



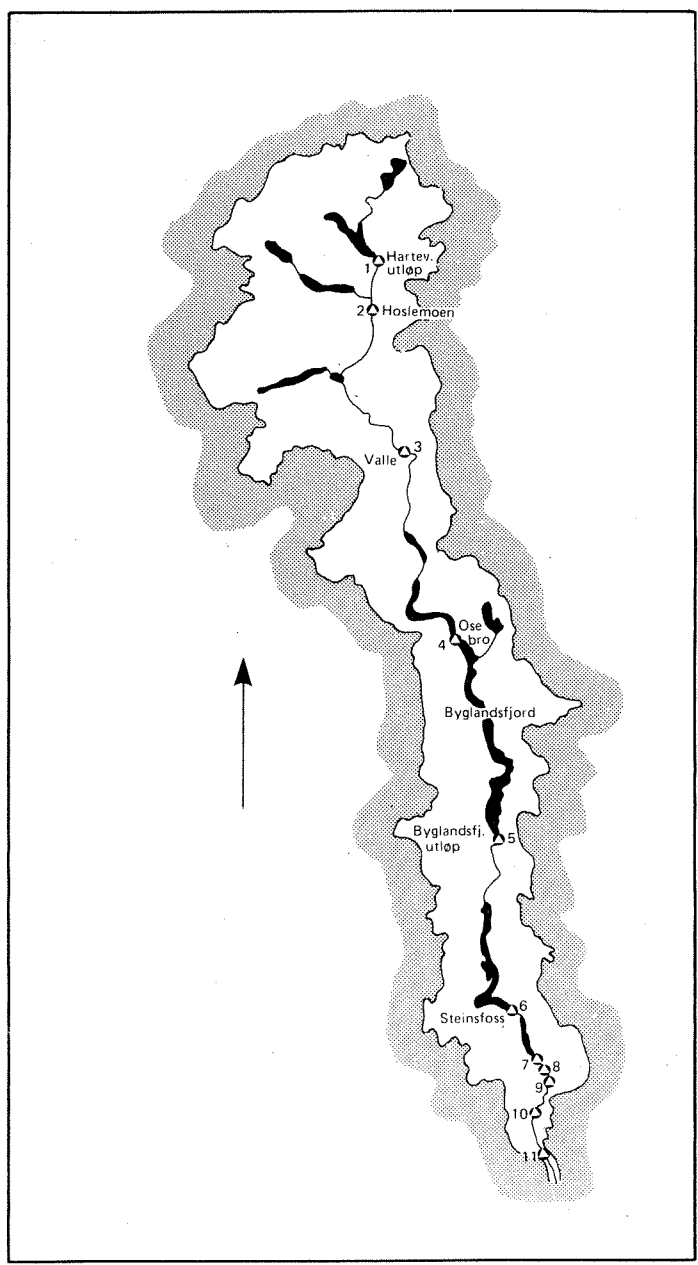
# Statlig program for forurensningsovervåking

Oppdragsgiver Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon NIVA

## Rapport 199/85

# OTRA Tiltaksorientert overvåking 1984





## 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 vil bli 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.

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor  
Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Telefon (02)23 52 80

Sørlandsavdelingen  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041)43 033

Østlandsavdelingen  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065)76 752

Vestlandsavdelingen  
Breiviken 2  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05)25 53 20

Prosjektnr.:	O-80002-08
Undernummer:	VIII
Løpenummer:	1775
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel:	OTRA. Tiltaksorientert overvåking 1984 (Overvåkingsrapport nr. 199/85)	Dato:	1.11.1985
Forfatter (e):	Eva Boman Magne Grande	Rapportnr.	O-80002-08
		Faggruppe:	
		Geografisk område:	Aust-Agder og Vest-Agder
		Antall sider (inkl. bilag):	49

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------

**Ekstrakt:** Overvåkingens formål er å føre kontroll med vannkvaliteten samt bruke resultatene til å foreslå tiltak mot forurensningsproblemene. Vannkvaliteten i Otra var i 1984 som 1983 særlig påvirket av sur nedbør, industrielt avløpsvann og reguleringsinngrep. Vannet er surt ovenfor Vennesla og blir ytterligere forsuret etter utslipp fra industribedriftene i Vennesla. Forurensningsvirkningene av industriutslippene var størst om sommeren på grunn av liten vannføring. 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 betydelig vekst av sopp.

4 emneord, norske:
1. Forurensningsovervåking; 1984
2. Otra
3. Vannkraftutbygging
4. Sur nedbør
Treforedlingsindustri

4 emneord, engelske:
1. Pollution Monitoring; 1984
2. Otra
3. Hydroelectric power
4. Acid precipitation
Pulp and paper industry

Prosjektleder:

*Eva Boman*

For administrasjonen:

*Per Bie Klisander*

*Rolf E. Arnesen*  
Programleder, overvåking

ISBN 82-577-0970-0

*R. F. W. J.*



# Statlig program for forurensningsovervåking

O-80002-08

OTRA 1984

Overvåkingsrapport 199/85

Grimstad, 1.11.1985

Forfattere:

Eva Boman

Magne Grande

## F O R O R D

Overvåking av Otra administreres og koordineres av Statens forurensningstilsyn (SFT) og er finansiert med midler fra SFT, Vassdragsrådet for nedre Otra, Oteraaens Brukseierforening, Hunsfos fabrikk A/S og Norsk Wallboard A/S.

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. Kjemiske rutineanalyser ble utført ved Aust-Agder og ved NIVA. Bestemmelse av totalchlor, persistent chlor og kloralkylbenzener er utført ved Senter for industriforskning og rapportert ved Kari Martinsen.

I/S Øvre Otra ved Brokke kraftverk, H. Heistad, I. Haugen, og Kristiansand kommune har hjulpet med prøvetaking. Oteraaens Brukseierforening har skaffet vannføringsdata. Automatiske målestasjoner for kontinuerlig overvåking av vannkvalitet har vært i drift ved Hunsfoss og Vigeland. Ansvarlig for driften av disse var Hunsfos Fabrikker A/S ved Sigurd Gundersen og A/S Vigelands Brug ved Roald Hansen, Helge Fossnes og Per Strand. Fylkesmannen i Vest-Agder, miljøvernavdelingen, ved Ørnulf Haraldstad og Rolf Stene har foretatt observasjoner av fisk og utført elektrofiske. Angelo Tambini har vært behjelpelig med observasjoner, om fiskeforhold i Otra, og innsamling av fisk til analyser. Vi takker alle for godt og velvillig samarbeid i 1984.

Ved NIVA har Magne Grande hatt ansvaret for de biologiske undersøkelser og Richard Wright for de rutinemessige kjemiske undersøkelser. Åse Bakketun har bearbeidet bunndyrmaterialet. Eva Boman, NIVA Sørlandsavdelingen, Grimstad, har fra 1.1.85 overtatt saksbehandleransvar for overvåkingsundersøkelsen.

Grimstad, november 1985

Eva Boman

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

	Side
1. FORMÅL - KONKLUSJONER - TILRÅDNINGER	1
1.1. Formål	1
1.2. Konklusjoner	1
1.3. Tilrådninger	2
2. INNLEDNING	3
2.1. Områdebeskrivelse	3
2.2. Vannbruk og forurensninger	3
2.2.1. Reguleringer	3
2.2.2. Resipient for avløp/forurensninger	9
2.2.3. Vannforsyning	9
2.2.4. Fiske	9
2.3. Tidligere undersøkelser	10
2.4. Overvåkingsprogram	10
3. RESULTATER OG DISKUSJON	12
3.1. Rutineovervåking av fysisk/kjemiske forhold	12
3.1.1. Sur nedbør	12
3.1.2. Eutrofiering	14
3.1.3. Industriutslipp	21
3.2. Spesielle undersøkelser i nedre Otra	29
3.2.1. Bunndyr	29
3.2.2. Fisk, forekomster og bestandsvurderinger	30
3.2.3. Totalklor, persistent klor og kloralkylbenzener i bekkerøye	33
3.2.4. Fiskeforsøk med automatisk vannkvalitetsmåling	35
4. REFERANSER	38

## 1. FORMÅL - KONKLUSJONER - TILRÅDNINGER

### 1.1. Formål

Hovedmålet for overvåkingsundersøkelsen i Otravassdraget er å påvise endringer i forurensningssituasjonen, samt å komme frem til konkrete tiltak mot forurensningsproblemene. Eventuelle tiltak vil særlig sikte mot å bedre forholdene for fisket i elva, spesielt laks og aure.

### 1.2. Konklusjoner

Vannet i Otra er fra naturens side svakt surt og har et lavt innhold av salter og organisk stoff. Vegetasjon og fauna er preget av arter tilpasset denne vanntype.

Flere faktorer bidrar til en ytterligere forsurening av vassdraget: sur nedbør, kraftverksmanøvreringer og utslipp fra treforedlingsbedriftene i Vennesla. Påvirkningen fra treforedlingsindustrien er størst når vannføringen er lavest.

I hele vassdraget ovenfor Vennesla er det fremdeles høy tetthet av aure. Nedenfor industribedriftene er det bare bekkerøye av laksefiskene som kan leve i lengre tid. Oppgangen av laks er liten, og bare enkelteindivider som stammer fra andre elver eller utsettinger blir fisket.

Forsøk i anlegg ved Vennesla viser at yngel av laks og ørret dør etter kort tid nedenfor treforedlingsbedriftene. Ovenfor bedriftene er også vannet i perioder for surt til at lakseyngel kan overleve.

Industriutslippene på Vennesla gir elva et øket innhold av løste organiske stoffer samt øket partikkeltransport. Dette gir vekst av sopp på elvebunnen og skaper ulemper for utøvelse av fiske og rekreasjon. Fisken som oppholder seg nedstrøms bedriftene får usmak og øket innhold av klororganiske stoffer på grunn av forurensningene.

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 1984 var årsmiddelkonsentrasjonene 5 og 8 µg P/l ved henholdsvis Steinsfoss og Skråstad.

På grunn av liten vannføring i sommerhalvåret var virkningen av de sure industriutslippene noe større i 1984 enn i perioden 1981-1983. Forøvrig ble det ikke påvist vesentlige endringer i forurensningssituasjonen i forhold til 1983.

### 1.3. Tilrådninger

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 kan dette være aktuelt. Kalking og endring i produksjonsprosessene ved industribedriftene i Vennesla samt endring i manøvreringsreglement er tiltak som skal vurderes i 1985/86. Det bør også skje en reduksjon av tilførslene av organisk stoff og fosfat til nedre Otra for å redusere begroing.



## 2. INNLEDNING

### 2.1. Områdebeskrivelse

Otravassdraget med 3 730 km<sup>2</sup> nedbørfelt er et av Sørlandets største vassdrag. Otra strekker seg ca 240 km fra høyfjells-terreng på 1 300 - 1 400 m.o.h. ved Hovden til den munner ut i Kristiansandfjorden. Middel 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 og b).

Bergartene i nedbørfeltet sør for Vatnedalen består vesentlig av gneis og granitt som gir saltfattig avrenningsvann med lav motstandsevne mot forsuring. Nord for Vatnedalen finnes metamorfe og sedimentære bergarter. Videre finnes det metamorfe bergarter øst for Valle. Disse bergartene har avrenningsvann med høyere saltinnhold og gunstigere surhetsgrad enn ellers i vassdraget.

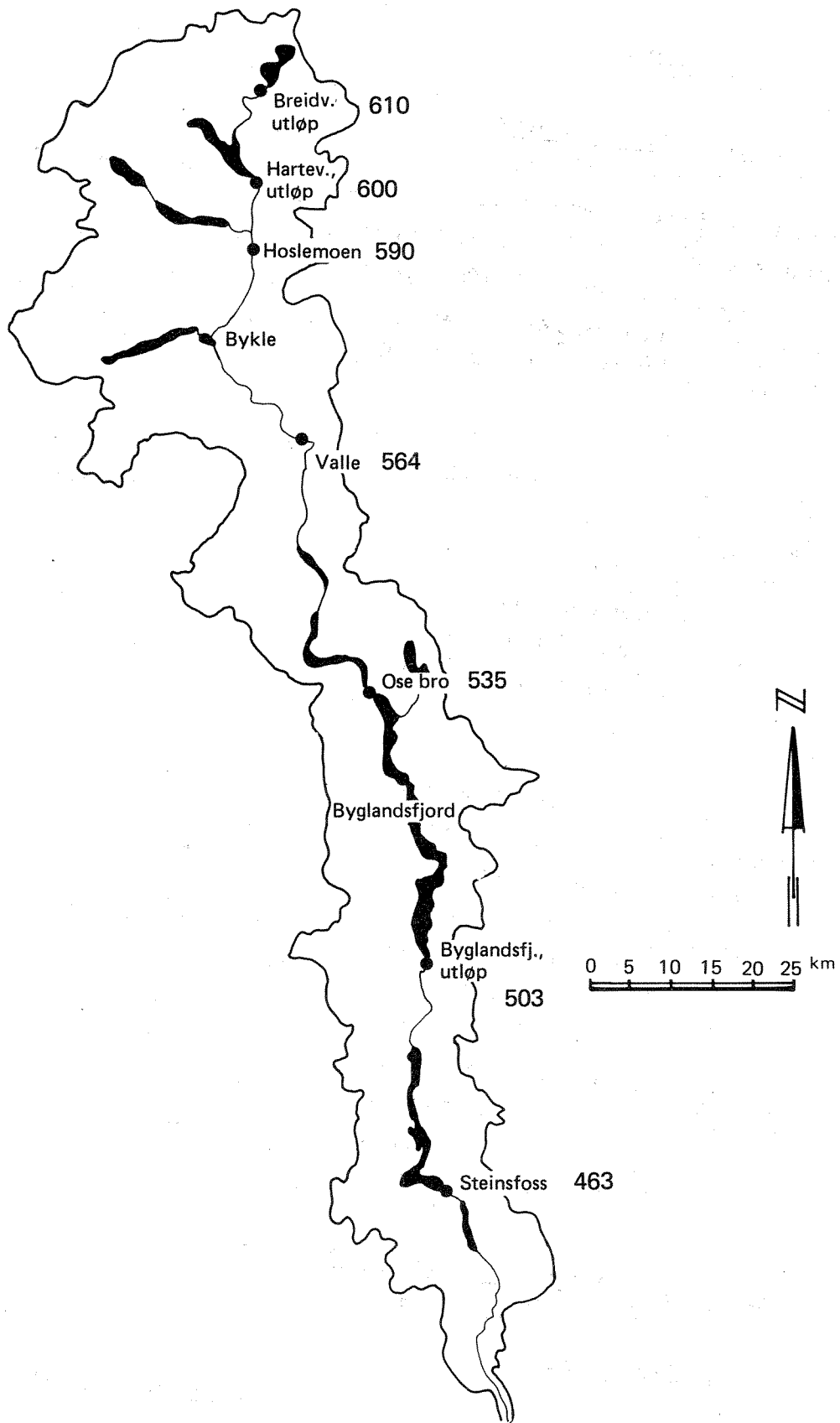
De mektigste løsmasseavsetningene finnes langs hoveddalføret, spesielt i forbindelse med bassengene. De lavestliggende deler av vassdraget (under ca 50 m.o.h.) ligger under den marine grense. En kan der finne grus-, sand- og leir-sedimenter avsatt i marint miljø ved slutten av siste istid. For øvrig er et tynt dekke med bunnmorene den mest utbredte jordart.

Løv- og barskog er vanlig i de nedre delene av vassdraget. I de høyereliggende områdene er løvskogen dominerende. Tregrensen ligger i området omkring 1 000 m.o.h.

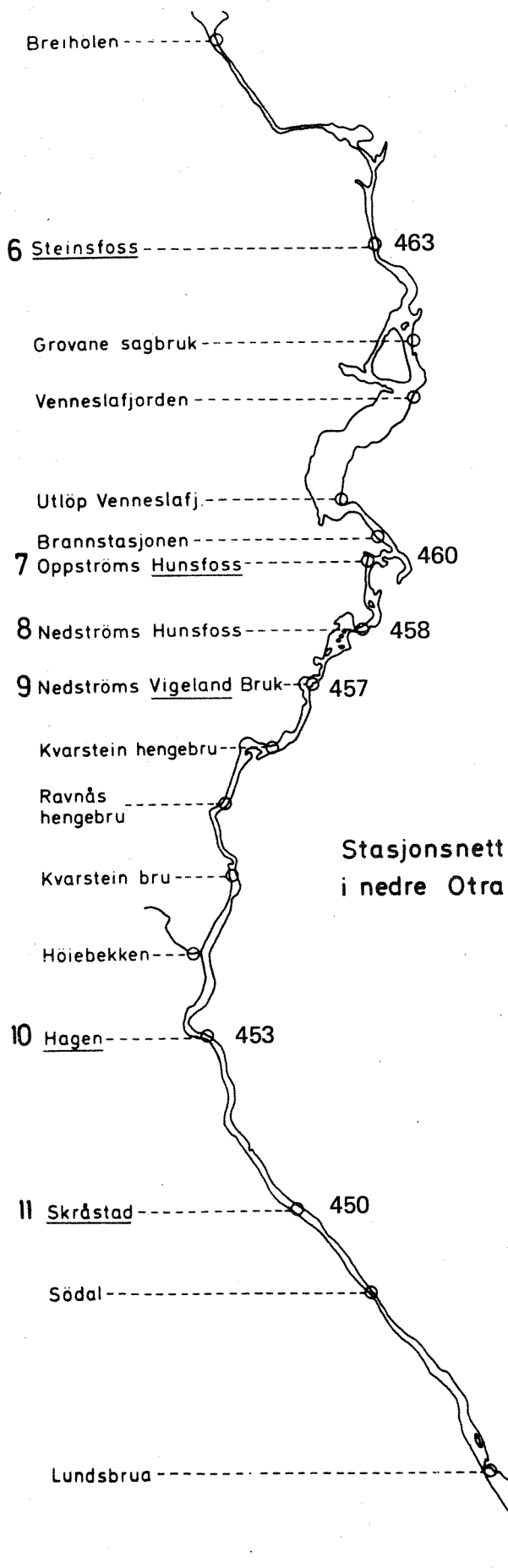
### 2.2. Vannbruk og forurensninger

#### 2.2.1. Reguleringer

Otra har vært regulert for produksjon av elektrisk kraft siden 1900 (Rørslett et al. 1981 gir en oversikt). Det største inn-grepet ligger i øvre Otra i forbindelse med Brokke kraftverk



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



Figur 1b. Stasjonsplassering - vannkjemi nedre Otra.

(tabell 2). Fra 1964 har Otra ved Bykle vært overført gjennom tunneler 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 vannføring (figur 2). Overvåkingsstasjonen ved Valle kan derfor betraktes som "sideelv"-stasjon, i og med at vannet fra Otravassdraget ledes gjennom tunnelsystemet.

Fra juni 1982 ble også vannføringen over strekningen Hartevatn - Sarvsfoss sterkt redusert (figur 2). Overvåkingsstasjonen ved Hoslemo (fig. 1 a) blir i likhet med Valle en "sideelv"-stasjon med til renning hovedsakelig fra restnedbørsfeltet.

Høsten 1984 ble overføringstunnel påbegynt mellom Urarmagasinet og Holen kraftverk. Denne overføringen vil ikke ha innvirkning på middelvannføring eller minstevannføringsbestemmelser i hovedvassdraget.

Tabell 1. Vannkraftutbygging i øvre Otra utført ved I/S Øvre Otra.

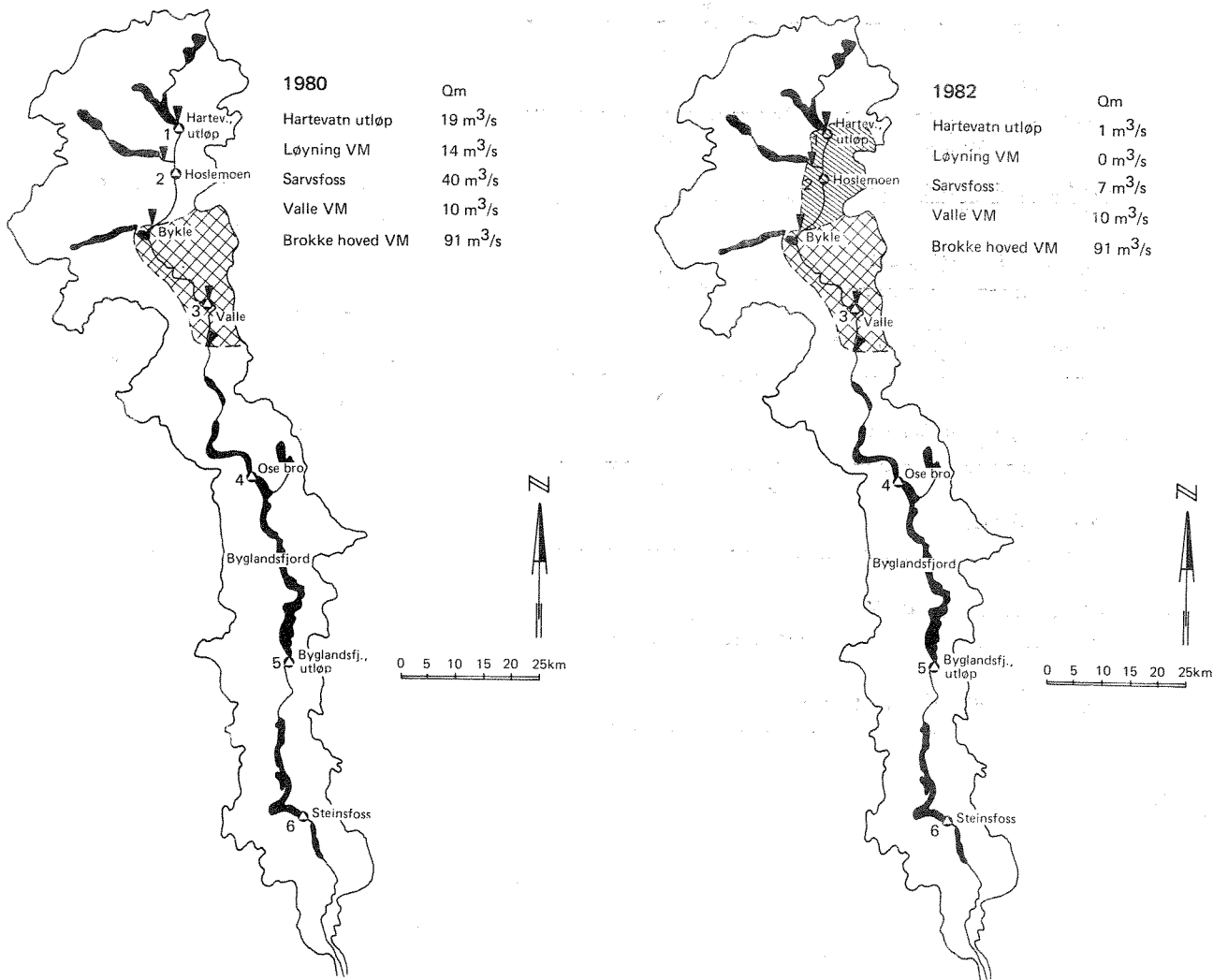
Ferdig år		Tiltak	Total årsproduksjon
1964	Byggetrinn I	Tunnel Botsvatn/Bykil-Brokke kraftverk m.v.	1170 mill kWh
1977	Byggetrinn II	Tunnel Otra v/Sarvsfoss-Botsvatn m.v.	1550 mill kWh
1981 1983	Byggetrinn III	Overføring Otra fra Hartev. - Vatnedalsv. - Botsv. og nytt kraftverk Holen.	2275 mill kWh
1986/ 1987	Byggetrinn IV	Tunnel Urarmagasinet - Holen kraftverk.	

Tabell 2 gir en oversikt over de gjeldende minstevannføringsbestemmelser i Otra-vassdraget.

Stasjon		Minste- vannføring $\text{m}^3/\text{s}$
fra Lislevatn	s.	2
	v.	1
Otra, nedenfor Børtemannsbekken	s.	4
	v.	1
fra Hartevatn	s.	2
	v.	0,5
ved Hoslemo V.M.	s.	4
	v.	2
ved Sarvsfossen	s.	2
	v.	2
ved Bykil	s.	1
	v.	1
ved Valle V.M.	s.	3
	v.	2
ved Vigeland V.M.	s.	50
	v.	50

Tabell 2.

Minstevannføringsbestemmelser i Otra.  
Øverste tall i hver  
rubrikk angir minste-  
vannføring om sommeren,  
nederste rubrikk om  
vinteren.



Figur 2. Reguleringsinngrep i øvre Otra. Skraverte felt er lokalnedbør-felt til de strekningene som har sterkt redusert vannføring siden 1982. Q<sub>m</sub> er middel vannføring.

### 2.2.2. Resipient for avløp/forurensninger

Otra brukes som resipient for kommunalt avløpsvann, avrenning fra jordbruksvirksomhet og i nedre deler også industriavløp. Beregninger av forurensningstilførsler for øvre og nedre Otra er foretatt av henholdsvis Rørslett et al. (1981) og Grande et al. (1982).

Bosettingen i vassdraget utgjør omlag 7 500 personer i øvre Otra og 11 500 personer i nedre Otra, vesentlig konsentrert til tettstedene Hovden, Bykle, Valle, Rysstad, Bygland, Byglandsfjord og Evje. I øvre Otra er det etablert kommunale renseanlegg for de fleste av disse tettstedene. I nedre del av Otra er det tre større befolkningssentra, Vennesla, Mosby og Strai. De fleste boliger her er tilknyttet offentlig ledningsnett, men avløpet gjennomgår ingen rensing utover slamavskilling.

Jordbruksavrenning utgjør en relativt liten andel av forurensningstilførslene til Otra.

Det er tre industribedrifter av betydning i vassdraget, Hunsfos Fabrikker, Norsk Wallboard samt Høie tekstilfabrikk. Disse er alle lokalisert i Otras nedre del, sør for Venneslafjorden.

Otras nedbørfelt ligger i sonen for maksimal belastning av sur nedbør. De fleste vassdragsavsnitt er påvirket.

### 2.2.3. Vannforsyning

I Byglandsfjord er det drikkevannsuttak for omlag 400 personer. En del boliger i spredt bebyggelse har også direkte vannuttak: hovedvassdraget. Elva nyttes i noen grad til jordbruksvanning.

### 2.2.4. Fiske

Nedre Otra var tidligere en god lakseelv. Bestanden av laks er nå nærmest utryddet på grunn av forurensninger og har i dag ingen betydning for fisket i elva. I hele vassdraget ovenfor Vennesla

foregår det imidlertid fritidsfiske etter ørret. Mange av de høyereliggende innsjøene i Otras nedbørfelt er blitt fisketomme på grunn av forsurening.

### 2.3. Tidligere undersøkelser

Fiskeribiologiske undersøkelser i nedre Otra har pågått siden 1939. Kjemiske undersøkelser startet opp i 1955. Siden 1960 har Norsk Institutt for vannforskning (NIVA) deltatt i undersøkelserne. I vedlegg 1 finnes en oversikt over tidligere NIVA-rapporter for Otra. 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). I tillegg til det statlige overvåkingsprogram har Fylkesmannen i Aust-Agder egne undersøkelser i øvre Otra i forbindelse med anleggsarbeidene (kraftutbygging).

### 2.4. Overvåkingsprogram

Forurensningen av Otra er påvirket av 4 hovedfaktorer: reguleringsinngrep, sur nedbør, eutrofiering på enkelte strekninger og industrielt avløpsvann.

Overvåkingsprogrammet og stasjonsplasseringen (figur 1a og b, tabell 3) er utarbeidet slik at påvirkningen av alle faktorene følges.

Undersøkelsen har i 1984 omfattet kjemiske rutineprøver fra 12 stasjoner. I tillegg er det foretatt forsøk med fisk i kar ved Hunsfos og Vigeland, kombinert med kontinuerlig registrering av vannkvaliteten på disse lokalitetene. Det er også samlet inn et materiale av bunndyr og fisk og foretatt analyser av klorerte forbindelser i denne fisken.



Tabell 3. Stasjonsplassering for rutinekjemi-prøver, overvåking av Otra, 1984. 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

### 3. RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1. Rutineovervåking av fysisk/kjemiske forhold

I 1984 ble vannprøver tatt månedlig ved 12 rutinestasjoner (figur 1a og 1b). Prøvene fra Otras øvre del ble analysert ved Aust-Agder fylkeslaboratorium for vannanalyse med unntak for natrium- og kaliumbestemmelse. Prøvene fra nedre Otra ble analysert ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Analyseresultatet for samtlige prøver er satt opp i tabell i vedlegg 2.

##### 3.1.1. Sur nedbør

---

Vannet i Otra er fra naturens side svakt surt og har lav bufferkapasitet. Sur nedbør påvirker elva med økende forsuring nedover vassdraget. Vannet blir ytterligere forsuret etter utslipp fra treforedlingsbedriftene på Vennesla.

---

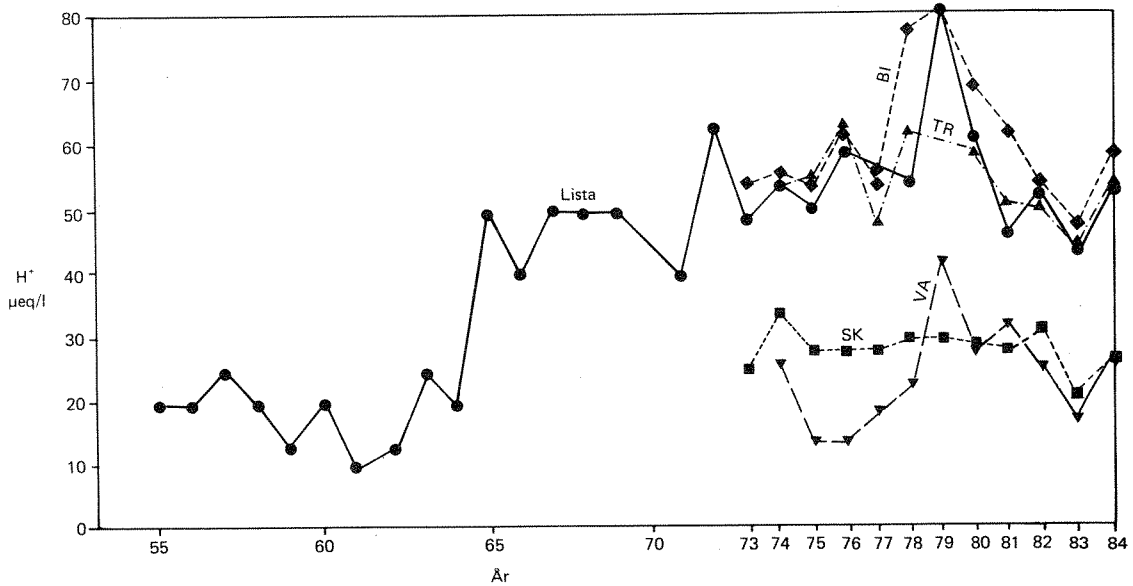
Otras nedbørfelt, i likhet med resten av Sørlandet, mottar betydelig tilførsel av sure komponenter gjennom nedbør og tørravsetning av SO<sub>2</sub>-gass og svovelholdige partikler.

Nedbørkvalitet og belastningen i Otras nedbørfelt kan estimeres ut fra de nedbørkjemiske data for 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. Ved Lista har nedbørkjemi blitt målt siden 1955.

I 1984 varierte nedbørens surhetsgrad fra ca pH 4,2 ved kysten til ca 4,6 øverst i vassdraget (tabell 4). Disse data viser ingen klar endring i nedbørens pH i de siste 10 år og heller ikke i 1984 (figur 3).

Tabell 4. Veiet årsmiddel for surhetsgrad i nedbør ved 5 stasjoner på Sørlandet i 1984. Data fra Norsk institutt for luftforskning.

Stasjon	pH	Avstand fra kysten km
Lista	4,28	0
Birkenes	4,24	20
Treungen	4,28	45
Skreådalen	4,59	60
Vatnedalen	4,59	150



Figur 3. Veiet årsmiddel for H<sup>+</sup> i nedbør ved 5 stasjoner på Sørlandet. Data for Lista for perioden 1955-1984 er fra International Meteorological Institute, Stockholm. Data ellers fra Norsk institutt for luftforskning. (BI = Birkenes, TR = Treungen, SK = Skreådalen, VA = Vatnedalen).

*Nedbøren ved kysten har størst syreinnhold.*

Gradienten i nedbørens surhet fra kysten til høyfjellet gjen-speiles i vannkjemien i Otra. Årsmiddel pH for 1984 varierte fra 6,27 ved Breidvann til 5,07 ved Vigeland (figur 4). Nedenfor Hunsfos Fabrikker var pH-fallet spesielt stort på grunn av sure utslipp fra fabrikk.

Sulfatkonsentrasjonene i vassdraget viser samme tendens som surhetsgraden. Øverst i vassdraget lå sulfatinnholdet i 1984 under 1 mg/l, mens innholdet var øket til 1,2 mg/l ved Ose bru, 2,8 mg/l ved Steinsfoss og 4,1 mg/l ved Skråstad. Treforedlingsbedriftene nederst i vassdraget bidrar også til de økte sulfatkonsentrasjonene.

### 3.1.2. Eutrofiering

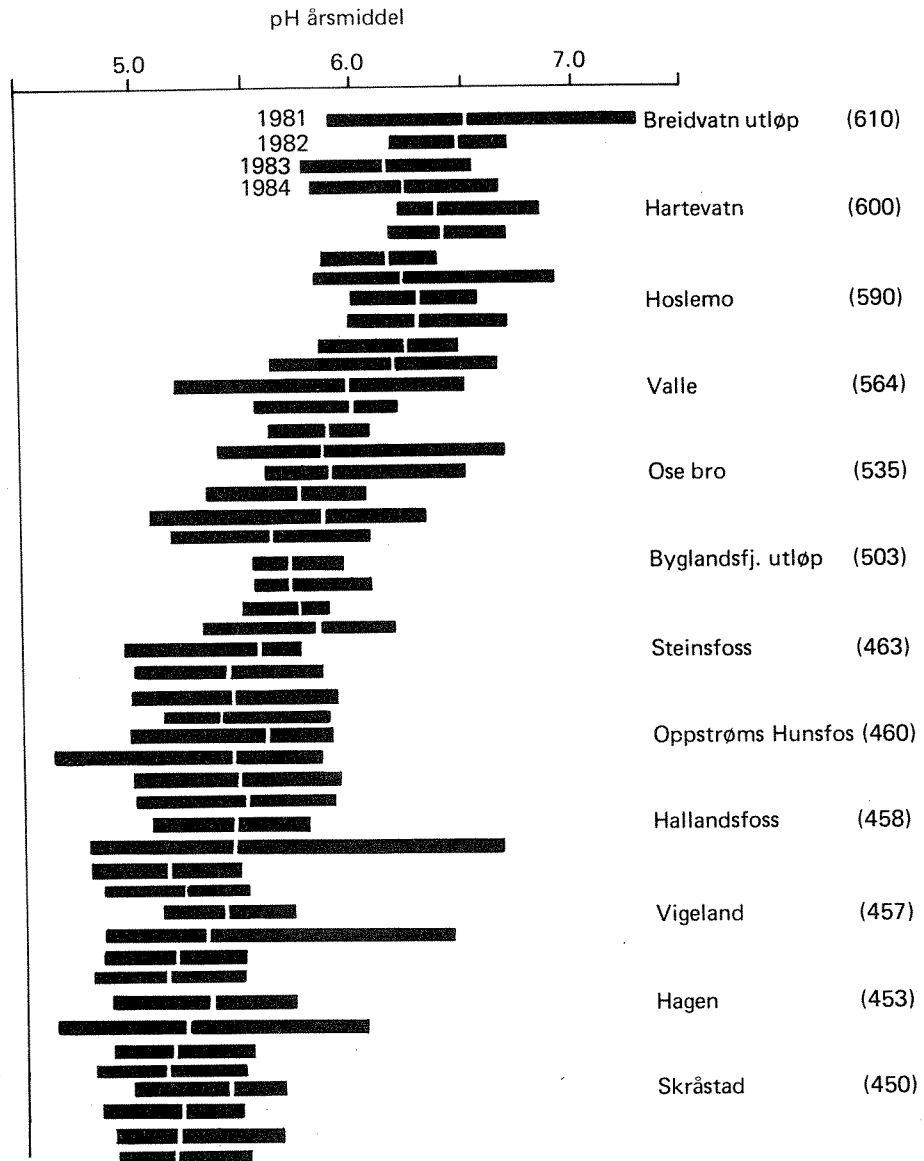
---

Boligkloakk og avrenning fra jordbruk har relativt liten innflytelse på hovedvannmassene ned til Vennesla. Fra Vennesla og ned skjer en markert økning av fosforkonsentrasjonene. Forbi tettstedene i nedre Otra øker fosforinnholdet fra 5 µg P/l til 8 µg P/l. Fosforbidragene til nedre Otra er omlag like store fra kloakk og jordbruk som fra industrien.

---

Eutrofieringsutviklingen registreres best ved biologiske parametre, men kjemiske målinger kan gi et grovt bilde. De kjemiske målingene som er foretatt ved overvåking av Otra i 1984 og tidligere år indikerer at elva er oligotrof. Årsmiddelkonsentrasjonene av total fosfor i 1984 lå under 10 µg P/l ved samtlige stasjoner. Middelkonsentrasjonen av total fosfor økte fra ca 2 µg P/l øverst ved Breidvann til ca 8 µg 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).



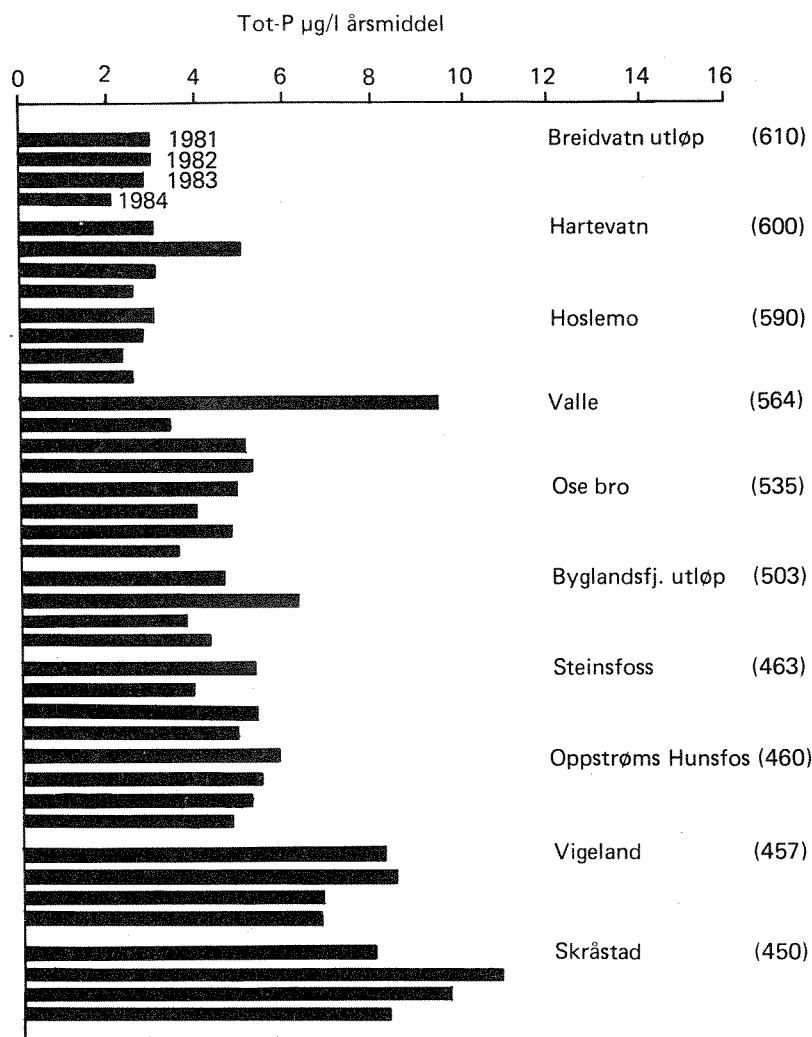
Figur 4. Årsmiddel, maksimum og minimum pH i 1981-1984 i rutineprøver fra Otra.

Surhetsgraden er relativt gunstig ovenfor Valle. pH avtar nedover i vassdraget på grunn av sur nedbør. En ytterligere forsurening fra Hallandsfoss (458) skyldes industriutslipp.

På strekningen fra Steinsfoss til Skråstad økte total fosforkonsentrasjonen i 1984 fra 5,1 µg P/l til 8,3 µg P/l. Ved en middel vannføring på 170 m<sup>3</sup>/s tilsvarer denne økningen en årlig tilførsel på 17 tonn fosfor. Dette stemmer godt overens med de beregnede verdier i Grande et al. (1982) over denne strekningen på ca 8 tonn fosfor fra kloakk og jordbruk og 8 tonn fra industrien.

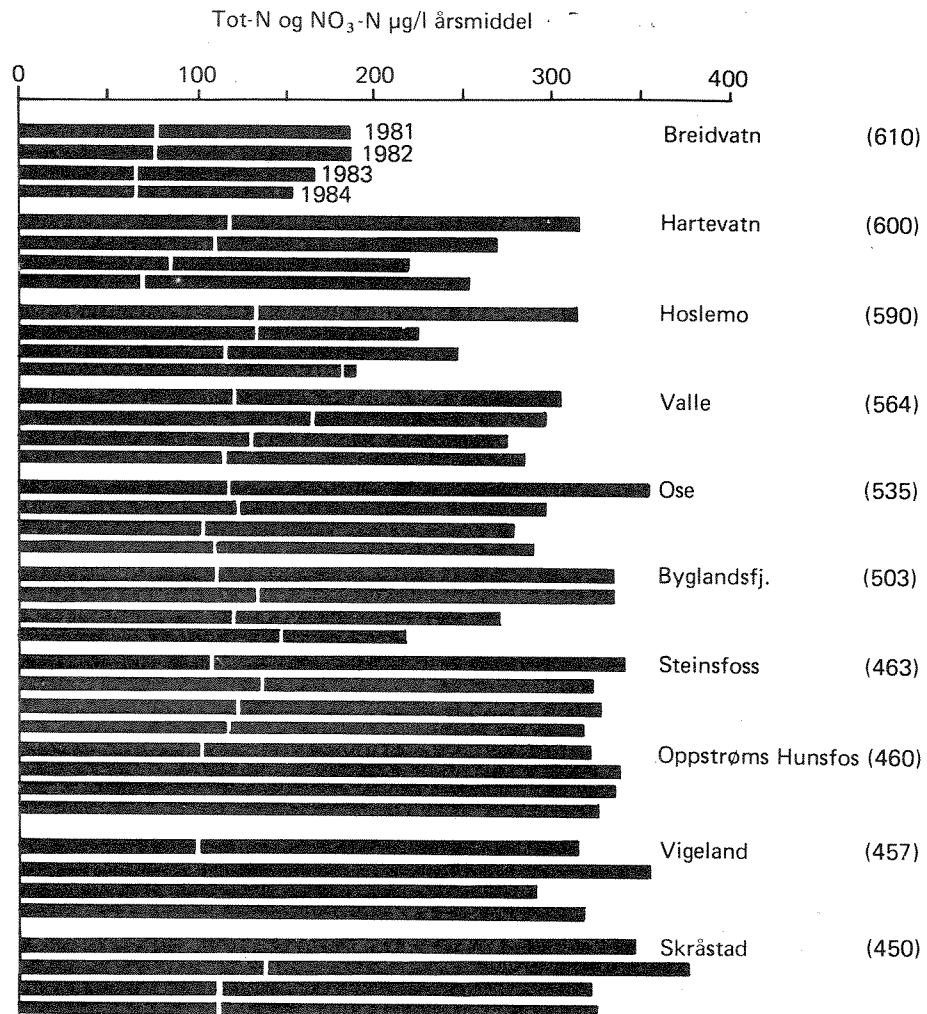
Av andre plantenæringsstoffer er nitrogen viktig. Årsmiddelkonsentrasjoner av total nitrogen i 1984 varierte mellom ca 160 µg N/l øverst til ca 330 µg N/l nederst i vassdraget (figur 6).

For nedre Otra kan 1984-resultatene for tot-P og tot-N sammenlignes med overvåkingsdata fra 1974-75 til 1983. 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 1984. Konsentrasjoner er med få unntak omtrent like ved alle stasjoner innen hvert år (figur 8).



Figur 5. Årsmiddelkonsentrasjon av total-fosfor i 1981-1984 i rutineprøver fra Otra.

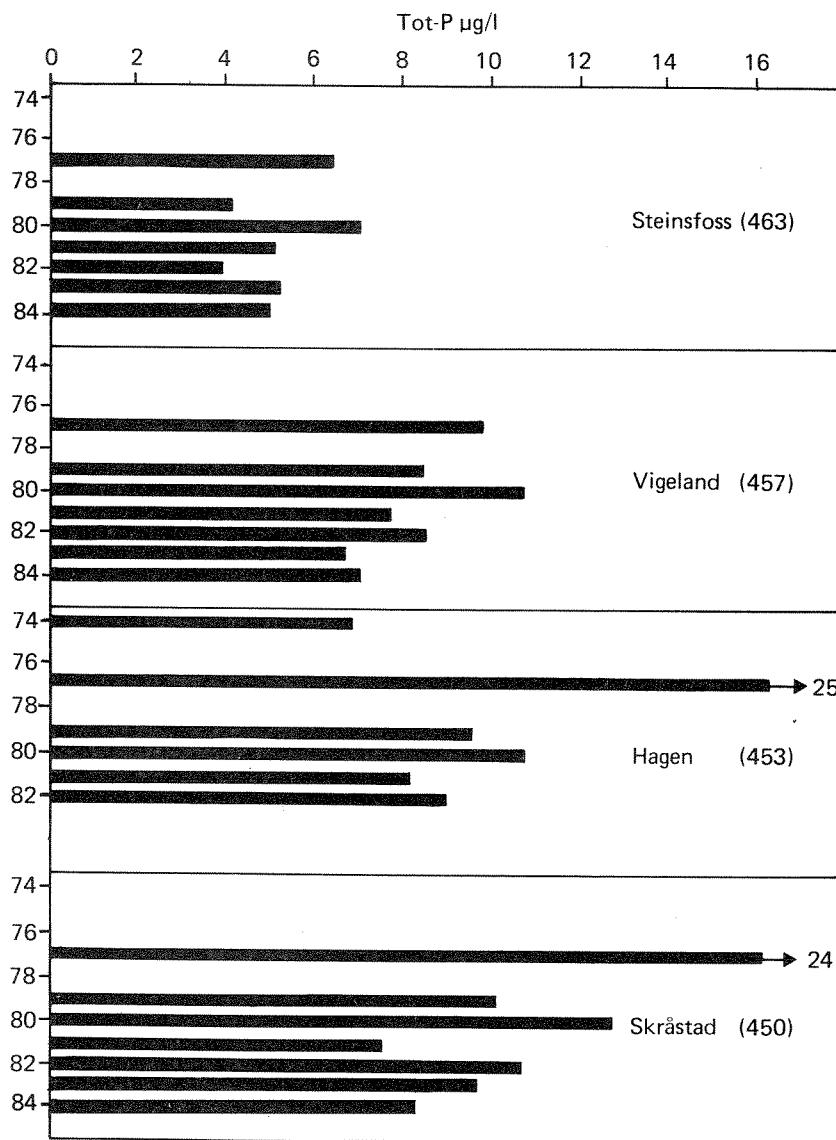
*Midlere fosforkonsentrasjoner varierer mellom 2 og 8  $\mu\text{g P/l}$  i hovedvassdraget. Den største økningen skjer nedenfor Vennesla.*



Figur 6. Årsmiddelkonsentrasjon av total-nitrogen (hele søylen) og nitrat-nitrogen (nedre del av søylen) i 1981-1984 i rutineprøver fra Otra.

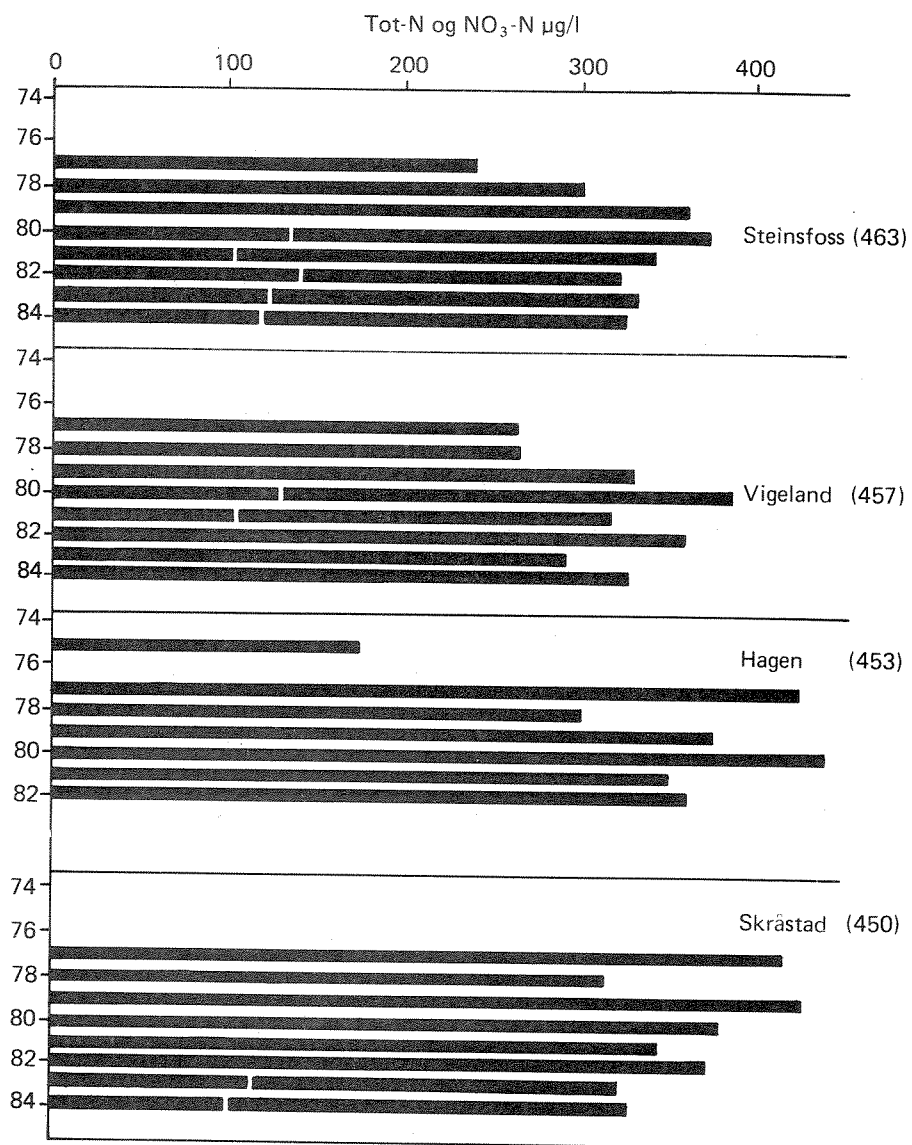
*Nitrogenkonsentrasjonene viser små variasjoner i hovedvassdraget.*





Figur 7. Årsmiddelkonsentrasjon av total-fosfor i perioden 1974-1984 i rutineprøver fra Otra.

*Fosforkonsentrasjonene i nedre Otra har vært relativt konstante de siste 5 år.*



Figur 8. Årsmiddelkonsentrasjon av total-nitrogen (hele søylen) og nitrat-nitrogen (nedre del av søylen) i perioden 1974-1984 i rutineprøver fra Otra.

*Nitrogenkonsentrasjonene i nedre Otra har vært relativt konstante de siste 7 år.*

### 3.1.3. Industriutslipp

---

Treforedlingsbedriftene på Vennesla tilfører elva syre, løste organiske stoffer samt partikulært materiale (fiber). Vannkvaliteten påvirkes sterkt gjennom senking av pH, øket innhold av løst organisk materiale samt økning av magnesium, turbiditet og farge. Virkningen av utslippene er størst ved liten vannføring. Et spesielt stort fiberutslipp sommeren 1984 førte til en markert soppvekst på elvebunnen samt stor partikkeltransport i vannet.

---

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 og 1983) 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.

Undersøkelsen av industriutslippene i 1982 viste at Hunsfos Fabrikkers samlede prosessavløpsvann hadde en surhetsgrad på omkring 3,2, og at avløpsvannet fra blekeriets klortrinn og inndampingskondensater inneholder de største syremengdene. Avløpsvannet fra Norsk Wallboard er også surt, men utgjør bare ca 3 % av de totale syreutslipp (Tryland 1983).

Mengden løste organiske stoffer i avløpsvannet tilsvarte ca 14 tonn/døgn fra Hunsfos Fabrikker og 2,7 tonn/døgn fra Norsk Wallboardfabrikk. Utslipp av suspendert stoff er beregnet til henholdsvis 7,3 tonn fra Hunsfos Fabrikker og 0,6 tonn fra Norsk Wallboardfabrikk pr. døgn (Tryland 1983).

Hunsfos Fabrikker har utslipp av aluminium, men orienterende undersøkelser tyder på at bidraget av labilt aluminium (giftig

for fisk) er lite i forhold til det som er tilstede i elvevannet ovenfor bedriftene (Grande og Wright 1984).

I tillegg skjer utslipp av magnesium som følge av bruk av magnesiumsulfitt i treforedlingsprosessen.

Foruten treforedlingsindustrien har Høie fabrikk (tekstil) utslipp til vassdraget via Høiebekken. Fabrikken har konsesjon på utslipp av 220 tonn løst organisk materiale og 30 tonn suspendert materiale pr. år (Grande et al. 1982).

Også i 1984 viser overvåkingsundersøkelsen at industrielle utslipp påvirker elva sterkt. Av de kjemiske målingene merkes vannkvalitetsendringen forbi bedriftene spesielt i øket innhold av løst organisk materiale, senking av pH samt økning av magnesiuminnhold, turbiditet og farge (tabell 5). Midlere konsentrasjon av organisk materiale (permanganat-metoden) økte fra 1,9 mg O/l ovenfor Hunsfos til 4,8 mg O/l ved Vigeland nedenfor fabrikkene (figur 9). Ved en midlere vannføring på 170 m<sup>3</sup>/s tilsvarer økningen en organisk belastning på 15 000 tonn O/år. Til sammenlikning er belastningen av organisk stoff fra kloakk og jordbruk ubetydelig (ca 200 tonn/år) (Grande et al. 1982). Økningen i 1984 er i samme størrelse som i årene 1978-1983 (figur 10).

Vassdraget blir surere ved passering av bedriftene som følge av syreutslipp. Middelerverdier av surhetsgraden i 1984 viser et pH-fall fra 5,44 til 5,07 fra Steinsfoss til Vigeland (figur 11).

Rensetiltak har pågått ved Hunsfos Fabrikker siden 1974. Sedi-  
menteringsanlegg for trefiber og bark har redusert innholdet av løst organisk stoff og suspendert materiale i avløpsvannet. Anlegg for sulfittindamping og kjemikaliegjenvinning samt delvis overgang fra klorbehandling til oksygenbleking har redusert syreutslippene.

De samlede rensetiltookene har hatt stor betydning for vannkvali-

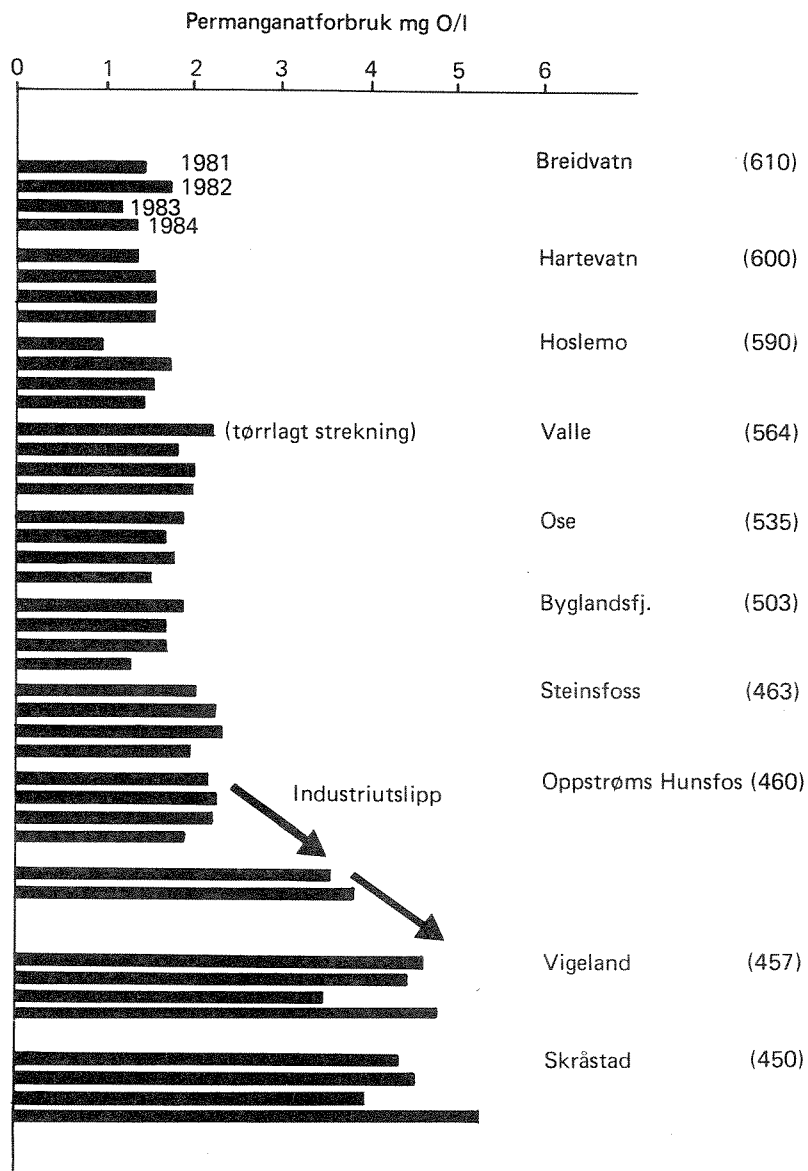
teten i vassdraget. Både forsureningen og økningen av organisk stoff i elva ved passering av bedriftene er blitt betydelig mindre i de senere år, som vist i figur 10 og 11 samt i tabell 5.

Analyseresultatene viser imidlertid at 1984 har vært et ugunstig år forurensningsmessig, vesentlig på grunn av den uvanlig lave vannføringen i elva hele sommerhalvåret.

Figur 12 viser tidsvariasjonen av pH og organisk stoff ved Vigeland sammenholdt med vannføringen. Figuren viser at forurensningsvirkningen m.h.p. syre og organisk stoff som regel er størst ved lav vannføring.

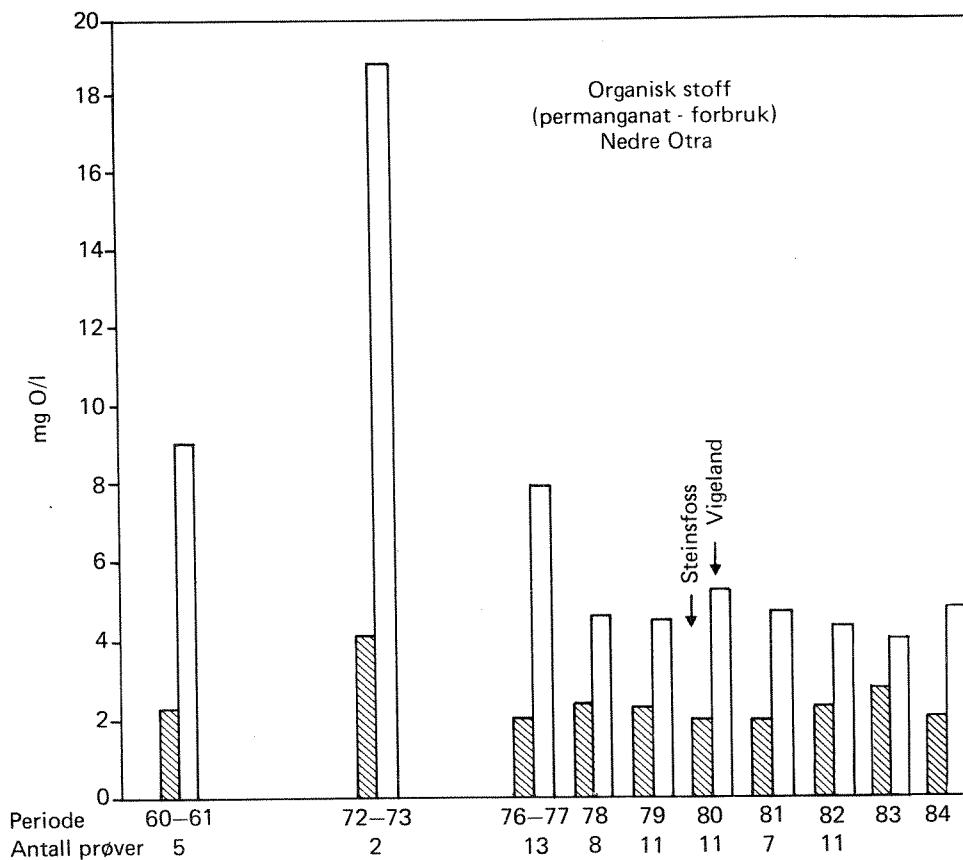
8 ukers stans i fibersedimenteringsanlegget på Hunsfos sommeren 1984 førte til ekstra stort fiberutslipp til elva. Fiberutslippet resulterte i en markert økning i soppbegroingen på elvebunnen. Ved befaring i oktober 1984 var begroingen av sopp tydelig større enn den hadde vært tidligere år. Samtidig ble det observert stor partikkeltransport i elva.

På bakgrunn av dagens kunnskap om situasjonen i nedre Otra synes det klart at en reduksjon av utslippene samt en heving av minstevannføringen er de mest aktuelle tiltakene mot forurensningsproblemene. I løpet av 1985 vil det bli satt i verk tiltak som reduserer syreutslippene fra Hunsfos Fabrikker. En foreløpig heving av minstevannføringen ved Vigeland VM i 1985 blir også vurdert. Virkningen av disse tiltakene skal undersøkes særskilt i 1985-86.



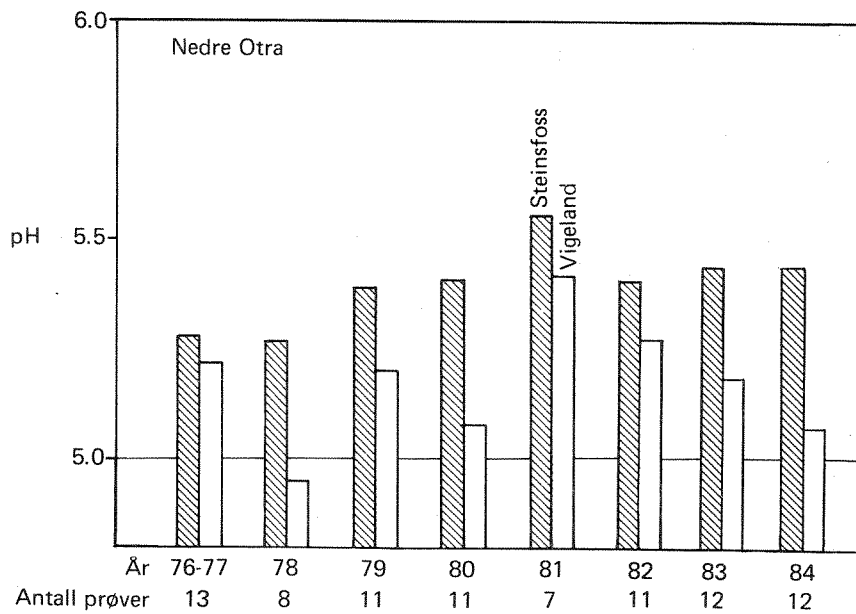
Figur 9. Arsmiddelkonsentrasjon av lett løselig organisk stoff (målt som oksygenforbruk med permanganat) i 1981-1984 i rutineprøver fra Otra.

*Konsentrasjonene av løst organisk stoff er markert høyere nedenfor treforedlingsbedriftene enn ovenfor.*



Figur 10. Middelkonsentrasjon av organisk stoff (målt som permanganatforbruk, mg O/l) ved Steinsfoss ovenfor og Vigeland nedenfor industriutslippene ved Vennesla.

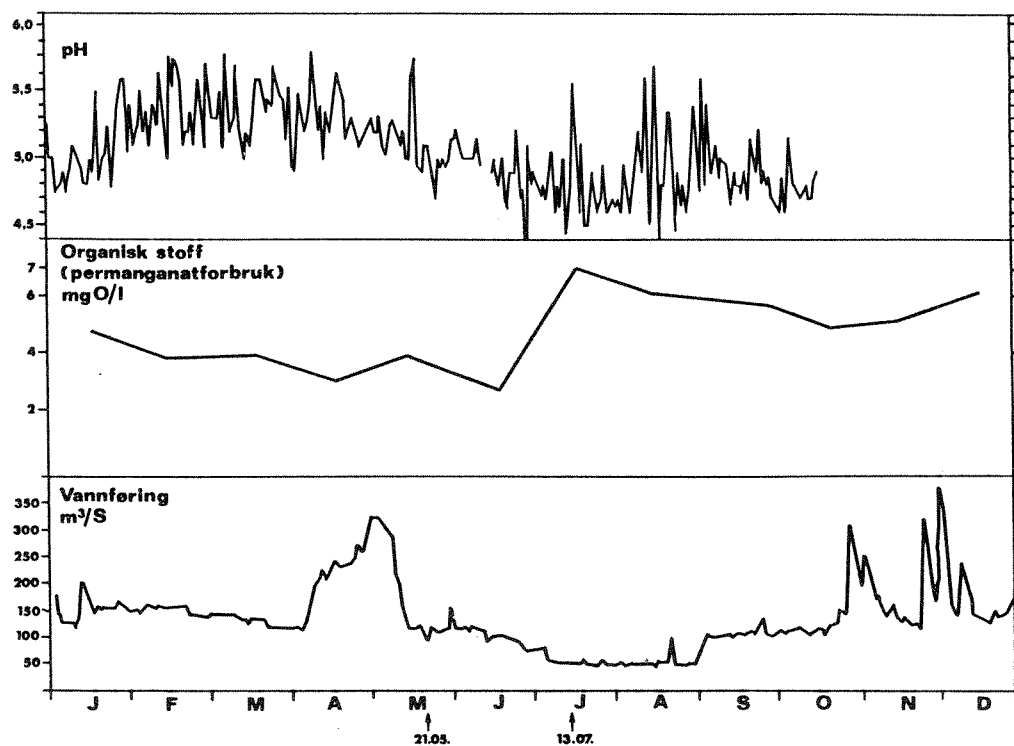
Konsentrasjonsøkningen av organisk stoff i nedre Otra er blitt mindre etter at rens tiltak ble innført ved treforedlingsbedriftene fra 1974. Utslippene er imidlertid fremdeles store nok til å gi en 50 % økning av organisk stoff i elva.



Figur 11. Arsmiddel pH i Otra ved Steinsfoss og Vigeland for perioden 1976-1984.

*Liten vannføring i 1984 forsterket effekten av de sure industriutslippene. Forsuringen av elva forbi treforedlingsbedriftene var i 1984 av samme størrelse som i 1980.*





Figur 12. Tidsvariasjon av pH, organisk stoff og vannføring ved Vigeland i 1984. Pilene angir perioden når sedimenteringsanlegget på Hunsfos Fabrikker var ute av drift.

*Vannføringen ved Vigeland VM var uvanlig liten sommeren 1984. På grunn av lav fortynningsgrad var forurensningsvirkningen av industriutslippene størst i minstevannføringsperioden.*

Tabell 5. Endring i vannkvaliteten (aritmetisk middel av observasjoner) ved passering av Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard 1960-1984. 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	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	55	-	-	-
1976-77	13	5,28	5,22	-0,06	2,0	7,9	+5,9	300	0,6 (1)	1,2(11)	+0,6	100	21	+24	110
1978	8	5,27	4,95	-0,32	2,4	4,6	+2,2	90	0,6	2,2	+1,6	270	33	+27	80
1979	11	5,39	5,20	-0,19	2,3	4,5	+2,2	100	0,8	1,7	+0,9	110	22(10)	+13	60
1980	11	5,41	5,08	-0,33	2,0	5,3	+3,3	160	0,6	2,4	+1,8	300	18	+21	120
1981	7	5,56	5,42	-0,14	2,0	4,6	+2,6	130	0,6	1,7	+1,1	-	17	+18	105
1982	11	5,39	5,29	-0,10	2,3	4,3	+2,3	100	-	-	-	-	20	+24	120
1983	12	5,44	5,19	-0,25	2,4	3,6	+1,2	50	-	-	-	-	-	-	-
1984	12	5,44	5,07	-0,37	2,0	4,8	+2,8	140	-	-	-	-	-	-	-

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	190	150	-40	-20
74-75	0,26 (1)	0,92 (1)	+0,66	250	5,8	7,0	+1,2	200	180	-20	-10
74-75	-	-	-	-	6,4	9,2	+2,8	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	360	330	-30	-8
80	0,22	0,58	+0,36	160	7,0	10,7	+3,7	370	380	+10	+3
81	0,20	0,37	+0,17	80	5,1	7,7	+2,6	340	320	-20	-6
82	0,23	0,52	+0,29	130	4,0	8,6	+4,6	320	360	+40	+12
83	0,25	0,40	+0,15	60	5,4	6,9	+1,3	340	300	-40	-12
84	0,25	0,47	+0,22	90	5,1	7,0	+1,9	330	330	0	0

### 3.2. Spesielle undersøkelser i nedre Otra

I likhet med i 1983 ble det heller ikke i 1984 foretatt biologiske rutineundersøkelser i Otra. I nedre Otra ble registreringene av vannkvalitet og fiskedød i forsøksanleggene ved Hunsfoss og Vigeland fortsatt. Det ble også samlet inn et materiale av bunndyr og fisk og foretatt analyser av klorerte forbindelser i denne fisken.

#### 3.2.1. Bunndyr

Bunndyrfaunaen i Otra ved Vennesla har en sammensetning som er karakteristisk for surt vann, men er mer spesialisert og tydelig forurensningspåvirket nedenfor industribedriftene i Vennesla.

Tabell 6. Bunndyr i Otra. Antall individer innsamlet med bunndyrhov (250  $\mu$ m) i 3 x 1 minutt, 16. oktober 1984.

Dyregruppe	Lokalitet	
	Moseidmoen (Utløp Vennesla- Stafjorden)	Vigeland
Rundmark	4	264
Børstemark	4	1288
Vannmidd	6	
Døgnfluer	86	
Vårfluer	131	
Fjærmygg	786	1912
Stankelbein	2	
Totalt antall dyr	1019	3464
Antall grupper	7	3

Prøver av bunndyr ble samlet med en bunndyrhov med maskevidde 250 µm i 3 x 1 minutt på hver lokalitet. Dyrene ble fiksert på sprit, sortert i hovedgrupper og talt opp i laboratoriet. Prøvene ble i 1984 samlet inn under en befaring 16. oktober. Resultatet fremgår av tabell 6.

Som tidligere var det også denne gang en fauna karakteristisk for sure vanntyper i Otra ved Moseidmoen. Fjærmygg og vårfluer er dominerende grupper. Døgnfluelarver ble funnet i et forholdsvis beskjedent antall. Ved Vigeland dominerte denne gang fjærmygg-larver og børstemark, men også rundmark ble funnet. Som vanlig er dyrelivet ved Vigeland mer spesialisert og færre grupper finnes enn ved Moseidmoen. Totalantallet dyr i prøven er imidlertid høyere enn ved Moseidmoen.

### 3.2.2. Fisk, forekomster og bestandsvurderinger

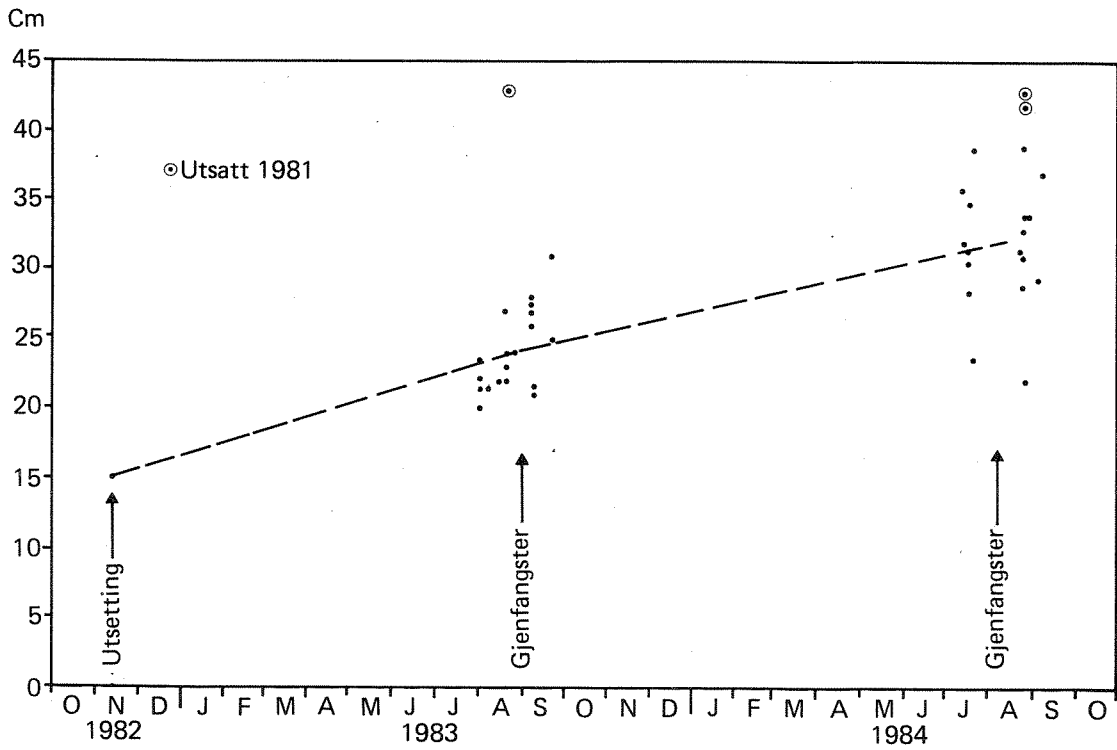
---

Otra har fortsatt ingen bestand av laks eller ørret nedenfor Vigelandfossen, men enkelte laks går opp på ettersommeren og høsten. Dette er laks som enten er satt ut som smolt i Otra, eller laks som stammer fra andre elver. I perioder er laksen betydelig stresset og det er tvilsomt om gyting finner sted. Ut-satt bekkerøye trives relativt bra i perioder, vokser fort og har god kondisjon, men får usmak ved lengre tids opphold i elva. Selvreproduserende bestander av aure fins i små bekker som muner ut i nedre Otra.

---

Det ble i 1984 ikke utført bestandundersøkelser av fisk i nedre Otra. Miljøvernavdelingen i Vest-Agder fylke foretok imidlertid et elektrofiske på utvalgte lokaliteter i Otra nedenfor Vigeland den 27. august og resultatene er tatt med her. Videre er det samlet inn og analysert et materiale av fisk fra lokale sportsfiskere samt foretatt en enkelt observasjon av laks under Vigelandfossen i oktober.

I figur 13 samt i vedlegg 4 er det oppført en del data for bekkerøye fisket i Otra nedenfor Vigeland i 1983 og 1984. Dette er



Figur 13. Lengder av bekkerøye utsatt i Otra 1982 og gjenfanget i 1983 og 1984.

*Bekkerøye utsatt i Otra vokser fort og har god kondisjon.*

overveiende gjenfangster av utsatt settefisk høsten 1982, men noen av eksemplarene er sannsynligvis fisk utsatt i 1981. En av disse var merket og var satt ut ved Steinsfossen (øvre del av Venneslafjorden) og har således vandret ned forbi bedriftene og Vigelandsfossen. Bekkerøyene har vokst godt og hadde i 1984 lengder fra 22 - 43 cm (middel 32 cm), vekter fra 140 til 900 g (middel 413 g). Kondisjonsfaktorene ( $K = \frac{V \cdot 3}{L} \cdot 100$ ) varierte mellom 1,01 og 1,61 (middel 1,25), hvilket er relativt høyt til å være bekkerøye.

Også i 1984 er det fanget et relativt stort antall bekkerøye i nedre Otra men det er vanskelig å angi noe eksakt antall. Utsettingene har vist at denne fiskearten er i stand til å overleve og trives i nedre Otra selv om det er perioder hvor den er stresset av dårlig vannkvalitet og høy temperatur. Funn av årsyngel tyder på at en begrenset reproduksjon kan ha funnet sted i Otra og/eller tilløpsbekker. Fisken får usmak ved lengre tids opphold i elva.

Ørret blir bare sporadisk fisket og observert i nedre Otra. Det må antas at det stadig kommer fisk ned fra Venneslafjorden og ovenforliggende deler av Otra som er sterkt overbefolket av ørret. Noe fisk vil også kunne komme fra mindre tilløpsbekker (Straisbekken etc.) i nedre del. Fisken ser imidlertid ikke ut til å bli stående lenge i selve Otra. Om høsten går sjørret opp i Otra, men bare i meget lite antall.

Laksen gikk meget sent opp i Otra i 1984 og den 24. august ble den første laksen observert under kraftstasjonen ved Vigeland. En smålaks ble fisket den 27. august. Ved en befaring av Otra den 16. oktober ble det observert 9 laks i størrelser opp til ca 6 kg på en kort strekning nedenfor Vigelandsfossen. Fisken var da tydelig stresset, hadde til dels mørk hudfarge og reagerte lite på forstyrrelser. Det er grunn til å tro at det på dette tidspunkt sto atskillig flere laks under Vigelandsfossen enn de som ble observert. Oppgangen av laks skyldes sannsynligvis utsetting av smolt i munningen av Otra samt individer som stammer fra andre elver eller utsettinger i sjøen.

### 3.2.3. Totalklor, persistent klor og kloralkylbenzener i bekkerøye.

---

Fra klorblekerier i treforedlingsindustrien kan klorerte organiske forbindelser komme ut i avløpsvannet. Stoffene kan være giftige og helseskadelige. Bekkerøye får ved lengre tids opphold i elva nedenfor Vigeland en anrikning av totalklor og persistent klor (10-20 ganger antatt bakgrunnsnivå). På grunn av manglende grenseverdier for klorerte hydrokarboner i matvarer, kan verdiene ikke relateres til helserisiko ved konsum av fisken. Kloralkylbenzener er ikke påvist.

---

5 bekkerøyer utsatt 13. november 1982 og gjenfanget i nedre Otra ved Vigeland 9. september 1983 (10 måneder), ble analysert med hensyn på totalklor, persistent klor og kloralkylbenzener. Kloralkylbenzenene ble analysert for å se om disse stoffene som er funnet i Kristiansandsfjorden kunne stamme fra industri ved Otra. Analysene er utført ved Senter for industriforskning (SI) etter metoder beskrevet i vedlegg 5.

Resultatene, angitt både på fettbasis og våtvektbasis, er vist i tabell 8.

Innholdet av ekstraherbart organisk klor (EOCl) i fisken fra Otra ligger 10-20 ganger høyere enn antatt bakgrunnsnivå (Lunde og Steinnes 1975). Verdiene ligger omtrent på samme nivå som i mort og lake fra Mjøsa som har mottatt utslipp fra en sulfittcellulosefabrikk på Toten. Det er høyere enn i fisk fanget utenfor en sulfittcellulosefabrikk i Sverige (Nymölla A/B). Innholdet av de persistente klorforbindelsene fra Otra ligger også over tilsvarende nivå i de analyserte fiskearter (bl.a. torsk og abbor) fra Nymölla.

I Norge er det foreløpig ikke gitt grenseverdier for klorerte hydrokarboner i matvarer. Man kan derfor ikke relatere verdiene

til noen helserisiko ved konsum av fisken i Otra. Dersom det blir etablert en fast bestand av laksefisk i nedre Otra, må en imidlertid være oppmerksom på at dette kan være et problem.

Kloralkylbenzener er ikke påvist i fisken i nedre Otra. Det tyder på at de kloralkylbenzener som er funnet i Kristiansandsfjorden, kommer fra andre kilder enn industribedriftene ved Otra.

Tabell 8. Organisk bundet klor i filét og lever av bekkerøye utsatt 13.11.1982, gjenfanget 9.9.1983.

Prøve	SI-kode	Fett %	EOC1* µg/g	
			Fettbasis	Våtvektsbasis
Filét, nr. 14	AF	3,3	528	18,9
Lever, nr. 14	AL	11,1	729	80,9
Filét, nr. 15	BF	1,7	305	5,2
Lever, nr. 15	BL	6,5	423	27,5
Filét, nr. 13	CF	3,7	405	15,0
Lever, nr. 13	CL	18,4	143	26,3
Filét, nr. 16/17	DF	1,2	508	6,1
Lever, nr. 16/17	DL	41,4	504	209,0
			EPOC1** µg/g	
Blandprøve filét, nr. 14, 15, 13, 16/17	B1-F		20,6	0,5
Blandprøve, lever, nr. 14, 15, 13, 16/17	B1-L		19,6	3,8

\* EOC1 - Ekstraherbart organisk klor

\*\* EPOC1 - Ekstraherbart persistent organisk klor



### 3.2.4. Fiskeforsøk med automatisk vannkvalitetsmåling

Vannet i Otra er surere nedenfor bedriftene i Vennesla enn ovenfor som følge av sure utslipp. Dette gjelder særlig ved lave vannføringer. Dødeligheten hos yngel av laks og ørret i forsøksanlegg ved Hunsfoss og Vigeland var vesentlig høyere ved sistnevnte sted. Laks har også vanskelig for å overleve ovenfor Hunsfoss.

Ved inntaket til kraftstasjonen ved Hunsfoss og ved Vigeland har det i 1984 vært foretatt automatisk registrering av vannkvalitet og observasjon av fisk i kar. Dette arbeidet ble påbegynt 12. april 1983. Hensikten har vært å registrere eventuelle effekter av industriutslipp på vannkvalitet og fisk. Nærmere om metoder og resultater fra 1983 er omtalt i årsrapporten for dette året (Grande og Wright 1984).

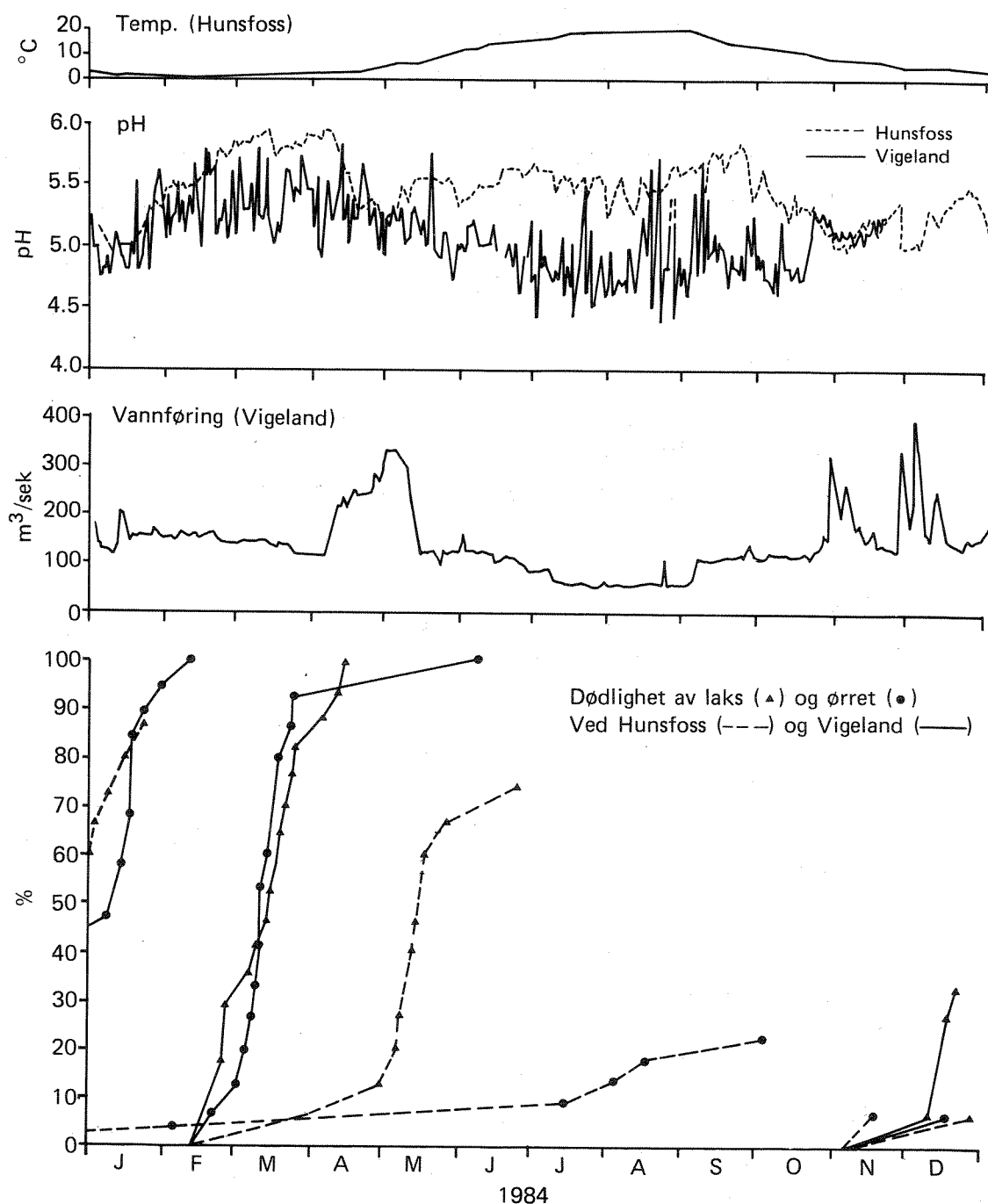
Registreringene har gitt informasjon om en rekke parametre, men her skal bare omtales fiskedød, vannføring, pH og temperatur. Fig. 14 gir en oversikt over resultatene for 1984.

Høy vannføring gir mer lik pH ved Hunsfoss og Vigeland, fordi forurensningene blir uttynnet. Dette er særlig markert under vårflommen i april. Ved lav vannføring som i perioden juli-august er pH-forskjellen stor med relativt høy pH ved Hunsfoss og lav ved Vigeland. Dette var også tilfellet i 1983. Forøvrig har vannets opprinnelige pH og vannkvalitet forøvrig betydning for effekten av de sure utslipp fra bedriftene i Vennesla. Vannkvaliteten er bl.a. avhengig av manøvreringsforholdene idet vannet fra de øvre deler av nedbørfeltet har en annen kvalitet enn de nedre deler.

Som i 1983 døde fisken ved Vigeland relativt fort i samtlige forsøk. Det var her ikke særlig stor forskjell på toleransen hos laks og ørret. Ved Hunsfoss var det en markert forskjell idet ørreten her overlevde vesentlig bedre enn de øvrige artene.

I et forsøk som ble startet i oktober 1983 ved Hunsfos (ovenfor bedriftene) overlevde 73 % av ørreten et helt år inntil forsøket ble avsluttet. Dette er ikke høyere dødelighet enn en kan forvente ut fra de rådende forsøksbetingelser og kan ikke tilskrives vannkvaliteten. Laksen hadde imidlertid også her høy dødelighet i perioder. Dette viser at vannet også ovenfor Hunsfoss i perioder kan være for surt for denne arten.

Forsøkene bekrefter i store trekk resultatene fra 1983.



Figur 14. Temperatur, pH og dødelighet av laks og ørret (0+) ved Hunsfoss og Vigeland. Automatisk pH-måling, Vigeland, daglige enkeltprøver, Hunsfoss.

Laks og ørret dør i forsøksanlegg ved Vigeland. I perioder dør også laks ved Hunsfoss mens ørreten klarer seg bra her. Forskjellen i pH mellom Hunsfoss og Vigeland er særlig stor på lav vannføring om sommeren.

#### 4. REFERANSER

- 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.
- Grande, M. og R.F. Wright, 1984. Otra 1983. Rutineovervåking. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 145/84.
- Lunde, G. og E. Steinnes, 1975. Presence of lipid-soluble chlorinated hydrocarbons in marine oils. Rapport fra Senter for Industriforskning.
- Rørslett, B., T. Tjomsland, J.E. Løvik, E. Lydersen, M. Mjelde, M. Grande, 1981. Undersøkelse av Øvre Otra. NIVA O-72198. 180 s.
- Tryland, Ø. 1981. Nedre Otra. Undersøkelser av utslipp fra treforedlingsindustri, 1980. Statlig program for forurensningsovervåking. SFT rapport 13/82, 27 s.
- Tryland, Ø. 1983. Utslipp av syre, løst organisk materiale og suspendert stoff fra Hunsfoss Fabrikker og Norsk Wallboard, juli-oktober 1982. NIVA VA-rapport 7/83.
- 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	Undersøkelsesår	Nedre løp	Øvre løp
Bergmann-Paulsen, B., 1962. Undersøkelse av forurensningen i Otras nedre løp 1960-61. NIVA O-209.	1960-61	x	
Jørgensen, G. & Skulberg, O. 1973. Notat om endrede resipientforhold ved eventuell full utbygging av otravassdraget. NIVA O-198/72.	1972-73	x	x
Laake, M. 1974. Vekstforsøk i forbindelse med forurensningsundersøkelser i Nedre Otra. NIVA O-12/73.	1973-74	x	
Laake, M. & Skulberg, O. 1976. Undersøkelser av forurensningsvirkninger i nedre Otra. NIVA O-12/73.	1973-75	x	
Laake, M. 1978. Fremdriftsrapport for 1976-77. Overvåkingsundersøkelser i nedre Otra. NIVA O-12/73.			
Rørslett, B. et al. 1978. Hartevatn og regulering av øvre Otra. NIVA O-133/77.	1977		
Grande, M. et al. 1980. Fremdriftsrapport for 1978. Overvåkingsundersøkelser i nedre Otra. NIVA O-73012.	1978	x	
Grande, M. et al. 1981. Undersøkelse av øvre Otra. NIVA O-72198.	1975-77		x
Grande, M. og R.F. Wright 1982. Hekni kraftverk. Vurdering av resipientforhold. NIVA O-81096. 27 s.	1981-82		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	
Wright, R.F. 1985. Water chemistry: Interaction of stream regulation and acid precipitation. In: Regulated rivers (ed. A. Lillehammer and S.J. Saltveit). Universitetsforlaget pp-71-80.	1981-84	x	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.

Wright, R.F. 1983. Øvre Otra. Samspill forsuring - regulering på strekningen Hartevatn - Sarvsfoss. Rapport 77/83.

Grande, M. og R.F. Wright, 1984. Otra 1983. Rutineovervåking. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 145/84, 45 s.

Boman, E., Høgberget, R., Romstad, R., Sahlqvist, E.Ø. 1984. Øvre Otra. Undersøkelse av terskelbasseng i Valle 1983. Rapport 146/84.

Primærdata

Vedlegg 2

Rutineovervåking Otra 1984. 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 ellers vedlegg 4. "LABB" er betegnelsen for analyselaboratoriet; ingen tall er NIVA, 9 Aust-Agder Fylkeslaboratorium for Vannanalyse.

A. Hovedioner

Kode	Betegnelsen/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 næringsalter

Kode	Betegnelsen/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

FILKODE: OTRA      NAVN: OTRA      OVERVRKNING      DATO: 850312      11 A

LOK	R M D	T M	PH	FARG	CL	NA	K	CA	AL	MG	SULF	NO3N	TOTN	TOTP	PERM	ALK
450	840116	1100	4.90		4.4	2.25	.28	1.16	220.	.43	4.0	140.	290.	7.	4.3	.022
450	840214	1035	5.13		2.4	1.40	.24	.99	130.	.35	1.9	133.	290.	6.	4.2	.026
450	840319	1020	5.45		2.4	1.58	.21	1.05	85.	.34	3.4	102.	260.	7.	4.5	.031
450	840417	1015	5.17		3.0	1.76	.29	1.11	169.	.38	3.6	185.	375.	5.	3.1	.028
450	840515	1100	5.17		2.2	1.66	.26	1.02	112.	.53	4.1	96.	280.	9.	5.2	.027
450	840618		5.14		1.8	1.29	.22	.98	91.	.38	3.7	85.	300.	6.	3.1	.025
450	840717	1012	5.08		3.3	2.00	.43	1.08	105.	.93	5.9	39.	520.	12.	8.6	.030
450	840814	1130	5.20		3.2	2.00	.29	.96	93.	.83	4.9	41.	300.	12.	7.2	.024
450	840927	1045	5.15		3.2	2.01	.32	1.10	116.	.60	4.2	70.	340.	11.	7.0	.026
450	841018		5.12		3.1	1.97	.29	1.14	146.	.58	5.0	105.	310.	7.	5.5	.024
450	841114	1020	5.22		2.9	1.94	.31	1.19	162.	.44	4.3	143.	420.	10.	4.9	.027
450	841212	955	5.05		2.6	1.70	.24	1.04	144.	.50	4.3	134.	320.	7.	4.9	.023
453	840116	1050	4.84													
453	840214	1025	5.21													
453	840319	1010	5.47													
453	840417	1005	5.08													
453	840515	1050	5.09													
453	840618		5.13													
453	840717	1003	5.05													
453	840814	1120	4.99													
453	840927	1035	5.12													
453	841018		4.94													
453	841114	1000	5.16													
453	841212	950	5.02													
457	840116	1040	4.92													
457	840214	1015	5.29	9.0												
457	840319	1000	5.51					1.13		.46			290.	7.	4.7	
457	840417	955	5.14					.97		.33			290.	5.	3.8	
457	840515	1040	5.02					1.01		.30			290.	6.	3.9	
457	840618		4.77					1.10		.38			380.	4.	3.0	
457	840717	953	5.41					1.01		.41			280.	5.	3.9	
457	840814	1105	4.79					1.00		.57			290.	6.	2.7	
457	840927	1025	5.14					.99		.54			560.	10.	7.0	
457	840927	1025	5.14					.96		.64			290.	10.	6.1	
457	841018		4.95					1.09		.47			310.	10.	5.7	
457	841018		4.95					1.07		.52			340.	7.	4.9	
457	841114	1000	4.91		2.9	1.81	.24	1.11	161.	.45	3.7	126.	320.	7.	5.1	.015
457	841212	935	5.01					1.01		.59			300.	7.	6.2	
458	840116	1030	4.84													
458	840214	1005	5.13													
458	840319	950	5.42													
458	840417	945	5.19													
458	840515	1025	4.93													
458	840618		5.41													
458	840717	945	5.46													
458	840814	1055	5.34													
458	840927	1010	5.18													
458	841018		5.19													
458	841114	955	4.91													
458	841212	930	5.03													
460	840116	1020	5.04													
460	840214	955	5.62	7.5				1.05		.30			300.	6.	2.5	
460	840319	940	5.85					.92		.20			310.	4.	1.7	
460	840417	935	5.33					.96		.19			270.	4.	1.4	
460	840515	1030	5.77					1.02		.28			435.	3.	2.0	
460	840618		5.63					.93		.23			275.	3.	1.4	
460	840717	937	5.67					.94		.23			285.	5.	1.5	
460	840717	937	5.67					.89		.23			490.	5.	2.1	



FILKØJE: OTRA      NAVN: OTRA      OVERVÅKNING      DATO: 850312      11 B

LOK	R M D	T M	K25	RAL	ILAL
R N G	I N				
450	840116	1100	3.20		
450	840214	1035	2.23		
450	840319	1020	2.17		
450	840417	1015	2.65		
450	840515	1100	2.36		
450	840618		2.19		
450	840717	1012	3.31		
450	840814	1130	3.03		
450	840927	1045	2.85		
450	841018		2.90		
450	841114	1020	2.75		
450	841212	955	2.69		
453	840116	1050			
453	840214	1025			
453	840319	1010			
453	840417	1005			
453	840515	1050			
453	840618				
453	840717	1003			
453	840814	1120			
453	840927	1035			
453	841018				
453	841114	1000			
453	841212	950			
457	840116	1040		94	40
457	840214	1015	3.11		
457	840319	1000	2.08		
457	840417	955	2.05		
457	840515	1040	2.59		
457	840618		2.41		
457	840717	953	2.90		
457	840814	1105	2.58		
457	840927	1025	3.24		
457	841018		2.62		
457	841114	1000	2.91		
457	841212	935	2.88		
458	840116	1030	2.68		
458	840214	1005			
458	840319	950			
458	840417	945			
458	840515	1025			
458	840618				
458	840717	945			
458	840814	1055			
458	840927	1010			
458	841018				
458	841114	955			
458	841212	930			
460	840116	1020			
460	840214	955		78	36
460	840319	940	2.63		
460	840417	935	1.69		
460	840515	1030	1.65		
460	840618		2.26		
460	840717	937	1.72		
460	840814		1.73		
460	840927		1.83		

FILKODE: OTRA      NAVN: OTRA      OVERVÅRNING      DATO: 850312      12 A

LOK	R M D	T M	PH	FARG	TURB	FE	CL	NA	K	CA	AL	MG	SJLF	NH+N	NO3N
NR	NG	IN													
460	840814	1045	5.65							.85		.21			
460	840927	1010	5.50						.99			.26			
460	841018		5.30						1.03			.26			
460	841114	945	5.18						1.05	159.		.29	3.2		137.
460	841212	920	5.29			2.5	1.54	.25	.95			.25			
463	840116	1005	5.05			3.4	1.74	.24	.98		195.	.28	3.0		120.
463	840214	935	5.64			1.8	1.07	.19	.89	100.		.20	1.4		116.
463	840319	920	5.90			1.8	1.24	.21	1.01		80.	.20	2.6		122.
463	840417	915	5.48			2.6	1.47	.26	.99	163.		.27	3.1		170.
463	840515	1005	5.55			1.8	1.18	.23	.90	109.		.22	2.6		124.
463	840618		5.62			2.6	1.50	.23	1.34	83.		.26	2.8		106.
463	840717	912	5.64			2.0	1.22	.32	.86	91.		.22	2.2		82.
463	840814	1025	5.62			2.1	1.27	.34	.86	90.		.21	2.7		97.
463	840927	955	5.26			3.2	1.86	.31	1.12	143.		.31	3.3		107.
463	841018		5.22			2.5	1.55	.33	1.05	153.		.27	3.4		111.
463	841114	930	5.08			2.5	1.55	.25	.99	179.		.28	3.1		123.
463	841212	900	5.25			2.1	1.29	.20	.91	134.		.25	2.9		135.
503	840116		5.30												190.
503	840222		5.80												
503	840317		6.20			1.5	.87	.15	1.06	M 30.		.20	M 1.0		120.
503	840320		5.80			1.6	.91	.15	.97			.21	M 1.0		140.
535	840216		5.90			3			.92	110.		.19	1.1		120.
535	840425		5.30			2.8	1.39		1.03	190.			2.2		150.
535	840620		5.20			1.6			.64			1.70	1.3		120.
535	840718		5.70			1.4			.75	M 50.		.33	1.1		90.
535	840819		6.10			1.6			.83	120.		.19	M 1.0		140.
535	840925		5.70			1.7	1.15	.22	.96	75.		.20	M 1.0		115.
535	841017		5.50			1.7	2.20	.14	.84	65.		.17	M 1.0		95.
535	841118		5.60			2.8	1.18	.15	.98	100.		.21	M 1.0		90.
564	840118		5.70			1.6			.99			.35			
564	840214		6.00			2.1	.55	.10	1.55	100.		.30	2.8		180.
564	840313		6.10			1.9	1.21		1.70	M 30.		.30	2.5		200.
564	840425		5.80			3.8	1.73		1.75	200.		.42	2.8		190.
564	840612		5.40			1.2			.96	50.		.20	1.5		50.
564	840717		6.30			2			1.21	80.		.43	2.3		120.
564	840814		6.30			1.5			1.26	M 50.		.22	1.5		85.
564	840918		6.70			1.7			1.36	M 50.		.22	M 1.0		120.
564	841016		5.60			1.9	1.30	.18	1.11	70.		.24	1.5		90.
564	841113		5.60			1.7	3.25	.26	1.41	130.		.27	2.3		130.
564	841211		5.50			1.8	.90	.21	1.30	150.		.28	2.9		125.
590	840118		6.30												
590	840214		6.30												
590	840313		6.40			1.6	.87		1.21	M 30.		.22	M 1.0		90.
590	840425		6.00			3.9	1.91		1.85	80.		.42	1.7		210.
590	840612		5.60			.8			.70	M 50.		.14	M 1.0		65.
590	840717		6.60			3.6			1.03	80.		.33	1.7		65.
600	840118		6.20				.68	.12	.94	20.		.19	M 1.0	M 10.	55.
600	840214		6.15			1.4	.76	.14	.99	70.		.19	M 1.0	25.	65.
600	840313		6.50			1.2	.77		.97	M 30.		.19	M 1.0		60.
600	840425		5.90			1.3	.82		.96	60.		.21	M 1.0		60.
600	840612		5.60			1.1			.71	M 50.		.16	M 1.0		90.
600	840717		6.30			1.2			.74	M 50.		.30	1.4		65.
600	840814		6.40			1.2			.75	M 50.		.15	M 1.0		45.
600	840918		6.90			1.2			.86	M 50.		.16	M 1.0		45.
600	841016		6.70			1.2	1.30	.12	.86	M 50.		.17	M 1.0		115.

FILKODE: OTRA NAVN: OTRA OVERVAKNING DATE: 850512 12 9

LOK	R M D	T M	LABB	TOTY	TOTP	PERM	ALK	K25
460	340814	1045		370.	7.	1.7		1.74
460	340927	1010		300.	6.	1.8		1.95
460	341018			290.	5.	2.1	.028	2.12
460	341114	945		370.	7.	2.9	.025	2.32
460	341212	920		320.	5.	1.9		2.05
463	340116	1005		270.	4.	2.3	.031	2.49
463	340214	935		260.	4.	1.6	.033	1.62
463	340319	920		280.	5.	1.6	.040	1.68
463	340417	915		345.	3.	1.8	.034	2.14
463	340515	1005		295.	4.	1.3	.035	1.74
463	340613			315.	3.	1.7	.034	2.20
463	340717	912		370.	5.	1.8	.040	1.70
463	340814	1025		420.	9.	1.7	.030	1.81
463	340927	955		330.	6.	2.2	.028	2.44
463	341018			330.	6.	2.7	.028	2.24
463	341114	930		380.	7.	3.3	.023	2.32
463	341212	900		320.	5.	2.0	.025	2.25
503	340116		9	190.	5.	1.7	M .020	1.50
503	340222		9	270.	8.	1.5		1.50
503	340317		9	190.	M 2.	M 1.0	.030	1.40
503	340320		9	220.	M 1.0			1.40
535	340216		9	190.	M 2.	M 1.0	.020	1.40
535	340425		9	270.	7.	2.0		2.00
535	340620		9	400.	4.	1.8		1.30
535	340718		9	210.	3.	1.0		1.30
535	340819		9	190.	M 1.0			1.60
535	340925		9	300.	2.	1.5		1.40
535	341017		9	265.	2.	1.8		1.30
535	341113		9	510.	5.	2.4		2.00
564	340118		9	300.	5.	2.6		2.10
564	340214		9	170.	3.	1.4	.030	2.10
564	340313		9	300.	2.	1.2		2.10
564	340425		9	400.	19.	2.3		2.50
564	340612		9	210.	2.	1.4		1.40
564	340717		9	230.	5.	1.4		1.60
564	340814		9	200.	4.	1.7		1.60
564	340918		9	350.	2.	1.2		1.40
564	341016		9	270.	4.	2.9		1.60
564	341113		9	400.	8.	2.5		1.90
564	341211		9	330.	4.	3.6		2.00
590	340118		9	150.	M 2.	1.4		1.40
590	340214		9	170.	M 2.	1.8		1.40
590	340313		9	320.	4.	1.1		1.40
590	340425		9	170.	M 2.	2.2		2.60
590	340612		9	140.	M 2.	M 1.0		1.00
590	340717		9	140.	M 2.	M 1.0		1.20
600	340113		9	140.	2.	2.9	.030	1.10
600	340214		9	190.	3.	1.9	.040	1.30
600	340313		9	180.	M 2.	1.4		1.20
600	340425		9	280.	4.	1.5		1.20
600	340612		9	400.	3.	1.6		1.10
600	340717		9	360.	3.	1.4		1.10
600	340814		9	320.	4.	1.1		1.00
600	340918		9	200.	M 2.	1.3		1.10
600	341016		9	210.	M 2.	1.1		1.00

FILKODE: OTRA NAVN: OTRA DATE: 850312 13 A

OVERSKNING

LOK R M D LABB PH TURB FE CL NA K CA AL MG Sulf NH4N NO3N TOTN TOTP

LOK	R	M	D	LABB	PH	TURB	FE	CL	NA	K	CA	AL	MG	Sulf	NH4N	NO3N	TOTN	TOTP
600	84	11	13	9	5.90	.2		1.1	.70	.17	.90	70.	.17	M 1.0		65.	280.	3.
600	84	12	11	9	5.80	.4		1.2	1.10	.11	.90	60.	.20	M 1.0		60.	250.	2.
610	84	0	11	8	6.40	.2	27.		.60	.09	1.04	M 10.	.18	M 1.0	M 10.	60.	110.	M 2.
610	84	0	2	14	6.40	.2	20.		1.19	.34	1.07	40.	.17	M 1.0	M 10.	65.	170.	M 2.
610	84	0	3	13	6.40	.1		1.0	.64		1.20	M 30.	1.18	M 1.0		70.	140.	M 2.
610	84	0	4	25	6.00	.1		1.1	.70		1.04	40.	.20	M 1.0		80.	180.	3.
610	84	0	6	12	5.80	.3		1.1			.76	M 50.	.16	M 1.0		90.	200.	M 2.
610	84	0	7	17	6.30	.1		1.1			.82	M 50.	.30			50.	110.	M 2.
610	84	1	0	16	6.60	.2	25.	1.0						M 1.0	M 10.	35.	185.	M 2.
1592	84	0	1	18	7.00	.7											970.	3.
1592	84	0	2	14	7.00	.8	165.	3.8	5.1	.67	9.00	80.		5.1	10.	820.	900.	5.
1592	84	0	4	25	6.30	1.7	250.	6.3						3.6	25.	380.	690.	13.
1592	84	0	7	17	7.20	.7	90.	2.1	2.2					2.2	10.	290.	310.	4.
1592	84	0	8	14	7.20	1.8	265.	3.4						3.6	65.	370.	550.	12.
1592	84	0	9	18	6.90	1.6	210.	4.1						6.4	45.	590.	890.	11.
1592	84	1	0	16	6.80	2.8	310.	3.4	4.7					7.0	30.	620.	1000.	17.
1592	84	1	1	13	6.80	.9	210.	3.6						7.0	25.	870.	1100.	11.
1592	84	1	2	11	6.30	1.2	180.	2.9						4.4	15.	520.	680.	10.
1605	84	0	1	18	6.10	.5											180.	3.
1605	84	0	2	14	6.20	.4	25.	1.6	.88	.18	1.06	75.	.21	M 1.0	15.	65.	170.	3.
1605	84	0	4	25	6.00	.2	25.	1.7						M 1.0	20.	100.	300.	3.
1605	84	0	7	17	6.30	.2	30.	1.1								65.	130.	M 2.
1605	84	0	8	14	6.50	.2	35.	1.2						M 1.0	15.	50.	160.	4.
1605	84	0	9	18	6.90	1.1	45.	1.3						M 1.0	13.	50.	690.	5.
1605	84	1	0	16	5.70	.2	40.	1.6						M 1.0	15.	60.	220.	3.
1605	84	1	1	13	6.20	.7	30.	1.5						M 1.0	17.	95.	290.	10.
1605	84	1	2	11	6.00	.3	30.	1.2						M 1.0	20.	65.	245.	M 2.
1609	84	0	1	18	6.30	.2											120.	M 2.
1609	84	0	2	14	6.40	.2	65.	1.6			1.68	750.	.28	M 1.0	10.	55.	140.	M 2.
1609	84	0	4	25	6.00	.2	80.	2.3						M 1.0	M 10.	50.	190.	M 3.
1609	84	0	7	17	6.70	.2	35.	1.0						M 1.0	M 10.	15.	80.	M 2.
1609	84	0	8	14	6.70	.2	40.	1.1						M 1.0	M 10.	45.	130.	4.
1609	84	0	9	18	7.10	.2	25.	1.3						M 1.0	M 10.	60.	240.	3.
1609	84	1	0	16	6.70	.2	30.	1.2						M 1.0	M 10.	40.	340.	2.
1609	84	1	1	13	6.50	.1	25.	1.3						M 1.0	M 10.	65.	210.	5.
1609	84	1	2	11	6.30	.2	30.	1.3						M 1.0	M 10.	25.	155.	2.

13 B

OVERVAKNING

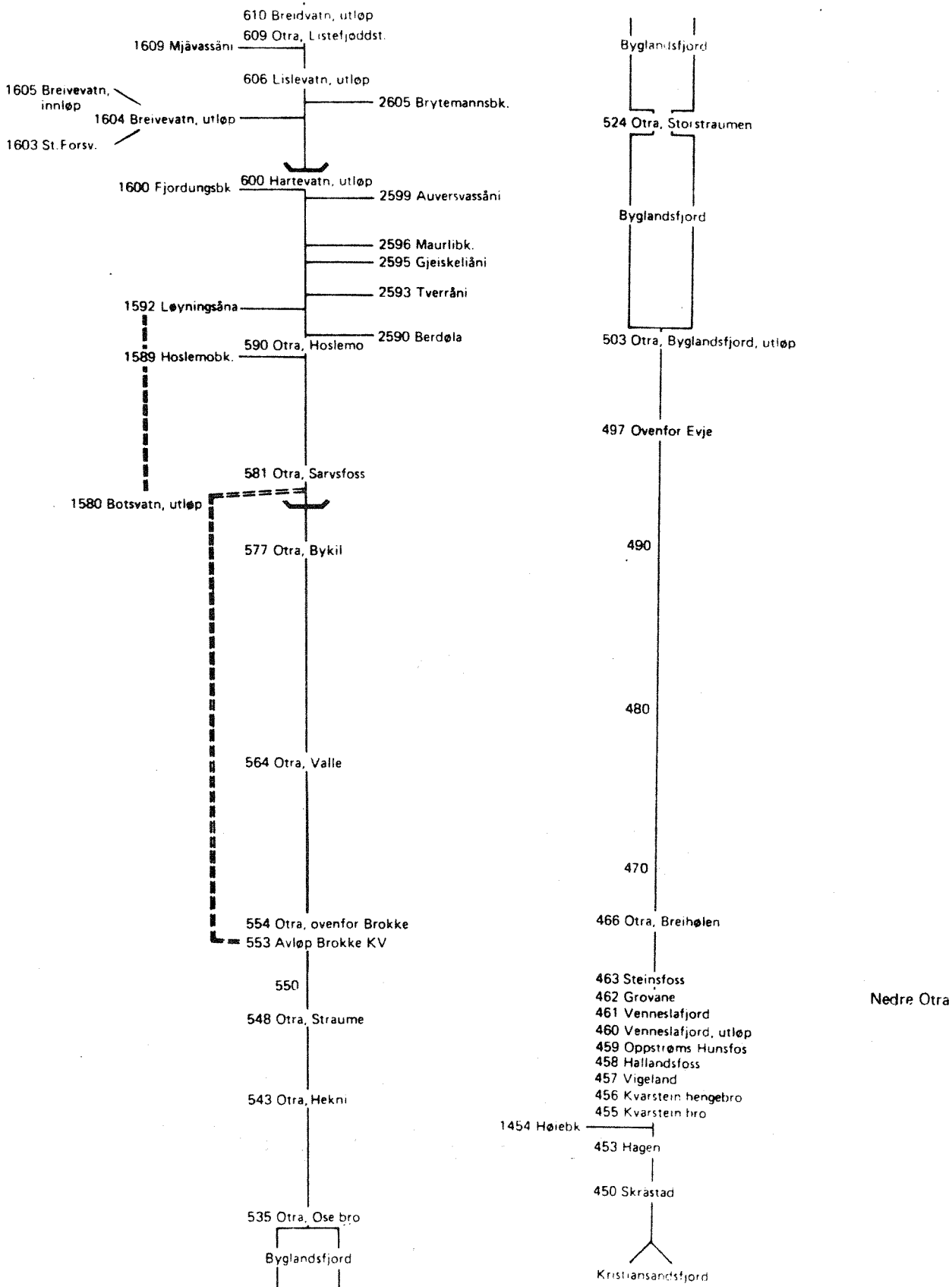
NAVH: OTRA

FILKODE: OTRA

LOK	R M D	L A B B	PERM	ALK	K25
R N G					
600	841113	9	1.5		1.10
600	841211	9	1.9		1.30
610	840118	9	1.8	.050	1.10
610	840214	9	2.1	.040	1.10
610	840313	9	M 1.0		1.20
610	840425	9	M 1.0		1.10
610	840612	9	M 1.0		1.10
610	840717	9	M 1.0		1.00
610	841016	9	1.1	.040	1.00
1592	840118	9	2.0		6.40
1592	840214	9	1.6	.350	6.70
1592	840425	9	3.3	.160	4.90
1592	840717	9	1.4	.220	3.90
1592	840814	9	2.3	.320	5.70
1592	840918	9	2.2	.390	6.90
1592	841016	9	6.2	.170	4.50
1592	841113	9	3.9	.250	6.50
1592	841211	9	3.7	.190	4.40
1605	840118	9	1.4		1.30
1605	840214	9	1.3	.040	1.40
1605	840425	9	1.0	.050	1.50
1605	840717	9	1.1	.020	1.10
1605	840814	9	1.0	.040	1.10
1605	840918	9	1.0	.050	1.30
1605	841016	9	1.1	.050	1.30
1605	841113	9	1.5	.050	1.60
1605	841211	9	1.1	.030	1.20
1609	840118	9	1.9		1.60
1609	840214	9	2.4	.090	1.70
1609	840425	9	2.3	.060	1.90
1609	840717	9	1.1	.040	1.00
1609	840814	9	1.1	.060	1.10
1609	840918	9	1.0	.060	1.30
1609	841016	9	1.6	.060	1.30
1609	841113	9	1.9	.050	1.40
1609	841211	9	1.9	.060	1.30

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.



Vedlegg 4.

Gjennfangster av bekkerøye i Otra 1983-1984 (utsatt 1982 som 0+, \* utsatt 1981 som 1+ (?)).

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-1, 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	" (Naustet)	21,5	110	1,11	"		II	V-1
6	15.08	" (Heisel)	22	120	1,13	"		I	F-1, p, B-1
7	18.08	" (Vestria)	27	305	1,55	LR		II	
8	20.08	"	24	145	1,05	"		I	
9	20.08	"	23	140	1,15	H		II	Maur, F-1, p, B-1
10	20.08	"	24	165	1,19	LR		I	
11	20.08	"	22	120	1,13	"		II	Maur, F-1, p, Vannmidd
12	06.09	"	26	220	1,25	"		III	
13	09.09	"	27,5	290	1,39	"		III	B, F-1, p
14	09.09	"	27	255	1,30	"		III	
15	09.09	"	28	290	1,32	"		IV	
16	09.09	"	21	95	1,03	H		I	F-1
17	09.09	"	21,5	110	1,11	"		IV	F-1, p, im
18	22.09	"	25	165	1,06	"		V	F-1, maur
19	22.09	"	31	340	1,14	LR		V	Tom
20*	Slutten august	"	43	1065	1,34	R		V	
	1984								
21	10.07	" (Vestria)	36	522	1,12	LR	♂	III	Sportsredskap, Tambin
22	10.07	" "	32	526	1,61	"	♀	"	" m.fl.
23	?	" "	30,5	308	1,09	"	♂	"	"
24	17.07	" "	31,5	406	1,30	"	♀	"	"
25	"	" "	35	544	1,27	"	♂	"	"
26	"	" "	28,5	320	1,38	"	♀	II	"
27	20.07	Vigeland	23,5	160	1,23	H	♂	I	"
28*	"	"	39	698	1,18	LR	♂	II	Market (1981-4+) "
29	22.08	"	31,5	316	1,08	R	♂	III	"
30	27.08	Vigeland	39	698	1,18	LR	♂	III/IV	
31	"	"	31	330	1,11	"	♀	III	
32	"	Heisel	33	488	1,36	"	♀	III	E1-apparat.
33	"	"	29	282	1,16	H	♂	III	Haraldstad/Stene
34	"	"	22	140	1,31	LR	♀	I	
35*	"	Fiskevannsbekken	42	904	1,22	"	♀	VII/IV	
36*	"	"	43	834	1,05	R	♂	VII/II	
37	"	"	34	600	1,53	LR	♀	II/III	
38	"	"	34	492	1,25	"	♀	II/III	Sportsredskap, Tambin m.fl.
39	04.09	Vigeland	29,5	278	1,08	"	♀	IV	" "
40	07.09	"	37	612	1,21	LR	♂	IV/V	" "

VEDLEGG 5

Analysemetoder for bestemmelse av totalchlor, persistent klor og kloralkylbenzener i bekkerøye.

Prøver av homogenisert fiskefilet og fiskelever ble ekstrahert med en blanding av hexan:isopropanol (1:1) flere ganger. De kombinerte ekstraktene ble tilsatt surt vann og hexanfasen separert fra. Deretter ble hexan-ekstraktet vasket flere ganger med surt vann for å fjerne uorganisk klorid. For bestemmelse av ekstraherbart organisk klor (EOCl) ble det tatt ut en prøve av det vaskete ekstraktet.

For å kunne påvise ekstraherbart persistent organisk klor (EPOCl) var det nødvendig å dampe inn resten av ekstraktet til fett og deretter løse det opp i en liten kjent mengde hexan før  $H_2SO_4$ -behandling. Klorbestemmelsene er utført ved hjelp av nøytron-aktivering.

Et svovelsyrebehandlet ekstrakt av fiskefettet ble sammenliknet med et aceton-ekstrakt inneholdene kloralkylbenzen (KAB) fremstilt fra  $PbSO_4$ -slam fra Falconbridge fabrikk (april 1984).