



Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport 733/98

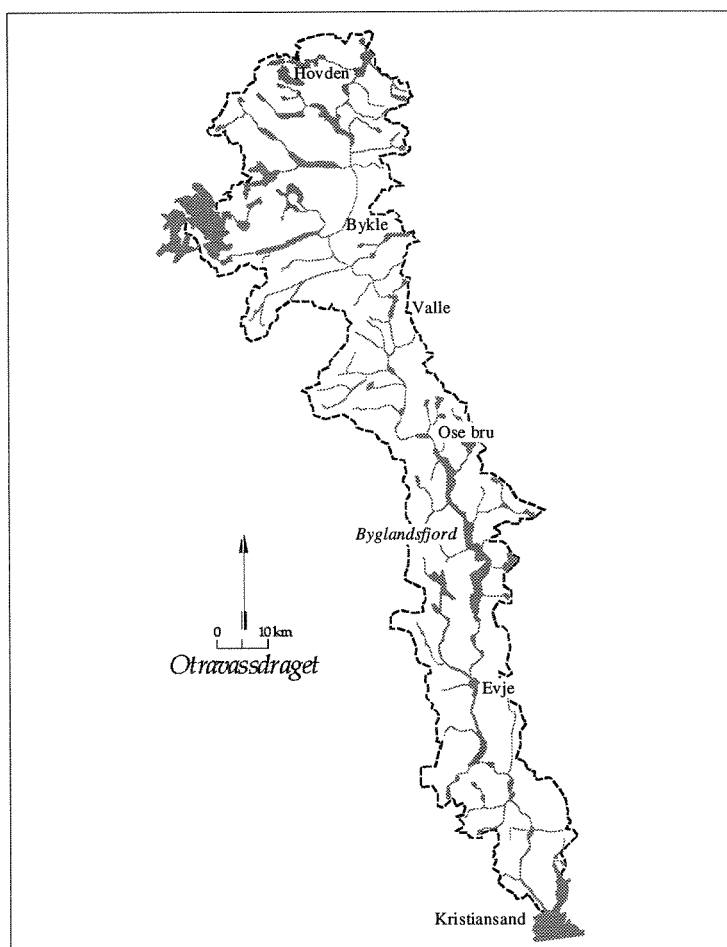
Oppdragsgivere

Statens forurensningstilsyn

Utførende institusjon

Norsk institutt for vannforskning

Tiltaksorientert overvåking av Otra 1997



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Tiltaksorientert overvåking av Otra i 1997. (<i>Measure-oriented monitoring in River Otra, 1997</i>)	Løpenr. (for bestilling) 3883-98	Dato Mai 1998	
	Prosjektnr. O-97034	Sider 47	Pris kr 75,-
Forfatter(e) Kaste, Ø., Lindstrøm, E.A. og Aanes, K.J	Fagområde Vassdragsundersøk.	Distribusjon	
	Geografisk område Agder	Trykket NIVA	

Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn og Vassdragsrådet for Nedre Otra.	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Otra overvåkes årlig for å registrere eventuelle endringer i forurensningssituasjonen. Elva var i 1997 ubetydelig påvirket av næringssalter, men fortsatt markert påvirket av forsurening. Strekningen nedstrøms Vigeland var moderat påvirket av organisk stoff. Siden midten av 1980-tallet er surheten redusert på alle stasjoner, og konsentrasjonene av fosfor, nitrogen og organisk stoff betydelig redusert nedstrøms Vigeland. Nedre del av Otra var i 1997 moderat til markert påvirket av tarmbakterier.</p> <p>Enkelte periodiske forekomster av soppen <i>Fusarium aqueductum</i> nedstrøms Vigeland tyder på at det fortsatt kan skje mindre utslipp fra industrien. Begroingssamfunnet nedstrøms industribedriftene er imidlertid i ferd med å normaliseres, men det er registrert økte forekomster av forsuringbegunstigete trådformete grønnalger. Bunndyr-samfunnet nedstrøms Vigeland bærer fortsatt preg av overgjødning og forsuring; og det ser derfor ikke ut til å ha respondert på de store utslippsreduksjonene i industrien ennå.</p> <p>Det anbefales videre arbeid med forurensningsbegrensende tiltak i vassdraget, samt undersøkelse av fiskebestander og hygieniske forhold i nedre Otra. Overvåkingen anbefales videreført på dagens nivå.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Forurensningsovervåking 2. Treforedlingsindustri 3. Vannkraftutbygging 4. Sur nedbør 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pollution monitoring 2. Pulp and paper industry 3. Hydro power development 4. Acid precipitation
---	---


Øyvind Kaste

Prosjektleder

ISBN 82-577-3468-3


Dag Berge
Forskningssjef

Tiltaksorientert overvåking av Otra i 1997

Forord

Den rutinemessige overvåkingen av Otra er en del av Statlig program for forurensningsovervåking som administreres av Statens forurensnings-tilsyn (SFT). I perioden 1992-1996 ble overvåkingen samkjørt med en konsekvensundersøkelse av industriutslipp til Otra, finansiert av Hunsfos Fabrikker A/S, Norsk Wallboard A/S, SFT og Vassdragsrådet for Nedre Otra. Overvåkingen i 1997 har vært finansiert av de to sistnevnte institusjonene.

Gunnar Ose har tatt prøvene ved Ose, og teknisk etat i Evje og Hornnes kommune har tatt prøvene ved Evje. Vannprøver fra nedre Otra er samlet inn av Magne Aadnevik, Kristiansand Ingeniørvesen. Alle vannkjemiske analyser er foretatt på NIVAs laboratorium i Oslo. Bakterierprøvene fra nedre Otra er analysert av Næringsmiddeltilsynet i Vest-Agder.

Karl Jan Aanes har gjennomført bunndyrundersøkelsene og skrevet kapittelet om bunndyr. Eli-Anne Lindstrøm har gjennomført begroingsundersøkelsene og skrevet kapittelet om begroing.

Grimstad, mai 1998

Øyvind Kaste

Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn og mål	8
1.2 Områdebeskrivelse	8
1.3 Materiale og metoder	11
1.4 Hydrologi	12
2. Vannkvalitet	14
2.1 Næringssalter	14
2.2 Organisk stoff	17
2.3 Tarmbakterier	20
2.4 Forsuring	21
2.5 Klassifisering av vannkvalitetstilstand i 1997	24
3. Bunndyr	25
3.1 Innledning	25
3.2 Resultater	25
4. Begroing	31
4.1 Innledning	31
4.2 Resultater	31
5. Anbefalinger	36
6. Referanser	36
Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem	38
Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi og bakterier	39
Vedlegg C. Primærdata - begroing	43
Vedlegg D. Ubearbeidet bunndyr-materiale	47

Sammendrag

Hovedformålet med overvåkingen i Otravassdraget er å registrere eventuelle endringer i forurensningssituasjonen, spesielt i den nedre delen av elva. Undersøkelsene nedenfor Venneslafjorden er rettet inn mot å dokumentere vannkjemiske og biologiske endringer i Otra som resultat av reduserte industri- og kloakkutslipp. Med etableringen av en avskjærende industriavløpsledning i juni 1995 ble nær alle industriutslipp ført direkte til Kristiansandsfjorden. Tiltaket representerte en umiddelbar avlastning av Otra som resipient, noe som har hatt stor betydning for vannkvaliteten.

Vannkvalitet

Samtlige undersøkte stasjoner var ubetydelig påvirket av næringssalter (klasse I, "meget god"), men markert påvirket av forsuring (klasse III, "mindre god"). De to øverste stasjonene, Ose og Evje, var ubetydelig påvirket av organisk stoff (klasse I, "meget god"), mens de to nederste stasjonene, Oppstrøms Hunsfoss og Skråstad, var moderat påvirket (klasse II, "god"). Strekingen fra Steinsfoss (innløp Venneslafjorden) til Kvarstein bro var moderat påvirket av tarmbakterier (klasse II, "god"). Fra Kvarstein bro og nedover var elva markert påvirket av tarmbakterier (klasse III, "mindre god").

Det har vært en positiv vannkvalitetsutvikling i Otra på 1990-tallet. Konsentrasjonene av fosfor, nitrogen og organisk stoff er betydelig redusert nedstrøms Vigeland siden midten av 1980-tallet, og surheten har avtatt på alle de undersøkte stasjonene. Hovedårsaken til den positive utviklingen mht. fosfor er at det er gjennomført betydelige forurensningsbegrensende tiltak på kommunal sektor. Avtaket i total nitrogenkonsentrasjon skyldes sannsynligvis at nivået på 1980-tallet var kunstig høyt pga. sprengningsarbeider i forbindelse med vannkraftutbygging i Øvre Otra. Nitrogenkonsentrasjonene har imidlertid vist en tendens til økning igjen de siste 4 årene, muligens pga. økt lekkasje av atmosfærisk tilført nitrogen.

Utslppsreduksjoner i treforedlingsindustrien og etablering av Otra-ledningen i 1995 er hovedårsaken til den reduserte organiske belastningen i nedre del av Otra. Den midlere KOF-konsentrasjonen ved Skråstad var i 1997 ubetydelig høyere enn ved referansestasjonen oppstrøms industribedriftene. Den positive pH-trenden skyldes en kombinasjon av ledningstiltaket og at svovelnedfallet over landsdelen er redusert de siste 10 årene. I 1997 ble det for første gang registrert høyere middel-pH ved Skråstad enn på stasjonen oppstrøms Hunsfoss. Redusert surhet og minkende konsentrasjoner av giftig, labilt aluminium har medført bedre livsvilkår for vannlevende organismer (inkl. fisk) i Otra. Det er imidlertid fortsatt tvilsomt om aluminiumskonsentrasjonene er tilstrekkelig lave til at en unngår skader på organismelivet, spesielt den sårbare laksesmolten.

Bunndyr

Sammensetningen av bunnfaunaen på stasjonen oppstrøms Hunsfoss viser et typisk utløpspåvirket bunndyrsamfunn (utløp Venneslafjorden). Undersøkelsene de siste årene kan tyde på at det har vært en bedring i vannkvaliteten og da særlig knyttet til vannets surhetsgrad, men resultatene viser ennå et samfunn som er forsuringsskadet. Fjærmygglarver har vært den dominerende dyregruppen i bunndyrfaunaen gjennom undersøkelsesperioden 1987 - 1997. Andre vanlige grupper har vært rundmarker, børstemarkar, vannmidd, vårfluer og steinfluer. I materialet som ble samlet inn i 1995, 96 og 97 ble døgnfluer igjen registrert i materialet, riktignok bare med noen få individer. Steinfluefaunaen hadde under prøvetakingen i 1997 en tetthet som i 1995, men var i perioden 1995 til 1997 representert bare med en enkelt art *Leuctra fusca*. Ellers ble det ved årets undersøkelse registrert to "nye" grupper i bunnfaunaen som ikke er blitt registrert de siste årene. Tettheten av bunndyr på stasjonen oppstrøms Hunsfoss var i 1997 betydelig høyere enn de to foregående årene. Dette skyldes særlig en stor tetthet av fjærmygglarver i 1997.

På stasjonen nedstrøms Vigeland var tettheten av bunndyr i 1997 omtrent som på stasjonen ovenfor. Sammensetningen domineres også her av en betydelige tetthet av fjærmygglarver, men også grupper

som rundmarker og fåbørstemarker har stor tetthet på denne stasjonen. Bunndyrsamfunnets oppbygning på stasjonen nedstrøms Vigeland synes fortsatt å indikere markert tilførsel av næringssalter og organisk materiale. Det er derfor foreløpig ikke registrert noen stor endring av samfunnet som følge av de store utslippsreduksjonene fra industrien de siste årene. Dette kan ha sammenheng med at bunnsubstratet fortsatt bærer preg av den store forurensningsbelastningen Otra har vært utsatt for tidligere. Sammensetningen av bunndyrsamfunnet er i utgangspunktet påvirket av den generelle forsureningen av vassdraget.

Begroing

Oppstrøms Hunsfoss har begroingssamfunnet vært nær uendret siden regelmessige undersøkelser startet i 1992. Det har stor mengdemessig forekomst og er preget av forsureningstolerante alger og moser. Den trådformede grønnalgen *Zygonium* "sp3" har hatt særlig stor forekomst og har dekket det meste av utløpsområdet fra Venneslafjorden i hele perioden. Denne algen har masseforekomst i mange forsuredde vassdrag i Sør-Norge. Forurensningsømfintlige alger, eksempelvis blågrønnalgen *Stigonema maillousum*, har imidlertid også hatt stor forekomst.

Begroingssamfunnet i Otra nedstrøms Vigeland var tidligere sterkt preget av soppen *Fusarium aqueductum*. Fra og med høsten 1995 er den mer eller mindre forsvunnet fra vassdraget. Mindre, periodiske forekomster av *Fusarium* og diverse fibre tilsier imidlertid at det fremdeles kan skje mindre industriutslipp. Nedstrøms Vigeland er det øvrige begroingssamfunnet i ferd med å normaliseres, vanlige begroingsorganismer er under etablering og artsmangfoldet har økt markert.

Siden den avskjærende ledningen nedstrøms industribedriftene ble anlagt i 1995, opptrer det nå regelmessige masseforekomster av trådformede grønnalger nedstrøms industribedriftene. Dette ble observert første gang i 1996 og var enda mer utpreget i 1997. Det er ikke, som forventet, *Zygonium* "sp3" som har etablert seg, men en annen forsuringbegunstig trådformet grønnalge *Microspora palustris* med varieteten *minor*. De massive grønnalgeforekomstene som nå opptrer i nedre deler av Otra bidrar til å redusere vassdragets rekreasjonsverdi.

Anbefalinger

De store vannkvalitetsforbedringene på 1990-tallet har medført at Otra nå er blitt en mer attraktiv elv for allmennheten, f.eks. til bading, fiske og rekreasjon. De ulike brukerinteressene medfører høye krav til vannkvalitet og til de estetiske forholdene omkring elva, og overvåkingsdataene for 1997 viser at det fortsatt er et stykke igjen før økosystemene i nedre Otra kommer i balanse etter flere titalls år med sterk forurensningsbelastning. I tiden framover anbefales derfor:

- fortsatt arbeid med forurensningsbegrensende tiltak på kommunal sektor og i industrien:
 - tiltak mot overløp fra det kommunale kloakkledningsnett,et,
 - arbeid mot at alle utslipp fra treforedlingsindustrien skal gå i Otra-ledningen,
 - redusere faren for støtutslipp til elva.
- gjenopprettelse av stasjon for kontinuerlig pH-registrering nedstrøms industribedriftene - for å kunne dokumentere effekter av eventuelle støtutslipp til elva,
- gjennomføring av bakteriologiske (badevanns-) undersøkelser i nedre Otra,
- kartlegging av fiskebestandene i nedre Otra, inkludert dokumentasjon på hvorvidt elva produserer levedyktig laksesmolt,
- fortsatt overvåking av vannkjemi, bunndyr og begroing.

Summary

Title: Measure-oriented monitoring in River Otra, 1997.
Year: 1998
Authors: Kaste, Ø., Lindstrøm, E.A., and Aanes, K.J
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3468-3

River Otra has been a part of the National Environmental Monitoring Programme since 1980. The main objective of the monitoring is to observe possible changes in water quality and biology, especially in the lower parts of the river system.

In 1997, the four monitoring sites in Otra were only slightly affected by nutrients, but still markedly affected by acidification. Whereas the two upper sites, Ose and Evje, were slightly affected by organic material, the two lower sites, upstream Hunsfoss and at Skråstad, were moderately affected. Otra downstream Venneslafjorden was moderately to markedly affected by coliform bacteria.

It has been a positive water quality development in River Otra during the 1990s. The concentrations of phosphorus, nitrogen and organic material have decreased markedly compared to the middle 1980s, and the acidity has decreased at all the investigated sites.

The benthic fauna downstream Vigeland is still affected by eutrophication and acidification. So far, no significant changes of the community is recorded, as a result of reduced pollution inputs.

Periodic presence of the fungus *Fusarium aqueductum* downstream Vigeland indicate that pollution inputs from the pulp and paper industry still occur. Since 1996, mass occurrences of filamentous, acid-tolerant green algae are observed. Beyond that, the remaining periphyton community is about to normalise after several years of severe pollution.

Based on the monitoring data we recommend further work with pollution-reducing measures and investigations on fish stocks and bathing water quality in Otra downstream Vennesla. We also recommend that the monitoring programme on water quality, invertebrates and periphyton is continued at the same level as in 1997.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og mål

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 presentert i Kaste et al. (1997a). Den nedre delen av Otra har, inntil etableringen av den nye avskjærende industriavløpsledningen i 1995, vært preget av organisk belastning og syreutslipp fra industrien ved Vennesla. Vassdraget er ellers forsuret på grunn av langtransporterte forurensninger. 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.

Mål

Målet med tiltakene i Otra er først og fremst å få forurensningsbelastningen ned, øke vassdragets rekreasjonsverdi og gjøre elva levelig for laks og aure. Redusert forurensningsbelastning gir grunnlag for reetablering av en variert bunndyrfauna som igjen er næringsgrunnlag for fiskebestandene.

Hovedformålet med overvåkingen i Otravassdraget er å registrere eventuelle endringer i forurensningssituasjonen, spesielt i den nedre delen av elva. Undersøkelsene nedenfor Venneslafjorden er spesielt rettet inn mot å dokumentere vannkjemiske og biologiske endringer i Otra som resultat av reduserte industri- og kloakkutslipp. Resultatene fra overvåkingen danner grunnlag for eventuelle tiltak mot forurensning.

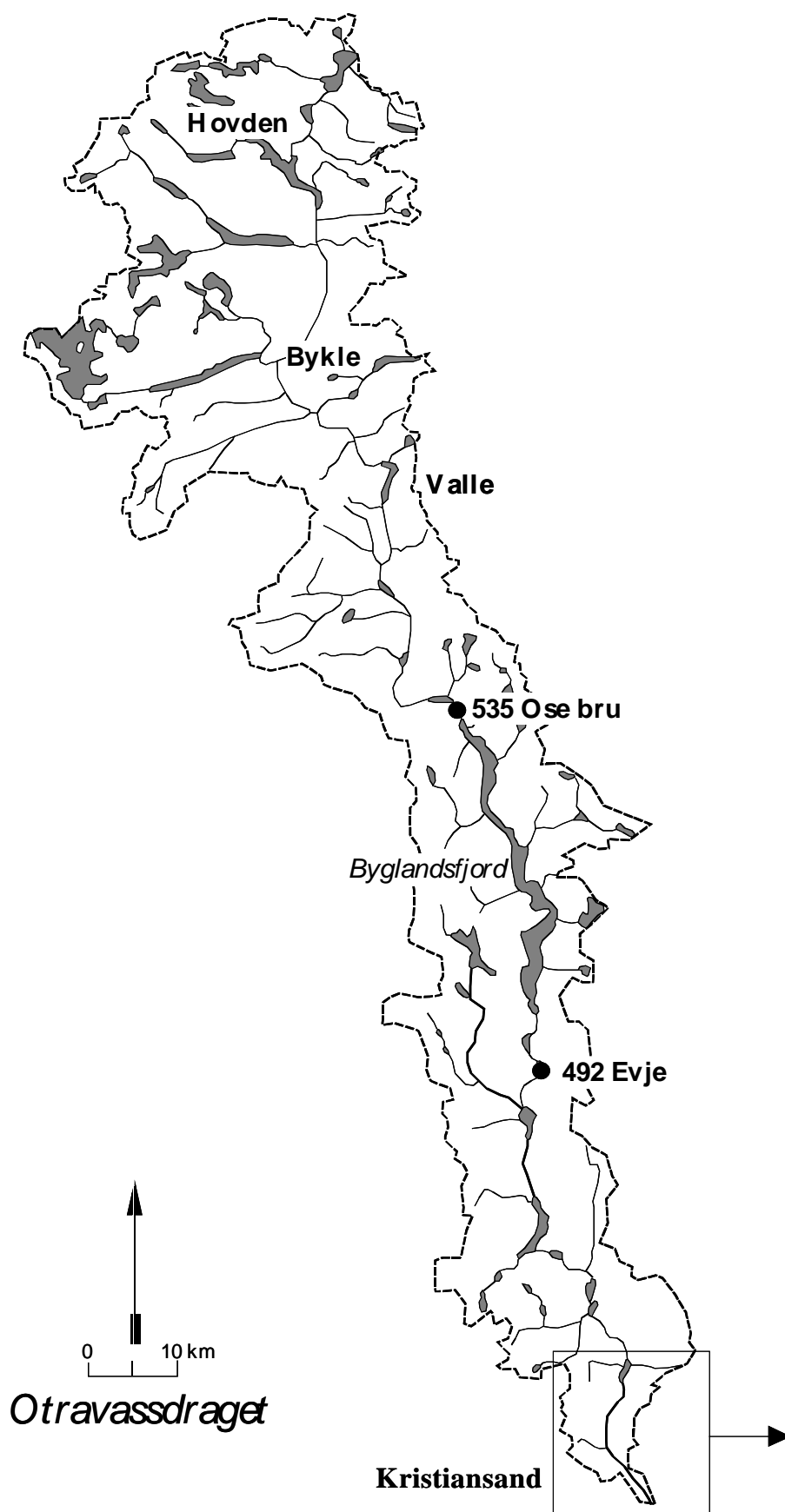
1.2 Områdebeskrivelse

Otravassdraget har et naturlig nedbørfelt på 3738 km² 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. Byglandsfjorden er største innsjø i hovedvassdraget (ca. 35 km lang). Middelvannføringen (perioden 1930-1960) er 117 m³/s ved utløpet av Byglandsfjorden og 155 m³/s ved utløpet i Kristiansandsfjorden. **Figur 1** viser øvre og nedre deler av Otra med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.

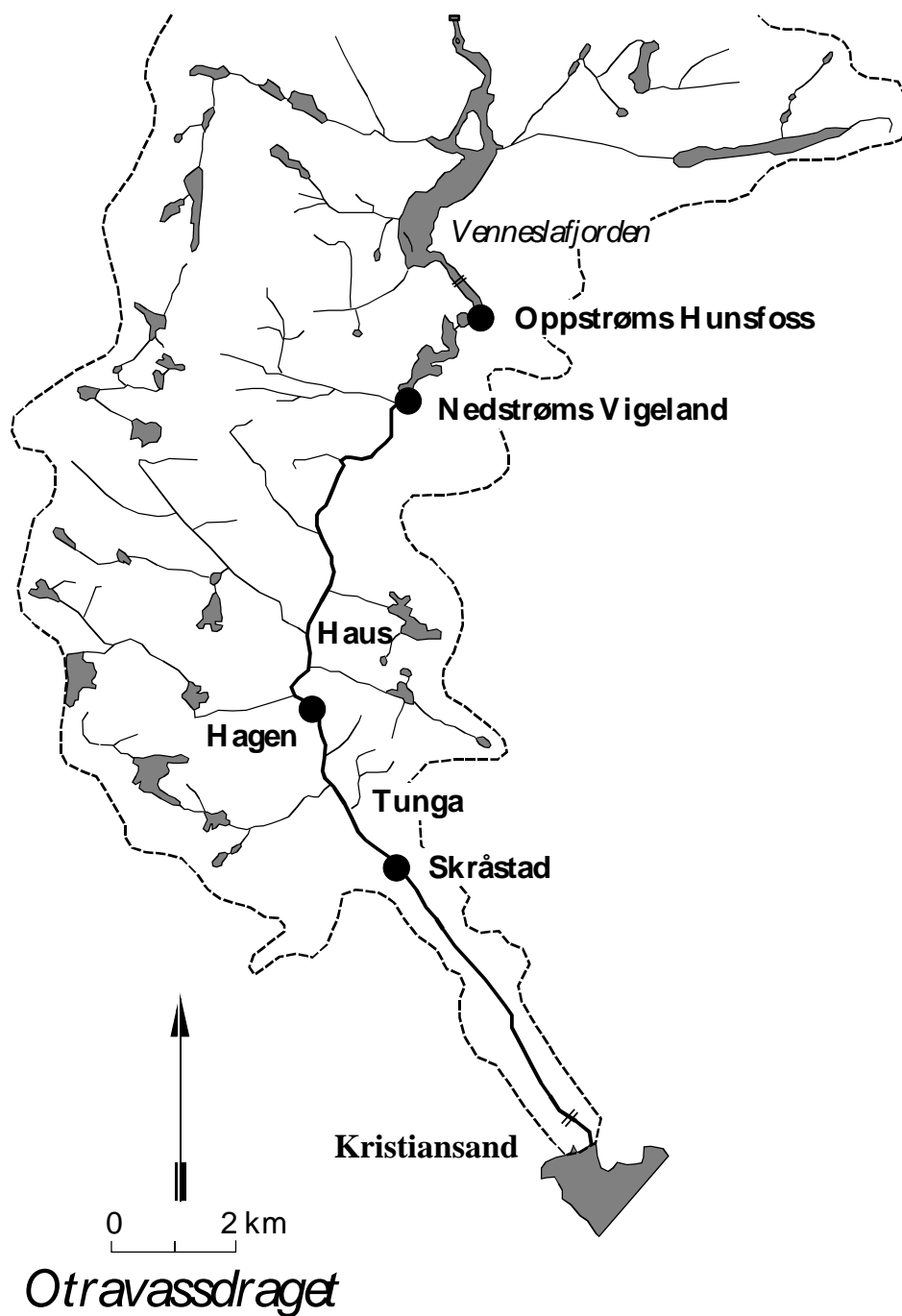
Det går en geologisk grense gjennom Vatnedalen mellom Bykle og Hovden. Bergartene i nedbørfeltet sør for Vatnedalen består vesentlig av gneis og granitt, som gir saltfattig avrenningsvann og lav motstandsevne mot forsuring. Nord for Vatnedalen finnes metamorfe og sedimentære bergarter. Videre finnes 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. 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 for 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 m³/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 m³/s både sommer og vinter. Hvis Otra var uregulert ville midlere lavvannføring ved utløpet være omkring 13 m³/s (Hindar et al. 1991).



Figur 1 a. Otra med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner (markert med ●).



Figur 1 b. Nedre Otra med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner (markert med ●).

En fyldigere områdebeskrivelse, samt en oversikt over brukerinteresser og forurensningskilder er gitt i Kaste et al. (1996).

1.3 Materiale og metoder

Vannkjemi

Prøvene analyseres ved NIVAs laboratorium i Oslo. Det er tatt månedlige prøver fra følgende stasjoner:

ID-nr:	Stasjoner	UTM	Kartblad	Analyseparametre
535	Ose bru	245-352	1412 I	Lang serie
492	Evje	290-913	1512 III	Lang serie
460	Oppstrøms Hunsfoss	397-592	1511 IV	Kort serie
450	Skråstad	383-503	1511 III	Lang serie

Kort serie: pH, konduktivitet, kalsium, magnesium, total fosfor, total nitrogen, kjemisk oksygenforbruk (KOF), totalt organisk karbon (TOC).

Lang serie: Kort serie + alkalitet, natrium, kalium, nitrat, sulfat, klorid, reaktivt aluminium, ikke-labil aluminium

Tarmbakterier

Det er analysert månedlige prøver fra stasjonene 460 Oppstrøms Hunsfoss og 450 Skråstad. I tillegg ble det i perioden 12. juni - 12. august tatt hyppigere prøver fra i alt 11 stasjoner på strekningen fra Steinsfossen (innløp Venneslafjorden) til Otras utløp ved Kristianssand. Prøvene er analysert ved Næringsmiddeltilsynet i Vest-Agder. Følgende stasjoner er inkludert (fra nord til sør):

St. nr	Navn	Tidsrom	Ant. prøver
0	Steinsfossen	26.06-16.07	4
1	Nesane	26.06-16.07	4
2	Brannstasjonen (tilsv. stasjonen O. Hunsfoss)	01.01-31.12	14
3	Vigeland	26.06-16.07	4
4	Skjebua	26.06-16.07	4
5	Kvarstein bro	26.06-16.07	4
6	Hagen	12.06-12.08	9
7	Skråstad	01.01-31.12	19
8	Påskeberget	12.06-12.08	9
9	Gyldenløvesgt. (tidl. st. Tordenskjoldsgt.)	12.06-12.08	9
10	Tangen	12.06-12.08	9

Bunndyr

Bunndyrprøvene som her er bearbeidet ble samlet inn på de to hovedstasjonene i Otra oppstrøms Hunsfoss og nedstrøms Vigeland. Den øverste stasjonen er lokalisert langs vestre elvebredd like nedenfor utløpet av Venneslafjorden (UTM 593 396). Denne lokaliteten har vært benyttet som prøvetakingssted for bunndyr siden 1983. Elva går her over et bunnsstrat av stein, grus og sand, med en del innslag av krypsiv, alger og mose. Den andre stasjonen er plassert nedstrøms Vigeland, langs østre elvebredd (UTM 573 386). Bunnsstratet består her hovedsakelig av stein, grus og noe sand, samt en del mose.

Bunndyrprøvene som er bearbeidet, vurdert og sammenstilt i denne rapporten ble samlet inn den 9. 07.1997. I den pågående overvåkingsperioden for nedre deler av Otra er dette det 10. året hvor det

er hentet inn bunndyrprøver fra stasjonene oppstrøms og nedstrøms Hunsfoss og alle prøvetakingene er foretatt i juli. (12.08.87, 30.07.89, 30.07.90, 07.07.91, 06.07.92, 11.07.93, 08.07.94, 10.07.95, 13.07.1996 og 09.07.1997). Prøvene er samlet inn ved hjelp av en standardisert metode (Norsk Standard nr. 4719). Det er brukt en elvehåv med maskevidde 250 µm og prøvetakingens varighet var 3 ganger ett minutt. Prøvene ble konservert i 70% etanol. Opptelling og bestemmelse av arter og grupper ble utført ved NIVAs laboratorium i Oslo.

I tillegg til det ordinære overvåkingsprogrammet er det samlet inn supplerende bunndyrprøver (flere stasjoner, samt en ekstra runde om våren). Dette er beskrevet nærmere i **vedlegg D**.

Begroing

Det samles prøver på fire stasjoner, 1 oppstrøms og 3 nedstrøms industribedriftene:

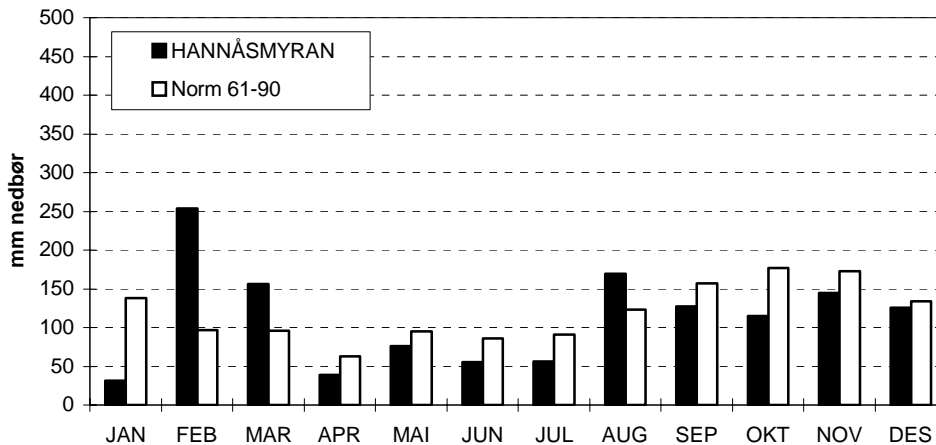
St. 1. Oppstrøms Hunsfoss (utløp Venneslafjorden)

St. 2 - 4. Stasjoner nedstrøms industribedriftene (st.2 Vigeland, st.3 Hagen, st.4 Skråstad)

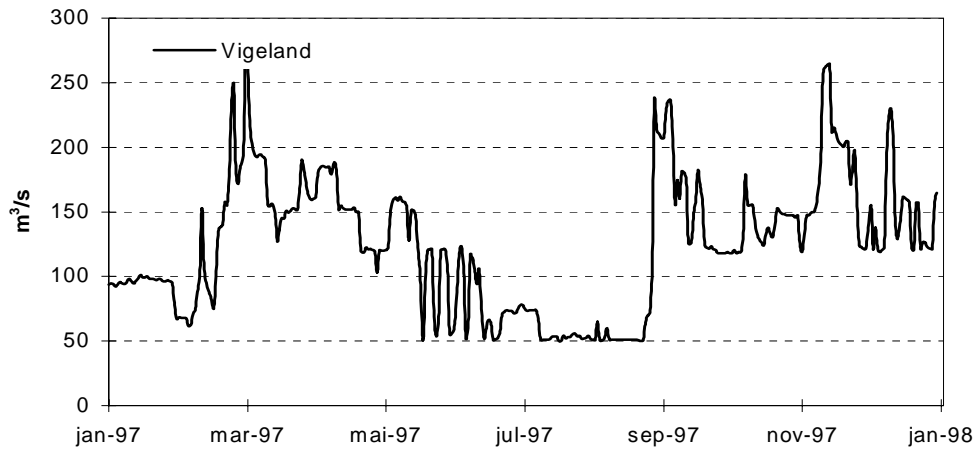
Prøvene samles inn 2 ganger pr. år (juli og sept.) for å undersøke eventuelle årstidsvariasjoner i begroing. Det legges vekt på å studere utviklingen av soppen *Fusarium aqueductum*. Prøvene blir tatt på samme måte og på samme lokaliteter hvert år, slik at det er mulig å trekke sammenlikninger.

1.4 Hydrologi

Meteorologisk stasjon Hannåsmyran:	Årsnedbør 1997:	1349 mm
	Normalt:	1430 mm
	% av normalen:	94



Figur 2. Månedlig nedbør i 1997 ved meteorologisk stasjon Hannåsmyran. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 1998).



Figur 3. Vannføring (døgnverdier) ved Vigeland i 1997 (NVE 1998).

2. Vannkvalitet

2.1 Næringsalter

Fosfor

Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner av fosfor i avrenning fra utmarksområder på Sørlandet ligger på ca. 3-5 µg P/L, mens en i områder under marin grense må påregne noe høyere verdier, ofte omkring 8-12 µg/L (Bratli et al. 1995, Skjelkvåle et al. 1997). Hindar et al. (1993) har anslått at konsentrasjonen av total fosfor i Otra ville ligget omkring 3 µg/L, uten innvirkning fra menneskelig aktivitet i nedbørfeltet.

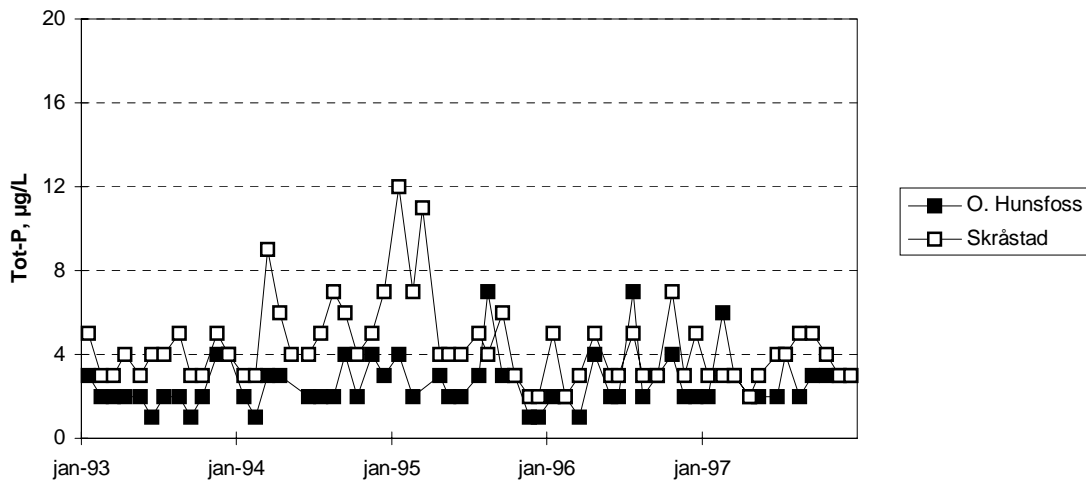
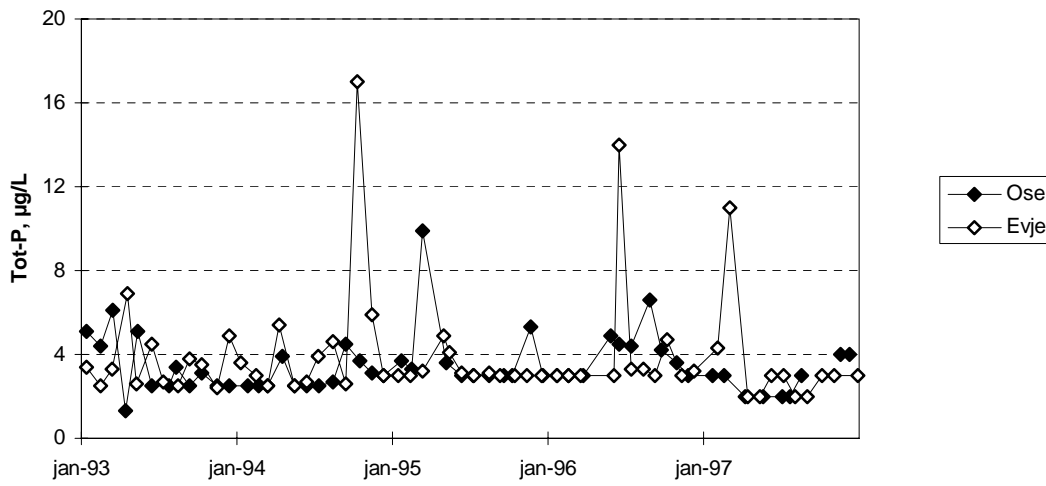
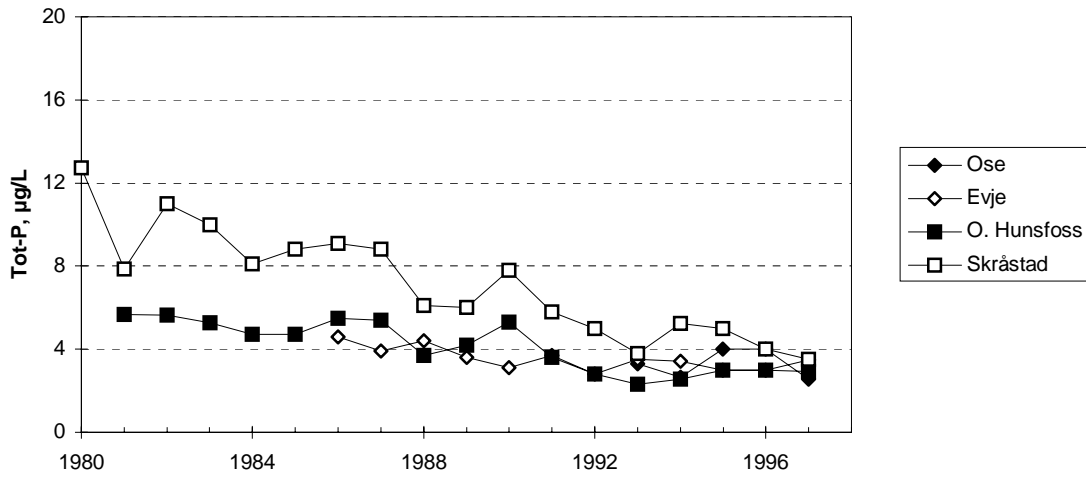
Årsmiddelkonsentrasjonene av total fosfor er betydelig redusert i den nedre delen av elva siden 1980 (**Figur 4**). Hovedårsaken til dette er at det er gjennomført betydelige forurensningsbegrensende tiltak på kommunal sektor. Spesielt tydelig er tendensen ved Skråstad, der årsmiddelkonsentrasjonene er halvert siden 1987 og nå ligger i underkant av 4 µg/L. Også på stasjonen oppstrøms Hunsfoss er det registrert gradvis avtakende fosforkonsentrasjoner i samme periode. Middelkonsentrasjonen i 1997 var 3 µg/L ved denne stasjonen. Ved Evje kan det synes å være et svakt avtak i fosforkonsentrasjonen siden 1986, men resultatene er ikke så klare som ved de to nederste stasjonene. Ved Ose er det for kort dataserie til å vurdere om det har vært noen tidsutvikling (stasjonen ble flyttet i september 1992).

Høyeste enkeltkonsentrasjon av total fosfor (11 µg/L) ble målt ved Evje i mars måned. I samme prøve ble det målt svært lav pH, høy TOC og høye konsentrasjoner av labilt aluminium. Vannkvaliteten tyder på at det har vært en flom i området på denne tiden, og den relativt høye fosforverdien kan derfor være forårsaket av overløp fra det kommunale kloaknettet. Ellers lå fosforkonsentrasjonene ved stasjonene Ose, Evje og oppstrøms Hunsfoss i området 2-4 µg/L. På den nederste stasjonen, Skråstad, steg fosforkonsentrasjonen opp til 5 µg/L utover sommeren. En av årsakene til dette er at det vanligvis kun går minstevannføring i elva (50 m³/s) på denne tiden av året (**Figur 3**).

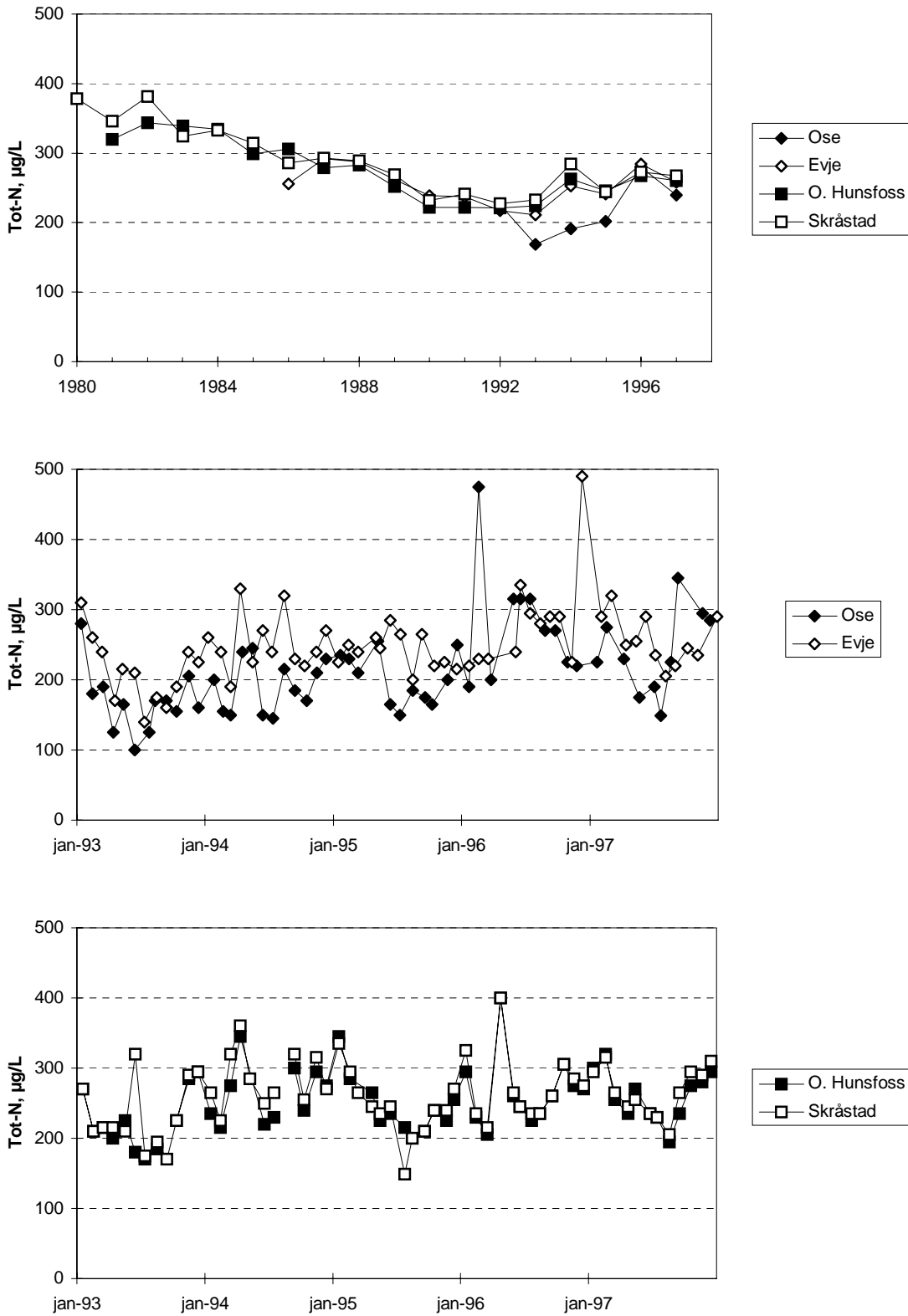
Nitrogen

Bakgrunnskonsentrasjoner av total nitrogen i bekker og innsjøer kan ligge opp mot 300-500 µg/L i utmarksområder på Sørlandet (Skjelkvåle et al. 1997). En stor del av dette nitrogenet stammer fra langtransportert forurenset luft og nedbør (Skjelkvåle 1997, Kaste et al. 1997b). Nitrogenfallet er høyest i de sørlige og sørvestlige delene av landet, og det er også her en finner de høyeste bakgrunns-konsentrasjonene av nitrogen i bekker.

Årsmiddelkonsentrasjonene av total nitrogen viste en nedadgående tendens ved samtlige stasjoner i perioden 1983-1990 (**Figur 5**). De høye konsentrasjonene av total nitrogen i Otra på begynnelsen av 1980-tallet skyldes sannsynligvis sprengningsarbeider i forbindelse med vannkraftutbygging i Øvre Otra (Lande 1986). På begynnelsen av 1990-tallet lå konsentrasjonene relativt stabilt på verdier like i overkant av 200 µg/L, mens de har ligget nærmere 300 µg/L de siste 4 årene. Som i andre større vassdrag på Sørlandet med store utmarksarealer, er nedbøren den klart dominerende nitrogenkilden (Hindar et al. 1989). I de senere år har de atmosfæriske nitrogentilførslene ligget på et relativt stabilt nivå (Skjelkvåle 1997), men små endringer i jordas evne til å binde atmosfærisk nitrogen (f.eks. begynnende nitrogen-metning) kan medføre store utslag på nitrogentransporten i et større vassdrag som Otra. Med den relativt store vannføringen i Otra hele året (minimum 50 m³/s ved Vigeland) skal det relativt store lokale tilførsler til før å endre konsentrasjonen i elva vesentlig. Nitrogenkonsentrasjonene endrer seg f.eks. svært lite på den tettbebygde og industridefinerte strekningen mellom utløpet av Venneslafjorden og Skråstad.



Figur 4. Total fosfor ved ulike stasjoner i Otra. **Øverst:** middelv verdier. **Midten og nederst:** enkeltmålinger i perioden 1993-1997.



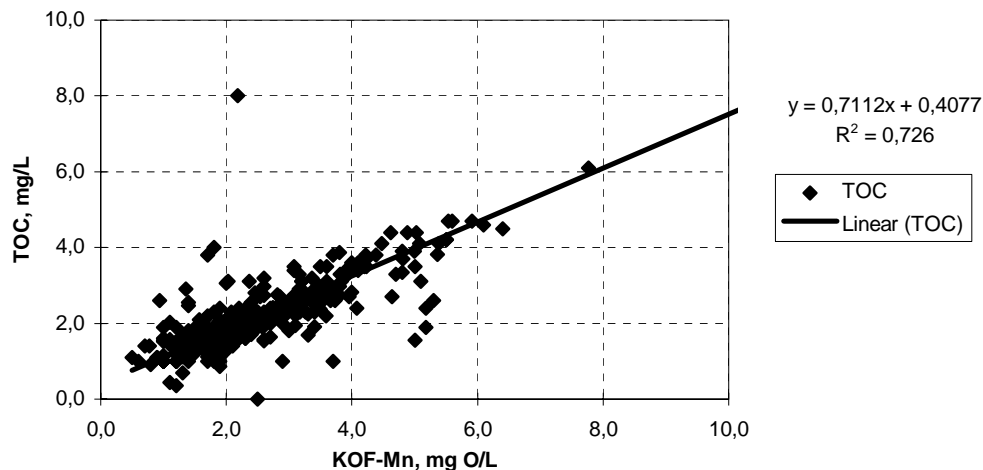
Figur 5. Total nitrogen ved ulike stasjoner i Otra. **Øverst:** middelvrdier. **Midten og nederst:** enkeltmålinger i perioden 1993-1997.

Nitrogenkonsentrasjonene varierte mellom 150 og 350 µg/L ved Ose og Evje og mellom 200 og 300 µg/L oppstrøms Hunsfoss og ved Skråstad i 1997. De laveste verdiene ble registrert på slutten av sommeren. Dette skyldes sannsynligvis opptak av nitrogen i både av land- og vannvegetasjon i løpet av vekstsesongen.

2.2 Organisk stoff

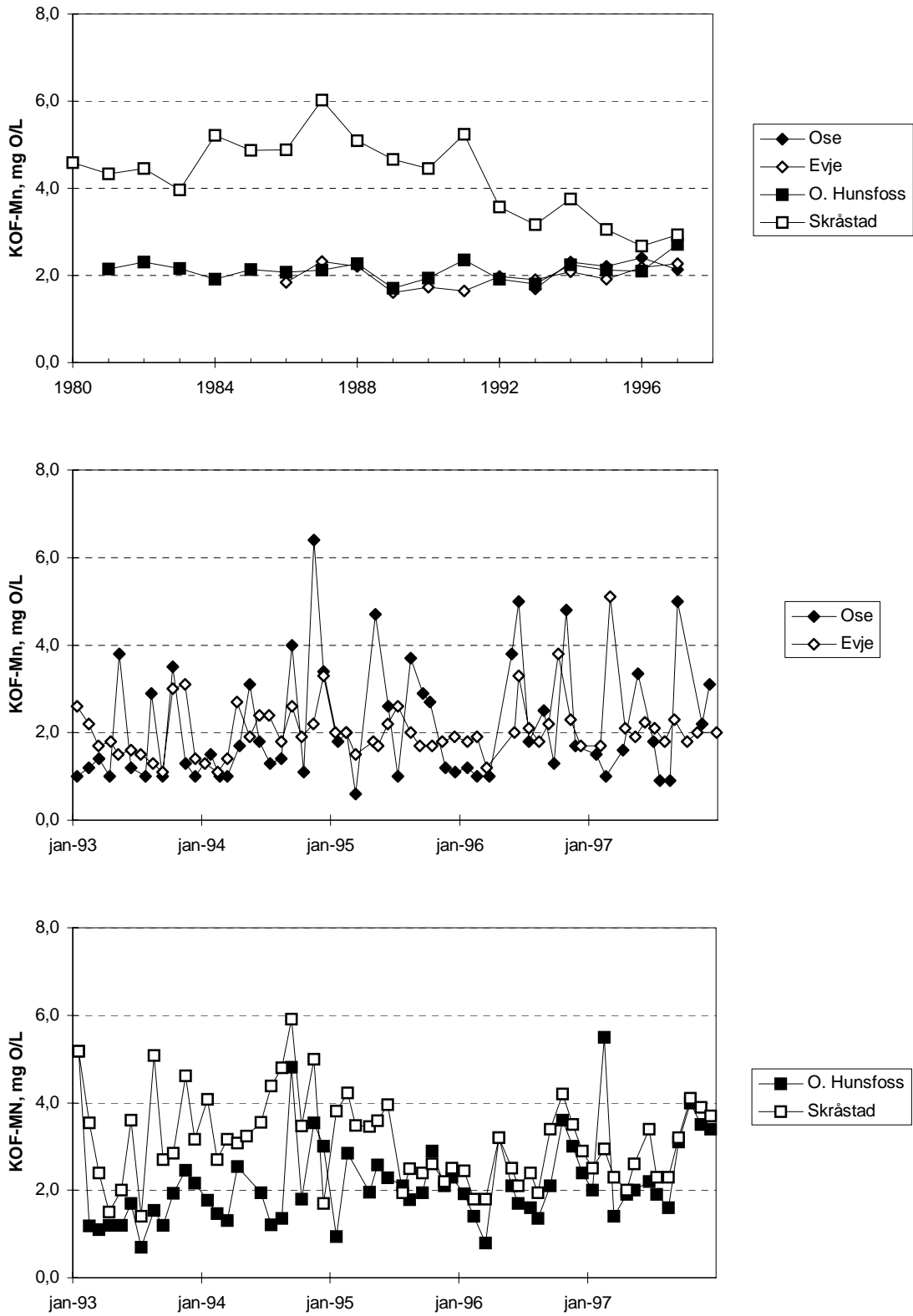
Treforedlingsindustrien i Vennesla-området har tidligere belastet Otra med store mengder organisk stoff i form av trefibermasse. Omfattende rensetiltak medførte gradvis reduserte utslipp i løpet av 1980- og 1990-tallet. Sommeren 1995 ble det tatt i bruk en avskjærende industriavløpsledning som fører det meste av industriutslippene direkte til Kristiansandsfjorden. Organisk stoff i vannet analyseres som kjemisk oksygenforbruk (KOF_{Mn}) og totalt organisk karbon (TOC). Ved siden av det organiske stoffet som tilføres vassdraget fra menneskelige kilder, finnes det også en del naturlig organisk materiale i vannet som bl.a. består av humusstoffer. Humus er tungt nedbrytbare organiske forbindelser som bl.a. gir den karakteristiske brune fargen på avrenningsvann fra myrområder. Otra er relativt lite humuspåvirket, med naturlige TOC-konsentrasjoner som vanligvis ligger under 3 mg/L.

Årsmiddelkonsentrasjonene for KOF har siden begynnelsen av 1980-tallet holdt seg relativt stabilt rundt 2 mg/l på stasjonene oppstrøms Hunsfoss (**Figur 7**). Denne verdien er tidligere brukt som et omtrentlig mål på det naturlige bakgrunnsnivået i elva (Hindar et al. 1993). I tidsrommet 1980-1992 har årsmiddelkonsentrasjonene i elva nedstrøms industribedriftene i Vennesla ligget betydelig over dette bakgrunnsnivået. Den høyeste årsmiddelkonsentrasjonen av KOF ved Skråstad (6 mg/L) ble registrert i 1988. I 1997 var til sammenligning den midlere KOF-konsentrasjonen ved Skråstad 2,9 mg/l, mens referansestasjonen oppstrøms Hunsfoss hadde 2,7 mg/l. Middelkonsentrasjonene av TOC ved Ose, Evje, oppstrøms Husfoss og Skråstad var hhv. 1,9, 2,0, 2,4 og 2,5 mg/L (**Figur 8**). KOF og TOC i elva er forholdsvis godt korrelert, se **Figur 6**.

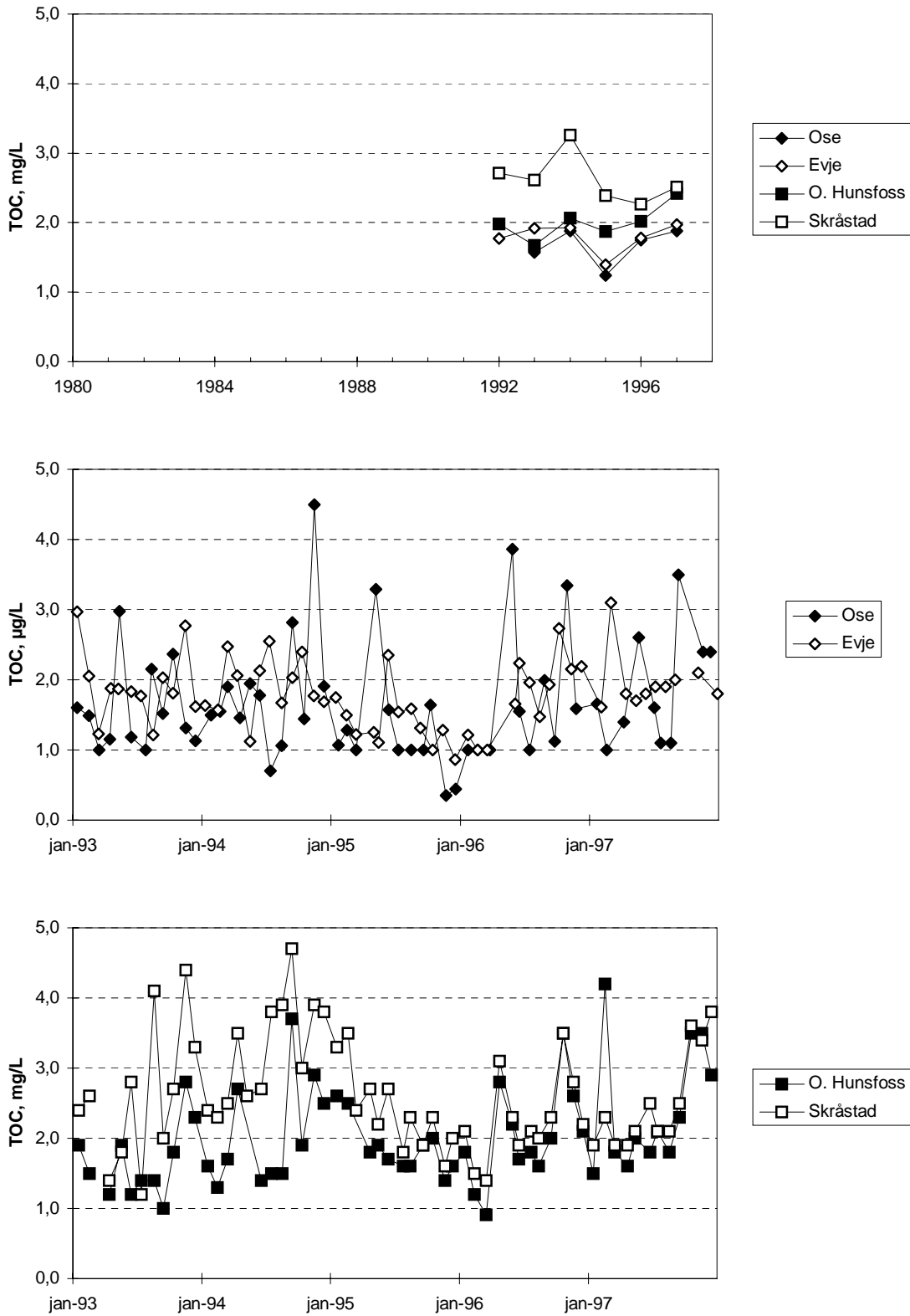


Figur 6. Sammenheng mellom KOF_{Mn} og TOC ved stasjonene i Otra i perioden 1992-1997.

Det er forholdsvis stor variasjon i konsentrasjonene av organisk stoff i elva, også på stasjonene oppstrøms industribedriftene (KOF: 1-5 mg/L, TOC: 1-4 mg/L). Dette skyldes i stor grad at humustilførslene til vassdrag ofte varierer med ulike vannførings- og klimaforhold. Ved stasjonen Skråstad, som ligger nedstrøms industribedriftene ble det i 1997 målt maksimalkonsentrasjoner av KOF og TOC på hhv. 4,1 og 3,8 mg/L.



Figur 7. Kjemisk oksygenforbruk ved ulike stasjoner i Otra. **Øverst:** middelverdier. **Midten og nederst:** enkeltmålinger i perioden 1993-1997.

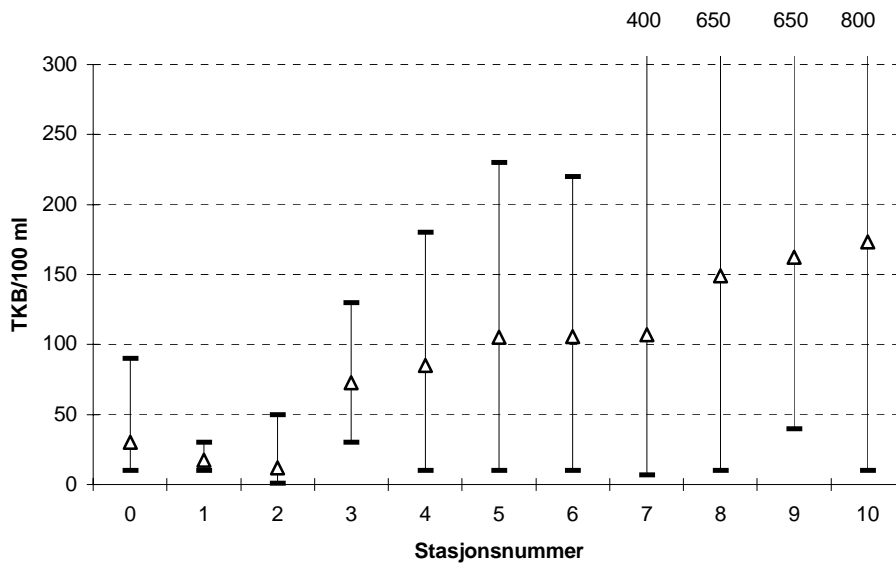


Figur 8. Totalt organisk karbon ved ulike stasjoner i Otrå. **Øverst:** middelværdier. **Midten og nederst:** enkeltmålinger i perioden 1993-1997.

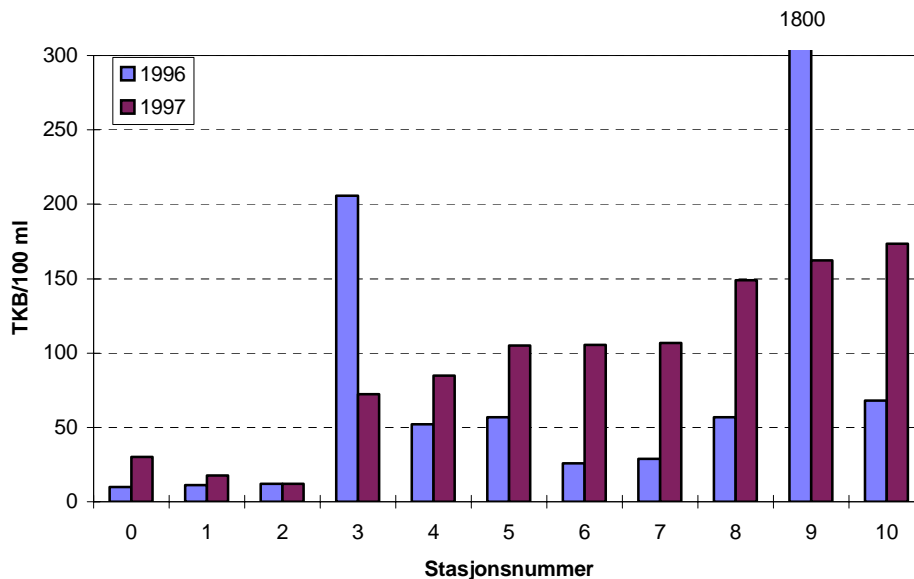
2.3 Tarmbakterier

Forekomst av termostabile koliforme bakterier (TKB) i vann er tegn på fersk fekal forurensning, enten fra mennesker eller dyr. I følge Folkehelsas krav må det ikke påvises TKB i noen prøver dersom vannet skal oppnå betegnelsen “god drikkevannskvalitet” (SIFF 1987). Folkehelsas kvalitetskrav til godt badevann er <100 TKB/100 ml som geometrisk middeltall for minst 5 prøver tatt i en 30 dagers periode (Statens helsetilsyn 1994). Grenseverdien kan bare overskrides med inntil 100% for høyst 10% av enkeltresultatene (SIFF 1976).

TKB-konsentrasjonene økte jevnt på hele strekningen mellom Venneslafjorden og utløpet i sjøen. På strekningen ned til stasjon 4 Skjebua lå middelkonsentrasjonene under 100 TKB/100 ml, noe som ifølge Folkehelsas kriterier kvalifiserer til betegnelsen “godt badevann”. Fra Kvarstein bro til utløpet i sjøen var badevannskvaliteten “mindre god” (> 100 TKB/100 ml i gjennomsnitt).



Figur 9. Forekomst av tarmbakterier på ulike stasjoner i nedre Otra (se avsnitt 1.3) for stasjonsoversikt. Figuren viser middelveier, samt høyeste og laveste verdi i løpet av undersøkelsen.



Figur 10. Tarmbakterier i nedre Otra - sammenligning av middelveier for 1996 og 1997.

Sammenlignet med 1996, ble det i 1997 generelt målt noe høyere bakteriekonsentrasjoner fra stasjon 4 Skjebua og nedover. Det ble målt lavere konsentrasjoner på stasjon 9 i 1997 etter at stasjonen ble flyttet fra Tordenskjoldsgate til Gyldenløves gate. Ved Vigeland (stasjon 3) var middelkonsentrasjonen under halparten av nivået i 1996. Dette kan muligens skyldes reduserte trefiberutslipp fra industrien (Jacobsen 1995).

2.4 Forsuring

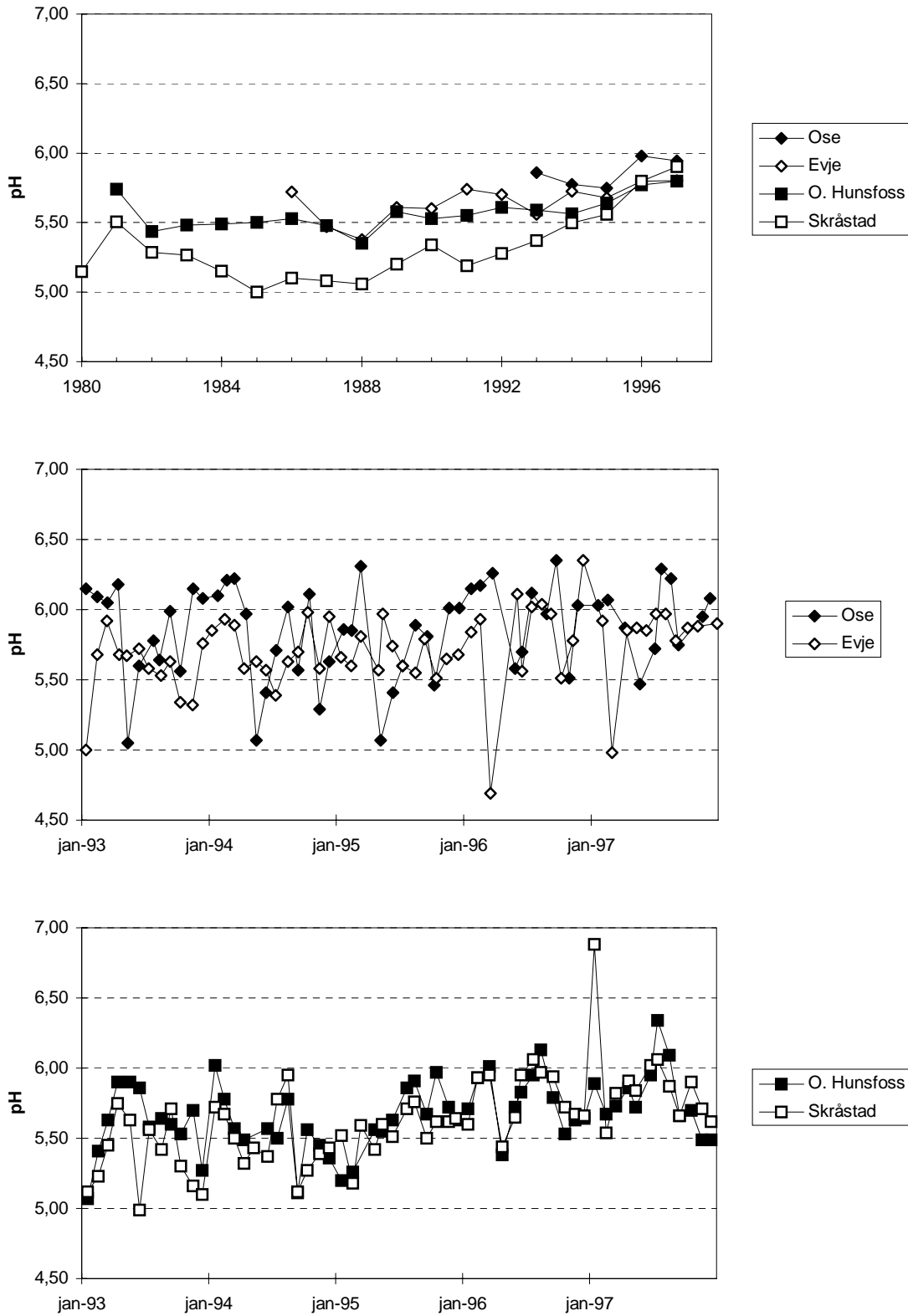
Svovel og nitrogen fra langtransportert forurenset luft og nedbør har ført til forsuring av mange vassdrag i Sør-Norge. Problemet er spesielt stort på Sørlandet og deler av Vestlandet hvor tilførslene av atmosfærisk svovel og nitrogen er store, samtidig som hard og kalkfattig berggrunn gir liten avsyringskapasitet (bufferevne). Surt vann (pH under 5,5) og høye aluminiumskonsentrasjoner har medført fisketomme vann mange steder. Som et resultat av internasjonale forhandlinger er svovelinholdet i nedbøren nå i ferd med å avta, og det er allerede registrert en svak pH-økning i vassdragene (Skjelkvåle 1997).

I Otra er det en klar nord-sør gradient mht. pH. Hovedelva fra Valle og oppover har stort sett pH-verdier over 6,0, mens forsuringen tiltar fra Bygland og sørover (Traaen & Johannessen 1987, Kaste & Håvardstun 1998). Forholdet skyldes dels at berggrunnen i de nordligste delene av vassdraget er mer kalkholdige og dels at dette området mottar betydelig mindre forurenset luft og nedbør enn de midtre og nedre delene.

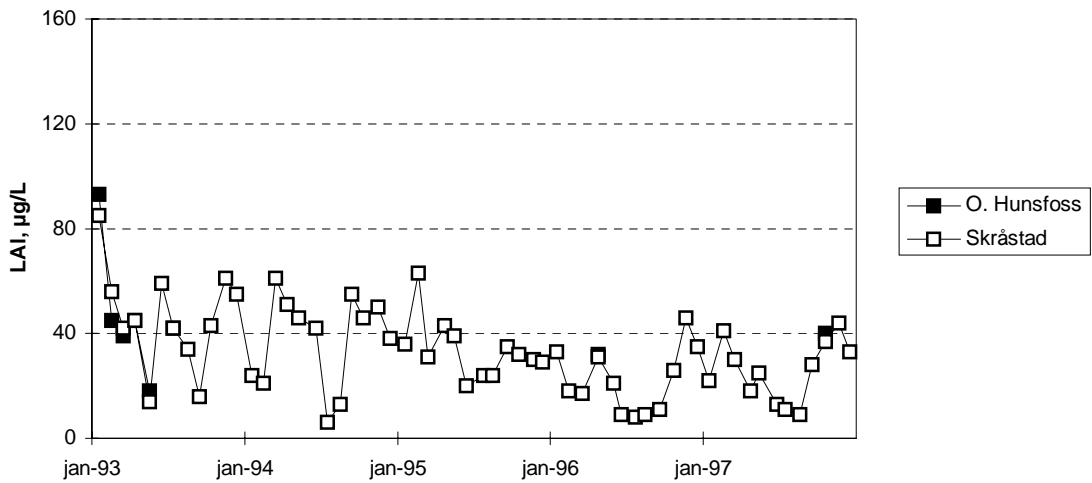
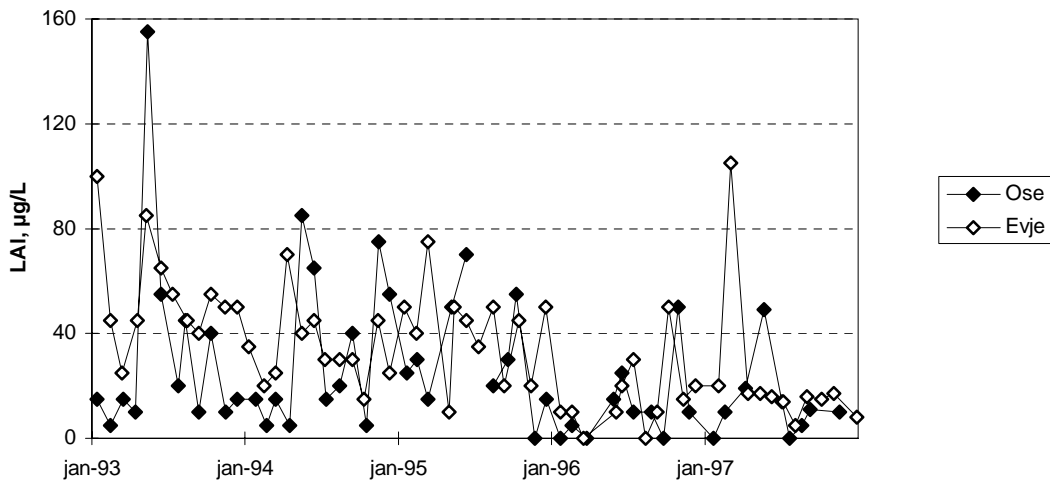
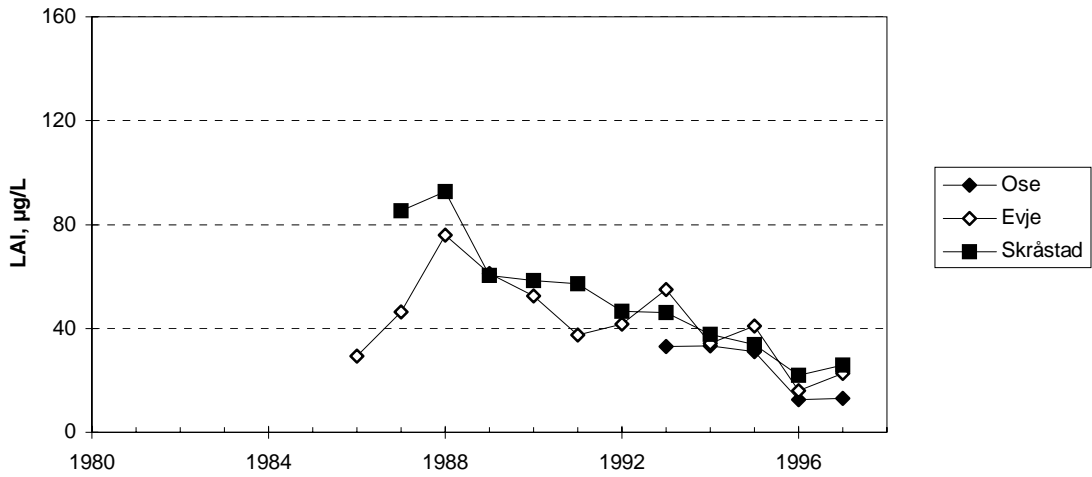
Nedre Otra har vært påvirket av tildels store syreutslipp fra Hunsfos Fabrikker. Syreutslippene ble gradvis redusert fram mot 1995, og etter at Otra-ledningen ble etablert sommeren 1995 skulle praktisk talt alle syreutslipp gå utenom Otra. Kontinuerlig måling av pH i elva ved Vigeland tyder imidlertid på at fortsatt kan forekomme episodiske utslipp av både syre og base til elva (Kaste et al. 1997a). I slutten av juli 1997 ble det rapportert om et større utslipp av et aluminiumsholdig fellingskjemikalium som medførte fiskedød i Otra. Effektene av dette utslippet er beskrevet i en egen rapport (Aanes & Lydersen 1997).

Årsmiddel-pH har vist en oppadgående tendens ved alle stasjonene siden midten av 1980-tallet (**Figur 11**). I 1997 lå middel-pH i området 5,8-6,0 ved de fire overvåkingsstasjonene. En viktig årsak til den positive pH-trenden er at nedfallet av svovel er redusert over landsdelen de siste 10 årene (Skjelkvåle 1997). I 1997 ble det for første gang registrert høyere middel-pH ved Skråstad enn på stasjonen oppstrøms Hunsfoss. Dette er en effekt av at de sure industriutslippene nå i all hovedsak føres direkte til Otra-ledningen. Konsentrasjonene av labilt aluminium (som kan være skadelig for fisk) har gått kraftig ned siden slutten av 1980-tallet både ved Evje og ved Skråstad (**Figur 12**). I 1997 lå middelkonsentrasjonene i området 12-40 µg/L ved de ulike stasjonene. Stasjonen oppstrøms Hunsfoss hadde den høyeste middelkonsentrasjonen, mens Ose hadde den laveste.

Den laveste pH-verdien (5,0) og den høyeste konsentrasjonen av labilt aluminium (105 µg/L) ble målt ved Evje i mars måned. Dette er en vannkvalitet som vil være skadelig for de fleste typer ferskvannsfisk, og skadeomfanget vil avhenge av hvor lenge forsuringsepisoden pågår. Ellers ble det målt enkelte pH-verdier like under 5,5 ved Ose og på stasjonen oppstrøms Hunsfoss. Ved Skråstad, som ligger midt i den lakseførende strekningen, ble det målt pH ned mot 5,5 og labilt aluminium på 40 µg/L i februar, like før smoltifiseringsperioden for laks. Ellers i smoltifiseringsperioden (mars-juni) ble det målt konsentrasjoner av labilt aluminium i området 20-30 µg/L. Også ved disse aluminiumkonsentrasjonene kan det være fare for skader på laksesmolt, spesielt dersom fisken vandrer ut i sjøen kort tid etter eksponeringen (Hindar et al. 1997).



Figur 11. pH ved ulike stasjoner i Otra. Øverst: middelverdier. Midten og nederst: enkeltmålinger i perioden 1993-1997.



Figur 12. Labilt aluminium ved ulike stasjoner i Otra. **Øverst:** middelverdier. **Midten og nederst:** enkeltmålinger i perioden 1993-1997.

2.5 Klassifisering av vannkvalitetstilstand i 1997

De undersøkte lokalitetene er i klassifisert i henhold til SFTs vurderingssystem for vannkvalitet i ferskvann (**Tabell 1, vedlegg A**). Samtlige stasjoner var ubetydelig påvirket av næringssalter (klasse I, “meget god”), men markert påvirket av forsurening (klasse III, “mindre god”). De to øverste stasjonene var ubetydelig påvirket av organisk stoff (klasse I, “meget god”), mens de to nederste stasjonene var moderat påvirket (klasse II, “god”). Strekningen fra Steinsfoss (innløp Venneslafjorden) til Kvarstein bro var moderat påvirket av tarmbakterier (klasse II, “god”). Fra Kvarstein bro og nedover var elva markert påvirket av tarmbakterier (klasse III, “mindre god”).

Tabell 1. Samlet vurdering av vassdragets vannkvalitetstilstand. I = meget god, II = god, III = mindre god, IV = dårlig, V = meget dårlig. Klassifiseringsgrunnlaget er gitt i vedlegg A.

ID-nr:	Stasjoner	Næringssalter	Organisk stoff	Tarmbakterier	Surhet
535	Ose bru	I	I		III
492	Evje	I	I		III
460	Oppstrøms Hunsfoss	I	II	II	III
450	Skråstad	I	II	III	III

3. Bunndyr

3.1 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 som gjør denne dyregruppen så godt egnet til bruk i overvåking og klassifisering av forurensete resipienter. Bunndyrsamfunnene er viktige for omsetningen av organisk materiale i vassdraget og derved for vassdragets selvrensningsevne. Bunndyrene har også en viktig funksjon som næringsgrunnlag 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. Viktig er det at vi gjennom slike undersøkelser får frem en samlet effekt av alle miljøfaktorene som påvirker vannkvaliteten på prøvetakingsstedet.

3.2 Resultater

Oppstrøms Hunsfoss

Resultatene fra bearbeidelsen av bunndyrmaterialet som ble hentet inn i 1997 er vist i **Tabell 2** og **Tabell 3**. Dataene er sammenstilt med tilsvarende resultater fra perioden 1987 til 1996. Oppstrøms Hunsfoss har fjærmygglarver vært den dominerende bunndyrgruppen i materialet i undersøkelsesperioden (**Tabell 2**). Andre vanlige grupper var børstemarkar, vannmidd og vårfluer. I materialet fra årene 1996 og 1997 manglet larver av knott mens gruppen er registrert i materialet fra denne stasjonen de to årene før. Resultatene fra bearbeidelsen av materialet fra 1994 viste at døgnfluene da var borte fra bunnfaunaen på stasjonen oppstrøms Hunsfoss slik de også var i 1992. I materialet fra de tre siste årene er denne dyregruppen igjen registrert i bunndyrmaterialet fra denne stasjonen. Tettheten av bunndyr var på denne stasjonen i 1996 nær det dobbelte av tilsvarende prøve fra året før, og i 1997 var tettheten av bunndyr høyere enn ved tidligere prøvetakinger. Det er særlig den store tettheten av fjærmygglarver som bidrar til dette. Ofte vil antall individer i de enkelte bunndyrgruppene av naturlige årsaker variere noe fra år til år (**Tabell 2**). Her har prøvetakingstidspunkt og forhold som tidspunktet for flom, vannføring og vanntemperatur mm. betydning for tilvekst, eggklekking og flygeperiode for de insektene som har en larveutvikling i vassdraget. Det bilde materialet gir av miljøforholdene på stasjonene synes ikke å ha endret seg vesentlig fra det som registrert tidligere.

Døgnfluefaunaen, er en viktig gruppe i bunndyrsamfunnet når miljøtilstanden i et vassdrag skal beskrives. På stasjonen oppstrøms Hunsfoss var denne dyregruppen i perioden 1987-1991 og 1996 – 1997 utelukkende representert av arten *Leptophlebia vespertina* (**Tabell 3**). At denne arten var borte fra materialet i 1994 og 1995 kan være knyttet til tilfeldigheter under prøvetakingen (bl.a. vannstand-temp. 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 forsuren elver ser en ofte at mengden av *Leptophlebia vespertina* øker, mens den øvrige døgnfluefaunaen forsvinner. En nær beslektet art fra slekten *Paraleptophlebia* sp. ble registrert på stasjonen oppstrøms Hunsfoss i 1995.

Blant steinflueartene var *Leuctra fusca* den vanligste (**Tabell 3**). Arten har med unntak for året 1992 vært tilstede i bunndyrmaterialet fra denne stasjonen. Denne arten er tolerant overfor forsuring. Det ble i 1993 registrert en ny steinflue art på stasjonen oppstrøms Hunsfoss, nemlig *Taeniopteryx*

nebulosa. Denne var også tilstede i materialet fra 1994, men er senere ikke registrert i materialet fra denne stasjonen. Dette har nok sammenheng med artens livssyklus.

Vårfluefaunaen (**Tabell 3**) 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.*

Samlet viser resultatene at bunndyrsamfunnet på denne stasjonen har en typisk utløpspåvirket fauna, samtidig som materialet beskriver et bunndyrsamfunn som viser at vassdraget er forsuret.

Nedstrøms Vigeland

Resultatene fra bearbeidelsen av bunndyrmaterialet som ble hentet inn i 1997 nedstrøms Vigeland er vist i **Tabell 2** og **Tabell 3**. Dataene er sammenstilt med tilsvarende resultater fra perioden 1987 til 1996. Bunndyrtettheten var også på denne stasjonen langt høyere enn ved tilsvarende prøvetaking i 1995, men noe lavere enn i 1996 (**Tabell 2**). Dette skyldes som for stasjonen oppstrøms Hunsfoss en stor dominans av fjærmygglarver i bunndyrsamfunnet. Døgnfluer var representert på denne stasjonen tidligere, men ble ikke påvist i bunndyrprøvene fra perioden 1983-1986. I perioden 1987-1997 er det heller ikke registrert døgnfluelarver på denne stasjonen.

Fåbørstemark utgjorde i 1996 og 1997 bare henholdsvis 5 % og 6 % av bunnfaunaen på denne stasjonen ved prøvetakingen i juli. Året før var denne dyregruppens dominans i bunndyrsamfunnet nedstrøms Vigeland 34 %. Denne gruppen har også tidligere utgjort en betydelig del av bunnfaunaen på denne stasjonen (**Tabell 4**). I 1989 var fåbørstemark den klart dominerende bunndyrgruppen på denne stasjonen og utgjorde 72 % av bunndyrmaterialet dette året. Når disse to gruppene fjærmygglarver og fåbørstemark har en slik dominans i bunndyrsamfunnet, er det en sterk indikasjon på at det er en betydelig overbelastning av selvreinsningsprosessen i vassdraget, og at dette skyldes store tilførsler av organisk materiale. Dette fører blant annet til at mange av de andre dyregruppene i bunndyrsamfunnet er slått ut. I **Tabell 4** er den prosentvise dominansen de to gruppene fjærmygg og børstemark har i bunnfaunaen sammenstilt for hvert år i perioden 1987 til 1997.

Av de andre gruppene i bunnfaunaen som en normalt skulle forvente å finne på stasjonen nedstrøms Vigeland manglet viktige grupper som døgnfluer og biller, mens det ble funnet enkelte billelarver i materialet fra bunndyrsamfunnet på denne stasjonen. Tettheten av vårfluer hadde en økning fra 1994 til 1996 og resultatene fra 1997 er som året før. Steinfluer er bare sporadisk funnet i materialet fra denne stasjonen, men synes nå siden 1993 å være et mere permanent innslag i bunnfaunasamfunnet på stasjonen nedstrøms Vigeland (**Tabell 2**). Gruppen steinfluer er representert i materialet fra 1996 ved arten *Leuctra fusca* og gruppen vårfluer med artene *Polycentropus flavomaculatus*, *Plectrocnemia conspersa* og *Neureclipsis bimaculata* (**Tabell 3**). Arten *Plectrocnemia conspersa* er tidligere ikke registrert i bunndyrmaterialet fra denne stasjonen.

Det mangelfullt sammensatte bunndyrsamfunnet som registreres på stasjonen nedstrøms Vigeland er et resultat av den belastningen elva mottar av organisk materiale og næringssalter fra aktivitetene oppstrøms Vigeland. Lav pH har også en begrensende effekt på bunnfaunaen i denne delen av vassdraget. At vi nå ser en noe større variasjon i bunnfaunaen, kan tyde på en svak bedring i vannkvaliteten i den siste del undersøkelsesperioden (**Tabell 2**, **Tabell 3** og **Tabell 4**). Men fremdeles er det et svært atypisk bunndyrsamfunn vi registrerer hvor mange av de viktige næringsdyrene for fisken i vassdraget er borte.

Ved tilførsler av næringssalter og 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 gjeldene i sakteflytende deler av vassdraget og vil her lett medføre oksygenmangel i øvre deler av substratet og således 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.

Utslipp av organisk stoff resulterte tidligere i en tett bestand av soppen *Fusarium sp.* som dekket bunnssubstratet over hele elveprofilen nedstrøms Vigeland. De endrede forholdene som fulgte i kjølvannet av forurensningene fra industrien oppstrøms Vigeland reduserte den normale bunnfaunaen, samtidig som denne tilstanden favoriserte 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, men 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 frem til 1997 først og fremst å være et resultat av organisk forurensning. I tillegg er bunndyrsamfunnet på dette vassdragsavsnittet av Otra i utgangspunktet redusert på grunn av den generelle forurensningen i vassdraget noe som er tydelig på stasjonen oppstrøms Hunsfoss.

Ved undersøkelsene i 1996 og 97 var det forventet en kraftig bedring i forurensningstilstanden nedstrøms Hunsfoss, og at vassdraget var kommet betydelig nærmere det som vi forventer var naturtilstanden på denne strekningen av Otra. Dette ville ha gitt en variert og rik bunndyrproduksjon som så kunne ha gitt grunnlag for en oppvekst av fiskebestandene i vassdraget. Slik var ikke forholdene i disse to årene. Soppen som tidligere dekket elvebunnen er nå erstattet med lange trådalger som dekket elvebunnen nær 100% på prøvetaksstedet. Situasjonen var på mange måter lik den en hadde før bortsett fra at dyregruppen fåbørstemark som tidligere var begunstiget av store mengder lett nedbrytbart organisk materiale, sopp og bakterier nå var byttet ut med arter av fjærmygglarver som kan finne skjul og mat i mattene av alger. Tilslamming og dårlig vannutskiftning i substratet fører nå som tidligere til at det er bare det aller øverste laget av substratet som er egnet for bunndyrproduksjon. Dette har også en negativ betydning for vassdragets selvrensningsevne.

Tabell 2. Bunndyr på stasjonene Oppstrøms Hunsfoss (utløp Venneslafjorden) og Nedstrøms Vigeland 12.08.87, 30.07.89, 30.07.90, 07.07.91, 06.07.92, 11.07.93, 08.07.94, 10.07.95, 13.07.96 og 09.07.97. Antall dyr pr 3 ganger 1 min. sparkeprøve.

År :	Oppstrøms Hunsfoss (utløp Venneslafjord)									
	87	89	90	91	92	93	94	95	96	97
Rundmarker	44	120	20	32	32	48	112	5	0	144
Børstemarkar	108	72	24	56	96	176	176	83	246	105
Igler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Vannmidd	104	304	108	152	272	160	288	131	195	50
Døgnfluer	120	72	8	40	0	8	0	1	8	5
Steinfluer	20	24	12	22	0	200	448	122	29	74
Biller, larver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biller, voksne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Vårfluer	128	48	24	64	48	64	64	57	173	77
Knott	4	16	4	0	0	0	48	5	0	0
Fjærmygglarver	1248	3664	740	984	1152	944	2144	280	984	3991
Fjærmyggpupper	16	16	8	0	0	16	16	0	0	13
Andre tovinger	28	40	4	0	0	16	16	0	48	84
Sum	1820	4376	952	1350	1600	1632	3328	684	1683	4520
Antall gr.	9	9	9	5	8	8	8	8	7	10

År :	Nedstrøms Vigeland									
	87	89	90	91	92	93	94	95	96	97
Rundmarker	44	232	56	208	80	128	224	51	168	198
Børstemarkar	352	1920	568	256	288	608	320	557	357	255
Igler	0	0	0	0	48	0	0	3	0	47
Vannmidd	32	152	28	48	32	288	128	167	192	36
Døgnfluer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Steinfluer	8	0	8	0	0	48	64	36	50	47
Biller, larver	0	0	0	192	112	112	0	6	0	18
Biller, voksne	12	16	8	0	16	16	0	12	0	0
Vårfluer	0	0	0	0	0	32	2	33	99	93
Knott	4	0	0	0	0	0	0	0	24	0
Fjærmygglarver	1056	344	1520	2048	1248	1440	7680	708	5550	3338
Fjærmyggpupper	20	8	16	96	0	32	96	47	48	0
Andre tovinger	4	0	8	0	16	16	0	9	24	18
Sum	1532	2680	2212	2848	1840	2720	8516	1629	6512	4050
Antall gr.	8	5	7	5	8	8	6	9	8	19

Tabell 3. Døgn- stein- og vårfluearter funnet i materialet fra stasjonene Oppstrøms Hunsfoss (utløp Venneslafjord) og Nedstrøms Vigeland i Otra 12.08.87, 30.07.89, 30.07.90, 07.07.91, 06.07.92, 11.07.93, 08.07.94, 10.07.95, 13.07.96 og 09.07. 1997. Antall dyr pr 3 x 1 min. sparkeprøve.

År :	Oppstrøms Hunsfoss (utløp Venneslafjord)									
	87	89	90	91	92	93	94	95	96	97
Døgnfluer										
Leptohplebia vespertina	120	72	8	40	0	8	0	0	8	7
Paraleptophlebia sp.								1	0	0
Steinfluer										
Siphonoperla burmeisteri	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Taeniopteryx nebulosa	0	0	0	0	0	8	16	0	0	0
Leuctra fusca	20	24	8	22	0	192	432	120	29	115
Vårfluer										
Oxyethira sp.	48	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Plectrocnemia conspersa	48	16	16	0	0	16	0	0	16	0
Polycentropus flavomaculatus	32	16	0	40	48	40	56	23	87	68
Neureclipsis bimaculata	0	0	0	24	0	8	8	9	48	12
Hydropsyche sp.	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
Limnephilidae indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Athripsodes sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	22	2
Sum :	268	136	44	126	48	272	513	153	210	204
Antall taxa	5	5	5	4	1	6	5	4	6	5

År :	Nedstrøms Vigeland									
	87	89	90	91	92	93	94	95	96	97
Døgnfluer										
Leptohplebia vespertina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paraleptophlebia sp.								0	0	0
Steinfluer										
Siphonoperla burmeisteri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taeniopteryx nebulosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leuctra fusca	8	0	8	0	0	48	64	35	50	47
Vårfluer										
Oxyethira sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0
Plectrocnemia conspersa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polycentropus flavomaculatus	0	0	0	0	0	16	1	2	10	43
Neureclipsis bimaculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
Limnephilidae indet.	0	0	0	0	0	16	1	0	0	0
Athripsodes sp.	0	0	0	0	0	0	0	22	57	8
Holoontropus sp.										3
Tinodes waeneri	0	0	0	0	0	0	0	9	0	21
Sum :	8	0	8	0	0	80	66	68	149	140
Antall taxa	1	0	1	0	0	3	3	4	4	6

Tabell 4. Fjærmygglarver og børstemarkers prosentvise andel av bunnfaunaen på stasjonene: **a:** Oppstrøms Hunsfos, **b:** nedstrøms Vigeland for perioden 1987 til 1997.

a : Oppstrøms Hunsfoss (utløp Venneslafjord)

År	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Fjærmygg larver	67 %	84 %	78 %	73 %	72 %	58 %	64 %	41%	58%	87%
Fåbørstemark	6 %	2 %	3 %	4 %	6 %	11 %	5%	12%	15%	2%
Samlet	73 %	86 %	81 %	77 %	78 %	69 %	69%	53%	73%	89%

b : Stasjon 3. Nedstrøms Vigeland.

År	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Fjærmygg larver	69 %	13 %	69 %	72 %	68 %	53 %	90 %	47%	86%	82%
Fåbørstemark	23 %	72 %	26 %	9 %	16 %	22 %	4%	34%	5%	6%
Samlet	92 %	74 %	95 %	81 %	84 %	75 %	94 %	81%	91%	88 %

4. Begroing

4.1 Innledning

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 eks. ciliater, fargeløse flagellater og svamper

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.

4.2 Resultater

Resultatene av begroingsobservasjonene i Otra 1997 er vist i **Vedlegg C.1 og C.2**, resultatene av kiselalgeanalysene i **Vedlegg C.3**.

Artssammensetning og mengdemessig forekomst av noen viktige begroingsorganismer

Begroingssamfunnet oppstrøms Hunsfoss (st.1) har vist liten endring fra år til år. Det gjelder såvel artssammensetning som mengdemessig forekomst. Forekomst av fem alger som alle er karakteristiske for en noe sur, næringsfattig vannkvalitet er vist i **Figur 13**. Bortsett fra den trådformede grønnalgen *Microspora palustris* med varieteten *minor*, som har ubetydelig forekomst på st.1 (se nederst i figuren), har disse algene hatt markert forekomst i utløpet av Venneslafjorden i hele undersøkelsesperioden 1992-1997. Den trådformede grønnalgen *Zygonium* sp3 har dekket store deler av elveleiet og har dannet et mørkt grønnlig til rødlig "slør" over all annen begroing i hele perioden. Blågrønnalgen *Stigonema mamillosum*, som danner et mørkt filtet overtrekk direkte på steinene, har vanligvis dekket storparten av de strandnære områdene. Andre, mindre dominerende alger, har også hatt stabil forekomst.

I 1996 ble det antydnet redusert forsurening av Otra ved utløp av Venneslafjorden. Dette var vesentlig basert på funn av den noe forsureningsømfintlige grønnalgen *Spirogyra*. Denne algen ble ikke funnet i 1997. Det vil alltid være litt tilfeldig hva som fanges opp under prøvetaking, derfor må en slik "negativ" observasjon ikke tillegges stor vekt. Det ser imidlertid ikke ut til å ha skjedd ytterligere reetablering av forsureningsømfintlige begroingsorganismer i 1997.

På stasjonene nedenfor industribedriftene (st.2. Vigeland, st.3 Hagen og st.4 Skråstad) var det fremdeles et lite innslag av soppen *Fusarium aqueductum* i 1997, **Figur 14**. Det var også innslag av fibre og diverse trådbakterier, **Vedlegg C1 og C2**. Som tidligere var dette mest markert i september. Dette er trolig et resultat av mindre, trolig kortvarige utslipp fra industribedriftene i området.

Nedenfor Vigeland er en del fastsittende alger og moser er i ferd med å etableres, **Figur 13** og **Figur 15**. Det er imidlertid vanskelig å få noe klart bilde av utviklingen fordi begroingssamfunnet i denne del av Otra er preget av store endringer, både fra år til år og i løpet av vekstperioden (juli til september). Dette skyldes sannsynligvis stadige endringer i vannkvaliteten, både naturlig og muligens også gjennom ukontrollerte utslipp.

Som tidligere antatt, har det opptrådt masseforekomst av trådformede grønnalger nedstrøms industribedriftene ved Vigeland etter at avskjærende ledning ble tatt i bruk i 1995. Det er noe overraskende at det ikke er *Zygonium sp3* (se st.1), men en annen trådformet grønnalge, *Microspora palustris var minor*, som har etablert seg. Erfaringer fra norske vassdrag tilsier imidlertid at denne algens preferanse mht. tot-P, tot-N og pH, svarer meget godt til forholdene i Otra nedstrøms Vigeland i 1996. Optimal pH for *M. palustris v. minor* er 5.5, optimum for tot-P er ca 3 µg/L og for tot-N 200-300 µg/L (Lindstrøm 1997). I 1997 var forekomsten enda mer utpreget enn i 1996 og preget da nedre del av vassdraget såvel i juli som i september, **Figur 13**.

Artsantall av primærprodusenter og nedbrytere/konsumenter

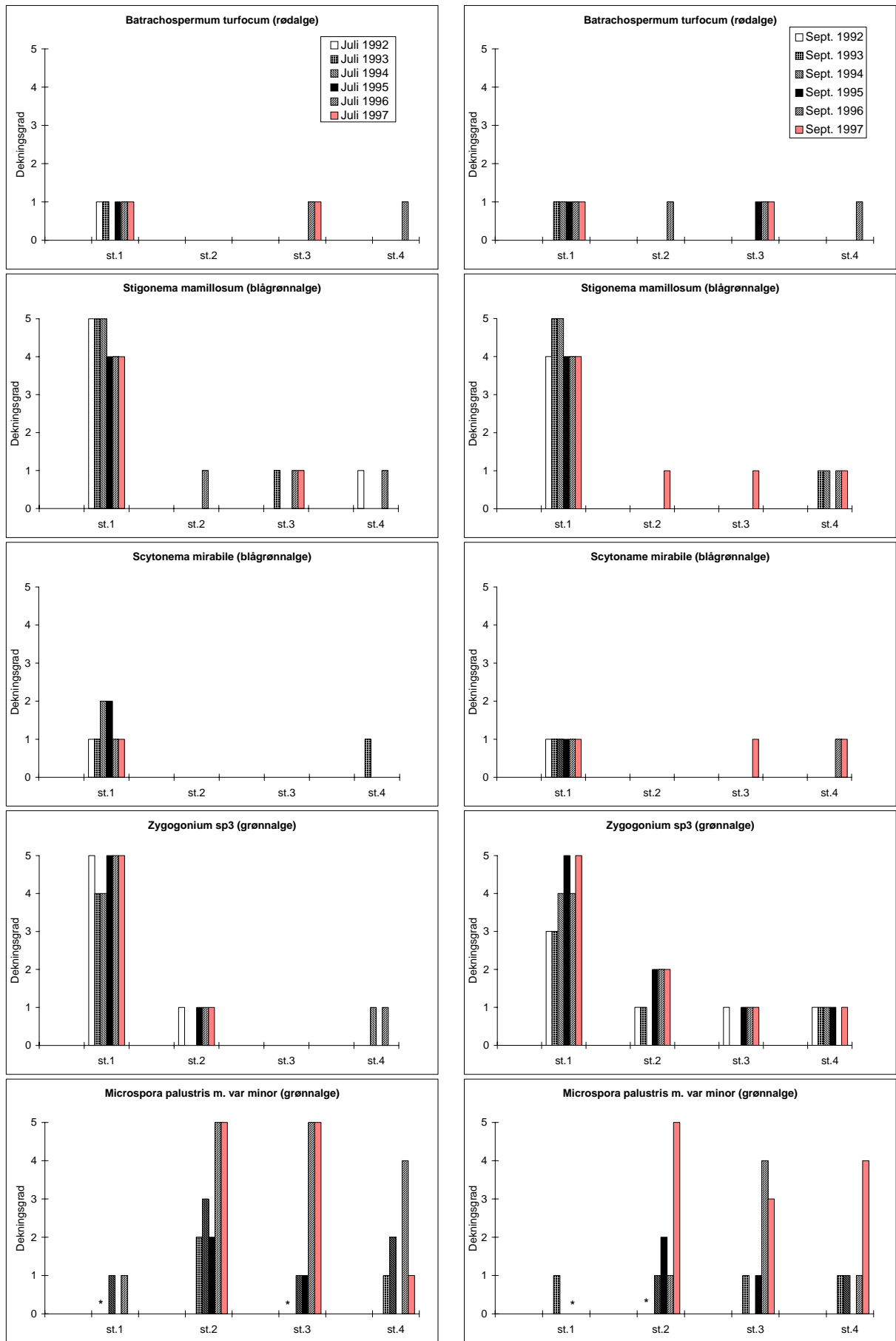
Figur 16 viser antall taxa av primærprodusenter (bare blågrønnalger, grønnalger og moser er vist i figuren) og nedbrytere/konsumenter (sopp, bakterier, enkle dyr) i årene 1992 til 1997. Oppstrøms Hunsfoss (st.1) har det vært en moderat økning i artsantall av primærprodusenter etter 1993. Dette kan skyldes at man kjenner lokaliteten svært godt og derved finner flere arter.

Nedenfor industriutslippene, st. 2, st.3 og st.4, har artsantall av primærprodusenter økt markert fra og med 1995. Økningen har vært særlig utpreget på st. 2 Vigeland og st.3 Hagen. Her er artsantall primærprodusenter mer enn fordoblet siden de regelmessige begroingsobservasjoner startet i 1992. På den nederste st. 4 Skråstad ser det ut til å ha skjedd en viss økning i artsantall i 1997. Dette er først og fremst forårsaket av økt innslag av trådformede blågrønnalger.

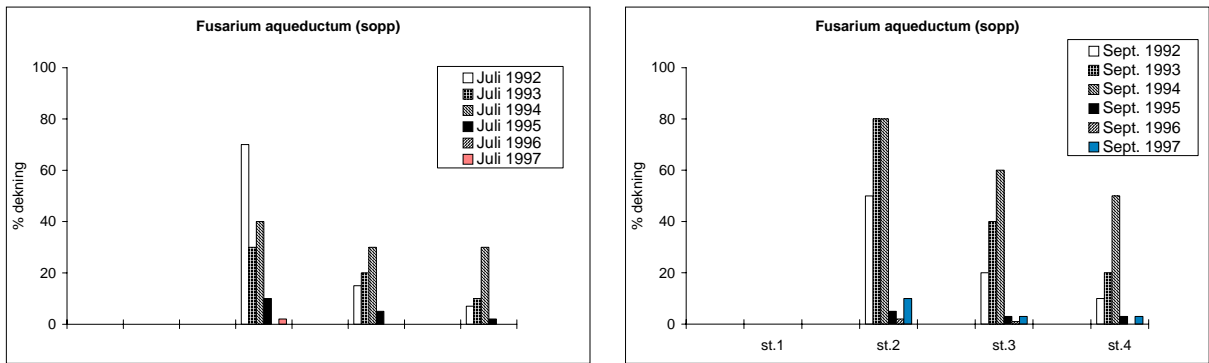
Det har bare skjedd små endringer i mangfold av nedbrytere/konsumenter. Som nevnt tidligere kommer andre organismer mer til syne etter at den massive soppveksten av *Fusarium* har forsvunnet fra vassdraget. Det gjelder også nedbrytere/konsumenter, som i tillegg har mindre konkurranse om næringen enn tidligere.

Kiselalgesamfunnet

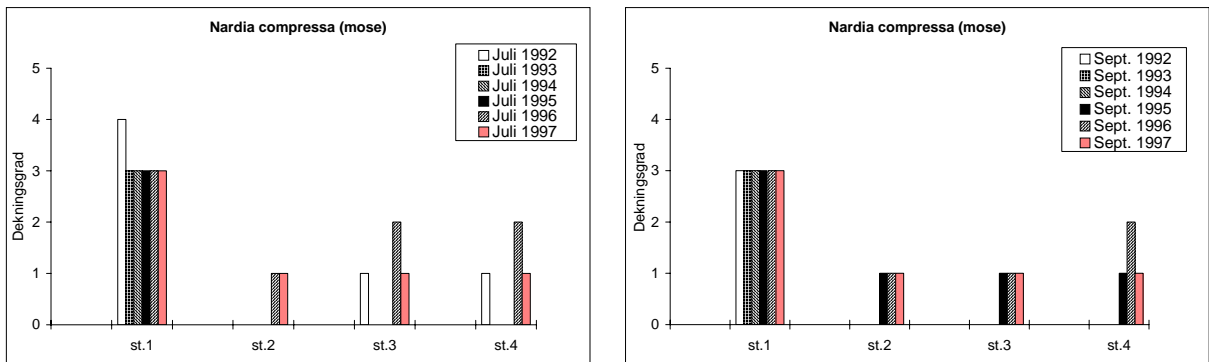
Vedlegg C.3 viser resultatene av kiselalgeanalysene. I forhold til tilsvarende undersøkelser i 1995-96 viste kiselalgesamfunnet svært små endringer i artssammensetning og mengdemessig forekomst. Forsuringstolerante arter som *Tabellaria flocculosa* og diverse representanter for slekten *Eunotia* preget samfunnet på alle stasjoner. I likhet med 1995-96 ble det registrert en viss forekomst av den forurensningstolerante arten *Navicula cryptocephala* nedenfor industribedriftene, da særlig i september. Kiselalgesamfunnet er ikke lenger spesielt artsfattig nedenfor industribedriftene og mangfoldet er nå mer eller mindre det samme på hele den undersøkte elvestrekningen.



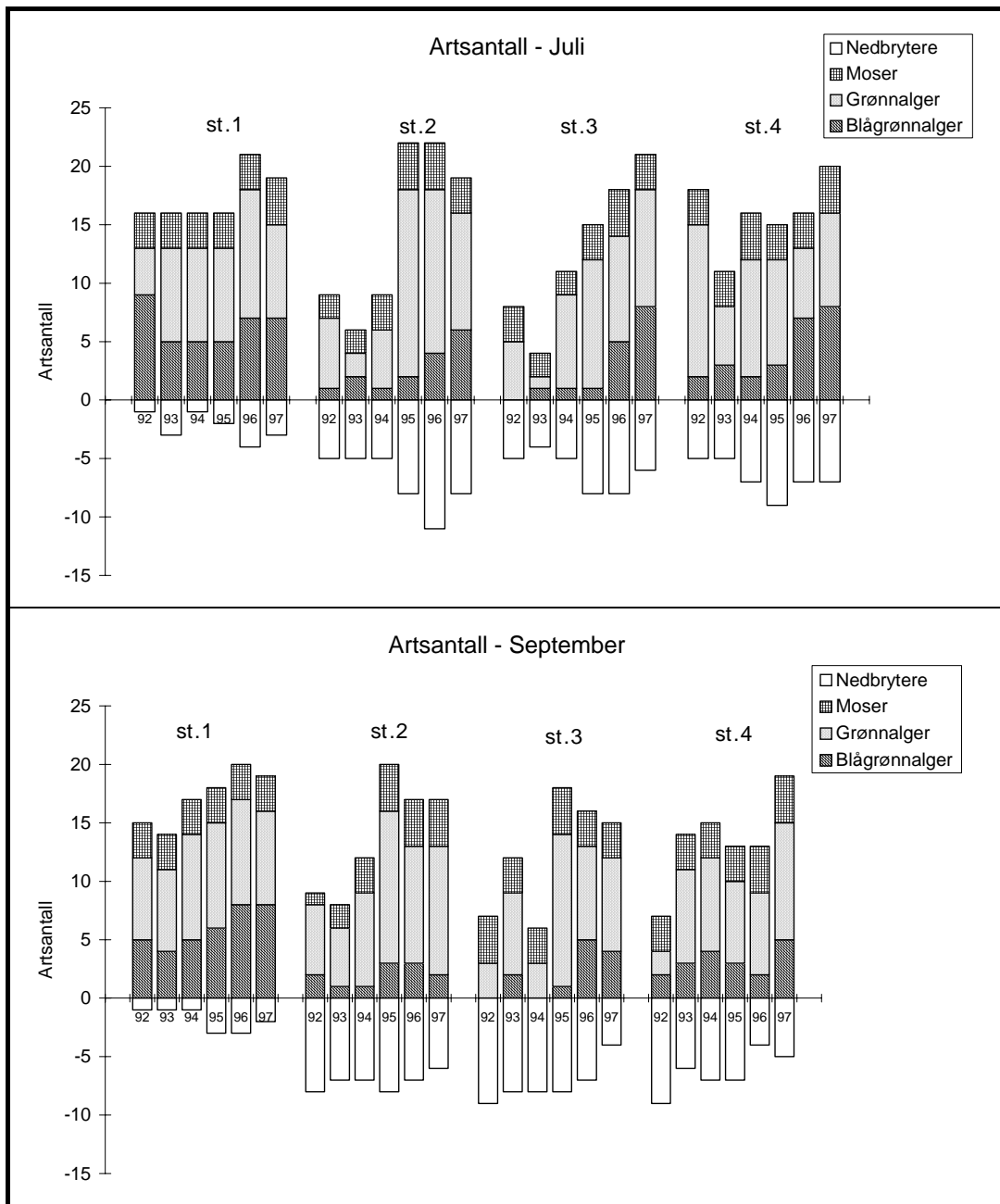
Figur 13. Dekningsgrad av fem alger i Otra, 1992 - 97. Juli (venstre) - September (høyre). * = observert.



Figur 14. Prosent av elveleiet dekket av soppen *Fusarium aqueductum*. Otra, 1992-1997.



Figur 15. Dekningsgrad av mosen *Nardia compressa*. Otra, 1992-1997.



Figur 16. Artsmangfold av primærprodusenter og nedbrytere/konsumenter. Otra, juli og september 1992 til 1997.

5. Anbefalinger

De store vannkvalitetsforbedringene på 1990-tallet har medført at Otra nå er blitt en mer attraktiv elv for allmennheten, f.eks. til bading, fiske og rekreasjon. De ulike brukerinteressene medfører høye krav til vannkvalitet og til de estetiske forholdene omkring elva, og overvåkingsdataene for 1997 viser at det fortsatt er et stykke igjen før økosystemene i nedre Otra kommer i balanse etter flere titalls år med sterk forurensningsbelastning. I tiden framover anbefales derfor:

- fortsatt arbeid med forurensningsbegrensende tiltak på kommunal sektor og i industrien:
 - tiltak mot overløp fra det kommunale kloakkledningsnett,et,
 - arbeid mot at alle utslipp fra treforedlingsindustrien skal gå i Otra-ledningen,
 - redusere faren for støtutslipp til elva.
- gjenopprettelse av stasjon for kontinuerlig pH-registrering nedstrøms industribedriftene - for å kunne dokumentere effekter av eventuelle støtutslipp til elva,
- gjennomføring av bakteriologiske (badevanns-) undersøkelser i nedre Otra,
- kartlegging av fiskebestandene i nedre Otra, inkludert dokumentasjon på hvorvidt elva produserer levedyktig laksesmolt,
- fortsatt overvåking av vannkjemi, bunndyr og begroing.

6. Referanser

- Aanes, K.J. & Bækken, T. 1989. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. Nr. 1. Generell del. SFT/NIVA-rapport 2278.
- Aanes, K.J. & Lydersen, E. 1997. Konsekvensutredning- laksedød Otra. NIVA-rapport 3806, 86 s.
- Andersen, J.R, Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97:04, TA-1468/1997, 31 s.
- Bækken, T. & Aanes, K.J. 1990. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. Nr. 2A. Forsuring. SFT/NIVA-rapport 2491.
- Bratli, J.L., Holtan, H. & Jacobsen, T. 1995. Miljømål for vannforekomstene - forventet naturtilstand. SFT-veileder 95:04, TA-1141/1995, 41 s.
- DNMI 1998. Nedbørhøyder for 1997 fra meteorologisk stasjon 3955 Hannåsmyr, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorogogiske institutt, Oslo.
- Hindar, A. Næs, K. & Molvær, J. 1989. Betydning av sur nedbør for økte nitrogentilførsler til fjordområder. Forprosjekt. NIVA-rapport 2257, 45 s.
- Hindar, A., Aanes, K.J & Bækken, T. 1991. Otra 1987-90. Tiltaksorientert overvåking. SFT/NIVA. Overvåkingsrapport 472/91. 68 s.
- Hindar, A., Aanes, K.J., Bækken, T. & Lindstrøm, E.A. 1993. Otra 1992. Tiltaksorientert overvåking og konsekvensundersøkelse. SFT/NIVA. Overvåkingsrapport 535/93, NIVA-løpenr. 2951, 43 s.
- Hindar, A., Kroglund, F. & Skiple, A. 1997. Forsuringssituasjonen i lakseførende vassdrag på Vestlandet; vurdering av behovet for tiltak. NIVA-rapport 3606, 96 s.

- Jacobsen, T. 1995. Bakteriologisk undersøkelse i Nidelva sommeren 1994. Analyse av Klebsiella, fekale streptokokker og termotolerante koliforme bakterier i avløpsvann fra tremassebedrift og i ellevann. NIVA-rapport 3232, 20 s.
- Kaste, Ø. & Håvardstun, J. 1998. Vannkvalitetsundersøkelse i Otra med tilløp 1997. NIVA-rapport 3866, 36 s.
- Kaste, Ø., Brandrud, T.E., Lindstrøm, E.A. & Aanes, K.J. 1996. Otra 1992-1995. Tiltaksorientert overvåkning og konsekvensundersøkelse av industriutslipp. SFT-overvåkingsrapport 657/96, NIVA-løpenr. 3479, 51 s.
- Kaste, Ø., Henriksen, A., and Hindar, A. 1997b. Retention of atmospherically-derived nitrogen in subcatchments of the Bjerkreim River in Southwestern Norway. *Ambio* 26: 296-303.
- Kaste, Ø., Lindstrøm, E.A., Skiple, A. & Aanes, K.J. 1997a. Otra 1996. Tiltaksorientert overvåkning og konsekvensundersøkelse av industriutslipp. SFT-overvåkingsrapport 698/97, NIVA-løpenr. 3683, 39 s.
- Lande, A. 1986. Nitrogenavrenning fra sprengstein i Øvre Otra. Vurdering av vannkvalitesendringer i forbindelse med anleggsvirksomheten. NIVA-rapport, løpenr. 1905, 39 s.
- Lindstrøm, E-A. 1997. Virkninger av forurensninger på biologisk mangfold: Vann og vassdrag i by- og tettstednære områder. Fastsittende alger i rennende vann. Norsk institutt for vannforskning, NIVA. P-966023. 67 sider.
- NVE 1998. Vannføring NVE-stasjonene Vigeland og Heisel i 1997. Norges vassdrags- og energiverk, hydrologisk avdeling, Oslo.
- SIFF 1976. Kvalitetskrav til vann. Statens institutt for folkehelse. 52 s.
- SIFF 1987. Kvalitetsnormer for drikkevann. G2. Statens institutt for folkehelse. 72 s.
- Skjelkvåle, B.L. (red.) 1997. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - effekter 1996. SFT- rapport 710/97, 197 s.
- Skjelkvåle, B.L., Henriksen, A., Faafeng, B., Fjeld, E., Traaen, T.S., Lien, L., Lydersen, E. & Buan, A.K. 1997. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer. SFT- rapport 677/96, 73 s.
- Statens Helsetilsyn 1994. Nye kvalitetsnormer for friluftsbad. Rundskriv IK-21/94.
- Traaen, T.S. & Johannessen, M. 1987. Tiltak for å bedre vannkvaliteten i Otravassdraget. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Rapport 301/88. NIVA-løpenr. 2069, 29 s.

Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem

Klassifisering av tilstand.

På grunnlag av målte konsentrasjoner kan tilstandsklassen bestemmes ut tabellen nedenfor. Tilstandsklassen tar ikke hensyn til hvorvidt de målte konsentrasjonene er høyere eller lavere enn bakgrunnskonsentrasjonen. SFTs veileder inneholder også et verktøy for å vurdere egnet av vannet for ulike brukerinteresser som drikkevann-råvann, friluftsbad og rekreasjon, fritidsdsfiske og jordvanning - åker og eng.

Klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann. Et utvalg av de viktigste parametrene. Utdrag fra SFTs veileder 97:04 (Andersen et al. 1997).

Virkninger av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
Næringsalter	Total fosfor, µg P/l	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	Klorofyll a, µg/l	<2	2-4	4-8	8-20	>20
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	Prim. prod., g C/m ² år	<25	25-50	50-90	90-150	>150
	Total nitrogen, µg N/l	<300	300-400	400-600	600-1200	> 1200
Organiske stoffer	TOC, mg C/l	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	Fargetall, mg Pt/l	<15	15-25	25-40	40-80	>80
	Oksygen, mg O ₂ /l	>9	6,5-9	4-6,5	2-4	<2
	Oksygenmetning, %	>80	50-80	30-50	15-30	<15
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	KOF _{Mn} , mg O/l	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	Jern, µg Fe/l	<50	50-100	100-300	300-600	>600
Mangan, µg Mn/l	<20	20-50	50-100	100-150	>150	
Forsurende stoffer	Alkalitet, mmol/l	>0,2	0,05-0,2	0,01-0,05	<0,01	0,00
	pH	>6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	<5,0
Partikler	Turbiditet, FTU	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5
	Suspendert stoff, mg/l	<1,5	1,5-3	3-5	5-10	>10
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
Tarmbakterier	Termotol koli. bakt., ant./100 ml	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000
Miljøgifter (tungmetaller) i vann	Kobber, µg Cu/l	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
	Sink, µg Zn/l	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Kadmium, µg Cd/l	<0,04	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	>0,4
	Bly, µg Pb/l	<0,05	0,5-1,2	1,2-2,5	2,5-5	>5
	Nikkel, µg Ni/l	<0,5	0,5-2,5	2,5-5	5-10	>10
	Krom, µg Cr/l	<0,2	0,2-2,5	2,5-10	10-50	>50
	Kvikksølv, µg Hg/l	<0,002	0,002-0,005	0,005-0,01	0,01-0,02	>0,02

Nøkkelparametre er gitt i kursiv.

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi og bakterier

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	K	Kalium	TOT-N	Total nitrogen
ALK-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	Cl	Klorid	TOT-P	Total fosfor
RAI	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	SO4	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
ILAI	Ikke-labil aluminium	Na	Natrium	NO3-N	Nitrat	KOF	Kjemisk oksygenforbruk (Mn)
LAI	Labil aluminium						

B.1 Vannkjemi

St.nr		DATO	pH	Ca mg/l	ALK-E µekv/L	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3-N µg/l	TOT-N µg/l	TOT-P µg/l	ANC µekv/L	KOF mg/l
535	Ose	22/01/97	6,03	0,87		60	60	0	1,7	1,41	0,18	0,77	0,24	1,1	1,4	205	225	2	23	1,5
535	Ose	18/02/97	6,07	0,89		30	20	10	<1,0	1,45	0,18	0,76	0,24	1,2	1,4	180	275	2	23	1,0
535	Ose	08/04/97	5,87	0,99	19	44	25	19	1,4	1,67	0,23	1,12	0,22	2,2	1,8	150	230	2	12	1,6
535	Ose	21/05/97	5,47	0,58	3	122	73	49	2,6	1,47	0,17	1,12	0,20	2,1	1,6	75	175	2	-1	3,4
535	Ose	04/07/97	5,72	0,57	4	44	30	14	1,6	1,09	0,14	0,78	0,12	1,2	1,3	79	190	2	10	1,8
535	Ose	22/07/97	6,29	0,68	15	<5	<5	0	1,1	1,21	0,16	0,90	0,15	1,7	1,4	93	149	2	6	0,9
535	Ose	19/08/97	6,22	0,75	23	18	13	5	1,1	1,36	0,18	1,00	0,27	1,8	1,5	108	225	3	13	0,9
535	Ose	09/09/97	5,75	1,02	24	74	63	11	3,5	1,53	0,26	1,09	0,27	1,4	2,0	104	345		38	5,0
535	Ose	18/11/97	5,95	0,92	15	46	36	10	2,4	1,35	0,19	0,98	0,26	1,4	1,5	123	295	4	31	2,2
535	Ose	09/12/97	6,08	0,88	24	<5	<5	0	2,4	1,28	0,19	0,96	0,30	1,5	1,6	123	285	4	25	3,1
535	Ose	Mid	5,95	0,82	16	45	33	12	1,9	1,38	0,19	0,95	0,23	1,6	1,6	124	239	3	18	2,1
535	Ose	Min	5,47	0,57	3	5	5	0	1,0	1,09	0,14	0,76	0,12	1,1	1,3	75	149	2	-1	0,9
535	Ose	Max	6,29	1,02	24	122	73	49	3,5	1,67	0,26	1,12	0,30	2,2	2,0	205	345	4	38	5,0
535	Ose	N	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10
492	Evje	03/02/97	5,92	0,85		60	40	20	1,6	1,54	0,20	0,95	0,23	1,5	1,8	175	290	4	14	1,7
492	Evje	03/03/97	4,98	0,89		180	75	105	3,1	2,21	0,28	1,47	0,26	3,3	2,7	130	320	11	-21	5,1
492	Evje	14/04/97	5,85	0,83	12	57	40	17	1,8	1,47	0,20	0,99	0,21	1,7	1,8	148	250	2	10	2,1
492	Evje	13/05/97	5,87	0,86	12	52	35	17	1,7	1,48	0,19	0,97	0,17	1,7	1,8	143	255	2	9	1,9
492	Evje	09/06/97	5,85	0,87	10	47	31	16	1,8	1,51	0,19	1,05	0,23	1,8	1,8	138	290	3	13	2,2
492	Evje	07/07/97	5,97	0,84	10	50	36	14	1,9	1,54	0,21	1,14	0,24	2,0	1,8	107	235	3	13	2,1

NIVA 3883-98

St.nr		DATO	pH	Ca mg/l	ALK-E µekv/L	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3-N µg/l	TOT-N µg/l	TOT-P µg/l	ANC µekv/L	KOF mg/l
492	Evje	04/08/97	5,97	0,77	15	38	33	5	1,9	1,44	0,20	1,06	0,21	2,0	1,9	92	205	2	4	1,8
492	Evje	01/09/97	5,78	0,76	15	56	40	16	2,0	1,41	0,17	0,97	0,20	1,7	1,7	95	220	2	9	2,3
492	Evje	06/10/97	5,87	0,80	16	49	34	15		1,41	0,19	1,00	0,18	1,7	1,8	115	245	3	10	1,8
492	Evje	04/11/97	5,88	0,86	19	53	36	17	2,1	1,46	0,18	1,05	0,18	1,6	1,8	123	235	3	17	2,0
492	Evje	29/12/97	5,90	0,90	18	43	35	8	1,8	1,53	0,20	1,02	0,28	1,7	1,9	143	290	3	15	2,0
492	Evje	Mid	5,80	0,84	14	62	40	23	2,0	1,55	0,20	1,06	0,22	1,9	1,9	128	258	3	9	2,3
492	Evje	Min	4,98	0,76	10	38	31	5	1,6	1,41	0,17	0,95	0,17	1,5	1,7	92	205	2	-21	1,7
492	Evje	Max	5,97	0,90	19	180	75	105	3,1	2,21	0,28	1,47	0,28	3,3	2,7	175	320	11	17	5,1
492	Evje	N	11	11	9	11	11	11	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
460	O.Hunsfoss	15/01/97	5,89	0,91					1,5	1,63	0,21						300	2		2,0
460	O.Hunsfoss	18/02/97	5,67	1,21	19				4,2	2,70	0,51						320	6		5,5
460	O.Hunsfoss	17/03/97	5,73	0,92					1,8	1,79	0,25						255	3		1,4
460	O.Hunsfoss	23/04/97	5,86	0,91					1,6	1,52	0,21						235	2		1,9
460	O.Hunsfoss	14/05/97	5,72	0,91					2,0	1,69	0,22						270	2		2,0
460	O.Hunsfoss	26/06/97	5,95	0,93					1,8	1,59	0,22						235	2		2,2
460	O.Hunsfoss	16/07/97	6,34	0,94					2,1	1,72	0,22						230	4		1,9
460	O.Hunsfoss	19/08/97	6,09	0,83					1,8	1,55	0,20						195	2		1,6
460	O.Hunsfoss	17/09/97	5,66	0,88					2,3	1,70	0,21						235	3		3,1
460	O.Hunsfoss	20/10/97	5,70	1,04	12	114	74	40	3,5	1,91	0,26	1,39	0,24	2,6	2,3	119	275	3	10	4,0
460	O.Hunsfoss	20/11/97	5,49	0,97					3,5	1,76	0,23						280	3		3,5
460	O.Hunsfoss	17/12/97	5,49	0,99					2,9	1,79	0,24						295	3		3,4
460	O.Hunsfoss	Mid	5,80	0,95	16	114	74	40	2,4	1,78	0,25	1,39	0,24	2,6	2,3	119	260	3	10	2,7
460	O.Hunsfoss	Min	5,49	0,83	12	114	74	40	1,5	1,52	0,20	1,39	0,24	2,6	2,3	119	195	2	10	1,4
460	O.Hunsfoss	Max	6,34	1,21	19	114	74	40	4,2	2,70	0,51	1,39	0,24	2,6	2,3	119	320	6	10	5,5
460	O.Hunsfoss	N	12	12	2	1	1	1	12	12	12	1	1	1	1	1	12	12	1	12
457	Vigeland	15/01/97	6,13	1,02					1,7	1,80	0,26						285	6		2,1
450	Skråstad	15/01/97	6,88	1,01	23	55	33	22	1,9	1,93	0,30	1,28	0,25	2,1	2,5	170	295	3	14	2,5
450	Skråstad	18/02/97	5,54	1,04	11	96	55	41	2,3	2,09	0,28	1,57	0,27	2,7	2,4	180	315	3	11	2,9
450	Skråstad	17/03/97	5,82	0,99	19	78	48	30	1,9	2,17	0,27	1,42	0,26	2,5	2,3	165	265	3	10	2,3
450	Skråstad	23/04/97	5,91	0,95	14	51	33	18	1,9	1,64	0,24	1,21	0,22	1,9	2,1	155	245	2	17	2,0
450	Skråstad	14/05/97	5,84	0,97	10	70	45	25	2,1	1,80	0,23	1,35	0,20	2,4	2,1	148	255	3	9	2,6
450	Skråstad	26/06/97	6,02	1,07	16	45	32	13	2,5	1,85	0,36	1,32	0,23	2,4	2,2	155	235	4	22	3,4

NIVA 3883-98

St.nr	DATO	pH	Ca mg/l	ALK-E µekv/L	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3-N µg/l	TOT-N µg/l	TOT-P µg/l	ANC µekv/L	KOF mg/l	
450	Skråstad	16/07/97	6,06	1,02	14	16	<5	11	2,1	1,83	0,30	1,35	0,23	2,4	2,3	92	230	4	18	2,3
450	Skråstad	19/08/97	5,87	0,98	21	35	26	9	2,1	1,83	0,31	1,33	0,22	2,2	2,6	85	205	5	16	2,3
450	Skråstad	17/09/97	5,66	0,97	16	73	45	28	2,5	1,90	0,26	1,41	0,20	2,4	2,2	113	265	5	15	3,2
450	Skråstad	20/10/97	5,90	1,11	15	111	74	37	3,6	2,06	0,28	1,56	0,25	2,7	2,6	122	295	4	14	4,1
450	Skråstad	20/11/97	5,71	1,07	10	110	66	44	3,4	1,88	0,25	1,50	0,24	2,6	2,5	150	290	3	9	3,9
450	Skråstad	17/12/97	5,62	1,07	15	101	68	33	3,8	1,89	0,26	1,43	0,26	2,3	2,6	175	310	3	12	3,7
450	Skråstad	Mid	5,90	1,02	15	70	44	26	2,5	1,91	0,28	1,39	0,24	2,4	2,4	143	267	4	14	2,9
450	Skråstad	Min	5,54	0,95	10	16	5	9	1,9	1,64	0,23	1,21	0,20	1,9	2,1	85	205	2	9	2,0
450	Skråstad	Max	6,88	1,11	23	111	74	44	3,8	2,17	0,36	1,57	0,27	2,7	2,6	180	315	5	22	4,1
450	Skråstad	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

B.2 Termostabile koliforme bakterier (TKB)

Antall pr. 100 ml vann. Se avs. 1.3 for stasjonsoversikt

St	Dato	TKB	St	Dato	TKB
0	24/06/97 <	10	7	15/01/97	70
0	01/07/97	90	7	18/02/97	60
0	08/07/97 <	10	7	17/03/97	13
0	15/07/97 <	10	7	23/04/97	10
			7	14/05/97	7
1	24/06/97	20	7	10/06/97	130
1	01/07/97	30	7	17/06/97	200
1	08/07/97	10	7	24/06/97	100
1	15/07/97 <	10	7	01/07/97	400
			7	08/07/97	20
2	15/01/97	50	7	15/07/97	60
2	18/02/97	4	7	23/07/97	60
2	17/03/97	1	7	29/07/97	20
2	23/04/97	1	7	06/08/97	150
2	14/05/97	2	7	19/08/97 >	300
2	24/06/97 <	10	7	17/09/97	90
2	01/07/97	50	7	20/10/97 >	300
2	08/07/97 <	10	7	20/11/97	7
2	15/07/97	10	7	17/12/97	35
2	19/08/97	6			
2	17/09/97	15	8	10/06/97	130
2	20/10/97	2	8	17/06/97	180
2	20/11/97	3	8	24/06/97	90
2	17/12/97	4	8	01/07/97	650
			8	08/07/97	40
3	24/06/97	90	8	15/07/97	30
3	01/07/97	130	8	23/07/97	90
3	08/07/97	40	8	29/07/97 <	10
3	15/07/97	30	8	06/08/97	120
4	24/06/97	180	9	10/06/97	40
4	01/07/97	140	9	17/06/97	180
4	08/07/97	10	9	24/06/97	100
4	15/07/97	10	9	01/07/97	650
			9	08/07/97	40
5	24/06/97	230	9	15/07/97	80
5	01/07/97	140	9	23/07/97	100
5	08/07/97	10	9	29/07/97	180
5	15/07/97	40	9	06/08/97	90
6	10/06/97	210	10	10/06/97	90
6	17/06/97	220	10	17/06/97	120
6	24/06/97	110	10	24/06/97	80
6	01/07/97	150	10	01/07/97	800
6	08/07/97	20	10	08/07/97	10
6	15/07/97	20	10	15/07/97	40
6	23/07/97	70	10	23/07/97	50
6	29/07/97 <	10	10	29/07/97	280
6	06/08/97	140	10	06/08/97	90

Vedlegg C. Primærdata - begroing

C.1 Begrionsorganismer i juli 1993, 1994, 1995, 1996 og 1997

Mengdeangivelse: se under vedlegg C2.

Organismer - latinske navn	Otra - Juli																			
	st.1					st.2					st.3					st.4				
	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97
Blågrønnalger (Cyanophyceae)																				
Aphanocz				x																
Aphanotz																		x		
Chroocoz																				
Cias set																				
Cham pol									xx											
Gloeocapsae			x																	
Hapa fon																				
Hapa hib				x	x					x										
Homoeotz				x										x						
Lyng per					x															
Lyngbyaz															xx					
Meri gla																				
Meri pun			x	x			x	x		x							x			x
Osci lim																				
Osci princeps																				1
Oscillaz																x				x
Schizotz					x															
Scyt mir	1	2	2	1	xx											1	xx			
Scyt sta	1	xx	1	xx	xx			x					x	x		1	1	xx		x
Stig mam	5	5	4	4	5				xx		1			x	x					
Stig oce				x	x															
Uidecyacoc			x	xx	xx				xx		1			x			xx	xxx	xx	
Uidecyatri					x				x					x		1		xx	xx	xx
Grønnalger (Chlorophyceae)																				
Binu tec	xx	xx	xx	xx	xxx		xx	xx	xx	xxx	x	xx	x	x	2	1	1	xx	xx	xx
Bulbochz		x		x	xx					xx						xx				x
Closterz								x	x	x				x	x			xx	x	
Cosm pyg																				x
Cosmariz	xx	x	x	x	x	xx	xx	xx	xx	x	x		xxx	xx	x		x	x		xx
Hormidiz						1	1			xx										
Gloeotilia sp.									xx					xx						x
Gymnozyga moniliformis																				
Micr amo								x										x		
Micr pal	1	1	1	1		3	3	2	1		1	1	1	1	2	2	2	xx	1	xxx
Mi pa,mi	1	1	xx	xx		1	x	xx	5	5	1	1	xx	5	5	x	1		4	1
Microspz														xx						
Moug a	x	x	xx	xx	xxx			xx	x	xx	x		xxx	xxx	xx	x	x	x	xx	xx
Moug a/b (15u)			x					1	xx	x			xx			x				1
Moug d (22-25u)										xx										
Netriumz																				
Oedo a				x	x		x	x	xx					x	x	x				
Oedo b (14-18u)								1						1				1		
Peniumz	xx	x	xx	xx	xx	x		xxx	xxx	xx	x		x			xx	x			x
Scenedez																				x
Scih gel									xx									xx		
Spirogyz (28-30u,1K,L,svart)																				
Stigeoc													xx							
Uide coc											xx									
Zygn a		xx	x				x													
Zygo sp3	4	4	5	5	5			xx	xx	x							x		xx	
Euglenophyceer (Euglenophyceae)																				
Trachelz						x	x				x									
Gullalger (Chrysophyceae)																				
Epiphyxix sp.					x															
Gulgrønnalger (Xanthophyceae)																				
Xant sp1	x	x	x	xx		xxx	xxx	xx	x		xx	xx	x			xx	x			
Rødalger (Rhodophyceae)																				
Batr vag			1	1	x															1
Moser (Bryophyta)																				
Blin acu								1	1		1		1							
Font dal						2	1	2	1	1	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1
Hygr och							2	2		2						1			1	1
Marsupez	3	2	2	1	1									1					2	1
Nard com	3	4	3	4	3					1	1				2	1				1
Scapanz	2	1	1	1	1						4	2	2	2	2	1	1	1	1	1
Uide lev						2	2	2	2	1			1			2	1	1	1	

C.1 (forts.)

Organismer - latinske navn	Otra - Juli																				
	st.1					st.2					st.3					st.4					
	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97	
Nedbrytere/konsumner																					
Bakt agg				x		1	1	3	xxx	x	1	2	3	xxx	x	xxx	xxx	3	xx	x	

Bakt sta				1	xxx	xxx	x		1	xx	xx			xxx	xx	xx		x
Bakt trá				xx	xx	xx	xx	x	xx	xx	xx	xxx		xx	xx	xx	xx	x
Jern bakt egg		xxx	xx	xx					1	xx	xx	xx	xx			xxx	xxx	xx
Fusa aqu % dekning				30	40	10		xx	20	30	5			10	30	2		xx
Sopp hyf				1	1	1	x	xx	1	xxx	x	x	xxx					
Sopp spo												x						
Spaerotz																		
Flag far			x	x					xx	xx	xx	x			xx	xx		
Cili uid	x		x						xx	xxx	xx	x			xx	xx	xx	
Cilin uid koloni																		+
Diverse																		
Fibre	xx	xx	x	x	x	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

C2. Begringsorganismer i september 1993, 1994, 1995, 1996 og 1997

Mengdeangivelse: se neste side.

	September																						
	st.1					st.2					st.3					st.4							
	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97			
Blågrønnalger (Cyanophyceae)																							
Aphanocz				x																			
Aphanotz																							
Chroocoz																							
Clas set									x														
Cham pol																							
Gloeocapsae										x													
Hapa fon															x								
Hapa hib				xx	x				x	x					xx				x		x		
Homoeotz																							
Lyng per					x										xx								
Lyngbyaz																					xx		
Meri gla																					x		
Meri pun		x		x	x				xx	x					xx	x			x		x		
Osci lim																			1		x		
Osci princeps																							
Oscillaz													xx					x					
Schizotz														xx									
Scyt mir	1	1	1	1	xxx			x							x				x		x		
Scyt sta	1	1	1	xx	x					xx	1	x		x		x	1	1	1	x	x		
Stig mam	5	5	4	4	4					xx				x	x	1	xx		1		xxx		
Stig oce										xx													
Uidecyacoc		xx						1	xx	x										xx	xxx		
Uidecyatri				xx				1		xx					xxx	4				xxx	xxx		
Grønnalger (Chlorophyceae)																							
Binu tec	1	1	xx	xx	x			xx	x	xx	x		xx		xx	1	xx	x					
Bulbochz		1	xx		xx				x		x			x	x						xx		
Closterz									x									xx					
Cosm pyg										xx													
Cosmariz	xx	x	x	x	x				xx	xx	x		xx	x	x	x		x	x	x	x		
Hormidiz					x			1	x				xxx	x	x			xxx	1		x		
Gloeotilia sp.														x							x		
Gymnozyga moniliformis															x						x		
Micr amo																							
Micr pal	1	x	x	xx				1	1	2	1	5	1		1	4	2	1	1	xx	xx	4	
Mi pa;mi				x						xx	1	xx			xx	2	x			xxx	xx	xx	x
Microspz										x	x												
Moug a		xx	x	x	x					xx	x	x		xx	xxx	xxx			xx	x			
Moug a/b (15u)	xx			x	xx					xxx	2	x		x	x	x			x				
Moug d (22-25u)				x						2	1												
Netriumz		xx							xx					xx									
Oedo a				x						xxx	xx				x	x	x		1		xxx		
Oedo b (14-18u)										2						x							
Peniumz	x	xxx	xx	xx	xx			xx	x	x	x		xxx	xx	xx			xxx	x			xx	

C2. (forts.)

	September																					
	st.1					st.2					st.3					st.4						
	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97		
Scenedez								x	x											xx	xx	
Scih gel																						
Spirogyz (28-30u,1K,L,svart)				1																		
Stigeoc																						
Uide coc	xx		x	x					x									xxx				
Zygn a	3																					
Zygo sp3	3	4	5	5	5	1		2	2	xxx		xx	1	xx	x	1	1	1			x	
Euglenophyceer (Euglenophyceae)																						
Trachelz		x	x					x					xx					x				
Gullalger (Chrysophyceae)																						
Epiphyxix sp.					xx																	xx

Gulgrønnalger (Xanthophyceae)															
Xant sp1		xxx	xx												
Rødalger (Rhodophyceae)															
Batr vag			1	1				1	1						
Moser (Bryophyta)	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	2	2	3	4	2
Blin acu					1										
Font dal						2	2	2	1	3	3	3	2	2	1
Hygr och						1	1	1	1					1	
Marsupez	3	2	2	2	3					2					
Nard com	3	3	3	3	2			1	1	1					
Scapanz	2	1	1	1	2						4	3	2	2	4
Uide lev						2	1	1	1	3					
Nedbrytere/konsumneter															
Bakt agg			xx	xx	x			2	2	xxx			1	2	xx
Bakt sta						xxxx	xx	xxx	xx		xxxx	x	x	xx	
Bakt trá							xxx	1				xx	xx		
Jern bakt agg			xxx	xxx	xx		x	xxx	xx			xx	xx	xx	
Fusa aqu % dekning						80	80	5	2	2	40	70	3	xx	xxx
Sopp hyf	x					x	x	x	x	xx	xx	xx	x	xx	xx
Sopp spo				x		x	x		x						
Spaerotz								xxxx	xx					xx	
Flag far	xx		x			xx	xx	xx	x		xx	xx	xx		
Cili uid	x		x				xx	xxx	x		x	xx	xx		
Cilin uid koloni					1										
Diverse															
Fibre	x	x	x			xxxx	xx	xxxx	xxxx	4	xxxx	xx	xxxx	xxx	xxx
											xxxx	xx	xxx	xx	3

Mengdeangivelse vedlegg C1 og C2 (alle begroingsorganismer unntatt kiselalger):

Tall angir % av elveleiet dekket av begroing, *dekningsgrad*: 1:>5%, 2:5-10%, 3:10-12%, 4:20-50%, 5:50-100%.

Organismer som vokser på/blandt disse er angitt med: x: sjelden, xx: sparsom, xxx: vanlig, xxxx: hyppig

C.3 Kiselalger i juli og september 1997

Kiselalger - Rubinkode	17. Juli 1997				26. September 1997			
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.1	St.2	St.3	St.4
Achn kry		x	x		x	x	x	
Achn min							x	
Achnantz		x	x	x	x		x	
Anom bra		x		x				x
Anom vit		x						
Anomoeoz								
Anph hem								
Aste ral								
Aula lir								
Aulacosz				x				
Cymatopz								
Cymb gra		x	x				x	x
Cymb sp.	x		x	x				
Cymb ven		x	x	x			x	x
Eu tr;pe								
Euno arc	x	x	x	x	x			
Euno bac						x		
Euno bil	xx	xx	xx	xx		x	xxx	x
Euno exi	xx	xx	x	x	x	xx	xx	xxx
Euno fab	x	x	x			x	x	
Euno pec	x		x		x	x	xx	x
Euno ven	xx	x	x	x	xx	xxx	xx	xxx
Eunotiaz	x		x	x	x	x	x	x
Fr rh;sa	x	x	x	x			x	x
Frag old		x		x	x	x		
Frus rho								
Gomp acu								
Nav i kra				x		xx	x	x
Navi cry	x	x	xx	x	x	xx	xxx	xx
Navi rad								
Navi sub	x	x						x
Naviculz	x		x	x	xx	x		x
Nitzschz								
Pero fib	xx	x	x	x	x	x	x	x
Pinn hil				x		x	x	x
Pinnulaz	x	x		x	x			x
Stauronz	xx							
Sten int	x	x		x				
Surirelz				x	x			
Tabe bin								
Tabe flo	xxxx	xxxx	xxxx	xxx	xxx	xxx	xx	xxx
Tabe qua	xx	xx	xx	xx	x	x	x	x
Uide pen	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
Totalt	19	21	19	23	18	18	20	19
artsantall								

Mengdeangivelse vedlegg C3 (kiselalger):

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

Vedlegg D. Ubearbeidet bunndyr-materiale

Det har de siste årene også blitt samlet inn et tilsvarende bunndyrmateriale fra en til to stasjoner lengre nede i vassdraget. Dette materialet ble for året 1995 bearbeidet og presentert i rapporten for dette året. De økonomiske rammene var i fjor for små til å bearbeide materialet fra 1996. Stasjonene er lokalisert ved Haus og oppstrøms Skråstad. Etter at tiltakene for å bedre vannkvaliteten i nedre deler av Otra nå er gjennomført, vil det være av interesse å få kartlagt størrelsen og utstrekningen på den bedring vi har fått/forventer å få på dette vassdragsavsnittet av Otra i årene som kommer.

Det er foretatt en supplerende prøvetaking i mai fra årene 1991 til 1994 på disse fire stasjonene i Otra og i tillegg til metoden med elvehåv (NS 4719) hentet inn et mer omfattende kvantitativt materiale fra bunndyrsamfunnene i nedre deler av Otra. Dette er gjort fordi våren er et viktig prøvetakingstidspunkt både ut fra hensyn til vurderingen av vannkvaliteten i vassdraget (beskriver vintersituasjonen), men også fordi bunndyrsamfunnet da normalt har sin største variasjon og mangfold. Det var viktig å ha et godt materiale om bunnfaunaens funksjonelle og strukturelle oppbygning og derved vannkvaliteten ved denne årstiden når bedringen senere skulle dokumenteres etter de tiltakene som ville bli gjennomført for å redusere forurensingsbelastningen. Dette bunndyrmaterialet, som er hentet inn ved befaringer i mai fra fire stasjoner i nedre deler av Otra er arkivert ved NIVA, Oslo.

Ved et giftutslipp den 28. Juli på Hunsfoss Fabrikkers industriområde forårsaket av Hydro Gas A/S ble det for å beskrive størrelsen og utstrekningen på eventuelle biologiske skader på strekningen fra Hunsfoss Fabrikker A/S og ned til Hagen tatt prøver av vassdragets bunnfauna fra i alt 8 stasjoner (Aanes og Lydersen, 1997). Flere av disse stasjonene var egnet for en fremtidig overvåkning av bunnfaunaen / vannkvaliteten på nedre deler av Otra, og undersøkelsene i månedsskiftet juli-august 1997 gir et godt referansemateriale for fremtidige undersøkelser på denne strekningen.