

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse:  
Postboks 333, Blindern  
Oslo 3

Brekke 23 52 80  
Gaustadalleen 46 69 60  
Kjeller 71 47 59

Rapportnummer:  
0-80002-08

Undernummer:  
VI

Løpenummer:  
1655

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:

Otra 1983. Rutineovervåking  
Overvåkingsrapport 145/84

Dato:  
13. juli 1984

Prosjektnummer:  
0-80002-08

Forfatter(e):

Magne Grande  
Richard F. Wright

Faggruppe:

Geografisk område:  
Aust-Agder

Antall sider (inkl. bilag):  
45

Oppdragsgiver:

Statens forurensningstilsyn, Oslo  
(Statlig program for forurensningsovervåking)

Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):

Ekstrakt:

Vannkvaliteten i Otra var i 1983 som 1982 særlig påvirket av sur nedbør, industrielt avløpsvann og reguleringsinngrep. Vannet er surt ovenfor Vennesla og blir ytterligere forsuret etter utslipp fra industribedriftene i Vennesla. Vannet blir her så surt at laks og aure ikke kan reprodusere eller leve i lengre tid. I perioder vil også laks forgiftes i Otra ovenfor Vennesla mens aure klarer seg. En ytterligere reduksjon av syretilførselene til Otra er nødvendig for å bedre forholdene. Nedenfor Vennesla skjer også en markert økning i fosforkonsentrasjonene og organisk stoff. Dette fører til øket vekst av sopp.

4 emneord, norske: Statlig program

1. Overvåkingsrapport 145/84

2. Otra

3. Vannkraftutbygging

4. Sur nedbør

Treforedlingsindustri  
Rutineovervåking 1983

4 emneord, engelske:

1. Monitoring

2. Otra

3. Hydroelectric power

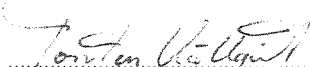
4. Acid precipitation

Pulp and paper industry

Prosjektleder:

  
Magne Grande

Divisjonssjef:

  
Torsten Källqvist

For administrasjonen:

  
J.E. Samdal

Lars N. Overrein

ISBN 82-577-0826-7



# Statlig program for forurensningsovervåking

0-80002-08

OTRA 1983

Overvåkingsrapport 145/84

Oslo, juni 1984

Forfattere:

Magne Grande  
Richard F. Wright

For administrasjonen:

John Erik Samdal  
Lars N. Overrein

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

	Side:
FORORD .....	4
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON .....	5
1. INNLEDNING .....	7
2. RESULTATER OG DISKUSJON .....	9
2.1 Rutineovervåking av fysisk/kjemiske forhold .....	9
2.1.1 Reguleringer .....	9
2.1.2 Sur nedbør .....	12
2.1.3 Eutrofiering .....	14
2.1.4 Industriutslipp .....	17
2.2 Spesielle undersøkelser i nedre Otra .....	26
2.2.1 Innledning .....	26
REFERANSER .....	36
VEDLEGG .....	37 - 41

F O R O R D

Overvåking av Otra administreres og koordineres av Statens forurensnings-tilsyn (SFT) og er finansiert med midler fra SFT, Vassdragsrådet for nedre Otra og Oteraaens Brukseierforening.

Som i tidligere år har Vest- og Aust-Agder fylker, Vassdragsrådet for nedre Otra og SFT bidratt til utarbeidelse av programmet og til prøvetaking og analyser. Aust-Agder fylkeslaboratorium for vannanalyser har stått for prøvetaking av vannprøver fra øvre Otra. Kjemianalysene ble utført ved Aust-Agder og ved NIVA.

I/S Øvre Otra ved Brokke kraftverk, H. Heistad, I. Haugen, og Kristiansand kommune har hjulpet med prøvetaking. Oteraaens Brukseierforening har skaffet vannføringsdata. I samarbeid med NTNFs program "Prøvenett for miljøovervåking" ble det opprettet automatiske målestasjoner for fysisk/kjemiske parametere ved Hunsfoss og Vigeland. Driften av disse har vært ivarettatt av Hunsfos Fabrikker A/S ved Sigurd Gundersen og A/S Vigelands Brug ved Roald Hansen, Helge Fossnes, og Per Strand. Angelo Tambini har vært behjelpelig med observasjoner i Otra, opplysninger om fiskeforhold og innsamling av fisk til analyser. Vi takker alle for godt og velvillig samarbeid i 1983.

Ved NIVA har Magne Grande hatt ansvaret for de biologiske undersøkelsene og Richard Wright for de rutinemessige kjemiske undersøkelsene. Sigbjørn Andersen har deltatt i feltarbeidet og bearbeidet biologisk materiale. Arne Veidel har montert målestasjoner ved Hunsfoss og Vigeland.

Oslo, mai 1984

---

Magne Grande

## SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

1. Statlig Program for Forurensningsovervåking av Otra 1983 omfattet kjemiske rutineprøver fra 12 stasjoner. Spesialundersøkelser som omfattet kjemi og biologi ble i 1983 konsentrert om tersklene i Valle og industriforurensningene i nedre Otra. Undersøkelsene i Valle rapporteres særlig.
2. Vannet i Otra er fra naturens side surt og har et lavt innhold av salter og organisk stoff. Vegetasjon og fauna er preget av arter tilpasset denne vanntype.
3. Sur nedbør har ført til at Otra er blitt surere. Vannet er imidlertid ennå ikke surere enn at det er høy tetthet av aure i hele elva ned til Vennesla. Forsøk i forsøksanlegg ved Vennesla indikerer at vannet i perioder er for surt for overlevelse av lakseyngel også ovenfor industribedriftene.
4. Utslipp fra treforedlingsbedriftene i Vennesla fører til at vannet herfra og ned til sjøen blir surere og får et øket innhold av organisk stoff. Påvirkningen er størst når vannføringen er lavest. Den økede surhet resulterer i at bare bekkerøye av laksefiskene (laks, aure, regnbueaure, bekkerøye) kan leve på denne strekningen i lengre tid. Fisken får imidlertid usmak på grunn av forurensningene. Oppgangen av laks er liten og bare enkelte individer som stammer fra andre elver eller utsettinger blir fisket. Løste organiske stoffer fører til øket vekst av sopp som sammen med partikkeltransport gir ulemper for utøvelse av fiske, bading og rekreasjon.
5. Vassdragsreguleringer gir redusert vannføring på flere strekninger. Det fører bl.a. til at vannet kan bli surere på grunn av øket innflytelse av lokale sure tilsig.
6. Boligkloakk og avrenning fra jordbruk har liten innflytelse på hovedvannmassene i Otra ned til Vennesla. Fra Vennesla og ned skjer en markert økning av fosforkonsentrasjonene. I 1983 var årsmiddelkonsentrasjonene henholdsvis 6 og 10 µg P/l ved Steinsfoss og Skråstad.

7. Undersøkelsene i 1983 har ikke påvist vesentlige endringer i situasjonen i forhold til 1982.
  
8. Det er av særlig stor betydning å redusere surheten i Otra. Dette gjelder først og fremst nedre del, men også på enkelte regulerte strekninger i Øvre Otra (Henkni) kan dette være aktuelt. Kalking og endring i produksjonsprosessene ved industribedriftene i Vennesla samt endring i manøvreringsreglement er tiltak som bør vurderes. Det bør også skje en reduksjon av tilførslene av organisk stoff og fosfat til nedre Otra.

## 1. INNLEDNING

Overvåking av Otra er en videreføring av tidligere undersøkelser i vassdraget. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har vært med 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 statlige overvåkingsprogram i 1980 ble overvåking av øvre Otra påbegynt, og overvåkingen av de øvre og nedre deler av vassdraget ble slått sammen i et sammenhengende program (Wright og Grande, 1981).

Otravassdraget med 3 730 km<sup>2</sup> nedbørfelt er et av Sørlandets største vassdrag. Otra strekker seg ca. 240 km fra høyfjellsterreng på 1 300 - 1 400 m.o.h. ved Hovden til den munner ut i Kristiansandfjord. Middell vannføring er 84 m<sup>3</sup>/s ved Brokke kraftverk, 117 m<sup>3</sup>/s ved utløpet av Byglandsfjord og 155 m<sup>3</sup>/s ved Vigeland (ca. 10 km fra Kristiansand) (figur 1 a).

Forurensningen av 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 næringssalter finnes på enkelte strekninger.

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

Overvåkingsprogrammet og stasjonsplasseringen figur 1 a og b, (tabell 1) er utarbeidet slik at påvirkningen av alle faktorene følges. Programmet omfatter 4 deler - rutineovervåking-kjemi, rutineovervåking-biologi, spesielle undersøkelser av øvre Otra og spesielle undersøkelser i nedre Otra. I 1983 ble det ikke foretatt befaring med innsamling av biologiske prøver i øvre Otra. De spesielle undersøkelsene er studier som gjennomføres en eller flere ganger, men ikke rutinemessig hvert år. For 1983 var spesielle undersøkelser i øvre Otra rettet mot tersklene ved Valle. Rapportering her skjer i 1984 i særskilt rapport. Spesielle undersøkelser i nedre Otra i 1983 var konsentrert om instal-

lasjon og drift av automatiske målestasjoner for kjemisk/fysiske analyser og forsøk med fisk ved Hunsfoss og Vigeland.

I tillegg til det statlige overvåkingsprogram har Aust-Agder fylke egne undersøkelser i øvre Otra. Prøvetaking og analyser utføres ved Aust-Agder Fylkeslaboratorium for Vannanalyser. Stasjonsplasseringen og analyseresultatet er gjengitt her i vedlegg 2 og 3.

Tabell 1. Stasjonsplassering for rutinekjemi-prøver, overvåking av Otra, 1982. Lokalitetsnummer refererer til kilometer nord-syd på UTM nett på 1:50 000 topografiske kart (se også vedlegg 3).

Lokalitet Nr.	Sted	Kommentar
610	Breidv., utløp	Bakgrunnsstasjon
600	Hartevatn	Ny regulering fra juni 1982
590	Hoslemo	Redusert vannføring fra juni 1982
564	Valle	Redusert vannføring fra 1976 og 1982
535	Ose bro	Nedstrøms Brokke kraftstasjon
503	Byglandsfj., utløp	
463	Steinsfoss	Ovenfor Vennesla tettsted
460	Oppstrøms Hunsfos	Nedenfor Vennesla, Ovenfor Hunsfos fabrikker
458	Hallandsfoss	Nedenfor Hunsfos Fabrikker
457	Vigeland	Nedenfor Norsk Wallboard
453	Hagen	Nedenfor Høiebekken
450	Skråstad	Ovenfor Kristiansandsfjorden



## 2. RESULTATER OG DISKUSJON

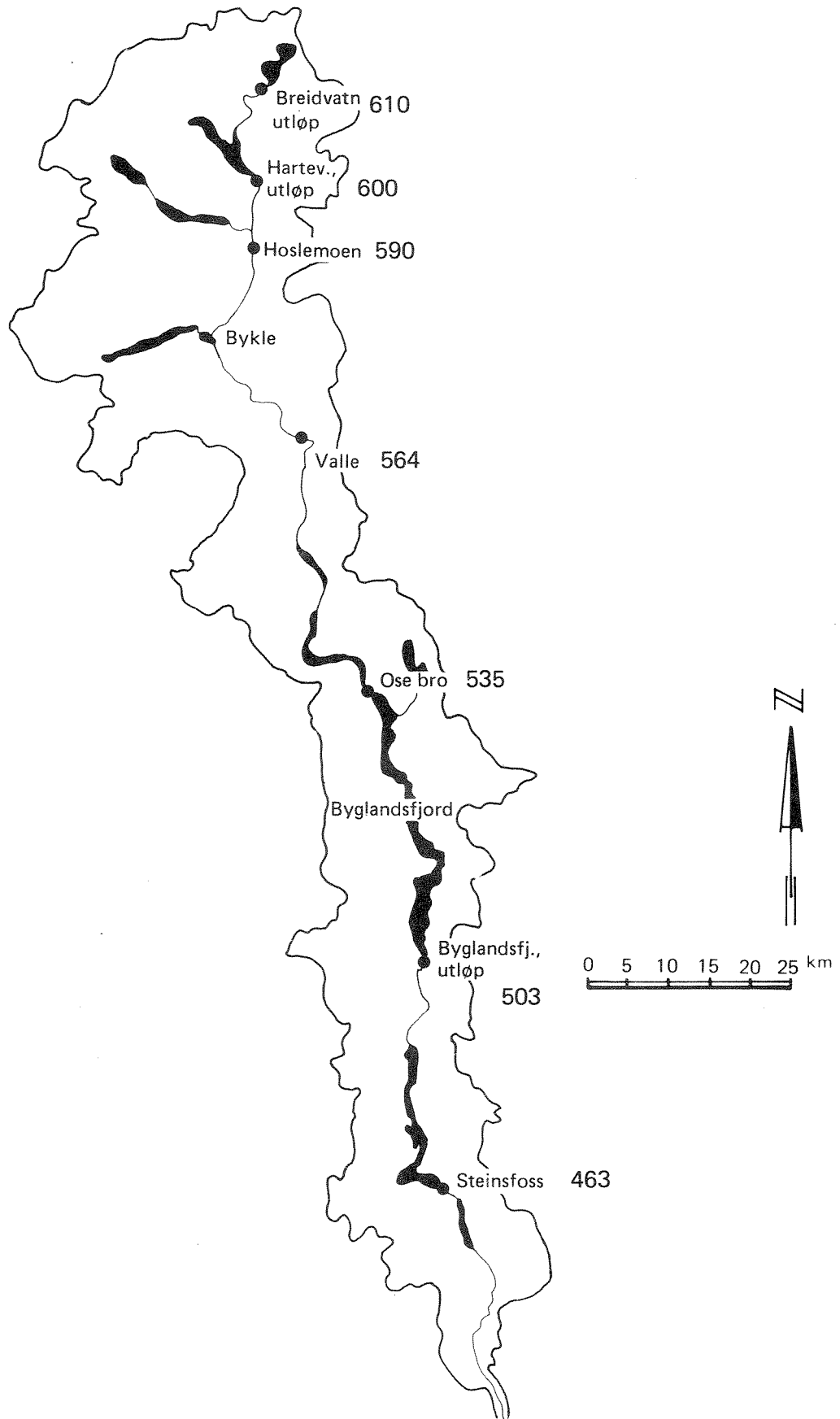
### 2.1 Rutineovervåking av fysisk/kjemiske forhold

I 1983 ble vannprøver tatt månedlig ved 12 rutinestasjoner (figur 1 a og 1 b). Prøvene fra Otras øvre del ble analysert for pH, lednings- evne, total-fosfor, total-nitrogen, turbiditet og oksygenforbruk (per- manganat) ved Aust-Agder Fylkeslaboratorium for Vannanalyse. De øvr- ige prøvene og parametrene ble analysert ved Norsk institutt for vann- forskning (NIVA). Analyseresultatet for samtlige prøver er satt opp i tabell i vedlegg 2.

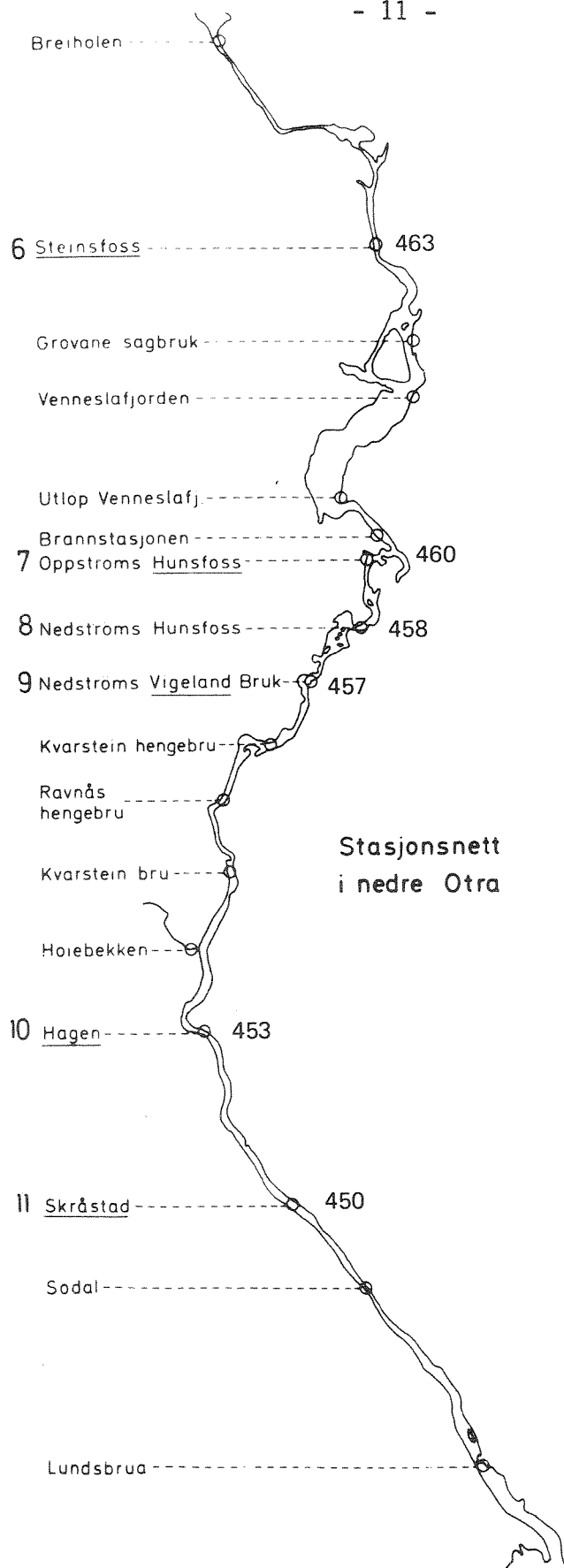
For hovedionene er konsentrasjoner oppgitt i mikroekvivalenter pr liter ( $\mu\text{ekv./l}$ ) istedenfor milligram pr liter. Omregningen til milliekvi- valenter er foretatt ved å dividere milligram med molekylvekt (eller atomvekt) og multiplisere med ladningen (f.eks.  $2 \text{ mg/l SO}_4^{2-}/96 \text{ g/mol} \cdot 2 = 0,041 \text{ mekv./l}$ ;  $0,041 \text{ milliekvivalent/liter} \cdot 1000 = 41 \mu\text{ekv./l}$ ). 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  $1,7 \text{ mg/l kalsium} (= 85 \mu\text{ekv./l})$ ).

#### 2.1.1 Reguleringer

Otra har vært regulert for produksjon av elektrisk kraft siden 1900 (Rørslett et al. 1981 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 tunneller og "takrennesystem" 27 km ned til Brokke kraftverk, syd for Valle. Fra 1977 ble Otra overført gjennom tunnel fra Sarvsfoss til Botsvatn. Dermed har strekningen mellom Bykil og Brokke kraftverk sterkt redusert vannfør- ing (figur 2). Overvåkingsstasjonen ved Valle kan derfor betraktes som "sideelv"-stasjon, i og med at vannet fra Otravassdraget ledes gjennom tunnelsystemet.



Figur 1 a. Stasjonsplassering - vannkjemi øvre Otra. Tallene angir lokalitetsnummer i km nord-syd på UTM grid.



Figur 1 b. Stasjonsplassering - vannkjem i nedre Otra.

Fra juni 1982 ble også vannføringen over strekningen Hartevatn - Sarvsfoss sterkt redusert (figur 2). Overvåkingsstasjon ved Hoslemo blir i likhet med Valle en "sideelv" stasjon med tilrenning hovedsakelig fra restnedbørfeltet.

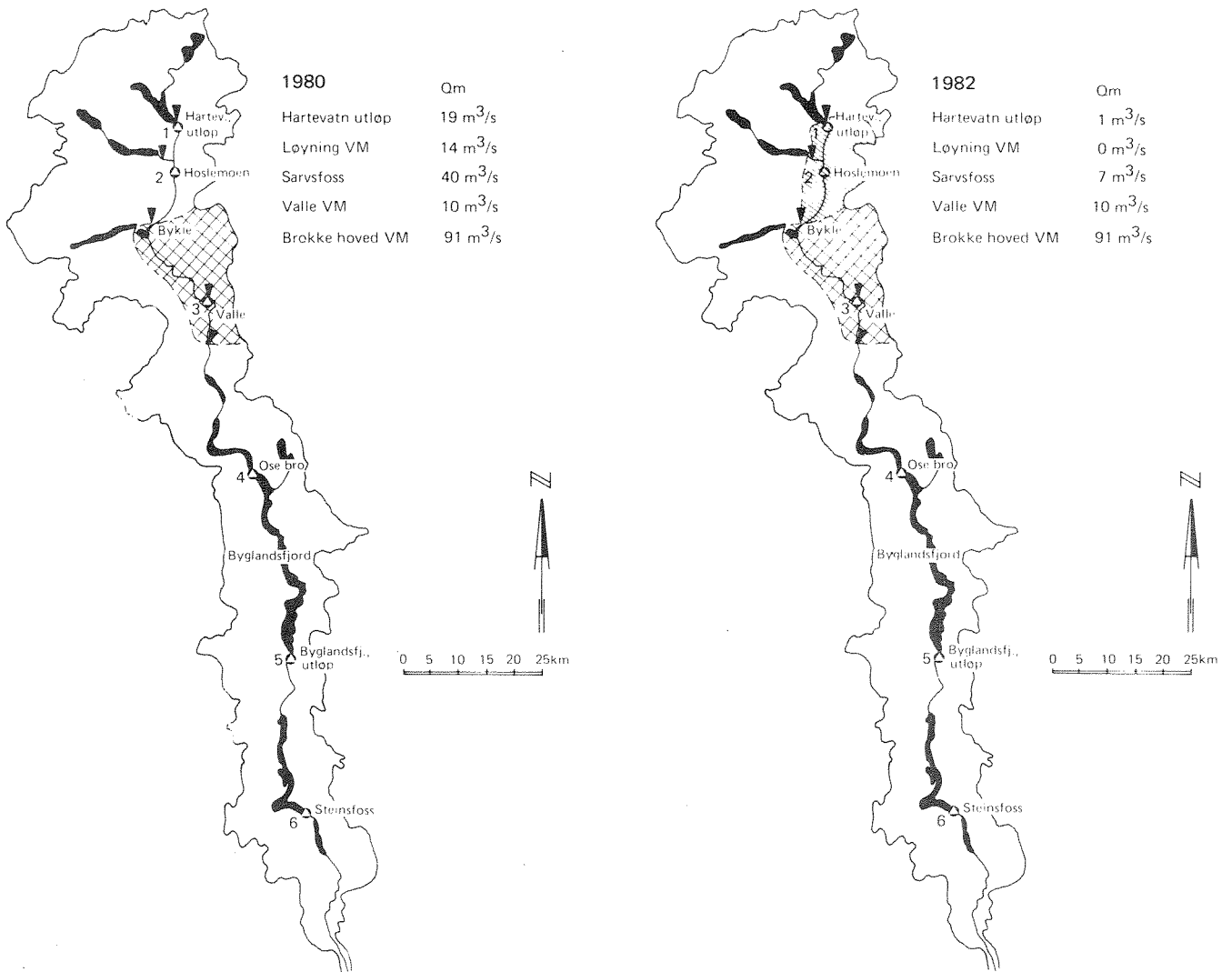
Tabell 2. Vannkraftutbygging i øvre Otra utført ved I/S Øvre Otra.

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 1983	Byggetrinn III	Overføring Otra fra Harte- tevatn - Vatnedalsv. -Botsv. og nytt kraftverk Hølen.	2275 mill. kWh
	Byggetrinn IV	Ikke konsesjonsgitt	

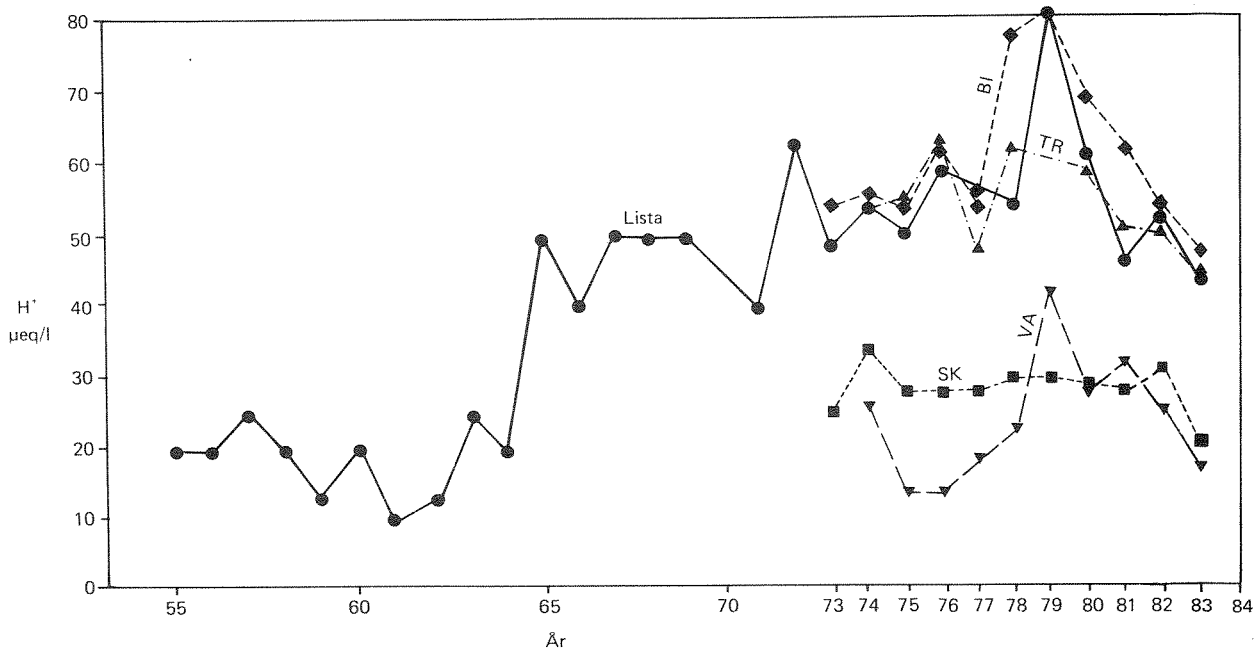
### 2.1.2 Sur nedbør

Otras nedbørfelt, i likhet med resten av Sørlandet, mottar betydelig tilførsel av sure komponenter gjennom nedbør og tørravsetning av SO<sub>2</sub>-gass og svovelholdige partikler. Nedbørens surhetsgrad varierer fra ca. pH 4,2 ved kysten til ca. 4,6 øverst i vassdraget. Norsk institutt for luftforskning (NILU) driver 5 nedbørkjemiske stasjoner i nærheten av Otras nedbørfelt (figur 3). Disse har vært i drift siden 1972-73. Ved Lista har nedbørkjemi blitt målt siden 1955. Disse data viser ingen klar endring i nedbørens pH i de siste 10-år og heller ikke i 1983 (figur 3).

Gradienten i nedbørens surhet fra kysten til høyfjellet gjenspeiles i surheten og forsuring i Otra selv (figur 4). Årsmiddel pH for 1983 ved overvåkingsstasjonene var ikke vesentlig endret i forhold til 1981 og 1982.



Figur 2. Reguleringsinngrep i øvre Otra. Skraverte felt er lokalnedbør-felt til de strekningene som har sterkt redusert vannføring i dag (1982).  $Q_m$  er middel vannføring.

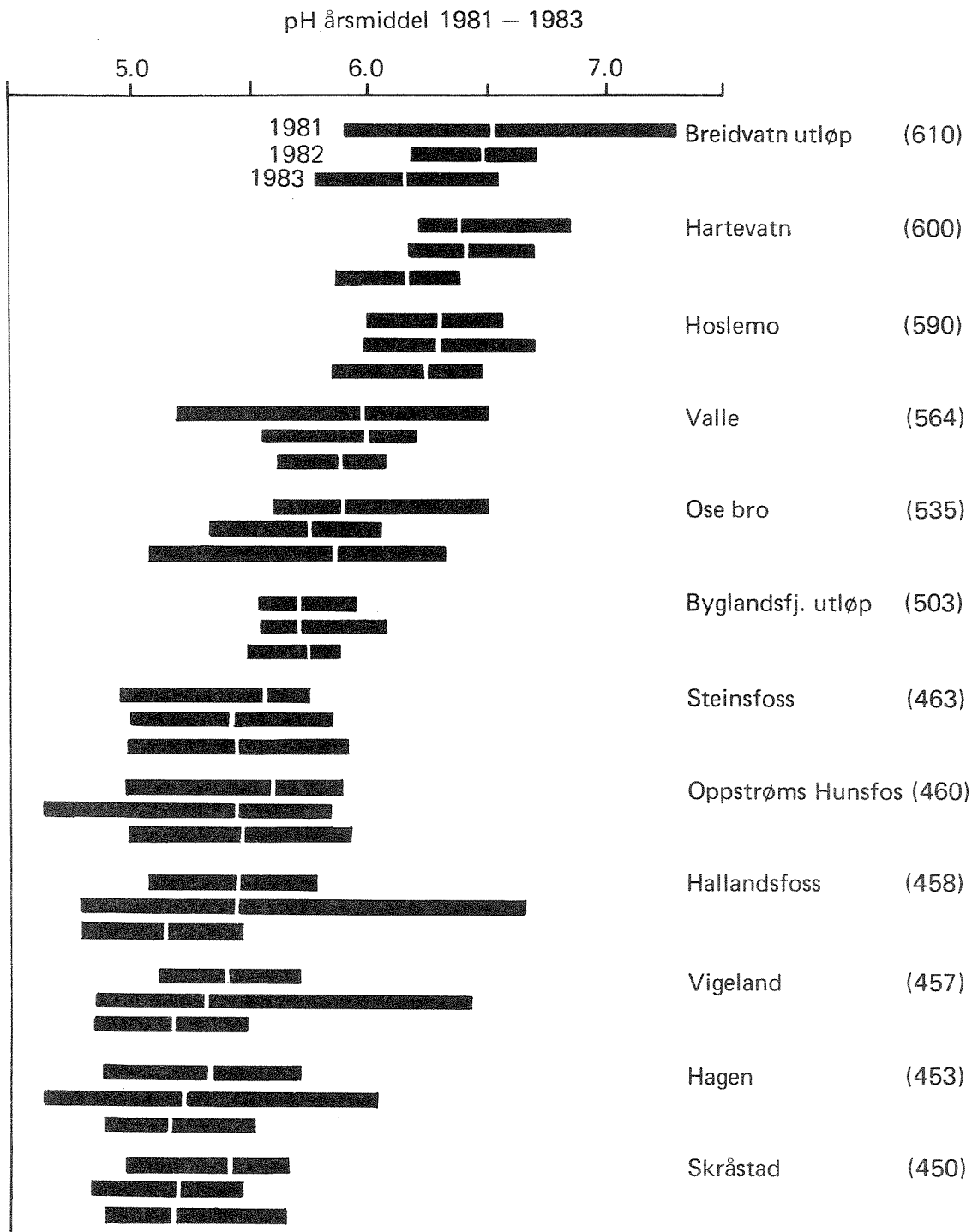


Figur 3. Veiet årsmiddel for  $H^+$  i nedbør ved 5 stasjoner på Sørlandet. Data for Lista for perioden 1955-1983 er fra International Meteorological Institute, Stockholm. Data ellers fra Norsk institutt for luftforskning. (BI = Birkenes, TR = Treungen, SK = Skreådalen, VA = Vatnedalen).

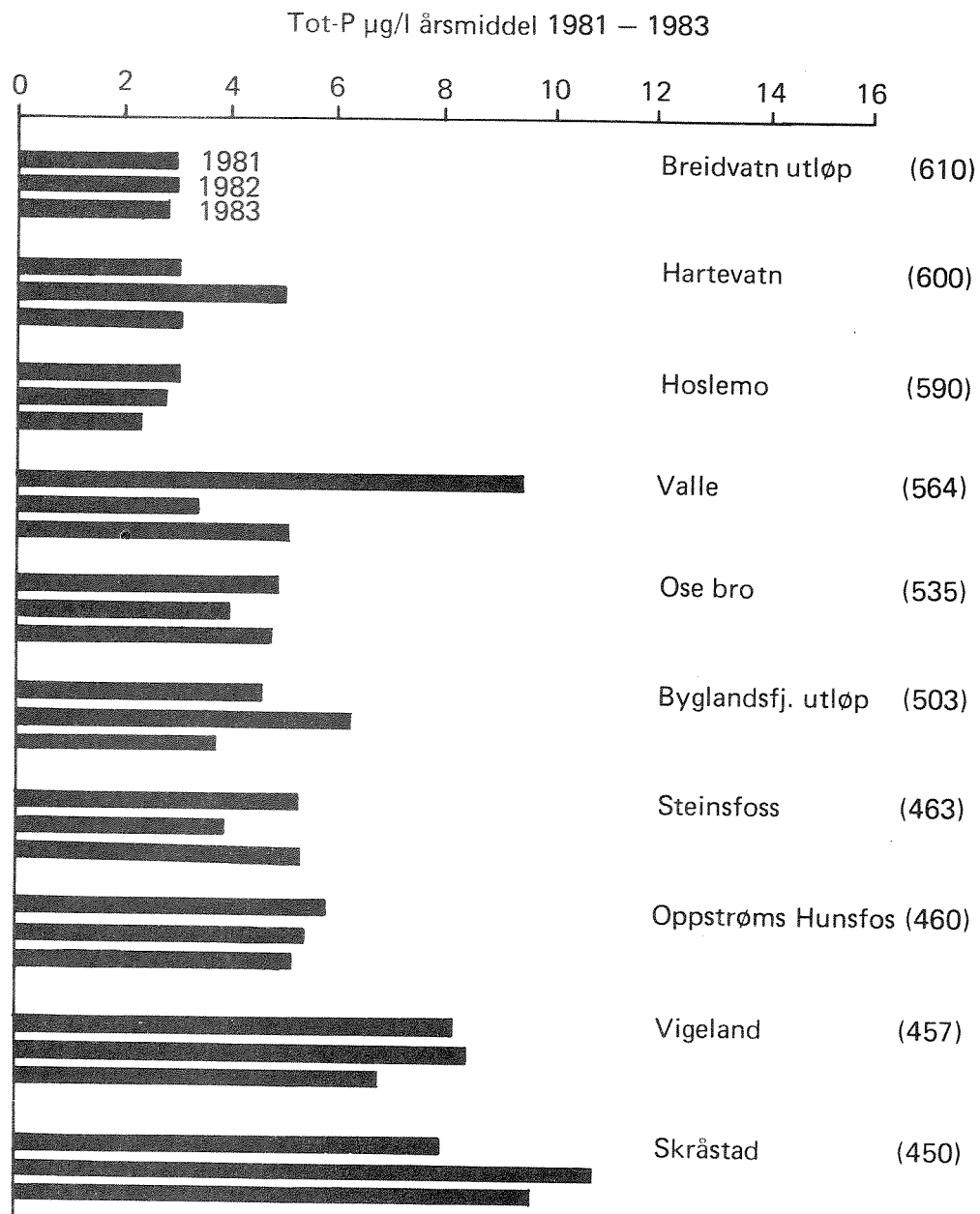
### 2.1.3 Eutrofiering

Eutrofieringsutviklingen er best målt ved biologiske parametre, men kjemiske målinger kan gi et grovt bilde. De kjemiske målingene som er foretatt ved overvåking av Otra i 1983 og tidligere år indikerer at elva er oligotrof ved samtlige stasjoner. Årsmiddelkonsentrasjonene er total fosfor i 1983 ligger under  $10 \mu\text{g P/l}$  (figur 5). Årsmiddelkonsentrasjonen av total fosfor øker langs vassdraget fra ca.  $3 \mu\text{g P/l}$  øverst ved Breidvatn til ca.  $10 \mu\text{g P/l}$  nederst ved Skråstad (figur 5). Konsentrasjonene var ikke vesentlig endret i forhold til tidligere år.

Økningen i total fosfor-konsentrasjoner i nedre Otra skyldes både kloakkutslipp, tilførsler fra jordbruk og industriutslipp (se Grande et al. 1982 for en oversikt over forurensningstilførsler til nedre Otra). Ved en middel vannføring på  $170 \text{ m}^3/\text{s}$  er transport av total fosfor ca. 28 tonn/år ved Steinsfoss og 42 tonn/år ved Skråstad. I likhet med 1981 og 1982 stemmer forskjellen godt overens med de beregnede tilførsler av total fosfor over denne strekningen av ca. 8 tonn fosfor fra kloakk og jordbruk og 8 tonn fra industrien.



Figur 4. Årsmiddel, maksimum og minimum pH i 1981, 1982 og 1983 i rutineprøver fra Otra.



Figur 5. Årsmiddelkonsentrasjon av total-fosfor i 1981, 1982 og 1983 i rutineprøver fra Otra.

Av andre plantenæringsstoffer er nitrogen viktig. Total nitrogen-konsentrasjoner i 1983 i Otra viser en økning fra ca. 160  $\mu\text{g/l}$  øverst til ca. 320  $\mu\text{g N/l}$  nederst i vassdraget (figur 6).



For nedre Otra kan 1983 resultatene for tot-P og tot-N sammenlignes med overvåkingsdata fra 1974-75 til 1982. For total fosfor er det ingen klar tidstrend, og samtlige år viser en økning i konsentrasjon fra Steinsfoss til Skråstad (figur 7). For total nitrogen er det heller ingen tidstrender over perioden 1974-75 til 1983. Konsentrasjoner er med få unntak omtrent like ved alle stasjoner innen hvert år (figur 8).

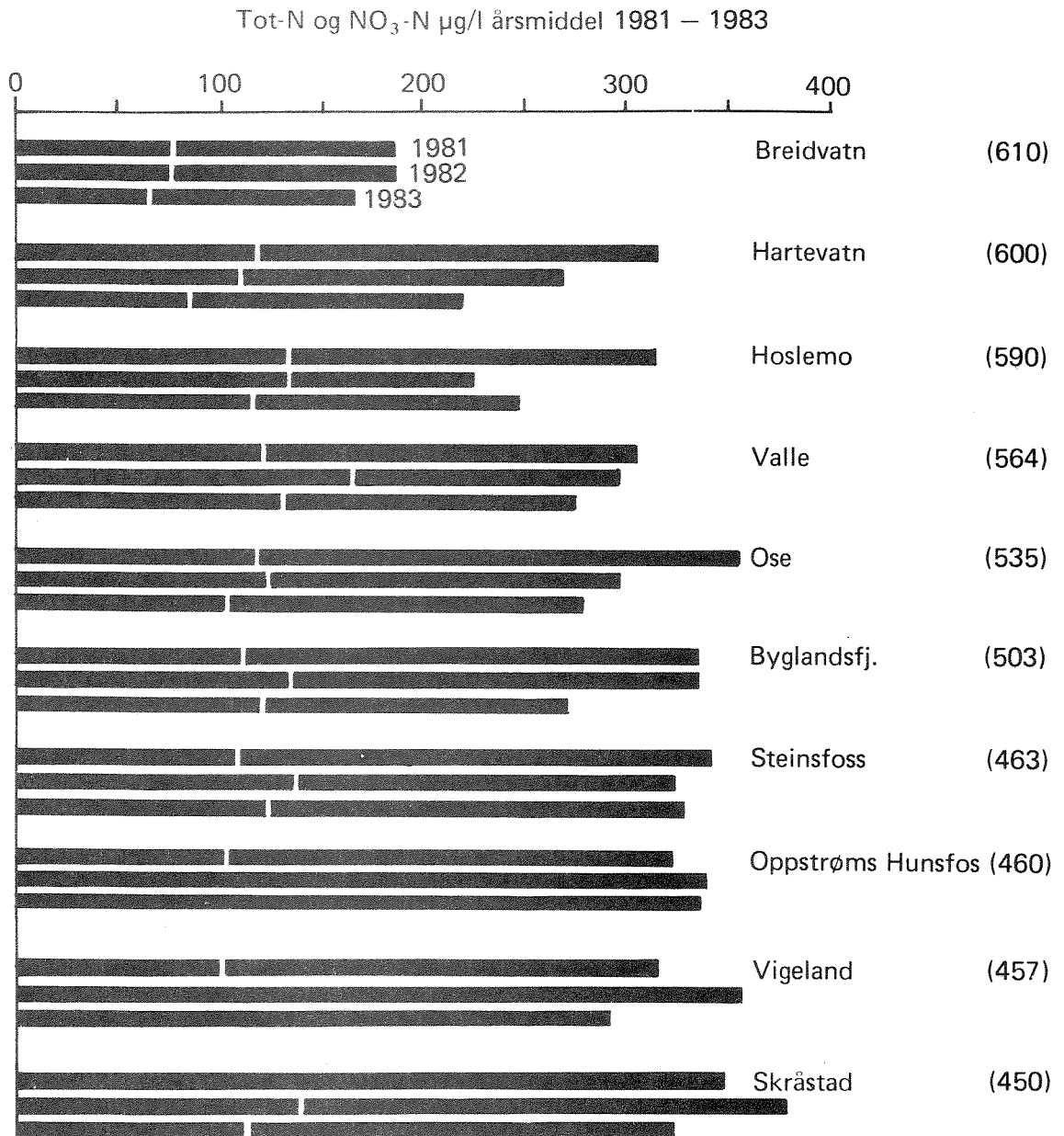
#### 2.1.4 Industriutslipp

Vannkvaliteten i nedre Otra påvirkes sterkt av utslipp fra industri, først og fremst treforedlingsbedriftene Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard. I øvre Otra er det ingen industrielle utslipp av betydning.

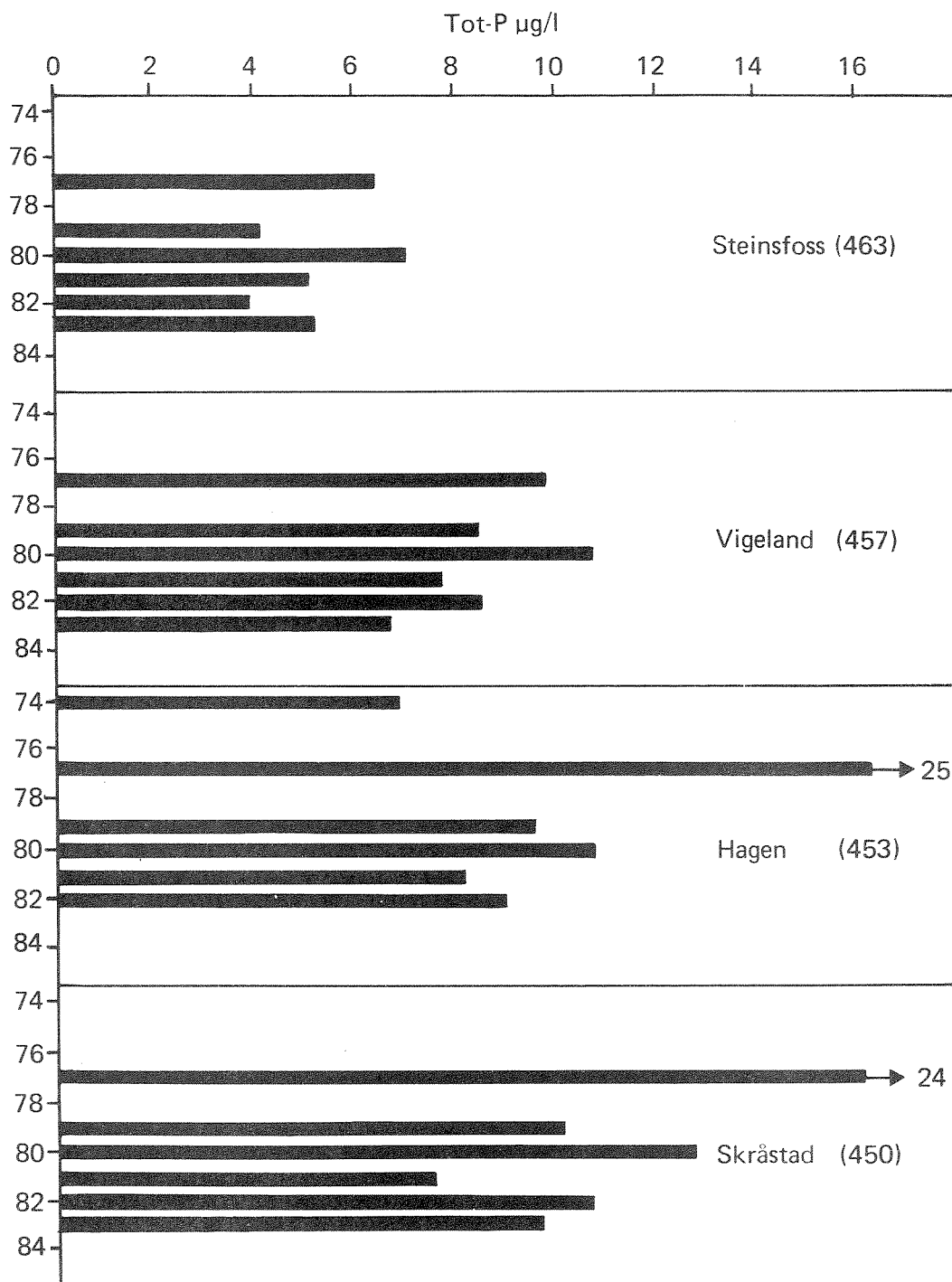
Tryland (1981) har undersøkt forurensningstilførsler fra disse 2 bedriftene. Hunsfos Fabrikker har betydelige utslipp av bl.a. fiber, lett løselig organisk stoff, syre, sulfitt og klor-organiske komponenter. Fra Norsk Wallboard kommer fiber og løst organisk stoff.

I tillegg til treforedlingsindustri har Høie fabrikk (tekstil) utslipp til vassdraget via Høiebekken (Grande et al. 1982).

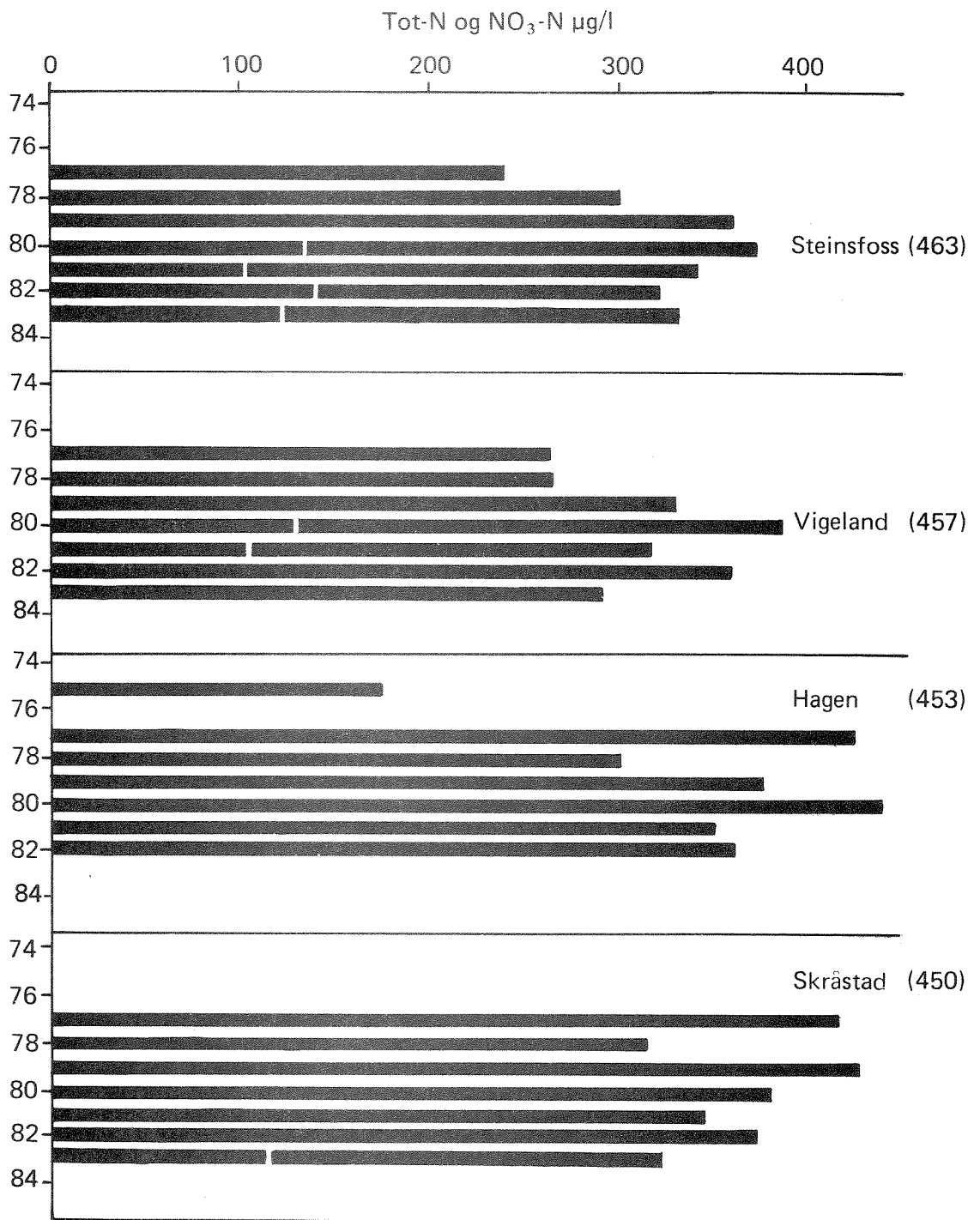
Også i 1983 viser rutineovervåkingen at industrielle utslipp påvirker elva sterkt. Konsentrasjon av organisk stoff ved permanganat-forbruk (mg oksygen/l) økte fra ca. 2 mg O/l ovenfor Hunsfos til ca. 3 mg O/l ved Vigeland nedenfor fabrikkene (figur 9). Ved en middel vannføring av  $170 \text{ m}^3/\text{s}$  tilsvarer økningen ved Hunsfos ca. 8000 tonn/år og ved Norsk Wallboard ca. 5000 tonn/år, uttrykt som oksygenforbruk.



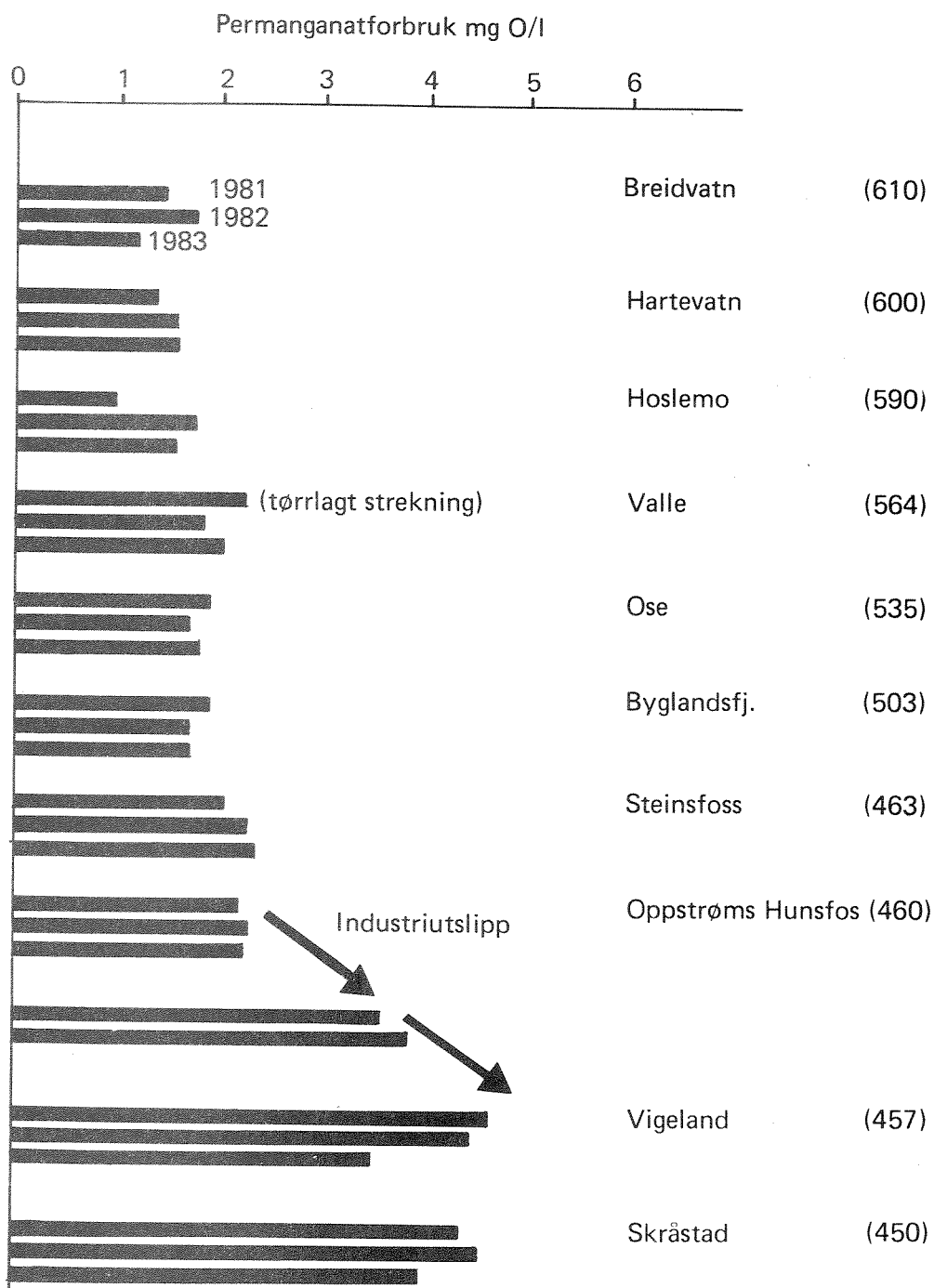
Figur 6. Årsmiddelkonsentrasjon av total-nitrogen (hele søylen) og nitrat-nitrogen (nedre del av søylen) i 1981, 1982 og 1983 i rutineprøver fra Otra.



Figur 7. Årsmiddelkonsentrasjon av total-fosfor i perioden 1974-1983 i rutineprøver fra Otra.



Figur 8. Årsmiddelkonsentrasjon av total-nitrogen (hele søylen) og nitrat-nitrogen (nedre del av søylen) i perioden 1974-1983 i rutineprøver fra Otra.

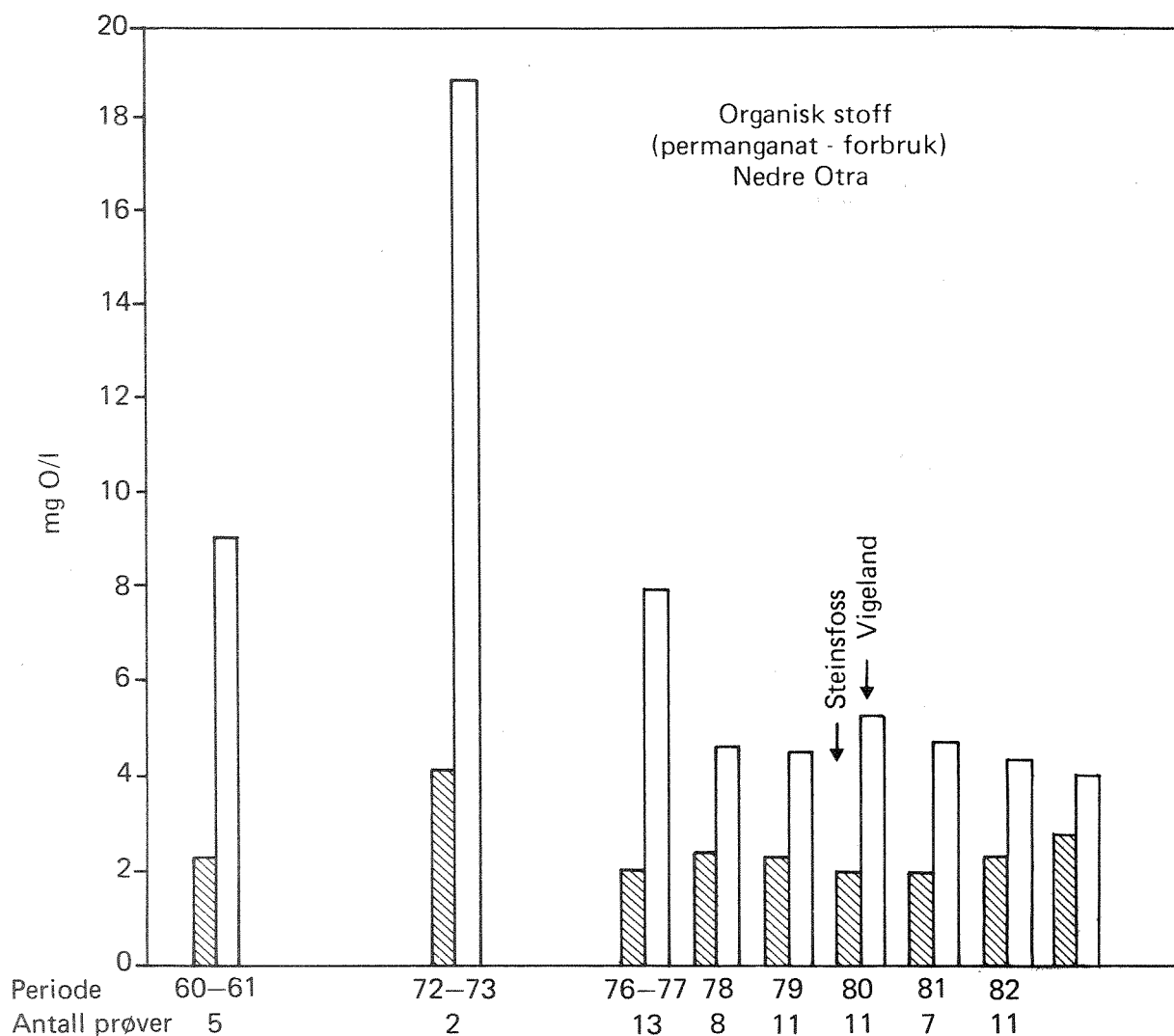


Figur 9. Årsmiddelkonsentrasjon av lett løselig organisk stoff (målt som oksygenforbruk med permanganat) i 1981, 1982 og 1983 i rutineprøver fra Otra.

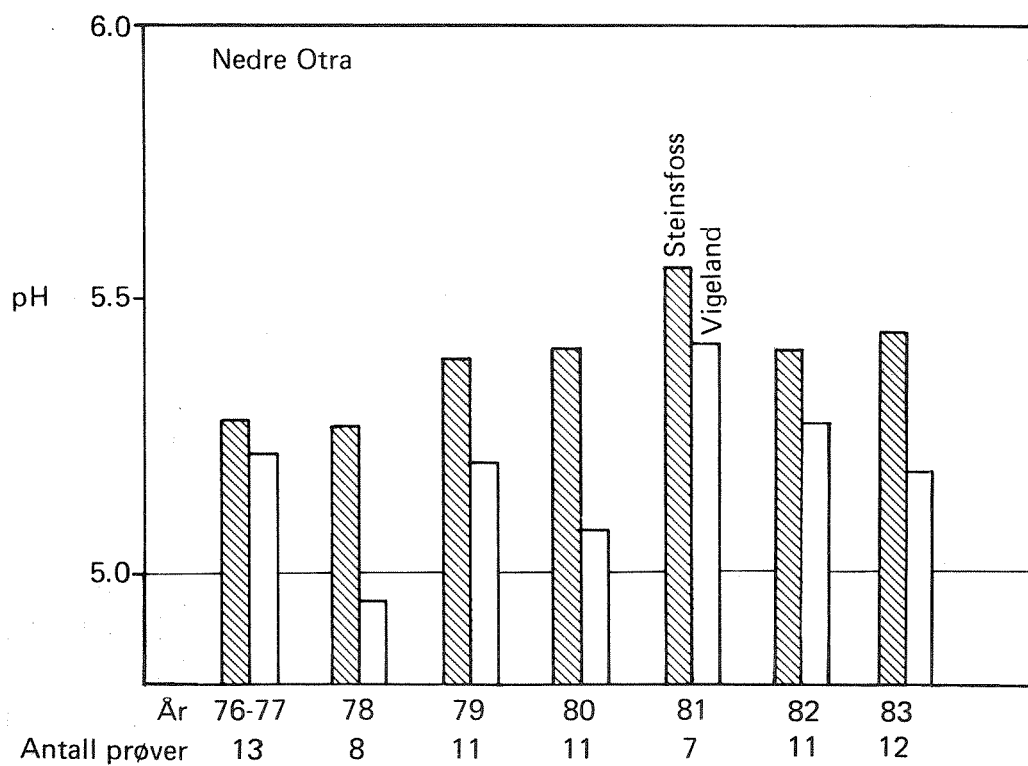
Disse tall stemmer noenlunde med estimerte utslipp fra bedriftene (Grande et al. 1982). Til sammenligning er belastningen av organisk stoff fra kloakk og jordbruk ubetydelig (ca. 200 tonn/år). Økningen i 1983 er i samme størrelse som i årene 1978-1982 (figur 10).

Også andre kjemiske parametre viser en endring i vannkvaliteten ved passering av treforedlingsbedriftene (tabell 3). Turbiditet og farge øker. Magnesium øker som følge av bruk av magnesium-sulfitt i prosessen.

Overvåkingsdata for 1981, 1982 og 1983 viser at tiltak i Hunsfos Fabrikker har ført til en endring av pH tilstanden i elva. Senkning av pH i elva ved passering av fabrikkene er i både 1981, 1982 og 1983 blitt betydelig mindre (tabell 3, figur 11), antagelig som følge av innføringen av oksygenbleking ved Hunsfos Fabrikker i 1980. (Se også avsnitt 2).



Figur 10. Middelkonsentrasjon av organisk stoff (målt som permanganatforbruk, mg O/l) ved Steinsfoss ovenfor og Vigeland nedenfor industriutslippene ved Vennesla. Siden 1977 har økningen i konsentrasjon blitt mindre som følge av rensetiltak ved fabrikkene. Utslippene er imidlertid fremdeles store nok til å gi en 50 % økning i konsentrasjonen av organisk stoff i elva.



Figur 11. Årsmiddel pH i Otra ved Steinsfoss og Vigeland for perioden 1976-1983.



Tabell 3. Endring i vannkvaliteten (aritmetisk middel av observasjoner) ved passering av Hunsfoss Fabrikker og Norsk Wallboard 1960-1982. 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	Vige-land	Diff.	Steinsfoss	Vige-land	Diff. %	Steinsfoss	Vige-land	Diff. %	Steinsfoss	Vige-land	Diff. %
1960-61	5	6,00	5,44	-0,54	2,3	9,0	+6,7 290	-	-	-	12	20	+8
1972-73	2	5,40	5,36	-0,04	4,1	18,9	+14,8 360	-	-	-	33	64	+31
1974-75	6	5,58	5,19	-0,39	-	-	-	1,1 (4)	+0,6	55	-	-	-
1976-77	13	5,28	5,22	-0,06	2,0	7,9	+5,9 300	0,6 (1)	+0,6	100	21	45	+24
1978	8	5,27	4,95	-0,32	2,4	4,6	+2,2 90	2,2	+1,6	270	33	60	+27
1979	11	5,39	5,20	-0,19	2,3	4,5	+2,2 100	1,7	+0,9	110	22(10)	35(10)	+13
1980	11	5,41	5,08	-0,33	2,0	5,3	+3,3 160	2,4	+1,8	300	18	39	+21
1981	7	5,56	5,42	-0,14	2,0	4,6	+2,6 130	1,7	+1,1	-	17	35	+18
1982	11	5,39	5,29	-0,10	2,3	4,3	+2,3 100	-	-	-	20	44	+24
1983	12	5,44	5,19	-0,25	2,4	3,6	+1,2 50	-	-	-	-	-	-

Ar	Mg mg/l			Tot-P µg/l			Tot-N µg/l		
	Steinsfoss	Vige-land	Diff. %	Steinsfoss	Vige-land	Diff. %	Steinsfoss	Vige-land	Diff. %
60-61	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72-73	0,21	1,21	+1,00 480	7,5	8,0	+0,5 7	190	150	-40 -20
74-75	0,26 (1)	0,92 (1)	+0,66 250	5,8	7,0	+1,2 20	200	180	-20 -10
74-75	-	-	-	6,4	9,2	+2,8 40	240	260	+20 +8
78	-	-	-	-	-	-	300	280	-20 -7
79	0,26	0,44	+0,18 70	4,2 (10)	8,4 (10)	+4,2 100	360	330	-30 -8
80	0,22	0,58	+0,36 160	7,0	10,7	+3,7 55	370	380	+10 +3
81	0,20	0,37	+0,17 80	5,1	7,7	+2,6 50	340	320	-20 -6
82	0,23	0,52	+0,29 130	4,0	8,6	+4,6 115	320	360	+40 +12
83	0,25	0,40	+0,15 60	5,4	6,9	+1,3 25	340	300	-40 -12

## 2.2 Spesielle undersøkelser i nedre Otra

### 2.2.1 Innledning

De biologiske rutineundersøkelser av hele Otra gikk i 1983 ut til fordel for spesielle undersøkelser i forbindelse med tersklene i Valle og forurensningsproblemene i nedre Otra. Undersøkelsene i Valle rapporteres særskilt og her skal derfor bare omtales undersøkelsene i nedre Otra.

#### Bunndyr

Prøver av bunndyr ble samlet med en bunndyrhov med maskevidde 250  $\mu$ m i 3-1 minutt på hver lokalitet ("sparkemetoden"). Dyrene ble fiksert i sprit, sortert i hovedgrupper og talt opp i laboratoriet. Det ble denne gang samlet inn dyr ved en befaring den 21. juni 1983. Resultatene er oppført i vedlegg 4.

Som tidligere var det også denne gang en relativt allsidig fauna i Otra ved Moseidmoen. Den dominerende gruppe var fjærmygglarvene. Karakteristisk er det at døgnfluer og snegl var svært sparsomt representert. Døgnfluer av slekten Baetis som vanligvis opptrer i stort antall i norske elver med pH verdier omkring 6 eller over finnes praktisk talt ikke. Bunndyrfaunaen er således preget av at Otra er et surt vassdrag. Heller ikke i 1960 da Otra ble undersøkt for første gang av NIVA var Baetis sp. vanlig på denne lokalitet. Derimot opptrådte da som nå døgnflueslekten Leptophlebia, - en slekt med arter som er kjent for sin toleranse overfor surt vann. De kjemiske undersøkelsene fra 1960 tyder på at pH dengang lå i området 5,8 - 6,0 som et middel ovenfor bedriftene. Dette stemmer med at vassdraget dengang lå omtrent på grensen eller var litt for surt for Baetis.

I Otra ved Vigeland (nedenfor bedriftene) dominerte fjærmygglarvene og ble der funnet i større antall enn ved Moseidmoen. Dominansen av fjærmygglarver har hele tiden vært karakteristisk for Otra nedenfor Vigeland. I tillegg ble funnet endel børsteormer og biller som også har vært et typisk element i faunaen på denne elvestrekningen tidligere.

Sammenfattende kan en si at bunndyrundersøkelsene i 1983 ikke viste noen forandring i forhold til tidligere. Faunasammensetningen er som en normalt kunne ventet i et surt vassdrag av denne type ovenfor bedriftene. Nedstrøms bedriftene er bunndyrsamfunnet noe mer spesialisert på grunn av industriforurensningene.

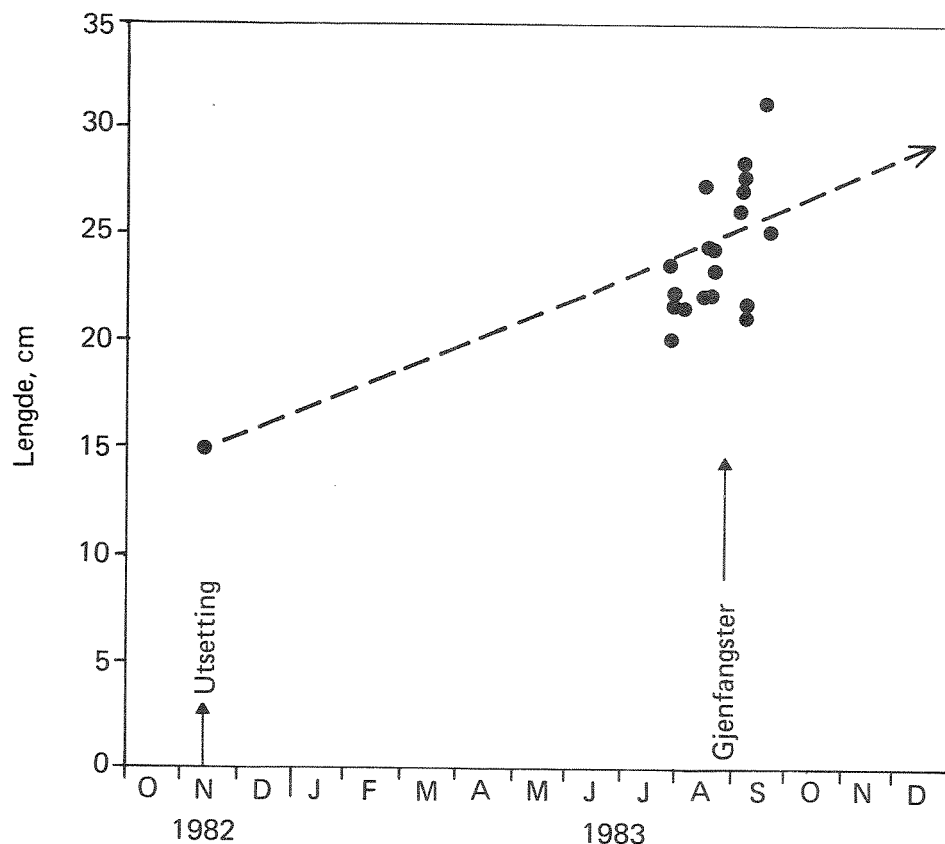
### Fisk

Det ble i 1983 ikke utført bestandsundersøkelser av fisk i nedre Otra. Et materiale av tidligere utsatt bekkerøye ble imidlertid samlet inn lokalt og opplysninger er innhentet om oppgang av laks og sjøaure.

Som nevnt i overvåkingsrapport for 1982 (Grande et al. 1983) ble det i 1981 og 1982 satt ut bekkerøye i Otra. Fisken som ble satt ut i 1982 fordelte seg på to årsklasser med vekter på henholdsvis ca. 1 kg (2 år - 2 +) og ca. 220 gram (1 år - 1 +). Det ble satt ut henholdsvis 120 og 232 eksemplarer av disse årsklassene ved Steinsfossen øverst i Venneslafjorden og ved Vigeland. Fisken som ble satt ut ved Steinsfossen var merket med feltfinneklipping. Endel av disse ble fisket igjen i 1982 og sammenfattende kan sies at overlevningen syntes å være god, det ble fanget igjen flere eksemplarer nedenfor Vigelandsfossen hvorav noen hadde vandret ned fra Venneslafjorden (merket). Smakstesting avdekket imidlertid bismak på fisken fanget nedenfor Vigeland. Under en periode med høy temperatur og lav vannføring ( $50 \text{ m}^3/\text{sek}$ ) i august 1982 ble det funnet endel døde bekkerøyer og fisken søkte inn mot bekkene med kaldere og renere vann. Det var tydelig at forholdene da var på grensen av hva bekkerøya kunne tåle.

Høsten 1982 ble det utsatt sommergamle (0+) bekkerøyer i størrelser på ca. 15 cm og 35 gram i middel i Otra nedenfor Vigeland. Sommeren 1983 ble denne fisken observert i stort antall spesielt i Otra ved Vigelandsfossen og et stykke nedover. Det ble også drevet endel stangfiske etter den av gutter og atskillig fisk ble tatt opp uten at disse ble registrert. Det er derfor ikke mulig å gi noe sikkert anslag på hvor mye som ble fisket men et antall på "flere hundre" er antydning av lokalkjente folk. Et materiale på 20 fisk er innlevert og analyse-resultatene er fremstilt i vedlegg 5. I figur 12 er vist fiskens lengder ved gjenfangst. Fisken har vist god vekst med en vektøkning fra omlag 35 gram til fra 95 - 340 gram på 1 år. Det er således stor

spredning på fiskens tilvekst. Kondisjonsfaktorene er gjennomgående høye og varierer fra 1,03 - 1,39. Fiskens ernæring har bestått av insekter med fjærmygglarver, biller, buksvømmere og landinsekter som de viktigste elementer. Det er i overensstemmelse med hva bunndyr-analysene viser.



Figur 12. Tilvekst av bekkerøye utsatt i Otra 1982.

Sammenfattende kan sies at utsetting av settefisk (0+) av bekkerøye i nedre Otra kan gi resultater med overlevning og god vekst. I perioder vil det kunne oppstå fiskedød også for denne fiskearten som følge av ugunstige miljøforhold. Fisken tar usmak ved lengre tids opphold i elva.

Det ble også i 1983 fisket noen laks og sjøaure i nedre Otra men sannsynligvis mindre enn i 1982.

### Fiskeforsøk med automatisk vannkvalitetsmåling

Ved inntaket til kraftstasjonene ved Hunsfoss og Vigeland har det fra 12. april 1983 og ut året vært foretatt automatisk registrering av vannkvalitet og observasjon av fisk i fiskekar. Hensikten har vært å registrere eventuelle effekter av industriutslipp på vannkvalitet og fisk. For nærmere opplysninger om metoder for vannkjemiske målinger henvises til Källqvist og Arnesen, 1983.

Vannkvalitetsmålingene har bestått i automatisk registrering av pH, konduktivitet, oksygen, temperatur og turbiditet. Fisken er blitt observert stort sett daglig og død fisk plukket ut og frosset ned. Fiskeforsøk kom først igang i oktober ved Hunsfoss mens forsøkene ved Vigeland startet i april.

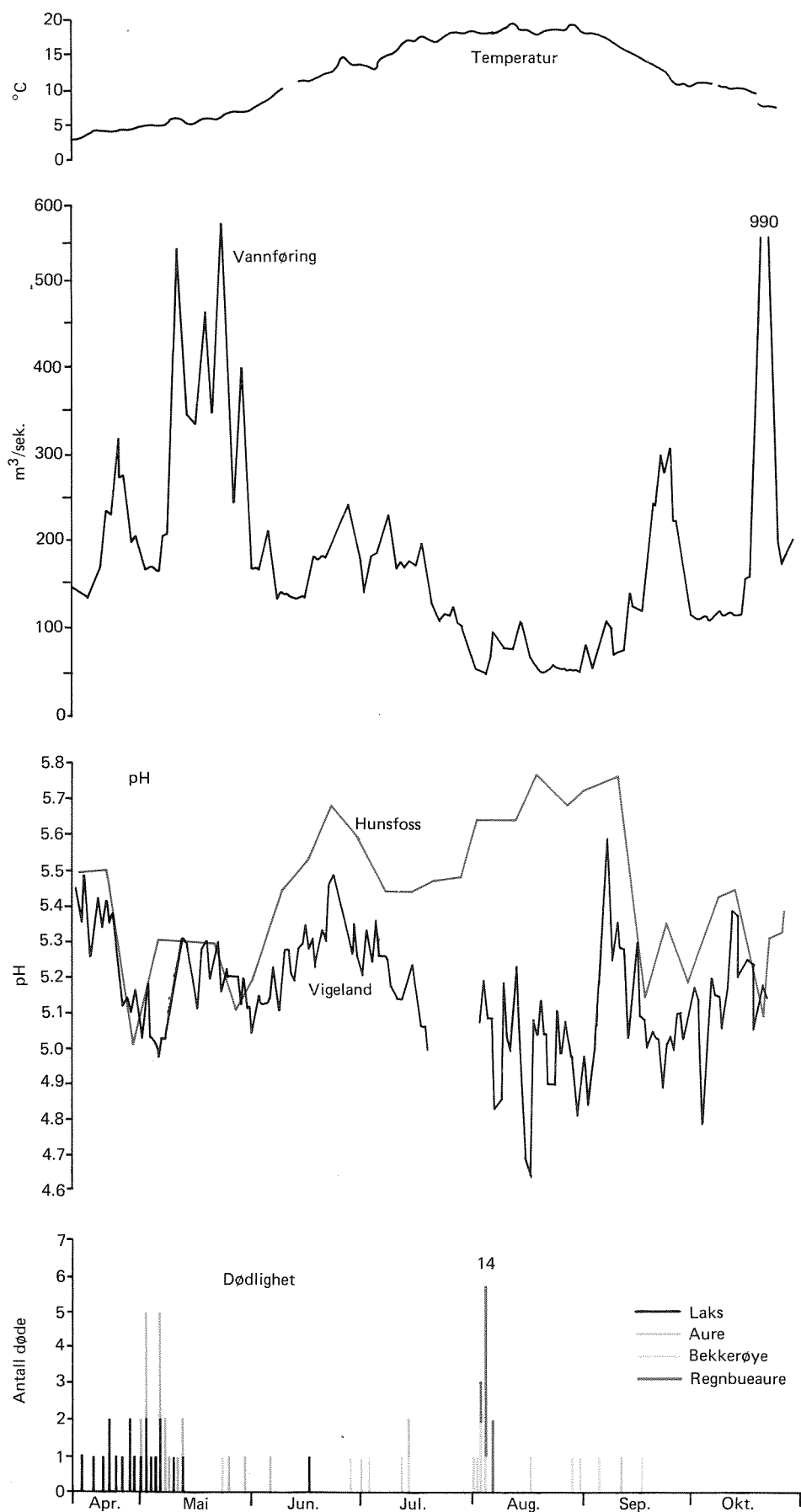
Fiskekarene av glassfiberarmert pvc-plast i en størrelse av 1x1x0,25 m ytre mål. Vannet ble pumpet kontinuerlig opp i karene og hadde en oppholdstid på 10-15 minutter i fiskekarene. En delstrøm av det samme vannet passerte måleapparatet for vannkvalitet.

I figur 13 er vist utviklingen fra den 12. april til 20. oktober 1983 ved Vigeland. Den 12. april ble 20 ettårige yngel av laks (yngel av laks fra Drammensfjorden) aure (Tunhovdfjorden) og bekkerøye (oppdrett NIVA). Den 1. august ble 20 regnbueaure (oppdrett Osломarkas Fiskeadministrasjon) sluppet oppi. Som det fremgår av figuren begynte laksen først å dø deretter auren og tilsist bekkerøya. Regnbueauren som ble sluppet 1. august døde i løpet av 3 - 4 dager. Ved avslutningen av forsøket den 20. oktober var det 4 bekkerøyer og 1 aure igjen.

I et nytt forsøk som startet den 20. oktober ble det benyttet sommer-gammel (0+) laks, aure og regnbueaure. Dette forsøket gikk parallelt ved Hunsfoss og Vigeland og er ikke avsluttet i skrivende stund for Hunsfossanleggets vedkommende. Det skal derfor her bare gis noen korte kommentarer til de foreløpige resultater og det må tas forbehold innen mer erfaring er oppnådd. Figur 14 viser dødelighetsforløpet i dette forsøket inntil utgangen av desember.

I begge anlegg oppsto det straks stor dødelighet av regnbueauren og innen utgangen av desember var ca. 90 % av fiskene døde både ved Hunsfoss og Vigeland. For laksens vedkommende startet dødeligheten litt senere men var ved Vigeland 100 % i begynnelsen av desember. Ved utgangen av desember var ca. 50 % av laksen død ved Hunsfoss. For auren var dødeligheten 45 % ved Vigeland og 0 % ved Hunsfoss.

Forsøkene viste altså at det var en markert dødelighet av fisk i begge anlegg, men at denne var tydelig artsavhengig. Regnbueauren var minst tolerant, deretter fulgte laks, aure og bekkerøye. Ved Hunsfoss ble ikke bekkerøye prøvet, men her overlevde auren til utgangen av desember. De registrerte forskjeller i toleranse mellom artene er de samme som er typisk ved eksponering i surt vann (Muniz og Grande, 1974, Grande et al, 1978, Rosseland og Skogheim 1984, Skogheim og Rosseland, 1984).



Figur 13. Temperatur, pH og dødelighet av laks, aure, regnbueaure og bekkerøye (1+) ved forsøksanlegg, Vigeland. Ph automatisk, -middelverdier av 4 målepunkter (kl. 6, 12, 18 og 24) hvert døgn. Temperatur: hvert døgn kl. 12.

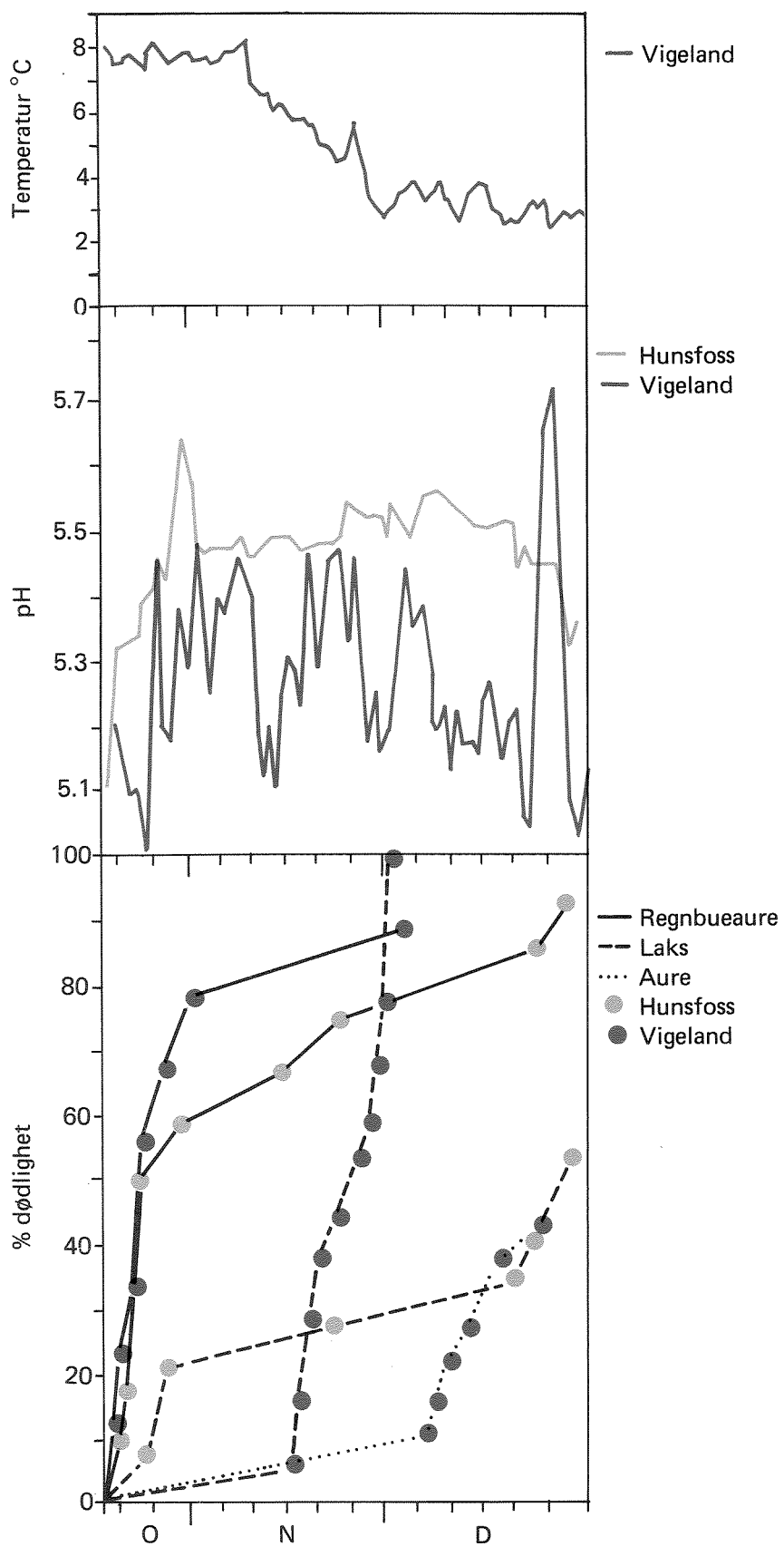


Fig. 14. Temperatur, pH og dødelighet av laks, aure og regnbueaure (0+) ved forsøksanlegg, Hunsfoss og Vigeland. Hunsfoss: pH manuelt 1 gang/døgn. Vigeland: pH automatisk. Middelerdi av 4 målepunkter/døgn.



Resultatene ser foreløpig ut til å stemme med forholdene i elva. Nedenfor bedriftene ser det bare ut til at bekkerøya klarer seg i lengre perioder. Også for denne arten ble det sommeren 1982 observert endel dødelighet i selve elva. Dette skjedde ikke i 1983. Når det allikevel oppsto dødelighet i fiskekaret ved Vigeland kan dette skyldes at forholdene her ikke er optimale forøvrig, -fisken kan være utsatt for et tilleggstress i forbindelse med de kunstige miljøbetingelsene. I elva har også fisken en viss mulighet til å oppsøke områder med gunstigere vannkvalitet etc.

Otra ovenfor Hunsfoss har en meget tett aurebestand. Det er derfor naturlig at fisken overlever i karet ved Hunsfoss. Dødeligheten av laks viser at Otras vannkvalitet i perioder er for dårlig for denne arten. For regnbueauren gjelder dette i enda mer utpreget grad. Ytterligere forsøk er nødvendige for å bekrefte disse forhold.

Det fremgår av kurvene for vannføring og pH at pH er temmelig lik ved Hunsfoss og Vigeland ved høy vannføring, -fortrinnsvis vår og høst. Ved lavvannføringen i august var imidlertid forskjellene særdeles store og i et tilfelle bortimot en hel pH-enhet (5,6 - 4,6).

Dødeligheten for regnbueaure og laks antyder at Otra ovenfor Hunsfoss idag er for sur for disse fiskeartene. Den høyere dødelighet ved Vigeland kan forklares ut fra det forhold at elvevannet her blir surere p.g.a. sure utslipp fra bedriftene. Variasjonene i pH blir også større og dette kan ha betydning. I forbindelse med forsuring er det nå kjent at aluminium er en medvirkende årsak til den forgiftning av fisk som oppstår. Dette er da den "labile" form (som byttes ut av en kationebytter) som opptrer i størst mengde ved pH verdier omkring 5. Hunsfoss fabrikk har utslipp av aluminium. Etter analyser av vann hentet i Otra 14. desember 1983 (tabell 4) synes ikke økningen i labilt aluminium å være signifikant nedenfor Vigeland.

Tabell 4. Aluminium i vann fra Otra, 14.12.84.

Lokalitet	Aluminium $\mu\text{g Al/l}$		
	Reaktivt	Ikke labilt	Labilt
Steinsfoss	99	21	78
Hunnsfoss	97	23	74
Hallandsfoss	114	23	91
Vigeland	106	28	78
Hagen	105	29	76
Skråstad	110	29	81

Tabell 5. Aluminium i gjeller hos regnbueaure fra Otra og NIVA.  $\mu\text{g/g}$  våtvekt.

Lokalitet	Lengde cm	Al $\mu\text{g/g}$
Otra	7,8	30
"	7,7	44
"	7,7	18
NIVA	8,0	6,9
"	8,6	5,6
"	-	7,1

Grunnlaget for aluminiumanalysene er en enkelt prøveserie. Det er derfor nødvendig å se nærmere på dette forhold. Konsentrasjonene av labilt aluminium ligger imidlertid såvel ovenfor som nedenfor Hunnsfoss innenfor det området en kan vente negative virkninger ved den vannkvalitet (pH, kalsium, humus etc.) en forøvrig har i Otra (Rosseland og Skogheim, pers.oppl). I Vikedalselva har en funnet effekter ved lavere aluminiumkonsentrasjoner enn dette (Hesthagen og Skogheim, pers.oppl. Henriksen m.fl. under trykking).

En mulig metode til å påvise fiskens dødsårsak i forbindelse med aluminiumsforgiftning er å foreta analyser av fiskegjeller. I tabell 5 er vist aluminiumsanalyser av en prøveserie fra regnbueaure som døde i anlegget ved Vigeland i august etter 4 døgns eksponering. Gjellene ble dissekert ut, oppsluttet og analysert for aluminium. Som referanse ble benyttet fisk fra NIVAs laboratorium i Oslo. Resultatene viser signifikante forskjeller og nivåene er i samme størrelsesorden som de som ble funnet av, Grahn (1980) ved en fiskedød i Sverige men lavere enn de som er funnet på laks i Norge (Hesthagen og Skogheim pers. oppl.). Det er som en kan vente idet mer tolerante arter sannsynligvis akkumulerer mer aluminium før døden inntreffer.

Forsøkene vil bli ført videre i 1984 og mer inngående vurderinger og konklusjoner vil først bli foretatt når forsøkene er avsluttet.

REFERANSER

- Grahn, O. 1980. Fishkills in two moderately acid lakes due to high aluminium concentration. pp. 310-311 in Ecological impact of acid precipitation. Proc.Int.Conf. SNSF project, Sandefjord, Norway 1980.
- Grande, M., I.P. Muniz and S. Andersen. 1978. Relative tolerance of some salmonids to acid waters. Verh. Internat. Verein. Limnol. 20:2076-2084.
- Grande, M., R.F. Wright, P.Brettum, T. Lindgaard og R. Romstad, 1982. Otra 1981. Rutineovervåking. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 55/82, 74 s.
- Henriksen, A., O.K. Skogheim og B.O. Rosseland. 1984: Epixodic changes in pH and aluminium speciation kill fish in a Norwegian salmon river. Vatten 40: 255-260.
- Källqvist, T. og R.T. Arnesen. 1983. Kontinuerlig automatisk vannkvalitetmåling. NIVA, 0-82095, 62 s.
- Muniz, I.P. og M. Grande. 1974. Overlevning av ulike arter laksefisk i vann fra et surt vassdrag. I: Brække, F.H. (red.), Hydrokjemiske og hydrobiologiske rapporter fra NIVA: 29-39. SNSF-prosjektet IR 3/74, 39 s.
- Rosseland, B.O. and O.K. Skogheim 1984. A comparative study on salmonid fish species in acid aluminium-rich water. II. Physiological stress and mortality of one and two year old fish. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 61: In press.
- Skogheim, O.K. and B.O. Rosseland 1984. A comparative study on salmonid fish species in acid aluminium-rich water. I. Mortality of eggs and alevins. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 61: In press.
- Tryland, Ø., 1981. Nedre Otra. Undersøkelser av utslipp fra treforedlingsindustri, 1980. Statlig program for forurensningsovervåking. SFT rapport 13/82, 27 s.
- Wright, R.F. og M. Grande, 1981. Otra 1980. Rutineovervåking. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 6/82, 55 s.
- Wright, R.F., M. Grande, P. Brettum, J.E. Løvik, R. Romstad og K. Martinsen, 1983. Otra 1982. Rutineovervåking. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 89/83, 66 s.

Tidligere NIVA-rapporter om Otra

Referanse	Undersøkel- elsesår	Nedre løp	Øvre løp
Bergmann-Paulsen, B., 1962. Undersøkelse av forurensningen i Otravassdragets 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. Overvåkingsundersøkelser i Nedre Otra. NIVA 0-12/73.			
Rørslett, B. et al. 1978. Hartevatn og regulering av Øvre Otra. NIVA 0-133/77.	1977		
Grande, M. et al. 1980. Fremdriftsrapport for 1978. Overvåkingsundersøkelser i Nedre Otra. NIVA 0-73012.	1978	x	
Grande, M. et al. 1980. Fremdriftsrapport for 1979. Overvåkingsundersøkelser i Nedre Otra. NIVA 0-73012.	1979	x	
Rørslett, B. et al. 1981. Undersøkelse av Øvre Otra. NIVA 0-72198.	1975-77		x
Tryland, Ø. 1983. Utslipp av syre, løst organisk materiale og suspendert stoff fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard juli-oktober 1982. NIVA VA-rapport 7/83.	1982	x	

Rapporter som inngår i Statlig program for forurensningsovervåking:

Wright, R.F. og M. Grande, 1981. Otra 1980 rutineovervåking. Rapport 6/82, 55 s.

Tryland, Ø., 1981. Nedre Otra. Undersøkelser av utslipp fra treforedlingsindustri, 1980. Rapport 13/82, 27 s.

Grande, M., R.F. Wright, P. Brettum, T. Lindgaard og R. Romstad, 1982. Otra 1981. Rutineovervåking. Rapport 55/82, 74 s.

Wright, R.F., M. Grande, P. Brettum, J.E. Løvik, R. Romstad og K. Martinsen, 1983. Otra 1982. Rutineovervåking. Rapport 89/83, 66 s.

Rutineovervåking Otra 1983. Analyseresultater for kjemiske prøver. "Lok" (lokalitet) er oppgitt i km (UTM rutenett) nord/syd. 450 Skråstad, 453 Hagen, 457 Vigeland, 458 Hallandsfoss, 459 oppstrøms Hunsfoss, 463 Steinsfoss, 503 utløp Byglandsfjord, 535 Ose bro, 564 Valle, 590 Hoslemoen, 600 utløp Hartevatn, 610 utløp Breidvatn. Se eller vedlegg 4. "LABB" er betegnelsen for analyselaboratoriet; ingen tall er NIVA, 9 Aust-Agder Fylkeslaboratorium for Vannanalyse.

A. Hovedioner

Kode	Betegnelse/enhet
pH	Surhetsgrad
Na	mg Na/l
K	mg K/l
Ca	mg Ca/l
Mg	mg Mg/l
Al	µg Al/l
SULF	mg SO <sub>4</sub> /l
Cl	mg Cl/l
NO <sub>3</sub> N	µg NO <sub>3</sub> /l
ALK-N 4,5	Alkalitet, µmol/l til pH 4,5.

B. Andre parametre og næringssalter

Kode	Betegnelse/enhet
Q	Dagens vannføring, m <sup>3</sup> /s
TURB	Turbiditet, JTU
PERM	Permanganatforbruk, mg O/l
NH <sub>4</sub> N	Ammonium nitrogen µg N/l
TOT-N	Total nitrogen, µg N/l
TOT-P	Total fosfor, µg P/l
FARG	Farge, mg Pt/l
Fe	Jern, µg/l

PILKOJE: OTRA			OVRHAKNIBS										JATO: 0401 50		I
LOK	A M D K H G	PH	CL	NA	K	CA	AL	MI	SULF	Q334	FOER	FOFP	PERA	ALC	K2O
450	030117	4.87	3.6	1.92	.24	1.08	210.	.46	4.4	130.	300.	6.	3.2	.019	2.26
450	030215	5.49	2.4	1.43	.23	1.13	135.	.51	4.0	140.	270.	6.	3.3	.030	2.34
450	030316	4.95	3.2	1.78	.25	1.18	140.	.51	4.4	150.	270.	7.	4.2	.116	2.24
450	030418	5.52	2.7	1.52	.26	1.18	100.	.52	3.6	140.	310.	6.	3.1	.031	2.32
450	030524	5.47	2.1	1.26	.23	.98	150.	.38	3.2	140.	300.	9.	3.3	.032	2.10
450	030620	5.25	2.1	1.34	.22	1.08	105.	.42	3.7	110.	240.	10.	3.0	.022	2.22
450	030713	5.70	2.5	1.73	.25	.87	105.	.37	3.4	90.	650.	8.	3.5	.041	2.20
450	030817	4.88	3.3	1.98	.24	.87	60.	.45	3.3	10.	230.	12.	3.1	.016	2.63
450	030914	5.27	2.7	1.56	.31	1.13	75.	.55	4.0	120.	300.	13.	4.3	.032	2.23
450	031019	5.19	2.4	1.25	.29	1.00	245.	.33	3.2	110.	400.	16.	3.4	.029	2.17
450	031115	5.04	2.2	1.37	.22	1.03	155.	.50	4.1	160.	290.	7.	4.7	.020	2.46
450	031214	5.12	2.5	1.45	.27	1.04	140.	.42	3.4	125.	330.	10.	4.5	.031	2.31
453	030117	4.88													
453	030215	5.38													
453	030316	4.99													
453	030418	5.56													
453	030524	5.29													
453	030620	5.35													
453	030713	5.25													
453	030817	5.09													
453	030914	5.23													
453	031019	5.08													
453	031115	5.13													
453	031214	5.11													
457	030117	4.60				1.05		.50			290.	5.	4.1		3.16
457	030215	5.46				1.08		.39			290.	5.	2.2		2.17
457	030316	4.99				1.09		.43			290.	6.	2.2		2.64
457	030418	5.23				1.23		.50			300.	6.	2.9		2.25
457	030524	5.26				.94		.26			270.	6.	3.0		1.25
457	030620	5.44													2.11
457	030713	5.50					.81	.34			390.	8.	3.5		1.22
457	030817	4.95					.85	.44			240.	10.	3.0		2.35
457	030914	5.25				1.03		.56			320.	9.	3.6		2.21
457	031019	5.15					.94	.34			330.	10.	3.1		2.15
457	031115	5.23					.99	.33			290.	8.	3.1		2.31
457	031214	5.00				1.03		.36			280.	5.	4.5		2.24
458	030117	4.87													
458	030215	5.47													
458	030316	5.13													
458	030418	5.30													
458	030524	5.22													
458	030620	5.42													2.03
458	030713	5.30													
458	030817	4.94													
458	030914	5.24													
458	031019	5.23													
458	031115	5.47													
458	031214	4.51													
460	030117	4.99					.99	.31			300.	5.	2.4		2.44
460	030215	5.50				1.00		.24			260.	4.	1.7		1.57
460	030316	5.35				1.03		.26			290.	4.	2.0		2.38
460	030418	5.56				1.09		.25			300.	4.	1.5		1.21
460	030524	5.23				.92		.24			280.	5.	2.3		2.10
460	030620	5.74													1.69
460	030713	5.21				1.53		.24			600.	11.	3.1		2.39

OVERSIGHTING DATA: 840227

FILKODER: 619A

LOC	A	W	LABB	PH	TJRB	FE	CL	QA	K	GA	AL	MS	SOLF	N14N	R33T	T01R	T01P	PERM	ALK	K20
460	330817			2.61						.72	.18					300.	5.	1.2		1.95
461	330818			2.45						.86	.26					300.	5.	2.0		1.72
462	331014			2.22						.91	.54					400.	6.	3.0		1.72
463	331115			2.26						.84	.22					400.	4.	2.1		1.73
464	331214			2.33						.95	.22					400.	4.	2.5		1.74
465	330117			4.37			3.0	1.33	.21	.98	.80.		3.2		300.	3.	2.0		.056	4.50
466	330219			4.31			1.8	1.03	.19	1.00	.25.		2.7		400.	3.	3.0		.053	1.50
467	330316			2.30			2.5	1.32	.20	1.01	.30.		3.0		400.	4.	2.2		.265	2.50
468	330415			2.51			2.1	1.12	.23	1.06	.90.		2.7		400.	4.	2.7		.059	1.57
469	330524			2.28			1.8	1.11	.20	.92	.30.		2.9		400.	4.	2.7		.327	1.57
470	330624			2.73			1.8	1.09	.26	.90	.25.		2.7		400.	4.	2.7		.312	1.57
471	330617			2.65			1.7	.91	.25	.72	.45.		1.6		300.	3.	2.0		.031	1.55
472	330914			2.03			2.9	1.47	.25	1.11	.65.		4.9		400.	5.	3.4		.123	2.23
473	330915			2.92			2.1	1.39	.45	.92	.95.		2.5		400.	4.	3.3		.246	1.77
474	331019			2.23			2.1	1.06	.23	.89	.35.		2.6		400.	4.	2.9		.040	1.93
475	331119			2.76			1.7	1.04	.23	.93	.20.		3.2		400.	4.	1.9		.120	1.60
476	331214			2.43			1.6	.96	.23	.91	.30.		2.6		400.	3.	1.9		.036	1.54
503	330117			2.49												300.	3.	1.5		1.27
504	330117			2.33			1.0						2.5		300.	3.	1.7		.010	1.73
505	330222			2.71									2.0		300.	3.	1.6		.130	1.61
506	330223			2.63			1.0			1.05	.20.		2.5		300.	2.	1.9		.130	1.73
507	330325			2.79							.20.					200.	2.	1.0		1.57
508	330323			2.63			1.8						2.3		100.	2.	1.6		.070	1.62
509	330425			2.75			1.6	.85	.20	.96	.60.		2.2		100.	2.	1.8		.235	1.57
510	330425			2.29			2.1						2.6		100.	2.	1.8		.020	1.97
511	330524			2.37			1.5						1.9		100.	1.	1.0		.020	1.97
512	330525			2.83			1.9	1.13	.22	1.00	.23		2.6		100.	2.	1.9		.138	1.77
513	330720			2.59												100.	1.	1.9		1.27
514	330720			2.40			1.5						1.2		35.	2.	2.0		.020	1.57
515	330816			2.76												300.	3.	1.9		1.23
516	330816			2.47			1.7						1.0		70.	6.	1.6		.020	1.23
517	331024			2.43			1.7						1.0		110.	3.	1.2		.020	1.43
518	331120			2.43			1.7						1.0		130.	2.	1.7		.040	1.33
519	331215			2.33			1.6						1.8		120.	3.	1.9		.020	1.63
520	330117			2.02			1.9	1.09	.19	1.15	.50.		2.4		100.	3.	1.5		.046	1.63
521	330117			2.75			2.1						2.2		130.	2.	1.0		.130	2.23
522	330220			2.95			1.3	.42	.16	1.02	.60.		2.3		140.	2.	1.1		.052	1.91
523	330220			2.60			1.3						1.5		140.	1.	1.1		.020	1.91
524	330315			2.99			1.5	.84	.11	.98	.30.		1.5		100.	2.	1.1		.040	1.93
525	330316			2.72			1.5						1.5		130.	2.	1.0		.020	1.64
526	330501			2.44			1.8	.95	.21	1.17	.20.		1.8		140.	2.	1.0		.050	1.64
527	330604			2.92			1.0				.23		1.9		120.	1.	1.1		.030	1.63
528	330415			2.43			1.6	.91	.22	1.22	.45.		1.8		100.	3.	1.1		.030	1.63
529	330517			2.34			1.7						1.5		150.	3.	1.0		.022	1.51
530	330515			4.63			1.5	.26	.17	.95	.90.		2.8		70.	3.	1.0		.021	1.53
531	330614			2.47			1.4						1.0		70.	2.	1.9		.020	1.73
532	330615			2.03			1.3	.34	.13	.53	.90.		1.6		70.	3.	1.4		.126	1.53
533	330717			2.63			1.4						1.0		90.	3.	1.4		.020	1.53
534	330717			2.81			1.4	.73	.13	.71	.25.		1.3		40.	3.	1.4		.020	1.23
535	330720			2.91			1.4	.34	.21	.76	.25.		1.3		40.	1.	1.0		.132	1.71
536	330820			2.75			1.5				.17		1.0		100.	1.	1.2		.050	1.63
537	330917			2.23			1.3						1.0		100.	2.	1.5		.020	1.13
538	331016			2.03			1.5						1.0		30.	4.	1.5		.020	1.13
539	331115			2.74			1.6	1.17	.45	.91	.90.		2.1		110.	1.	1.3		.020	1.13

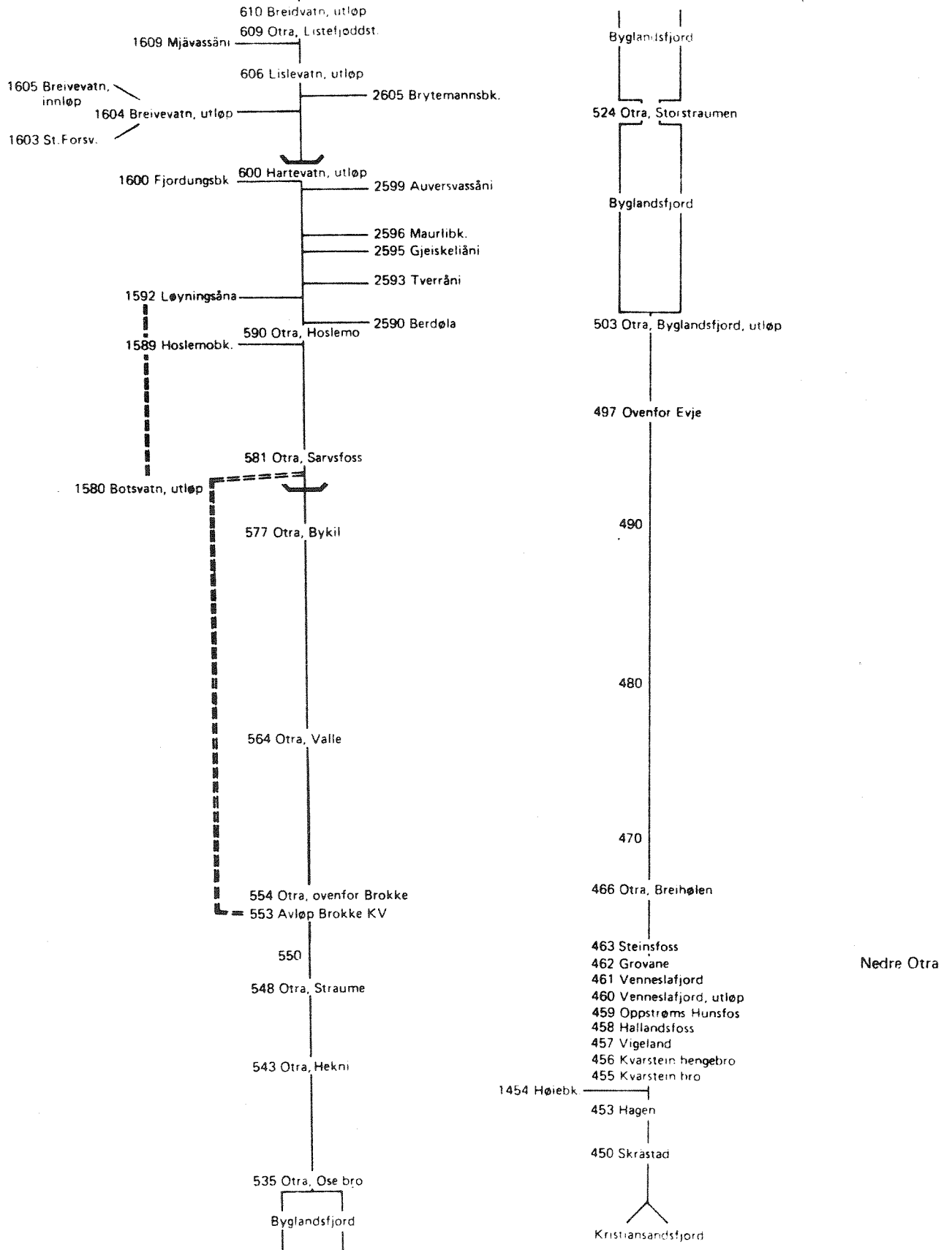


FILKODE: OJRA		MAVA: OTJA		OVERVAKNING										DATO: 940227					
LUK	A A D	LAUB	PH	IURB	FE	CL	NA	K	CA	AL	MG	SULF	HH4N	NO3N	TO1N	LOTP	PEAW	ALK	K2S
535	531117	9	6.10	.9	25.	4.2						M 1.0	15.	120.	280.	2.	M 1.0	.04J	1.80
535	531219	9	5.40	.6	25.	1.5						M 1.4	15.	125.	200.	2.	M 1.0	.04J	1.50
564	530119	9	5.73	.6	35.	1.4						M 1.5	30.	90.	260.	4	1.0	.05J	1.52
564	530222	9	5.94	.5	52.	4.8						M 4.0	20.	225.	410.	2.	1.3	.04J	2.03
564	530315	9	5.85	.2	3.3	3.3	1.30	.42	1.71	30.	.35	M 4.0	M 7.	160.	240.	4.	2.7	A .023	2.56
564	530419	9	6.07	.6	2.8	2.8	1.03	.32	1.15	170.	.24	M 3.2	M 10.	165.	300.	4.	2.2	.06J	2.51
564	530524	9	5.64	.6	60.	1.5	1.03	.32	1.15	170.	.24	M 3.1	M 10.	140.	330.	4.	2.2	.06J	2.91
564	530524	9	5.15	.4	60.	1.5	1.03	.32	1.15	170.	.24	M 2.8	M 10.	160.	270.	4.	2.2	A .023	1.74
561	530614	9	5.16	.1	1.1	1.1	.75	.16	.81	75.	.18	M 2.2	M 10.	50.	330	2.	3.4	.03J	1.30
564	530712	9	6.10	3.4	180.	1.4						M 1.0	20.	90.	300.	22.	3.4	.03J	1.46
564	530712	9	5.79	.5	49.	1.3						M 1.0	M 10.	95.	290.	M 2.	1.3	.02J	1.19
564	530913	9	6.40	.8	62.	1.5						M 1.4	M 10.	80.	170.	5.	2.3	.02J	1.30
564	531011	9	6.10	1.4	110.	1.4						M 2.1	M 10.	120.	240.	4.	2.1	.02J	1.70
564	531115	9	6.00	.9	65.	1.8	1.06				.27	M 2.9	M 6.	100.	370.	4.	1.7	.02J	2.40
564	531220	9	6.20	.3	55.	2.2						M 3.7	25.	210.	290.	2.	1.6	.02J	2.10
564	530119	9	6.50	.2	50.	2.7						M 1.8	15.	130.	330.	2.	1.5	.04J	1.93
564	530222	9	6.41	.6	43	2.1						M 1.5	20.	110.	240.	M 2.	1.4	.04J	1.84
564	530315	9	6.41	.3	58.	2.1						M 1.5	20.	110.	345.	M 2.	1.6	.06J	1.85
564	530315	9	6.39	.2	2.4	2.4						M 2.0	M 7.	140.	230.	4.	2.1	.04J	2.34
564	530419	9	6.45	.3	90.	2.7	1.14	.24	1.77	40.	.32	M 1.8	M 7.	200.	360.	3.	1.6	.06J	2.09
564	530524	9	6.28	.3	40.	1.7	.95	.13	.86	30.	.20	M 1.2	20.	210.	360.	3.	1.6	.06J	2.76
564	530524	9	6.07	.3	40.	1.5	.73	.11	.78	35.	.17	M 1.0	12.	130.	240.	1.	1.4	.06J	1.90
564	530614	9	6.07	.1	1.1	1.1	.73	.11	.78	35.	.17	M 1.4	14	100.	240.	1.	1.4	.06J	1.39
564	530914	9	6.12	.7	50.	1.3						M 1.0	35.	105.	250.	2.	2.	.06J	1.19
564	530712	9	6.24	.3	20.	.9						M 1.0	4	60.	180.	2.	M 1.0	.02J	.90
564	530712	9	5.90	3.2	130.	.8						M 1.0	M 10.	85.	170.	4.	1.5	.03J	.93
564	530913	9	6.34	.5	45.	1.2						M 1.0	M 10.	90.	240.	2.	1.4	.03J	1.30
564	531011	9	6.24	.5	45.	1.2						M 1.0	M 10.	90.	240.	4.	1.6	.06J	1.52
564	531115	9	6.24	.3	40.	1.6						M 1.0	M 5.	90.	160.	M 2.	1.6	.04J	1.60
564	531220	9	6.30	.7	50.	1.4						M 1.0	M 5.	90.	160.	M 2.	1.2	.06J	1.40
601	530119	9	6.32	.2	50.	1.4	.91	.15	1.31	15.	.25	M 1.0	M 5.	90.	160.	M 2.	1.2	.06J	1.62
601	530222	9	6.35	.2	55.	3.6						M 3.7	M 10.	180.	330.	M 2.	1.4	.06J	1.62
601	530222	9	6.34	.4	52.	1.2	.80	.13	1.25	30.	.24	M 1.0	M 10.	180.	330.	M 2.	1.4	.06J	1.62
601	530315	9	6.28	.3	40.	1.4	.47	.17	1.28	30.	.22	M 1.6	M 10.	75.	225.	4.	2.2	.06J	1.54
601	530315	9	6.20	.3	1.5	1.5	.47	.17	1.28	30.	.22	M 1.5	M 17.	90.	200.	4.	1.3	.06J	1.59
601	530419	9	6.35	.4	90.	1.4	.79	.21	1.32	20.	.25	M 1.6	M 10.	90.	200.	4.	1.3	.06J	1.61
601	530419	9	6.20	.4	90.	1.6	1.17	.15	.80	60.	.22	M 1.0	M 5.	110.	320.	3.	1.5	.06J	1.58
601	530524	9	5.93	.3	80.	2.2						M 1.0	M 10.	60.	190.	1.	2.1	.06J	1.46
601	530524	9	6.24	.3	80.	2.5	.80	.12	.93	35.	.19	M 1.0	M 10.	80.	190.	1.	2.1	.06J	1.46
601	530614	9	6.36	.7	90.	1.1						M 1.6	M 10.	55.	180.	4.	2.0	.06J	1.29
601	530712	9	6.01	.1	1.1	1.1	.63	.09	.65	25.	.14	M 1.4	M 10.	70.	160.	2.	1.9	.06J	1.31
601	530712	9	5.87	.6	25.	1.0						M 1.0	M 10.	65.	160.	2.	1.9	.06J	1.31
601	530913	9	5.70	.4	25.	1.0						M 1.4	M 10.	50.	230.	2.	1.9	.06J	1.90

FILKODE: OTRA		NAVA: OTRA		OVERVÅRNING											DATO: 840227						
LOK	A	M	U	LABS	PH	TURB	FE	CL	NA	K	CA	AL	AG	SULF	NI4N	RO3N	TO2N	TO2P	PERM	ALK	K2S
630	031011			9	6.20	.4	30.	1.0	.68	.11	.87	25.	.16	M 1.0	15.	65.	180.	2.	M 1.0	.020	1.10
630	031115			9	6.10	.5	25.	1.0						M 1.4	15.	50.	210.	4.	1.3	.033	1.11
630	031115			9	6.30	.2	27.	1.1						M 1.0	20.	60.	171.	2.	1.7	.030	1.10
610	030119			9	6.30	.2	27.	1.1						M 1.0	10.	70.	170.	4.	M 1.0	.040	1.24
610	030212			9	6.52	.1	25.	1.0						M 1.0	10.	65.	240.	2.	M 1.0	.040	1.21
610	030315			9	6.57	.3	27.	1.0						M 1.0	10.	100.	140.	2.	M 1.0	.040	1.43
610	030419			9	6.32	.1	30.	1.0						M 1.0	M 10.	90.	100.	3.	M 1.0	.040	1.34
610	030514			9	5.40	.2	40.	1.0						M 1.0	M 10.	90.	200.	1.	1.6	.040	1.60
610	030618			9	5.45	.3	35.	1.0						M 1.0	M 10.	90.	170.	1.	M 1.0	.040	1.29
610	030712			9	5.14	.2	35.	1.0						M 1.0	M 10.	90.	150.	2.	M 1.0	.040	1.01
610	030913			9	5.14	.2	35.	1.0						M 1.0	M 10.	90.	150.	2.	M 1.0	.040	1.01
610	031115			9	6.53	.4	10.	1.0						M 1.0	M 10.	43.	113.	2.	1.1	.030	1.04
610	031115			9	6.53	.4	10.	1.0						M 1.0	M 10.	43.	113.	2.	M 1.0	.030	1.04
610	031220			9	6.20	.3	M 10.	.9						M 1.0	M 10.	45.	133.	2.	M 1.0	.040	1.00
152	030119			9	6.50	.7	215.	7.5						3.6	60.	1600.	2100.	2.	2.2	.140	6.44
152	030119			9	6.50	.7	215.	7.5						3.6	60.	1600.	2100.	2.	2.2	.140	6.44
152	030212			9	6.53	.7	194.	6.1						4.0	32.	1700.	1700.	1.	3.4	.120	7.34
152	030315			9	6.53	.7	194.	6.1						4.0	32.	1700.	1700.	1.	3.4	.120	7.34
152	030419			9	6.52	.7	171.	4.70.						3.8	25.	1200.	1200.	23.	4.4	.240	7.94
152	030514			9	6.52	.7	171.	4.70.						3.8	25.	1200.	1200.	23.	4.4	.240	7.94
152	030618			9	6.52	.8	192.	2.9						1.0	M 10.	1130.	1100.	1.	3.6	.130	3.10
152	030712			9	6.52	.8	192.	2.9						1.0	M 10.	1130.	1100.	1.	3.6	.130	3.10
152	030813			9	7.23	1.0	150.	3.7						2.6	25.	1200.	1400.	2.	5.0	.220	3.60
152	030913			9	7.10	1.0	150.	3.4						4.6	24.	1900.	2100.	12.	3.7	.110	3.90
152	031011			9	6.80	2.8	270.	4.7						5.6	15.	1600.	1900.	9.	2.8	.370	3.30
152	031115			9	7.20	1.2	185.	4.9						3.7	27.	1200.	1500.	7.	2.4	.270	2.70
152	031220			9	6.90	3.3	190.	3.0						3.3	20.	1200.	1500.	7.	1.3	.280	2.80
1625	030119			9	6.30	.4	40.	1.7						1.5	20.	600.	700.	5.	1.3	.260	2.60
1625	030119			9	6.40	.7	50.	2.3						1.5	20.	90.	350.	4.	1.0	.040	1.04
1625	030315			9	6.50	1.2	50.	2.9						1.5	60.	130.	310.	10.	1.5	.050	1.57
1625	030419			9	6.38	3.2	100.	2.0						1.5	60.	130.	310.	10.	2.0	.080	1.08
1625	030514			9	6.21	.3	40.	2.0						M 1.0	15.	135.	330.	14.	1.2	.090	1.09
1625	030618			9	6.21	.3	40.	2.0						M 1.0	13.	109.	210.	2.	2.2	.090	1.09
1625	030712			9	6.35	.3	40.	2.0						M 1.0	20.	119.	210.	2.	1.4	.080	1.08
1625	030813			9	6.10	.3	15.	1.3						M 1.0	M 10.	71.	170.	2.	1.4	.080	1.08
1625	031011			9	6.60	.3	15.	1.1						M 1.0	M 10.	60.	130.	6.	1.0	.050	1.20
1625	031115			9	6.30	.3	15.	1.1						M 1.0	10.	75.	200.	4.	1.0	.080	1.08
1625	031220			9	6.20	.7	20.	1.1						M 1.0	12.	50.	130.	M 2.	1.1	.030	1.20
1625	030119			9	6.30	.2	110.	2.0						M 1.0	15.	71.	220.	3.	1.6	.070	1.07
1625	030119			9	6.30	.2	110.	2.0						M 1.0	10.	70.	120.	4.	1.6	.080	1.08
1625	030212			9	6.40	.2	100.	2.2						M 1.0	M 10.	65.	160.	4.	2.6	.090	1.09
1625	030315			9	6.25	.3	100.	2.0						M 1.0	M 10.	70.	220.	4.	2.2	.090	1.09
1625	030419			9	6.27	.3	100.	2.1						M 1.0	M 10.	70.	160.	3.	2.2	.090	1.09
1625	030514			9	6.20	.3	75.	1.5						M 1.0	M 10.	60.	190.	3.	1.9	.090	1.09
1625	030618			9	6.25	.3	75.	1.5						M 1.0	M 10.	50.	130.	2.	1.8	.030	1.30
1625	030712			9	6.47	.3	35.	1.1						M 1.0	M 10.	15.	100.	M 2.	1.0	.040	1.04
1625	030913			9	6.40	.3	30.	1.8						M 1.0	M 10.	39.	113.	M 2.	1.0	.050	1.05
1625	031011			9	6.60	.4	25.	1.1						M 1.0	M 10.	75.	170.	4.	1.6	.030	1.20
1625	031115			9	6.20	.4	25.	1.1						M 1.0	M 10.	45.	133.	4.	1.7	.050	1.20

Vedlegg 3

Otravassdraget med lokalitetsnummer. Lokalitet 0-999 er på selve Otra (km nord-syd på UTM nett), 1000-1999 er sidebekker og vann på vestsiden, og 2000-2999 er sidebekker og vann på østsiden.



Bunndyr i Otra. Antall individer innsamlet med bynndyrhov (250  $\mu$ ) i 3-1 minutt. 21. juni 1983.

Dyregruppe	Lokalitet	Moseidmoen (Utløp Venne- slafjorden)	Vigeland
Vårfluelarve	Trichoptera	20	
Døgnfluelarve	Ephemeroptera	10	
Steinfluelarve	Plecoptera	40	
Fjærmygglarver	Chironomidae	630	2 320
Myggpupper	Nematocera	50	
Midd	Hydracarina	30	
Bitemygglarve	Ceratopogonidae	10	
Fåbørsteormer	Oligochaeta	10	240
Vannbiller	Coleoptera		20
Landinsekt	Diptera		10
Totalt antall dyr		800	2 590
Antall grupper		8	4

Gjennfangster av bekkerøye i Otra 1983.

Kjøttfarge: R=rød, LR=lys rød, H=hvit

Mageinnhold: B=biller, F=fjærmygg, V=vårfluer, l=larve, p=pupper, im=imago.

Nr.	Dato 1983	Lokalitet	Lengde cm	Vekt gram	K-faktor	Kjøttfarge	Kjønn	Stadium	Mageinnhold, anmerkninger
1	01.08	Vigeland	23,5	140	1,08	H		II	Buksvømmere
2	01.08	"	20	85	1,06	"		I	F-l, p, maur, B
3	01.08	"	21,5	120	1,21	"		I	Maur, B
4	01.08	"	22	125	1,17	"		II	Tom
5	06.08	"	21,5	110	1,11	"		II	V-l
6	15.08	"	22	120	1,13	"		I	F-l, p, B-l
7	18.08	"	27	305	1,55	LR		II	
8	20.08	"	24	145	1,05	"		I	Maur, F-l, p, B-l
9	20.08	"	23	140	1,15	H		II	
10	20.08	"	24	165	1,19	LR		I	Maur, F-l, p, Vannmidd
11	20.08	"	22	120	1,13	"		II	
12	06.09	"	26	220	1,25	"		III	
13	09.09	"	27,5	290	1,39	"		III	
14	09.09	"	27	255	1,30	"		III	
15	09.09	"	28	290	1,32	"		IV	B, F-l, p
16	09.09	"	21	95	1,03	H		I	
17	09.09	"	21,5	110	1,11	"		IV	F-l, p, im
18	22.09	"	25	165	1,06	"		V	F-l, maur
19	22.09	"	31	340	1,14	LR		V	Tom
20	Slutten august	"	43	1065	1,34	R		V	



## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

**gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.**

**registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.**

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

**over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.**

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)**

**Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)**

**Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)**

**Norsk institutt for luftforskning (NILU)**

**Norsk institutt for vannforskning (NIVA)**

**Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter blir publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1,  
tlf. 02 - 22 98 10.