittlutinn-damping og kjemikalieinnvinning. Det knytter seg særlig interesse til hvilken innflytelse dette har hatt på fiskeforholdene i vassdraget nedenfor bedriften. I tidligere undersøkelser er det vist at sulfittavluten sannsynligvis har vært den viktigste toksiske komponent i avløpsvannet. En skulle dermed nå kunne ha visse forventninger om at forholdene igjen skulle kunne bli levelig for fisk i vassdraget.

For å få et inntrykk av fauna og fiskebestand i vassdraget, ble det den 13-14 april 1978 foretatt innsamling av bunndyr og fisket med elektrisk fiskeapparat på forskjellige lokaliteter i Otra. Det ble også fisket med garn i Vigelandsdammen. Den 28. september 1977 ble det igjen fisket med elektrisk fiskeapparat i Otra.

Innsamlingen av bunndyr foregikk som tidligere (18. april 1975) ved hjelp av en bunnhov med maskevidde 250  $\mu$ .

Fra inndunstningsanlegget slippes et kondensat ut i Otra. En enkel prøve av dette ble benyttet til toksisitetstester. Til testene ble benyttet yngel av laks og vann hentet fra Otra ved Steinsfoss.

##### 4.2. Resultater

###### 4.2.1 Bunndyr

Resultatene av bunndyranalysene er vist i tabell 11. Selv om lokalitetene ikke er helt like med hensyn til strømhastighet, bunnssubstrat osv. skulle de allikevel til en viss grad kunne sammenliknes. Det fremgår av tabellen at det var flest grupper (6) representert ved Moseid bru og Kvarstein, og færrest ved Skråstad. Antall dyr var størst ved Kvarstein og Moseid bru, og minst ved Skråstad. De viktigste gruppene var fjærmygglarvene som var rikt representert hele veien samt døgnfluelarver og makk. Vårfluelarver, som vanligvis er en viktig gruppe, ble overveiende funnet ved Moseid (*Polycentropus* sp.), mens steinfluelarvene bare ble funnet i lite antall ved Hagen og Skråstad (*Nemura cinera*).

Tabell 11. Bunndyr i Otra. Antall individer innsamlet med bunnhov (3x1 min),  
13. april 1978.

Dyregruppe	Moseid bru St. 6	Vigeland St. 9	Kvarstein St. 11	Hagen St.13	Skråstad St. 14
Makk (Oligochaeta)	10	70	20	140	40
Igler (Hirudinea)			10		
Steinfluer (Plecoptera)				10	10
Døgnfluer (Ephemeroptera)	150	40	20	100	70
Vårfluer (Tricoptera)	100	10		10	
Fjærmygg (Chironomidae)	1390	910	1980	450	410
Knott (Simulidae)	10				
Tovinger (Diptera) diverse	10	2	20		
Biller (Coleoptera)			80		
Totalt antall dyr	1670	1032	2130	710	530
Antall grupper	6	5	6	5	4

Tabell 12. Elektrofiske i Otra, 13. april og 28. september 1978.  
I = 13/4, II = 28/9. 0 = ingen fangst.

Lokalitet	I	II
Moseid bru	5 aureyngel (10 min.)	7 aureyngel (15 min.)
Vigeland	0 (5 min.)	0 (10 min.)
Kvarstein bru	2 aureyngel (5 min.)	3 stingsild. Mange små ål observert. (12 min.)
Kaarigstad	0 (5 min.)	0 (6 min.)
Straysbekken	0 (5 min.)	-

Sammenlikner en resultatene fra april 1978 med dem fra april 1975 finner en nå som den gang at fjærmygglarver og makk er de dominerende grupper på hele strekningen. Vårfluene ble i 1978 som i 1975 praktisk talt bare funnet ved Moseid og ikke nedover i vassdraget. I 1978 er imidlertid forekomsten av døgnfluer (*Leptophlebia marginata*) relativt stor også nedover i vassdraget. I 1975 ble disse praktisk talt funnet bare ved Moseid. Denne arten - eller en meget nærstående art - ble også funnet i relativt stort antall i mai 1961, så det kan synes noe påfallende at den ikke ble funnet i 1975. *Leptophlebia*-artene er imidlertid kjent som relativt tolerante overfor surt vann og ekstreme forhold forøvrig. Det er derfor foreløpig vanskelig å slutte at deres forekomst har sammenheng med en bedring av forholdene i tidsrommet 1975 - 1978. For øvrig synes det ikke å være vesentlig forskjeller i faunasammensetningen i 1975 og 1978.

#### 4.2.2 Elektrofiske

Resultatene av elektrofisket er vist i tabell 12. Ved Moseid bru foregikk fisket ca. 50 m ovenfor brua på østre bredd. Her ble fisket henholdsvis 5 og 7 årsyngel av aure ved de to befaringene. Ved Vigeland foregikk fisket på østre bredd ved sidevei ca. 150 m fra hovedveien til Vennesla. Her ble ikke fanget eller observert fisk ved noen av befaringene.

Fisket ved Kvarstein foregikk på østsiden nedenfor busslomme ca. 500 m nedenfor bru og nedenfor utløp av bekk (Sagbekken). På denne lokaliteten ble ved første befaringen fisket 2 aureyngel. Ved neste befaring ble fisket 3 stingsild og det ble observert mange ål, spesielt ved utløpet av Sagbekken. Det er mulig at de aureyngel som ble fanget stammer fra denne bekken.

Fisket ved Kaarigstad, ca. 300 m nedenfor gammelt pumpehus for drikkevanninntak fra Otra, foregikk på en grunnepå østsiden av elva. Her ble ikke fanget eller observert fisk.

I Straysbekken ble fisket en gang over en ca. 40 m lang strekning nedenfor Straysvatnet. Hensikten var å se om det var fisk her etter en utsetting av lakseyngel i Straysvatnet (Fiskevatnet) i september 1978. Ingen fisk ble observert eller fisket.

#### 4.2.3 Garnfiske

I Vigelandsdammen ble den 13.-14. april satt 4 garn med maskevidde 21, 26, 29 og 35 mm. 3 av garnene ble plassert ved dammens nord-vestre bredde og 1 ved en odde på østsiden. Resultatet ble en aure på vestsiden i et garn på 26 mm. Fisken hadde en lengde av 26 cm og var i middels god kondisjon. Det ble foretatt analyse av organiske mikroforurensninger i fisken.

#### 4.2.4 Opplysninger om fisket i 1978

Opplysninger fra folk som er lokalkjent i Otra og som har fisket i elva i en årrekke, går ut på at det i 1978 ble tatt og sett noe mer fisk enn det som har vært vanlig i de senere år. To smålaks skal i alle fall ha vært fisket under Vigelandsfossen. For øvrig ble det observert noen få sjøaure samt abbor (skjebbe) som skal ha vært borte fra elva i mange år. Hvorvidt disse observasjoner og fiskeresultater skyldes mer fisk i elva eller bare gunstigere observasjons- og fiskeforhold eller mer intenst fiske, er det vanskelig å ha noen sikker formening om.

#### 4.2.5 Toksisitetstester

I figur 5 er vist resultatet av testene med årsyngel av laks i blandinger av kondensat fra sulfittlutinndunstningen og vann fra Otra ved Steinsfoss. Figuren viser at fisken døde meget raskt i konsentrasjoner ned til 5 ml/l. Grensen for 4 døgns letal effekt, dvs. 4 d-LC<sub>50</sub> var ca. 0.45 ml/l. Ved denne konsentrasjon var pH 4,7 ved 1 ml/l 4,6. Det vil si at giftvirkningen for en del må tilskrives en pH-effekt. Til sammenlikning kan nevnes at sulfittavlut testet i 1975 hadde en 4 d-LC<sub>50</sub> på omlag 0,08 ml/l overfor plommesekeyngel. Konsentrasjonen av kondensatet i elvevannet er omtrent som for sulfittavluten, dvs. ca. 0,15 ml/l elvevann. (Vannføring 80 m<sup>3</sup>/sek). 4 d-LC<sub>50</sub> verdiene er således 3 ganger så høy.

Et forsøk ble også utført med plommesekeyngel. Det viste seg at denne døde også i ublandet (rent) vann fra Otra og forsøket måtte derfor forkastes. Det er sannsynlig at dette skyldtes at vannet i Otra ved Steinsfossen har en vannkvalitet som er på grensen av hva laks kan tåle. (pH = 5.1, kond. µS/cm = 21). Overgangen fra laboratorievannet med høyere pH (6,3) og saltholdighet (konduktivitet, µS/cm = 35) til vannet fra Otra var således tydeligvis denne gang for stor.

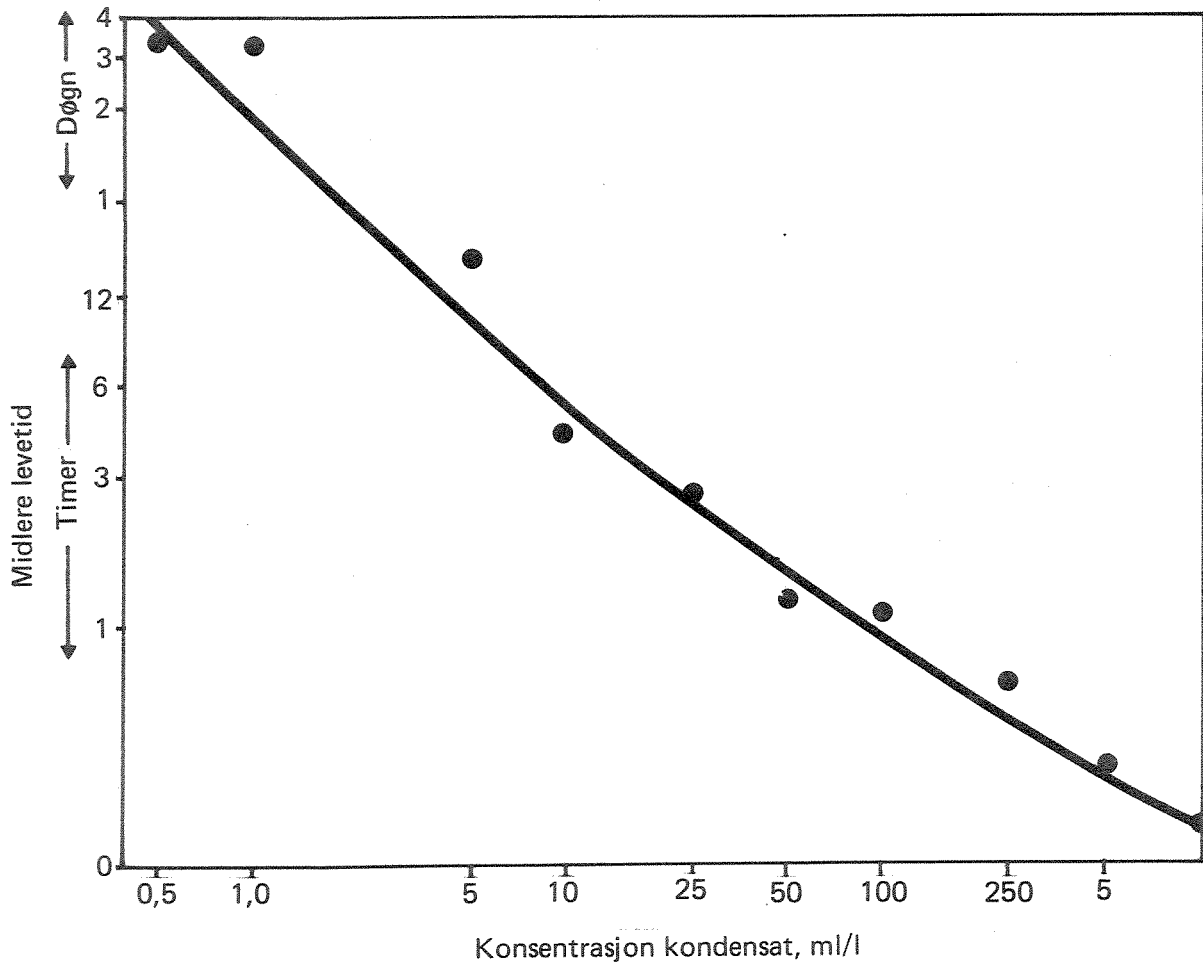


Fig. 5. Virkning av kondensat fra indunstingsanlegg for sulfittlut på yngel av laks.

#### 4.3. Vurdering av resultatene fra undersøkelser av fisk og bunndyr og toksisitetstester

Undersøkelsene av fisk og bunndyr i Otra i 1978 viste at situasjonen i vassdraget nedenfor Hunsfoss ikke var vesentlig endret i forhold til perioden 1972-1975. Riktignok kan det se ut som om bunndyrfaunaen var noe rikere med bl.a. mer døgnfluer. Den arten det dreier seg om er imidlertid særlig tolerant overfor surt vann og ble også funnet i relativt stort antall i 1961. Bare to yngel av aure ble fisket i den nedre delen, mens det ovenfor Hunsfoss, ved Moseid, ble fisket et antall som tilsvarer det som ble fisket her i 1961. Forekomsten av ål og stingsild syntes å være omtrent som i 1961. Garnfisket i Vigelandsdammen viste at det fantes fisk her, men sannsynligvis i svært lite antall.

I 1961 viste det seg at det til stadighet sto mye aure i Otra like nedenfor dammene ved Hunsfoss. Til tider kunne det stå store stimer med aure her. Det viste seg altså at fisk til stadighet slapp seg ut fra den fiskerike Venneslafjorden. Når fisk ikke ble funnet lenger nede, måtte dette da etter all sannsynlighet skyldes en ugunstig vannkvalitet. Ved observasjoner foretatt i september 1978 viste det seg at det også denne gang sto adskillig fisk under valsedammen ved Hunsfoss. Det skjer altså fortsatt en vandring av fisk nedover fra Venneslafjorden. Dette burde etter all sannsynlighet føre til en rask etablering av fisk i vassdraget nedenfor, dersom forholdene var gunstige. Når dette ennå ikke har skjedd, kan det tyde på at forholdene ennå ikke er tilfredsstillende for fisk i vassdraget nedenfor Hunsfoss.

Toksisitetstestene med laks viste at kondensatet fra inndunstningsanlegget var relativt giftig. Det forekommer også i slike konsentrasjoner i elva (ca. 0.15 ml/l i middelkonsentrasjon) at det kan tenkes å virke giftig også her. Det er imidlertid bare utført en test med en tilfeldig prøve, så en kan ikke tillegge resultatet for mye vekt. Forsøkene viste også at plomme-sekkkyngel av laks døde i ublandet vann fra Otra ved Steinsfossen. Laksen er kjent for å være noe mer ømtålelig enn aure overfor surt vann og plomme-sekkstadiet eller det like påfølgende stadiet er også det mest ømfintlige. Det er mulig at den generelle forsurning som har funnet sted i vassdragene på Sørlandet i de siste 10-15 år også har gjort seg gjeldende i Otra og forringet levemulighetene for laks. Det skal i den forbindelse nevnes at

ferskvannslaksen (blegen) nå nærmest har forsvunnet i Byglandsfjorden, mens aure fortsatt finnes. Det er mulig at dette vesentlig skyldes regulerings-tiltak, men en har også vært inne på tanken at forsurningen kan ha spilt en rolle.

De undersøkelser og forsøk som er utført reiser tvil om det er muligheter for å opparbeide en lakse- og/eller en sjøaurebestand i Otra under de nåværende forhold. Situasjonen er slik at det synes mest nærliggende å benytte den nærmeste fremtid til å få sikkerhet om dette. Det ville derfor være naturlig å anvende året 1979 til å undersøke fiskeforholdene i vassdraget best mulig. Dette kan gjøres ved hjelp av burforsøk i elva, fiske med diverse redskap og toksisitetstester med avløpsvann. Utsetting av merket smolt, eller merking av den smolt som er utsatt i fiskevannet ved Stray kan også forsøkes. Skulle det vise seg at forholdene ennå ikke er gode nok, bør en i neste omgang se nærmere på hvilke tiltak som eventuelt kan settes i verk fra bedriftenes side.



## 5. KONKLUSJONER

1. Rapporten gir en oversikt over resultater av kjemiske og biologiske undersøkelser som er utført i Nedre Otra i 1978 i forbindelse med en overvåking av vassdraget.
2. De kjemiske undersøkelser viser at innholdet av løste organiske stoffer har avtatt betydelig. Belastningen fra industri og husholdning i Vennesla fører nå bare til omlag en fordobling i forhold til bakgrunnsnivået ved Steinsfoss, og utgjør ca. 12% av nivået før renseanleggene ved Hunsfos fabrikk kom i drift. Målinger av surhetsgrader viser at det fortsatt skjer en økning i surheten (senkning av pH) i vassdraget på strekningen mellom Venneslafjorden og Vigeland. Dette forhold bør undersøkes nærmere. Innholdet av fosfor har økt noe.
3. Begroing av sopp og drift av sopp og fiber er redusert, men det er fortsatt i perioder betydelig vekst og drift av heterotrofe organismer. Bunnen i elva fra Vigeland og nedover har imidlertid fått et "friskere" utseende med mer preg av grønne vekster enn tidligere.
4. Analyser av organiske mikroforurensninger i elvevannet indikerer at det slippes ut halogenerte hydrokarboner i vassdraget. Virkningene av dette i vassdraget, f.eks. på fisk og eventuell akkumulering i vannorganismer i elva og sjøen kan en foreløpig ikke si noe om.
5. Undersøkelsene av bunndyr viser at det var større forekomster av døgnfluer (*Leptophlebia marginata*) i nedre del av elven enn i 1975. Forøvrig så det ikke ut til å være vesentlige forskjeller i faunasammensetningen i 1975 og 1978. Mengden av dyr synes imidlertid å være stor nok for en betydelig produksjon av yngel av laksefisk.
6. Fiske med elektrisk fiskeapparat og garn viste at det fortsatt er meget lite laksefisk i Otra nedenfor Hunsfos, mens det er betydelige mengder i Venneslafjorden. Otra har således for tiden ingen egen bestand av laks nedenfor Vigeland. Når eventuelle voksne eksemplarer observeres eller fiskes skyldes dette sannsynligvis feilvandring. Ål finnes i relativt stort antall.

## 6. LITTERATUR

Laake, M., 1974:

Heterotrof begroing. Kvantitativ beskrivelse av relasjoner mellom tilgjengelige næringsstoffer og biomasseproduksjon. Vekstforsøk i forbindelse med forurensningsundersøkelser i Nedre Otra. NIVA-delrapport 3, 0-12/73, Blindern, Oslo.

Laake, M. og Skulberg, O., 1976:

Undersøkelser av forurensningsvirkninger i Nedre Otra. Undersøkelser utført for Vassdragsrådet for Nedre Otra 1973-75. NIVA-rapport 0-12/73, Blindern, Oslo.

Laake, M. og Grande, M., 1976:

Effekter av noen celluloseindustrielle avløpsvann på laksyngel og grønnalger. Nordiska symposiet om vattenforskning, 12, Visby 1976. Organiska miljøgifter i vatten. Helsingfors, NORDFORSK, 1976 s. 151-163 (Publ., 1976: 2)

Laake, M., 1978:

Fremdriftsrapport for 1976-77. Overvåkingsundersøkelser i Nedre Otra. Undersøkelser utført for Vassdragsrådet for Nedre Otra. NIVA-rapport 0-12/73. Blindern, Oslo.