



# Statlig program for forurensningsovervåking

## Rapport 606/95

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn


Deltakende institusjon

NIVA

## Otra 1994 Tiltaksorientert overvåking og konsekvens- undersøkelse av industriutslipp



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-800208	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3290	

<b>Hovedkontor</b>	<b>Sørlandsavdelingen</b>	<b>Østlandsavdelingen</b>	<b>Vestlandsavdelingen</b>	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b>
Postboks 173, Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

<b>Rapportens tittel:</b> Otra 1994. Tiltaksorientert overvåking og konsekvensundersøkelse av industriutslipp.	<b>Dato:</b> Juni 1995	<b>Trykket:</b> NIVA 1995
	<b>Faggruppe:</b> Vassdragsundersøkelser	
<b>Forfatter(e):</b> Øyvind Kaste, Karl Jan Aanes, Eli-Anne Lindstrøm.	<b>Geografisk område:</b> Agder	
	<b>Antall sider:</b> 42	<b>Opplag:</b> 150

<b>Oppdragsgiver:</b> Hunfos Fabrikker A/S, Norsk Wallboard A/S, Vassdragsrådet for Nedre Otra, Statens forurensningstilsyn.	<b>Oppdragsg. ref.:</b>
---	-------------------------

## Ekstrakt:

Middel-pH nedstrøms industribedriftene ved Vennesla var i 1994 omlag 0,1 pH-enheter lavere enn stasjonen i utløpet av Venneslafjorden. Resultatene for 1994 viser dermed at påvirkningen fra industribedriftene blir stadig mindre i Otra. De kontinuerlige pH-målingene ved Vigeland viser at det fortsatt er forholdsvis store fluktuasjoner i pH nedstrøms industribedriftene. Den gjennomsnittlige KOF-konsentrasjonen ved Vigeland i 1994 var 4,02 mg O/l, mot 3,18 mg O/l i 1993. Middelværdien i 1994 var imidlertid ikke signifikant forskjellig fra i 1992 og 1993. Det ble registrert en liten økning i årsmiddelkonsentrasjonen av total fosfor ved Vigeland og Skråstad i 1994 og en generell økning i nitrogenkonsentrasjonen i vassdraget i 1994.

Bundyrundersøkelsene i 1994 bekrefter 1993-resultatene om at det er tegn til en større variasjon i bunnfaunaen nedstrøms Vigeland. Økende dominans av fjærmygglarver i forhold til fåbørstemark tyder på en svak bedring av vannkvaliteten i de senere årene. Begroingsamfunnet i 1994 var i store trekk det samme som i 1992-93. Soppen *Fusarium aquaeductum* har fortsatt betydelig forekomst i elva.

4 emneord, norske

1. Forurensningsovervåking
2. Treforedlingsindustri
3. Vannkraftutbygging
4. Sur nedbør

4 emneord, engelske

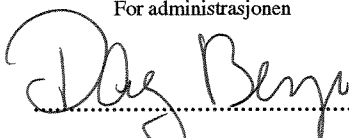
1. Pollution monitoring
2. Pulp and paper industry
3. Hydro power development
4. Acid precipitation

Prosjektleder



Øyvind Kaste

For administrasjonen

  
Dag Berge

ISBN 82-577-2768-7

Norsk institutt for vannforskning  
Sørlandsavdelingen

O-800208

**OTRA 1994**

Tiltaksorientert overvåking  
og konsekvensundersøkelse av industriutslipp

Grimstad

Juni 1995

Saksbehandler:  
Medarbeidere:

Øyvind Kaste  
Eli-Anne Lindstrøm  
Karl Jan Aanes  
Torleif Bækken  
Rolf Høgberget

## **Forord**

*Hunfos Fabrikker A/S er pålagt av Statens forurensningstilsyn (SFT) å foreta konsekvensundersøkelser av utslipp fra fabrikk. Undersøkelsen skal gjennomføres i perioden 1992-1995 i forbindelse med en nedtrapping av de organiske utslippene. Den rutinemessige overvåkingen av Otra, som administreres av Statens forurensningstilsyn, gjennomføres samtidig. Denne undersøkelsen er en del av Statlig program for forurensningsovervåking. Konsekvensundersøkelsen og overvåkingsundersøkelsen er i perioden samkjørt og finansieres med midler fra Hunfos Fabrikker A/S, Norsk Wallboard A/S, SFT og Vassdragsrådet for Nedre Otra.*

*Den foreliggende rapporten omhandler i første rekke resultater fra 1994. Programmet er konsentrert om den nedre delen av Otra og er rettet direkte mot effekter av industriutslipp og kloakktilførsler. Undersøkelser i OTRAS øvre del er bare i begrenset grad omtalt.*

*Teknisk etat i Evje og Hornnes kommune og Gunnar Ose har tatt prøvene i den øvre delen av Otra, fra Evje og oppover. Disse prøvene er analysert ved Agderforskning - Teknisk i Grimstad. Vannprøver fra nedre Otra er samlet inn av Kristiansand Ingeniørvesen og analysert på NIVA.*

*Karl Jan Aanes og Torleif Bækken ved NIVA i Oslo har gjennomført bunndyrundersøkelsene. Eli-Anne Lindstrøm har hatt ansvar for innsamling og analyser av begroing og vannvegetasjon i nedre del av Otra.*

*Grimstad, juni 1995*

*Øyvind Kaste*

## INNHALDSFORTEGNELSE

<i>Forord</i> .....	2
INNHALDSFORTEGNELSE .....	3
1. SAMMENDRAG.....	4
2. INNLEDNING.....	7
2.1. Bakgrunn.....	7
2.2. Formål .....	7
2.3. Program.....	8
3. OMRÅDEBESKRIVELSE.....	9
3.1. Vassdragsavsnitt og hydrologi.....	9
3.2. Brukerinteresser .....	12
3.3. Forventet naturtilstand .....	13
3.4. Forurensninger .....	13
4. RESULTATER OG DISKUSJON .....	15
4.1. Fysisk/kjemiske forhold.....	15
4.2. Bunndyr.....	23
4.3. Begroing.....	28
5. REFERANSER .....	33
6. VEDLEGG.....	34
6.1. Overvåkingsrapporter fra perioden 1980-1994.....	34
6.2. Primærdata, vannkjemi 1994. ....	35
6.3. Middelskonsentrasjoner 1980-1994. ....	39
6.4. Begroingsorganismer i Otra. ....	41
6.5. Kiselalger i begroingsprøver fra Otra. ....	42

## 1. SAMMENDRAG

*Hovedformålet med overvåkings- og konsekvensundersøkelsen i Otravassdraget er å registrere eventuelle endringer i forurensningssituasjonen, spesielt i den nedre delen av elva. Overvåkingsprogrammet er utformet slik at påvirkningene på vannkvalitet og biologi fra de forskjellige forurensningskildene, spesielt fra industriutslipp, kan identifiseres og kvantifiseres. Tiltak mot forurensning skal foreslås på grunnlag av undersøkelsene. Det er først og fremst rekreasjonsverdien av vassdraget og forholdene for laks og aure i nedre del av Otra det tas sikte på å bedre ved å redusere forurensningsbelastningen.*

*Konsekvensundersøkelsen, som ble pålagt Hunsfos Fabrikker A/S av Statens forurensningstilsyn for perioden 1992-1995, skal dokumentere evt. endringer i Otra som resultat av den nedtrappingsplan for utslipp bedriften har fått pålegg om. Effektene av kloakksanering på strekningen Vennesla og til sjøen skal også undersøkes. Innenfor nåværende program er det spesielt endringer i konsentrasjonen av fosfor som vil gi svar på hvilken betydning kloakksaneringen har.*

**pH** har steget jevnt fra 1991 til 1994 på stasjonene nedstrøms industribedriftene ved Vennesla. I 1994 var middel-pH ved Vigeland og Skråstad hhv. 5,45 og 5,50. Dette er bare omlag 0,1 pH-enheter lavere enn stasjonen oppstrøms industribedriftene. Resultatene for 1994 viser dermed at påvirkningen av surt avløpsvann fra industribedriftene blir stadig mindre. I 1985 og 1991 lå eksempelvis de gjennomsnittlige pH-verdiene ved Vigeland hhv. 0,5 og 0,35 enheter lavere enn ved stasjonen oppstrøms Hunsfoss.

Resultatene fra de kontinuerlige pH-målingene ved Vigeland viser at verdiene stort sett lå mellom 5,0 og 5,5 i 1994. Det ble registrert kortvarige episoder med pH-verdier ned mot 4,8. De kontinuerlige pH-målingene viser at det fortsatt er forholdsvis store fluktuasjoner, både fra dag til dag og på timebasis. Dette kan ha sammenheng med at utslippene fra industrien kommer støtvis ut i elva. De større svingningene, som strekker seg over flere dager, skyldes sannsynligvis naturlige pH-fluktuasjoner i elva.

**Konsentrasjonen av organisk stoff** målt som kjemisk oksygenforbruk ( $KOF_{Mn}$ ) var høyere på samtlige stasjoner i 1994, sammenlignet med 1993. Nedenfor industribedriftene økte årsmiddelkonsentrasjonene med mellom 0,6 og 0,8 mg/l fra 1993 til 1994. Den tilsvarende økningen på stasjonen i utløpet av Venneslafjorden var 0,45 mg/l. Som i tidligere år var det forholdsvis stor variasjon av KOF ved de to nederste stasjonene.

I første halvår 1994 var det forholdsvis lave konsentrasjoner av organisk stoff i den nedre delen av elva, omkring 3 mg/l. Påvirkningen fra industribedriftene syntes imidlertid å øke i andre halvår. Den gjennomsnittlige KOF-konsentrasjonen ved Vigeland og Skråstad i 1994 var hhv. 4,02 og 3,76 mg/l

Basert på vannprøver og vannføringsmålinger fra perioden 1991-1994 er det estimert en gjennomsnittlig KOF-belastning på strekningen Venneslafjorden - Vigeland på hhv. 25, 26 15 og 20 kg O/døgn i de fire årene. Resultatet i 1994 er ikke signifikant forskjellig fra

middelverdiene for 1992 og 1993. De estimerte KOF-tilførslene i 1993 var imidlertid signifikant lavere enn i 1992.

Ved Vigeland og Skråstad ble det registrert en liten økning i årsmiddelkonsentrasjonen av **total fosfor** i 1994. Sammenlignet med 1993 var økningen på omlag 1 µg/l i gjennomsnitt for de to stasjonene. Konsentrasjonsforskjellene mellom utløpet av Venneslafjorden og Skråstad kunne i perioder være 6-7 µg/l. Tatt i betraktning den store vannføringen i Otra, tilsvarer dette en betydelig fosfortilførsel på denne strekningen. Den mest sannsynlige forklaringen på dette forholdet er at gravearbeider i Otra i forbindelse med den nye industriavløpsledningen har ført til opphvirvling av partikulært bundet fosfor fra elvebunnen.

I 1994 ble det for første gang siden 1982 registrert en generell økning i **nitrogenkonsentrasjonene** i Otra. Nitrat utgjorde en vesentlig del av økningen. Nitratkonsentrasjonen i vassdraget var høyest under vårflommen i april, noe som indikerer at snøsmeltingen i 1994 førte store mengder nitrogen ut i vassdraget.

I **bunndyrfaunaen** oppstrøms Hunsfoss har fjærmygglarver vært den dominerende dyregruppen i undersøkelsesperioden. Andre vanlige grupper har vært børstemark, vannmidd, steinfluer, vårfluer og rundmarker. I bunndyrmaterialet som ble samlet inn i 1994 manglet larver av døgnfluer. Dette var også tilfelle i 1992, mens steinfluer i denne perioden har økt i antall. Antall individer i de enkelte bunndyr-gruppene varierer noe fra år til år, men variasjonene ligger innenfor naturlige populasjonssvingninger. Tettheten av bunndyr var i 1994 noe større enn det som er registrert tidligere i undersøkelsesperioden. Sammensetningen av bunnfaunaen på stasjonen oppstrøms Hunsfoss viser et bunndyrsamfunn som er typisk for utløpet av innsjøer, samtidig som materialet beskriver et samfunn som viser at vassdraget er forsuringsskadet.

På stasjonen nedenfor industribedriftene (Vigeland) har tettheten av bunndyr stort sett vært den samme som på stasjonen oppstrøms, men sammensetningen har vært en annen. I 1994 økte tettheten av fjærmygglarver meget sterkt og bunndyrtettheten ble tredoblet på denne stasjonen i forhold til tidligere år. Bunndyrsamfunnets oppbygning synes her først og fremst å være et resultat av organisk belastning, og de negative effektene dette gir på vannkvaliteten og på bunnsubstratet. Men artsmangfoldet i bunndyrsamfunnet er i utgangspunktet redusert på grunn av den generelle forsuringen i vassdraget.

Forekomsten av børstemark nedstrøms industrien har avtatt i de senere årene; fra å ha vært den klart dominerende bunndyrgruppen til å utgjøre bare 4% av samfunnet i 1994. I 1991 utgjorde fjærmygg 72% av hele bunndyrsamfunnet på denne stasjonen, mens tilsvarende andel i 1994 var hele 90%. Døgnfluer er ikke funnet på denne stasjonen, mens larver av steinfluer og vårfluer de siste årene her er kommet til i bunndyrfaunaen. At vi nå de siste årene har sett en noe større variasjon i bunnfaunaen, sammen med en økende dominans av fjærmygglarver i forhold til børstemark kan tyde på en svak bedring i vannkvaliteten i Otra nedstrøms Hunsfoss.

I 1994 var **begroingssamfunnet** i store trekk det samme som i 1992-93. Oppstrøms Hunsfoss bestod det av arter som trives i næringsfattig surt miljø. Nedstrøms Vigeland var disse forsvunnet, og samfunnet var preget av organismer som trives i forurensningsbelastet surt vann. Viktig i den sammenheng er soppen *Fusarium aquaeductum*, som trives særlig godt i surt vann med høyt innhold av lettredbrytbart organisk stoff. *Fusarium* reduseres nedover vassdraget, men har fremdeles betydelig forekomst ved Skråstad. Det er svingninger i begroingssamfunnet fra år til år. Disse er dels resultat av varierende tilførsler av lettredbrytbart organisk stoff, og dels av sesongavhengige svingninger i organismenes forekomst. Observasjoner i årene 1992-94 tilsier at det ikke har skjedd noen reduksjon i forekomsten av *Fusarium* siden 1981-82.

Stor forekomst av begroing og makrovegetasjon, da særlig krypsiv, *Juncus bulbosus*, er vesentlig et resultat av regulering med stabile fysiske forhold (utjevnet vannføring, fravær av spyleflommer o.l.). Forsuring med lav stoffomsetning som følger bidrar også til at det akkumuleres mye plantemateriale. Reguleringseffekter og forsuring er felles for hele det undersøkte vassdragsavsnittet



## **2. INNLEDNING**

### **2.1. Bakgrunn**

Vannkvaliteten i Otravassdraget har vært overvåket siden begynnelsen av 1960-tallet. Med opprettelsen av det statlige overvåkingsprogrammet i 1980 ble overvåkingen av nedre og øvre deler av vassdraget slått sammen i et sammenhengende program. Oversikt over tidligere overvåkingsrapporter fra Otra er gitt i vedlegg 6.1.

Den nedre delen av Otra er preget av organisk belastning og syreutslipp fra industrien ved Vennesla, samt forsuring på grunn av langtransporterte forurensninger. Utslippene fra industrien i Venneslaområdet er blitt redusert i de senere år. Sommeren 1995 skal en avskjærende industriavløpsledning settes i drift, noe som vil medføre en betydelig reduksjon av de organiske utslippene til elva. I tillegg til reduksjoner i industriutslippene er det i de senere år foretatt saneringstiltak på kloakkledningsnett og bygget renseanlegg. Det er også lagt ned en betydelig innsats for å tilrettelegge for friluftsliv langs elva.

Målet med tiltakene i Otra er først og fremst å få forurensningsbelastningen ned, øke vassdragets rekreasjonsverdi og gjøre elva levelig for laks og aure. Fisken skal også ha en tilfredsstillende kvalitet. Samtidig er det nødvendig å få etablert en variert bunndyrfauna som kan danne næringsgrunnlaget for disse fiskebestandene. Otra har et stort rekreasjonspotensiale som i liten grad har blitt utnyttet tidligere pga forurensningsforholdene i de nedre delene av elva. Den positive vannkvalitetsutviklingen i de senere år gjør det aktuelt å se på om også den generelle vannkvaliteten i elva kan bedres. Det er utarbeidet en kalkingplan for elva som har som mål å sikre vannkvaliteten for laks inntil tilførselene av sur nedbør er redusert tilstrekkelig (Kaste og Hindar 1994).

### **2.2. Formål**

Hovedformålet med overvåkings- og konsekvensundersøkelsen i Otravassdraget er å registrere eventuelle endringer i forurensningssituasjonen, spesielt i den nedre delen av elva. Overvåkingsprogrammet er utformet slik at påvirkningene på vannkvalitet og biologi fra de forskjellige forurensningskildene, spesielt fra industriutslipp, kan identifiseres og kvantifiseres. Tiltak mot forurensning skal foreslås på grunnlag av undersøkelsene. Det er først og fremst rekreasjonsverdien av vassdraget og forholdene for laks og aure i nedre del av Otra det tas sikte på å bedre ved å redusere forurensningsbelastningen.

Konsekvensundersøkelsen, som ble pålagt Hunsfos Fabrikker A/S av Statens forurensningstilsyn for perioden 1992-1995, skal dokumentere evt. endringer i Otra som resultat av den nedtrappingsplan for utslipp bedriften har fått pålegg om. Effektene av kloakksanering på strekningen Vennesla og til sjøen skal også undersøkes. Innenfor nåværende program er det spesielt endringer i konsentrasjonen av fosfor som vil gi svar på hvilken betydning kloakksaneringen har.

## 2.3. Program

### *Vannkjemisk overvåking*

I tabell 1 a og b er stasjonsvalg og parametervalg vist. Lokalitetsnummer refererer seg til kilometer nord-sør på UTM- nettet i kartserien M 711. Prøvetakingsfrekvensen er månedlig på samtlige stasjoner. Stasjonen for kontinuerlig måling av pH er plassert på dammen ved Vigeland.

**Tabell 1a. Målestasjonene for vannkjemi.**

EDB-nr	Målestasjon	Parametergruppe
535	Ose	I + II
492	Evje	I + II
460	Oppstr. Hunsfoss	I
458	Hallandsfoss	pH
457	Vigeland	I
450	Skråstad	I + II

**Tabell 1b. Parametergrupper.**

I	II
pH	alkalitet
konduktivitet	Na og K
Ca, Mg	nitrat
total fosfor	sulfat
total nitrogen	klorid
organisk stoff (KMnO <sub>4</sub> )	reaktivt Al
TOC	ikke-labil Al

### *Bunnfauna*

Det samles inn bunndyrprøver oppstrøms Hunsfoss, nedstrøms Vigeland, nedstrøms Skråstad og lengst nede i Otra ved Haus (tilsammen fire stasjoner). Bunndyrene som her er bearbeidet, ble tatt ved de to førstnevnte stasjonene. Stasjonen oppstrøms Hunsfoss (UTM 593 396) ligger langs vestre elvebredd nedenfor utløpet av Venneslafjorden. Stasjonen har vært prøvetakingssted for bunndyr siden 1983. Elva går her over et bunns substrat av stein, grus og sand, med endel innslag av krypsiv og mose. Stasjonen nedstrøms Vigeland (UTM 573 386) ligger langs østre elvebredd og har også tidligere vært brukt til prøvetaking av bunndyr. Bunns substratet består hovedsakelig av stein, grus og noe sand, samt endel mose. Stedet har endel fiberrester og en betydelig begroing av soppen *Fusarium*.

Bunndyrprøvene som er bearbeidet og vurdert i denne rapporten ble samlet inn den 12.08.87, 30.07.89, 30.07.90, 07.07.91, 06.07.92, 11.07.93 og 8.07.94. Det ble brukt en elvehåv med maskevidde 250 µm og prøvetakingens varighet var 3 ganger ett minutt (Norsk Standard nr 4719). I tillegg til dette er det samlet inn både kvalitative og kvantitative prøver om våren i perioden 1991-1994. Dette materialet er foreløpig ikke bearbeidet.

### *Begroing*

Det samles prøver av begroing på fire stasjoner, 1 oppstrøms og 3 nedstrøms industribedriftene. Prøvene samles inn 2 ganger pr. år for finne evt. årstidsvariasjoner i begroing av bl.a. sopp. Det legges vekt på å studere utviklingen av sopp *Fusarium aquaeductum*. Det ble samlet inn begroingsprøver 16. juli og 30. september i 1994. Selv om vannstanden var raskt stigende i september på grunn av kraftig nedbør, var prøvetakingsforholdene tilfredsstillende ved begge prøvetakingsrundene. Prøvene ble tatt på samme måte og på samme lokaliteter som i 1993.

### 3. OMRÅDEBESKRIVELSE

#### 3.1. Vassdragsavsnitt og hydrologi

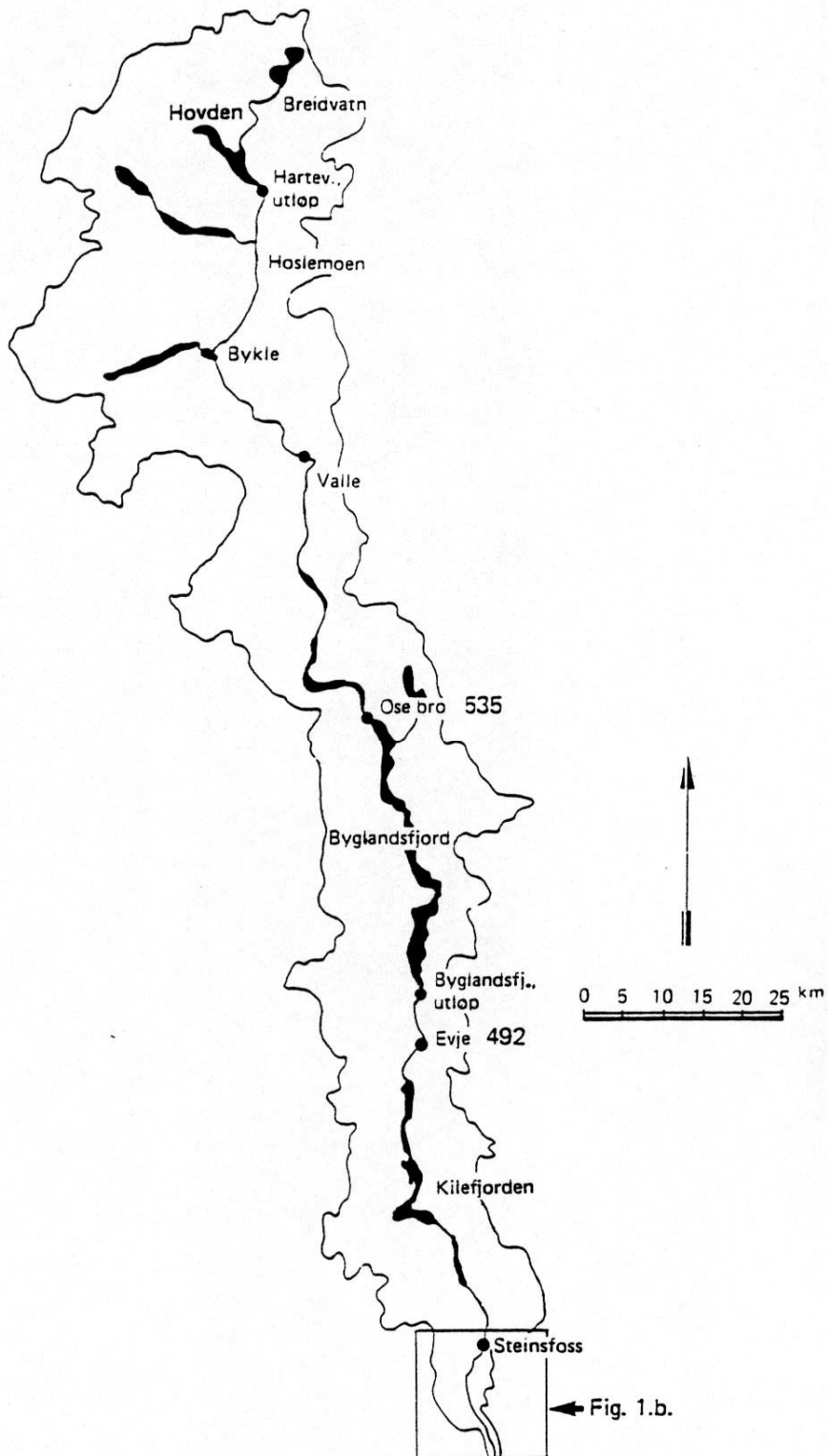
Otravassdraget har et naturlig nedbørfelt på 3738 km<sup>2</sup> og er Sørlandets mest vannrike vassdrag. Fra kildeområdet nord for Hovden i Setesdalen og til utløpet i Kristiansandsfjorden er det en strekning på 240 km. Byglandsfjord er største innsjø i hovedvassdraget. Den er ca. 35 km lang. Middelvannføringen er 117 m<sup>3</sup>/s ved utløpet av Byglandsfjorden og 155 m<sup>3</sup>/s ved utløpet i Kristiansandsfjorden. Figur 1, a og b viser øvre og nedre deler av Otra med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner i perioden 1991-1994.

Det går en geologisk grense gjennom Vatnedalen mellom Bykle og Hovden. Bergartene i nedbørfeltet sør for Vatnedalen består vesentlig av gneis og granitt, som gir saltfattig avrenningsvann og 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. I tillegg kommer at øvre deler av nedbørfeltet mottar vesentlig mindre forurenset luft og nedbør enn nedre deler. Avrenningsvannet fra dette området er derfor mindre surt enn i resten av vassdraget.

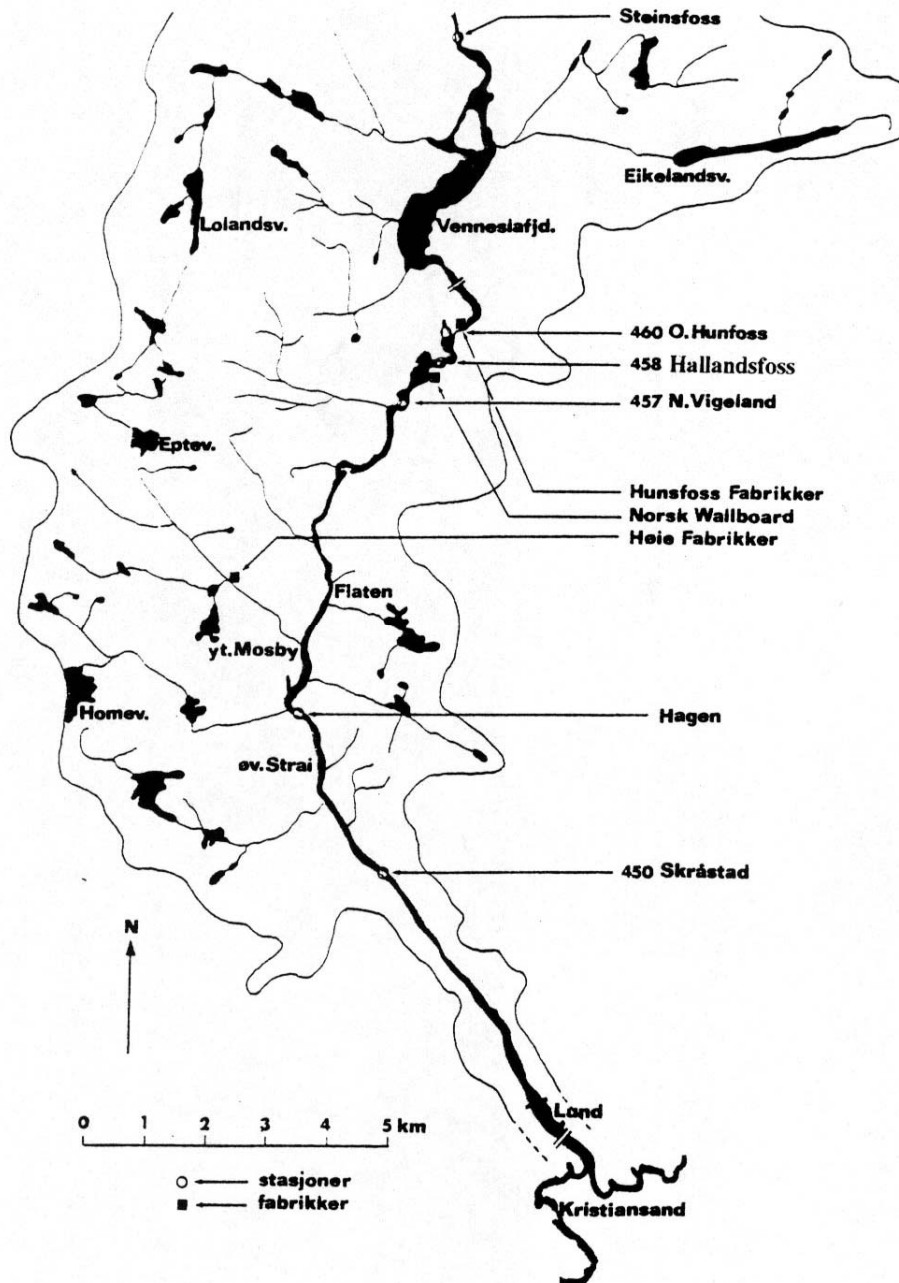
Otravassdraget ligger i grensesonen mellom områder som mottar mye nedbør og områder som ligger i regnskygge. Årlig nedbørhøyde avtar fra over 2000 mm i vestlige deler til knapt 700 mm i øst. Det er store forskjeller i gjennomsnittstemperatur fra nord til sør i nedbørfeltet. Mens Kristiansand bare har to måneder i året med gjennomsnittstemperatur under 0 °C, har Bjåen ved Hovden seks.

De høyereliggende delene av vassdragets nedbørfelt er delvis dominert av bjørkeskog. Tregrensa ligger på ca. 1000 moh, men også store deler av de lavereliggende heiområdene ned til 4-500 moh er skogfattige. I de nedre deler dominerer lauv- og barskog. De mektigste løsavsetningene finnes langs hovedvassdraget, spesielt i forbindelse med innsjøbassengene. Store deler av heiområdene i nedbørfeltet er karakterisert av fjell i dagen og tynt morenedekke. De sørligste delene av Otra, fra Mosby og sørover, ligger under den marine grense, mens resten av nedbørfeltet ligger i sin helhet over den marine grense, dvs. over ca. 40 moh. Påvirkninger av marine avsetninger betyr derfor minimalt for vannkvaliteten i Otra. Vassdraget skjærer gjennom raet ved utløpet av Venneslafjorden.

Regulering av vassdraget til kraftproduksjon fører til endret vannføring i hele Otra. Vintervannføringen er økt, flommene er dempet og sommervannføringen er lav på flere elveavsnitt. Minstevannføringen på enkelte strekninger oppstrøms Venneslafjorden er 0 m<sup>3</sup>/s. Det vil si at elva i perioder er helt tørrlagt på disse strekningene. Det gjelder spesielt oppstrøms Steinsfoss og Iveland kraftverk. Minstevannføringen ved Vigeland i nedre del er 50 m<sup>3</sup>/s både sommer og vinter. Hvis Otra var uregulert ville midlere lavvannføring ved utløpet være omkring 13 m<sup>3</sup>/s (Hindar m.fl. 1991).



Figur 1a. Otra med nedbørfelt. Stasjoner for vannkjemisk prøvetaking er inntegnet. Tallene er valgt etter stasjonenes plassering i nord-sør-retning i UTM-nettet.



Figur 1b. Nedre Otra med nedbørfelt. Stasjoner for vannkjemisk prøvetaking er inntegnet. Tallene er valgt etter stasjonenes plassering i nord-sør-retning i UTM-nettet.

### 3.2. Brukerinteresser

#### *Rekreasjon / friluftsliv*

Det bor omlag 40.000 mennesker innenfor Otras nedbørfelt (Hindar m.fl. 1993). Elva er derfor et viktig rekreasjonsmessig element for mange mennesker. Over 90% av de som bor innenfor nedbørfeltet hører hjemme i vassdragets nedre del.

#### *Fiske*

Nedre Otra var tidligere en god lakseelv. Laksestatistikk fra 1876 til 1979 viser at rapporterte fangster har vært oppe i over 5 tonn pr. år. I 1939 ble det påvist stor tetthet av lakseunger og aure nedstrøms Hunsfoss. Ved diverse undersøkelser i perioden 1957-1988 er det ikke blitt påvist laks- eller aureunger i elva (Brabrand 1989). Den gamle laksebestanden regnes som utryddet på grunn av sur nedbør og industriforurensninger. I de senere år har fisket etter laks og sjøaure tatt seg noe opp igjen, og i 1994 ble det tatt omlag 4 tonn laks og 170 kg sjøaure i elva. Laksen som går opp i Otra er vill laks fra andre elver, rømt oppdrettslaks eller laks som er satt ut i Otra som smolt (Brabrand 1989).

I hele vassdraget ovenfor Vennesla foregår det fritidsfiske etter aure. Brabrand (1989) fant tette bestander av aure og abbor på strekningen Vennesla-Kilefjorden. Bekkerøye etter tidligere utsetninger ble også påvist. Bleka ("dverglaksen") i Byglandsfjorden har også vært populær som sportsfisk og er bevaringsverdig i nasjonal og internasjonal sammenheng. I de seinere år er bestanden redusert. Eksistensen er avhengig av regelmessige utsetninger fra fiskeanlegget til I/S Øvre Otra. Første utsetning skjedde høsten 1979. Resultater fra utsetninger og prøvefiske finnes i årsrapporter og årsmeldinger fra Bygland Fiskeanlegg.

Interessen for tiltak mot forsurening er økende, men det antas at kalkingsaktiviteten i Otras nedbørfelt foreløpig ikke har hatt noen betydning for vannkvaliteten i Nedre Otra. Det er utarbeidet en kalkingsplan for elva som har som mål å sikre vannkvaliteten for bleka i Byglandsfjorden og laksen nedstrøms Vigeland (Kaste og Hindar 1994).

#### *Kraftproduksjon*

Otra har vært regulert for produksjon av elektrisk kraft siden ca. 1900. Hindar og Grande (1987) og Hindar m.fl. (1991) gir en oversikt over reguleringsinngrep, krav til minstevannsføringer i hele Otra og en oversikt over utbygde kraftverk i nedre del av Otra. Det arbeides for tiden med et nytt kraftverk, Hekni, som etter planen skal være i produksjon i løpet av 1996. Kraftverket vil føre til redusert vannføring i Otra på en 5 km lang strekning mellom Straume og Langeid like nord for Byglandsfjorden.

#### *Vannforsyning*

Byglandsfjorden er drikkevannskilde for flere tettsteder i Bygland kommune. En del boliger i spredt bebyggelse langs den øvre delen av Otra har også direkte vannuttak i hovedvassdraget. Forurensing har gjort vannet i Otras nedre deler uegnet til drikkevann. Vennesla kommune har drikkevannsforsyning fra grunnvannsbrønn på Drivenesøya nord i

Venneslafjorden. Elva nyttes i noen grad til jordbruksvanning og til prosessvann for industrien.

#### *Resipientbruk*

Otra blir brukt som resipient for avløpsvann fra industri og husholdninger. Utslippene fra begge disse kildene er redusert vesentlig i de senere år.

### **3.3. Forventet naturtilstand**

Hindar m.fl. (1993) benyttet følgende bakgrunnsverdier for organisk stoff (KOF) og totalfosfor (Tot-P) i elva:  $KOF_{Mn}$ : 2 mg O/l, Tot-P: 3 µg/l.

### **3.4. Forurensninger**

De viktigste kildene for forurensning av Otra er industriutslipp, kommunal kloakk og langtransportert forurenset luft og nedbør.

#### *Industriutslipp*

På tross av betydelige utslippsreduksjoner i de senere år er utslipp av industrielt avløpsvann fra treforedlingsindustrien i Vennesla fortsatt et problem for vannkvaliteten i Otra. Utslipp av organisk stoff og surt avløpsvann, spesielt fra Hunsfos Fabrikker, påvirker flora og fauna i de nedre delene av vassdraget i betydelig grad. Viktigste konsekvenser av utslippene har blant annet vært begroing langs elvebunnen og endret bunndyrfauna. Tabell 2 viser tillatt produksjon og utslipp fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard i 1994. Tallene er basert på egenkontrollrapporter for 1994.

*Tabell 2. Produksjon og utslipp fra de to største industribedriftene i nedre Otra. Tall basert på egenrapporter for 1994.*

Bedrift	Produkt	Maks. tillatt prod. (tonn/år)	Utslipp 1994	
			KOF (tonn O/år)	Susp. mat.(tonn/år)
Hunsfos Fabrikker	Cellulose	70000	13006	356
	Tremasse	48000		
	Papir	150000		
Norsk Wall- board	Trefiber- plater	50000	1594	81

Utslippene av organisk stoff (KOF) og suspendert materiale fra Hunsfos Fabrikker er vesentlig redusert siden midten av 1970-tallet, men det er fortsatt et stykke igjen til utslippsmålene er nådd. Det arbeides derfor med ytterligere utslippsreduksjoner etter en tidsplan fastsatt av SFT. Utslippene av klororganiske forbindelser, AOX, ble faset ut i løpet av 1993. Det er satt i gang arbeider med å legge en avskjærende ledning som vil føre industriavløpsvann fra Hunsfos Fabrikker direkte til Kristiansandsfjorden. Tilkopling til

ledningen skjer sommeren 1995. Alt surt avløpsvann vil bli sluppet ut gjennom denne ledningen.

#### *Kommunal kloakk*

Bosettingen i den øvre delen av nedbørfeltet utgjør ca. 7 500 personer, vesentlig konsentrert til tettstedene Hovden, Bykle, Valle, Rysstad, Bygland, Byglandsfjord og Evje. Bortsett fra Bygland har disse tettstedene kommunale renseanlegg (Hindar m.fl. 1993). I nedre del av Otra bor det omlag 11 500 personer knyttet til tettstedene Vennesla, Mosby og Strai. De fleste boliger her er tilknyttet offentlig ledningsnett. Hindar m.fl. (1991) gir en oversikt over kommunale kloakkrenseanlegg i Otras midtre og nedre nedbørfelt.

Tilførsel av næringssalter fra husholdningskloakk er nå vesentlig redusert i nedre del av Otra. Av de større industribedriftene er det nå bare Hunsfos som ennå ikke har koplet sanitærutslippene til det kommunale kloakknettet. Dette arbeidet er imidlertid i gang. Den totale forurensningsproduksjonen fra befolkningen i nedre del av Otra (fra Venneslafjorden til Strai) ble i 1982 beregnet til 5 tonn fosfor og 25 tonn nitrogen (Grande m.fl. 1982). Pr. 1994 blir store deler av dette ført til renseanlegg ved Tangen i Kristiansand.

#### *Landbruksavrenning*

Nedenfor Steinsfoss er noe over halvparten av Otras nedbørfeltareal skogdekket. Bare ca. to prosent er dyrket. Jordbruksavrenning fra dette lokalfeltet er en relativt liten kilde til næringssalttilførsler til Otra.

#### *Langtransportert forurenset luft og nedbør*

Gunstige geologiske forhold og relativt liten belastning av forsurende forbindelser med nedbør har ikke ført til alvorlig forsuring øverst i vassdraget (Hindar og Grande 1987). Midtre og nedre deler av nedbørfeltet til Otra er sterkt belastet av forurenset luft og nedbør. Berggrunnen i disse områdene er dessuten tungt nedbrytbar og har liten evne til å nøytralisere sur nedbør. Vassdraget er derfor markert forsuret fra Valle og nedover. Terskelområdene ved Valle har sterkt redusert vannføring pga regulering og er spesielt utsatt for forsuring under nedbørepisoder. I Otras nedre deler er belastningen av forurenset nedbør størst, men her er nedbørfeltet relativt lite, slik at tilførselen til vassdraget blir beskjedent. Et unntak er elvestrekninger med fastsatt minstevannføring pga regulering. Her kan lokal tilrenning forsure vannet slik at det sannsynligvis ikke gir levelige vilkår for fisk.

#### *Vassdragsreguleringer - innvirkning på resipientforholdene*

Reguleringen av vassdraget påvirker forurensningseffektene ved at vannføringen (fortynningsvolumet) i ulike vassdragsavsnitt endres. Relativt høy minstevannføring (50 m<sup>3</sup>/s) om sommeren reduserer effektene av industriutslippene betydelig i de nedre delene av vassdraget. Økning i minstevannføringen kan bedre situasjonen ytterligere, men ikke løse forurensningsproblemet i nedre Otra. På strekninger med lav minstevannføring, f.eks mellom Kilefjorden og Steinsfoss er resipientkapasiteten betydelig redusert (Hindar 1994).



## 4. RESULTATER OG DISKUSJON

### 4.1. Fysisk/kjemiske forhold

#### *Forsuring.*

Sulfatkonsentrasjonen i vassdrag er en indikator på tilførslene av sterke syrer fra langtransporterte forurensninger. Surheten i vassdragene bestemmes av svovel- og nitrogenforbindelser som tilføres med nedbøren. Svovelinholdet i nedbøren over Norge har avtatt med omlag 35% siden 1980 (SFT 1994). Utslipp og tilførsler av nitrogenforbindelser har imidlertid ikke endret seg i samme periode, og nitrogenforbindelsene betyr derfor stadig mer for forsuringssituasjonen i Sør-Norge.

Årsmiddelkonsentrasjonen av sulfat ved de to øverste stasjonene, Ose og Evje, holdt seg konstant fra 1993 til 1994 (vedlegg 6.3). Økningen fra 1,6 mg SO<sub>4</sub>/l ved Ose til 2,1 mg/l ved Evje skyldes at områdene omkring Byglandsfjorden og Evje er de sureste i hele Otravassdraget (Traaen og Johannessen 1987). Ved Skråstad var sulfatkonsentrasjonen i 1994, i likhet med tidligere år, høyere enn i de øvre delene av vassdraget. Dette har sammenheng med tilførsler av surt avrenningsvann fra områdene mellom Evje og Vennesla, men også utslipp fra industribedriftene i området har betydning. I perioden 1985-1994 har svovelkonsentrasjonen ved Skråstad ligget 2-3 ganger høyere enn ved Ose.

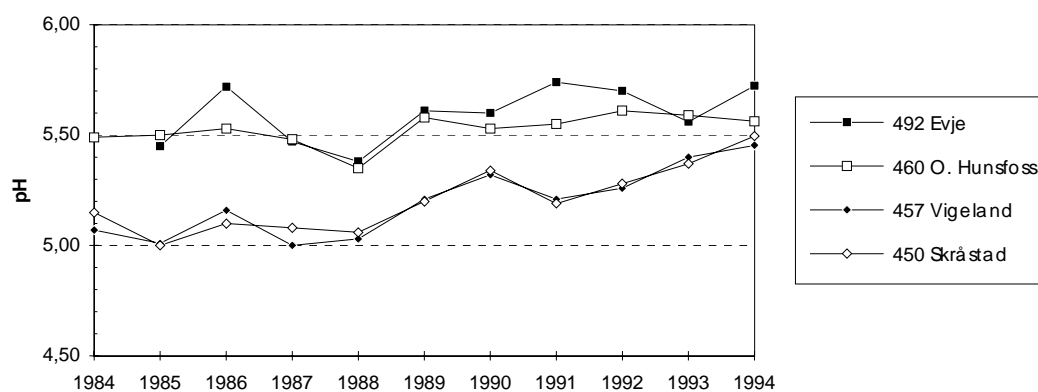
Ved Evje var middel-pH i 1994 5,7. Dette er omlag på nivå med årene 1991-1992 og noe høyere enn i 1993 (figur 2). pH i utløpet av Venneslafjorden (oppstrøms Hunsfoss) har holdt seg relativt konstant i perioden 1989-1994, med omkring 5,6 som årsmiddel. På stasjonene nedstrøms industribedriftene har pH-verdiene steget jevnt fra 1991. I 1994 var middel-pH ved Vigeland og Skråstad hhv. 5,45 og 5,50. Dette er bare omlag 0,1 pH-enheter lavere enn på stasjonen oppstrøms industribedriftene. Resultatene for 1994 viser dermed at påvirkningen av syreutslipp fra industribedriftene blir stadig mindre. I 1985 og 1991 lå eksempelvis de gjennomsnittlige pH-verdiene ved Vigeland hhv. 0,5 og 0,35 enheter lavere enn ved stasjonen oppstrøms Hunsfoss.

Ved samtlige stasjoner ble det registrert gunstige pH-verdier (opp mot 6,0) ved begynnelsen av året (figur 3). Dette har sammenheng med at det tappes store mengder vann fra magasinene i den øvre delen av Otra i vinterhalvåret. Disse magasinene har en forholdsvis god vannkvalitet i forhold til de nedre delene av vassdraget (Traaen og Johannessen 1987). Etterhvert som snøsmeltingen startet i de midtre og nedre delene av vassdraget, økte vannføringen og vannet i Otra ble surere. Ved Evje ble det målt lavest pH i juli (5,4), noe som hadde sammenheng med at det på denne tiden kun gikk minstevannføring i elva, og surt vann fra sidevassdragene fikk relativt stor innflytelse på vannkvaliteten i Otra.

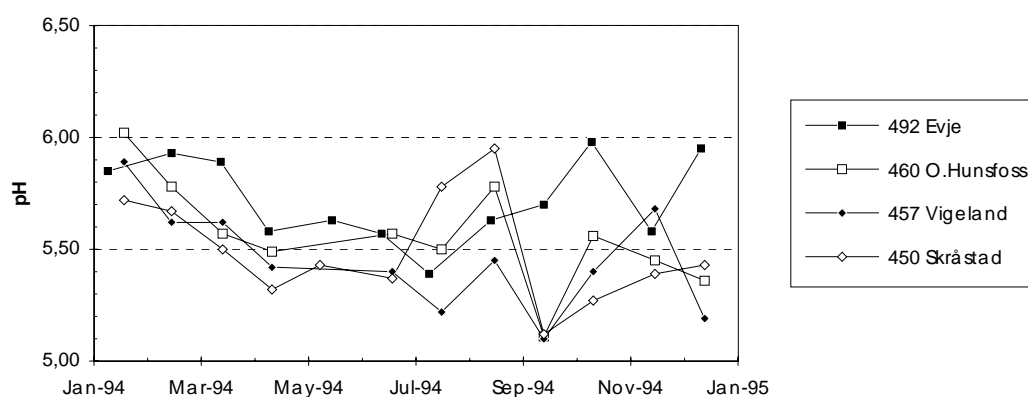
I juli og august ble det registrert unormalt høye pH-verdier ved Skråstad, omlag 0,5-0,6 enheter høyere enn ved Vigeland. Forholdet må skyldes en ytre påvirkning, enten i form av utslipp av alkaliske stoffer fra industribedriftene, eller effekter av gravearbeidene i Otra

som utføres i forbindelse med den nye industriavløpsledningen. Samme fenomen, om enn av noe mindre omfang, ble observert ved Vigeland i november, da det ble målt en pH-økning på 0,2 enheter på den korte strekningen fra utløpet av Venneslafjorden.

Det ble registrert en forsureningsepisode i den nedre delen av vassdraget i september 1994. pH ved de nederste stasjonene var på denne tiden nede i 5,1, mens den holdt seg på 5,7 ved Evje. Forholdet har trolig sammenheng med en flom i de laveliggende sidevassdragene, forårsaket av kraftig regnvær som ble observert ved flere meteorologiske stasjoner i nærheten. Figur 4 viser at det var en flomtopp i Otra ved Vigeland i begynnelsen av september etter en lengre periode med kun minstevannføringen på 50 m<sup>3</sup>/s.



Figur 2. Årsmiddel-pH på stasjonene Evje, Oppstrøms Hunsfoss, Vigeland og Skråstad i perioden 1984-1994.

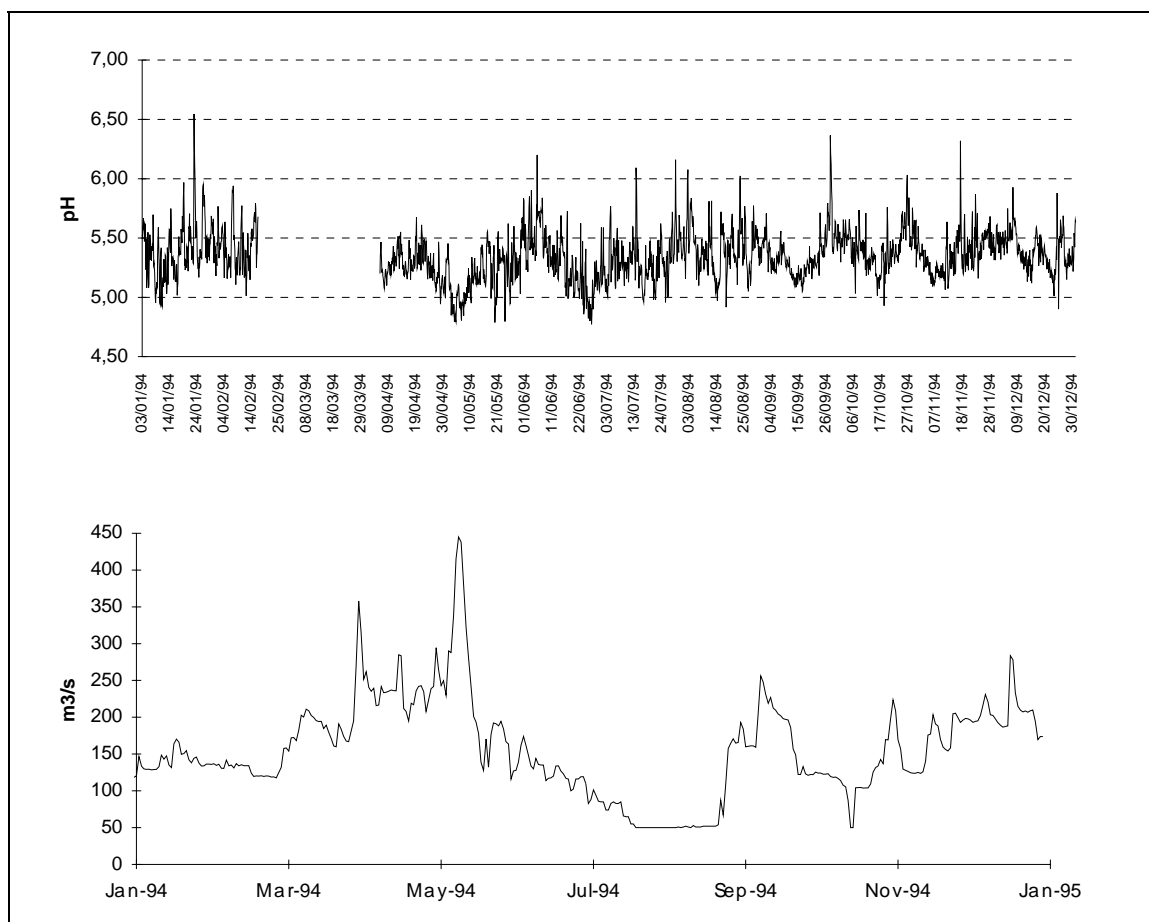


Figur 3. pH på stasjonene Evje, Oppstrøms Hunsfoss, Vigeland og Skråstad i 1994.

Resultatene fra de kontinuerlige pH-målingene ved Vigeland (figur 4) viser at verdiene stort sett lå mellom 5,0 og 5,5 i 1994. Det ble registrert episoder med pH-verdier ned mot 4,8. De fleste av disse var kortvarige, men i begynnelsen av mai og i månedsskiftet juni/juli ble det registrert forsureningsperioder som strekte seg over flere dager. Førstnevnte

tilfelle skyldes høyst sannsynlig snøsmelting og stor tilrenning av surt vann fra sidevassdragene. Sporadisk ble det også observert pH-verdier over 6,0 ved Vigeland. Dette er høyere enn det som er registrert ved noen av de manuelle målingene som ble foretatt ellers i vassdraget i 1994. Det er usikkert om forholdet skyldes utslipp fra industribedriftene i området, eller om det kan tilskrives naturlige svingninger.

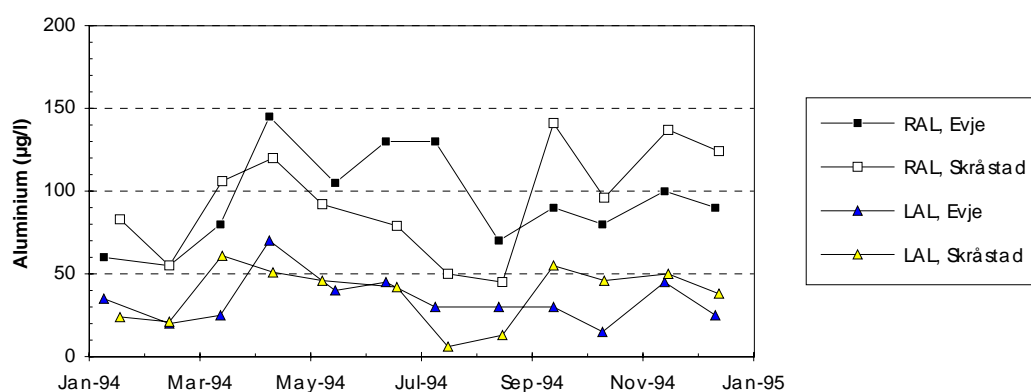
De kontinuerlige pH-målingene viser at det fortsatt er forholdsvis store fluktusjoner, både fra dag til dag og på timebasis. Dette kan ha sammenheng med at utslippene fra industrien kommer støtvis ut i elva. De større svingningene, som strekker seg over flere dager, skyldes sannsynligvis naturlige pH-fluktusjoner i elva. Dersom en sammenligner pH-kurven og vannføringskurven i figur 4, viser det seg at enkelte av de sureste episodene opptrer i forbindelse med flomepisoder i elva.



Figur 4. Øverst: Kontinuerlig måling av pH ved Vigeland 1994. Nederst: Vannføring ved NVE's målestasjon ved Vigeland i 1994.

Oppløst aluminium i vann kan deles opp i mange fraksjoner som kan analyseres separat. Det vanligste er å analysere reaktivt aluminium som måles direkte i surgjorte prøver. Denne fraksjonen blir igjen delt i to fraksjoner, labilt og ikke-labilt aluminium. Den labile fraksjonen (LAI) har vist seg å være den mest giftige for fisk. 50 µg LAI/l blir ofte brukt som en veiledende grenseverdi mht. skader på innlandsfiskebestander. Konsentrasjonen av labilt aluminium kan imidlertid ikke benyttes alene som mål på vannets eventuelle giftighet for fisk. Den må ses i sammenheng med andre viktige variable som surhet (pH), innhold av organisk stoff og oppløste salter i vannet. Eksperimentelle undersøkelser med laks har vist at denne arten setter betydelig høyere krav til vannkvaliteten enn innlandsfiskebestandene (Kroglund m.fl. 1994). Dette må tas i betraktning ved vurdering av vannkvaliteten på den lakseførende strekningen i elva.

Middelkonsentrasjonen av LAI ved Evje og Skråstad var hhv. 35 og 40 µg/l i 1994 (vedlegg 6.3). Tilsvarende middelværdier i 1993 var 55 og 45 µg/l (Kaste m.fl. 1994). Det var ingen vesentlige forskjeller mellom stasjonene Evje og Skråstad mht. konsentrasjoner av labilt aluminium i 1994 (figur 5). Konsentrasjonene ved Skråstad var noe lavere i perioden juli-august, noe som trolig hadde sammenheng med høye pH-verdier i elva (jfr. figur 3). Under flomeepisoden i september var situasjonen motsatt, med høyere aluminiumskonsentrasjoner ved Skråstad sammenlignet med Evje-stasjonen. Dette forholdet syntes å holde seg ut resten av året.



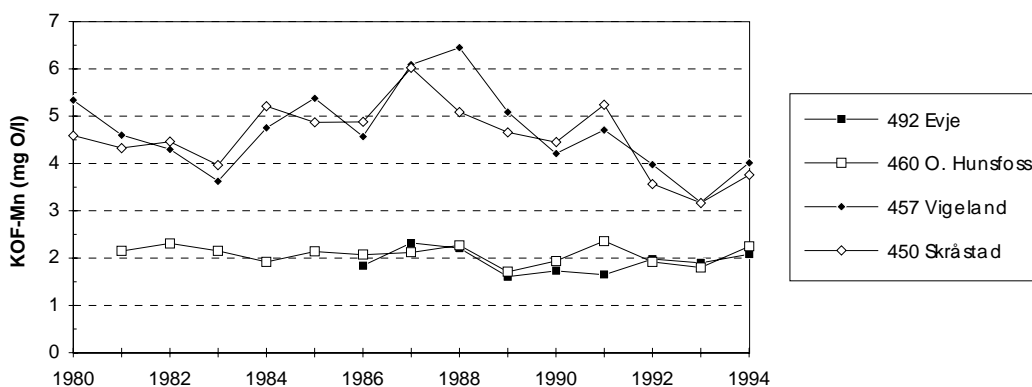
Figur 5. Variasjoner i reaktivt (RAL) og labilt (LAI) aluminium ved Evje og Skråstad i 1994.

### Organisk stoff

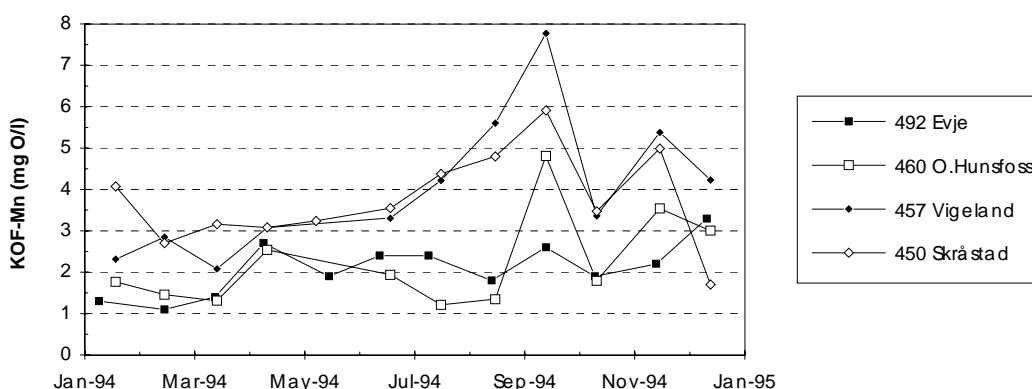
Konsentrasjonen av organisk stoff målt som kjemisk oksygenforbruk ( $KOF_{Mn}$ ) har siden begynnelsen av 1980-tallet holdt seg relativt stabilt rundt 2 mg/l på stasjonene oppstrøms Hunsfoss. Denne verdien er tidligere brukt som et omtrentlig mål på det naturlige bakgrunnsnivået i elva (Hindar m.fl. 1993). Nedstrøms industribedriftene i Vennesla har konsentrasjonene i det samme tidsrommet ligget betydelig over bakgrunnskonsentrasjonen. De høyeste årsmiddelkonsentrasjonene på 80-tallet ble registrert i 1987 ved Vigeland og i 1988 ved Skråstad (figur 6).

Ved stasjonene ved Evje og i utløpet av Venneslafjorden ble det i 1994 registrert en liten økning (10-25%) av KOF i forhold til 1993, målt som årsmiddel. Den gjennomsnittlige konsentrasjonsøkningen i utløpet av Venneslafjorden fra 1993 til 1994 var 0,45 mg/l. Nedenfor industribedriftene økte årsmiddelkonsentrasjonene med mellom 0,6 og 0,8 mg/l fra 1993 til 1994. Som i tidligere år var det forholdsvis stor variasjon av KOF ved de to nederste stasjonene.

I første halvår 1994 var det forholdsvis lave konsentrasjoner av organisk stoff i den nedre delen av elva, omkring 3 mg/l (figur 7). Påvirkningen fra industribedriftene syntes imidlertid å øke i andre halvår. Det høye innholdet av organisk stoff i september-prøven (7,8 mg/l ved Vigeland) er delvis forårsaket av en flom i vassdraget på denne tiden, som medførte forhøyede KOF-konsentrasjoner også på stasjonen oppstrøms Hunsfoss.

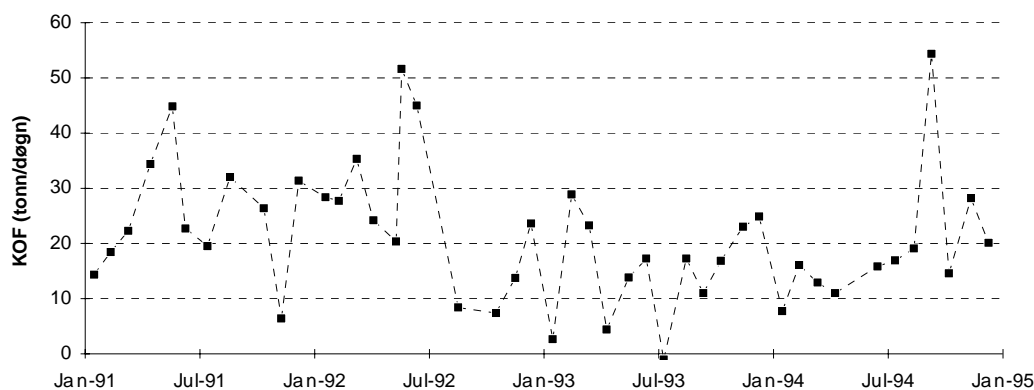


Figur 6. Årsmiddelkonsentrasjoner av organisk stoff, målt som kjemisk oksygenforbruk (KOF) på stasjonene Evje, Oppstrøms Hunsfoss, Vigeland og Skråstad i perioden 1980-1994.



Figur 7. Konsentrasjon av organisk stoff, målt som kjemisk oksygenforbruk (KOF) på stasjonene Evje, Oppstrøms Hunsfoss, Vigeland og Skråstad i 1994

I figur 8 er det beregnet transport av KOF mellom utløpet av Venneslafjorden og Vigeland ved å veie analysene av KOF (12 pr. år) mot vannføringen ved Vigeland de aktuelle dagene. Dersom en trekker transporten ut av Venneslafjorden fra transporten ved Vigeland får en et omtrentlig mål på bidraget fra industribedriftene i området på det tidspunktet prøvene ble tatt. Basert på vannprøvene som er tatt i perioden 1991-1994 er det estimert en gjennomsnittlig KOF-belastning på hhv. 25, 26 15 og 20 kg O/døgn i de fire årene. Resultatet i 1994 er ikke signifikant forskjellig fra middelverdiene for 1992 og 1993 (t-test,  $p=0,05$ ). De estimerte KOF-tilførslene i 1993 var imidlertid signifikant lavere enn i 1992 (Kaste m.fl. 1994).

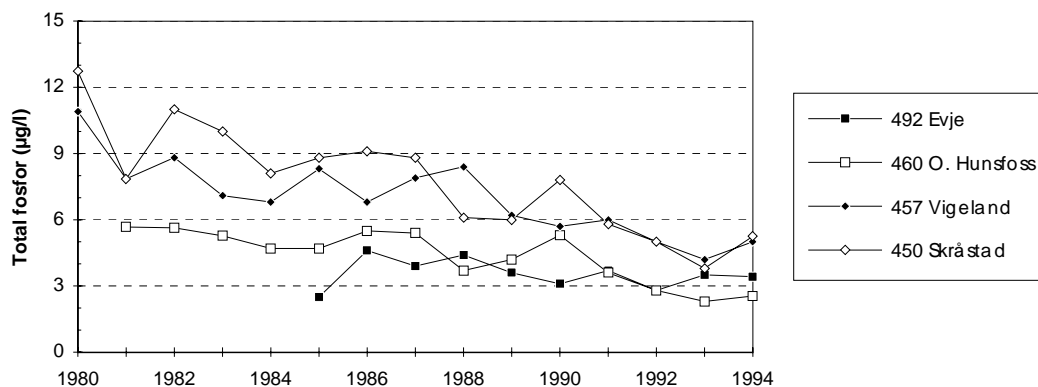


Figur 8. Estimert KOF-bidrag fra industrien mellom utløpet av Venneslafjorden og Vigeland. Basert på KOF-konsentrasjon i vannprøver og vannføringsdata fra NVEs målestasjon ved Vigeland.

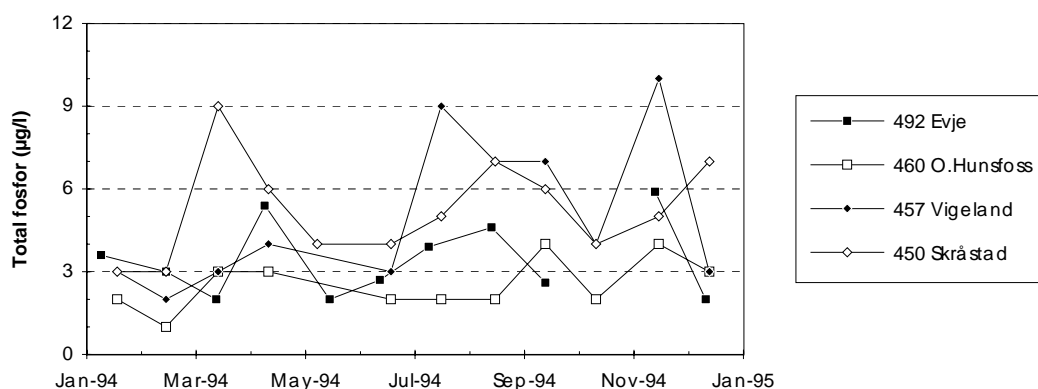
### Næringssalter

Ved stasjonene oppstrøms industribedriftene ble det kun registret små endringer i årsmiddelkonsentrasjonen av total fosfor i 1994 (figur 9). Den gjennomsnittlige fosforkonsentrasjonen ved disse stasjonene ( $3 \mu\text{g/l}$ ) ligger på nivå med den forventede naturtilstanden for vassdraget som er anslått av Hindar m.fl. (1993). Ved de to nederste stasjonene ble det registrert en liten økning i årsmiddelkonsentrasjonen av total fosfor i 1994. Sammenlignet med 1993 var økningen på omlag  $1 \mu\text{g/l}$  i gjennomsnitt for de to stasjonene.

Figur 10 viser at variasjonen var størst ved de to nederste stasjonene og minst ved utløpet av Venneslafjorden. Konsentrasjonsforskjellene mellom utløpet av Venneslafjorden og Skråstad kunne i perioder være  $6-7 \mu\text{g/l}$ . Tatt i betraktning den store vannføringen i Otra, tilsvarer dette en betydelig fosfortilførsel på denne strekningen. Den mest sannsynlige forklaringen på dette forholdet er at gravearbeider i Otra i forbindelse med den nye industriavløpsledningen har ført til opphvirvling av partikler fra elvebunnen. Økningen i fosforkonsentrasjonen vil i så fall i vesentlig grad ha bestått av fosfor bundet til partikulært materiale. Denne fosfor-fraksjonen er mindre tilgjengelig for plantevekst enn løst uorganisk fosfat, som f.eks tilføres vassdrag med husholdningskloakk.



Figur 9. Årsmiddel-konsentrasjoner av total fosfor på stasjonene Evje, Oppstrøms Hunsfoss, Vigeland og Skråstad i perioden 1980-1994.

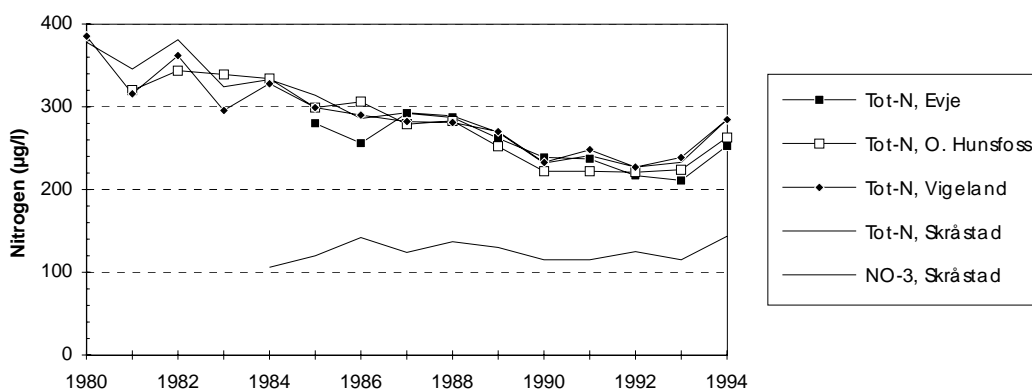


Figur 10. Konsentrasjon av total fosfor på stasjonene Evje, Oppstrøms Hunsfoss, Vigeland og Skråstad i 1994.

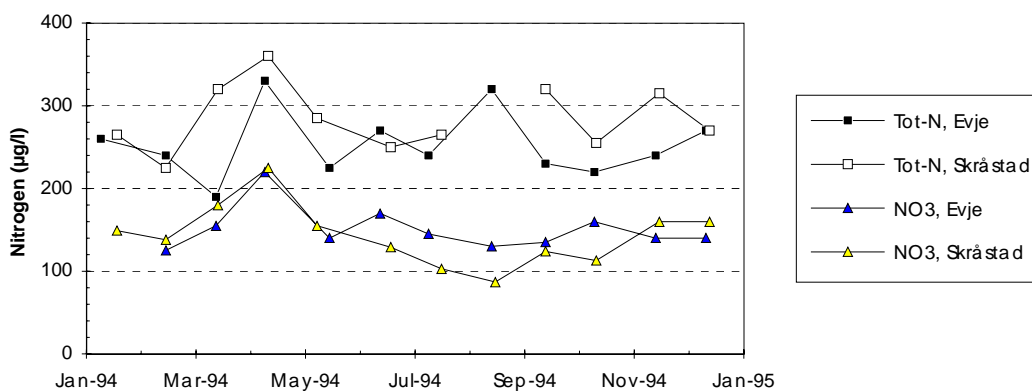
Konsentrasjonen av nitrogen var i 1994, som i tidligere år, svært lik ved stasjonene fra Evje og nedover. Ved Ose, oppstrøms Byglandsfjorden, har nitrogenkonsentrasjonen i de senere år ligget noe lavere enn ved de øvrige stasjonene. Dette har sammenheng med generelt mindre nedfall av nitrogen med nedbøren i de nordligste områdene av nedbørfeltet (SFT 1994). I 1994 ble det for første gang siden 1982 registrert en generell økning i nitrogenkonsentrasjonen ved samtlige målestasjoner i Otra. Figur 11 og vedlegg 6.3 (middelverdier) viser at nitrat utgjorde en vesentlig del av økningen.

Tidlig på 1980-tallet ble det observert høye nitrogenkonsentrasjoner i den øvre delen av Otra pga. sprengningsarbeider i forbindelse med vannkraftutbygging i området (Lande 1986). Igangværende anleggsarbeid i forbindelse med byggingen av Hekni kraftverk på

grensen mellom Valle og Bygland kommuner kan ha ført til visse nitrogentilførsler til vassdraget, men det er lite sannsynlig at dette har bidratt vesentlig til de forhøyende nitrogenkonsentrasjonene i 1994. Det faktum at konsentrasjonsøkningen fra 1993 til 1994 har vært større ved Evje enn ved Ose peker mer i retning av atmosfæriske nitrogentilførsler. Figur 12 viser at nitratkonsentrasjonen ved Evje og Skråstad var høyest under vårfloppen i april. Dette indikerer at snøsmeltingen i 1994 førte store mengder nitrogen ut i vassdraget.



Figur 11. Årsmiddelkonsentrasjon av total nitrogen på stasjonene Evje, Oppstrøms Hunsfoss, Vigeland og Skråstad i perioden 1980-1994. Middelkonsentrasjonen av nitrat er vist for stasjonen Skråstad (nederste linje inne i figuren).



Figur 12. Konsentrasjoner av total nitrogen og nitrat ved Evje og Skråstad i 1994.



## 4.2. Bunndyr

### *Innledning*

Bunndyr er en gruppe organismer som omfatter arter med svært forskjellige egenskaper. Det finnes ekstreme rentvannsarter og det er arter som er meget tolerante overfor forurensninger. Dette er en nødvendig forutsetning for å kunne bruke dem i overvåking og klassifisering av forurensede resipienter. Bunndyrsamfunnene er viktige for omsetningen av organisk materiale i vassdraget og derved for vassdragets selvrensningsevne. Bunndyrene har også en viktig funksjon som næring for fisken i vassdragene.

Sammensetningen av et dyresamfunn på elvebunnen er bestemt av et mangfold av miljøparametre. De mange populasjonene i et samfunn har ulike tålegrenser og preferanseområder. Når en eller flere av miljøparametrene endres, vil også bunndyrsamfunnet endres. Ved å analysere bunndyrsamfunnets sammensetning vil det derfor være mulig å få fram informasjon om påvirkningstype samt miljøpåvirkningens utstrekning og størrelse i resipienten (Aanes og Bækken 1989). Bunndyrene gir gjennom sitt livsløp et integrert bilde av forholdene i vassdraget over lengre tid. Vi får frem en samlet effekt av alle miljøfaktorene som påvirker vannkvaliteten på prøvetaksstedet

Oversikt over metoder og prøvetakssteder er gitt i avsnitt 2.3.

### *Oppstrøms Hunsfoss*

Resultatene fra bearbeidelsen av bunndyrmaterialet som ble hentet inn i 1994 er vist i tabell 3 og 4. Dataene er sammenstilt med tilsvarende resultater fra perioden 1987 til 1993. Oppstrøms Hunsfoss har fjærmygglarver vært den dominerende bunndyrgruppen i materialet i undersøkelsesperioden (tabell 3). Andre vanlige grupper var rundmarker, børstemarkar, vannmidd, steinfluer, vårfluer og knott. I materialet fra 1993 manglet larver av knott mens gruppen døgnfluer da ble registrert i materialet. Resultatene fra bearbeidelsen av materialet fra 1994 viser at døgnfluene nå er borte fra bunnfaunaen på stasjonen oppstrøms Hunsfoss slik den var i 1992. Antall individer i de enkelte bunndyrgruppene varierer noe fra år til år, men variasjonene ligger innenfor naturlige populasjonssvingninger. Mengdene og fordelingen av gruppene i bunnfaunaen var stort sett i samme størrelsesområde som tidligere år (Hindar og Grande 1987).

Døgnfluefaunaen besto i perioden 1987-1991 utelukkende av arten *Leptophlebia vespertina* (tabell 4). At denne arten var borte fra materialet i 1992 og 1994 kan være knyttet til tilfeldigheter under prøvetakingen (bl.a. vannstand, temperatur, mm.), men populasjonen ser ut til å være liten. *Leptophlebia vespertina* er først og fremst en innsjøart, men vil ofte være å finne i elver nedstrøms innsjøer. Den er også en av de få døgnflueartene som er meget tolerant overfor surt vann (Bækken og Aanes, 1990). I forsuredde elver ser en ofte at mengden av *Leptophlebia vespertina* øker, mens den øvrige døgnfluefaunaen forsvinner.

Blant steinflueartene var *Leuctra fusca* den vanligste (tabell 4). Arten var tilstede i bunndyrmaterialet fra 1991, men ikke i 1992, og kommer fra 1993 tilbake i bunndyr-

samfunnet på denne stasjonen. Denne arten er tolerant overfor forsurening. Det ble i 1993 registrert en ny steinflueart på stasjonen oppstrøms Hunsfoss, nemlig *Taeniopteryx nebulosa*. Denne var også tilstede i materialet fra 1994.

Vårfluefaunaen (tabell 4) besto av arter som alle har toleranse overfor surt vann. Med unntak av *Oxyethira sp.*, som ble funnet i materialet fra årene 1987 og 1989, er alle de registrerte artene nettspinnende. De lager nett som filtrerer næringspartikler ut av vannmassene. Artene er spesielt vanlige ved utløp av innsjøer der de filtrer partikler (plankton) som driver ut av innsjøen. Vårfluefaunaen domineres av arten *Polycentropus flavomaculatus*. Ellers ble det i materialet registrert artene *Neuroclipsis bimaculata* og *Athripsodes sp.* Den siste er ikke tidligere funnet på denne stasjonen.

Samlet viser resultatene at bunndyrsamfunnet på denne stasjonen har en fauna som er typisk for utløpet av innsjøer, samtidig som materialet beskriver et bunndyrsamfunn som viser at vassdraget er forureningsskadet.

#### *Nedstrøms Vigeland*

Resultatene fra bearbeidelsen av bunndyrmaterialet som ble hentet inn i 1994 nedstrøms Vigeland er vist i tabell 3 og 4. Dataene er sammenstilt med tilsvarende resultater fra perioden 1987 til 1993. Ved undersøkelsen i 1975 (Laake 1976) fant vi at det fra perioden 1960-1961 hadde skjedd en forandring i bunndyrsamfunnet nedstrøms Hunsfoss i retning av økt dominans av børstemark (Oligochaetae). Tidligere var fjærmygglarver (Chironomidae) det mest typiske faunaelement. Døgnfluer var også til stede tidligere, men ble overhodet ikke påvist i perioden 1983-1986, eller i perioden 1987-1994 på denne stasjonen.

Nedstrøms Vigeland var den totale mengden bunndyr i materialet fra 1994 større enn ved tidligere prøvetakinger (tabell 3). Det er særlig gruppen fjærmygglarver som bidrar til dette, og utgjør hele 90% av bunndyrene i materialet dette året. Børstemark utgjorde i 1994 bare 4% av bunnfaunaen på denne stasjonen ved prøvetakingen i juli. Denne gruppen har tidligere vært en betydelig del av faunaen nedstrøms Vigeland (tabell 5). I 1989 var børstemark den klart dominerende bunndyrgruppen på denne stasjonen og utgjorde 72% av bunndyrmaterialet dette året. Når disse to gruppene har en slik dominans i bunndyrsamfunnet er det en sterk indikasjon på en betydelig overbelastning av selvrengingsprosessene i vassdraget mht. organisk materiale.

I tabell 5 er den prosentvise dominansen de to gruppene fjærmygg og børstemark har i bunnfaunaen sammenstilt for hvert år i perioden 1987 til 1993. Dataene viser at dominansen avtar noe utover i perioden fra 93% i 1991 til 75% i 1993. Dette kan tyde på en reduksjon i tilførselene til vassdraget nedstrøms Hunsfoss av organisk materiale.

Av de andre gruppene i bunnfaunaen som en skulle forvente å finne på stasjonen nedstrøms Vigeland manglet viktige grupper som døgnfluer, biller og knottlarver. Larver av vårfluer var registrert med kun to individer i materialet fra 1994. Disse er tidligere registrert på stasjonen nedstrøms Vigeland. Steinfluer er bare sporadisk funnet i materialet

fra denne stasjonen, men var tilstede i materialet fra 1993 og 1994 (tabell 4). Som i 1993 finner vi at gruppen steinfluer er representert ved arten *Leuctra fusca* og vårfluer med artene *Polycentropus flavomaculatus* og en ubestemt *Limnephilidae* (tabell 5).

### Vurdering

Den reduserte bunnfaunaen som registreres på stasjonen nedstrøms Vigeland er samlet sett et resultat av den organiske belastningen i elva fra aktivitetene oppstrøms Vigeland. Lav pH har også en begrensende effekt på bunnfaunaen i denne delen av vassdraget. At vi nå i materialet ser en noe større variasjon i bunnfaunaen, sammen med en økende dominans av fjærmygglarver i forhold til børstemark kan tyde på en svak bedring i vannkvaliteten i siste del av undersøkelsesperioden (tabell 4, 5 og 6).

Ved tilførsler av organisk stoff til en resipient vil bunndyrsamfunnets respons være avhengig av den mengden som tilføres, dets sammensetning og hvilke egenskaper det har. Lett nedbrytbare organiske forbindelser vil føre til rask vekst av mikroorganismer med stort forbruk av vannets oksygeninnhold. Særlig vil dette gjøre seg gjeldende i sakteflytende deler av vassdraget og vil her lett medføre oksygenmangel og totalt endre bunndyrfaunaen. Tungt nedbrytbare stoffer vil også gi økt grobunn for mikroorganismer, men i mye mindre grad. Vi får derimot et økt partikkelinnhold i vassdraget og en tilslamming av bunnssubstratet. Denne nedslammingen vil hindre oksygentransporten ned i bunnssubstratet og dekke til hulrommene i substratet mellom steiner, grus og sand. Dette er viktige tilholdssteder for den vanlige bunnfaunaen i rennende vanns økosystemer, og nedslammingen vil føre til at den delen av faunaen som lever dypere nede i bunnssubstratet vil forsvinne eller bli vesentlig redusert på grunn av oksygenmangel.

I det fiberrike bunnsusubstratet nedstrøms Vigeland vises dette ved en tett bestand av soppen *Fusarium*. De endrede forholdene som følger av forurensningene fra industrien reduserer den normale bunnfaunaen, men kan som vi ser favorisere enkelte andre arter/grupper i bunnfaunaen. Dette vil i særlig grad være arter/grupper som kan nyttiggjøre seg det organiske slammet med mikroorganismer som næring og som skjul, samtidig må disse dyregruppene tåle et redusert oksygeninnhold i vannet. Børstemark er en gruppe som kan blomstre opp under slike forhold, men også enkelte arter av fjærmygg vil favoriseres. Noen arter av steinfluer, døgnfluer og vårfluer kan også tolerere en viss grad av organisk forurensning, men de fleste forsvinner når påvirkningen blir for sterk. Ved stasjonen nedstrøms Vigeland, synes bunndyrsamfunnets sammensetning først og fremst å være et resultat av organisk forurensning. Bunndyrsamfunnet er på dette vassdragsavsnittet av Otra i utgangspunktet redusert på grunn av den generelle forsureningen i vassdraget, noe som er tydelig på stasjonen oppstrøms Hunsfoss.

Ved undersøkelser i 1988 (Brabrand 1989) ble det ikke påvist laks- eller aureunger på denne strekningen i Otra. Det er derfor ubetydelig beitetrykk på bunndyrene her. Den relativt rike forekomsten av bl.a. fjærmygglarver nedenfor industribedriftene i Vennesla tyder på at det burde være tilstrekkelig næring for produksjon av noe laksefisk i området. Det gjelder iallfall i deler av året. Den raske veksten vi registrerte av utsatt bekkerøye tidlig på 1980-tallet (Boman og Grande 1985) tyder på dette.

Tabell 3. Resultater fra bearbeiding av bunndyrprøver fra stasjonene: Oppstrøms Hunsfoss fabrikk og Nedstrøms Vigeland i Otra.

	Oppstrøms Hunsfoss							Nedstrøms Vigeland						
	87	89	90	91	92	93	94	87	89	90	91	92	93	94
Rundmarker	44	120	20	32	32	48	112	44	232	56	208	80	128	224
Børstemarkar	108	72	24	56	96	176	176	352	1920	568	256	288	608	320
Igler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0
Vannmidd	104	304	108	152	272	160	288	32	152	28	48	32	288	128
Døgnfluer	120	72	8	40	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Steinfluer	20	24	12	22	0	200	448	8	0	8	0	0	48	64
Biller, larver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	192	112	112	0
Biller, voksne	0	0	0	0	0	0	0	12	16	8	0	16	16	0
Vårfluer	128	48	24	64	48	64	64	0	0	0	0	0	32	2
Knott	4	16	4	0	0	0	48	4	0	0	0	0	0	0
Fjærmygglarver	1248	3664	740	984	1152	944	2144	1056	344	1520	2048	1248	1440	7680
Fjærmyggpupper	16	16	8	0	0	16	16	20	8	16	96	0	32	96
Andre tovinger	28	40	4	0	0	16	16	4	0	8	0	16	16	0
Sum	1820	4376	952	1350	1600	1632	3328	1532	2680	2212	2848	1840	2720	8516

Tabell 4. Døgn-, stein- og vårfluearter oppstrøms Hunsfoss og nedstrøms Vigeland i Otra

	Oppstrøms Hunsfoss							Nedstrøms Vigeland						
	87	89	90	91	92	93	94	87	89	90	91	92	93	94
<b>Døgnfluer</b>														
Leptohplebia vespertina	120	72	8	40	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Steinfluer</b>														
Siphonoperla burmeisteri	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taeniopteryx nebulosa	0	0	0	0	0	8	16	0	0	0	0	0	0	0
Leuctra fusca	20	24	8	22	0	192	432	8	0	8	0	0	48	64
<b>Vårfluer</b>														
Oxyethira sp.	48	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plectrocnemia conspersa	48	16	16	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0
Polycentrop. flavomaculatus	32	16	0	40	48	40	56	0	0	0	0	0	16	1
Neureclipsis bimaculata	0	0	0	24	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsyche sp.	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limnephilidae indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1
Athripsodes sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 5. Fjærmygglarver og børstemarks prosentvise andel av bunnfaunaen på stasjonene: Oppstrøms Hunsfoss og på stasjonen nedstrøms Vigeland i perioden 1987-1994.

### Oppstrøms Hunsfoss

År	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Fjærmygg larver	67 %	84 %	78 %	73 %	72 %	58 %	64 %
Fåbørstemark	6 %	2 %	3 %	4 %	6 %	11 %	5%
Samlet	73 %	86 %	81 %	77 %	78 %	69 %	69 %

### Vigeland

År	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Fjærmygg larver	69 %	13 %	69 %	72 %	68 %	53 %	90 %
Fåbørstemark	23 %	<b>72 %</b>	26 %	9 %	16 %	22 %	<b>4%</b>
Samlet	92 %	74 %	95 %	81 %	84 %	75 %	94 %

### 4.3. Begroing.

Begroing er en fellesbetegnelse for organismesamfunn festet til elvebunnen eller annet underlag i elva.

Funksjonelt er det tre ulike typer begroing:

Primærprodusenter:	Alger Moser (Høyere planter regnes ikke med)
Nedbrytere:	Bakterier Sopp
Konsumenter:	Enkle fastsittende organismer f.eks. ciliater, fargeløse flagellater, svamp.

I lite til moderat forurensningsbelastet vann dominerer primærprodusentene. Mineralske salter er viktigste næringskilde for primærprodusentene som øker i mengde ved økt tilførsel av næringssalter. Ved økt tilførsel av løst, lett nedbrytbart organisk stoff øker mengden av nedbrytere. Partikulært organisk stoff medfører oftest økt forekomst av konsumenter. I norske elver utgjør vanligvis primærprodusentene det meste av begroingssamfunnet. Bare i betydelig forurensede vassdrag dominerer nedbrytere og konsumenter.

På grunn av raske vekslinger i miljøforholdene kan det være vanskelig å få et godt bilde av tilstanden i rennende vann. Fysisk/kjemiske målinger gir bare et øyeblikksbilde og det kreves hyppige målinger for å få et representativt bilde av vannkvaliteten. Begroingssamfunnet derimot vil, ved å være bundet til et voksested, avspeile miljøfaktorene på voksestedet og integrere denne påvirkningen over tid.

Resultatene av begroingsobservasjonene i 1994 er vist i vedlegg 6,4. Analyseresultatene av kiselalgeprøvene er vist i vedlegg 6.5. Begroingsobservasjonene i 1994 ga i hovedtrekk samme resultat som i 1992 og 1993 (Hindar m.fl. 1993, Kaste m.fl. 1994). Det var store forskjeller mellom stasjonene hva gjelder begroingssamfunnets artssammensetning, mangfold og komponentenes mengdemessige betydning.

*Artssammensetning og mengdemessig forekomst av noen viktige begroingsorganismer.*

Begroingssamfunnet i utløpet av Venneslafjorden (st.1) var i store trekk det samme som i 1992 og 1993. Det var preget av blågrønnalger, trådformede grønnalger og moser. Noen få arter hadde stor forekomst og trives i surt, næringsfattig vann. Organismer som trives i denne type vannkvalitet forsvinner fra vassdraget nedstrøms Vigeland. Figur 13 viser noen vanlige arter med denne utbredelsen i vassdraget. Blågrønnalgen *Stigonema mamillosum* og den trådformede forsuring-begunstigede grønnalgen *Zygonium* sp3 (17-19 µm) dekket sammen med mosen *Nardia compressa*, store deler av elveleiet i utløpet av Venneslafjorden. *Zygonium* sp3 dannet som i 1992-93 et grønnlig, stedvis rødlig, "slør"

over den øvrige begroingen. I likhet med de øvrige organismene framstilt i figur 13, forsvant blågrønnalgen *Scytonema mirabile* mer eller mindre fra vassdraget nedstrøms Vigeland.

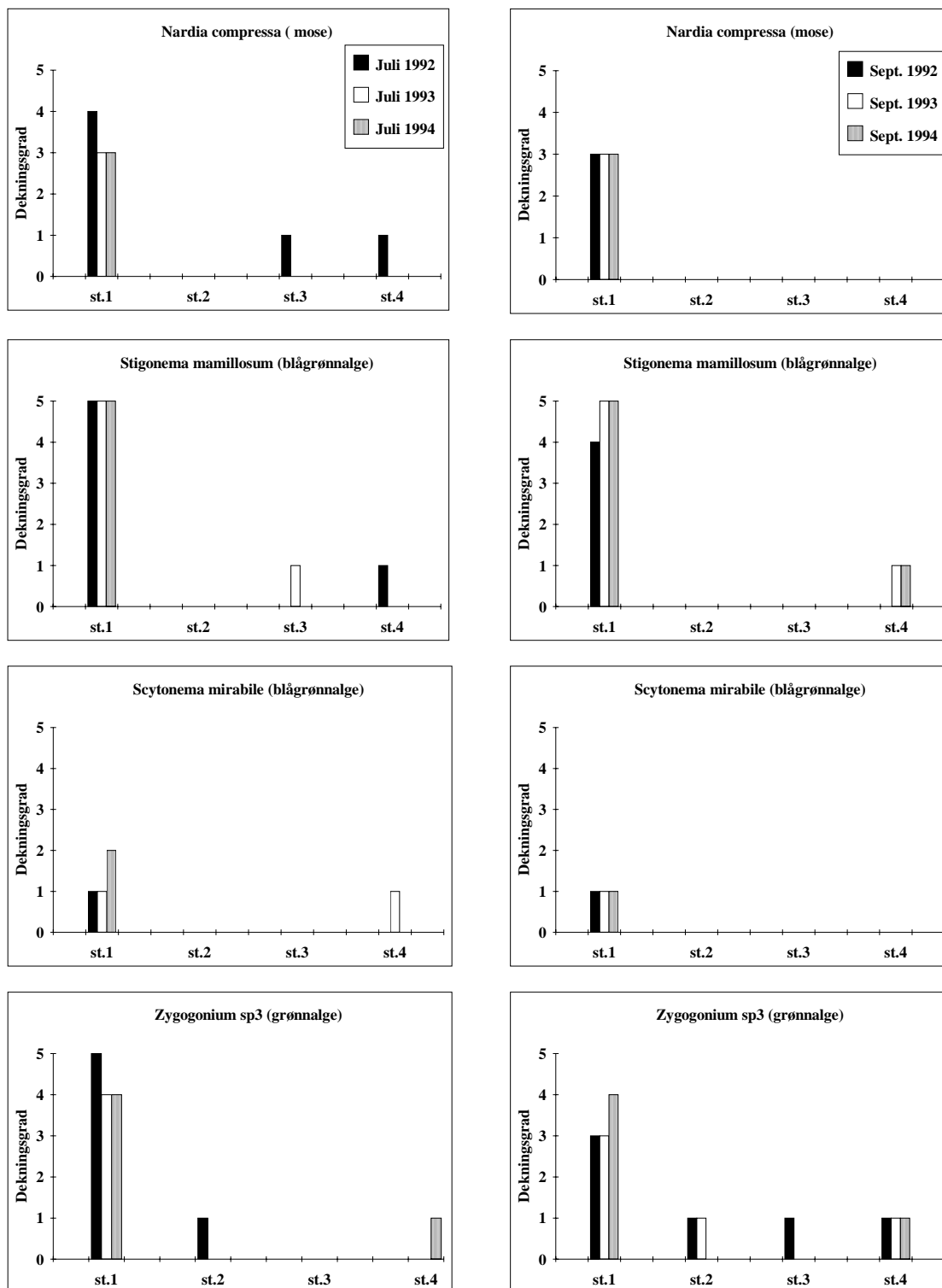
På stasjonene nedenfor industribedriftene (st.2 Vigeland, st.3 Hagen, st. 4 Skråstad) hadde nedbrytere stor forekomst både i 1992, 1993 og 1994. Størst forekomst hadde soppen *Fusarium aquaeductum* (figur 14). Denne har hatt stor forekomst i denne del av vassdraget i mange år (Wright m.fl. 1983). Forekomsten kan variere i løpet av året og fra år til annet. Det skyldes at *Fusarium* er avhengig av jevn tilgang på lett nedbrytbart organisk stoff. Midlertidig reduksjon/stans i utslippene vil raskt merkes på redusert forekomst. Selv om det i juli 1994 var markert forekomst av *Fusarium* på hele strekningen nedstrøms Vigeland, viser undersøkelser i mikroskop at den på det tidspunkt var i noe dårlig forfatning. Dette er trolig resultat av midlertidige reduksjoner i utslippene. I september var den igjen frisk og "sunn" og dekket det meste av elveleiet nedstrøms Vigeland. Den var synlig i elva helt ned til Skråstad og hadde minst like stor forekomst som i 1993. Dette tilsier at tilførselen av lett nedbrytbart organisk stoff var betydelig.

Alle prøver samlet på de tre nederste stasjonene har vanligvis hatt betydelig innhold av fibre. Det så ut til å være mindre fiber i 1994, særlig i september.

I nedre del av vassdraget ser forekomsten av trådformede grønnalger ut til å variere noe fra år til år, se vedlegg 6.4. Trolig skyldes dette dels naturlige år til år variasjoner og dels kortvarige variasjoner i forurensningstilførslene. Felles for disse grønnalgene er at de klarer seg i surt vann. Noen hører også til gruppen som tåler endel forurensningsbelastning, bl.a. metaller.

#### *Kiselalgesamfunnet*

Vedlegg 6.5 viser resultatene av kiselalgeanalysene. Bortsett fra små endringer i mengdeforholdet mellom de vanligste artene ble det hverken registrert markerte endringer i artssammensetning eller mengdemessige forhold siden 1993. Som tidligere hadde kiselalgesamfunnet liten forekomst og var artsfattig på alle lokaliteter. Det er vanlig i surt, elektrolyttfattig vann. Representanter for slekten *Eunotia* hadde størst forekomst sammen med *Tabellaria flocculosa*. Bortsett fra økt forekomst av et par *Eunotia*-arter og redusert artsmangfold nedstrøms Vigeland, ble det ikke registrert systematiske endringer på den undersøkte elvestrekningen. Den markerte forekomsten av *Eunotia pectinalis*, som ble registrert i 1992, så ikke ut til å opptre hverken i 1993 eller 1994.



Figur 13. Dekningsgrad av en mose og tre alger i Otrå, 1992 - 1994. Juli (venstre) - September (høyre).

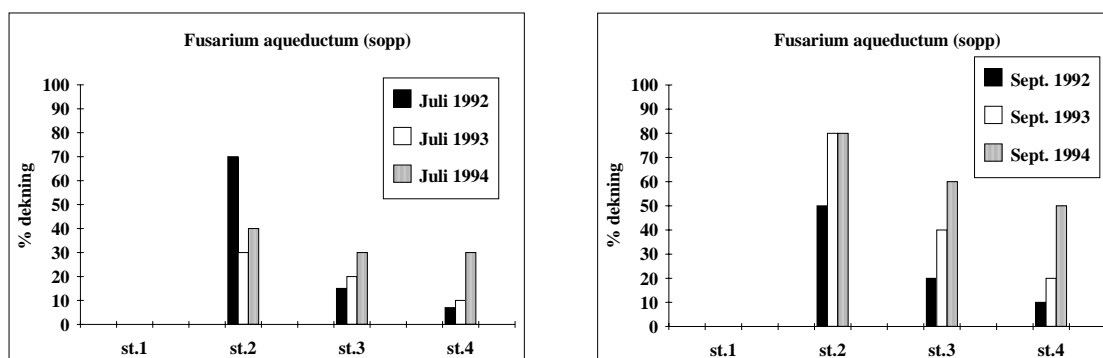


*Artsantall og mengdemessig forekomst av primærprodusenter og nedbrytere/konsumenter.*

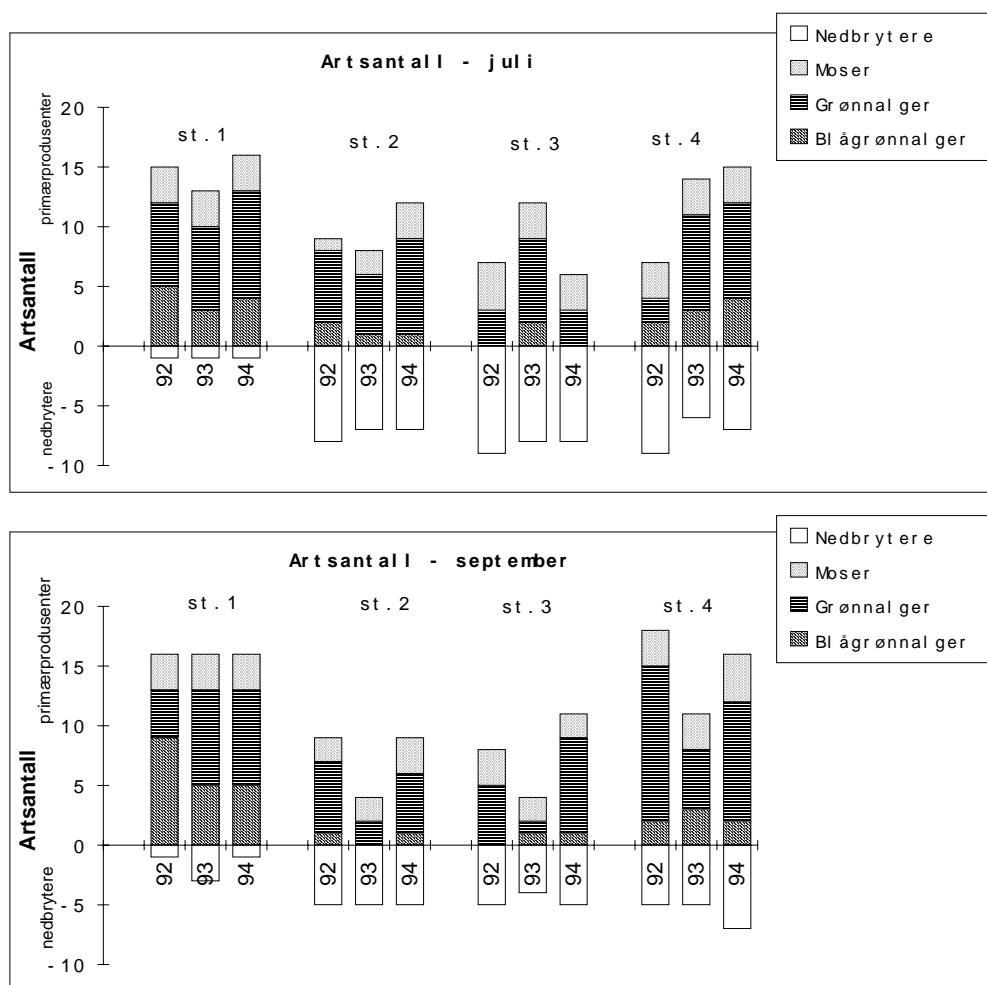
Figur 15 viser artsantall for primærprodusenter (blågrønnalger, grønnalger, moser) og nedbrytere i årene 1992 - 1994. Det var noe forskjell på prøver samlet på samme tidspunkt i 1992, 1993 og 1994. Forskjellen var imidlertid ikke større enn man kan vente i et vassdrag med så store variasjoner i vannføring og utslipp fra industri i området. Samfunnet endres fra vesentlig å bestå av primærprodusenter ved utløpet av Venneslafjorden (st.1) til å preges av nedbrytere nedstrøms Vigeland (st.2). Antall primærprodusenter endres også, men endringen er ikke like påfallende. Det skjer forøvrig en viss økning i antall primærprodusenter ved Skråstad (st. 4).

Reguleringen av Otra bidrar til en utjevning av vannføringen over året. Derved legges forholdene tilrette for etablering av langsomtvoksende og flerårige organismer i tillegg til de hurtigvoksende, som har mer sesongpreget forekomst. Den sure vannkvaliteten bidrar dessuten til at omsetningen av biologisk materiale går langsomt. Totalt foregår det derfor en akkumulering av plantemateriale som gjør elva overgrodd og lite tiltalende å se på. Særlig viktig i den sammenheng er krypsiv, *Juncus bulbosus*, men også moser og alger har stedvis stor forekomst.

Nedstrøms Vigeland kommer i tillegg den organiske belastningen som bidrar til at innslaget av nedbrytere, da særlig soppen *Fusarium aquaeductum*, er betydelig.



Figur 14. Prosent av elveleiet dekket av soppen *Fusarium aquaeductum* i Otra.



Figur 15. Artsantall av primærprodusenter og nedbrytere/konsumenter i Odra. Juli og september 1992 - 1994.

## 5. REFERANSER

- Aanes, K.J. og Bækken, T. 1989. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. Nr. 1. Generell del. SFT/NIVA-rapport 2278.
- Boman, E. og Grande, M. 1985. Otra. Tiltaksorientert overvåking 1984. Overvåkingsrapport 199/85. O-8000208, SFT/NIVA, Grimstad. 49 s.
- Brabrand, Å. 1989. Fiskeribiologiske undersøkelser i nedre Otra med Kilefjorden, Gåseflåfjorden og Venneslafjorden. Rapport 114/89, LFI, Oslo. 24 s.
- Bækken, T. og Aanes, K.J. 1990. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. Nr. 2A. Forsuring. SFT/NIVA-rapport 2491.
- Grande, M., Wright, R. F., Brettum, P., Lindgaard, T. og Romstad, R. 1982. Otra 1981. Rutineovervåking. Overvåkingsrapport 55/82. O-8000208, SFT/NIVA, Oslo, 74 s.
- Hindar, A. 1994. Drift av vassdrag - Otra. Betydningen av vannføring og forurensningstilførsler for vannkvaliteten, Rapport innenfor NTN-programmet "Bedre bruk av vannressursene", NIVA-løpenr. 3065, 36 s.
- Hindar, A. og Grande, M. 1987. Otra 1980-86. Tiltaksorientert overvåking. SFT/NIVA. Overvåkingsrapport 292/87.
- Hindar, A., Aanes, K.J. og Bækken, T. 1991. Otra 1987-90. Tiltaksorientert overvåking. SFT/NIVA. Overvåkingsrapport 472/91. 68 s.
- Hindar, A., Aanes, K.J., Bækken, T. og Lindstrøm, E.A. 1993. Otra 1992. Tiltaksorientert overvåking og konsekvensundersøkelse. SFT/NIVA. Overvåkingsrapport 535/93, NIVA-løpenr. 2951, 43 s.
- Kaste, Ø. og Hindar, A. 1994. Tiltak mot forsuring av Otra. Kalkingsplan. NIVA-rapport, løpenr. 3052, 37 s.
- Kaste, Ø., Aanes, K.J. og Lindstrøm, E.A. 1994. Otra 1993. Tiltaksorientert overvåking og konsekvensundersøkelse av industriutslipp. SFT/NIVA. Overvåkingsrapport 576/94, NIVA-løpenr. 3109, 44 s.
- Kroglund, F., M. Staurnes og A. Kvellestad. 1994. Vannkvalitetskriterier for laks. Kalking av Vikedalselva, s. 208-223. I: Kalking i vann og vassdrag 1992. FoU-virksomheten. Årsrapporter 1992. DN-notat 1994-2.
- Laake, M. 1976. Undersøkelser av forurensningsvirkninger i nedre Otra. Utført for vassdragsrådet for Nedre Otra, NIVA-rapport, O-12/73, 155 s.
- Lande, A. 1986. Nitrogenavrenning fra sprengstein i Øvre Otra. Vurdering av vannkvalitesendringer i forbindelse med anleggsvirksomheten. NIVA-rapport, løpenr. 1905, 39 s.
- SFT 1994. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1993. Rapport 583/94. Statens forurensningstilsyn, 271 s.
- Traaen, T.S. og Johannessen, M. 1987. Tiltak for å bedre vannkvaliteten i Otravassdraget. SFT/NIVA. Overvåkingsrapport 301/88, NIVA-løpenr. 2069, 29 s.
- Wright, R.F., Grande, M., Brettum, P., Løvik, J.E., Romstad, R. og Martinsen, K. 1983. Otra 1982. Rutineovervåking. Overvåkingsrapport 89/83. O-8000208, SFT/NIVA, Oslo. 66 s.

## 6. VEDLEGG

### 6.1. Overvåkingsrapporter fra perioden 1980-1994.

- Boman, E. og Grande, M. 1985. Otra. Tiltaksorientert overvåking 1984. SFT-overvåkingsrapport 199/85, NIVA-løpenr. 1775. 49 s.
- Boman, E., Høgberget, R., Romstad, R., og Sahlqvist, E.-Ø. 1984. Øvre Otra. Undersøkelse av terskelbasseng i Valle 1983. Overvåkingsrapport 146/84. NIVA-løpenr. 1653, 46 s.
- Grande, M. og Wright, R.F. 1984. Otra 1983. Rutineovervåking. Overvåkingsrapport 145/84. NIVA-løpenr. 1655. 45 s.
- Grande, M., Wright, R. F., Brettum, P., Lindgaard, T. og Romstad, R. 1982. Otra 1981. Rutineovervåking. SFT-overvåkingsrapport 55/82, NIVA-løpenr. 1426, 74 s.
- Hindar, A. og Grande, M. 1987. Otra 1980-86. Tiltaksorientert overvåking. SFT-overvåkingsrapport 292/87, NIVA-løpenr. 2056, 106 s.
- Hindar, A., Aanes, K.J og Bækken, T. 1991. Otra 1987-90. Tiltaksorientert overvåking. SFT-overvåkingsrapport 472/91, NIVA-løpenr. 2657, 68 s.
- Hindar, A., Aanes, K.J., Bækken, T. og Lindstrøm, E.A. 1993. Otra 1992. Tiltaksorientert overvåking og konsekvensundersøkelse. SFT-overvåkingsrapport 535/93, NIVA-løpenr. 2951, 43 s.
- Kaste, Ø., Aanes, K.J. og Lindstrøm, E.A. 1994. Otra 1993. Tiltaksorientert overvåking og konsekvensundersøkelse av industriutslipp. SFT-overvåkingsrapport 576/94, NIVA-løpenr. 3109, 44 s.
- Lande, A. og Grande, M. 1986. Otra 1985. Tiltaksorientert overvåking. SFT-overvåkingsrapport 249/86, NIVA-løpenr. 1912. 40 s.
- Traaen, T.S. og Johannessen, M. 1988. Tiltak for å bedre vannkvaliteten i Otravassdraget. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Rapport 301/88. NIVA-løpenr. 2069, 29 s.
- Tryland, Ø. 1981. Nedre Otra. Undersøkelser av utslipp fra treforedlingsindustri, 1980. Overvåkingsrapport 13/81. NIVA-løpenr. 1312. 27 s.
- Wright, R. F. 1983. Øvre Otra. Samspill forsuring-regulering på strekningen Hartevatn- Sarvsfoss. Overvåkingsrapport 77/83. NIVA-løpenr. 1483, 23 s.
- Wright, R.F. og Grande, M. 1981. Otra 1980. Rutineovervåking. SFT-overvåkingsrapport 6/81, NIVA-løpener. 1298, Oslo. 55 s.
- Wright, R.F., Grande, M., Brettum, P., Løvik, J.E., Romstad, R. og Martinsen, K. 1983. Otra 1982. Rutineovervåking. SFT-overvåkingsrapport 89/83, NIVA-løpenr. 1500. 66 s.

## 6.2. Primærdata, vannkjemi 1994.

Forklaring til tabellene:

<u>Tabellforkortelse:</u>		<u>Enhet:</u>
pH		- log [H <sup>+</sup> ]
ALK-E	alkalitet	µekv/l, titr. til pH 4.5 og korrigert til ekv.pkt.
K25	konduktivitet	mS/m, ved 25°C
Ca	kalsium	mg/l Ca
Mg	magnesium	mg/l Mg
Na	natrium	mg/l Na
K	kalium	mg/l K
SO4	sulfat	mg/l SO <sub>4</sub>
Cl	klorid	mg/l Cl
TOTN	tot. nitrogen	µg/l N
NO3N	nitrat	µg/l N
TOTP	tot. fosfor	µg/l P
PERM	org. stoff (KOF <sub>Mn</sub> )	mg/l O
RAL	reaktivt aluminium	µg/l Al
ILAL	ikke-labilt Al	µg/l Al
LAL	labilt Al	µg/l Al
Turb	turbiditet	FTU
TOC	tot. organisk karbon	mg/l C

## 6.2 Primerdata, vannkjemi 1994

LOK	Dato	pH	ALK µekv/l	K25 mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	TOTP µg/l	PERM mg/l cod-mn	RAL µg/l	ILAL µg/l	LAL µg/l	TOC mg/l
535	26/01/94	6,10	17		0,89	0,25	1,56	0,12	1,5	2,7	200	110	2	1,5	45	30	15	1,5
535	21/02/94	6,21	21	1,63	0,87	0,24	1,52	0,14	1,0	2,9	155	110	2	1,0	30	25	5	1,6
535	15/03/94	6,22	20	1,81	0,99	0,26	1,60	0,18	1,0	3,0	150	130	2	1,0	60	45	15	1,9
535	18/04/94	5,97	17	2,27	1,20	0,32	1,91	0,26	2,2	3,5	240	220	4	1,7	75	70	5	1,5
535	17/05/94	5,07	2	2,02	0,48	0,21	1,48	0,14	1,0	2,6	245	160	2	3,1	185	100	85	2,0
535	14/06/94	5,41	2	1,12	0,41	0,15	0,95	0,12	1,0	1,7	150	110	2	1,8	120	55	65	1,8
535	13/07/94	5,71	3	1,19	0,44	0,16	0,89	0,13	1,2	1,5	145	95	2	1,3	70	55	15	0,7
535	15/08/94	6,02	11	1,77	0,69	0,22	1,30	0,18	2,2	2,3	215	130	3	1,4	55	35	20	1,1
535	14/09/94	5,57	2	1,76	0,61	0,16	0,95	0,12	2,0	1,4	185	95	5	4,0	125	85	40	2,8
535	17/10/94	6,11	12	1,97	0,72	0,20	1,17	0,15	1,5	2,0	170	130	4	1,1	40	35	5	1,4
535	15/11/94	5,29	2	1,59	0,72	0,21	1,16	0,10	2,0	1,8	210	80	3	6,4	195	120	75	4,5
535	12/12/94	5,63	5	1,87	0,82	0,22	1,17	0,15	2,0	2,0	230	130	2	3,4	120	65	55	1,9
	<b>Arsmiddel</b>	<b>5,78</b>	<b>10</b>	<b>1,73</b>	<b>0,74</b>	<b>0,22</b>	<b>1,31</b>	<b>0,15</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3</b>	<b>191</b>	<b>125</b>	<b>3</b>	<b>2,31</b>	<b>93</b>	<b>60</b>	<b>33</b>	<b>1,9</b>
	<b>Maks</b>	<b>6,22</b>	<b>21</b>	<b>2,27</b>	<b>1,20</b>	<b>0,32</b>	<b>1,91</b>	<b>0,26</b>	<b>2,2</b>	<b>3,5</b>	<b>245</b>	<b>220</b>	<b>5</b>	<b>6,40</b>	<b>195</b>	<b>120</b>	<b>85</b>	<b>4,5</b>
	<b>Min</b>	<b>5,07</b>	<b>2</b>	<b>1,12</b>	<b>0,41</b>	<b>0,15</b>	<b>0,89</b>	<b>0,10</b>	<b>1,0</b>	<b>1,4</b>	<b>145</b>	<b>80</b>	<b>2</b>	<b>1,00</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>0,7</b>
	<b>St.avvik</b>	<b>0,39</b>	<b>8</b>	<b>0,34</b>	<b>0,23</b>	<b>0,05</b>	<b>0,31</b>	<b>0,04</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>1</b>	<b>1,64</b>	<b>55</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>1,0</b>
492	10/01/94	5,85	7	2,17	0,87	0,26	1,55	0,17	2,0	2,9	260		4	1,3	60	25	35	1,6
492	15/02/94	5,93	14	1,47	0,82	0,24	1,55	0,14	2,0	2,9	240	125	3	1,1	55	35	20	1,6
492	15/03/94	5,89	12	1,79	0,89	0,25	1,64	0,19	1,5	3,0	190	155	2	1,4	80	55	25	2,5
492	11/04/94	5,58	4	2,42	0,97	0,29	1,77	0,28	3,0	3,2	330	220	5	2,7	145	75	70	2,1
492	17/05/94	5,63	5	1,92	0,80	0,23	1,48	0,16	1,0	2,8	225	140	2	1,9	105	65	40	1,1
492	14/06/94	5,57	4	1,81	0,79	0,25	1,52	0,23	2,2	2,9	270	170	3	2,4	130	85	45	2,1
492	11/07/94	5,39	2	1,63	0,67	0,23	1,47	0,19	2,2	2,6	240	145	4	2,4	130	100	30	2,6
492	15/08/94	5,63	6	1,73	0,60	0,20	1,33	0,19	2,5	2,3	320	130	5	1,8	70	40	30	1,7
492	14/09/94	5,70	3	1,60	0,62	0,20	1,27	0,19	2,2	2,2	230	135	3	2,6	90	60	30	2,0
492	11/10/94	5,98	13	2,98	0,92	0,23	1,39	0,18	2,0	2,5	220	160	6	1,9	80	65	15	2,4
492	14/11/94	5,58	9	1,80	0,79	0,23	1,44	0,19	2,0	2,6	240	140	6	2,2	100	55	45	1,8
492	12/12/94	5,95	18	2,19	0,81	0,24	1,92	0,18	2,2	2,6	270	140	2	3,3	90	65	25	1,7
	<b>Arsmiddel</b>	<b>5,72</b>	<b>8</b>	<b>1,96</b>	<b>0,80</b>	<b>0,24</b>	<b>1,53</b>	<b>0,19</b>	<b>2,1</b>	<b>2,7</b>	<b>253</b>	<b>151</b>	<b>3</b>	<b>2,08</b>	<b>95</b>	<b>60</b>	<b>34</b>	<b>1,9</b>
	<b>Maks</b>	<b>5,98</b>	<b>18</b>	<b>2,98</b>	<b>0,97</b>	<b>0,29</b>	<b>1,92</b>	<b>0,28</b>	<b>3,0</b>	<b>3,2</b>	<b>330</b>	<b>220</b>	<b>6</b>	<b>3,30</b>	<b>145</b>	<b>100</b>	<b>70</b>	<b>2,6</b>
	<b>Min</b>	<b>5,39</b>	<b>2</b>	<b>1,47</b>	<b>0,60</b>	<b>0,20</b>	<b>1,27</b>	<b>0,14</b>	<b>1,0</b>	<b>2,2</b>	<b>190</b>	<b>125</b>	<b>2</b>	<b>1,10</b>	<b>55</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>1,1</b>
	<b>St.avvik</b>	<b>0,19</b>	<b>5</b>	<b>0,42</b>	<b>0,12</b>	<b>0,02</b>	<b>0,18</b>	<b>0,04</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>40</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>0,64</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>15</b>	<b>0,4</b>

6.2 Primaerdata, vannkjemi 1994

LOK	Dato	pH	ALK µekv/l	K25 mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	TOTP µg/l	PERM mg/l	RAL µg/l	ILAL µg/l	LAL µg/l	TOC mg/l
460	19/01/94	6,02		2,19	1,02	0,28					235		2	1,8				1,6
460	15/02/94	5,78		2,02	0,98	0,27					215		1	1,5				1,3
460	16/03/94	5,57		2,32	1,00	0,31					275		3	1,3				1,7
460	13/04/94	5,49		2,70	1,01	0,30					345		3	2,5				2,7
460	20/06/94	5,57		1,89	0,83	0,24					220		2	1,9				1,4
460	18/07/94	5,50		1,82	0,78	0,23					230		2	1,2				1,5
460	17/08/94	5,78		1,74	0,75	0,23					300		2	1,4				1,5
460	14/09/94	5,11		2,09	0,87	0,26					240		4	4,8				3,7
460	12/10/94	5,56		1,63	0,86	0,29					295		4	3,5				1,9
460	16/11/94	5,45		1,99	1,01	0,28					275		3	3,0				2,9
460	14/12/94	5,36		2,05	0,93	0,25					263		3	2,25				2,5
<b>Arsmiddel</b>		<b>5,56</b>		<b>2,04</b>	<b>0,91</b>	<b>0,27</b>					<b>263</b>		<b>3</b>	<b>2,25</b>				<b>2,1</b>
<b>Maks</b>		<b>6,02</b>		<b>2,70</b>	<b>1,02</b>	<b>0,31</b>					<b>345</b>		<b>4</b>	<b>4,81</b>				<b>3,7</b>
<b>Min</b>		<b>5,11</b>		<b>1,63</b>	<b>0,75</b>	<b>0,23</b>					<b>215</b>		<b>1</b>	<b>1,21</b>				<b>1,3</b>
<b>St.avvik</b>		<b>0,24</b>		<b>0,30</b>	<b>0,10</b>	<b>0,03</b>					<b>42</b>		<b>1</b>	<b>1,13</b>				<b>0,8</b>
458	15/02/94	5,69																
458	16/03/94	5,62																
458	13/04/94	5,77																
458	10/05/94	5,63																
458	20/06/94	5,43																
458	18/07/94	5,43																
458	17/08/94	5,04																
458	14/09/94	5,09																
458	12/10/94	5,15																
458	16/11/94	5,54																
458	14/12/94	5,29																
<b>Arsmiddel</b>		<b>5,43</b>																
<b>Maks</b>		<b>5,77</b>																
<b>Min</b>		<b>5,04</b>																
<b>St.avvik</b>		<b>0,25</b>																

6.2 Primærdato, vannkjemi 1994

LOK	Dato	pH	ALK µekv/l	K25 mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	TOTP µg/l	PERM mg/l	RAL µg/l	ILAL µg/l	LAL µg/l	TOC mg/l
457	19/01/94	5,89		2,45	1,08	0,44					260		3	2,3				2,4
457	15/02/94	5,62		2,38	1,11	0,35					240		2	2,9				2,4
457	16/03/94	5,62		2,49	1,07	0,38					285		3	2,1				2,3
457	13/04/94	5,42		3,01	1,12	0,33					355		4	3,1				3,4
457	20/06/94	5,40		2,27	0,88	0,35					260		3	3,3				2,7
457	18/07/94	5,22		3,10	1,00	0,83					265		9	4,2				3,8
457	17/08/94	5,45		2,92	0,94	0,73							7	5,6				4,7
457	14/09/94	5,10		2,42	0,96	0,55				315			7	7,8				6,1
457	12/10/94	5,40		2,12	0,87	0,41				270			4	3,4				3,2
457	16/11/94	5,68		2,21	1,11	0,49				325			10	5,4				4,1
457	14/12/94	5,19		2,34	0,97	0,35				270			3	4,2				3,7
	<b>Arsmiddel</b>	<b>5,45</b>		<b>2,52</b>	<b>1,01</b>	<b>0,47</b>				<b>285</b>			<b>5</b>	<b>4,02</b>				<b>3,5</b>
	<b>Maks</b>	<b>5,89</b>		<b>3,10</b>	<b>1,12</b>	<b>0,83</b>				<b>355</b>			<b>10</b>	<b>7,77</b>				<b>6,1</b>
	<b>Min</b>	<b>5,10</b>		<b>2,12</b>	<b>0,87</b>	<b>0,33</b>				<b>240</b>			<b>2</b>	<b>2,08</b>				<b>2,3</b>
	<b>St.avvik</b>	<b>0,24</b>		<b>0,34</b>	<b>0,09</b>	<b>0,17</b>				<b>36</b>			<b>3</b>	<b>1,68</b>				<b>1,2</b>
450	19/01/94	5,72	37	2,49	1,12	0,39	2,46	0,20	3,1	3,3	265	149	3	4,1	83	59	24	2,4
450	15/02/94	5,67	41	2,37	1,10	0,37	2,29	0,19	2,9	3,2	225	138	3	2,7	55	34	21	2,3
450	16/03/94	5,50	32	2,79	1,15	0,47	2,52	0,25	3,7	3,7	320	180	9	3,2	106	45	61	2,5
450	13/04/94	5,32	34	3,08	1,11	0,36	2,45	0,25	3,4	3,6	360	225	6	3,1	120	69	51	3,5
450	10/05/94	5,43		2,31	0,93	0,39	1,94	0,19	2,9	2,7	285	155	4	3,2	92	46	46	2,6
450	20/06/94	5,37	39	2,45	0,92	0,45	2,18	0,19	3,9	3,0	250	129	4	3,6	79	37	42	2,7
450	18/07/94	5,78	53	2,48	0,94	0,55	2,30	0,20	3,5	2,7	265	103	5	4,4	50	44	6	3,8
450	17/08/94	5,95	49	2,66	0,97	0,57	2,57	0,24	4,6	2,7		87	7	4,8	45	32	13	3,9
450	14/09/94	5,12	35	2,34	0,92	0,32	1,82	0,24	3,2	2,3	320	124	6	5,9	141	86	55	4,7
450	12/10/94	5,27	34	2,19	0,89	0,46	1,69	0,19	3,9	2,4	255	113	4	3,5	96	50	46	3,0
450	16/11/94	5,39	44	2,32	1,14	0,41	2,24	0,26	3,5	2,9	315	160	5	5,0	137	87	50	3,9
450	14/12/94	5,43		2,25	1,02	0,36	2,00	0,28	3,1	2,6	270	160	7	1,7	124	86	38	3,8
	<b>Arsmiddel</b>	<b>5,50</b>	<b>40</b>	<b>2,48</b>	<b>1,02</b>	<b>0,43</b>	<b>2,21</b>	<b>0,22</b>	<b>3,5</b>	<b>2,9</b>	<b>285</b>	<b>144</b>	<b>5</b>	<b>3,76</b>	<b>94</b>	<b>56</b>	<b>38</b>	<b>3,3</b>
	<b>Maks</b>	<b>5,95</b>	<b>53</b>	<b>3,08</b>	<b>1,15</b>	<b>0,57</b>	<b>2,57</b>	<b>0,28</b>	<b>4,6</b>	<b>3,7</b>	<b>360</b>	<b>225</b>	<b>9</b>	<b>5,91</b>	<b>141</b>	<b>87</b>	<b>61</b>	<b>4,7</b>
	<b>Min</b>	<b>5,12</b>	<b>32</b>	<b>2,19</b>	<b>0,89</b>	<b>0,32</b>	<b>1,69</b>	<b>0,19</b>	<b>2,9</b>	<b>2,3</b>	<b>225</b>	<b>87</b>	<b>3</b>	<b>1,70</b>	<b>45</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>2,3</b>
	<b>St.avvik</b>	<b>0,24</b>	<b>7</b>	<b>0,25</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>	<b>0,29</b>	<b>0,03</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>40</b>	<b>37</b>	<b>2</b>	<b>1,14</b>	<b>33</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>0,8</b>



## 6.3. Middelkonsentrasjoner 1980-1994

	pH					KOF-Mn, mg/L O				
	535	492	460	457	450	535	492	460	457	450
1980									5,34	4,59
1981								2,15	4,60	4,33
1982								2,31	4,30	4,46
1983								2,15	3,63	3,97
1984	5,63		5,49	5,07	5,15	1,56		1,92	4,75	5,21
1985	5,78	5,45	5,50	5,01	5,00	2,28		2,14	5,38	4,87
1986	5,84	5,72	5,53	5,16	5,10	1,79	1,84	2,07	4,57	4,88
1987	5,58	5,47	5,48	5,00	5,08	2,29	2,32	2,12	6,09	6,02
1988	5,72	5,38	5,35	5,03	5,06	2,26	2,21	2,27	6,45	5,09
1989	5,62	5,61	5,58	5,21	5,20	2,89	1,61	1,71	5,09	4,66
1990	5,74	5,60	5,53	5,32	5,34	2,61	1,73	1,94	4,21	4,45
1991	5,79	5,74	5,55	5,21	5,19	2,57	1,65	2,36	4,71	5,24
1992	5,83	5,70	5,61	5,26	5,28	2,30	1,98	1,92	3,98	3,57
1993	5,86	5,56	5,59	5,40	5,37	1,69	1,90	1,80	3,18	3,17
1994	5,78	5,72	5,56	5,45	5,50	2,31	2,08	2,25	4,02	3,76
	NO3-N, µg/L					Ca, mg/L				
	535	492	460	457	450	535	492	460	457	450
1984	115		137	126	106	0,87		0,97	1,04	1,05
1985	108				120	0,88		0,93	1,01	1,05
1986	135		153	114	142	0,87		0,94	1,02	1,06
1987	115		137	83	124	0,79		0,98	1,07	1,17
1988	158		152	154	137	0,91		0,87	0,94	0,97
1989	157				130	0,92		0,85	0,93	0,96
1990	140				115	0,79		0,76	0,89	1,02
1991	194				115	0,90		0,86	0,98	1,01
1992	105	130	112	109	125	0,81	0,79	0,90	1,01	1,05
1993	101	119			115	0,78	0,83	0,96	1,07	1,11
1994	125	151			144	0,74	0,80	0,91	1,01	1,02
	Tot N, µg/L					SO4, mg/L				
	535	492	460	457	450	535	492	460	457	450
1980				385	378					
1981			320	316	346					
1982			344	362	381					
1983			339	295	324					
1984	291		334	328	333	1,21		3,20		4,19
1985	227	280	299	299	314	1,64				5,05
1986	226	256	306	290	286	1,98		2,30		4,45
1987	255	292	279	282	293	2,82		2,80		9,43
1988	362	287	283	281	289	2,43		2,80		4,16
1989	391	262	252	270	269	2,25				4,10
1990	417	239	222	233	232	2,11				3,78
1991	369	237	222	248	241	2,34				4,33
1992	226	217	221	227	227	2,17	2,40	2,40	3,40	3,60
1993	169	211	224	239	233	1,6	2,1			3,3
1994	191	253	263	285	285	1,6	2,1			3,5

	Tot P, $\mu\text{g/L}$				
	<b>535</b>	<b>492</b>	<b>460</b>	<b>457</b>	<b>450</b>
1980				11	13
1981			6	8	8
1982			6	9	11
1983			5	7	10
1984	4		5	7	8
1985	3	3	5	8	9
1986	4	5	6	7	9
1987	6	4	5	8	9
1988	9	4	4	8	6
1989	8	4	4	6	6
1990	5	3	5	6	8
1991	5	4	4	6	6
1992	4	3	3	5	5
1993	3	4	2	4	4
1994	3	3	3	5	5

#### 6.4. Begroingsorganismer i Otra.

Tidsrom: 1993 (7/7 og 5/9) og 1994 (16/7 og 30/9) (Tegnforklaring, se vedlegg 6,5).

	Juli								September							
	st.1		st.2		st.3		st.4		st.1		st.2		st.3		st.4	
	93	94	93	94	93	94	93	94	93	94	93	94	93	94	93	94
<b>Blågrønnalger (Cyanophyceae)</b>																
Meripuntum				x				x		x						
Scytonema mirabile	1	2						1	xx	1	1					
Scytonema sticticum	1	xx						1	1	1	1		1	x	x	1
Stigonema mamillatum	5	5			1					5	5				1	xx
Urocyonidium cocconeum		x			1				xx		xx	1	xx		xx	
Urocyonidium yatrii							1					1				
<b>Grønnalger (Chlorophyceae)</b>																
Binodinium tectum	xx	xx		xx	x	xx	1	1	1	1		xx		xx	1	xx
Bulbochorda		x					xx			1						
Closterium																xx
Cosmarium	xx	x	xx	xx	x			x	xx	x				xx		x
Hormidium			1	1								1		xxx		
Micrasterion amoebum				x												x
Micrasterion paludosum	1	1	3	3	1	1	2	2	1	x	1	1	1		1	1
Miropus paludosum	1	1	1	x	1	1	x	1								xxx
Mougeotia	x	x			x		x	x		xx				xx	x	xx
Mougeotia (15u)							x		xx					x		x
Netrium									xx		xx		xx			
Oedogonium				x			x								1	
Penium	xx	x	x		x		xx	x	x	xxx		xx		xxx		xxx
Urocyonidium cocconeum					xx				xx							xxx
Zygnema		xx		x					30							
Zygnema sp3	4	4						x	3	4	1			xx	1	1
<b>Euglenophyceae (Euglenophyceae)</b>																
Trachelium			x	x	x					x		x		xx		x
<b>Gulgrønnalger (Xanthophyceae)</b>																
Xanthidium sp1	x	x	xxx	xxx	xx	xx	xx	x		xxx						
<b>Moser (Bryophyta)</b>																
Blimm					1											
Fontinalis			2	1	3	3	2	2			2	2	3	3	1	1
Hygrohypnum				2			1				1	1			1	1
Marsipposium	3	2							3	2						
Nardophyllum	3	4							3	3						
Scapanus	2	1			4	2	1	1	2	1			4	3	1	1
Urocyonidium levanderi			2	2		1	2	1			2	1			2	2
<b>Nedbrytere/konsumeter</b>																
Bakterie agg			1	1	1	2	xxx	xxx							2	xxx
Bakterie sta			1	xxx	1	xx	xxx	xx			xxx		xxx		xxx	
Bakterie trå			xx	xx	xx	xx	xx	xx								
Jern agg					1	xx										
Fusa aquatica % dekning			30	40	20	30	10	30			80	80	40	70	20	50
Sopp hyf			1	1	1	xxx		xx	x		x	x	xx	xx	xxx	xx
Sopp spo											x	x				x
Flag far			xx	xx	xx	xx		xx	xx		xx			xx		xx
Ciliat	x		xx	xx	xx	xxx		xx	x					x		x
<b>Diverse</b>																
Fibre	xx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	x	x	xxx	xx	xxx	xx	xxx	xx

## 6.5. Kiselalger i begroingsprøver fra Otra.

Tidsrom: 1993 ( 7/7 og 5/9) og 1994 (16/7 og 30/9).

Kiselalge-kode	Juli								September								
	st.1		st.2		st.3		st.4		st.1		st.2		st.3		st.4		
	93	94	93	94	93	94	93	94	93	94	93	94	93	94	93	94	
Achnantz								x									
Amph hem	x																
Anom bra	x	x			x		xx	xx	xx	xx	x	xx	x		x	x	
Anom vit		x															
Cylo cos	x								x								
Cymbelz				x				x		x	x		x		x	x	
Euno bil	x	xx			x		xx	xx	x	xx				x	x		
Euno exi	xx	xxx	xx	xxx	xx	xx	xx	xx			x	x	xx		xx		
Euno mei	xx	x				x	x	x		x				x		xx	
Euno nya				x		x				xxx				x			
Euno pec			x	xx	xx	xx	xx				x	x	xxx	xx	xxx	xx	
Euno ven	x	x	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxxx	xx	xxxx		xxxx	x	
Eunotiaz	xx	xx				x	xx		xx	xx		xx	x	x	xx	x	
Frus rho					x	x					x						
Fr rh;sa	x	x	x	xx	xx	x	xx	xx	xx	x	x		xx		xx		
Navi kra				x	x				x								
Navi sub	x									x							
Naviculz	x	x	x		x										xx	x	
Nitzschz									x								
Peroniaz	xx	xx	x			xx		x	xx	x		x					
Pinn hil			x				xx	xx						x			
Pinnulaz	xx	x	xx	xx						x			x		xx		
Sten int	x	x															
Tabe bin														x			
Tabe flo	xxx	xxxx	xx	xxxx	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	xxx	x	x	xxx	xxx	xxxx	xxx	
Tabe qua	x	x					x		x	x			x	xx	x		
Uide pen	xx	x					x									x	
Totalt artsantall	17	15	9	9	10	10	12	11	11	13	8	7	10	9	12	9	

### Mengdeangivelse, vedlegg 6.4:

Tall angir % av elveleiet dekket av begroing. *Dekningsgrad*: **1**: >5%, **2**: 5-10%, **3**: 10-20%, **4**: 20-50%, **5**: 50-100%  
Organismer som vokser blant/på større organismer er angitt med: **xxxx**: hyppig, **xxx**: vanlig, **xx**: sparsom, **x**: sjelden

### Mengdeangivelse, vedlegg 6.5:

x: sjelden, xx: sparsom, xxx: vanlig, xxxx: hyppig, xxxxx: dominerende