

0-

1912

80002-08



ARKIV  
EKSEMPLAR

# Statlig program for forurensningsovervåking

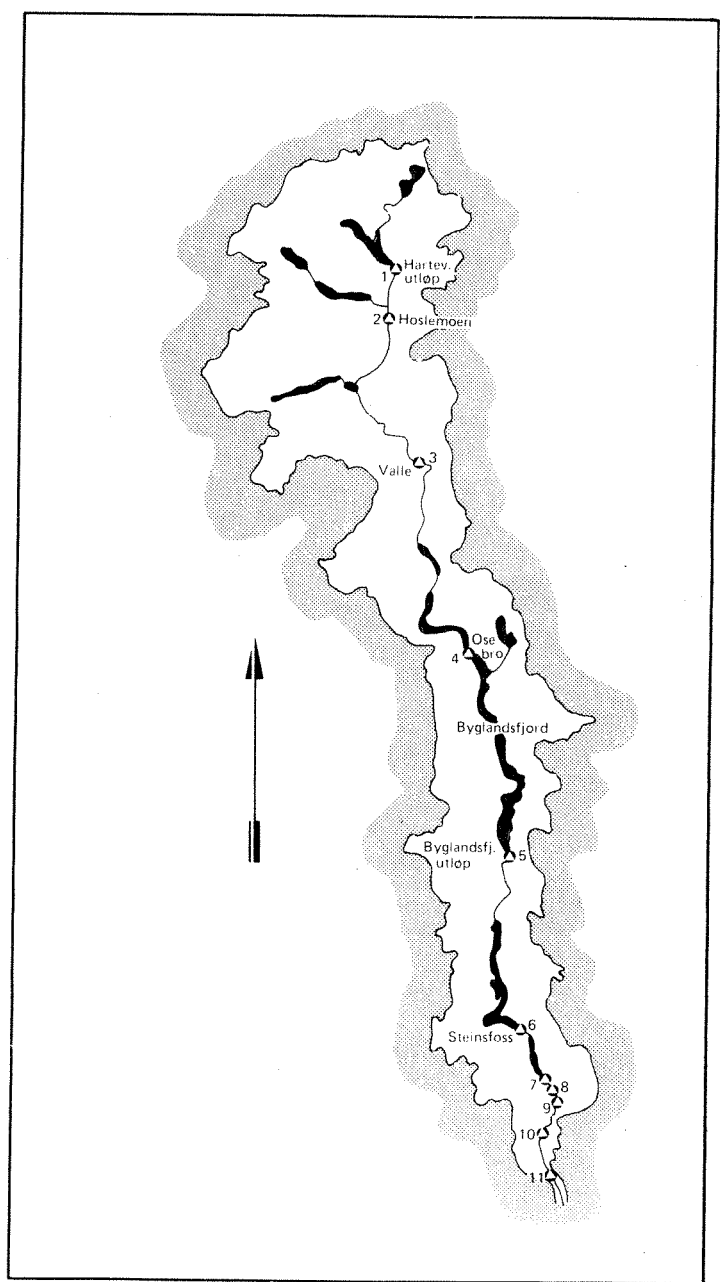
9.

## Rapport 249/86

Oppdragsgiver	Statens forurensningstilsyn
Deltakende institusjon	NIVA

### Otra 1985

### Tiltaksorientert overvåking





## 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.

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

## Hovedkontor

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

## Sørlandsavdelingen

Gooseveien 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 97 00

Prosjektnr.:

O-80002-08

Undernummer:

9

Løpenummer:

1912

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:	Dato:
OTRA. Tiltaksorientert overvåking.	29.10.1986
(Overvåkingsrapport nr. 249/86) 1985.	Rapportnr.
Forfatter (e):	O-80002-08
Arne Lande	Faggruppe:
Magne Grande	Geografisk område:
	Aust-Agder
	Vest-Agder
	Antall sider (inkl. bilag):
	40

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

Ekstrakt: Vannkvaliteten i Otra var i 1985 særlig påvirket av sur nedbør, reguleringsinngrep og industrielt avløpsvann. Forurensningsvirkningen av utslipp fra industrien var størst om sommeren, ved liten vannføring i elva. Forsuringen fra treforedlingsindustrien senket pH i perioder til under 5, noe som er skadelig for laks og aure. Denne forsuringen kom i tillegg til den naturlige. Industriutslippene fører også til en økning av fosforkonsentrasjon og konsentrasjon av organisk stoff. Dette gir betydelig soppvekst. For å bedre forholdene må syretilførselen, og tilførslene av organisk stoff reduseres. Økning av minstevannføring i OTRAS nedre del vil også kunne bedre forholdene.

4 emneord, norske:

1. Forurensningsovervåking; 1985
2. Otra
3. Vannkraftutbygging
4. Sur nedbør
5. Treforedlingsindustri

4 emneord, engelske:

1. Pollution Monitoring; 1985
2. Otra
3. Hydroelectric power
4. Acid precipitation
5. Pulp and paper industry

Prosjektleder:

*Arne Lande*

For administrasjonen:

*RF Wright*

ISBN 82-577-1133-0

Programleder, overvåking



# Statlig program for forurensningsovervåking

O-8000208

OTRA 1985

Tiltaksorientert overvåking

Grimstad, 5. mai 1986

Prosjektleder: Eva Boman/  
Arne Lande

Medarbeidere: Magne Grande  
Åse Bakketun

## F O R O R D

Overvåking av Otra administreres av Statens forurensningstilsyn (SFT). Undersøkelsen er en del av Statlig Program for forurensningsovervåking som 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 på ulik måte til utarbeidelse av programmet og til prøvetaking og analyser.

Kjemilaboratoriet ved ATIK (Agderforskning, Teknisk-Industrielt Kompetansesenter og Laboratorium) har hatt ansvaret for prøveinnsamling fra øvre Otra, og gjennomført analyseprogrammet på prøvene fra disse stasjonene.

Prøvetaking fra nedre Otra er blitt foretatt av Magne Aadnevik, Kristiansand Ingeniørvesen. Disse prøvene er blitt analysert på NIVA's kjemilaboratorium i Oslo.

Ved NIVA har Magne Grande hatt ansvaret for de biologiske undersøkelserne og Richard Wright for de kjemiske undersøkelserne. Åse Bakketun har bearbeidet bunndyrmaterialet.

Fram til 1.2.86 har Eva Boman hatt saksbehandleransvar for undersøkelsen. Dette er fra 1.4.86 overtatt av Arne Lande, NIVA, Sørlandsavdelingen.

Grimstad, mai 1986

Arne Lande

# 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	6
2.2.1. Reguleringer	6
2.2.2. Resipient for avløp/forurensninger	8
2.2.3. Vannforsyning	9
2.2.4. Fiske	9
2.3. Tidligere undersøkelser	10
2.4. Målsetting og program	10
3. RESULTATER OG DISKUSJON	13
3.1. Rutineovervåking av fysisk/kjemiske forhold	13
3.1.1. Sur nedbør	13
3.1.2. Boligkloakk og landbruksforurensninger	19
3.1.3. Industriutslipp	24
3.2. Biologiske undersøkelser	29
3.2.1. Bunndyr	30
3.2.2. Fisk; forekomster og bestandsvurderinger	31
3.2.3. Fiskeforsøk med automatisk vannkvalitetsmåling	32
4. REFERANSER	33
5. VEDLEGG	35

## 1. FORMÅL - KONKLUSJONER - TILRÅDINGER

### 1.1. Formål

Hovedformålet med overvåkningsundersøkelsen i Otravassdraget er å registrere eventuelle endringer i forurensningssituasjonen, samt å komme fram til konkrete tiltak mot forurensningsproblemer. Tiltakene vil særlig ta sikte på å forbedre forholdene for fisken i elva, spesielt for laks og aure.

### 1.2. Konklusjoner

Vannet i Otra er fra naturens side ionefattig, svakt surt, og inneholder lite organisk materiale. Vegetasjon og fauna er preget av arter som er tilpasset denne vanntypen.

Flere faktorer bidrar til at det er en forsuring nedover i vassdraget: Nedbørens surhet er størst i de nederste delene av vassdraget. De geologiske forhold gjør også at mulighetene til nøytralisering av vannet er størst øverst i vassdraget. Kraftverksmanøvreringene påvirker surhetsgraden ved at det hydrologiske mønster endres. Syreutslipp fra treforedlingsindustrien i Vennesla senker pH-verdiene nedenfor utslippet. Vannkvaliteten er her særlig dårlig i perioder på sommeren med lav vannføring.

Hele vassdraget ovenfor Vennesla har fortsatt en tett bestand av aure. Nedenfor industriutslippene er forholda for fisk dårlige både for laks og aure. Bekkerøye kan leve her og reproduksjon har muligens forekommet.

Industriutslippene i Vennesla gir elva et økt innhold av løste organiske stoffer, samt økt partikkeltransport. Dette gir betydelig soppvekst på elvebunnen som skaper ulemper både for fiske og rekreasjon. Nedstrøms industribedriftene får fisk vond smak og øket innhold av klororganiske stoffer. Boligkloakk og landbruksforurensning har liten innflytelse på hovedvannmassene ned til Vennesla. Det er ikke mulig å regist-

rere endringer fra foregående år ut fra de prøvene som er tatt. Konsentrasjonen av fosfor økte nedenfor Vennesla fra 5,1 µg/l (Steinsfoss) til 8,9 µg/l ved Skråstad (gjennomsnittstall 1985). Dette ligger på samme nivå som tidligere.

En av prøvetakingsdagene ble det observert ekstremt lave pH-verdier i elva nedenfor Vennesla (18.7.85). Lavest målte verdi var 4,19. Dette har sammenheng med lav vannføring, slik at ekstraordinært stort syreutslipp får stor virkning på pH.

Bunndyrfaunaen i Otra ved Vennesla hadde en sammensetning som er karakteristisk for surt vann, både ovenfor og nedenfor industribedriftene. Faunaen nedenfor var imidlertid mer spesialisert, og det forekom store mengder av fjærmygg og biller. Dette kan bl.a. ha sammenheng med lite beitetrykk fra fisk.

Vannføringen i elva nedenfor industribedriftene var spesielt lav i juni og juli, noe som gir en ugunstig virkning på forurenings-situasjonen. Forøvrig var det liten endring i forurenings-situasjonen sammenliknet med foregående år.

### 1.3. Tilrådinger

For å bedre forholdene for fisken er det av stor betydning å få redusert syretilførselen til Otra. I øvre delen av vassdraget skyldes forsuringen i første rekke sur nedbør, og kalking er eneste mulige tiltak for å hindre forsuringen. Dette kan være aktuelt i viktige sidevassdrag, eller vassdragsavsnitt som er viktige i samband med fiske.

I nedre del av vassdraget bør de sure utslippene fra industrien nøytraliseres før utslipp i elva. Reduksjon av tilførslene av organiske stoffer fra industrien, samt fosfortilførslene både fra industri og kloakk vil bedre vannkvaliteten i elva. En høyere vannføring i sommersesongen vil også være med på å bedre situasjonen.



## 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 Kristiansandsfjorden. 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 er noe mer kalkholdige, og avrenningsvatnet får derfor en gunstigere surhetsgrad (høyere pH) enn resten av vassdraget.

De mektigste løsmasseavsetningene finnes langs hoveddalføret, spesielt i forbindelse med innsjøbassengene. De lavstliggende 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. Store deler av heiområdene i nedbørfeltet er karakterisert av fjell i dagen, sammen med et stedvis tynt morenedekke.

I de nedre delene av nedbørfeltet er lauv- og barskog dominerende. De høgereliggende områdene er delvis dominert av bjørkeskog. Tregrensa ligger på ca 1000 m.o.h., men også store deler av de lavereliggende heiområdene ned til 4-500 m.o.h. er skogfattige.

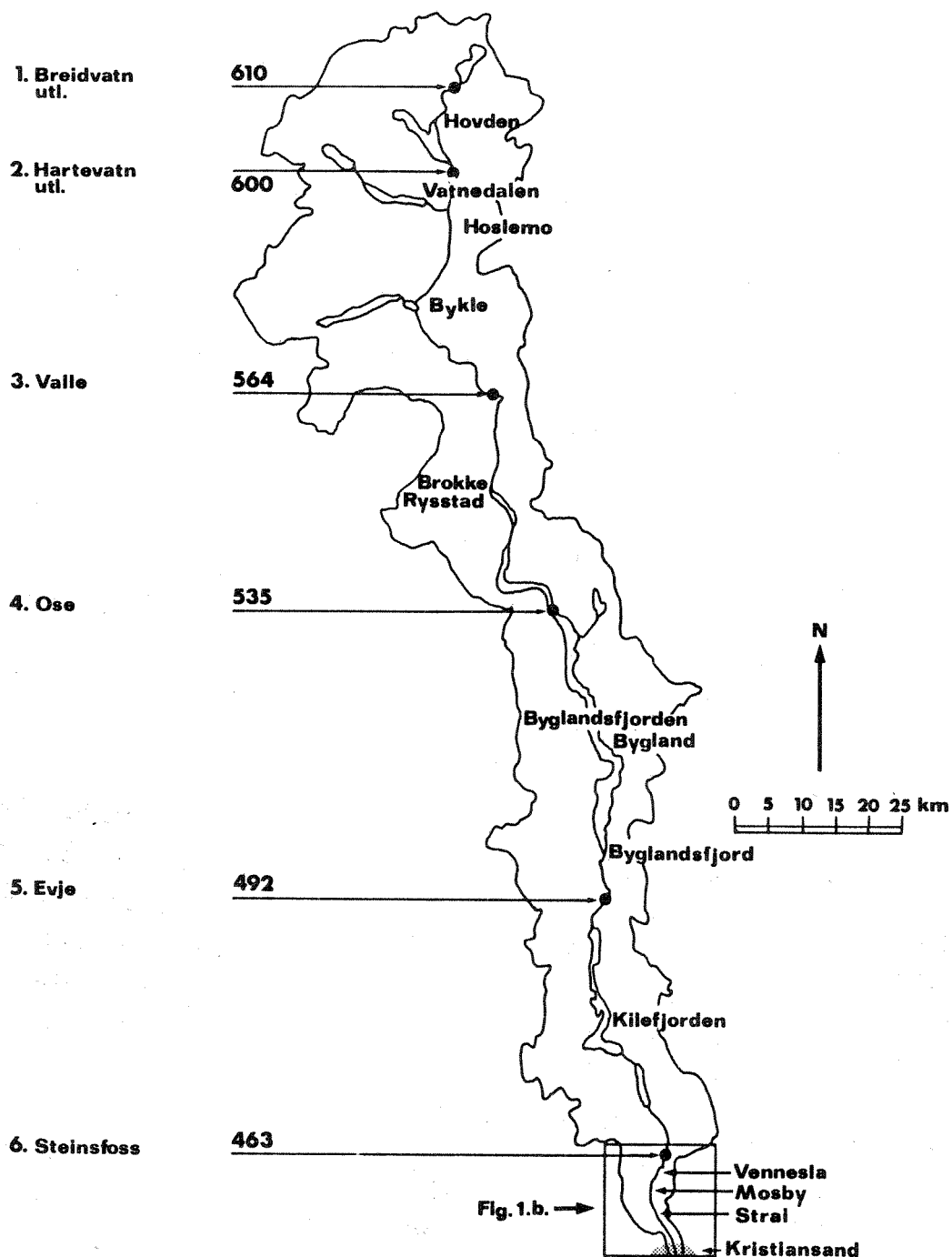


Fig. 1 a. Stasjonsplassering for vannkjemisk prøvetaking i øvre Ottra. Tallene angir lokalitetsnummer i km nord-syd på UTM-nettet.

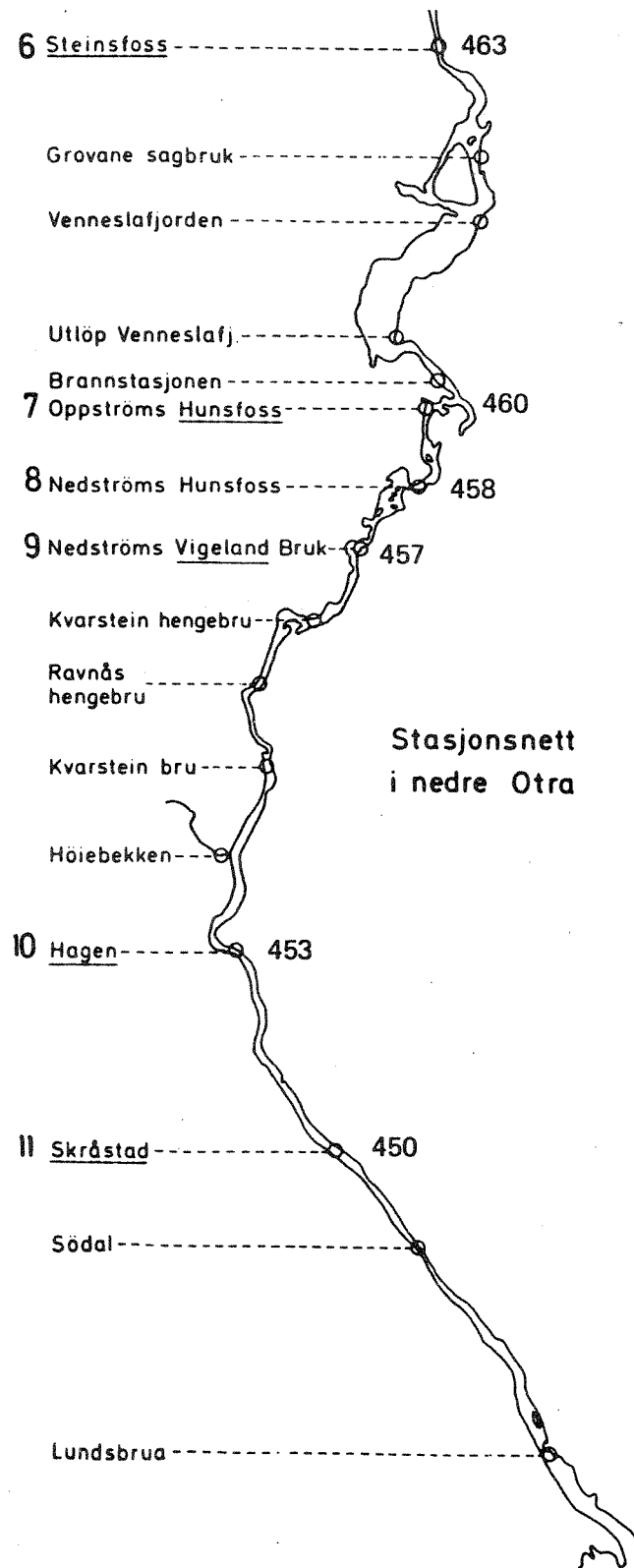


Fig. 1 b. Stasjonsplassering for vannkjemisk prøvetaking i nedre Otra. (Figuren er markert med firkant på fig. 1 a).

## 2.2. Vannbruk og forurensninger

### 2.2.1. Reguleringer

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

Første byggetrinn var ferdig i 1964, videre byggetrinn II i 1977 og III i 1983. Et byggetrinn IV med overføring fra Urar- magasinet til Holen kraftverk er planlagt ferdig i 1986/87, og seinere overføring av Bestlandså og Bjørnarå til kraftverks- systemet. Reguleringene fører til en kraftig reduksjon i vann- føringa på heile strekningen fra Breidvatn til Brokke (se over- siktskart fig. 2). Konsekvensen av å overføre bekkene Beste- landså og Bjørnarå til kraftverkssystemet er utredet i egen rapport (Holtan og Lingsten 1986).

Reguleringene har ført til at en har fått bestemmelser om minste- vannføring på enkelte strekninger i Otra, og tabell 1 viser de gjeldende minstevannføringer ved ulike stasjoner i Otra.

Middelvannføringer i 1982 er fra Øvre Otra oppgitt til:  
Hartevatn utløp  $1 \text{ m}^3/\text{sek}$ , Sarvsfoss  $7 \text{ m}^3/\text{sek}$ , Valle  $10 \text{ m}^3/\text{sek}$   
og Brokke hoved VM  $91 \text{ m}^3/\text{sek}$ .

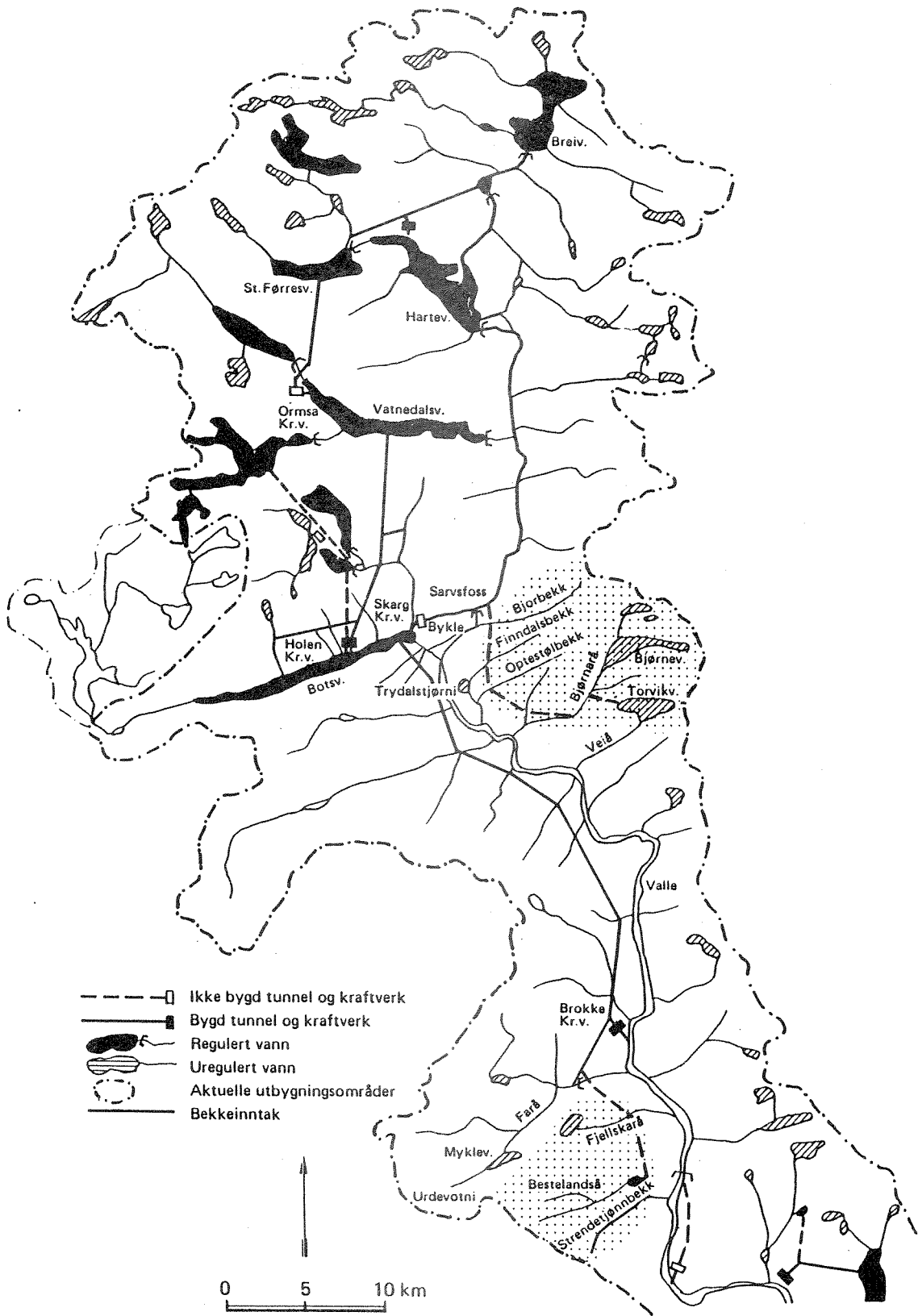


Fig. 2. Situasjonkart over reguleringsinngrep i øvre Otra. Planlagte inngrep inntegnet (fra Holtan og Lingsten 1986).

Stasjon		Minste- vannføring m <sup>3</sup> /s
fra Lislevatn	s.	2
	v.	1
Otra, nedenfor Børtemannsbekken	s.	4
	v.	1
fra Harteivatn	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
strekn.Gåseflå- Iveland kst.	s.	0
	v.	0
strekn.Beiehølen- Steinsfoss	s.	2
	v.	0
ved Vigeland V.M.	s.	50
	v.	50

Tabell 1.

Gjeldende minste-  
vannføringer i Otra-  
vassdraget

(s.: sommer  
v.: vinter)

### 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 og medarb.(1981) og Grande og medarb. (1982)

Bosettingen utgjør i den øvre delen av nedbørfeltet ca 7 500 personer, vesentlig konsentrert til tettstedene Hovden, Bykle, Valle, Rysstad, Bygland, Byglandsfjord og Evje. Bortsett fra Bygland har disse tettstedene kommunale renseanlegg. Anleggene er av varierende

rende type. Bykle har et rent biologisk anlegg, mens de andre anleggene har kjemisk felling som et trinn i renseprosessen. Det benyttes aluminium-sulfat som fellingskjemikalium. Årsrapportene for 1985 viser at alle anleggene har fungert tilfredsstillende. I den nedre delen av vassdraget er det 3 større befolkningsentra, Vennesla, Mosby og Strai, med en befolkning på ca 11 500 personer. De fleste boliger er her tilknyttet offentlig ledningsnett, men avløpet gjennomgår ingen rensing utover slamavskilling.

Avløpsvann fra de tre største industribedriftene i vassdraget: Hunsfoss Fabrikker, Norsk Wallboard samt Høie tekstilfabrikk, påvirker vassdraget nedenfor Venneslafjorden sterkt (se fig. 1). Avrenning fra landbruksaktivitet langs vassdraget belaster Otra i relativt liten grad.

Heile nedbørfeltet til Otra ligger i sonen for maksimal belastning av sur nedbør, og vassdraget er derfor påvirket av dette, men gunstige geologiske forhold i deler av øvre vassdraget gjør at pH-verdiene i øvre Otra er forholdsvis gunstige.

### 2.2.3. Vannforsyning

I Byglandsfjorden er det drikkevannsuttak for omlag 400 personer. En del boliger i spredt bebyggelse har også direkte vannuttak i 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 aure. Bleka ("dverglaksen") i Byglandsfjorden har også vært populær som sportsfisk. I de senere år er bestanden kraftig redusert, og eksistensen er nå avhengig av utsettinger fra fiskeanlegget på Bygland (se Vold, K. 1974).

Svært mange av de høgereliggende innsjøene i Otras nedbørfelt er blitt fisketomme p.g.a. forsuring. Særlig gjelder dette de fleste innsjøene i de midtre delene av nedbørfeltet som alt på 1950-tallet var sterkt påvirket av forsuring.

I en del av disse områdene har en forsøkt utsetting av kanadisk bekkerøye. En del steder har denne slått til, men en kjenner ikke til at den foreløpig har dannet noen varig bestand. Eksemplarer av denne arten er fanget i Otra.

I de senere år er det også observert ørekyte øverst i vassdraget.

### 2.3. Tidligere undersøkelser

Fiskeribiologiske undersøkelser har pågått i vassdraget alt fra tidlig på 1900-tallet. Bleka i Byglandsfjorden er beskrevet av K. Dahl allerede i 1927 (Dahl 1927). I forbindelse med reguleringene i øvre Otra er det gjort flere fiskeribiologiske undersøkelser (se Førgstrøm og Løkensgard 1980, Stubsjøen 1986). I nedre Otra har det også pågått fiskeribiologiske undersøkelser fra 1939.

Kjemiske undersøkelser startet opp i 1955. Siden 1960 har Norsk institutt for vannforskning (NIVA) deltatt i undersøkelsene. 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. Målsetting og program

Hovedformålet med overvåkningsundersøkelsen i Otravassdraget er å registrere eventuelle endringer i forurensningssituasjonen, samt å komme fram til konkrete tiltak mot forurensningsproblemer. Tiltakene vil særlig ta sikte på å forbedre forholdene for fisket i elva, spesielt for laks og aure.

Vannkvaliteten i Otra er påvirket av flere hovedfaktorer: Foruten geologiske variasjoner i vassdraget påvirkes kvaliteten av reguleringsinngrep, sur nedbør, landbruksforurensninger og boligkloakk samt industrielt avløpsvann i den nederste delen.

Overvåkningsprogrammet og stasjonsplasseringene er utarbeidet slik at påvirkningene fra de ulike faktorene skal kunne følges.

Undersøkelsene i 1985 omfattet i første rekke kjemiske rutineprøver fra 11 stasjoner (tabell 2, fig. 1).

Det er også foretatt innsamling av bunndyr, og gjort enkelte forsøk med fisk.

Spesialundersøkelsen "tiltak mot forsurening" som gjøres i 1985 og -86 skal legges fram i egen rapport.

Tabell 2. Stasjonsplassering for overvåkning av Otra 1985.  
Lokalitetnr. refererer til km nord-syd på UTM-nettet  
på topografisk kart M 711.

Lokalitet nr.	Sted	Kommentar
610	Breidvatn	Fra mars 1985
600	Hartevatn	Ny regulering fra juni 1982. St. flytta til 610 Breidv. fra mars -85.
564	Valle	Redusert vannføring fra 1976 og 1982.
535	Ose	Ose bru, ca. 30 km nedstrøms Brokke kraftstasjon.
492	Evje	Ny stasjon, nedstrøms Evje sentrum. Utløp Byglands- fjorden strøket.
463	Steinsfoss	Ovenfor Vennesla tettsted.
460	Oppstrøms Hunsfoss	Nedenfor Vennesla tettsted, ovenfor Hunsfoss fabrikker.
458	Hallandsfoss	Nedenfor Hunsfoss Fabrikker.
457	Vigeland	Nedenfor Norsk Wallboard.
453	Hagen	Nedenfor Høiebekken.
450	Skråstad	Ovenfor Kristiansandsfjorden.

### 3. RESULTATER OG DISKUSJON

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

I 1985 ble det tatt månedlige vannprøver fra 11 stasjoner i vassdraget. Av endringer som er gjort kan nevnes at for St.600, utløp Hartevann, er det tatt 3 prøver i perioden januar - mars, mens prøvetakinga i perioden mars - desember er flytta til utløp Breidvatn, st.610. Stasjonen utløp Byglandsfjorden (503) er sløyfet, og en har fått inn stasjonen Evje (492). For den nedre delen av vassdraget er det ingen endringer fra 1984.

Prøvene fra Otras øvre del er analysert ved ATIK (Agderforskning, Teknisk Industrielt kompetansesenter og analyselaboratorium). Prøvene fra nedre Otra er analysert ved NIVA. Analyseresultatene for samtlige prøver er satt opp i vedlegg 2.

##### 3.1.1. Sur nedbør

---

pH-verdien i Otra avtar fra å være ca. 6,0-6,5 i den øvre delen av vassdraget til ca 5,2 - 5,6 i den nedre delen (oppstrøms industriutslippet). Nedgangen har sammenheng med forskjeller i geologi og tilførsler av sur nedbør i nedbørfeltet.

---

Resultatene for pH-målingene i 1985 er gitt i vedlegg 2. Forøvrig viser tabell 3 gjennomsnitt-verdier for de ulike stasjonene, samt max. og min. verdier. Dette er også angitt sammen med verdier fra 1981 - 1984 på fig. 3.

Otras nedbørfelt mottar i likhet med resten av Sørlandet betydelig tilførsel av sure komponenter både gjennom tørravsetninger fra atmosfæren og sur nedbør.

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har flere målestasjoner for nedbørkvalitet i eller i nærheten av Otras nedbørfelt. To stasjoner burde være representative for nedbørkvaliteten på vannet som tilføres Otra: Vatnedalen i Bykle (se fig. 1) representerer nedbøren i de øvre delene av vassdraget, mens

Birkenes (ca. 15 km øst for Vennesla) bør være representativ for den nedre delen.

Målinger på disse to stasjonene viser at tilførslen av syre ( $H^+$ ), sulfat og nitrat er dobbelt så stor på Birkenes som i Vatnedalen (fig. 4 og tabell 4), slik at det er klart at den nedre delen av vassdraget er betydelig mer belastet av sur nedbør enn den øvre. Det som likevel betyr mest for pH-verdien i Otra er variasjonen i de geologiske forhold. Ved utløpet av Hartevann ligger pH-verdien stort sett i området 6,0 - 6,5. Siden pH i nedbøren ligger omkring 4,6 betyr dette en reduksjon i  $H^+$ -konsentrasjonen på over 95 % fra nedbør til avrenningsvatn. I de nedre deler av vassdraget er avrenningsvatnet svært surt (pH = 4,5 - 4,7), men også dette tilsvarende en reduksjon i  $H^+$ -konsentrasjonen fra nedbøren på ca 50 %.

Fig. 5 viser hvordan dette gir seg utslag ved en avtakende pH nedover i vassdraget på to ulike tidspunkt. På figuren legger en også merke til en økning i pH-verdien i Venneslafjorden (oppstrøms Hunsfos). Denne økningen er markert både på enkeltobservasjoner og på gjennomsnittstall. Årsaken kan være at Venneslafjorden ligger under den marine grense, og vannet dermed blir bufret av marine sedimenter. Lokale geologiske forhold kan også spille inn.

Sulfat og nitratkonsentrasjonene i vassdraget viser samme tendens som surhetsgraden. Sulfatverdiene øker fra under 1,0 mg/l ved Hartevatn til et gjennomsnitt på 3,1 mg/l ved Steinsfoss. Tilsvarende for nitrat er 61  $\mu$ g/l og 128  $\mu$ g/l. For den nedre delen av vassdraget er verdiene markert høyere, samtidig som svingningene er større. Dette antas å være forårsaket av utslipp fra industribedriftene.

Tabell 3. pH-verdier observert i Otra 1985

Stasjon	Antall målinger	pH-verdier		
		gj.sn.	max.	min.
610 Breidvn. utl.	9	6,39	6,70	5,90
564 Valle	10	5,68	6,10	4,90
535 Ose	12	5,77	6,10	4,60
492 Evje	2	5,45	5,50	5,40
563 Steinsfoss	11	5,36	5,79	4,61
460 Oppstr. Hunsfoss	11	5,50	5,78	5,19
458 Hallandsfoss	11	5,05	5,40	4,65
457 Vigeland	11	5,02	5,32	4,67
453 Hagen	11	5,02	5,27	4,76
450 Skråstad	11	5,00	5,41	4,19

Tabell 4. Veiet årsmiddel for pH,  $SO_4$ -S (korrigert for sjøsalter),  $NO_3$ -N og Ca i nedbør ved Birkenes (15 km øst for Vennesla) og Vatnedalen (øverst i vassdraget, se fig. 1) (NILU, 1985)

Stasjon	pH	$SO_4$ S mg/l	$NO_3$ -N mg/l	Ca mg/l
Birkenes	4,24	0,98	0,58	0,16
Vatnedalen	4,57	0,43	0,22	0,15

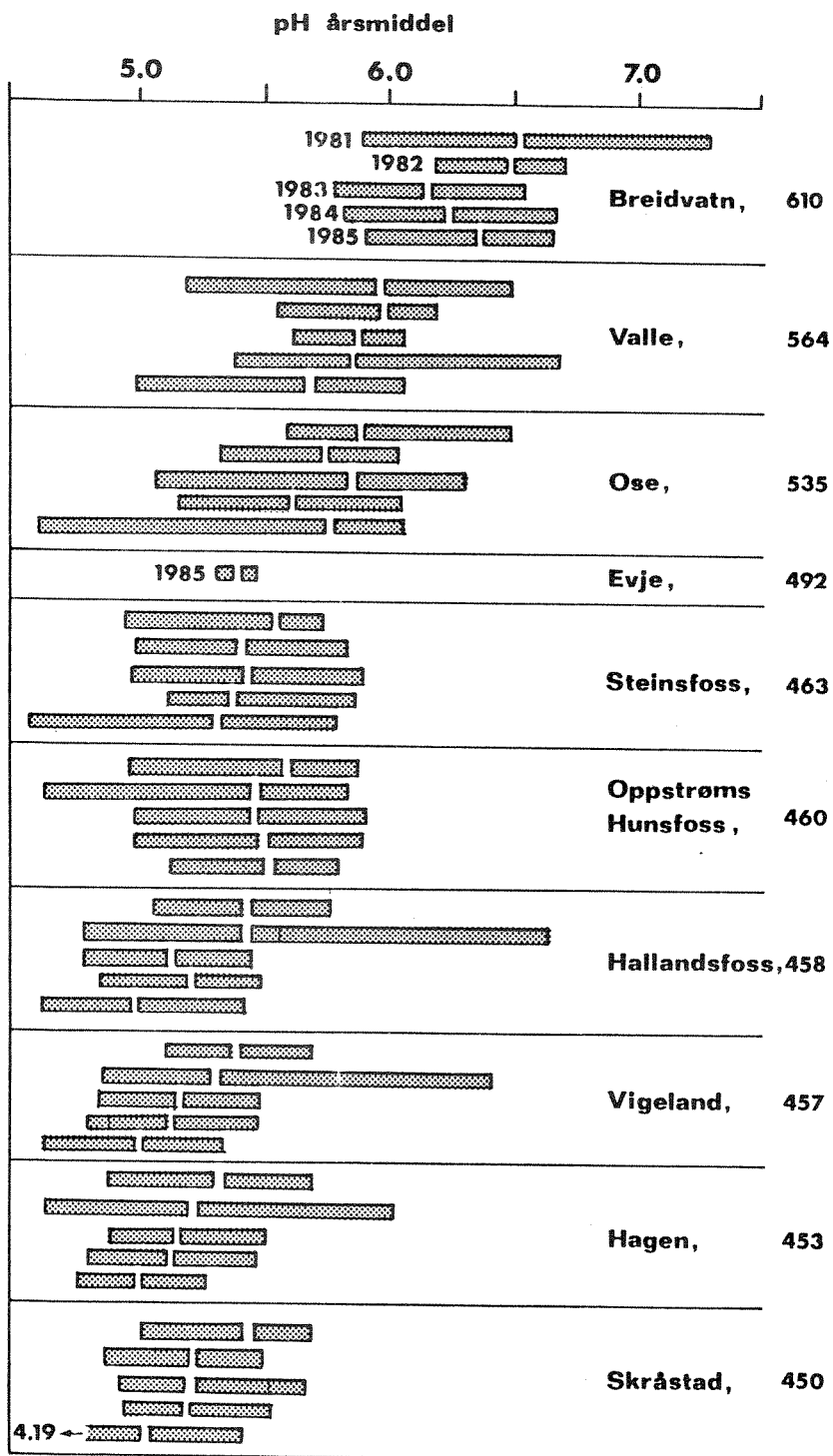


Fig. 3. Årsmiddel, maksimum og minimum pH i 1981-85 i rutineprøver fra Otra.

Årsmiddelverdiene for pH nedenfor Venneslafjorden har vist en synkende tendens de siste 5 år. Situasjonen i øvre vassdraget er lite endret siden 1981, bortsett fra Valle som har hatt en svak pH-senkning.

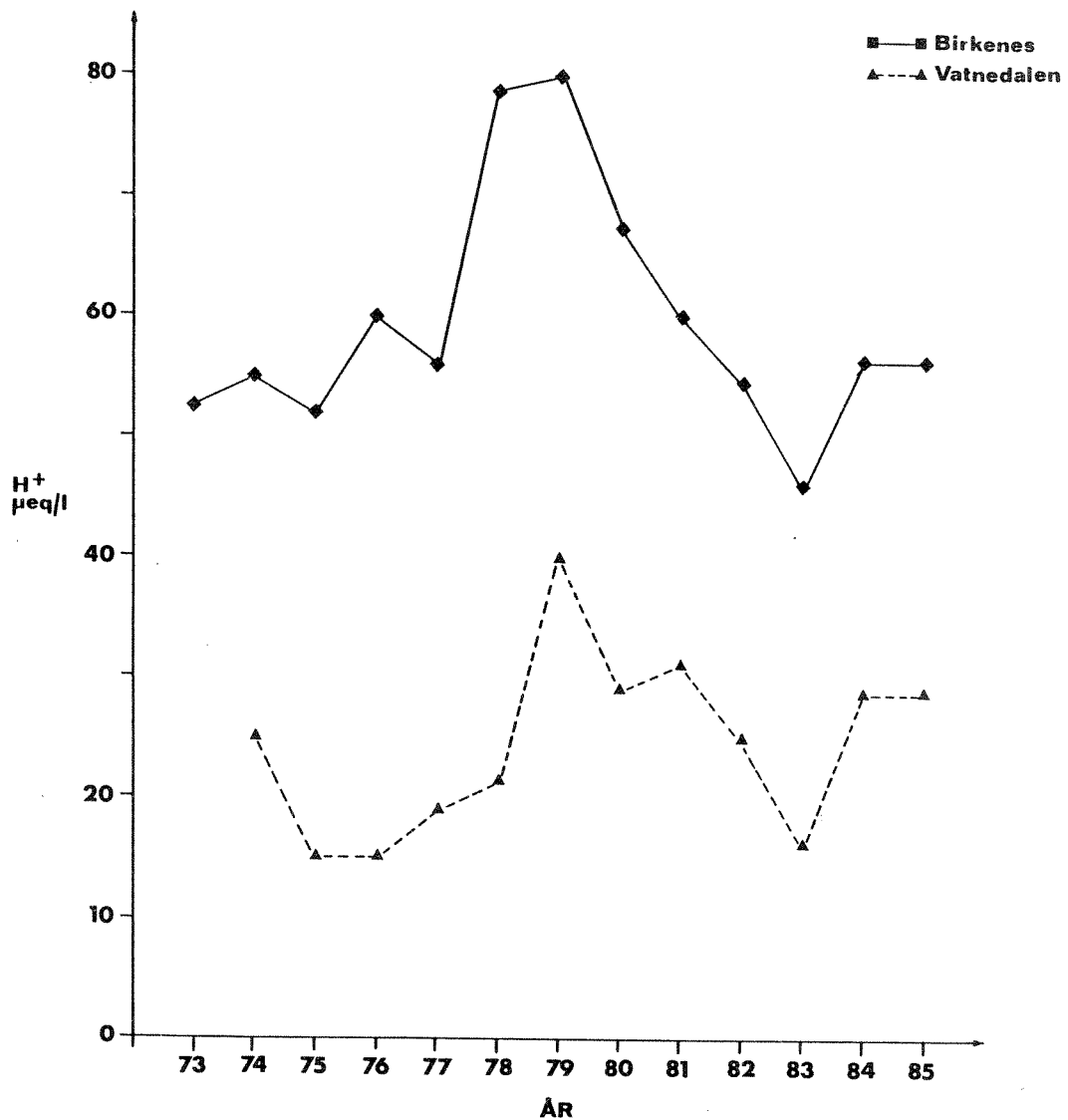


Fig. 4.  $H^+$ -konsentrasjon i nedbøren basert på veiet årsmiddel. Verdier fra Birkenes og Vatnedalen i perioden 1973-85.

Surhetsgraden i nedbøren 1985 ligger på samme nivå som i 1984.  $H^+$ -konsentrasjonen i nedbøren er omlag dobbelt så høy på Birkenes som i Vatnedalen.

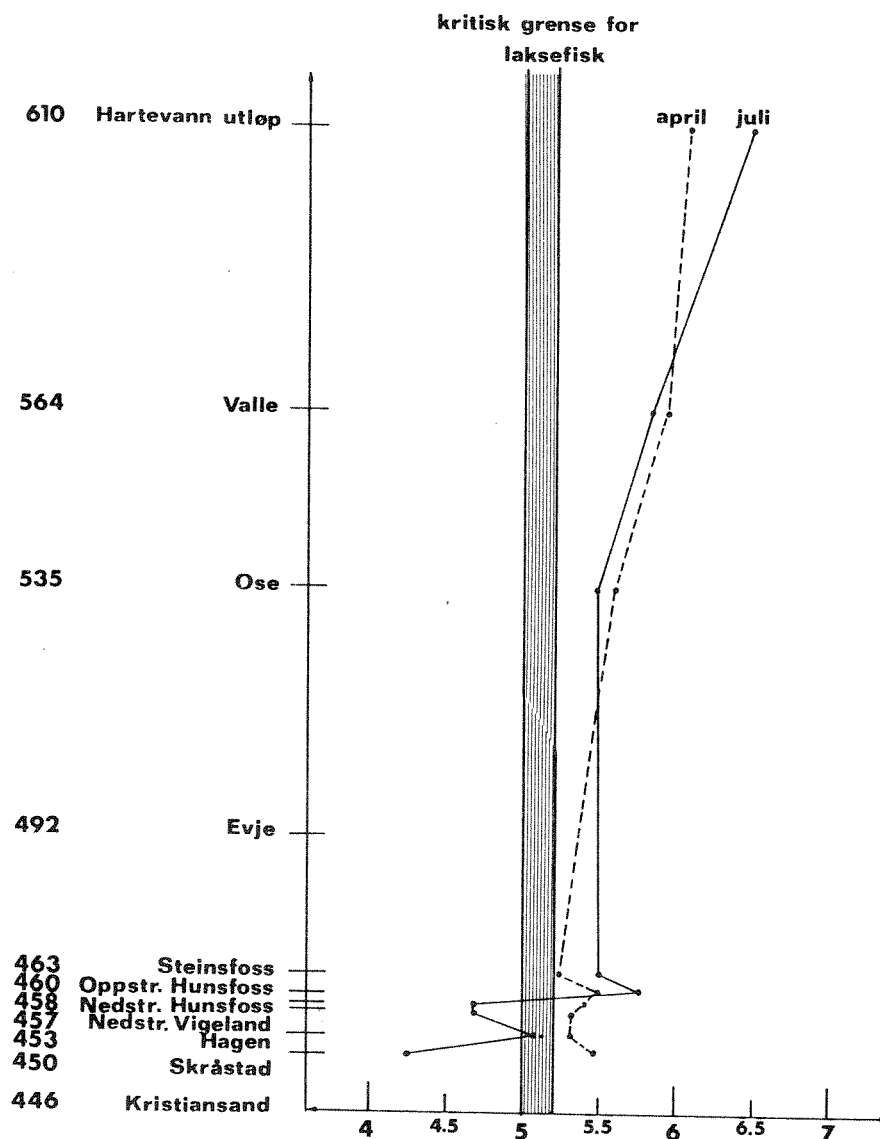


Fig. 5. pH variasjon i vassdraget i mars/april og i juli. Kritisk grense for laksefisk 5,0-5,2 er markert.

Mars/april har stor vannføring ved Vigland, med liten pH-senkning nedenfor industriutslippene. Juli har liten vannføring med en kraftig pH-senkning på samme strekningen.

Geologi, sur nedbør, samt reguleringsinngrep avgjør pH-verdiene i øvre delen av vassdraget. Merk pH-stigningen i Venneslafjorden (stasjon 460).



### 3.1.2. Boligkloakk og landbruksforurensninger

---

Forurensninger av boligkloakk og landbruksaktiviteter har liten innvirkning på vassdraget ned til Vennesla. Dette skyldes rensesiltak. Nedenfor Vennesla øker påvirkningen markert, men det er liten endring fra 1984. Tot P-konsentrasjonen øker fra 4,8 ug/l ved utløpet av Venneslafjorden til 8,9 ug/l ved Skråstad.

---

Denne forurensningstypen vil påvirke konsentrasjonen av næringsalter (fosfor og nitrogen) samt vannets innhold av organisk stoff (målt som  $\text{KMnO}_4$ -forbruk). Gjennomsnittsverdier for disse målingene i 1985 er sammenstillet i tabell 5 og vist sammen med målinger fra tidligere år i fig. 6, 7 og 8.

Tabell 5. Fosfor og nitrogenforbindelser, samt permanganatforbruk (organisk stoff) på de ulike stasjonene. Gjennomsnittsverdier for 1985.

Stasjon	Tot. P ug/l	$\text{NO}_3$ -N ug/l	Tot. N ug/l	Permanganat mgO/l
610 Breidvn. utl.	2,7	61	159	1,5
464 Valle	5,0	225	330	1,3
535 Ose	3,4	108	227	2,2
492 Evje	2,5	-	280	-
463 Steinsfoss	5,1	128	314	3,0
460 Venneslafj. utl.	4,8	-	299	2,1
457 Vigeland	8,6	-	300	5,4
450 Skråstad	8,9	159	314	4,9

---

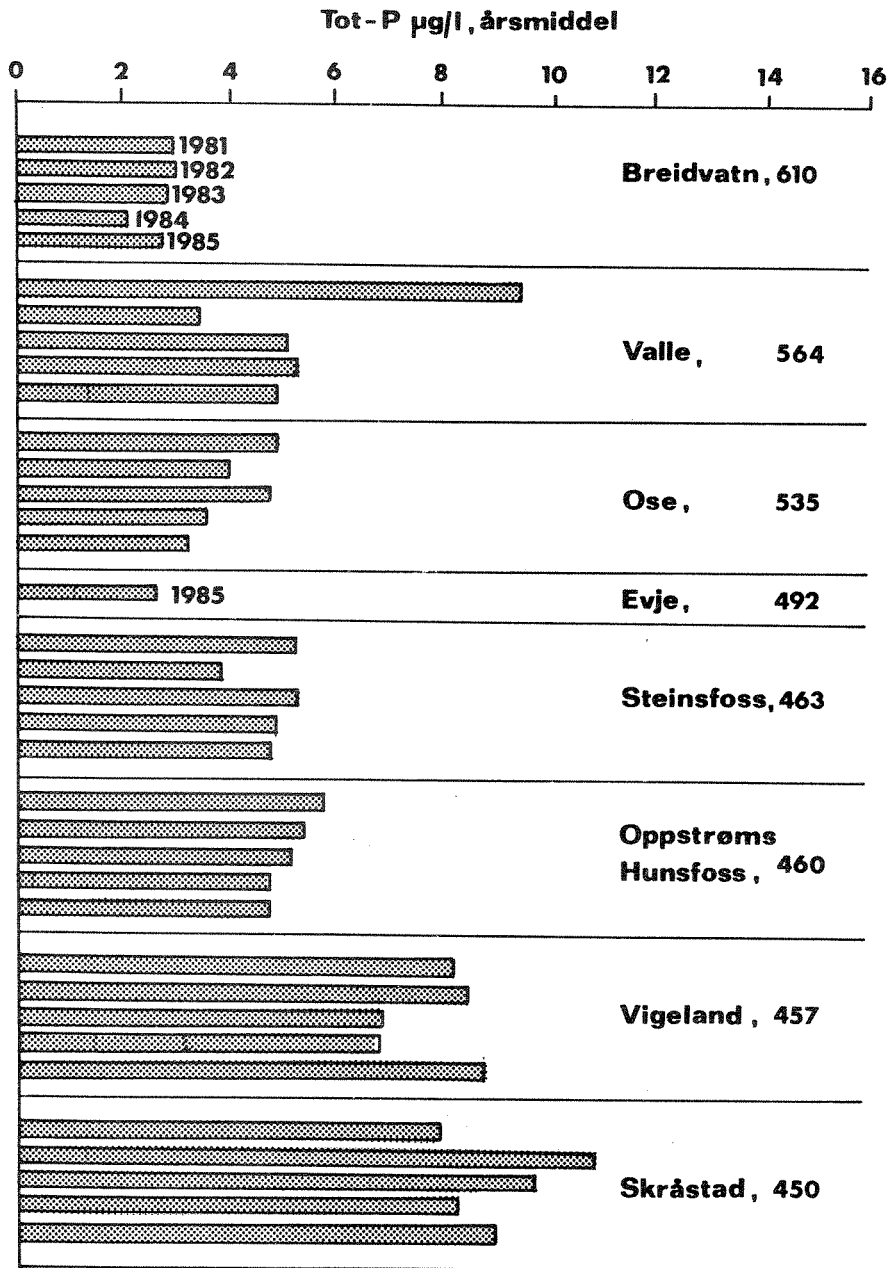


Fig. 6. Årsmiddelkonsentrasjon av total-fosfor i 1981-85 i rutineprøver fra Otra.

*Endringene fra tidligere år er svært små.*

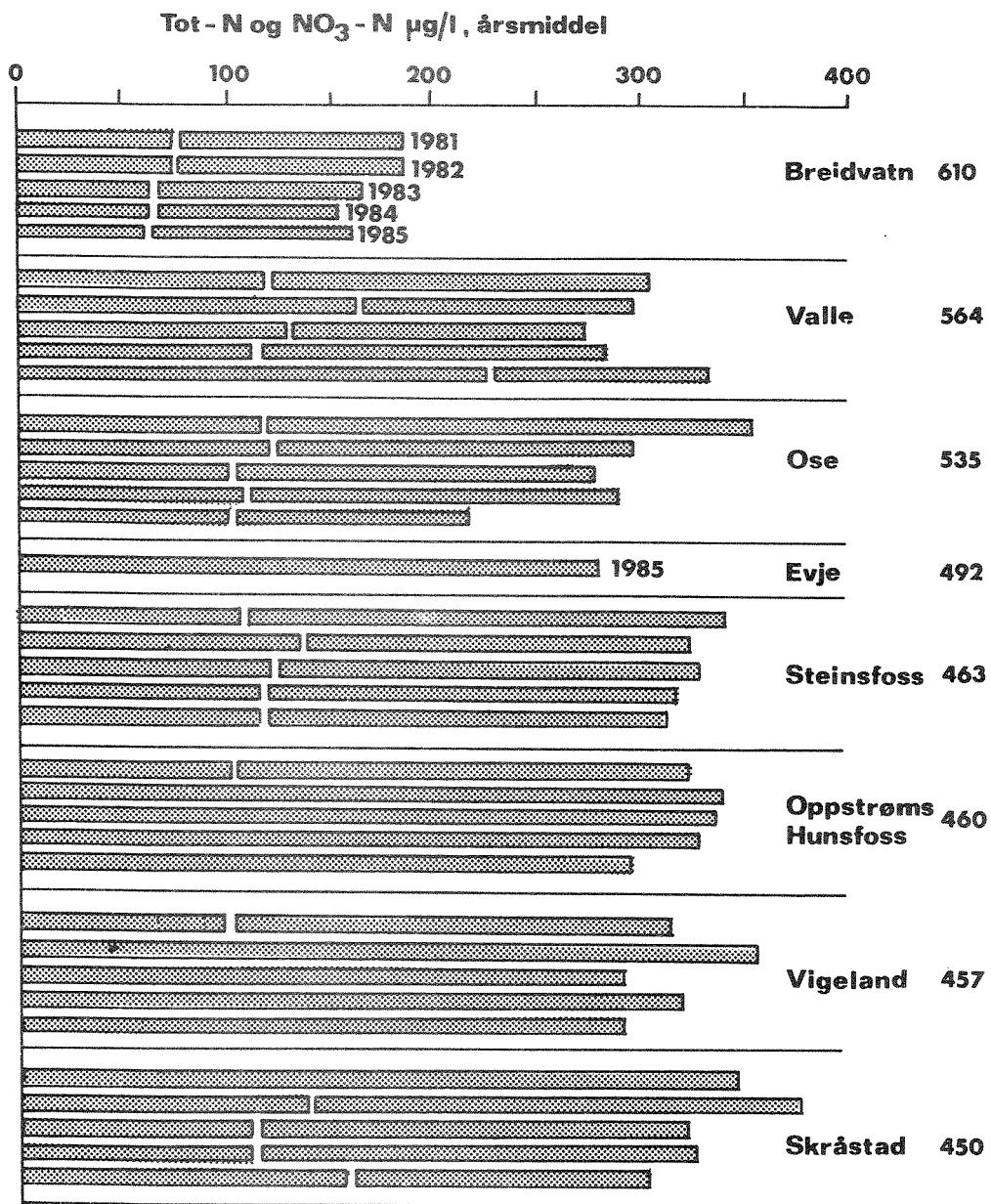


Fig. 7. Årsmiddelkonsentrasjon av totalnitrogen (hele søylen) og nitrat (nedre del) 1981-85 i rutineprøver fra Otra.

*Det er liten variasjon i N-konsentrasjonene i vassdraget. Endringene i 1985 er små.*

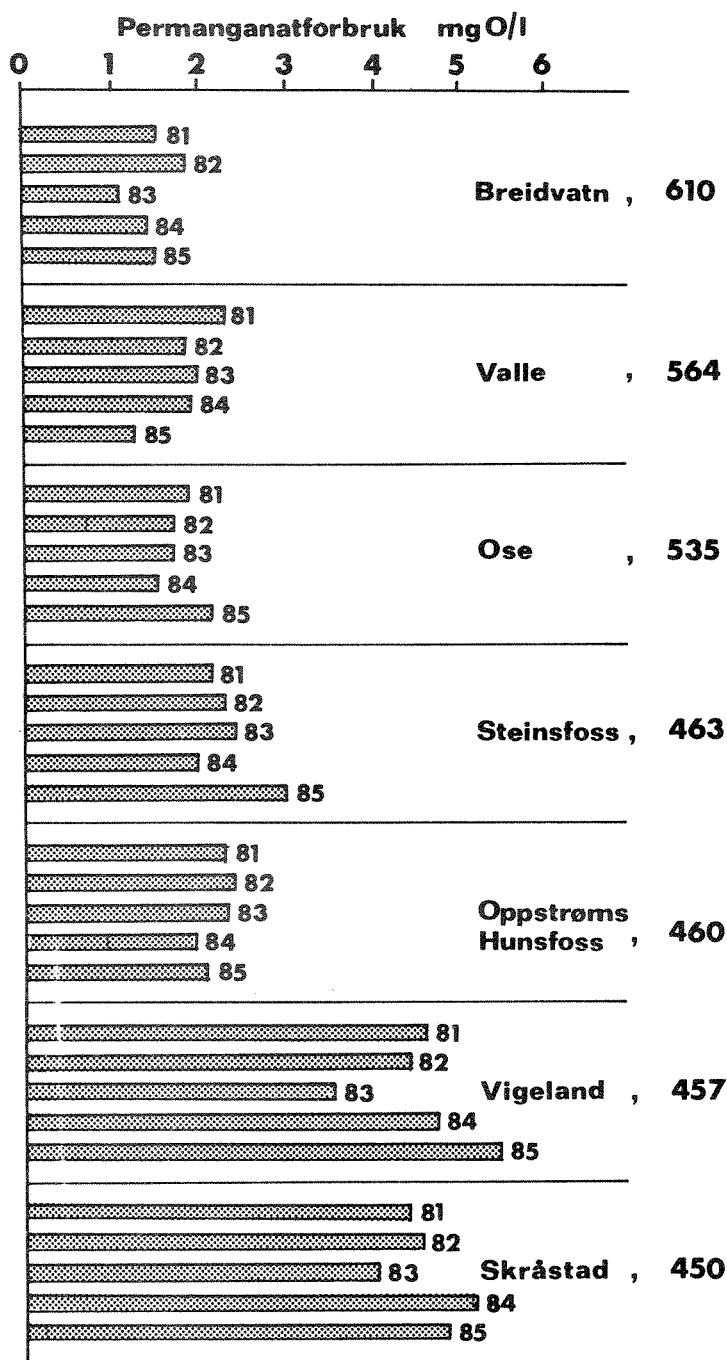


Fig. 8. Årsmiddel av permanganatverdier (målt som mg/l) i rutineprøver fra Otra.

Påvirkningen fra industrien er markert, men det er ingen store endringer fra foregående år.

Som regel vil fosfor være minimumselement for planteproduksjon i ferskvann. Med de verdiene som er målt i Otra er dette utvilsomt tilfelle i hele vassdraget.

Konsentrasjonene er små og ligger mellom 2,5 og 8,9 µgP/l. Økningen i nederste delen av elva er markert, på ca 100 % og må iflg. tidligere rapport (Boman og Grande 1985) tilskrives utslipp fra industri og boligkloakk/jordbruk med ca 50 % fordelt på hver av disse to aktivitetene. Det har ikke skjedd vesentlige endringer i disse forholda i 1985.

Innholdet av organisk materiale målt som  $\text{KMnO}_4$ -forbruk er også lavt. Den svake økningen som en finner fra høgfjellet og ned mot Venneslafjorden skyldes sannsynligvis i størst grad tilførsel av organisk materiale fra skog/myrområder (alloktont materiale) og bare i liten grad forurensning. Forholdene er annerledes nedenfor Vennesla, der en vesentlig del av den markerte økningen både i plantenæringsstoffer og organisk materiale tilskrives industriutslipp.

### 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.

---

Vannkvaliteten i nedre Otra påvirkes sterkt av industribedriftene Hunsfos Fabrikker, Norsk Wallboard og Høie Fabrikker. Dette illustreres godt ved målinger fra prøvestasjonene fra Steinsfoss og nedover. Utslippene består bl.a. av lettløselig og partikulært organisk stoff med ulik sammensetning, samt betydelige mengder syre og sulfitt. Utslippene er nærmere undersøkt av Tryland (1983), og gir utslag på pH-verdiene,  $\text{KMnO}_4$ -forbruk, næringssalter, foruten magnesium, sulfat og til dels ledningsevne ved 25<sup>o</sup> (se vedlegg 2).

Fig. 9, 10, 11, 12 og tabell 6 angir verdiene for disse parametrene sammenliknet med tidligere år.

Det er svært små endringer de siste 5-6 år.

pH-senkningen på 0,34 pH-enheter kommer i det kritiske området for laksefisk, og sjøl om en gjennomsnittlig kommer ut med pH på over 5 nedenfor utslippene, så har en i perioder målt svært lave verdier, heilt ned i 4,19 (18.juli). Denne datoen ble det også målt ekstremverdier av magnesium og sulfat. Gjennomsnittlig over året økte magnesiumverdien med 0,26 mg/l ved denne stasjonen, mens en på denne prøvetakingsdatoen fant en økning på 1,47 mg/l (nesten 6 ganger den gjennomsnittlige økningen). Sulfatkonsentrasjonen hadde en gjennomsnittlig økning på 2 mg/l, mens denne datoen var økningen på 9,4 mg/l, altså en nesten 5-dobling av "normal"-økningen. pH-senkningen tilsvarer en ca 7-dobling av  $\text{H}^+$ -konsentrasjonen. Det er rimelig å anta

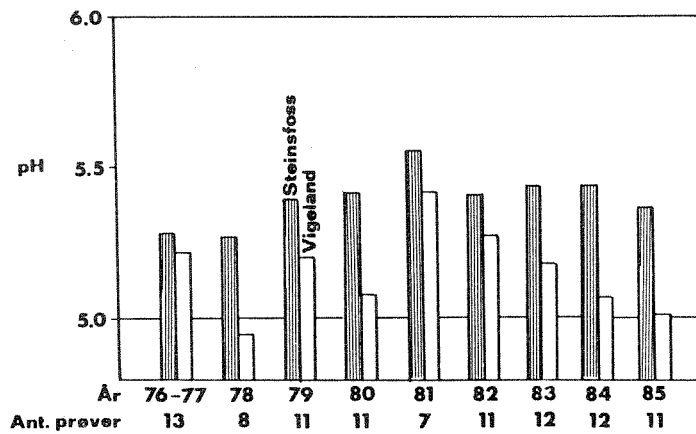


Fig. 9. Årsmiddel for pH i Oтра ved Steinsfoss og Vigeland for perioden 1976-85. pH = 5,0 markert på figuren.

Forsuringen på 0,34 enheter p.g.a. industriutslipp ligger i grenseområdet for hva laksefisk tåler (ca pH= 5). Endringene er små fra tidligere år.

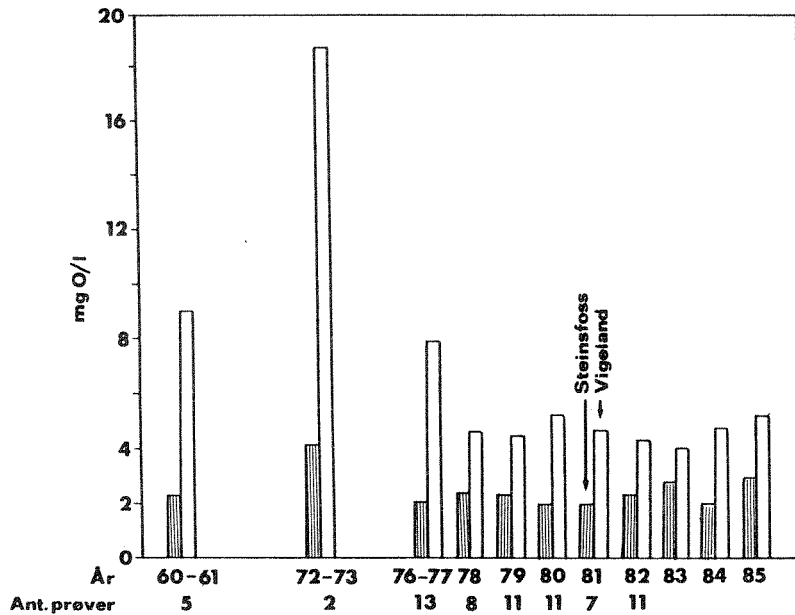


Fig. 10. Årsmiddelverdier for permanganatforbruk (målt som mg O/l) ved Steinsfoss og ved Vigeland (ovenfor og nedenfor industriutslippene).

Konsentrasjonene av organisk stoff nedenfor industrien er bedret etter 1974 (rensetiltak). Fra 1978 til 1985 er det ingen større endringer. Utslippene øker fremdeles permanganatforbruket i elva ca 100 %.

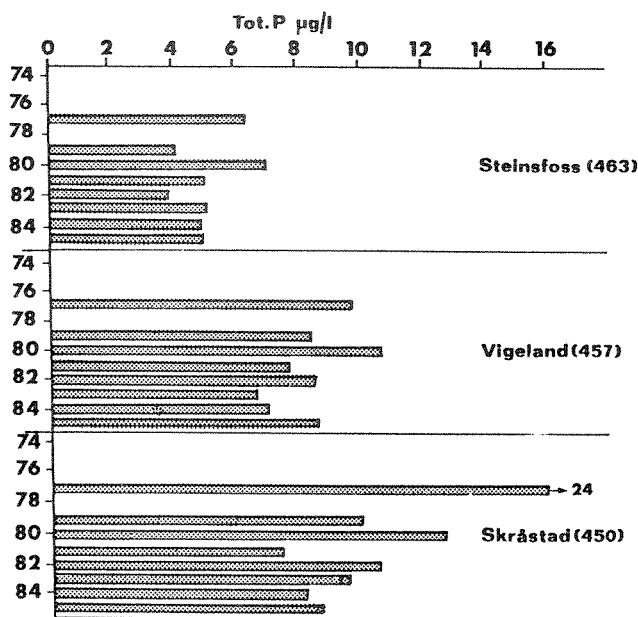


Fig. 11. Total fosfor-konsentrasjon som årsmiddel i perioden 1977-85.

Fosforkonsentrasjonene i nedre Otra har endret seg lite de siste åra.

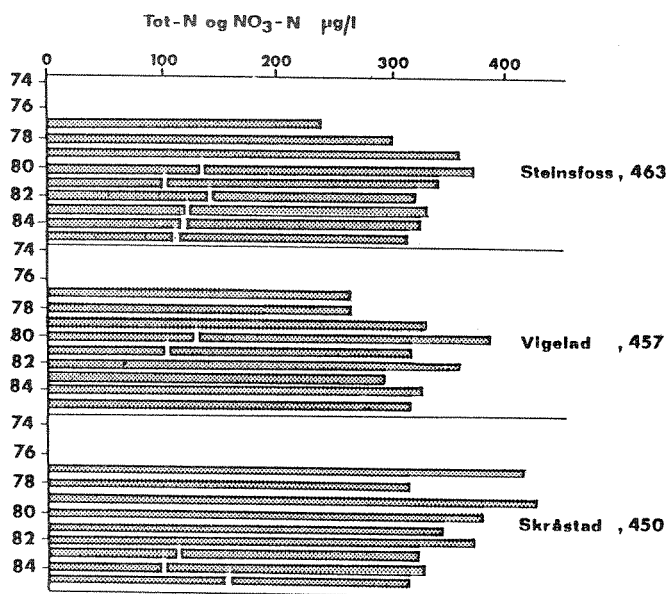


Fig. 12. Årsmiddelkonsentrasjonen av total-N (hele søylen) og nitrat-N (nedre del av søylen) i perioden 1977-85 i rutineprøver fra Otra.

Figuren viser små variasjoner i nitrogen de senere åra.



Tabell 6. Endring i vannkvaliteten (aritmetisk middel av observasjoner) ved passering av Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard 1960-1985. Bare prøver tatt samme dag er med i beregningen. Antall observasjoner er angitt til venstre eller i parentes.

Periode	pH				Perm.				Turb.				Farge			
	Antall obs.	Steinsfoss	Vige-land	Diff.	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	+5,7	-	-	-	12	20	+8	12	20	+8
1972-73	2	5,40	5,36	-0,04	4,1	18,9	+14,8	360	-	-	33	64	+31	33	64	+31
1974-75	6	5,58	5,19	-0,39	-	-	-	-	1,1 (4)	+0,6	-	-	-	-	-	-
1976-77	13	5,28	5,22	-0,06	2,0	7,9	+5,9	300	0,6 (1)	+0,6	21	45	+24	21	45	+24
1978	8	5,27	4,95	-0,32	2,4	4,6	+2,2	90	2,2	+1,6	33	60	+27	33	60	+27
1979	11	5,39	5,20	-0,19	2,3	4,5	+2,2	100	1,7	+0,9	22(10)	35(10)	+13	22(10)	35(10)	+13
1980	11	5,41	5,08	-0,33	2,0	5,3	+3,3	160	0,6	+1,8	18	39	+21	18	39	+21
1981	7	5,56	5,42	-0,14	2,0	4,6	+2,6	130	0,6	+1,1	17	35	+18	17	35	+18
1982	11	5,39	5,29	-0,10	2,3	4,3	+2,3	100	-	-	20	44	+24	20	44	+24
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	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	11	5,36	5,02	-0,34	3,0	5,4	+2,4	80	-	-	-	-	-	-	-	-

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
84	0,25	0,47	+0,22	90	5,1	7,0	+1,9	35	330	330	0	0
85	0,27	0,53	+0,26	96	5,1	8,6	+3,5	69	314	300	-14	-4,5

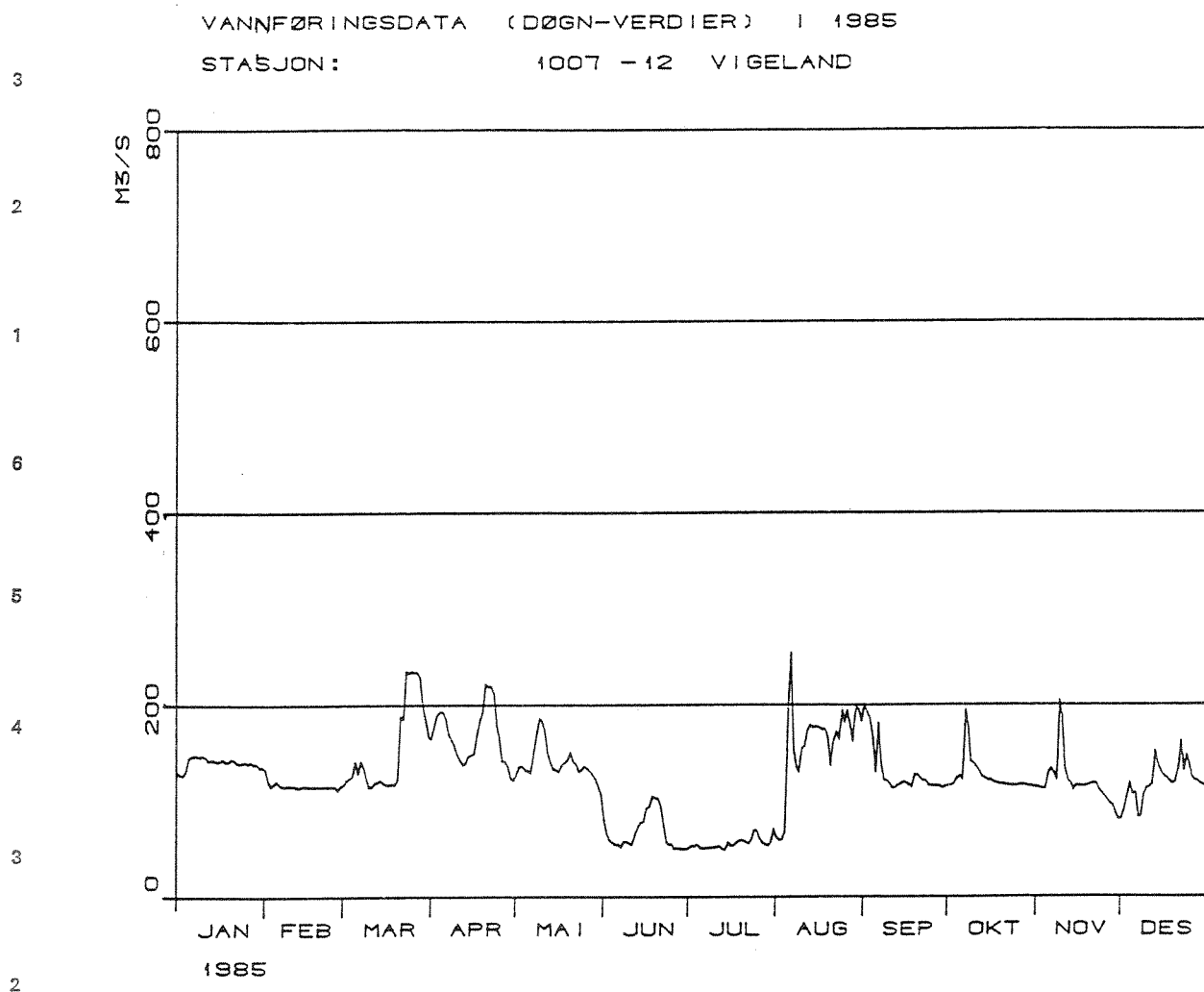


Fig. 13. Vannføringsdata fra Vigeland som døgnverdier 1985.

Vannføringene i juni og juli har vært lave, og påvirket vannkvaliteten indirekte med høge konsentrasjoner av forurensende stoffer.

at dette må stamme fra treforedlingsindustriens bruk av magnesium og svovelforbindelser, samt syreutslipp.

Verken for permanganatforbruk (organisk stoff), fosfor eller nitrogen er det mulig å registrere vesentlige endringer fra situasjonen de siste 5-6 år. Her er det heller ikke registrert ekstreme "episoder" på noen av tidspunktene.

Vannføringen i elva nedenfor industriutslippene har selvfølgelig avgjørende betydning for de verdier som måles i vannprøvene. Vannføringsdata fra Otra er innhentet fra NVE, hydrologisk avdeling, og fig. 13 viser døgnverdier for vannføring ved Vigeland.

Som en ser var vannføringene i juni og juli svært lave, henholdsvis 67,4 og 55,6 m<sup>3</sup>/sek som middelerdi for måneden. Dette har gitt seg utslag i høge verdier for de parametrene som registrerer forurensningsutslipp. Verdiene som ble målt i juli er likevel så ekstremt høge at en økning i vannføringen alene ikke vil være nok til å bringe tilstanden opp på "normalt" forurensningsnivå.

### 3.2. Biologiske undersøkelser

I likhet med i 1983 og 1984 ble det heller ikke i 1985 foretatt biologiske rutineundersøkelser i Otra. I nedre Otra ble det samlet inn et bunndyrmateriale ved en anledning (5/9-1985). Virksomheten i forbindelse med forsøkene omkring vannkvalitet og fisk ble innstilt i løpet av 1985. Spesielle undersøkelser av fiskebestanden i nedre Otra ble ikke foretatt.

### 3.2.1. Bunndyr

Bunndyrfaunaen i Otra ved Vennesla har en sammensetning som er karakteristisk for surt vann både ovenfor og nedenfor industri-  
bedriftene. Faunaen nedenfor er imidlertid mer spesialisert og  
bl.a. på grunn av lite beitetrykk fra fisk er det her store  
mengder av fjærmygg og biller.

Prøver av bunndyr ble samlet med en bynndyrhov med maskevidde  
250 um i 3x1 minutt på hver lokalitet. Dyrene ble fiksert på  
sprit, sortert i hovedgrupper og talt opp i laboratoriet. Re-  
sultatet fremgår av tabell 7.

Tabell 7. Bunndyr i Otra. Antall individer innsamlet med bunn-  
dyrhov (250 um) i 3x1 minutter 5. september 1985

1985		
Lokalitet	Moseidmoen	Vigeland
Dyregruppe	Utløp Venneslafjorden	
Rundmark	2	100
Børstemark	16	629
Vannmidd	58	12
Steinfluer	2	6
Døgnfluer	154	-
Vårfluer	238	6
Fjærmygg	714	4424
Stankelbein	14	
Biller		154
	1198	5331
	8	7

Som tidligere var det også denne gang en fauna karakteristisk for sure vanntyper i Otra ved Moseidmoen. Fjærmygg og vårfluer er dominerende grupper, men også døgnfluer og vannmidd ble funnet i moderate mengder. Den relativt store forekomst av vårfluer skyldes utløpseffekten fra Vennslafjorden. Dette vil si at nettspinnende vårfluelarver får gode betingelser for oppsamling av plankton som kommer drivende fra Venneslafjorden.

Ved Vigeland dominerer fjærmyggglarvene sterkt. Dette har alltid vært tilfelle, dvs. helt siden undersøkelser ble påbegynt i 1960. Dette skyldes nok at larvene finner gode betingelser i sopp- og fiberforekomstene på bunnen. De økede konsentrasjoner av organisk stoff har også betydning. Forekomsten av biller er også meget stor på denne lokaliteten og det er sjelden å finne slike mengder på tilsvarende lokaliteter som ikke er forurenet. Totalt sett er mengden av dyr stor og dette skyldes nok også for en stor del at fisk mangler og at beitetrykket derfor blir lite. Det har da også vist seg at bekkerøya som ble utsatt i nedre Otra vokste meget raskt på næring som her har vært i overskudd. Mangel på næring er da heller ikke årsak til mangel av små fisk i denne del av vassdraget.

### 3.2.2. Fisk; forekomster og bestandsvurderinger

---

Otra har fortsatt ingen bestand av laks eller ørret nedenfor Vigelandsfossen, 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. Utsatt 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 bekker som munner ut i nedre Otra og i Otra ovenfor Hunsfoss.

---

Det ble i 1985 ikke utført bestandsundersøkelser av fisk i nedre Otra. Ifølge lokalkjente folk ble det imidlertid fisket noen laks og sveler (smålags). Enkelte store bekkerøyer ble også observert og fisket. Dette er fisk som stammer fra utsettingene i 1981 og/eller 1982. Forekomst av enkelte mindre bekkerøyer tyder også på at litt reproduksjon har funnet sted. Dette ble også påvist ved elektrofiske i 1984. Forøvrig er bestanden av aure i Venneslafjorden og Otra ovenfor meget stor. Abbor (skjehbe) finnes også her. Ål og trepigget stingsild forekommer i betydelig antall også nedenfor Vigeland.

### 3.2.3. Fiskeforsøk med automatisk vannkvalitetsmåling

Etter to år (1983 og 1984) med kontinuerlig drift av målestasjonene ved Hunsfoss og Vigeland ble virksomheten her redusert i 1985. Det ble installert automatiske pH-målere istedenfor de opprinnelige instrumenter for flere måleparametre. Ny fisk ble ikke utsatt i fiskekarene. Ved Vigeland døde fisken som var utsatt i november 1984 i slutten av dette året og i løpet av 2 måneder i 1985. Ved Hunsfoss levde en stor del av fisken (ørret) i mer enn et år inntil et uhell forårsaket total dødelighet i begynnelsen av 1986. Forsøkene ga ikke noe nytt i forhold til 1983 og -84 og det var også i perioder driftsvansker med pH-instrumentene. Resultatene skal derfor ikke presenteres denne gang og det henvises til årsrapportene for 1983 og -84. Det skal bare kort fastslås at mens dødeligheten var høy og oppsto i løpet av kort tid (1-3 måneder) ved Vigeland, kunne ørret klare seg i mer enn et år ved Hunsfoss.

#### 4. REFERANSER

Boman, E. og M. Grande, 1985: Otra.

Tiltaksorientert overvåking 1984. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 199/85.

50 s. SFT/NIVA, Oslo.

Borgstrøm, R. og T. Løkensgard, 1978 : Skjønn øvre Otra.

Utbyggingens virkninger på fisket i magasinene.

Rapp. Lab. Ferskvannforsk. Innlandsfiske Oslo, 35. 50 s.

Dahl, K. 1927: Byglandsfjordens "blege" eller dvergglaksen.

Fiskeriinspektørens innberetning om ferskvannsfiskeriene for året 1926.

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. SFT/NIVA, Oslo.

Holtan, H og L. Lingsten, 1986: Overføring av Bjørnarå

m.fl. til Brokke kraftverk. Vurdering av eventuelle

forurensningseffekter. NIVA 0-85166. 52 s.

Rørslett, B., T. Tjomsland, J.E. Løvik, E. Lydersen,

M. Mjelde, M. Grande, 1981. Undersøkelse av øvre

Otra. NIVA 0-72198. 180 s.

Stubsjøen, J. 1986: Fiskeribiologisk undersøkelse i forbindelse med planer om utbygging av Hekni kraftverk

i øvre Otra, Aust-Agder. Aust-Agder kraftverk,

Otra Fiskelag, Bygland. 69 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.

Vold, K. 1974. Bleka, en relikte laks (*Salmo salar* L) i Byglandsfjorden. Ernæring, alder, vekst og kjønnsmodning sammenholdt med enkelte miljøfaktorer. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi Univ. i Oslo. 59. s.

Wright, R.F. og M. Grande, 1981. Otra 1980. Rutineovervåking. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 6/82, 55 s. SFT/NIVA, Oslo.



VEDLEGG 1.

TIDLIGERE NIVA-RAPPORTER OM OTRA

Referanse	Undersøkelsesår	Nedre løp	Øvre løp
Bergmann-Paulsen, B., 1962. Undersøkelse av forurensningen i Otras nedre løp 1960-61. NIVA 0-209.	1960-61	x	
Holtan, H. og Lingsten, L. 1986. Overføring av Bjørnarå m.fl. til Brokke kraftverk. Vurdering av eventuelle forurensningseffekter. NIVA 0-85166. 52 s.	1985		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. <u>et al.</u> 1978. Harte- vatn og regulering i øvre Otra. NIVA 0-133/77.	1977		
Grande, M. <u>et al.</u> 1980. Fremdrifts- rapport for 1978. Overvåkings- undersøkelser i nedre Otra. NIVA 0-73012.	1978	x	
Grande, M. <u>et al.</u> 1981. Undersøkelse av øvre Otra. NIVA 0-72198.	1975-77		x
Grande, M. og R.F. Wright 1982. Hekni kraftverk. Vurdering av resipientforhold. NIVA 0-81096. 27 s.	1981-82		x

Referanse	Undersøk- elsesår	Nedre løp	Øvre løp
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., Sahlquist, F.Ø 1984. Øvre Otra. Undersøkelse av terskelbasseng i Valle 1983. Rapport 146/84.

Boman, E. og M. Grande, 1985. Otra. Tiltaksorientert overvåking 1984. Rapport 199/85. 49 s.



LOK	R	M	D	T	M	L	A	B	PH	TURB	FE	CL	NA	K	CA	AL	MG	SULF	NH4N	NOSH	TOTN	
463	850115	930							5.56			1.7	1.09	.21	.88	99.	.22	2.6		121.	310.	
463	850219								5.77			1.5	.97	.18	.91	90.	.20	2.1		124.	320.	
463	850318	1010							5.79			2.3	1.09	.21	.95	76.	.23	2.1		145.	270.	
463	850417	850							5.20			2.3	1.55	.26	1.01	189.	.32	4.1		215.	400.	
463	850513	935							5.40			1.7	1.27	.23	.87	167.	.25	3.4		147.	320.	
463	850612	1010							5.66			1.7	1.04	.19	.89	74.	.22	2.7		115.	270.	
463	850718								5.61			1.4	1.04	.15	.90	74.	.21	2.6		117.	270.	
463	850820								4.61			2.4	1.32	.18	.94	259.	.32	4.7		78.	375.	
463	850924								5.07			2.0	1.29	.18	.90	187.	.26	3.0		98.	264.	
463	851021	935							5.03			2.8	1.75	.37	1.09	262.	.33	3.5		116.	323.	
463	851120	1300							5.01			3.8	2.05	.31	1.07	297.	.39	4.3		132.	339.	
492	851121								5.50												220.	220.
492	851217								5.60												340.	340.
535	850123								5.90			1.9	1.40	.39	.96	100.	.20	1.3		130.	400.	
535	850217								6.00			1.4	.90	.15	.92	50.	.18	1.2		120.	170.	
535	850317								6.00			1.5	.90	.15	.98	30.	.19	1.0		80.	320.	
535	850416								6.30			1.6	1.20	.17	1.10	80.	.20	2.0	M	150.	210.	
535	850519								4.60			1.0	.83	.11	.67	220.	.20	1.5		110.	210.	
535	850618								5.50			.8	.69	.10	.61	120.	.16	1.6		55.	150.	
535	850717								5.90			.8	.70	.14	.75	90.	.16	1.0	M	60.	200.	
535	850817								5.90			.8	.79	.14	.78	210.	.18	2.7		55.	250.	
535	850915								6.40			1.2	.87	.20	1.05	67.	.19	2.3		150.	210.	
535	851018								5.40			1.2	.70	.11	.78	130.	.17	1.9		70.	160.	
535	851119								6.00			1.1	.76	.12	1.05	80.	.19	1.6		180.	220.	
535	851217								6.10			1.1	.68	.17	.95	65.	.18		240.	140.		
564	850123								5.90			2.1	2.30	.45	2.04	80.	.34	3.7		240.	370.	
564	850219								5.90			1.7	1.30	.33	1.77	80.	.29	3.2		210.	290.	
564	850312								6.10								1.64					
564	850521								4.90							140.						
564	850529								5.30							80.						
564	850605								5.50							110.						
564	850612								5.60							110.						
564	850618								6.00							100.						
564	850626								5.80							100.						
564	850703								5.80							110.						
600	850123								6.20			1.2	.90	.17	1.12	40.	.20	1.0		70.	260.	
600	850219								6.50			1.1	.70	.14	1.14	50.	.21	1.0		80.	170.	
600	850312								6.40								1.28					
610	850312								6.20			1.0										
610	850428								6.20													
610	850521								5.90			1.1										
610	850618								6.30			.7										
610	850716								6.50			.7										
610	850813								6.70			.6										
610	851015								6.60			.8										
610	851112								6.50			.7										
610	851217								6.70			.8										
1592	850123								6.80			4.1										
1592	850219								6.80			4.1										
1592	850312								6.80			3.9										
1592	850428								6.60			3.0										
1592	850521								6.10			1.5										
1592	850618								6.70			1.0										
1592	850716								7.00			2.7										
1592	850813								6.60			2.7										

LOK	R M D	T M	I N	L A B S	NAVN	OTRA	T O T P	P E R M	AL K	K 2 5
463	850115		930				6.	1.7	.050	1.68
463	850219						3.	1.3	.044	1.56
463	850318		1010				11.	1.8	.038	1.76
463	850417		850				5.	2.4	.031	2.48
463	850513		935				4.	2.6	.023	1.96
463	850612		1010				3.	1.6	.033	1.60
463	850718						3.	1.5	.030	1.65
463	850820						6.	8.4		3.14
463	850924						6.	3.7	.025	2.08
463	851021		935				5.	4.8	.013	2.61
463	851120		1300				4.	4.7	.020	2.91
492	851121			9			M 2.			1.60
492	851217			9			3.			1.90
535	850123			9			4.	1.0	.030	1.70
535	850217			9			M 2.	M 1.0		1.30
535	850317			9			3.	M 1.0		1.40
535	850416			9			2.	M 1.0	.050	1.60
535	850519			9			4.	6.4	.020	1.50
535	850618			9			2.	2.4	M .020	1.10
535	850717			9			3.	2.5	.020	1.20
535	850817			9			11.	5.0	M .020	1.40
535	850915			9			M 2.	2.0	M .020	15.50
535	851018			9			M 2.	2.8	M .020	1.40
535	851119			9			3.	1.0		1.50
535	851217			9			3.	1.2	.020	1.30
564	850123			9			7.	M 1.0		2.40
564	850219			9			3.	1.6		2.00
564	850312			9			4.			2.00
564	850521			9			4.			2.00
564	850529			9						1.20
564	850605			9						1.20
564	850612			9						1.20
564	850618			9						1.30
564	850626			9						1.60
564	850703			9						1.40
600	850123			9			4.	1.4		1.40
600	850219			9			4.	M 1.0		1.10
600	850312			9						1.30
610	850312			9			M 2.	M 1.0	.040	1.10
610	850428			9			M 2.	M 1.0	.040	1.20
610	850521			9			3.	1.8	.060	1.20
610	850618			9			4.	1.2	.040	1.00
610	850716			9			2.	1.5	.030	1.00
610	850813			9			2.	3.3	.040	.80
610	851015			9			3.	1.4	.050	1.30
610	851112			9			3.	1.0	.040	1.10
610	851217			9			3.	M 1.0	.060	1.20
1592	850123			9			7.	1.8	.320	6.60
1592	850219			9			9.	1.6	.320	5.80
1592	850312			9			5.	1.8	.300	6.30
1592	850428			9			9.	4.7	.190	4.70
1592	850521			9			9.	3.8	.060	2.00
1592	850618			9			8.	2.6	.200	4.10
1592	850716			9			12.	4.5	.270	5.30
1592	850813			9			18.	6.3	.300	5.70

FILKODE: OTRA NAVN: OTRA

OVERVAKNING

DATE: 860304

3

LOX R M D LABB PH TURB FE CL Sulf NH4N NO3N TOTN TOTP PERM ALK K2S

LOX	R	M	D	LABB	PH	TURB	FE	CL	Sulf	NH4N	NO3N	TOTN	TOTP	PERM	ALK	K2S
1592	851015	9			7.10	2.8	230.	2.4	4.4	15.	470.	660.	M 2.	4.9	.250	4.40
1592	851112	9			7.20	1.1	210.	3.2	8.3	30.	1130.	1230.	4.	2.3	.410	8.90
1592	851217	9			7.10	1.0	230.	3.2	7.4	35.	1070.	1290.	7.	2.3	.400	7.20
1605	850123	9			6.10	3	20.	1.5	M 1.0	15.	80.	160.	4.	M 1.0	.040	1.40
1605	850219	9			6.40	5	30.	2.8	1.5	15.	90.	230.	3.	1.2	.040	1.80
1605	850312	9			6.20	3	M 20.	1.3	1.0	20.	80.	240.	M 2.	1.5	.030	1.40
1605	850428	9			5.80	5	M 20.	1.0	1.1	90.	200.	600.	5.	1.2	.020	1.20
1605	850521	9			5.70	3	40.	1.1	M 1.0	20.	85.	140.	2.	1.1	.060	1.40
1605	850618	9			6.40	3	60.	1.9	M 1.0	17.	95.	190.	4.	1.3	.030	1.10
1605	850716	9			6.40	3	M 20.	7	M 1.0	8.	75.	190.	3.	1.4	.030	1.00
1605	850813	9			6.60	3	M 20.	6	10.	10.	70.	150.	2.	3.1	.040	1.00
1605	851015	9			6.40	4	30.	9	M 1.0	25.	65.	160.	M 2.	1.5	.040	1.10
1605	851112	9			6.50	3	30.	7	M 1.0	20.	70.	140.	M 2.	M 1.0	.040	1.30
1609	850428	9			6.30	2	40.	1.0	1.6	7.	40.	120.	2.	2.2	.070	1.60
1609	850521	9			5.90	3	70.	9	M 1.0	5.	90.	140.	3.	2.4	.060	1.40
1609	850618	9			6.50	3	40.	7	M 1.0	14.	35.	120.	2.	1.6	.050	1.10
1609	850716	9			6.90	2	M 20.	6	M 1.0	15.	45.	130.	M 2.	2.0	.140	1.10
1609	850813	9			6.80	3	M 20.	6	M 1.0	M 5.	35.	130.	2.	4.3	.060	1.20
1609	851015	9			6.80	3	30.	7	M 1.0	5.	15.	100.	3.	2.4	.070	1.20
1609	851112	9			6.80	3	30.	7	M 1.0	5.	30.	110.	4.	1.8	.080	1.60
1609	851217	9			6.80	3	27.	9	M 1.0	10.	25.	130.	2.	2.2	.090	1.60