

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Oslo

0-80002-08

OTRA 1980

Rutineovervåking

2.september 1981

Forfattere : Richard F. Wright
: Magne Grande

For administrasjonen:

J. E. Samdal

Lars N. Overrein

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: 0-80002-08
Undernummer:
Løpenummer: 1298
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Otra 1980 Rutineovervåking	Dato: 1.9. 1981
Forfatter(e): Richard F. Wright Magne Grande	Prosjektnummer: 0-80002-08
	Faggruppe: Kjemi, biologi og industri
	Geografisk område: Sørlandet
	Antall sider (inkl. bilag): 55

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

Rutineovervåking i Otra begynte i 1980 og er en oppfølging av basisundersøkelsene gjort tidligere ved NIVA i henholdsvis øvre og nedre Otra. Otra var i 1980 påvirket av 4 forurensningsfaktorer - reguleringsinngrep i øvre Otra, sur nedbør, eutrofiering og utslipp av industrielle avløpsvann, særlig fra treforedlingsindustri. I øvre Otra er samspill av reguleringsinngrep og sur nedbør hovedfaktorene; i nedre Otra er vannkvalitet sterkt påvirket av industrielle utslipp. Bortsett fra de enkelte lokale strekninger, er vassdraget næringsfattig og oligotroft.

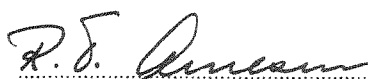
4 emneord, norske:
1. Overvåking
2. Otra
3. Vannkraftutbygging
4. Sur nedbør
5. Treforedlingsindustri

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Otra
3. Hydroelectric power
4. Acid Precipitation
5. Pulp and paper industry

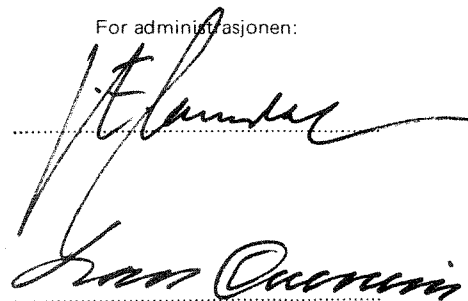
Prosjektleder:



Seksjonsleder:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-0399-0

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	1
1. INNLEDNING	2
2. RESULTATER OG KOMMENTARER - KJEMI	6
2.1 Naturlige variasjoner	6
2.2 Reguleringen	9
2.3 Sur nedbør	11
2.4 Eutrofiering	12
2.5 Industriavløp	13
3. HYDROBIOLOGI	18
3.1 Innledning	18
3.2 Plankton, begroing og bunndyr	19
3.2.1 Plantep plankton i Harte vatn og Byglandsfjord	19
3.2.2 Dyreplankton i Harte vatn og Byglandsfjord	19
3.2.3 Begroing i Otra	22
3.2.4 Bunndyr	27
3.3 Fisk	32
3.3.1 Innledning	32
3.3.2 Sammenfattende vurdering av fiskeforholdene i øvre Otra	33
3.3.3 Bestandsundersøkelser i nedre Otra	34
3.3.4 Smakstesting og organisk analyse av laksefisk	38
3.3.5 Utsettinger av merkede lakseunger (smolt) i nedre Otra	46
4. SAMMENFATNING	47
Vedlegg	49-55

TABELLFORTEGNELSE

		Side
Tab. 1.	Rutinekjemi - overvåking av Otra	5
2.	Vannkraftutbygging i øvre Otra utført ved I/S Øvre Otra	11
3.	Endring i vannkvaliteten (aritmetrisk middel av observasjoner) ved passering av Hunsfos Fabrikker og og Norsk Wallboard 1960-1980	14
4.	Lokaliteter for innsamling av biologiske prøver i Otravassdraget for det generelle overvåkingsprogram	18
5.	Kvantitative planteplanktonprøver samlet i Byglandsfjord og Hartevatn 11. august 1980. Blandprøver 0-10 m dyp.	21
6.	Dyreplankton i Hartevatn 11. august 1980	23
7.	Dyreplankton i Byglandsfjord 11. august 1980	24
8.	Begroing i Otra 12. august 1980	26
9.	Bunndyr i Otra. Antall individer innsamlet med bunndyrhåv (250 μ) i 3 x 1 min. på hver stasjon 12. august 1980.	28
10.	Bunndyr i Otra. Antall individer innsamlet med bunnhåv (250 μ m) i 3 x 1 minutt på hver stasjon 14. oktober 1980	31
11.	Elektrofiske i Nedre Otra, 15.-16. oktober 1980	35
12.	Laks og aure fra Otra, elektrisk fiske, 15.-16. oktober 1980	37
13.	Prøvemateriale anvendt ved smakstesting	39
14.	Oversikt over resultater fra sensorisk undersøkelse av laksefisker fanget i Otra. Tallene angir hvor mange dommere som har gitt de forskjellige beskrivelsene.	41
15.	Oversikt over totalt organisk bundet klor funnet i fisk i Otra	44

FIGURFORTEGNELSE

1a.	Stasjonsplassering - vannkjemi øvre Otra	3
1b.	Stasjonsnett i nedre Otra	4
2.	Vannkjemi i oktober og november. Prøveserier i et profil langs Otra fra Hartevatn øverst til Skråstad nederst.	7-8
3.	Reguleringsinngrep i øvre Otra	10
4.	Syrebudsjett for Otra i 1980. Syremengden er målt som pH og omregnet til tonn H_2SO_4 , men andre syrer kan også bidra	16

Forts.

FIGURFORTEGNELSE forts.

- | | | |
|----|--|----|
| 5. | Middelkonsentrasjon av organisk stoff (målt som permanganatforbruk, mg O/l) ved Steinsfoss ovenfor og Vigeland nedenfor industriutslippene ved Vennesla (se også tabell 3) | 17 |
| 6. | Totalvolum og sammensetning av planteplankton i Byglandsfjord og Hartevatn, 11. august 1980 | 20 |
| 7. | Begroing i Otra. Sammenstilling av de viktigste begroingselementene og deres dekningsgrad | 25 |
| 8. | Utbytte av laks- og sjøaurefiske i Otra over perioden 1876-1979 | |

FORORD

Overvåking av hele Otra begynte i 1980. Programmet koordineres av Statens forurensningstilsyn (SFT) og er finansiert med midler fra Miljøverndepartementet, Vassdragsrådet for nedre Otra og Oteraaens Brukseierforening.

Vest- og Aust-Agder - fylker, Vassdragsrådet for nedre Otra og SFT har bidratt til utarbeidelse av programmet og til prøvetaking og analyser. Videre har Fiskeforskningen ved Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk hjulpet til å skaffe lokale observatører og stilt data til disposisjon.

I/S Øvre Otra ved Brokke kraftverk, H. Heistad, I. Haugen og Kristiansand kommune har hjulpet med prøvetaking. Vi takker alle for godt og velvillig samarbeid i 1980.

Ved NIVA har Magne Grande hatt ansvaret for de biologiske undersøkelsene og Richard Wright for de kjemiske undersøkelsene. Pål Brettum har deltatt i biologisk befarings og innsamling av biologiske prøver og foretatt analyse og beskrivelse av planteplankton. Randi Romstad har analysert og beskrevet begroing. Sigbjørn Andersen har deltatt i feltarbeidet og bearbeidet det biologiske materialet. Nils Berg, Sentralinstitutt for industriell forskning, har bidratt med smakstesting og analyse av organiske forbindelser i fisk.

Oslo, den 2.september 1981

Magne Grande

Richard Wright

1. INNLEDNING

Overvåking av Otra representerer på mange måter en videreføring av tidligere undersøkelser i vassdraget. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har vært involvert i undersøkelsene i Otra helt siden 1960 (Vedlegg 1), og i 1970-årene ble basisundersøkelsene for henholdsvis Nedre og Øvre Otra gjennomført. Overvåking av Nedre Otra har pågått siden 1976. Med opprettelse av det statlige overvåkingsprogram ble overvåking av Øvre Otra påbegynt, og de øvre og nedre deler av vassdraget ble slått sammen i et sammenhengende program.

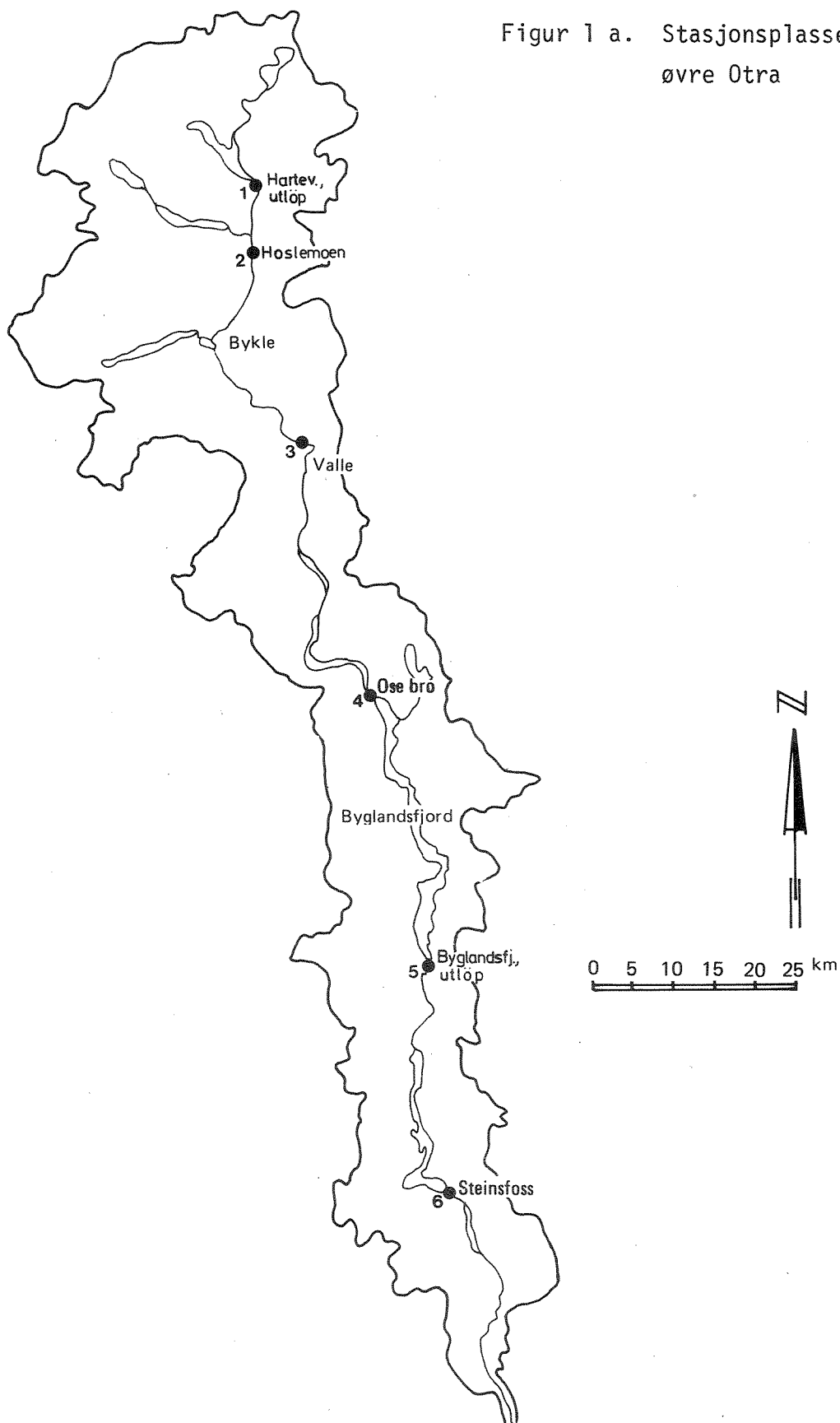
Otravassdraget med 3730 km² nedbørfelt er et av Sørlandets største vassdrag. Otra strekker seg ca. 240 km fra høyfjellsterreng på 1300-1400 m o.h. ved Hovden til det munner ut i Kristiansandsfjord. Middel vannføring er 38 m³/s ved Sarvsfossen, 84 m³/s ved Brokke kraftverk, 117 m³/s ved utløpet av Byglandsfjord og 155 m³/s ved Vigeland (ca. 10 km fra Kristiansand) (figur 1 a).

Otra er påvirket av 4 hovedfaktorer. Otras øvre løp er i dag sterkt påvirket av reguleringsinngrep og videre utbygging er i gang eller planlagt. Videre ligger Otras nedbørfelt i sonen for maksimum belastning av sur nedbør. Eutrofiering på grunn av lokale tilførsler av næringsalter finnes på enkelte strekninger.

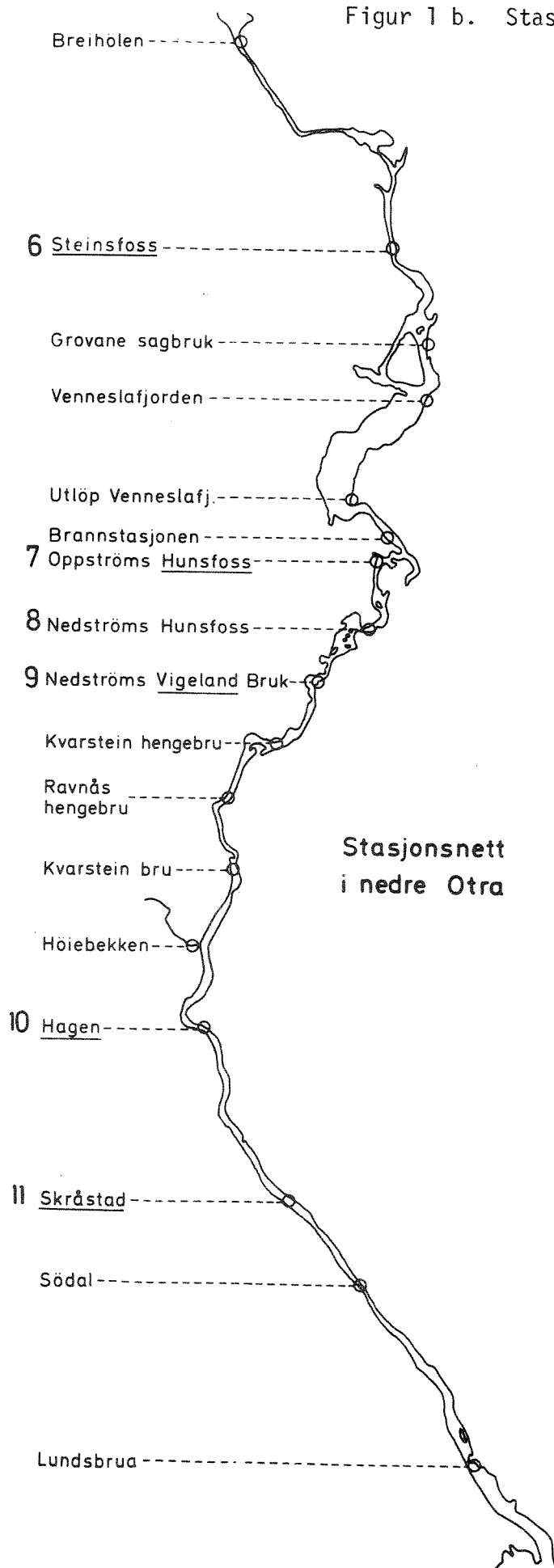
Otras nedre løp får påvirkninger av de nevnte faktorene, og i tillegg er det sterkt påvirket av industrielle avløpsvann, særlig fra treforedlingsindustri.

Overvåkingsprogrammet og stasjonsplasseringen (figur 1a og b, tabell 1) er utarbeidet slik at påvirkningen av alle 4 faktorene følges. Programmet omfatter 4 deler - rutineovervåking-kjemi, rutineovervåking-biologi, spesielle undersøkelser øvre Otra og spesielle undersøkelser Nedre Otra. De spesielle undersøkelsene er studier som gjennomføres en eller flere ganger, men ikke rutinemessig hvert år. Spesielle undersøkelser i 1980 omfattet forsurening i øvre Otra og industriutslipp og fiskestudier i nedre Otra. De første to vil bli rapportert for seg. Resultatene fra rutineovervåkingen og fiskeundersøkelsene i nedre Otra rapporteres her.

Figur 1 a. Stasjonsplassering - vannkjemi
øvre Otra



Figur 1 b. Stasjonsnett i nedre Otra



Tabell 1. Rutinekjemi -- overvåking av Otra.

Stasjons- nr.	Sted	Analyse- program ¹⁾	NVE- vanmerke	O v e r v å k i n g s m å l Regulering Sur nedbør Eutrofiering	Industrielle utslipp	Bemerkninger
1	Hartev. utløp	fullt	Vst 534 Hartevatn	x	x	
2	Otra, Hoslem.	fullt	VF 535 Hoslemo	x	x	
3	Otra, Valle	fullt	Vf 536 Valle	x	x	ovenfor Brokke Kraftst.
4	Otra, Ose bru	fullt	Vf 1508 Brokke	x	x	DVF-serie siden 1965, nedenfor Brokke
5	Byglands- fj. utløp	fullt	VF 1946 Syrteveit	x	x	DVF-serie siden 1965, ovenfor Evje
6	Otra, Steinsf.	redusert	VF 1715 Steinsfoss	x	x	ovenfor Vennesla tettsted
7	Vennesla- fj.utløp	fullt		x	x	nedenfor Vennesla, oven- for Hunsfos Fabrikker
8	Otra, ned- enfor Huns- foss	fullt			x	nedenfor Hunsfos Fabrikker
9	Otra, Vige- land bruk	fullt	VF 1007 Vigeland		x	nedenfor Norsk Wallboard
10	Otra, Hagen	redusert			x	nedenfor Høiebekken
11	Otra, Skråstad	fullt			x	

1) Fullt : pH, konduktivitet, Na, K, Ca, Mg, Al, Cl, SO₄, NO₃, NO₂, alkalitet, turbiditet,
tot-P, tot-N, permanganatforbruk, farge

Redusert: pH, konduktivitet, turbiditet, tot-P, tot-N, permanganatforbruk, farge

2. RESULTATER OG KOMMENTARER - KJEMI

Prøvetaking for vannkjemi i øvre Otra begynte i løpet av sommeren 1980, mens i nedre Otra har prøvetakingen pågått siden høsten 1976. Uten prøvene fra hele året blir det derfor umulig å fremstille årsmidlene m.v. for øvre Otra. En oversikt over de analyserte prøvene, analyseprogrammet og analyseresultatene er gitt i Vedlegg 3.

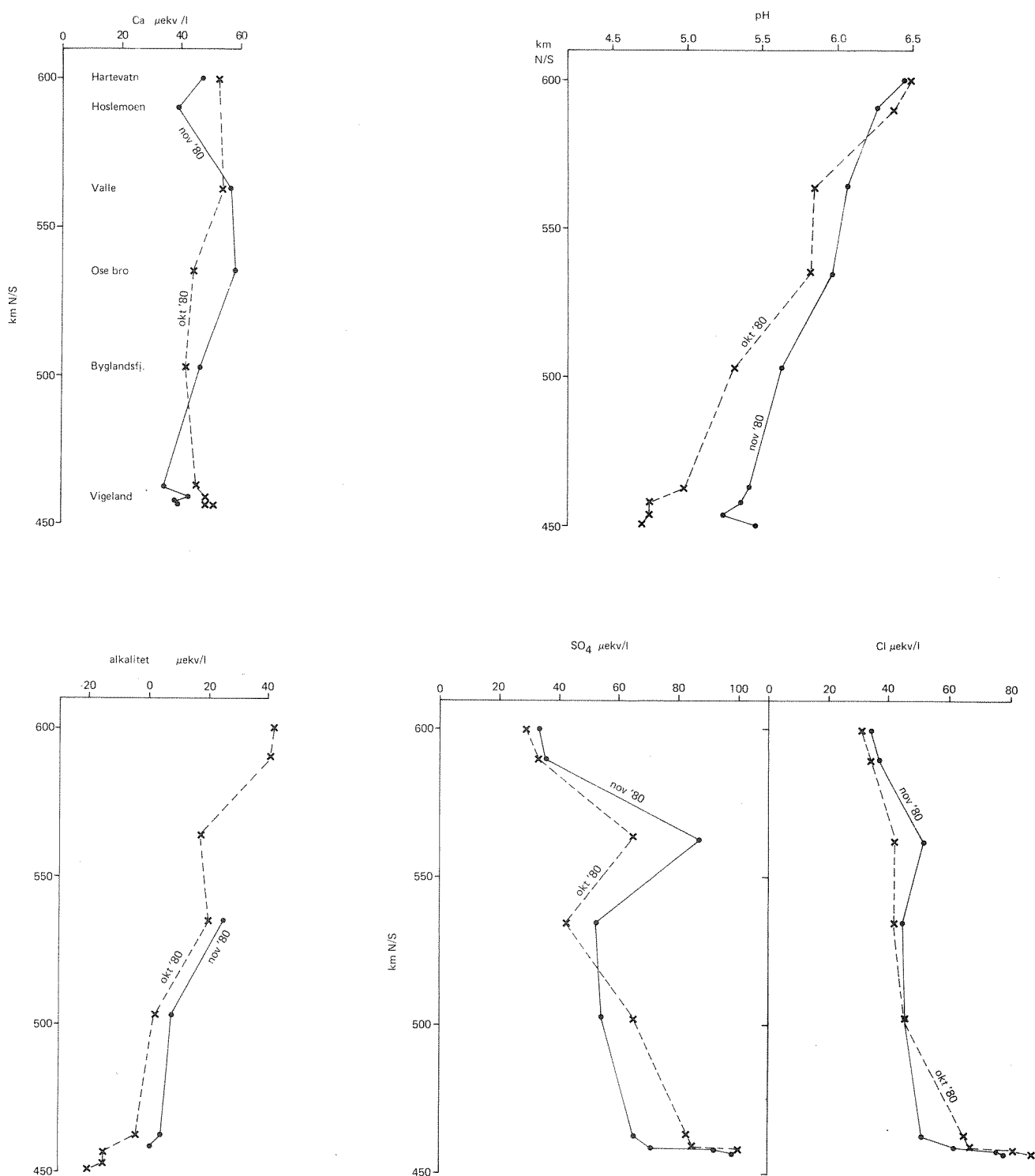
For hovedionene er konsentrasjon oppgitt i mikroekvivalenter pr. liter ($\mu\text{ekv./l}$) istedenfor milligram pr. liter. Omregningen til milliekvivalenter er foretatt ved å dividere milligram med molekylær vekt (eller atomvekt) og multiplisere med ladningen (f.eks. $2 \text{ mg/l SO}_4^{-2}/98 \text{ g/mol} \times 2 = 0,041 \text{ mekv./l}$; $0.041 \text{ milliekvivalent/liter} \times 1000 = 41 \mu\text{ekv./l}$). På ekvivalent basis kan de ulike kationene og anionene sammenlignes direkte (f.eks. $1 \text{ mg/l magnesium} (= 83 \mu\text{ekv./l})$ er nær ekvivalent med $1,7 \text{ mg/l kalsium} (= 85 \mu\text{ekv./l})$).

Vannkjemien i Otra endrer seg fra øverst til nederst i vassdraget. Endringene skyldes både naturlige og menneskelige årsaker.

2.1 Naturlige variasjoner

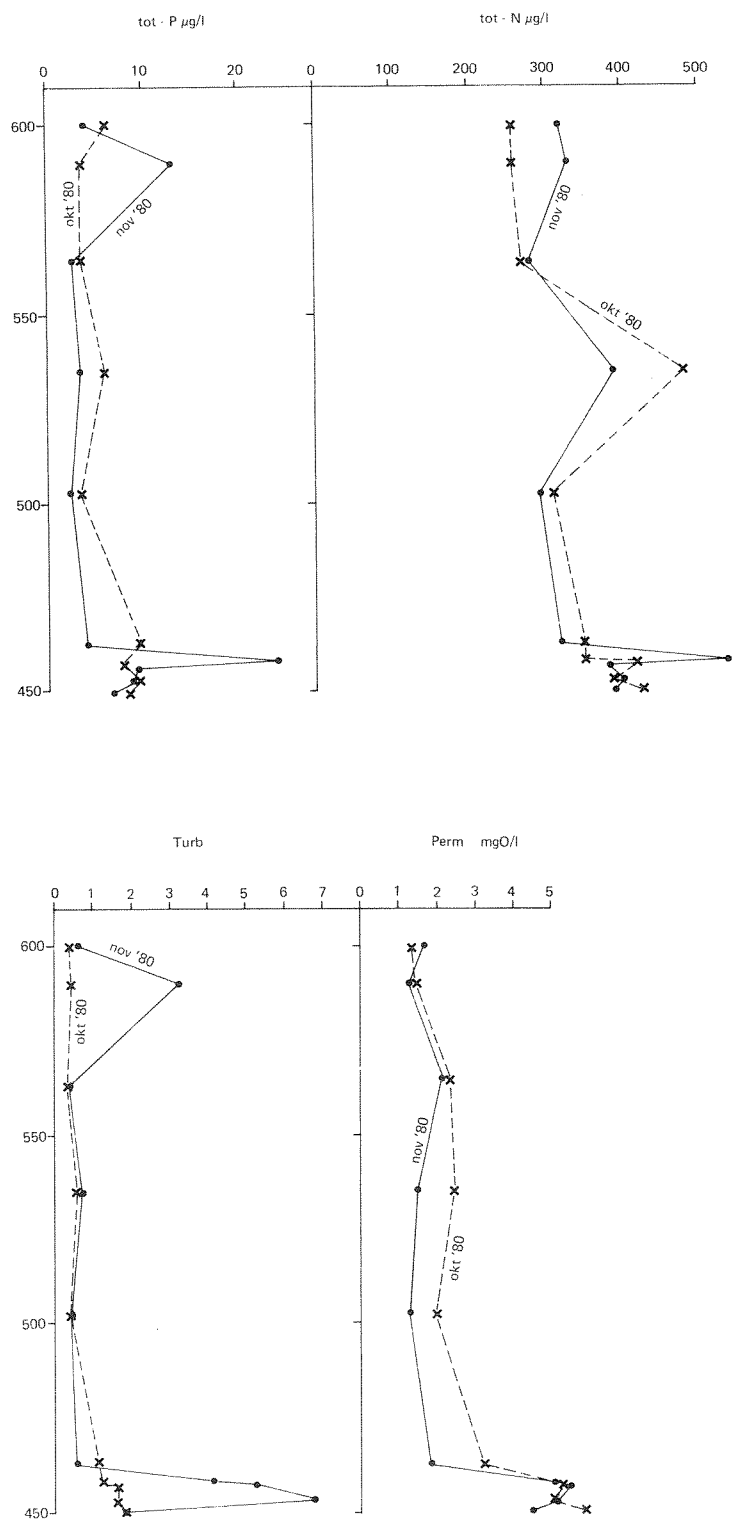
Geologiske forhold i nedbørfeltet influerer sterk på kjemien i avrenningsvannet. Berggrunn og løsmasser med granittiske eller andre kvartsrike mineralsammensetninger er forholdsvis motstandsdyktige overfor kjemisk forvitring. Overflatevann i slike områder har derfor meget lave konsentrasjoner av forvitningsprodukter som kalsium, magnesium og bikarbonat. På den annen side forvitrer andre bergarter og spesielt karbonatholdige bergarter og løsmasser forholdsvis lett og her blir overflatevannet rikt på Ca, Mg og HCO_3 .

Øverst i Otravassdraget går en geologisk grense med metamorfe og sedimentære bergarter nord for og granittiske bergarter syd for Vatnedalen. Videre finnes det metamorfe bergarter øst for Valle. Vannkjemien øverst i Otravassdraget viser noe større konsentrasjoner av Ca, Mg og HCO_3 enn lenger ned (figur 2). Under naturlige forhold vil denne gunstige vannkvalitet prege vassdraget helt ned til Kristiansand.



Figur 2. Vannkjemi i oktober og november. Prøveserier i et profil langs Otra fra Hartevatn øverst til Skråstad nederst. Vertikalskalaen er kilometer nord/syd hentet fra UTM rutenett på 1:50 000 gradteigskart. Km 450 er Skråstad ved Kristiansand og km 600 er utløpet Hartevatn ved Hovden. Enheter: 1 mg Ca/l tilsvarer 50 $\mu\text{ekv/l}$, 1 mg SO_4 /l tilsvarer 20 $\mu\text{ekv/l}$ og 1 mg Cl/l tilsvarer 28 $\mu\text{ekv/l}$.

Figur 2. (forts.)



Andre hovedkomponenter i overflatevann har naturlige tilførsler fra atmosfæren gjennom nedbør og tørravsetning. Sjøvann virvles opp og transporteres i land gjennom luften. Sjøsaltionene klorid, natrium og delvis magnesium og sulfat som finnes i overflatevann kan tilskrives atmosfæriske tilførsler.

Kloridkonsentrasjonene i Otra viser en gradient langs vassdraget med laveste konsentrasjoner øverst (30 $\mu\text{ekv./l}$ = 0,8 mg/l ved Hartevatn) og høyere konsentrasjoner (50-60 $\mu\text{ekv./l}$) nederst ved Steinsfossen (figur 2). Nedenfor Vennesla og Hunsfos Fabrikker øker Cl plutselig, og elva blir tydeligvis sterkt påvirket av industrielle utslipp.

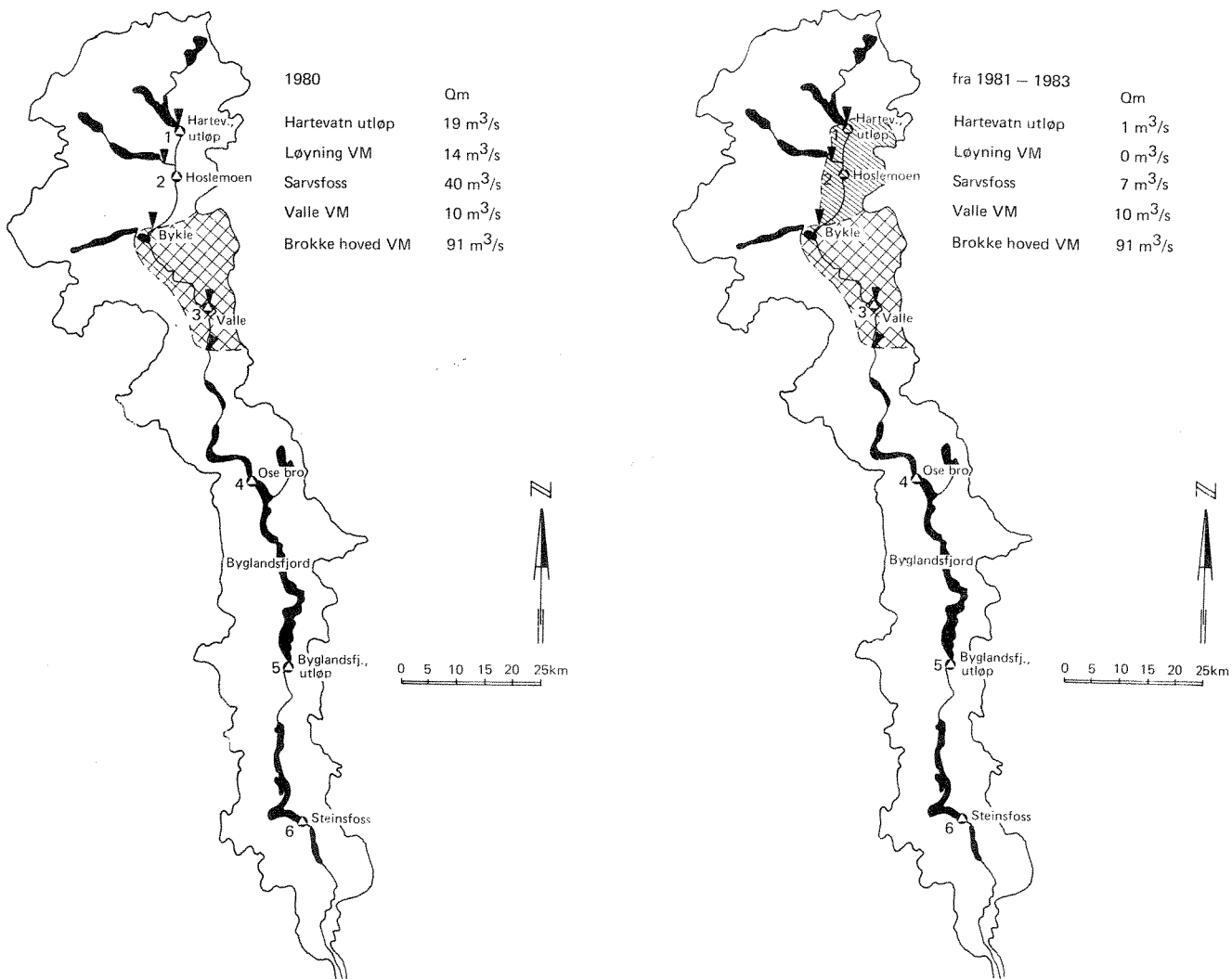
2.2 Reguleringen

Otra har vært regulert for produksjon av elektrisk kraft siden 1900. (Rørslett et al. 1980 gir en oversikt). Det største inngrepet ligger i øvre Otra i forbindelse med Brokke kraftverk (tabell 2). Fra 1964 har Otra ved Bykle vært overført gjennom tunneler og "takrennesystem" 27 km ned til Brokke kraftverk, syd for Valle. Dermed har strekningen mellom Bykil og Brokke kraftverk sterkt redusert vannføring med mesteparten av vannet fra lokalfeltene på østsiden av elva (figur 3). Overvåkingsstasjonen ved Valle kan derfor betraktes som "sideelv"-stasjon, i og med at vannet fra Otravassdraget ledes gjennom tunnelsystemet.

Utbygging av øvre Otra pågår fremdeles. I løpet av 1981-1983 vil byggetrinn III være ferdig. Da vil utløpet av Hartevatn og Vatnedalsvatn stenges (bortsett fra pålagt minstevannføring), og strekningen Hartevatn - Sarvsfossen vil få redusert vannføring (figur 3). Overvåkingsstasjonen ved Hoslemoen vil derved også få karakter som "sideelv".

Effekten av dagens reguleringsinngrep på vannkvaliteten i Otravassdraget diskuteres best i forhold til de andre 3 påvirkningsfaktorene: sur nedbør, eutrofiering og industrielle utslipp.

Figur 3. Reguleringsinngrep i øvre Otra. Skraverte felt er lokalnedbørfelt til de strekningene som har sterkt redusert vannføring i dag (1980) og ved fremtidig inngrep (1981-83). Qm er middel vannføring.



Tabell 2. Vannkraftutbygging i øvre Otra utført ved I/S Øvre Otra.

Ferdig år	Tiltak	Total årsproduksjon
1964	Byggetrinn I Tunnel Botsvatn/Bykil- Brokke kraftverk m.v.	1170 mill. kWh
1977	Byggetrinn II Tunnel Otra v/Sarvsfoss- Botsvatn m.v.	1550 mill. kWh
1981 - 83	Byggetrinn III Overføring Otra fra Harte- vatnedalsv. - Botsv. og nytt kraftverk Holen.	2275 mill. kWh
	Byggetrinn IV Ikke konsesjonsgitt	

2.3 Sur nedbør

Otras nedbørfelt, i likhet med resten av Sørlandet, mottar betydelig tilførsel av sure komponenter gjennom nedbør og tørravsetning av SO₂-gass og svovelholdige partikler.

Nedbørkvalitet og belastningen i Otras nedbørfelt kan estimeres ut fra de nedbørkjemiske data fra de norske bakgrunnsstasjonene som drives av Norsk institutt for luftforskning (NILU). NILU har 5 stasjoner i eller i nærheten av Otra, og disse har vært i drift siden ca. 1972. I 1980 var volum-veiet middel pH i nedbør pH 4,16 på Birkenes, 20 km fra Kristiansand, pH 4,23 ved Treungen lenger inne i landet, og pH 4,54 ved Vatnedal, ca. 150 km fra kysten. Tilsvarende belastninger og gradienter viser også sulfat, nitrat og ammonium i nedbøren.

Denne gradienten i nedbørens surhet og sulfatinnhold gjenspeiles i vannkjemien i Otra. Sulfatkonsentrasjoner øverst i vassdraget ligger på ca. 30 µekv./l (1.5 mg/l), og øker nedover langs vassdraget ettersom elva får vannet fra bielvene som drenerer områder stadig mer belastet av sur nedbør. Ved Ose bro er sulfatnivået øket til ca. 50 µekv./l og ved Steinsfoss til 60-80 µekv./l (figur 2). Nedenfor Hunsfos Fabrikker gjør også sulfatkonsentrasjonen et hopp som tilskrives utslipp fra fabrikken.

Den økende surheten i nedbøren fra øverst til nederst i vassdraget påvirker tydelig elvas surhetsgrad og alkalitet (figur 2). pH-profiler langs vassdraget i oktober- og novemberprøveseriene viser at pH stadig går nedover fra pH 6.5 ved Hartevatn til pH 5.0 - 5.5 ved Steinsfoss. Alkalitet går fra ca. 40 $\mu\text{ekv./l}$ til nærmest 0 ved Steinsfoss. Igjen påvirker fabrikkene både elvas alkalitet og pH-nivå nedenfor utslippene.

2.4 Eutrofiering

Eutrofieringsutviklingen er best målt ved biologiske parametre. Kjemiske målinger gir i beste fall bare et grovt bilde. De kjemiske målingene som er foretatt ved overvåking av Otra, indikerer at elva er oligotrof ved samtlige stasjoner, unntatt utløpet av Venneslafjord. Konsentrasjonene av totalfosfor ligger under 10 $\mu\text{g P/l}$. Målinger av klorofyll-a-konsentrasjoner i Hartevatn og Byglandsfjord i august ga henholdsvis 2,1 og 0,8 $\mu\text{g/l}$. Til sammenlikning hadde Mjøsa sommeren 1976 ca. 10-15 $\mu\text{g/l}$ total P og 4-6 $\mu\text{g/l}$ klorofyll-a.

Stasjon 7 (oppstrøms Hunsfos) viste også i 1980 klar eutrof karakter ved noen av prøvene. Tot-P-verdier var høye og pH var vesentlig høyere enn ved Steinsfoss, noen få kilometer oppstrøms. Det viser seg at prøvene fra stasjon 7 ikke ble tatt ved OTRAS hovedstrøm som går på vestsiden av Hunsfos øy, men ved østsiden. Ved lav vannføring, særlig om sommeren, er det lite eller ingen gjennomstrømming på det vestre løpet bak dammen. Derved blir denne delen nærmest en "blindtarm". Da det også mottas avløpsvann fra Vennesla tettsted, ligger forholdene til rette for planktonproduksjon og eutrofiering. Tot-P-konsentrasjonene er høye og pH stiger på grunn av primærproduksjonen. På grunn av den store vannføringen i Otra er selve elva ikke eutrof. Situasjonen på østsiden av Hunsfos øy er derfor et lokalt fenomen. I 1981 blir prøvetakingspunktet flyttet til hovedstrømmen på vestsiden, oppstrøms Hunsfos Fabrikker.

2.5 Industriavløp

Vannkvaliteten i Otra endres sterkt ved Hunsfos Fabrikker. De 11 månedlige prøvene som ble tatt i 1980 ved Steinsfoss og Vigeland, viser at Otra ved passering av Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard får en nedgang i pH på 0.3 enheter fra pH 5.41 til pH 5.08, en oppgang i Mg-, Na-, Cl- og SO₄-konsentrasjonene på henholdsvis 160 %, 39 %, 42 % og 36 %, og en økning av permanganatforbruk på 160 %, turbiditet på 300 % og farge på 120 % (tabell 3). Tidligere års undersøkelser har også vist betydelig endring i vannkvalitet ved passering av fabrikkene (tabell 3).

Av biologisk interesse er særlig økning i surhetsgrad (dvs. nedgang i pH) og belastning av organisk stoff. I tillegg kommer utslipp av andre kjemiske komponenter som ikke er målt rutinemessig i overvåkingen.

Økningen i surhetsgrad ved de 11 prøvene tilsvarer ved de vannføringer som elva hadde disse dagene, en gjennomsnittlig tilførsel av H⁺ til elva ved fabrikkene av 0.6 ekvivalenter H⁺ pr. sekund, eller 19 x 10⁶ ekvivalenter H⁺ pr. år. Denne mengden kan sammenliknes med den årlige tilførsel av syre gjennom sur nedbør. I 1980 var nedbørtilførslene til OTRAS nedbørfelt på 3730 km² ca. 1550 mm nedbør med pH ca. 4.4, eller 190 x 10⁶ ekvivalenter H⁺ pr. år. Avrenning av H⁺ i Otra ved Steinsfoss var ca. 28 x 10⁶ ekvivalenter H⁺ pr. år. Syretilførslene ved industrielle avløpsvann er altså omtrent like viktig som netto avrenning av H⁺ (figur 4).

Sent i 1980 begynte Hunsfos Fabrikker med oksygenbleking i stedet for klorbleking. Prøvene fra november og desember viste ikke noen pH-nedgang i elva ved fabrikkene. Forhåpentlig vil denne nye prosessen føre til en vesentlig redusert tilførsel av syre i avløpsvann fra Hunsfos Fabrikker.

Tabell 3. Endring i vannkvaliteten (aritmetisk middel av observasjoner) ved passering av Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard 1960-1980. Bare prøver tatt samme dag er med i beregningen. Antall observasjoner er angitt til venstre eller i parentes.

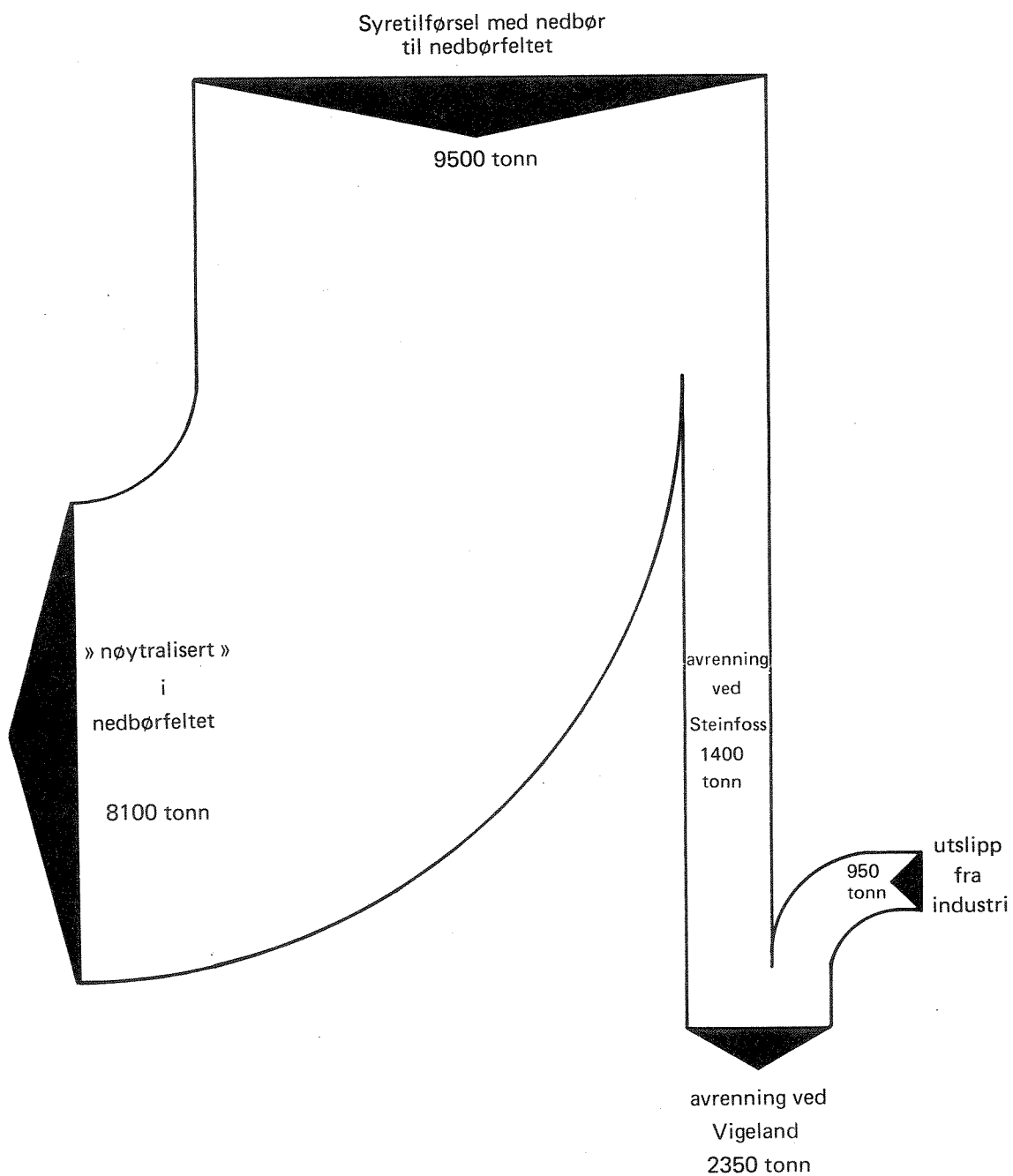
Periode	Antall obs.	pH			PERM			TURB			FARGE				
		Steinsfoss	Vigeland	Diff.	Steinsfoss	Vigeland	Diff.	Steinsfoss	Vigeland	Diff.	Steinsfoss	Vigeland	Diff.		
1960-61	5	6,00	5,44	-0,54	2,3	9,0	+6,7	290	-	-	-	12	20	+8	65
1972-73	2	5,40	5,36	-0,04	4,1	18,9	+14,8	360	-	-	-	33	64	+31	90
1974-75	6	5,58	5,19	-0,39	-	-	-	-	1,1 (4)	1,7 (4)	+0,6	-	-	-	-
1976-77	13	5,28	5,22	-0,06	2,0	7,9	+5,9	300	0,6 (1)	1,2 (11)	+0,6	21	45	+24	110
1978	8	5,27	4,95	-0,32	2,4	4,6	+2,2	90	0,6	2,2	+1,6	33	60	+27	80
1979	11	5,39	5,20	-0,19	2,3	4,5	+2,2	100	0,8	1,7	+0,9	22 (10)	35 (10)	+13	60
1980	11	5,41	5,08	-0,33	2,0	5,3	+3,3	160	0,6	2,4	+1,8	18	39	+21	120

* I 1960-62 og 1974-75 utløp Venneslafjord, 1972-73 innløp Kilefjord.

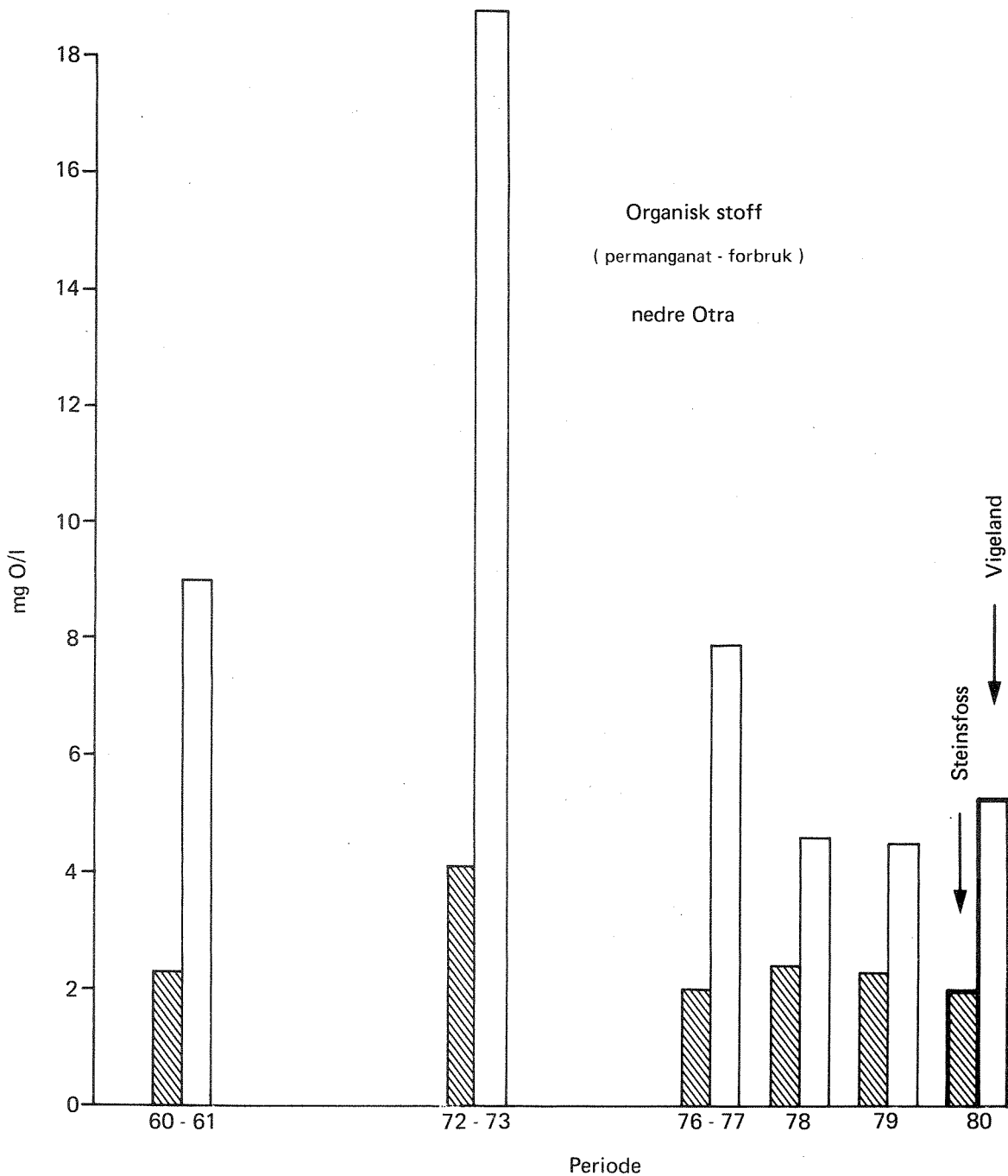
Ar	Mg mg/l			Tot-P µg/l			Tot-N µg/l		
	Steinsfoss	Vigeland	Diff.	Steinsfoss	Vigeland	Diff.	Steinsfoss	Vigeland	Diff.
60-61	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72-73	0.21	1.21	+ 1.00	480	8.0	+ 0.5	7	190	- 40
74-75	0.26 (1)	0.92 (1)	+ 0.66	250	7.0	+ 1.2	20	200	- 20
74-75	-	-	-	-	9.2	+ 2.8	50	240	+ 20
78	-	-	-	-	-	-	-	300	- 20
79	0.26	0.44	+ 0.18	70	4.2 (10)	+ 4.2	100	360	- 30
80	0.22	0.58	+ 0.36	160	10.7	+ 3.7	55	370	+ 10

Belastningen av organisk stoff er også stor. Permanganatforbruket øker med ca. 3 mg O/l ved Hunsfos Fabrikker. Med en middelvannføring for disse 11 prøvene på 128 m³/s, tilsvarer dette ca. 33 x 10⁶ g O/døgn. Sammenliknet med resultatene fra tidligere år, er situasjonen i 1980 omtrent den samme som i 1978 og 1979, men vesentlig bedre enn situasjonen før (figur 5). Rensetiltak innført i 1970-årene, med bl.a. sedimenteringsanlegg for fiber og inndamping av sulfittlut ved Hunsfos, synes klart å ha hatt en positiv effekt.

Figur 4. Syrebudsjett for Otra i 1980. Syremengden er målt som pH og omregnet til tonn H_2SO_4 , men andre syrer kan også bidra.



Figur 5. Middelkonsentrasjon av organisk stoff (målt som permanganatforbruk, mg O/l) ved Steinsfoss ovenfor og Vigeland nedenfor industriutslippene ved Vennesla (se også tabell 3). Siden 1977 har økningen i konsentrasjonen blitt mindre som følge av rens tiltak ved fabrikkene. Utslippene er imidlertid fremdeles store nok til å fordoble konsentrasjonen av organisk stoff i elva.



3. HYDROBIOLOGI

3.1 Innledning

Den 10. og 11. juni ble det utsatt merkede smolt (lakseunger) i Nedre Otra fra Drammen og Omegn Fiskeadministrasjonens fiskeanlegg i Lier ved Drammen. Den 11. august ble det foretatt en befaring langs hele Otra fra Hartevatn og nedover. Det ble da samlet inn prøver av plante- og dyreplankton i Hartevatn og Byglandsfjord og begroing (alger, moser etc.) i Otra. Stasjonsplasseringen fra denne befarings fremgår av tabell 4. Disse stasjonene er de som inngår i det generelle overvåkingsprogram for Otra. Til slutt ble det den 15. og 16. oktober foretatt prøvafiske i Nedre Otra med elektrisk fiskeapparat.

I det følgende skal det gis en oversikt over resultatene av det utførte arbeid.

Tabell 4. Lokaliteter for innsamling av biologiske prøver i Otravassdraget for det generelle overvåkingsprogram

Lokalitet Nr.	Navn	Beliggenhet	UTM- koordinater
1	Hartevatn	Ca. 400 m vest Hartevasbu	32 VMM 023074
2	Utløp Hartevatn	Ca. 50 m nedenfor utløp Hartevatn østre løp	32 VML 997076
3	Hoslemo	Ovenfor utløp Berdøla v. side	32 VML 896096
4	Valle	Nedenfor Harstad v. side	32 VML 627157
5	Ose	Ved Ose bru v. side	32 VML 245352
6	Byglandsfjord	Ca. 300 m vest Bygland	32 NML 219301
7	Utløp Byglandsfj.	Ca. 1 km ovenfor Syrtveit ø. side	32 VML 015313
8	Vennesla	Ca. 50 m ovenfor bru Moseid/Vennesla ø. side	32 VMK 593396
9	Vigeland	Ca. 400 m nedenfor Vigeland Bruk, ø. side	32 VMK 573386

3.2 Plankton, begroing og bunndyr

3.2.1 Plantep plankton i Harte vatn og Byglandsfjord

Det ble den 11. august 1980 samlet inn en kvantitativ plantep planktonprøve fra Byglandsfjord og Harte vatn. Prøvene var blandprøver fra 0-10 m dyp.

Resultatene av analysene er fremstilt i figur 6 og tabell 5.

På grunnlag av en enkelt prøve kan en ikke uttale seg med sikkerhet om tilstanden i innsjøene. Totalvolumene var imidlertid meget lave og artene var slike en vanligvis finner i planktonet i næringsfattige (oligotrofe) innsjøer.

Blågrønnalgen *Merismopedia tenuissima* har vist seg å være vanlig i sure innsjøer. Selv om denne algen også finnes i andre typer innsjøer, er den mer fremtredende i sure innsjøer. Det er vanlig at oligotrofe (næringsfattige) innsjøer har et sommerminimum av plantep plankton i juli/august, og prøvene kan være samlet i dette sommerminimum. Det er ingen vesentlig forskjell på algeinnholdet fra de to innsjøene.

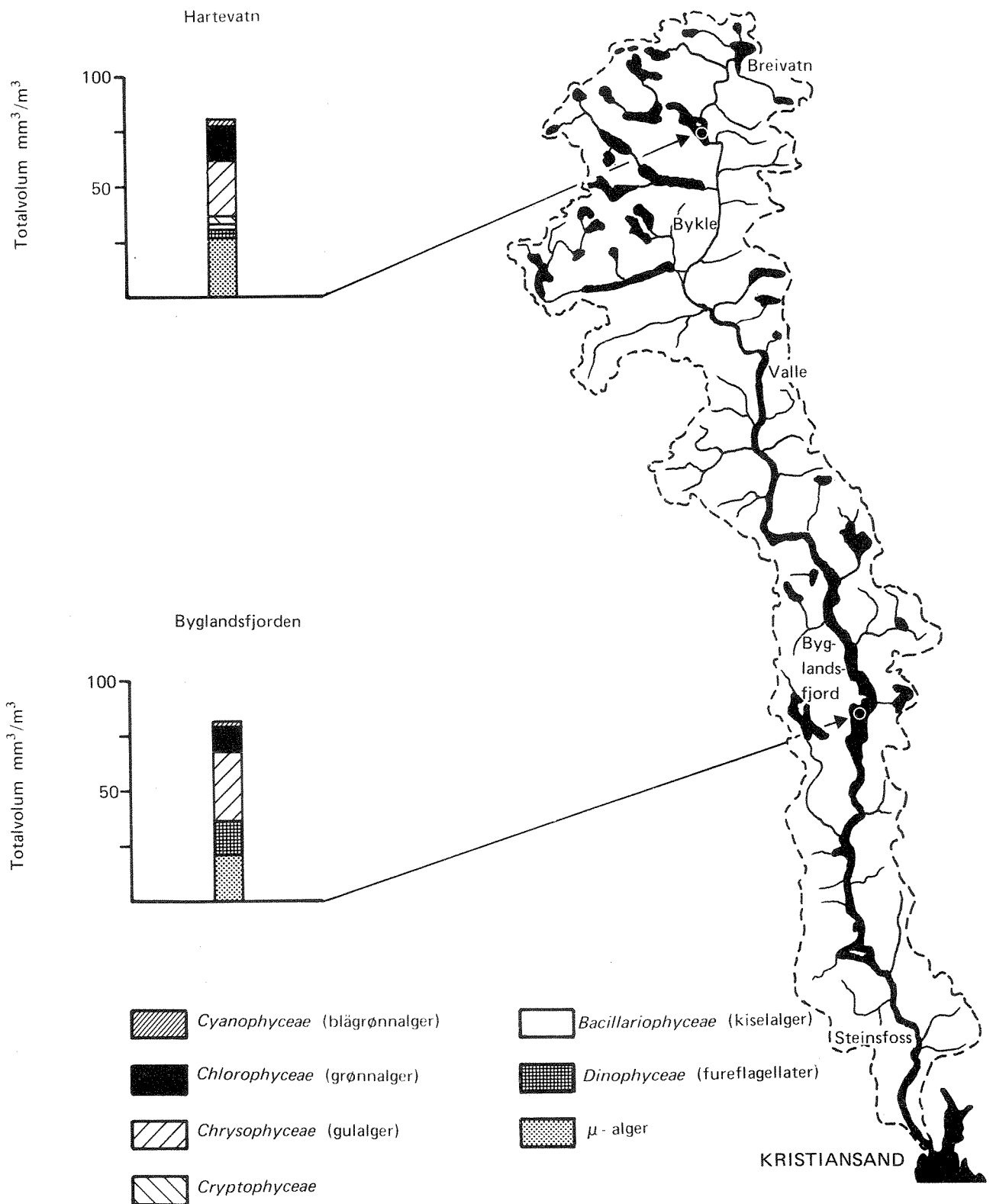
3.2.2 Dyreplankton i Harte vatn og Byglandsfjord

I tabellene 6 og 7 er gitt en oversikt over dyreplankton funnet ved et enkelt håvtrekk i Harte vatn og Byglandsfjord. Håvtrekket ble utført med en håv med maskevidde 0,095 mm og som vertikaltrekk fra 10 m dyp.

Hjuldyrene opptrer med få arter (3) og i små mengder i begge innsjøene. Alle artene er svært vanlige i de fleste innsjøer i Norge.

Såvel hoppekreps som vannloppene var representert med arter som er vanlige i den type innsjøer det her gjelder. Antallet av krepsdyr var en del større i Harte vatn enn i Byglandsfjord. Dette skyldes særlig den større forekomst av vannloppene *Holopedium gibberum* og *Bosmina longispina*. *Holopedium gibberum* blir gjerne betraktet som en god oligotrofi-indikator og en art som trives i særlig saltfattig vann. Den kan imidlertid også finnes i mer næringsrike lokaliteter. *Bosmina longispina* er også en svært vanlig art. Den opptrer gjerne i kaldere vannlag i lavlandssjøer.

Fig. 6. Totalvolum og sammensetning av planteplankton i Byglandsfjord og Hartevatn, 11. august 1980.



Tabell 5. Kvantitative planteplanktonprøver samlet i Byglandsfjord og Hartevatn 11. august 1980. Blandprøver 0-10 m dyp.
 Volumene gitt i mm^3/m^3
 Antallet gitt i $10^3/1$ (x gjelder kolonier)

DATO TAXON	BYGLANDSFJORD		HARTEVATN	
	11. august		11. august	
	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.
<u>CYANOPHYCEAE</u> (blågrønnalger)				
Merismopedia tenuissima	50	1,5	93	2,8
<u>CHLOROPHYCEAE</u> (grønnalger)				
Chlamydomonas sp.			3	0,3
Dictyosphaerium pulchellum v. minimum	25	1,5	16	0,9
Elaktothrix gelatinosa			8	0,2
Gloeocystis sp.			5	1,8
Monoraphidium minutum	3	0,2	36	2,7
Oocystis submarina v. variabilis	3	0,2	36	2,7
Scourfieldia sp.	19	0,5	8	0,2
Ubest. coccoide grønnalger	31	1,6	81	4,0
<u>CHRYSOPHYCEAE</u> (gulalger)				
Bitrichia chodatii	5	0,5	8	0,8
Chrysocromulina sp.	14	0,6	12	0,5
Chrysoikos skujai	3	0,2		
Craspedomonader	5	0,3		
Cyster av chrysophyceae			18	1,2
Dinobryon crenulatum	20	2,5		
Kephyrion spp.	11	0,5	8	0,4
Pseudokephyrion sp.	11	1,1		
Stelexomonas dichotoma	8	0,5		
Ubest. chrysophycé	30	1,9	5	0,3
Små chrysomonader	234	15,2	159	10,3
Store chrysomonader	22	7,1	37	12,1
<u>BACILLARIOPHYCEAE</u> (kiselalger)				
Cyclotella sp. (d=5-6 μm)	11	0,8	8	0,6
Synedra sp.			3	0,9
<u>CRYPTOPHYCEAE</u>				
Cryptomonas spp. (l=24-26 μm)			1,5	2,9
Ubest. cryptomonader			1,5	0,9
<u>DINOPHYCEAE</u> (fureflagellater)				
Gymnodinium cf. lacustre	6	1,9		
Peridinium inconspicuum	8	11,7	3	4,7
Ubest. dinoflagellat	8	1,9	8	1,9
μ -alger	2130	21,3	2633	26,3
TOTALVOLUM		81,7		80,8

Av hoppekrepsene kan nevnes *Arctodiaptomus laticeps* som det ble funnet en del av i Byglandsfjord. Denne finnes hovedsakelig i høyereliggende områder (kalde vann) eller i dypere vannlag (hypolimnion). Arten er vanlig på Vestlandet, i Trøndelag og nordover. *Cyclops scutifer* som ble funnet rikelig i begge vann, er svært vanlig i norske innsjøer.

Sammenlikningen av dyreplanktonet tyder på at begge innsjøer er næringsfattige (oligotrofe).

3.2.3 Begroing i Otra

Det ble samlet inn prøver av begroingen ved 7 stasjoner. Mengden av de forskjellige begroingskomponentene ble bedømt ved å angi "dekningsgraden", dvs. en subjektiv vurdering av hvor stor del av elvebunnen som dekkes av vedkommende begroingstype. Dekningsgraden er gitt ut fra følgende skala:

5	100-50 %	av bunnarealet	dekket
4	50-25 %	"	"
3	25-12 %	"	"
2	12- 5 %	"	"
1	5- 0 %	"	"

Det innsamlede materiale ble undersøkt i laboratoriet ved hjelp av lupe og mikroskop. De enkelte elementene ble om mulig identifisert og vassdragstilstanden forsøkt karakterisert på grunnlag av begroingssamfunnets sammensetning og mengdemessige forekomst. Resultatet av undersøkelsen er fremstilt i tabell 8. De enkelte arter og artsgruppers mengdemessige betydning i den enkelte prøve er angitt ved

xxx	mengdemessig dominerende
xx	en viss mengdemessig betydning
x	forekommer

I figur 7 er det gitt en sammenstilling av de viktigste begroings-elementene og deres dekningsgrad.

Tabell 6. Dyreplankton i Hartevatn 11. august 1980.

Håvtrekk 0-10 m, maskevidde 0,095 mm

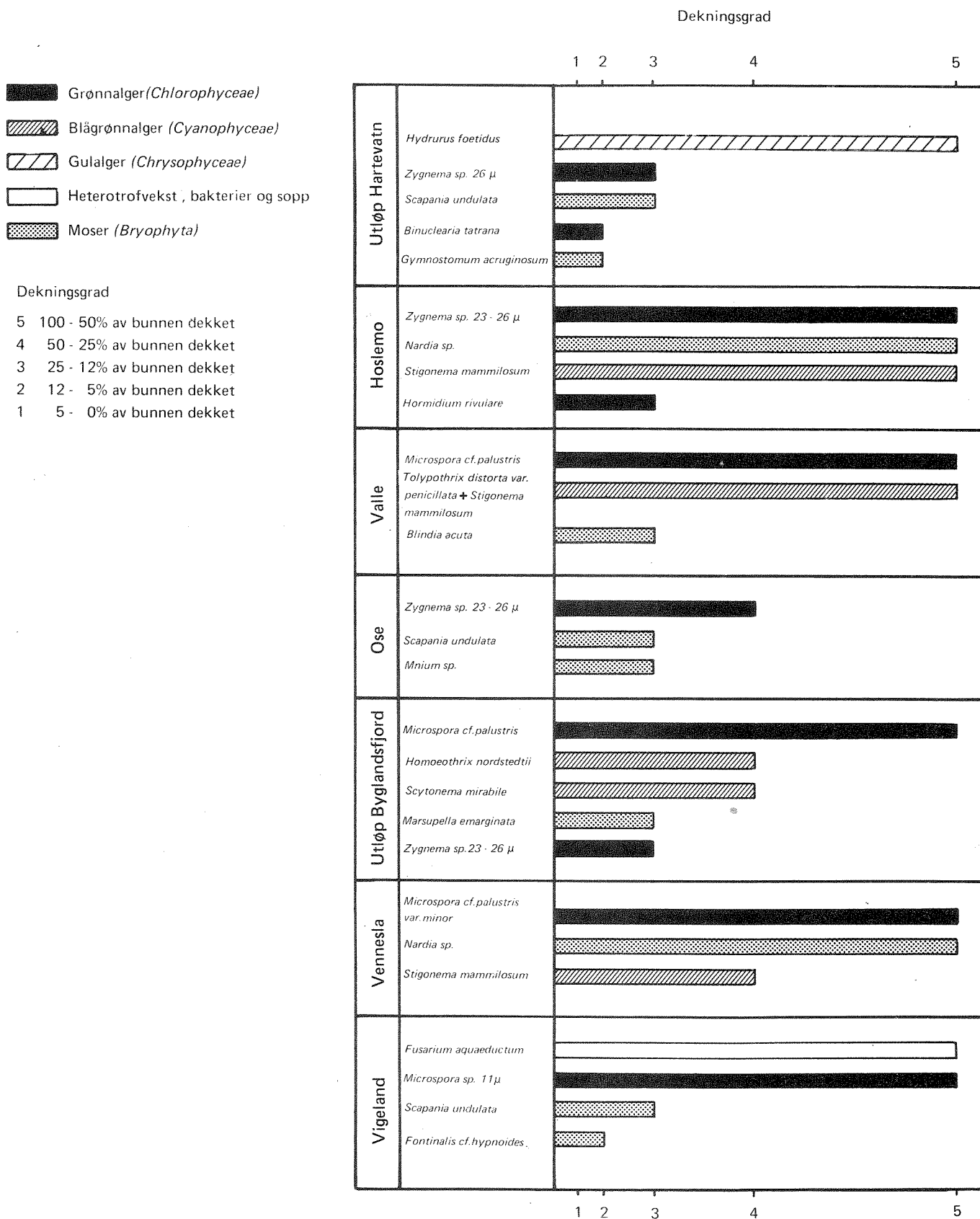
ART/GRUPPE	Antall individer pr. m ² overflate	Prosent
<u>HJULDYR (Rotatoria)</u>		
Kellicottia longispina Kellicott	Forekommer	-
Polyarthra sp.	Sjelden	-
Conochilus sp.	Forekommer	-
<u>HOPPEKRETS (Copepoda)</u>		
Heterocope saliens (Liljeborg)	140	0,1
Acantodiaptomus denticornis (Wierzejski)	950	1,0
Mixodiaptomus laciniatus (Lilj.)	140	0,1
Cyclops scutifer G.O.Sars	820	0,8
TOT. HOPPEKREPS	2.050	1,9
<u>VANNLOPPER (Cladocera)</u>		
Holopedium gibberum Zaddach	15.770	16,2
Bosmina longispina Leydig	78.870	81,1
Diaphanosoma brachyurum Lieven	270	0,3
Acroperus harpae Baird	140	0,1
Polyphemus pediculus (Linné)	140	0,1
Bythotrephes longimanus Leydig	140	0,1
TOT. VANNLOPPER	95.330	97,9
TOT. KREPSDYRPLANKTON	97.380	100

Tabell 7. Dyreplankton i Byglandsfjord 11. august 1980.

Håvtrekk 0-10 m, maskevidde 0,095 mm

ART/GRUPPE	Antall individer pr. m ² overflate	Prosent
<u>HJULDYR</u> (Rotatoria)		
Kellicottia longispina Kellicott	Sjelden	-
Polyarthra sp.	"	-
Conochilus sp.	Vanlig	-
<u>HOPPEKRETS</u> (Copepoda)		
Hetercope saliens (Liljeborg)	2.860	11,7
Acantodiaptomus denticornis (Wierzejski)		
Diaptomidae sp.	16.590	68,1
Cyclops scutifer G.O.Sars	410	1,7
TOT. HOPPEKREPS	19.860	81,5
<u>VANNLOPPER</u> (Cladocera)		
Holopedium gibberum Zaddach	3.130	12,9
Bosmina longispina Leydig	680	2,8
Diaphanosoma brachyurum Lieven	270	1,1
Acroperus harpae Baird		
Polyphemus pediculus (Linné)	140	0,6
Bythotrephes longimanus Leydig	270	1,1
TOT. VANNLOPPER		
TOT. KREPSDYRPLANKTON	24.350	100

Figur 7. Begroing i Otra. Sammenstilling av de viktigste begroings-
elementene og deres dekningsgrad



Tabell 8. Begroing i Otra 12. august 1980.

	2 Otra v. utløp Harteavatn	3 Otra v. Hoslemo	4 Otra nedstrøms Valle	5 Otra ved Ose bru	7 Otra nedst. Byglandsfjord	8 Otra oppstrøms Hunsfoss	9 Otra nedstr. Vigeland bruk
BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae) dekn.grad		5	5		4	5	
Cyanophanon mirabile Geitler	xx		x				
Homoethrix nordstedtii (Born et. Flah.) Komarek et. Kann		xx			xxx		
Scytonema mirabile (Dillw.) Born		x			xx	xx	
Stigonema mammosum (Lyngb.) Ag		xxx	xx		xx	xxx	
Tolyopthrix distorta var. penicillata (Ag.) Lemm.			xxx				
GRØNNALGER (Chlorophyceae) dekn.grad	4	5	5	4	5	5	5
Binuclearia tatrana Wittrock	xxx			xx	x	xx	
Horomidium rivulare Kütz		xxx		x			
Microspora cf. palustris Wichm.			xxx	xx	xxx	x	x
Microspora cf. palustris var. minor Wichm.			x	x	x	xxx	
Microspora sp. 11 µ							xxx
Microspora sp. 14-18 µ				x			
Mougeotia sp. 9-11 µ							x
Mougeotia sp. ca. 14 µ						xx	x
Mougeotia sp. ca. 28 µ					x		
Oedogonium sp. 8 µ				x			
Zygnema sp. ca. 17 µ						xx	
Zygnema sp. 23-26 µ	xxx	xxx		xxx	xxx		
KISELALGER (Bacillariophyceae) dekn.grad							
Tabellaria flocculosa (Roth.) Kütz.	xx	x	x	x	x	x	x
Div. ubestemte pennate kiselalger				x			
GULALGER (Chrysophyceae) dekn.grad.	5						
Hydrurus feotidus Trevisan	xxx						
HETEROTROF VEKST, BAKTERIER OG SOPP, dekn.grad							5
Fusarium aquaeductum							xxx
MOSER (Bryophyta) dekn.grad	3-4	5	3-4	3	3	4	3
Blindia acuta (Hedw.) B.C.G.			xx				
Fontinalis sp.							xx
Gymnostomum aeruginosum Sm.	x						
Marsupella emarginata (Ehr.) Dum.					xx		
Merium sp.				xx			
Nardia sp.		xxx				xx	
Scapania undulata (L.) Dum.	xx			xx			xx
Ubestemt bladmose		xx					

Med unntak av en stasjon (Vigeland) var begroings-samfunnene i vassdraget preget av arter som regnes som typiske for oligotrofe (næringsfattige) vassdrag. Ved et flertall av stasjonene var veksten dominert av trådformede grønnalger, forskjellige rentvannsformer av blågrønnalger, samt diverse moser. Ved stasjon 2 (utløp Hartevatn) dominerte gulalgen *Hydrurus foetidus* som er en typisk kaldtvannsalge.

Begroingen ved stasjon 9 (nedstrøms Vigeland bruk) skilte seg markert fra de øvrige stasjonene. Begroings-samfunnet var her dominert av en heterotrof begroing av soppen *Fusarium aquaeductum* sammen med en representant for grønnalgeslekten *Microspora*. *Fusarium aquaeductum* forekommer ofte ved forurensning med løste organiske stoffer. Arten foretrekker relativt surt vann med god tilgang på oksygen.

3.2.4 Bunndyr

Prøvene av bunnfauna ble samlet med en bunndyrhov med maskevidde 250 µm i 3 x 1 minutt på hver lokalitet ("Sparkemetoden"). Dyrene ble fiksert på sprit og sortert i hovedgrupper og telt opp i laboratoriet.

Foruten at det ble tatt prøver av bunndyr på de generelle overvåkingsstasjonene i august, ble det også samlet inn dyr i Nedre Otra i oktober. Prøvene ved den siste befaringen ble tatt på de stasjoner som ble benyttet ved den tidligere overvåkingsundersøkelse i Nedre Otra, Vennesla, Vigeland, Kvarstein, Hagen og Skråstad. Resultatene av analysene fremgår av tabellene 9 og 10.

Nedenfor vil det bli gitt en beskrivelse av forholdene på de enkelte stasjoner.

Stasjon 2. Utløp Hartevatn

Prøvetakingslokaliteten var her ca. 50 m nedenfor dammen i Hartevatn under veibru. Elva går på dette sted i stryk over stor og middelstor stein. Antallet dyr var ikke særlig stort på stasjonen (totalt 63) og besto for størstedelen av fjærmygglarver, midd og noen få døgnfluer. Knott-, vårflue- og steinfluelarver ble bare funnet i liten mengde. Fisk (aure) ble observert.

Tabell 9. Bunndyr i Oтра. Antall individer innsamlet med bunndyrhåv (250 µ) i 3 x 1 min. på hver stasjon 12. august 1980

Dyregruppe	Utløp Hartevatn	Hoslemo	Valle	Ose bru	Utløp Byglandsfjord	Vennesla	Vigeland
Fåbørsteormer		6					13
Igler							
Midd	5		16	1	1	14	1
Småkreps							
Steinfluer	1		2	2	12	2	2
Døgnfluer	4	5					
Vårfluer, larver	2		2	1	10	1	
" puppehus			56			11	
Biller			1				16
Fjærmygg	48	5	43	13	66	326	634
Knott	3			1			
Diverse			2	2			
Totalt antall dyr	63	16	122	20	89	354	667
Antall grupper	6	3	7	6	4	5	5

En kunne på denne stasjonen ha ventet en typisk utløpseffekt, dvs. med stor forekomst av nettspinnende dyr, spesielt visse vårfluelarver. En slik effekt ble ikke konstatert.

Stasjon 3. Hoslemo

Prøvene ble her tatt ved en sving i elva ovenfor en øy ved Hoslemo. Elva var her delvis tørrlagt. Elva går i stryk og elvebunnen var steinet med store forekomster av mose. Forekomsten av dyr var liten med det laveste totalantall (16) for hele Otra under denne befaringen. Det ble funnet noen få børsteormer, døgnfluer og fjærmygg.

Lokaliteten var kanskje ikke den best egnede for prøvetaking og det er mulig at prøvetakingen bør flyttes noe lenger ned mot Byklestøyl.

Stasjon 4. Valle

Stasjonen ble plassert umiddelbart nedenfor siste terskeldam ovenfor Hallandsfossen. Den er ca. 50 m ovenfor veibru over elva. Elva går her i småstryk over en bunn av små og middelstor stein.

Forekomstene av dyr var rikere og mer allsidig sammensatt enn på de ovenforliggende stasjoner. Fjærmygglarver, vårfluelarver og vannmidd var de dominerende gruppene. Forøvrig ble bl.a. funnet steinfluelarver og en bille.

Stasjon 5. Ose bru

Prøvetakingen skjedde her like under veibru ved Ose. Elva går her meget stilleflytende og har en storsteinet bunn.

På denne stasjonen ble det funnet et lite antall dyr (20) med fjærmygglarver som den største gruppe. Forøvrig ble det funnet steinfluelarver, knottlarver og vårfluelarver og midd. Døgnfluelarver og småkreps ble observert, men er ikke kommet med i prøven. Endel småaure ble iaktatt i strandsonen.

Årsaken til det lille antall dyr skyldes strømhastighet og bunns substrat som var mindre godt egnet for innsamlingen av bunndyr.

Stasjon 7. Utløp Byglandsfjord

Prøvetakingen skjedde her ca. 400 m nedenfor dammen ved utløpet av Byglandsfjord på elvas østside. Elva går her i stryk over en bunn som veksler mellom større og mindre stein, grus og sand.

Lokaliteten viste et relativt sparsomt dyreliv med fjærmygglarver, steinfluelarver og vårfluelarver som de viktigste grupper. Midd ble også funnet.

Stasjon 8. Venneslafjord

Prøvene ble her tatt ca. 50 m ovenfor veibru mellom Moseidmoen og Vennesla sentrum på elvas østside. Denne lokaliteten har vært benyttet ved alle undersøkelser av generelle biologiske forhold i Nedre Otra siden 1960. Elva går her i slake stryk over en bunn av sand, grus og stein.

Denne lokaliteten hadde i august en vesentlig større mengde dyr enn de ovenforliggende. Dette skyldes imidlertid den større mengde fjærmygglarver. Forøvrig ble det funnet endel vannmidd og vårfluer, samt noen få steinfluelarver. Som vanlig ble det på denne stasjon observert atskillig småaure.

I oktober ble også funnet endel døgnfluer og småkreps (plankton) på denne stasjonen.

Stasjon 9. Vigeland

Prøvene ble her tatt på elvas østside ved Vigeland bruk. Også dette er en lokalitet som har vært benyttet ved tidligere undersøkelser i Nedre Otra. Elva går her i stryk over en bunn av stein, grus og sand. Det er på dette sted betydelig begroing av soppen *Fusarium* sp.

I antall dyr totalt var dette i august den rikeste stasjonen av samtlige i hele Otra. Dette beror på den store forekomst av fjærmygglarver (634) men også biller og fåbørsteormer fantes i større mengder enn på noen av de andre stasjonene. Noen få steinfluelarver ble også funnet.

Tabell 10. Bunnedyr i Otra. Antall individer innsamlet med bunnhov (250 µm) i 3 x 1 minutt på hver stasjon 14. oktober 1980.

Lokalitet Bunnedyr	Vennesla	Vigeland	Kvarstein	Hagen	Skråstad
Rundormer					10
Fåbørsteormer	90	120	80	290	240
Igler				10	
Midd	10				
Småkreps	290	mange	mange	mange	mange
Steinfluer					
Døgnfluer	70			30	30
Vårfluer	100	1			30
Billier				20	50
Fjærmygg	5480	1110	940	320	980
Landinsekter			10		
Totalt antall	> 6040	> 1231	> 1120	> 650	> 1290
Antall grupper	6	3	5	6	7

Fisk ble ikke observert. I oktober var antallet dyr på denne stasjonen vesentlig mindre enn den ovenforliggende. Det ble ikke funnet døgnfluer og mengden av fjærmygg var vesentlig mindre enn ved Vennesla.

Den relativt rike forekomst av bl.a. fjærmygglarver i Otra nedenfor industribedriftene i Vennesla tyder på at det burde være tilstrekkelig næring for produksjon av noe laksefisk i området. Dette er også påpekt i tidligere vurderinger av forholdene i Nedre Otra.

Stasjonen Kvarstein, Hagen og Skråstad

Disse stasjonene inngår ikke i det generelle biologiske overvåkingsprogram, men er av interesse i forbindelse med spesialundersøkelsene i Nedre Otra. Stasjonene skilte seg imidlertid lite ut fra Vigeland med hensyn til mengde og sammensetning av dyr. Vannbillene kommer sterkere inn i bildet på disse mer stilleflytende partiene. Den viktige gruppen døgnfluer var også representert på Hagen og Skråstad.

3.3 Fisk

3.3.1 Innledning

Fiskeforholdene i Øvre Otra har i de senere år vært undersøkt i forbindelse med reguleringen av vassdraget. Dette arbeidet er utført av Fiskerikonsulenten for Øst-Norge, Laboratoriet for ferskvannsekologi og Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Reguleringsteamet. Et mindre prøvefiske og vurdering av fiskeforhold er også utført av NIVA. Resultatene av disse undersøkelsene foreligger i en rekke rapporter og betenkninger av tildels helt ny dato. Det foregår også fortsatt undersøkelser i deler av Øvre Otra. I det følgende skal det derfor bare gis en sammenfattende oversikt over fiskeforholdene for denne del av vassdraget.

I Nedre Otra gjør spesielle problemer seg gjeldende i forbindelse med industriforurensningene. Denne delen av vassdraget er derfor også gjenstand for undersøkelser. Disse har i de senere år vært utført av NIVA etter oppdrag fra Vassdragsrådet for Nedre Otra. Dette arbeidet tenkes videreført i overvåkingsprosjektet som spesielle undersøkelser. En nærmere omtale av undersøkelsene i 1980 blir gitt i det følgende.

3.3.2 Sammenfattende vurdering av fiskeforholdene i øvre Otra

I Sæsvatn og Breidvatn som kan regnes som de to øverste innsjøer i hovedvassdraget, er det i dag en tett bestand av aure av god kvalitet. Det nedenforliggende Lislevatn er overbefolket, men fisken er av god kvalitet. I Hartevatn er det også en stor bestand av aure og må også betegnes som overbefolket. Fisken er imidlertid av brukbar kvalitet. På elvestrekningene mellom disse innsjøene er det en stor bestand av småfallen aure. Enkelte større fisk kan imidlertid forekomme. Denne del av Otravassdraget fra og med Sæsvatn til og med Hartevatn har et godt sportsfiske etter aure. Det selges fiskekort på strekningen.

I Otra fra Hartevatn og ned til Valle ved Hallandsfossen finnes en stor bestand av småfallen aure tildels av mindre god kvalitet. I noen av de større hølene (Bykil m.fl.) kan det forekomme enkelte større fisk. Fisket foregår vesentlig som sportsfiske og fiskekort selges av Otra Fiskarlag.

I Otra fra Valle og ned til Byglandsfjord gjelder de samme forhold som ovenfor, men her fantes tidligere den såkalte blege eller dvergglaks. Den vandret fra Byglandsfjorden opp til Hallandsfossen for å gyte. Bestanden av blege er nå på det nærmeste forsvunnet. Årsaken til dette er ikke sikkert kjent, men det er sannsynlig at en kombinert effekt av reguleringer og forsurning har vært utslagsgivende.

I Byglandsfjord er det en ganske god bestand av aure av god kvalitet. Vanlig størrelse er opp til omlag 200 gram. Av og til fiskes det stor fisk på flere kilo. Endel av fisken er infisert med rundmark (*Eustrongylidae*) og dette nedsetter fiskens verdi. Blegen er praktisk talt forsvunnet i Byglandsfjord, men det arbeides for å opprettholde en viss bestand ved hjelp av kunstig oppdrett (Tor B. Gunnerød, pers. oppl.). Fisket i Byglandsfjord foregår i dag med garn og som sportsfiske. For sportsfisket utstedes fiskekort av Otra Fiskarlag.

Otra fra Byglandsfjord til Vennesla har til dels en meget stor bestand av aure og på de stillere partiene nedenfor Fennefoss også abbor (skjebbe). Al finnes i de nedre deler av denne strekningen.

Stort sett er auren småfallen, av mindre god kvalitet, og tildels be-
fengt med parasitter. Abbor og ål er av god kvalitet.

Fisket foregår for størsteparten som sportsfiske med mark og flue. En-
del garnfiske foregår imidlertid også på enkelte strekninger. Det sel-
ges fiskekort av Otra Fiskarlag for området.

Selv om fisket i Øvre Otra på endel strekninger i dag har begrenset verdi
på grunn av småfallen fisk av mindre god kvalitet, utgjør fisken som hel-
het en viktig ressurs som det er viktig å ta vare på og utvikle. Av
spesiell interesse har reguleringens innvirkning på vannkvaliteten, og
da særlig surheten. Selv om vassdraget på grunn av gunstige geologiske
forhold i øvre del av nedbørfeltet har en naturlig høyere pH enn andre
sørlandselver, kan reguleringsinngrepene føre til uheldige endringer på
enkelte strekninger og til visse årstider. Utviklingen bør her følges
nøye. Dverglaksens eller blegens videre skjebne har også krav på opp-
merksomhet.

3.3.3 Bestandsundersøkelser i nedre Otra

Figur 8 viser utbyttet av laksefisket etter den offisielle statistikk i
nedre Otra fra 1876 fram til i dag. Det fremgår av denne at det siden
1960 praktisk talt ikke har vært fisket laks i nedre del av vassdraget.

For å få et inntrykk av fiskebestandens størrelse og sammensetning ble
det den 15. og 16. oktober fisket med elektrisk fiskeapparat ved utløpet
av Venneslafjorden, Vigeland, Kvarstein og Hagen. Fisket ble dels fore-
tatt om dagen og dels om natten ved hjelp av kunstig lys. Tabell 11 gir
en oversikt over hva som ble fisket på hver lokalitet. I tabell 12 er
gitt endel data for noen av fiskene.

Ved Vennesla, dvs. ca. 50 m ovenfor brua over Otra mellom Vennesla sent-
rum og Moseidmoen, ble fisket 29 aure i løpet av 15 minutter. Fisken
varierte i lengder fra 5,5-14,5 cm. 26 av disse var sannsynligvis års-
yngel (0+), mens 2 var 1 vinter gammel (1+). Dette viser hvor stor be-
standen av småfisk er på denne strekningen. Dette framgår også av tid-
ligere rapporter (NIVA 1968 og 1979).

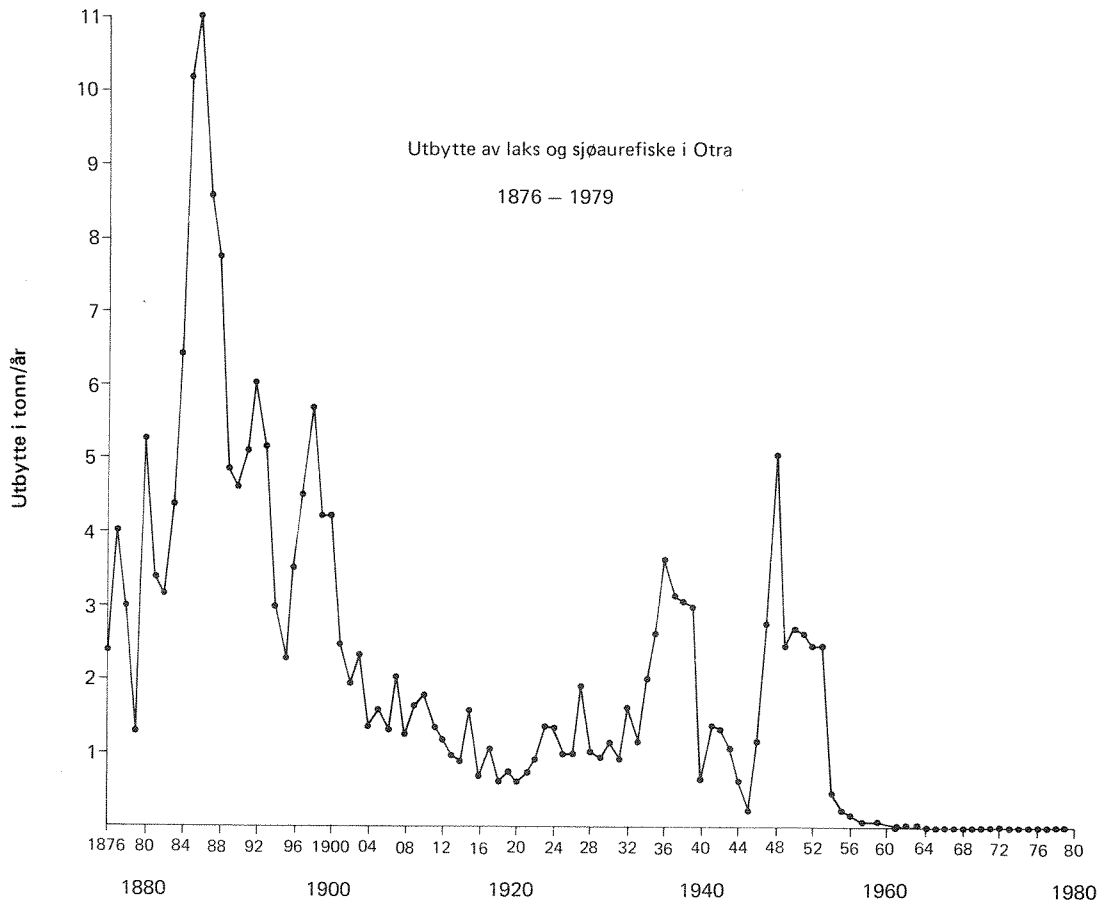
Ved Vigeland ble det foretatt et fiske om dagen (25 minutter) og om natten med kunstig lys. Fisket i hølen under Vigelandsfossen resulterte i 4 laks og en aure. Laksene hadde følgende vekter: 3,0, 1,5, 1,5 og 1,2 kg. Auren hadde en vekt av 260 gram. Fisket viste at det sto noen laks under fossen. Det er mulig at en del av disse var fisk som ble ut-satt som smolt av Otras laksefiskerlag i 1979.

Tabell 11. Elektrofiske i Nedre Otra, 15. - 16. oktober 1980

1) Nattfiske med kunstig lys.

Lokalitet	Tid, min.	Antall	
		Aure	Laks
Vennesla, utløp Venneslafjord	15	29	-
Vigeland, under fossen	60 1)	1	4
Vigeland	60 1)	2	-
Vigeland	25	1	1
Hagen	60	5	-

Figur 8. Utbytte av laks og sjøaurefiske i Otra over perioden 1876-1979



Tabell 12. Laks og aure fra Otra, elektrisk fiske, 15-16 oktober 1980.

L = Laks
 BA = Bekkeare (stasjonær)
 SA = Sjøare

Sted	Fiske- slag	Fisk nr.	Lengde mm	Vekt g	Alder i vintre	Beregnet lengde ved vinter, cm					Kjønn	Stadium	Kjøtt- farge	Mageinnhold
						1	2	3	4	5				
Ovenfor Vigeland	L	1	580	1450	3	7,0	17,0	49,0			Hunn	III	R	Tom
	L	2	510	1190	3	4,0	12,0	39,0			Hunn	IV - V	R	Tom
	BA	3	280	260	4	6,6	14,4	19,0	22,8		Hunn	V - VI	H	Tom
	BA	4	320	320	5	5,4	12,3	17,7	21,4	26,0	Hunn	V - VI	H	Tom
	BA	5	250	180	5	3,7	10,6	14,4	19,2	22,4	Hunn	V - VI	H	Tom
Nedenfor Kvarstein	SA	6	370	550	3	4,6	12,4				Hunn	V - VI	R	Tom
	BA	7	85	6	1	4,3							H	Insektrester
	BA	8	80	6	1	4,0							H	Larve av landinnsekt zooplankton
	BA	9	95	10	1	5,6							H	Insektrester
	BA	10	95	9	1	5,3							H	Insektrester
Bekk vest Vigeland bruk	BA	11	240	150	3	5,6	11,0	17,8			Hunn	VI	H	Tom (merket)

I allefall skulle dette kunne gjelde den minste fisken på 1,5-1,2 kg.

Det ble også foretatt et nattfiske fra båt litt lenger ned i elva i hølen nedenfor Tambinis eiendom (ved Vigeland). Her ble ikke observert laks, men fisket to elveaure på 320 og 250 gram. Et dagfiske på samme sted resulterte i en laks på 4,5 kg. Denne hadde tydelige forgiftninger (sykdoms ?) symptomer og ble observert inne på grunt vann hvor den sto apatisk før den ble fisket.

Ved Hagen ble det fisket over en lang strekning om dagen med båt. Fisket foregikk på begge sider av elven ovenfor Hagen og ned til Auglandsbekkens munning (ca. 500 m). Her ble funnet 4 ettåringer (1+) av elveaure og en sjøaure (550 gram). En sjøaure av samme størrelse ble observert.

Ifølge opplysninger ble det fisket noen få laks i elva i 1980 og det ble også funnet noen døde laks i området nedenfor Vigelandsfossen.

3.3.4 Smakstesting og organisk analyse av laksefisk

Innledning

Det er kjent fra tidligere at noe av den laks som ble fisket i Otra hadde usmak. Fiskerne mente at dette særlig gjaldt laks eller aure som hadde oppholdt seg i lengre tid i elva. I de siste to år har det vært mulig å skaffe tilstrekkelig fisk fra elva for å foreta en undersøkelse av dette. Fisken ble imidlertid fisket såvidt sent som i oktober at en må regne med at den har stått vesentlig lenger i elva enn den ville ha gjort i normal fisketid, dvs. juni-august. Fisken kan da ved fangsten ha kommet rett fra sjøen og således være lite påvirket av elvevannet. Det er derfor sannsynlig at resultatene som vil bli gitt i det følgende ikke er helt representative for en normal fiskefangst fra sommermånedene.

Fisken er testet og analysert ved SI (Sentralinstitutt for industriell forskning), hvor cand.real. Nils Berg har ledet arbeidet og rapportert resultatene.

Prøvemateriale

I tabell 13 er gitt en oversikt over det anvendte prøvemateriale.

Tabell 13. Prøvemateriale anvendt ved smakstesting

Nr.	Fiskeart	Dato fangst/innkjøp	Vekt kg	Behandling	Lokalitet etc.
1	Sjøaure	10/10-79	0,9	Frosset/røkt	Otra
2	Laks	"	2	"	"
3	"	"	4	"	"
4	"	21/3-80	6	"	Referanse Nord-Norge
5	"	15/10-80	4,5	Frosset/kokt	Otra
6	"	"	3	"	"
7	"	"	1,5	"	"
8	"	10/11-80	2,5	"	Referanse, oppdrett

Fisken fra 1979 ble frosset og røkt ved Laks-og viltsentralen i Oslo. Referansefisken ble røkt på samme sted.

Samtlige av de testede fisk var gytefisk og fulle av rogn eller melke.

Beskrivelse av analysemetoder

Sensoriske undersøkelser

De røkte laksefiskene (prøve 1-4) var alle frosset. Etter opptining ble ca. 20 gram av hver prøve servert for dommere i et smakspanel. Panelet besto av 7 trenede dommere, som ble bedt om å angi graden av bismak i de fire prøvene, samt om mulig beskrive bismaken.

Også de urøkte laksene var frosset. Etter opptining ble skiver av fiskene kokt uten salttilsetning. Ca. 20 g av hver prøve ble servert de samme dommere i smakspanelet. Også i dette tilfellet ble dommerne bedt om å angi graden av bismak, samt om mulig å beskrive bismaken.

Analyse av flyktige forbindelser

Disse analysene ble bare utført på de urøkte fiskene. Årsaken til dette var delvis at lite materiale var tilgjengelig av de røkte fiskene,

samt at det under røkeprosessen dannes store mengder flyktige smaksforbindelser som det ble antatt kunne skape interferenser under analysene.

Følgende analyseprosedyre ble benyttet:

20 gram frosset prøve ble homogenisert og plassert i en lukket glassflaske ved romtemperatur i 2 timer. Flasken ble deretter satt i vannbad ved 60 °C og gjennomspylt med rensset nitrogengass (100 ml/min) i 1 time. De flyktige forbindelsene som dermed frigjøres, ble samlet opp på kapillarrør fylt med 2 mg finknust aktivt kull.

Etter oppsamling ble kapillarrørene plassert i injektoren på en gasskromatograf. På grunn av den høye temperaturen der (270 °C) samt at bæregass ledes gjennom røret, skjer det en momentan desorpsjon av stoffene som har festet seg på kullet.

Kapillarkolonne og flammeionisasjonsdetektor er benyttet under analysene.

Analyse av haloformer

Analysene er kun utført på urøkt materiale. 5 gram fiskehomogenat ble ristet med en blanding 4:1 av isopropanol i 2 timer. Pentanfasen ble deretter pipettert av, tilsatt konsentrert H_2SO_4 for å fjerne mest mulig fett og andre uønskede forbindelser, sentrifugert og vasket med vann før gasskromatografering.

Kapillarkolonne og electron capture detektor er benyttet under analysene.

Bestemmelse av totalt klor

Kun urøkt materiale er undersøkt.

Fiskehomogenat ble ekstrahert 2 ganger med en blanding 1:1 av isopropanol:cykloheksan. Etter inndamping på rotavapor ble fettprosent bestemt.

Oljen ble deretter fortynnet med sykloheksan før analyse ved bruk av nøytronaktiviseringsanalyse. En aliquot av ekstraktet ble behandlet med konsentrert H_2SO_4 for å bestemme persistente forbindelser.

Aktiviseringsanalysene ble utført på IFE ved registrering av Cl^{38} (37 min halveringstid).

Resultater

Resultatene fra de sensoriske undersøkelsene er angitt i tabell 14.

Tabell 14. Oversikt over resultater fra sensorisk undersøkelse av laksefisker fanget i Otra. Tallene angir hvor mange dommere som har gitt de forskjellige beskrivelsene

Prøve Beskrivelse	1	2	3	Refe- ranse 4	5	6	7	Refe- ranse 8
Ingen bismak				7				7
Antydning bismak		4				7		
Bismak		2	2				2	
Sterk bismak	1	1	3		2		4	
Meget sterk bismak	6		2		5		1	

Resultatene fra den første prøveserien (røkte fisker, prøve 1-4) viser at dommerne syntes prøve 1 hadde sterkest bismak, prøve 3 noe mindre bismak, mens prøve 2 hadde minst bismak. Disse bedømmelsene stemmer godt overens med skjønnsmessige observasjoner av fiskens utseende, som kan antyde at prøve 1 hadde hatt lengst oppholdstid i Otra, prøve 3 noe kortere, mens prøve 2 hadde hatt kortest oppholdstid.

Bismaken ble av flere karakterisert som "kjemikalier", "cellulosefabrikk", "ubehagelig", "vond".

Når det gjelder de ferske fiskene, ble det også i det tilfellet bemerket stor forskjell i bismakintensitet. Prøve 6 ble funnet å avgi meget lite bismak, mens både prøve 5 og 7 avga sterk til meget sterk bismak. Også disse bedømmelsene synes å stemme med antydninger fra NIVA om de forskjellige fiskenes oppholdstid i Otra.

Beskrivelsen av bismaken var noenlunde den samme for de ferske fiskene som for de røkte. I tillegg til "kjemikalier", "cellulosefabrikk", ble det bemerket at fiskene smakte "bark", "sulfitt", "grønnske".

Gasskromatografiske analyser av flyktige forbindelser

Kromatogrammene av flyktige forbindelser i prøve 5, 6, 7 (alle fanget i Otra) skiller seg fra hverandre i totalmengde forbindelser tilstede. De forskjellige separerte komponenter finnes igjen i de tre prøvene, men i meget varierende mengde. Prøve 5 inneholder desidert størst totalmengde, prøve 7 noe mindre, mens prøve 6 inneholder minst mengde flyktige forbindelser. Det kan anslås at det er ca. 4-5 ganger større totalmengde i prøve 5 enn i prøve 6, mens man i prøve 7 finner ca. halvparten av hva man finner i prøve 5.

Disse resultatene stemmer godt overens med hva som ble funnet ved de sensoriske undersøkelsene. Prøve 5 ble der bedømt til å avgi mest bismak, prøve 6 lite bismak, mens prøve 7 avga noe mindre bismak enn prøve 5.

Innholdet av flyktige forbindelser i referanseprøven (prøve 8) var vesenforskjellig fra prøve 5, 6 og 7. De forbindelser som er hovedkomponenter i prøve 8, er tilstede i små mengder i de tre andre prøvene. Med meget stor sannsynlighet er disse forbindelsene aldehyder som pentanal, heksanal, heptanal osv.

Slike aldehyder må betegnes som normalt forekommende forbindelser i biologisk materiale. De oppstår ved oksydasjon av fettsyrer, og vil forefinnes i større eller mindre mengde, alt ettersom hvor mye prøve-materialet er oksydert.

De forbindelser som utgjør hovedmengden av flyktige komponenter i Otra-fisken, synes å tilhøre hva man kan betegne som "typiske sulfittfabrikkforbindelser". Terpener og omdannede terpener som p-cymen og umettede alkylbenzener er hovedkomponenter i Otra-fiskene. Disse forbindelsene har en lukt og smak som meget godt kan betegnes som "kjemikalier", "cellulosefabrikk" osv. Forbindelsene er også tidligere funnet i både luft- og vannutslipp fra sulfittfabrikker.

Man har intet grunnlag for å betegne disse stoffene som farlige, derimot vil de kunne gi et vesentlig bidrag til eventuell usmak i fiskeprøver.

Gasskromatografiske analyser av haloformer og bestemmelse av totalt organisk bundet klor

Haloformanalysene utføres på fiskens fettfase. Bestemmelsen av mengde fett i de analyserte fisker ga følgende resultat:

Prøve	% fett
5 (Otra)	3,7
6 (Otra)	1,8
7 (Otra)	2,3
8 (referanse)	16,7

Fettinnholdet i de tre Otra-fiskene var meget lavt, spesielt om man sammenligner med fettinnholdet i referansefisken. Hva dette skyldes, vites ikke; en mulig forklaring for to av prøvene kan være at de to hunnfiskene (prøve 5 og 7) var helt gyteferdige og av den grunn hadde et lavt fettinnhold i kjøttet.

Haloformanalysene viste innhold av forbindelser omkring deteksjonsgrensene for de forskjellige forbindelsene. Den analysemetode som er benyttet, har følgende deteksjonsgrenser:

CHCl_3	ca. 30 ppb
CCl_4	ca. 40 ppb
C_2HCl_3	ca. 15 ppb
C_2Cl_4	ca. 5 ppb
CHBrCl_2	ca. 5 ppb

Verdiene er angitt i μg haloform pr. kg fett.

Ut fra de utførte analysene må en kunne konkludere at kloroform og beslektede trihalometaner finnes i mengder omkring deteksjonsgrensene i de tre fiskeprøvene fanget i Otra.

Tidligere utførte analyser på SI av haloforminnhold av fisk viser langt høyere innhold enn det som kunne påvises i Otra-fisken. F.eks. kan det nevnes at fisk fanget i Iddefjorden (påvirket av utslipp fra treforedlingsindustri) viser kloroforminnhold (CHCl_3) på opptil 300 ppb og perkloretyleninnhold (C_2Cl_4) på opptil 200 ppb.

Verdiene funnet ved bestemmelse av totalt organisk bundet klor er angitt i tabell 15.

Tabell 15. Oversikt over totalt organisk bundet klor funnet i fisk i Otra

Prøve	% fett	Totaltklor (ppm)			
		Oljebasis		Ferskvannsbasis	
		Ubehandlet	H_2SO_4 -behandlet	Ubehandlet	H_2SO_4 -behandlet
5 (Otra)	3,7	284,1	35,9	10,5	1,3
6 (Otra)	1,8	210,2	70,5	3,7	1,3
7 (Otra)	2,3	123,6	26,1	2,7	0,6
8 (ref.)	16,7	37,1	3,2	6,2	0,5

Resultatene viser at totaltklorinnholdet i Otra-fiskene (regnet på fettbasis) er vesentlig høyere enn i referansefisken. Dette gjelder både for de ubehandlede og de svovelsyrebehandlede prøvene. Ved å behandle fiskeoljen med svovelsyre før totaltklorbestemmelsen får man et mål for hvor tungt nedbrytbare de klorerte forbindelsene i oljen er.

Verdiene funnet i de ubehandlede prøvene må betegnes som noe høye. De ligger på et nivå som ligner på det man har funnet i fisk fra Iddefjorden og fra Hunselvas utløp i Mjøsa (begge steder utslipp fra treforedlingsindustri). Imidlertid må det påpekes at i de tidligere analyserte prøver fant man også fisk med langt høyere innhold av totaltklor.

Totaltklorverdiene i Otraprøvene synker sterkt etter svovelsyrebehandling og ligger på et nivå noe høyere enn for fisk fra lite kontaminerte områder. Dette gjelder ikke for prøve 6. Her er mengden persistente klorforbindelser vesentlig høyere enn i de andre prøvene.

Referansefisken har et meget lavt innhold av totalt organisk klor.

I og med at totalklorinnholdet synker sterkt etter svovelsyrebehandling, tyder dette på at de klorerte hydrokarbonene er forholdsvis lett nedbrytbare.

Selv om det ikke er foretatt noen massespektrometrisk analyse av hvilke klorerte forbindelser som finnes i fiskeoljen, kan man ut fra tidligere analyseresultater av kontaminerte fiskeprøver anta at klorerte cymener og klorerte naftalenderivater samt muligens klorerte fenolderivater utgjør endel av det totale organiske klorinnholdet.

Sammendrag

Laksefisker fanget i Otra er smakstestet og analysert for innhold av flyktige komponenter, haloformer og totalt klor. En serie fisk var før smakstesting røket, mens en serie ble undersøkt fersk.

Hensikten med undersøkelsene var å finne fram til hvilke organiske forbindelser som kunne forklare den usmak fisken hadde, samt om mulig å antyde hva disse organiske forbindelsene kunne skyldes.

Resultatene fra de sensoriske undersøkelsene viser at testpanelet fant tydelig forskjell i smaken på laksefiskene fanget i Otra og referansefisk innkjøpt i Oslo. Referansefisken ble av alle dommere bedømt til å være uten bismak, mens Otra-fiskenes smak ble karakterisert som kjemikalieaktig, "cellulosefabrikk", "sulfitt". Det ble funnet en variasjon i usmaken som korresponderer godt med de forskjellige fiskenes antatte oppholdstid i elven.

Analysene av flyktige organiske forbindelser i fiskene viser et innhold som korresponderer godt med graden av usmak funnet ved de sensoriske testene. Selv om det ikke er foretatt noen identifisering av ukjente forbindelser ved bruk av koblet gasskromatografi/massespektrometri (GC/MS), kan man ut fra tidligere utførte analyser antyde at endel av de forbindelsene som finnes i fisk med usmak, skyldes produkter fra cellulose/papirproduksjon. For eksempel er en forbindelse som p-cymen tilstede i stor mengde i Otra-fiskene, men den kan ikke påvises i referansefisken.

Analyser av haloformer viser et lavt innhold i samme størrelsesorden som deteksjonsgrensene for slike forbindelser. Totalklorbestemmelsene viser et noe høyt innhold, men forholdsvis mye av disse klorerte forbindelsene er lett nedbrytbare. Analyser av fisk fra andre områder som er forurenset av treforedlingsindustri (Iddefjorden, Hunselva i Mjøsa) viser både høyere haloforminnhold og noe større totalklormengder.

3.3.5 Utsettinger av merkede lakseunger (smolt) i nedre Otra

Forholdene i Otra nedenfor Vigelandsfossen er i dag slik at noen reproduksjon av laks eller sjøaure neppe kan finne sted. For å opparbeide laksebestanden kunne en tenke seg å sette ut yngel, settefisk eller smolt. Burforsøk med settefisk (1+) av laks og aure har vist at disse kan leve i opptil iallefall 2 måneder i elva nedenfor bedriftene (NIVA 1980).

I løpet av de siste år har det av Otra laksefiskerlag vært utsatt lakseyngel i fiskevannet ved Strai (1978) og smolt ved Sødal nær munningen av Otra i 1979. Den første utsetting var sannsynligvis mislykket mens det ennå er for tidlig å si noe om utsettingen av smolt i 1979. Det ble da satt ut ca. 3000 smolt hvorav 1500 var fra Drammen og omland fiskeadministrasjons anlegg i Lier og 1500 fra et anlegg nær Lista. Denne fisken var ikke merket og det blir derfor vanskelig å vurdere resultatet av denne utsettingen.

I 1980 ble det foretatt en utsetting av merket smolt i samarbeid med Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Den vitenskapelige avdeling. Fisken ble merket med Carlinmerker i mai. Det ble merket 1460 laks. Straks før utsettingen som skjedde den 10. og 11. juni oppsto betydelig dødelighet. Denne vedvarte også under transporten. Tilsammen døde 361 fisk slik at det endelig utsatte antall var 1099. Fisken ble utsatt ved Sødal ca. 3 km ovenfor munningen i fjorden. Temperaturen i Otra ved utsettingen var 15 °C og pH ca. 5,3. Selve utsettingen gikk bra og fisken så ut til å oppføre seg normalt.

Gjenfangster fra utsettingen kan fortrinnsvis ventes i løpet av 1981-82. En gjenfangst ble gjort høsten 1980 ved Vigeland.

4. SAMMENFATNING

1. Vannkjemi i Otra er påvirket av 4 forurensningsfaktorer i regulering, sur nedbør, eutrofiering og industrielt avløpsvann.
2. Naturlige årsaker som kjemisk forvitring i jordsmonnet og tilførsel av sjøsalter ved nedbøren influerer på vannkjemien i Otra. De noe gunstigere geologiske forhold øverst i nedbørfeltet gjør at tilførsler av sur nedbør ikke fører til de helt lave pH-verdiene som er typisk for mange andre elver på Sørlandet.
3. Reguleringsinngrep i øvre Otra har ført til at strekningen forbi Valle (Sarvsfoss - Brokke kraftverk) får betydelig redusert vannføring. Ellevannet ovenfor går gjennom en tunnel, og den tørrlagte strekningen får en kjemisk sammensetning som kan betraktes som typisk for en "sideelv".
4. Overvåkingsdata for Otra indikerer at elva er oligotrof.
5. Vannkjemien endres ved passeringen av Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard. Surheten fordobles (som tilsvarende pH-nedgang fra 5,3 til 5,0), Mg-, Na-, Cl og SO₄-konsentrasjoner øker, belastning av organisk stoff (permanganatforbruk), turbiditet og farge øker. Økingen i surhet tilsvarende omtrent mengde syre som elva har på grunn av sur nedbør. Belastning av organisk stoff er vesentlig mindre enn før rens tiltak ved fabrikkene i 1970-årene, men er fremdeles stor. Den nye blekingsprosessen (O₂-bleking) ved Hunsfos Fabrikker, kan bety en vesentlig reduksjon i syreutslipp til elva.
6. De biologiske undersøkelser av planteplankton og dyreplankton i Hartevatn og Byglandsfjord viser at innsjøene er næringsfattige. Undersøkelsene av begroing og bunndyr på elvestrekningene fra Hovden og ned til Vennesla viser at organismesamfunnene har en sammensetning som er vanlig i næringsfattige vannforekomster.

7. I Otra nedenfor industribedriftene i Vennesla er organismesamfunnene preget av industriforurensningene. Dette gir seg uttrykk i dominans av soppen *Fusarium aqueductum*. Etter de rensetiltak som er utført ved Hunsfos Fabrikker er imidlertid mengden betydelig redusert i forhold til tidligere. Bunndyrfaunaen skiller seg fra den på ovenforliggende stasjoner ved en utpreget dominans av fjærmygglarver. Et visst innslag av andre insekter finnes imidlertid også og det antas at næringsdyrproduksjonen er stor nok til å opprettholde en viss fiskeproduksjon.
8. Det er ikke utført noen spesielle fiskeundersøkelser i øvre Otra. På grunnlag av tidligere undersøkelser er det imidlertid gitt en sammenfatning av forholdene som i store trekk går ut på at det er en stor bestand av småfallen aure på hele strekningen. Nedenfor Byglandsfjord finnes også noe abbor (skjebbe) og ål av bra kvalitet på enkelte strekninger. Dverglaksen i Byglandsfjord har praktisk talt forsvunnet i løpet av de senere år. Det er imidlertid arbeid i gang for å prøve å opprettholde bestanden.
9. I nedre Otra er det foretatt prøvafiske og utsetting av smolt (utvandningsferdige lakseunger). Prøvefisket viste at det bare finnes enkelte eksemplarer av laks og aure i elva. Det har likevel vært mer voksen laks i elva i de to siste årene enn på mange år. Dette kan bl.a. skyldes utsettinger. Noen reproduksjon finner imidlertid ikke sted.
10. Smakstesting og analyse av flyktige komponenter, haloformer og totalt klor i laks og aure viste at de fleste av fiskene hadde en tydelig bismak. Det er sannsynlig at denne usmaken skyldes produkter fra cellulose-/papirproduksjon. Dette kan være terpenier og omdannede terpenier som p-cymen og mettede alkylbenzener. Innholdet av haloformer i fisken var lavt, mens totalinnholdet av organisk bundet klor var noe høyt.
11. I juni ble utsatt 1099 merkede smolt ved Sødal nær munningen av Otra. Dersom noe av fisken vender tilbake kan en vente gjenfangster i Otra i løpet av 1981 og 1982.

Vedlegg 1. Tidligere NIVA-rapporter om Otra.

Referanse	Undersøkelsesår	Nedre løp	Øvre løp
Bergmann-Paulsen, B. 1962. Undersøkelse av forurensningen i OTRAS nedre løp 1960-1961. NIVA 0-209.	1960 - 61	x	
Jørgensen, G., & Skulberg, O. 1973. Notat om endrede resipientforhold ved eventuell full utbygging av Otravassdraget. NIVA 0-198/72.	1972 - 73	x	x
Laake, M. 1974. Vekstforsøk i forbindelse med forurensningsundersøkelser i Nedre Otra. NIVA 0-12/73.	1973 - 74	x	
Laake, M., & Skulberg, O. 1976. Undersøkelser av forurensningsvirkninger i Nedre Otra. NIVA 0-12/73.	1973 - 75	x	
Laake, M. 1978. Fremdriftsrapport for 1976-77. Overvåkingsundersøkelsen i Nedre Otra. NIVA 0-12/73.	1976 - 77	x	
Rørslett, B., <u>et al.</u> 1978. Hartevatn og regulering av Øvre Otra. NIVA 0-133/77.	1977		x
Grande, M., <u>et al.</u> 1980. Fremdriftsrapport for 1978. Overvåkingsundersøkelser i Nedre Otra. NIVA 0-73012.	1978	x	
Grande, M. <u>et al.</u> 1980. Fremdriftsrapport for 1979. Overvåkingsundersøkelser i Nedre Otra. NIVA 0-73012.	1979	x	
Rørslett, B. <u>et al.</u> 1981. Undersøkelse av Øvre Otra. NIVA 0-72198.	1975 - 77		x

Vedlegg 2.

Liste over andre pågående undersøkelser i Otravassdraget.

1. Skjønn Øvre Otra - Vassdragsstrekningen Sarvsfossen til Nomelandsmo. NIVA 0-79057, O. Skulberg, saksbehandler.
2. DVF's Elveserie. Fiskeforskningen, Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk, Ås. Kjemiske analyser av vannprøvene fra 3 stasjoner i Otra (siden ca. 1970).
3. Påvirkning av anleggsvirksomhet, Øvre Otra. Aust-Agder Fylke, Utbyggingsavdelingen.
4. Overvåking av sur nedbør, regionale undersøkelser av små og store vann. 4 små vann og Byglandsfjord. NIVA 0-80006-03, A. Henriksen, saksbehandler.
5. Fiskeundersøkelser i Byglandsfjord. Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk, Trondheim. Tor. B. Gunnerød, saksbehandler (siden ca. 1972).

Vedlegg 3.

Tabell 3. Rutineovervåking Otra. Analyseresultat for kjemiske prøver. "Lok" (lokalitet) er oppgitt i km (UTM rutenett) nord/syd. 450 Skråstad, 453 Hagen, 457 Vigeland, 458 Hallandsfoss, 459 oppstrøms Hunsfos, 463 Steinsfoss, 503 utløp Byglandsfjord, 535 Ose bro, 564 Valle, 590 Hoslemoen, 600 utløp Hartevatn.

a. Hovedioner

Kode	Betegnelse/enhet
pH	Surhetsgrad
K20	Ledningsevne, $\mu\text{S}/\text{cm}$ ved 20 °C
Na	mg Na/l
K	mg K/l
Ca	mg Ca/l
Mg	mg Mg/l
Al	μg Al/l
SULF	mg SO_4 /l
Cl	mg Cl/l
NO3N	mg NO_3N /l
ALK 4,5	Alkalitet, ml 0,1 N HCl/100 ml til pH 4,5
ALK 4,0	" " " " " pH 4,0

b. Andre parametre og næringsalter

Kode	Betegnelse/enhet
Q	Dagens vannføring, m^3/s
TURB	Turbiditet, JTU
PERM	Permanganatforbruk, mg O/l
TOTN	Totalnitrogen, μg N/l
TOTP	Totalfosfor, μg P/l
FARG	Farge, Pt-enheter
FARG.F	Farge, filtrert prøve, Pt-enheter

FILKODE: OFRA NAVN: OFRA OVERVAKNING

LOK	A M D R N O	Q	TURB	PERM	TOTN	TOTP	FARG	FARG.F
450	800114	110.00000	2.6	6.1	380.	12.	51.0	13.0
450	800311	75.00000	2.5	6.1	420.	11.	38.0	
450	800416	162.00000	2.2	3.9	590.	18.	25.0	13.0
450	800519	117.50000	1.3	4.1	360.	8.	23.5	
450	800611	109.00000	1.6	2.2	390.	13.	27.5	
450	800714	112.00000	1.0	4.1	230.	17.	31.0	
450	800819	88.00000	2.8	7.4	360.	31.	51.0	19.0
450	800915	100.00000	1.1	3.0	240.	6.	26.0	
450	801019	290.00000	1.8	5.9	430.	8.	50.0	
450	801118	116.00000	2.6	4.4	390.	7.	30.0	14.0
450	801215	128.50000	1.7	3.3	370.	9.	43.5	
453	800114	110.00000	1.3	4.6	340.	9.	25.0	
453	800311	75.00000	2.8	6.7	450.	11.	35.0	
453	800416	162.00000	1.6	3.3	630.	10.	23.0	
453	800519	117.50000	1.2	4.5	430.	16.	25.5	
453	800611	109.00000	1.2	7.5	470.	9.	31.0	
453	800714	112.00000	1.2	10.1	330.	8.	37.0	
453	800819	88.00000	3.8	6.1	460.	18.	56.5	18.0
453	800915	100.00000	.9	4.9	480.	8.	39.0	
453	801019	290.00000	1.5	5.0	390.	10.	43.5	
453	801118	116.00000	1.8	5.2	400.	9.	28.5	
453	801215	128.50000	6.7	3.7	430.	11.	35.5	8.5
457	800114	110.00000	1.7	9.1	300.	12.	26.0	
457	800311	75.00000	3.6	6.3	310.	15.	38.0	
457	800416	162.00000	2.0	3.7	630.	13.	25.0	
457	800519	117.50000	1.5	5.2	390.	17.	31.0	
457	800611	109.00000	1.6	3.8	500.	9.	35.5	
457	800714	112.00000	1.2	5.3	340.	7.	44.5	
457	800819	88.00000	4.2	5.9	290.	10.	61.5	19.0
457	800915	100.00000	1.4	4.0	270.	7.	35.0	
457	801019	290.00000	1.6	5.3	420.	8.	50.0	
457	801118	116.00000	2.0	5.5	380.	10.	34.5	
457	801215	128.50000	5.2	4.6	410.	12.	48.5	10.5
458	801019	290.00000	1.2	5.0	350.	8.	47.0	
458	801118	116.00000	1.9	5.0	540.	24.	33.0	
458	801215	128.50000	4.1	4.1	410.	9.	34.0	13.0
459	800114	110.00000	.4	4.3	460.	18.	18.5	
459	800311	75.00000	.7	1.5	510.	42.	15.5	
459	800416	162.00000	1.6	2.8	880.	18.	27.0	
459	800519	117.50000	.5	1.6	360.	23.	17.0	
459	800611	109.00000	.9	1.1	360.	17.	22.0	
459	800714	112.00000	.5	4.4	300.	36.	19.0	
459	800819	88.00000	2.3	2.6	510.	34.	40.0	22.0
459	800915	100.00000	1.5	1.7	490.	42.	27.5	
459	801019	290.00000	1.0	3.5	340.	7.	42.0	
459	801118	116.00000	1.2	2.8	450.	13.	28.5	
459	801215	128.50000	3.7	2.4	520.	23.	35.5	9.5
463	800114	110.00000	.3	2.5	360.	10.	13.5	
463	800311	75.00000	.4	1.9	310.	9.	17.5	
463	800416	162.00000	.5	2.4	620.	9.	15.5	
463	800519	117.50000	.3	1.4	390.	9.	12.5	
463	800611	109.00000	.7	.9	620.	9.	22.0	
463	800714	112.00000	.4	2.4	260.	6.	15.0	
463	800819	88.00000	.5	1.5	260.	6.	14.0	
463	800915	100.00000	1.0	2.2	230.	3.	18.0	
463	801019	290.00000	1.1	3.2	350.	10.	40.5	
463	801118	116.00000	.4	1.9	320.	4.	15.0	
463	801215	128.50000	.4	2.0	360.	5.	13.0	
503	800715			1.4	390.	3.		
503	800815		.9	1.6	250.	5.		
503	800915		.3	1.9	310.	4.		
503	801015		.2	1.3	290.	3.		
503	801116		.3	1.4	270.	4.		
535	800715		.5	1.4	490.	3.		
535	800818		.6	3.7	510.	5.		
535	800916		.5	2.4	480.	6.		
535	801015		.6	1.5	390.	4.		
535	801116		.3	2.8	310.	4.		
535	801215		.3	2.3	190.	2.		
564	800917		.2	2.3	270.	4.		
564	801015		.3	2.1	280.	3.		
564	801112		.4	.7	230.	3.		
590	800917		.4	1.4	260.	4.		
590	801015		3.2	1.3	330.	13.		
600	801112		.4	.6	230.	3.		
600	800917		.3	1.4	260.	7.		
600	801015		.5	1.6	320.	4.		

FILKODE: OTRA		NAVN: OTRA					OVERVAKNING						
LOK	A M D R N G	PH	K20	NA	K	CA	MG	AL	SULF	CL	NO3N	ALK4.5	ALK4.0
450	800114	4.95	25.6			.96	.31						
450	800311	5.06	25.8			1.05	.44						
450	800415	4.90	30.5			1.35	.46						
450	800519	5.06	23.2			.96	.43						
450	800511	5.86	19.4			1.03	.37						
450	800714	5.17	21.8			1.05	.51						
450	800319	4.96	28.0			1.39	.72						
450	800915	5.22	18.8			.94	.39						
450	801019	4.69	29.0			1.02	.36						
450	801118	5.45	20.8			.81	.51						
450	801215	5.13	21.2			1.12	.42						
453	800114	5.01	23.7			.90	.28						
453	800311	4.89	21.2			1.37	.52						
453	800416	4.93	29.9			1.52	.55						
453	800519	5.03	23.8			.98	.46						
453	800611	5.21	20.7			1.01	.35						
453	800714	4.85	23.6			.93	.47						
453	800819	5.03	24.3			1.10	.65						
453	800915	5.32	21.2			.94	.43						
453	801019	4.74	26.9			1.03	.33						
453	801118	5.23	24.6			.86	.76						
453	801215	5.19	19.6			1.11	.40						
457	800114	5.15	30.7			.92	1.64						
457	800311	4.95	24.8			1.04	.42						
457	800416	5.02	30.1			1.36	.49						
457	800519	5.08	24.0			1.00	.49						
457	800611	4.95	27.9			1.01	.45						
457	800714	5.01	22.8			.88	.61						
457	800919	5.00	22.0	1.57	.19	.97	.54	130.	4.6	2.5	70.	.29	1.15
457	800915	5.12	21.0	1.32	.20	.91	.40	110.	3.5	2.3	120.	.30	1.16
457	801019	4.73	27.5	1.53	.28	1.01	.34	230.	4.8	3.1	140.	1.00	.16
457	801118	5.35	21.3	1.49	.27	.78	.50	130.	4.7	2.4	160.	.34	1.09
457	801215	5.51	19.8	1.37	.31	1.20	.50	100.	4.0	2.4	150.	.46	1.24
458	801019	4.75	27.1	1.66	.25	.98	.37	230.	4.7	0.0	150.	.99	.18
458	801118	5.35	21.4	1.64	.23	.76	.44	140.	4.4	2.7	150.	.32	1.16
458	801215	5.66	19.6	1.47	.31	1.18	.46	110.	3.8	2.4	150.	.45	1.23
459	800114	5.74	20.2			1.12	.19						
459	800311	5.96	20.4			1.17	.26						
459	800415	5.44	30.3			1.70	.38						
459	800519	5.72	15.6			.92	.25						
459	800611	5.84	14.6			1.06	.23						
459	800714	5.53	14.3			.91	.22						
459	800819	5.92	20.3	1.44	.40	1.51	.21	70.	3.0	2.5	170.	.75	1.58
459	800915	6.10	23.2	1.43	.36	1.84	.29	70.	3.1	2.6	180.	.79	1.65
459	801019	4.95	22.0	1.27	.24	.96	.24	220.	4.1	2.4	140.	1.08	.26
459	801118	5.31	18.4	1.14	.26	.85	.25	110.	3.4	2.2	200.	.28	1.03
459	801215	5.76	23.3	1.59	.47	1.45	.29	100.	3.7	2.8	190.	.48	1.25
463	800114	5.21	23.6			.93	.23						
463	800311	5.28	16.0			.91	.22						
463	800416	5.22	26.6			1.16	.35						
463	800519	5.63	16.3			.89	.21						
463	800611	5.72	17.0			1.07	.25						
463	800714	5.82	13.3			.79	.20						
463	800819	5.44	12.5	.78	.14	.83	.14	90.	2.4	1.3	110.	.39	1.21
463	800915	5.45	14.2	.85	.16	.85	.16	100.	2.5	1.4	130.	.40	1.25
463	801019	4.97	20.3	1.21	.23	.90	.22	210.	4.0	2.3	130.	1.08	.28
463	801118	5.41	15.5	.97	.25	.69	.22	160.	3.1	1.8	150.	.36	1.11
463	801215	5.31	15.9	1.06	.28	.96	.22	100.	3.0	1.8	150.	.45	1.21
503	800715	5.88	12.8	.74	.18	.97	.18	60.	2.6	1.1	110.		
503	800915	5.64	11.9	.70	.14	.71	.13	90.	2.2	1.2	110.	.42	1.21
503	800915	5.79	14.0	.86	.21	.96	.16	90.	2.8	1.3	150.	.46	1.30
503	801015	5.30	14.8	.96	.19	.82	.19	130.	3.1	1.6	130.	.34	1.14
503	801116	5.62	14.2	.88	.22	.94	.20	70.	2.6	1.6	140.	.39	1.11
503	801215	5.56	14.2	.91	.21	.90	.19	70.	2.3	1.6	130.	.36	1.08
535	800715	5.83	11.2	.72	.19	.82	.16	60.	2.2	1.1	120.		
535	800818	6.02	12.6	.77	.28	.81	.13	50.	1.9	1.3	140.	.60	1.44
535	800916	5.80	16.1	1.15	.84	.93	.15	80.	2.4	1.6	80.	.61	1.48
535	801015	5.82	13.4	.88	.55	.89	.15	50.	2.0	1.5	110.	.52	1.32
535	801116	5.96	15.4	.94	.34	1.17	.20	30.	2.5	1.6	180.	.57	1.27
535	801215	5.62	13.1	.84	.25	.84	.18	100.	2.2	1.4	80.	.39	1.12
564	800917	5.97	14.3	.99	.24	1.07	.18	90.	2.5	1.3	50.	.53	1.36
564	801015	5.84	14.7	.99	.16	1.08	.20	70.	3.1	1.5	70.	.49	1.28
564	801112	6.06	19.6	1.17	.22	1.16	.30	60.	4.2	1.8	140.		
590	800917	6.35	11.9	.84	.32	1.03	.15	10.	1.3	1.0	120.	.76	1.60
590	801015	6.38	12.0	.70	.12	1.06	.16	10.	1.6	1.2	110.	.73	1.51
590	801112	6.27	12.5	.72	.14	.79	.18	250.	1.7	1.3	190.		
600	800917	6.40	11.7	.75	.19	1.03	.14	10.	1.2	1.2	120.	.71	1.53
600	801015	6.49	11.7	.63	.12	1.06	.16	M 10.	1.4	1.1	110.	.74	1.49
600	801112	6.45	13.7	.69	.14	.94	.20	30.	1.6	1.2	160.		