



# Statlig program for forurensningsovervåking

## Rapport 767/99

---

Oppdragsgivere      Fylkesmannen i Vest-Agder  
Vassdragsområdet for Nedre Otra

---

Utførende institusjoner    Norsk institutt for vannforskning  
Norsk institutt for naturforskning  
Agder naturmuseum  
Høgskolen i Telemark

---

## Tiltaksorientert overvåking av Otra 1998



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Serlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 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  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

9015 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Tiltaksorientert overvåking av Otra i 1998.  <i>(Monitoring of River Otra, 1998)</i>	Løpenr. (for bestilling) 4057-99	Dato Mai 1999	
	Prosjektnr. Undernr. O-97034	Sider 58	Pris kr 100,-
Forfatter(e) Kaste, Ø., Lande, A. (HiT), Larsen, B.M. (NINA), Aanes, K.J. og Åsen, P.A. (Agder Naturmuseum)	Fagområde Vassdragsundersøk.	Distribusjon	
	Geografisk område Agder	Trykket NIVA	

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Vest-Agder og Vassdragsrådet for Nedre Otra.	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p><b>Sammendrag</b></p> <p>Otra overvåkes årlig for å registrere eventuelle endringer i forurensningssituasjonen. Elva var i 1998 ubetydelig påvirket av nærings-salter, 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 er betydelig redusert nedstrøms Vigeland. Nedre del av Otra var i 1998 markert til sterkt påvirket av tarmbakterier.</p> <p>Funn av den forsuringfølsomme døgnfluen <i>Baetis rhodani</i> nedstrøms Hunsfoss viser at surheten i Otra er i ferd med å avta. Selv om resultatene fra 1998 er positive, er bunndyrsamfunnet nedstrøms Vigeland fremdeles preget av forurensning.</p> <p>Fiskeregistreringene i 1998 påviste rekruttering av laks og ørret i hele den lakseførende delen av Otra, samt i sidebekkene Høiebekken og Lonanebekken.</p> <p>Vegetasjonen mellom Kilefjorden og Venneslafjorden synes å ha endret seg lite de siste 20 årene. Nedstrøms Venneslafjorden synes forekomstene av krypsiv å ha økt siden forrige undersøkelse i 1995.</p> <p>Det anbefales videre arbeid med forurensningsbegrensende tiltak i vassdraget, samt videreføring av eksisterende overvåkingsprogram.</p>
---

Fire norske emneord 1. Forurensningsovervåking 2. Treforedlingsindustri 3. Vannkraftutbygging 4. Sur nedbør	Fire engelske emneord 1. Pollution monitoring 2. Pulp and paper industry 3. Hydro power development 4. Acid precipitation
---	---

  
Øyvind Kaste

Prosjektleder

  
Brit Lisa Skjerve

Forskningsleder

  
Nils Roar Sælthun

Forskningsjef

## **Tiltaksorientert overvåking av Otra i 1998**

## Forord

Den rutinemessige overvåkingen av Otra er en del av Statlig program for forurensningsovervåking som administreres av Statens forurensningstilsyn (SFT). SFT har fra og med 1998 kanalisert sine midler gjennom Fylkesmannen i Vest-Agder, som har administrert prosjektet. Kontaktpersoner hos Fylkesmannen har vært Rolf Olav Stene og Svein Haugland. Ved siden av SFT har også Vassdragsrådet for Nedre Otra bidratt økonomisk til prosjektet. Kontaktperson i Vassdragsrådet har vært Pål Alfred Larsen.

Dreng 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.

Kapittelet om vannkjemi er skrevet av Arne Lande<sup>1</sup>, Høgskolen i Telemark, som har hatt studiepermisjon ved NIVAs Sørlandsavdeling våren 1999. Han har også redigert hovedrapporten sammen med Øyvind Kaste. Karl Jan Aanes har gjennomført bunndyrundersøkelsene og skrevet kapittelet om bunndyr.

Fiskeundersøkelsene ble gjennomført i felt av Hans Mack Berger, Karstein Hårsaker, Jarl Koksvik og Terje Nøst (NINA). Randi Saksgård (NINA) har aldersbestemt og bearbeidet det innsamlede fiskematerialet. Bjørn Mejdell Larsen<sup>2</sup> har vært prosjektansvarlig, og har skrevet kapittelet om fisk. Det rettes en takk til Otra Laxefiskerlag som kom med forslag til undersøkelsesstasjoner i vassdraget, og deltok på en positiv måte under feltarbeidet i 1998.

Per Arvid Åsen<sup>3</sup>, Agder Naturmuseum, har undersøkt vegetasjon og flora i Otra fra Kilefjorden til Kristiansand. Han har også skrevet et kapittel om dette i rapporten.

Grimstad, mai 1999

*Øyvind Kaste*

---

<sup>1</sup>Høgskolen i Telemark, 3800 Bø i Telemark

<sup>2</sup>Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim

<sup>3</sup>Agder naturmuseum og botaniske hage, Pb. 1018 Lundsiden, 4687 Kristiansand

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
1.1 Bakgrunn og mål	8
1.2 Områdebeskrivelse	8
1.3 Materiale og metoder	11
1.4 Hydrologi	12
<b>2. Vannkvalitet</b>	<b>14</b>
2.1 Forsuring	14
2.2 Næringssalter	17
2.3 Organisk stoff	20
2.4 Tarmbakterier	20
2.5 Vannkvalitet i Høiebekken, april-juni 1998	23
2.6 Klassifisering av vannkvalitetstilstand i 1998	23
<b>3. Bunndyr</b>	<b>24</b>
3.1 Innledning	24
3.2 Resultater	24
3.3 Vurdering	29
<b>4. Fisk</b>	<b>31</b>
4.1 Innledning	31
4.2 Resultater	31
<b>5. Vegetasjon og flora i og omkring Otra fra Kilefjorden til Kristiansand</b>	<b>37</b>
5.1 Innledning	37
5.2 Vegetasjon og flora 1997 - observasjoner og diskusjon	37
<b>6. Anbefalinger</b>	<b>39</b>
<b>7. Referanser</b>	<b>40</b>
<b>Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem</b>	<b>42</b>
<b>Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi og bakterier</b>	<b>43</b>
<b>Vedlegg C. Primærdata – bunndyr</b>	<b>49</b>
<b>Vedlegg D. Primærdata – fisk</b>	<b>54</b>
<b>Vedlegg E. Primærdata – vannvegetasjon</b>	<b>57</b>

## Sammendrag

Hovedmålet med overvåkingen i Otravassdraget er å registrere eventuelle endringer i forurensnings-situasjonen, 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

Det har vært en positiv vannkvalitetsutvikling i Otra på 1990-tallet. Konsentrasjonene av fosfor og organisk stoff er betydelig redusert nedstrøms Vigeland siden midten av 1980-tallet, og surheten har avtatt på alle de undersøkte stasjonene. Samtlige undersøkte stasjoner var ubetydelig påvirket av næringssalter (klasse I, "meget god"), men markert påvirket av forsurening (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"). Høye konsentrasjoner av tarmbakterier medførte at flere lokaliteter nedstrøms Vennesla måtte karakteriseres som uegnet for bading i 1998.

Den positive pH-trenden skyldes en kombinasjon av den avskjærende industriavløpsledningen og at svovelledfallet 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, og i 1998 var verdiene ved de to stasjonene relativt like. Redusert surhet og minkende konsentrasjoner av giftig, labilt aluminium har medført bedre livsvilkår for vannlevende organismer (inkl. fisk) i Otra. Det kan imidlertid fortsatt ikke utelukkes at aluminiumskonsentrasjonene kan komme opp i nivåer som kan virke skadelig på organismelivet, spesielt den sårbare laksesmolten.

Hovedårsaken til den positive utviklingen mht. fosfor er at det er gjennomført betydelige forurensningsbegrensende tiltak på kommunal sektor. Høye konsentrasjoner av tarmbakterier i elva illustrerer imidlertid at det kan forekomme kloakkutslipp langs elva. Utslippsreduksjoner i treforedlingsindustrien og etablering av Otra-ledningen i 1995 er hovedårsaken til den reduserte organiske belastningen i nedre del av Otra. Den midlere TOC-konsentrasjonen ved Skråstad var i 1998 den samme som ved referansestasjonen oppstrøms industribedriftene.

### Bunndyr

Undersøkelsene de siste årene av bunndyrsamfunnene i nedre deler av Otra 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 noe forsuret. Særlig viser materialet fra 1998 en positiv utvikling nedstrøms Hunsfoss ved at vannets pH nå ser ut til å ha stabilisert seg på et høyere nivå (> pH 5,5) enn tidligere. Følsomme indikatororganismer som døgnfluelarver av slekten *Baetis* ble for første gang på mange år igjen registrert i denne delen av vassdraget.

Selv om det gjennom bunndyrmaterialet fra 1998 er dokumentert at vannkvaliteten har tatt et stort skritt i riktig retning så er bunndyrsamfunnet som registreres på stasjonen nedstrøms Vigeland fremdeles mangelfullt sammensatt. Dette er et resultat av den belastningen elva mottar av organisk materiale og næringssalter fra aktivitetene oppstrøms Vigeland. Lav pH ser ikke lengre ut til å ha så stor begrensende effekt på bunndyrsfaunaen i denne delen av vassdraget. Men fremdeles er det et svært atypisk bunndyrsamfunn vi registrerer, hvor mange av de viktige næringsdyrene for fisken i vassdraget er borte eller svært fåtallige. Restitueringen av vassdraget tar tid og innvandringen av nye arter når vannkvaliteten igjen blir akseptabel tar også tid. Derfor er det viktig å følge nøye med i

bunnfaunaens utvikling de nærmeste årene, og ikke minst er dette viktig av hensyn til den rolle bunndyrene spiller som næringsgrunnlag for vassdragets produksjon av laks og ørret.

Soppen Fusarium som tidligere dekket store deler av elvebunnen nedstrøms Vigeland er nå erstattet med lange trådalger som dekket nær 100% av elvebunnen. Situasjonen er dermed 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 er byttet ut med arter av fjærmygglarver som kan finne skjul og mat i mattene av alger. Tilslamming og dårlig vannutskifting 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.

### Fisk

Fra midten av 1950-tallet til slutten av 1980-tallet eller begynnelsen av 1990-tallet har det ikke vært påvist vellykket rekruttering hos laks i hovedvassdraget i Otra. Fra begynnelsen av 1960-tallet ble det ikke lenger fanget laks i vassdraget. Noe laks ble tatt i 1970- og 1980-årene, men det kom et voldsomt oppsving i fisket igjen på 1990-tallet. Innrapportert fangst i 1998 på nesten 6 tonn er den høyeste registrerte i løpet av hele 1900-tallet. Dette har skjedd uten at det er satt ut laksyngel i vassdraget. Laks som kommer opp i Otra er fisk med sannsynlig opprinnelse fra andre vassdrag, men også med innslag av rømt oppdrettslaks. I tillegg kan det være enkelte laks som stammer fra refugier i sidebekker i nedre del av Otra.

I forbindelse med en utvidelse av overvåkingsprogrammet i Otra ble også ungfiskregistreringer inkludert fra 1998. Undersøkelsene i august 1998 påviste rekruttering av laks og ørret i hele den lakseførende delen av Otra og i sidebekkene Høiebekken og Lonanebekken. Gjennomsnittlig tetthet for laksyngel og eldre laksunger var henholdsvis 11 og <1 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i hovedvassdraget, men henholdsvis 9 og 16 individer i sidebekkene. Dette er lave tettheter og lavere enn i Audna og Storelva (Vegårvassdraget), men likevel høyere enn sammenlignbare tettheter av laksunger i Tovdalselva, Mandalselva, Lygna og Kvina. Tettheten av ørretyngel var moderat høy ved Hunsfos Fabrikker, men lav til moderat lav i resten av vassdraget.

Den lave tettheten av eldre fiskeunger i hovedvassdraget må enten skyldes en meget svak rekruttering i tidligere år eller være en effekt av høy dødelighet og redusert overlevelse på grunn av et giftutslipp sommeren 1997. Tettheten av laks- og ørretunger var høyere i 1998 enn den var i 1997. Dette kan tilsi at bestanden av ungfisk raskt vil kunne bygge seg opp igjen bare vannkvaliteten i vassdraget blir tilfredsstillende, og man får kontroll med tilfeldige utslipp. Potensialet i vassdraget er uten tvil stort, og det kan forventes tettheter av laksyngel på enkeltstasjoner på >100 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Det er forventet høyere tetthet av laksyngel i 1999 på grunn av det store antallet med gytelaks som ble observert i vassdraget høsten 1998. Det er også viktig å merke seg den betydningen enkelte av sidebekkene har i dag som rekrutterings- og oppvekstområde for laksunger.

### Vegetasjon

Vegetasjonen i elva mellom Kilefjorden og Venneslafjorden synes å ha endret seg lite de siste 20 årene. Venneslafjorden hadde flest vannplanter av samtlige lokaliteter i 1997 (16 arter). Nedstrøms Venneslafjorden synes forekomstene av krypsiv å ha økt siden forrige undersøkelse i 1995. Det er vanskelig å trekke konklusjoner med hensyn til endringer i artsdiversiteten i elva på grunnlag av den relativt grove undersøkelsen som ble gjennomført i 1997. En systematisk anlagt undersøkelse med innsamling av beleggksemplarer av alle aktuelle problemarter anbefales derfor.

### Anbefalinger

De store vannkvalitetsforbedringene på 1990-tallet, som følge av reduserte industriutslipp og redusert forsurening, 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 fram til 1998 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:

- Tiltak mot lekkasjer og overløp fra det kommunale kloakkledningsnettet. Årsaken til høye fosforkonsentrasjoner i Høyebekken bør klarlegges.
- Ytterligere forbedring av rutiner for å unngå uhell / ukontrollerte utslipp fra industrien.
- Gjenopprettelse av stasjon for kontinuerlig pH-registrering nedstrøms industribedriftene - for å kunne dokumentere eventuelle støtutslipp til elva, samt å vurdere om det fortsatt kan være behov for kalking.
- Videreføre overvåkingen av vannkjemi, bakteriologi, bunndyr, vegetasjon og fisk.

## Summary

Title: Monitoring of River Otra, 1998.  
Year: 1999  
Authors: Kaste, Ø., Lande, A., Larsen, B.M., Aanes, K.J. & Åsen, P.A.  
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3661-9

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 1998, 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 markedly to strongly affected by coliform bacteria. It has been a positive water quality trend in Otra during the 1990s. Phosphorus, nitrogen and TOC concentrations are markedly reduced compared to the middle 1980s, and the acidity has decreased at all the investigated sites.

Recolonisation of the acid-sensitive mayfly *Baetis rhodani* illustrates that the acidity in Otra is decreasing. In general, the benthic fauna is still affected by water pollution. Electrofishing in 1998 stated that Atlantic salmon and brown trout recruitment took place in tributaries as well as the main river downstream the Vigeland waterfall. Only minor changes in water plant composition have taken place along the river section between Lake Kilefjorden and Lake Venneslafjorden during the last 20 years. Downstream Lake Venneslafjorden the species *Juncus bulbosus* occurred more frequent in 1997 than in 1995.

Based on the monitoring data we recommend further work with pollution-reducing measures and continuation of the monitoring programme at the same level as in 1998.



# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn og mål

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 m.fl. (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.

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.

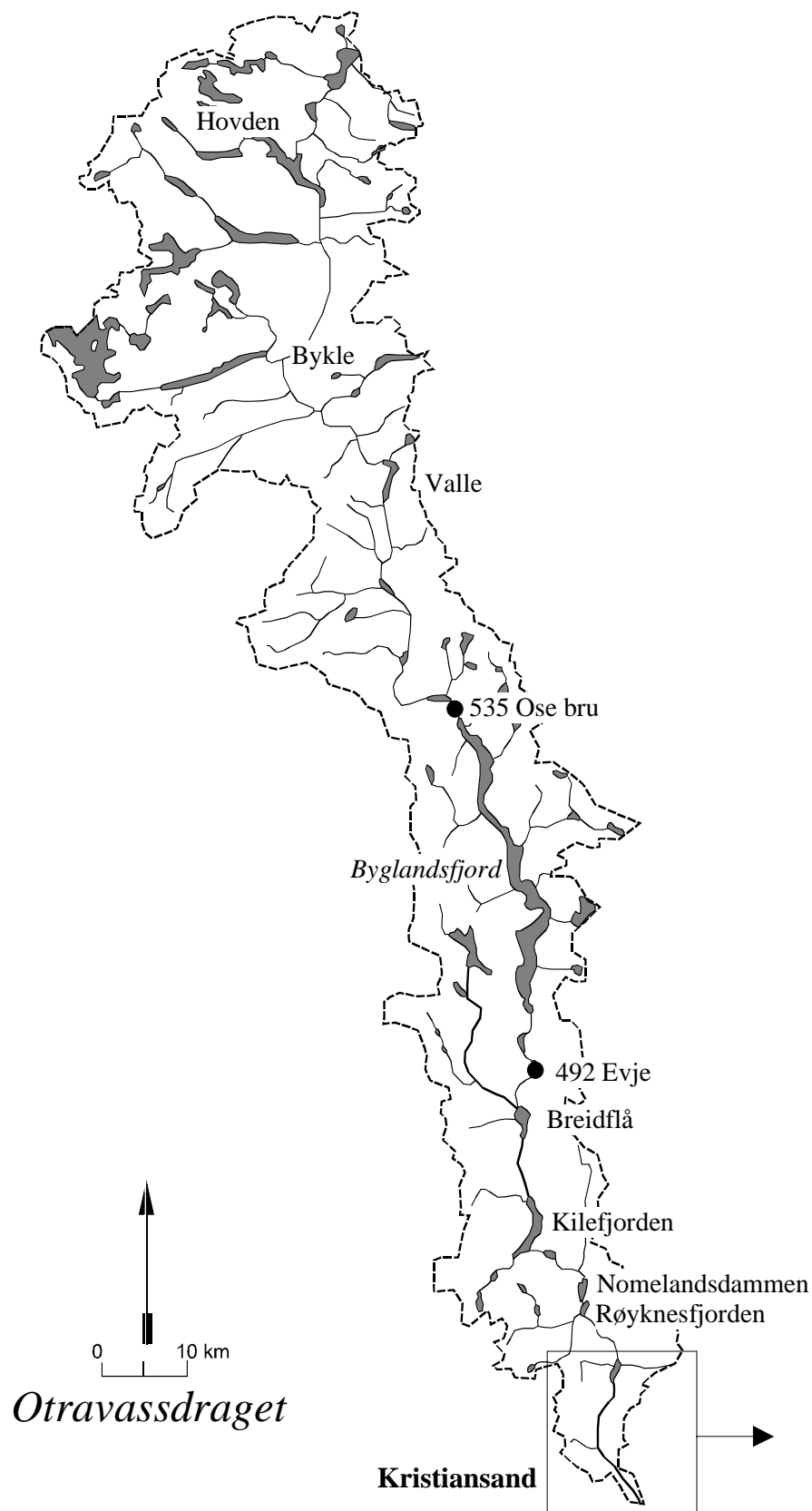
## 1.2 Områdebeskrivelse

Otravassdraget har et naturlig nedbørfelt på 3738 km<sup>2</sup> og er Sørlandets mest vannrike vassdrag. Fra kildeområdet nord for Hovden i Setesdal 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 m<sup>3</sup>/s ved utløpet av Byglandsfjorden og 155 m<sup>3</sup>/s ved utløpet i Kristiansandsfjorden. **Figur 1a,b** viser øvre og nedre deler av Otra med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.

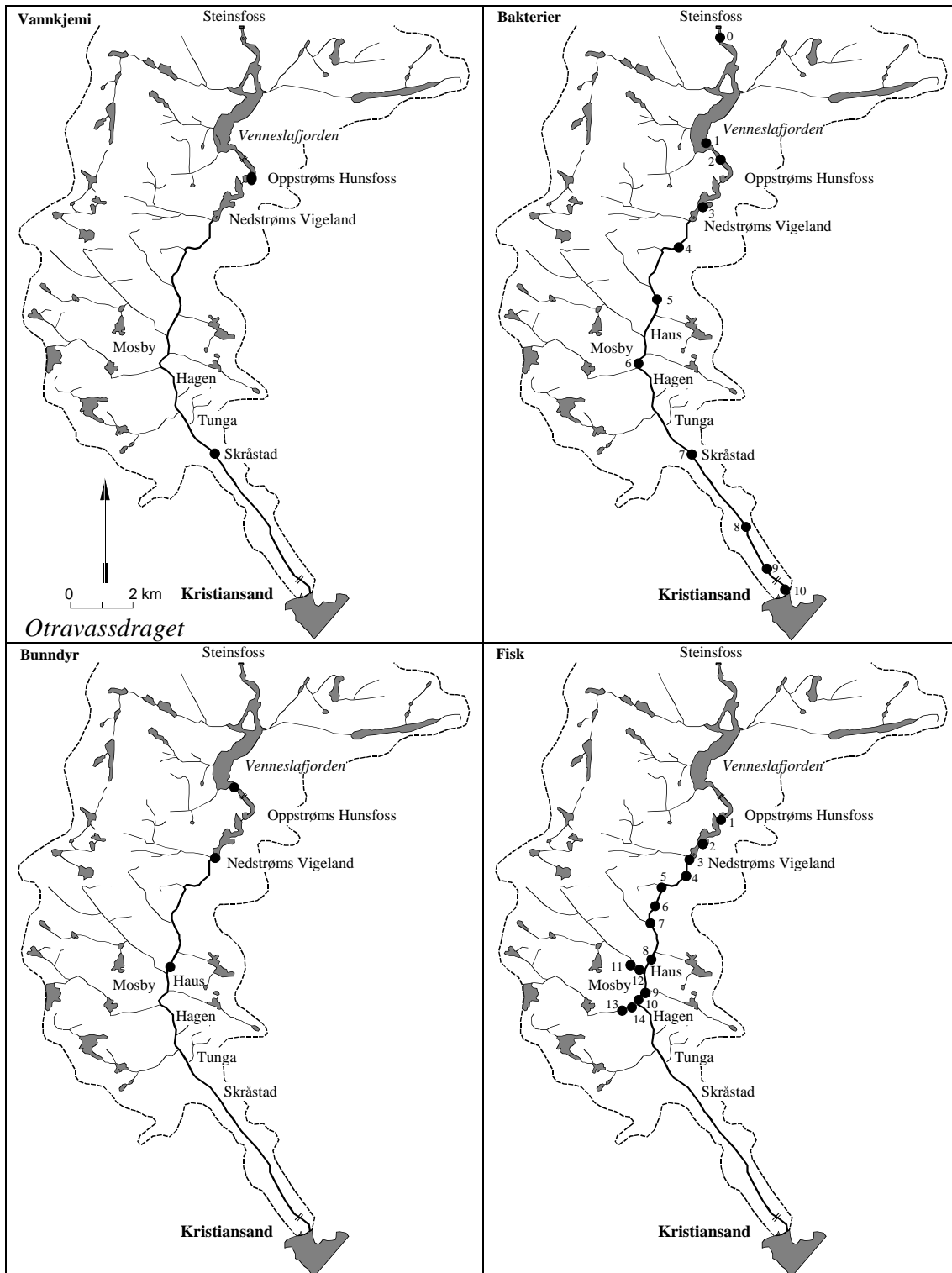
Det går en geologisk grense gjennom Vatnedalen mellom Bykle og Hovden. Bergartene i nedbørfeltet sør for Vatnedalen består vesentlig av gneis og granitt, som gir saltfattig avrenningsvann og lav motstandsevne mot forsuring. Nord for Vatnedalen og øst for Valle finnes metamorfe og sedimentære bergarter som er noe mer kalkholdige. Mindre forurenset nedbør bidrar også til at avrenningsvannet fra dette området er mindre surt enn i det øvrige vassdraget. Kun de sørligste delene av Otra, nedstrøms Mosby, ligger under marin grense (ca 40 moh. i området). Påvirkninger av marine avsetninger betyr derfor minimalt for vannkvaliteten i Otra.

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. På enkelte strekninger oppstrøms Venneslafjorden er det ikke pålagt minstevannføring. 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).

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



**Figur 1 a.** Otra med nedbørfelt. Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi er markert med nummer.



Figur 1 b. Nedre Otra med nedbørfelt. Stasjoner for vannkjemi, bakterier, bunndyr og fisk er markert.

### 1.3 Materiale og metoder

#### Vannkjemi

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

St. nr	Navn	UTM	Kartblad	Analyseparametre
535	Ose bru	4245-65352	1412 I	Lang serie
492	Evje	4290-64913	1512 III	Lang serie
460	Oppstrøms Hunsfoss	4397-64592	1511 IV	Kort serie, utvidet til Lang fra april 1998
453	Høiebekken*	4372-64537	1511 III	Lang serie
450	Skråstad	4383-64503	1511 III	Lang serie

\*Kun vannprøver fra perioden april-juni

Kort serie: pH, konduktivitet, kalsium, magnesium, total fosfor, total nitrogen, kjemisk oksygenforbruk (KOF), sløyfet fra februar 1998, totalt organisk karbon (TOC).

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

#### Tarnbakterier

Det er analysert månedlige prøver fra stasjonene 460 Oppstrøms Hunsfoss og 450 Skråstad i tidsrommet januar til oktober 1998. I tillegg ble det i perioden 16. juni - 18. august tatt hyppigere prøver fra i alt 11 stasjoner på strekningen fra Steinsfossen (innløp Venneslafjorden) til Otrå utløp ved Kristianssand. Prøvene er analysert ved Næringsmiddeltilsynet i Vest-Agder. Følgende stasjoner er inkludert (fra nord til sør):

St. nr	Navn
0	Steinsfossen
1	Nesane
2	Brannstasjonen (tilsv. stasjonen O. Hunsfoss)
3	Vigeland
4	Skjebua
5	Kvarstein bro
6	Hagen
7	Skråstad
8	Påskeberget
9	Gyldenløvesgt. (tidl. st. Tordenskjoldsgt.)
10	Tangen

#### Bunndyr

Bunndyrprøvene som her er bearbeidet ble samlet inn på de to hovedstasjonene i Otrå oppstrøms og nedstrøms industriområdet ved Hunsfoss. 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. Den andre stasjonen er plassert nedstrøms Vigeland, langs østre elvebredd (UTM 573 386). Denne stasjonen har også tidligere vært brukt til prøvetaking av bunndyrsamfunnet.

Bunndyrprøvene som er bearbeidet, vurdert og sammenstilt i denne rapporten ble samlet inn den 12. mai og den 7. juli i 1998. Dette er det 11. året hvor det er hentet inn bunndyrprøver fra stasjonene oppstrøms og nedstrøms Hunsfoss, og alle prøvetakingene er foretatt om sommeren i juli. I de senere årene er det også i tillegg samlet inn et materiale fra bunndyrsamfunnene på dette avsnittet om våren i

mai. 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.

I tillegg til det materiale som rutinemessig har vært beskrevet og vurdert i årsrapportene har det også de siste årene blitt samlet inn et tilsvarende materiale i juli fra en til to stasjoner lengre nede i Otra. Dette er stasjoner lokalisert ved Haus (et stykke nedstrøms Kvarstein bro på elvens østside, UTM 373 537) og fra én lokalitet mellom Tunga og Skråstad. Materialet fra 1997 ble bearbeidet i forbindelse med giftutslippet dette året, og materialet fra Haus i 1998 er bearbeidet til denne rapporten. Det øvrige materialet er ikke bearbeidet, men ligger arkivert på NIVA og kan hentes frem ved en senere anledning hvis behovet skulle melde seg (**Vedlegg C.6**).

I forbindelse med et giftutslipp til Otra den 27. juli 1997 forårsaket av firmaet Hydrogas fra fabrikkområdet til Hunsfos Fabrikker, ble det gjort en grundig beskrivelse av bunndyrsamfunnene på 8 stasjoner nedstrøms Hunsfoss (Aanes & Lydersen 1997). Deler av dette materialet er benyttet ved tolkningen av materialet fra 1998.

### Fisk

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat etter standard metoder på 10 stasjoner i vassdraget i august 1998 (**Vedlegg D.1**). Stasjon 1 ligger ved Hunsfos Fabrikker like ovenfor den lakseførende strekningen. De resterende stasjonene ligger i lakseførende del av vassdraget med stasjon 2-4 mellom Vigeland Bruk og Vigeland hovedgård, stasjon 5-7 mellom Åbål og Kvarstein og stasjon 8-10 mellom Haus og Hagen (**Figur 1b**). I tillegg ble det fisket på to stasjoner i nedre del av Høiebekken (stasjon 11-12) og to stasjoner i nedre del av Lonanebekken (stasjon 13-14). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt, og et utvalg av fisken ble konservert for senere aldersbestemmelse. Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin (1984) og Bohlin m.fl. (1989) etter fangst i tre fiskeomganger. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ).

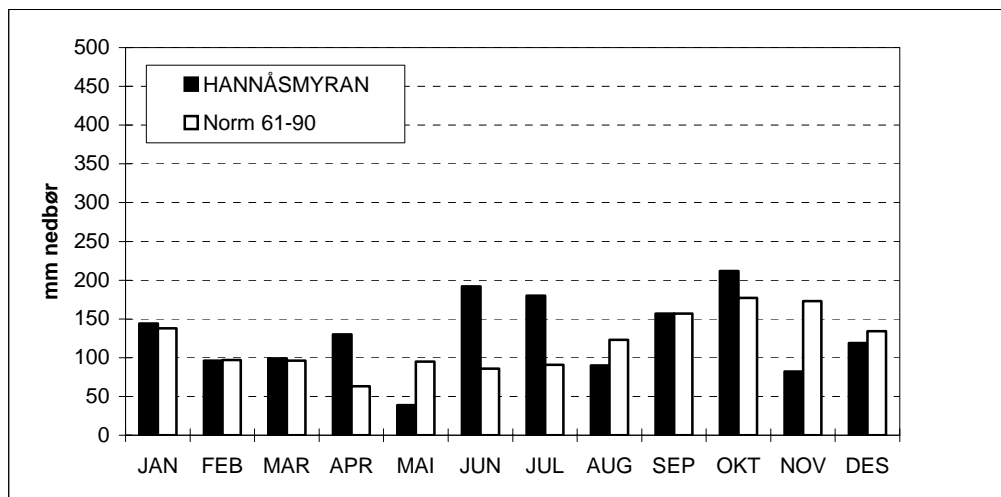
Tettheten er beregnet som:

- Gjennomsnittet basert på sum fangst i de tre respektive fiskeomgangene for alle stasjonene samlet (tetthet1)
- Gjennomsnittet av beregnet tetthet på alle enkeltstasjonene (tetthet2)

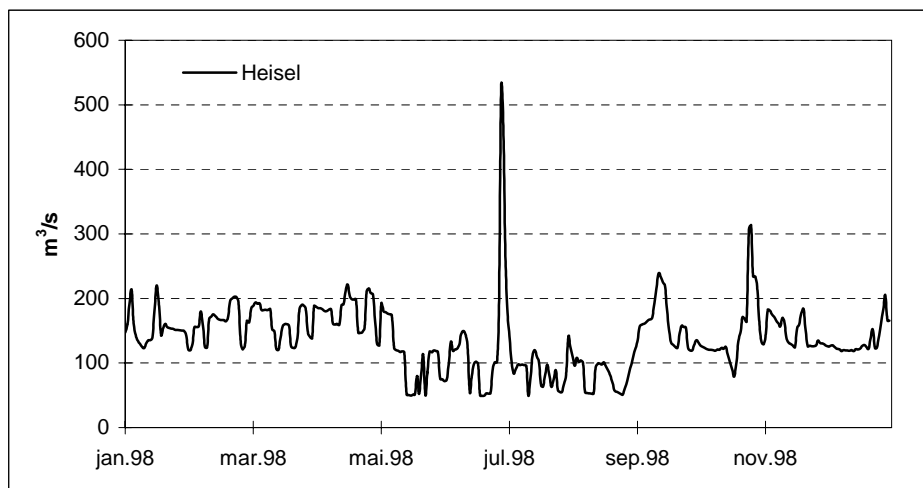
Alle tettheter er oppgitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>, og vist i **Vedlegg D.1, D.2 og D.3** som også angir standardavviket for tetthet1 og tetthet2.

## 1.4 Hydrologi

Meteorologisk stasjon Hannåsmyran:	Årsnedbør 1998:	1540 mm
	Normalt:	1430 mm
	% av normalen:	108



**Figur 2.** Månedlig nedbør i 1998 ved meteorologisk stasjon Hannåsmyran. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 1999).



**Figur 3.** Vannføring (døgnverdier) ved Heisel (tidl. Vigeland) i 1998 (NVE 1999).

## 2. Vannkvalitet

### 2.1 Forsuring

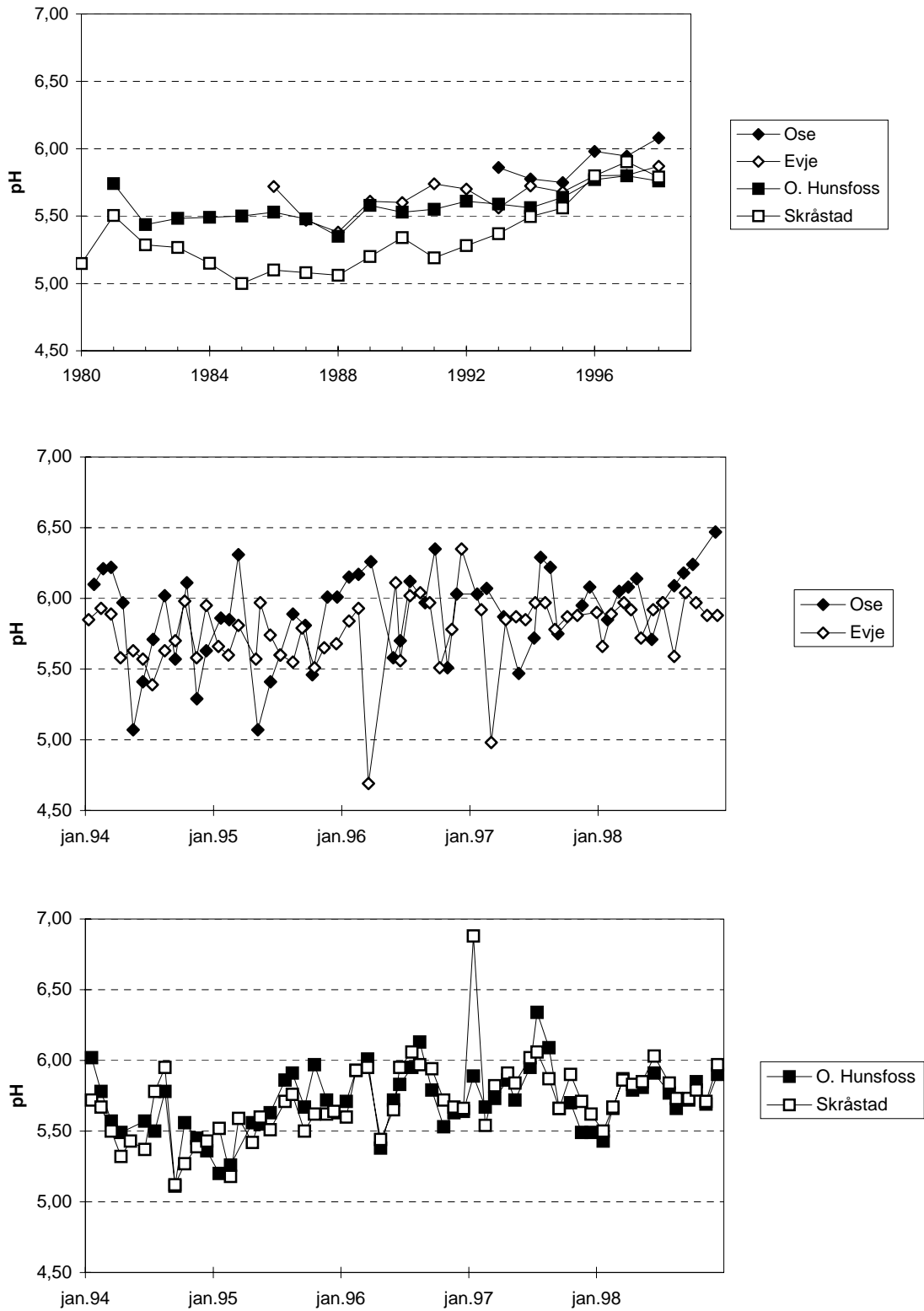
Svovel og nitrogen fra langtransportert forurenset luft og nedbør har ført til forsuring av mange vassdrag i Sør-Norge. Problemet er spesielt stort på Sørlandet og deler av Vestlandet hvor tilførslene av atmosfærisk svovel og nitrogen er store, samtidig som hard og kalkfattig berggrunn gir liten avsyrningskapasitet (bufferevne). Surt vann (pH under 5,5) og høye aluminiumskonsentrasjoner har medført fisketomme vann mange steder. Som et resultat av internasjonale forhandlinger er svovelinnholdet i nedbøren nå i ferd med å avta, og det er allerede registrert en svak pH-økning i vassdragene (SFT 1998).

I Otra er det en klar nord-sør gradient i 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 kalkholdig 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 i 1996 tydet på at det forekom episodiske utslipp av både syre og base til elva i den perioden (Kaste m.fl. 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). I 1998 er det ikke rapportert om slike episoder, og de målte pH-verdiene viser liten variasjon. Alle verdiene ved Skråstad lå mellom 5,5 og 6,0.

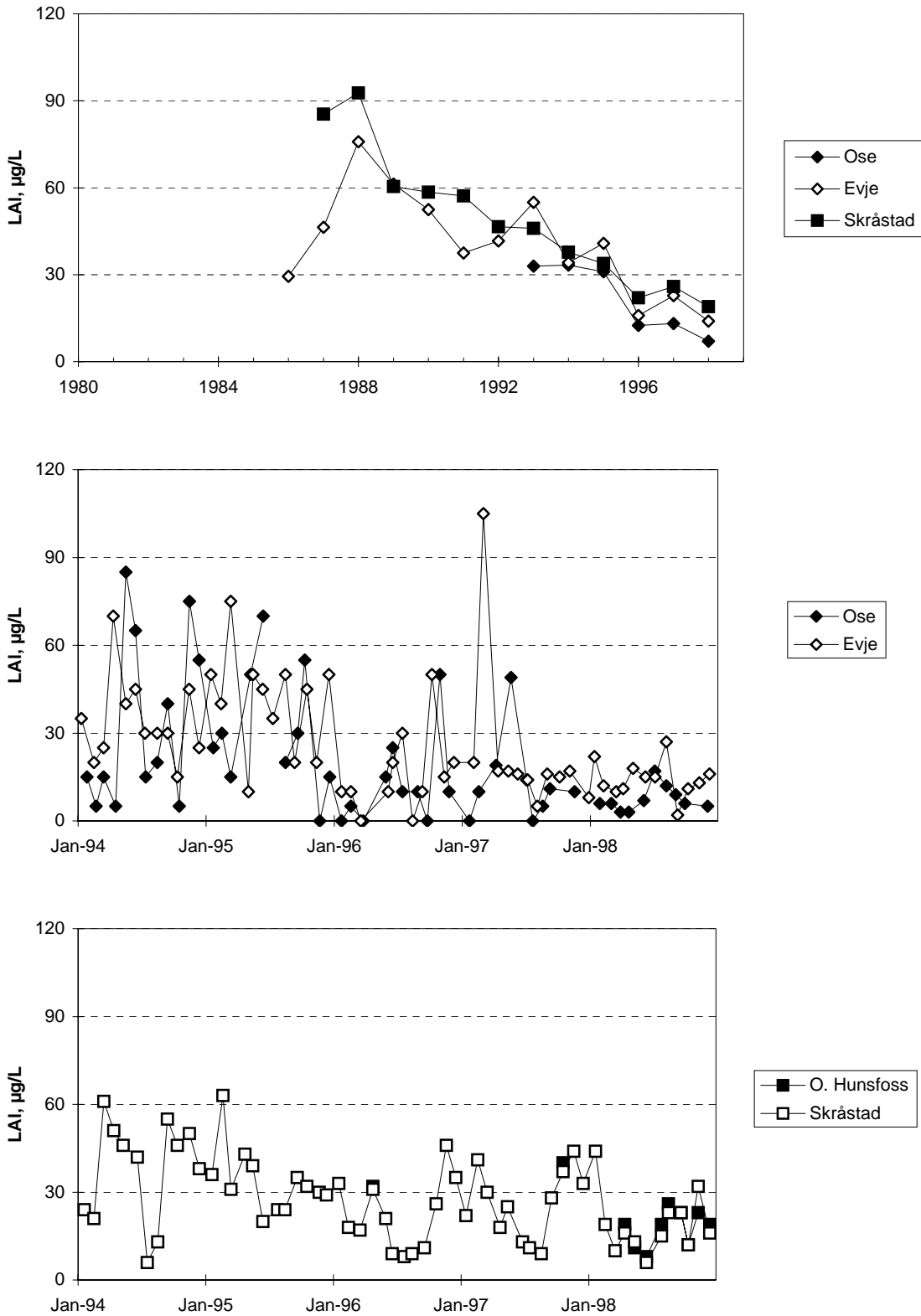
Årsmiddel-pH har vist en oppadgående tendens ved alle stasjonene siden midten av 1980-tallet (**Figur 4**). I 1998 lå middel-pH i området 5,8-6,1 ved de fire overvåkingsstasjonene. En viktig årsak til den positive pH-trenden som en særlig ser på de to øverste stasjonene, er at nedfallet av svovel er redusert over landsdelen de siste 10 årene (SFT 1998). I 1997 og 1998 har det blitt 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 gjennom 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 5**). I 1998 lå middelkonsentrasjonene i området 7-19 µg/l ved de ulike stasjonene. Stasjonen Skråstad hadde den høyeste middelkonsentrasjonen, mens Ose hadde den laveste.

På Ose og Evje var det i 1998 en klar stigning i pH-verdiene, og det ble ikke målt pH-verdier under 5,6 på disse stasjonene dette året. På Ose var også målingene av labilt aluminium svært oppløftende, der bare et par verdier på forsommeren var over 10 µg/l. Det er derfor grunn til å tro at det ikke er aluminiumsskader på fisk i dette området. Ved Evje var det fortsatt et par verdier som var over 20 µg/l, og forholdene her er derfor noe dårligere. Ved Skråstad, som ligger midt i den lakseførende strekningen, ble det målt pH-verdier mellom 5,8 og 6,0 og labilt aluminium mellom 6 og 16 µg/l i smoltifiseringsperioden for laks (mars-juni). Denne perioden regnes for den mest kritiske for laksen med tanke på aluminiumsskader. Verdiene er imidlertid såpass lave at det bør være mulighet for at laksen ikke tar skade. Konsentrasjonen av labilt aluminium bør helst være under 10 hele tiden dersom en skal være sikker på at skade på laks ikke oppstår (Hindar m.fl. 1997).



**Figur 4.** pH ved ulike stasjoner i Otra. Øverst: middelvrdier. Midten og nederst: enkeltmålinger i perioden 1994-1998.





**Figur 5.** Labilt aluminium ved ulike stasjoner i Otra. **Øverst:** middelv verdier. **Midten og nederst:** enkeltmålinger i perioden 1994-1998.

## 2.2 Næringsalter

### Fosfor

Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner av fosfor i avrenning fra utmarksområder på Sørlandet ligger på ca. 3-5  $\mu\text{g P/l}$ , mens en i områder under marin grense må påregne noe høyere verdier, ofte omkring 8-12  $\mu\text{g/l}$  (Bratli m.fl. 1995, Skjelkvåle m.fl. 1997). Hindar m.fl. (1993) har anslått at konsentrasjonen av total fosfor i Otra ville ligget omkring 3  $\mu\text{g/l}$ , uten innvirkning fra menneskelig aktivitet i nedbørfeltet.

Årsmiddelkonsentrasjonene av total fosfor er betydelig redusert i den nedre delen av elva siden 1980 (**Figur 6**). Hovedårsaken til dette er at det er gjennomført betydelige forurensningsbegrensende tiltak på kommunal sektor. Gjennomsnittsverdiene på alle stasjonene er i 1998 målt til omlag 3  $\mu\text{g/l}$ , og altså svært nær den konsentrasjonen en må vente uten menneskelig påvirkning. Det er derfor ikke stort mer å hente ved ytterligere rensiltak i vassdraget. August-prøven fra Evje var den eneste som skilte seg negativt ut i 1998, med 10  $\mu\text{g P/l}$ . I samme prøve ble det dessuten målt relativt lav pH og høye konsentrasjoner av aluminium, total nitrogen og TOC. Vannprøven er tatt etter en periode med relativt mye nedbør ved DNMI-stasjonen på Hannåsmyran (se avsnitt 1.4), og den relativt høye fosforverdien kan være forårsaket av lekkasjer/overbelastning på det kommunale kloakknettet. Utover dette er det ingen stasjoner som skiller seg negativt ut med hensyn til fosfor.

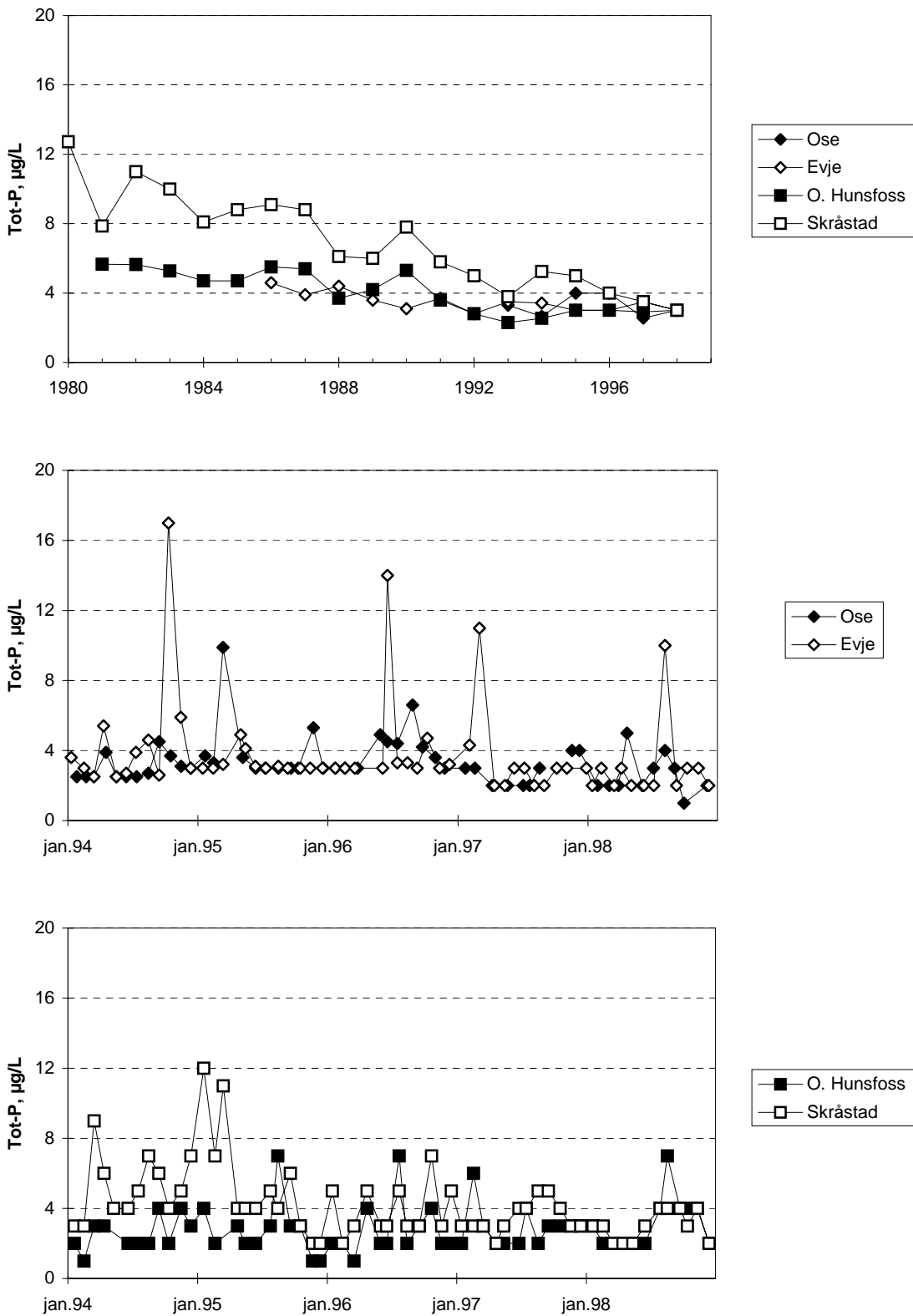
### Nitrogen

Bakgrunnskonsentrasjoner av total nitrogen i bekker og innsjøer kan ligge opp mot 300-500  $\mu\text{g/l}$  i utmarksområder på Sørlandet (Skjelkvåle m.fl. 1997). En stor del av dette nitrogenet stammer fra langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 1998, Kaste m.fl. 1997b). Nitrogenedfallet er høyest i de sørlige og sørvestlige delene av landet, og det er også her en finner de høyeste bakgrunnskonsentrasjonene av nitrogen i bekker.

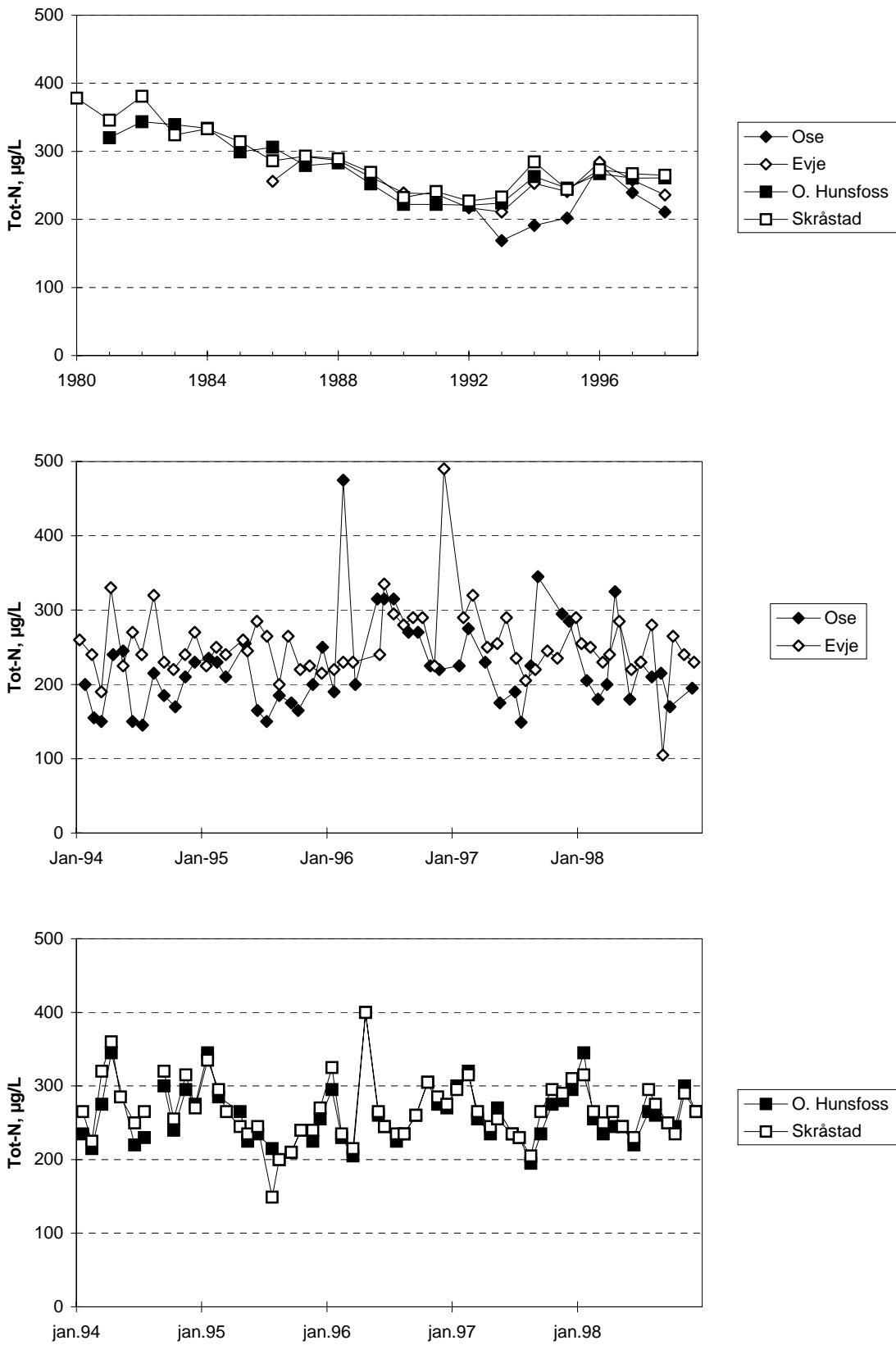
Årsmiddelkonsentrasjonene av total nitrogen viste en nedadgående tendens ved samtlige stasjoner i perioden 1983-1990 (**Figur 7**). De høye konsentrasjonene av total nitrogen i Otra på begynnelsen av 1980-tallet skyldes sannsynligvis sprengningsarbeider i forbindelse med vannkraftutbygging i Øvre Otra (Lande 1986). Denne effekten ser ut til å være borte omkring 1990. På begynnelsen av 1990-tallet lå konsentrasjonene relativt stabilt på verdier like i overkant av 200  $\mu\text{g/l}$ , mens de har ligget nærmere 300  $\mu\text{g/l}$  de siste 4 årene. Det var en svak nedgang i konsentrasjonene på de to øvre stasjonene (Ose og Evje) i 1998 sammenlignet med de to foregående årene, mens konsentrasjonene på de to nedre stasjonene (O.Hunsfoss og Skråstad) lå stabilt.

Som i andre større vassdrag på Sørlandet med store utmarksarealer, er nedbøren den klart dominerende nitrogenkilden (Hindar m.fl. 1989). I de senere år har de atmosfæriske nitrogentilførslene ligget på et relativt stabilt nivå (SFT 1998), men små endringer i jordas evne til å binde atmosfærisk nitrogen kan medføre store utslag på nitrogentransporten i et større vassdrag som Otra. Med den relativt store vannføringen i Otra hele året (minimum 50  $\text{m}^3/\text{s}$  ved Vigeland) skal det relativt store lokale tilførsler til for å endre konsentrasjonen i elva vesentlig. Nitrogenkonsentrasjonene endrer seg f.eks. svært lite på den tettbebygde og industridominerte strekningen mellom utløpet av Venneslafjorden og Skråstad.

Nitrogenkonsentrasjonene varierte mellom 105 og 325  $\mu\text{g/l}$  ved Ose og Evje, og mellom 220 og 345  $\mu\text{g/l}$  oppstrøms Hunsfoss og ved Skråstad i 1998. Dette ligger innenfor de verdier en må forvente i avrenning fra utmarksområder på Sørlandet.



**Figur 6.** Total fosfor ved ulike stasjoner i Otra. Øverst: middelv verdier. Midten og nederst: enkeltmålinger i perioden 1994-1998.



**Figur 7.** Total nitrogen ved ulike stasjoner i Otra. Øverst: middelverdier. Midten og nederst: enkeltmålinger i perioden 1994-1998.

## 2.3 Organisk stoff

Treforedlingsindustrien i Vennesla-området har tidligere belastet Otra med store mengder løst organisk stoff og 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. Ved siden av det organiske stoffet som tilføres vassdraget fra menneskelige kilder, finnes det også en del naturlig organisk materiale (bl.a. humusstoffer) i vannet. Humus er tungt nedbrytbare organiske forbindelser som bl.a. gir den karakteristiske brune fargen på avrenningsvann fra myrområder. Organisk stoff i vannet analyseres nå som totalt organisk karbon (TOC). Otra er relativt lite humuspåvirket, med naturlige TOC-konsentrasjoner som vanligvis ligger under 3 mg/l.

Tidligere ble parameteren  $KOF_{Mn}$  brukt som parameter for organisk stoff. Siden begynnelsen av 1980-tallet holdt denne seg relativt stabil rundt 2 mg/l på stasjonene oppstrøms Hunsfoss. Det er gjort en sammenlikning mellom denne parameteren og TOC i perioden 1992-97 (Kaste m.fl. 1998), og en kom frem til denne lineære sammenhengen:  $TOC = 0,7112KOF_{Mn} + 0,4077$ . ( $R^2 = 0,726$ ). KOF-verdier på ca 2 mg/l tilsvarer dermed omlag 1,8 mg/l TOC. Denne verdien er tidligere brukt som et omtrentlig mål på det naturlige bakgrunnsnivået i elva (Hindar m.fl. 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 som tilsvarer 4,7 mg/l TOC) ble registrert i 1988. I 1998 var til sammenligning den midlere TOC-verdien på 2,7 mg/l, mens referansestasjonen oppstrøms Hunsfoss også hadde 2,7 mg/l. Middelkonsentrasjonene av TOC ved Ose, Evje, oppstrøms Husfoss og Skråstad var hhv. 1.6, 2.0, 2.7 og 2.7 mg/l (**Figur 8**).

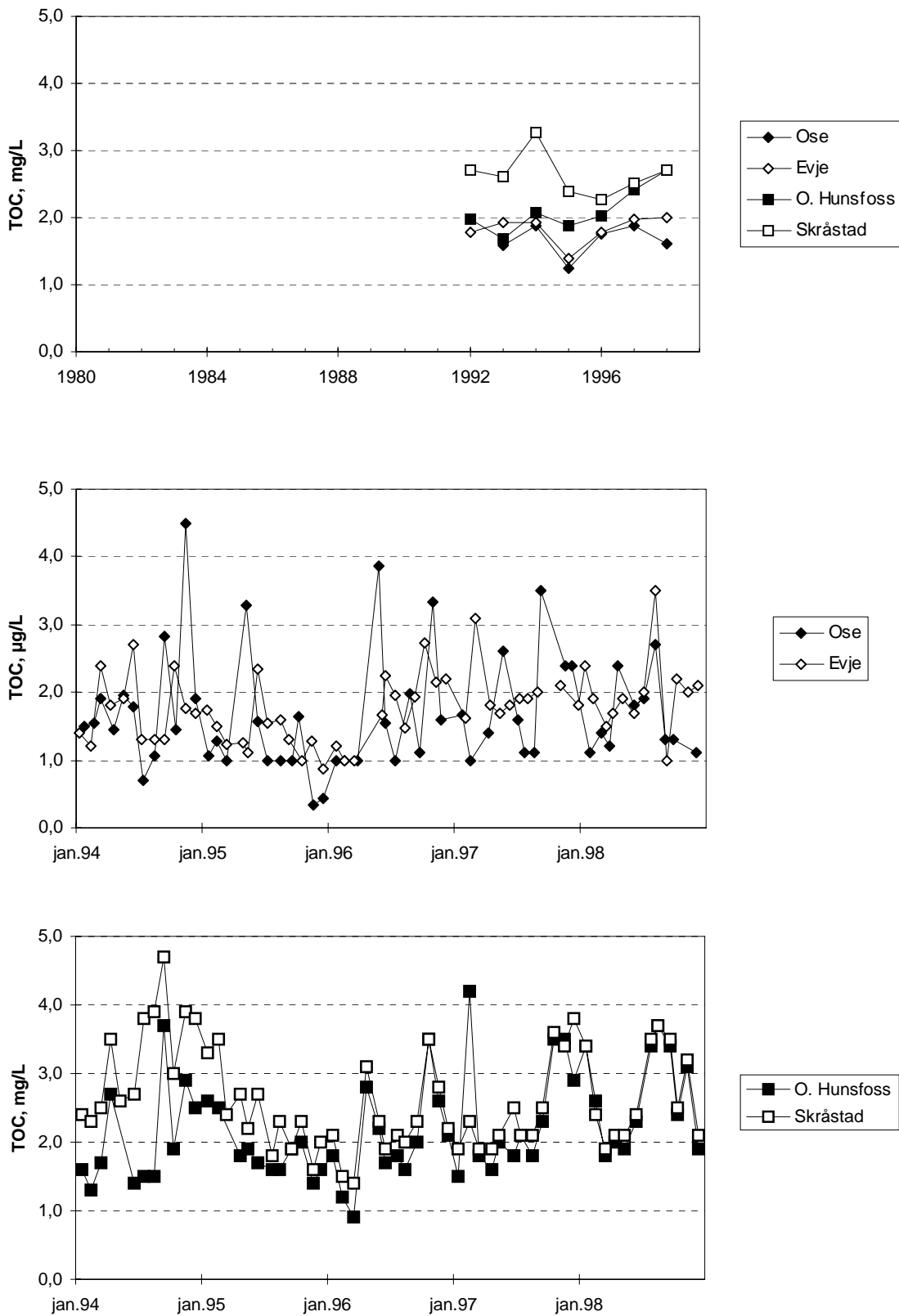
Det er forholdsvis stor variasjon i konsentrasjonene av organisk stoff i elva, også på stasjonene oppstrøms industribedriftene (TOC: 1,0-3,5 mg/l). Dette skyldes i stor grad at humustilførslene til vassdrag ofte varierer med ulike vannførings- og klimaforhold. Ved de to nedre stasjonene (Skråstad og O. Hunsfoss), ble det i 1998 målt maksimumkonsentrasjoner av TOC på 3,7 mg/l på begge stasjonene, mens minimumsverdiene lå på hhv. 1,9 og 1,8 mg/l.

## 2.4 Tarmbakterier

Forekomst av termotabile koliforme bakterier (TKB) i vann er tegn på fersk fekal forurensning, enten fra mennesker eller dyr. Sosial- og helsedepartementet (1995) har utarbeidet "Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m." på grunnlag av EUs direktiver om drikkevann. Denne forskriften er gjort gjeldende fra 1.1.95. I følge disse forskriftene må det ikke påvises TKB i noen prøver dersom vannet skal oppnå betegnelsen "god drikkevannskvalitet".

Statens helsetilsyn (1994) har utarbeidet vannkvalitetsnormer for friluftsbad som er gjort gjeldende fra 1.7.94. Ut fra disse normene skal  $\geq 90\%$  av prøvene ha mindre enn 100 TKB/100 ml og ingen prøver ha over 1000 TKB/100 ml dersom kravene til betegnelsen "god badevannskvalitet" skal oppnås. Badevannskvaliteten karakteriseres som "mindre god" dersom kravene ovenfor ikke tilfredsstilles, men  $\geq 90\%$  av prøvene inneholder mindre enn 1000 TKB/100 ml. Dersom  $\geq 10\%$  av prøvene inneholder mer enn 1000 TKB/100 ml må vannet karakteriseres som uegnet for bading. Det skal minst tas 10 prøver fordelt over en eller to badesesonger.

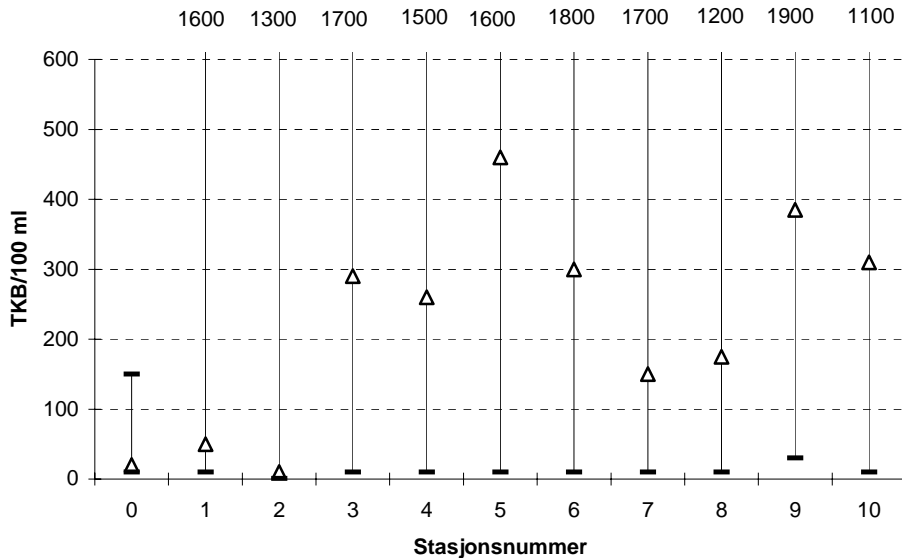
Som det går fram av **Figur 9**, **Figur 10** og **Vedlegg B.2** var middelkonsentrasjonene av TKB forholdsvis lave på stasjon 0, 1 og 2. Det var imidlertid kun stasjon 0. Steinsfoss som tilfredsstilte kravene til betegnelsen "god badevannskvalitet". Ved alle de øvrige stasjonene ble det registrert enkeltverdier over 1000 TKB/100 ml. Ved stasjonene 1. Nesane, 2. Brannstasjonen, 4. Skjebua, 5.



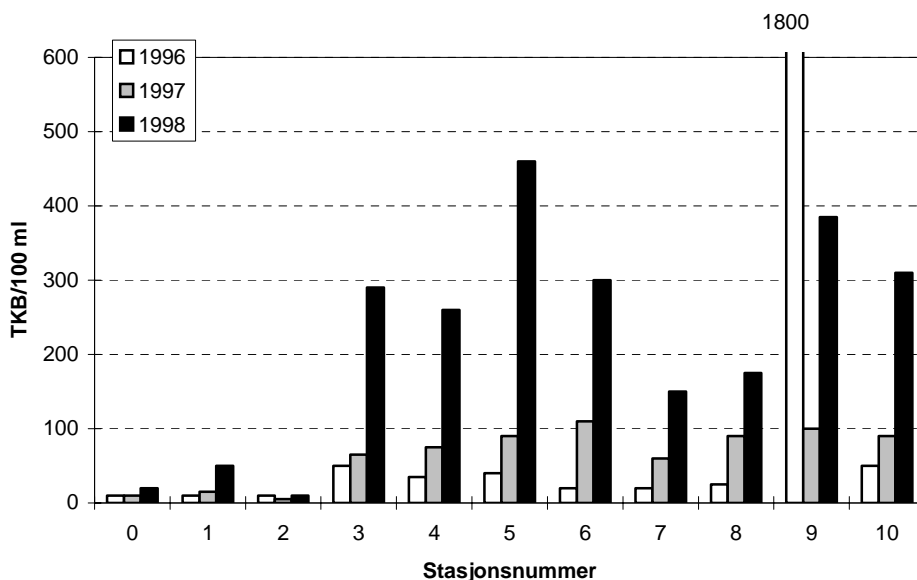
**Figur 8.** Totalt organisk karbon ved ulike stasjoner i Otra. **Øverst:** middelv verdier. **Midten og nederst:** enkeltmålinger i perioden 1994-1998.

Kvarstein, 6. Hagen, 8. Skråstad og 10. Tangen ble det registrert én prøve med mer enn 1000 TKB/100 ml. Badevannskvaliteten på disse stasjonene må derfor karakteriseres som "mindre god". Ved stasjonene 3. Vigeland gård, 7. Skråstad og 9. Gyldenløves gate ble det registrert to eller flere prøver med mer enn 1000 TKB/100 ml. Badevannskvaliteten på disse stasjonene var derfor i følge badevannsnormene "ikke akseptabel" i 1998.

Sammenliknet med tidligere år ble det målt mye høyere verdier i 1998. En medvirkende faktor til dette kan være at 1998-sesongen var mer nedbørrik, og at det som følge av dette muligens har forekommet lekkasjer og overløp fra kloaknettet.



**Figur 9.** Forekomst av tarmbakterier på ulike stasjoner i nedre Otra 1998 (se avsnitt 1.3 for stasjonsoversikt). Figuren viser medianverdier, samt høyeste og laveste verdi i løpet av undersøkelsen.



**Figur 10.** Tarmbakterier i nedre Otra - sammenligning av medianverdier for 1996, 1997 og 1998.

## 2.5 Vannkvalitet i Høiebekken, april-juni 1998

De tre prøvetakingsrundene som ble gjennomført våren 1998 viste at Høiebekken var mindre sur enn hovedelva på dette tidspunktet. Dette viser at kalkingen som gjennomføres i bekken (25 tonn skjellsand/år) har hatt en positiv effekt på vannkvaliteten. Målinger foretatt lokalt viste imidlertid at pH gikk ned i 5,7 under høy vannføring om høsten (Knutsen, under utarb.). Konsentrasjonene av labilt aluminium lå under de nivåer som kan være skadelig for laksesmolt i de tre prøvene NIVA analyserte våren 1998 (3-4 µg/l).

Det ble funnet svært høye fosforkonsentrasjoner i 2 av prøvene (20-36 µg P/l). Dette viser at bekken er utsatt for forurensning fra kloakk, landbruk eller industri. Dette bør undersøkes nærmere gjennom vannkjemisk og bakteriologisk prøvetaking.

## 2.6 Klassifisering av vannkvalitetstilstand i 1998

De undersøkte lokalitetene er klassifisert i henhold til SFTs vurderingssystem for vannkvalitet i ferskvann (**Tabell 1, Vedlegg A**). Fra 1997 er det bare endringer i klassifiseringen med hensyn på tarmbakterier. Samtlige stasjoner var ubetydelig påvirket av næringssalter (klasse I, "meget god"), men markert påvirket av forurensning (klasse III, "mindre god"). Stasjonen Ose er likevel i nærheten av å få klasse II "god", fordi bare 3 av målingene gav pH lavere enn 6,0. Kravet er at alle målingene gjennom året skal være over 6,0. 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"). Her skulle det også være mulig å forbedre kvaliteten til klasse I. Kravet er da at gjennomsnittet av TOC – målingene skal ligge under 2,5 mg/l. Som nevnt tidligere var det en generell forverring av den bakterielle situasjonen i 1998. Som en følge av dette må klassifiseringen med tanke på tarmbakterier flyttes en klasse ned, til "mindre god"(III) og "dårlig"(IV).

**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	III	III
450	Skråstad	I	II	IV	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 forurensette 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.

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 & 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 prøvetaksstedet.

### 3.2 Resultater

Resultatene fra bearbeidelsen av bunndyrmaterialet som ble hentet inn den 12. mai og 7. juli 1998 er vist i **Vedlegg C.1 og C.2**. Dataene er sammenstilt med tilsvarende resultater fra perioden 1987 til 1997 i **Vedlegg C.3 og C.4**.

#### Oppstrøms Hunsfoss

Elva går her over et bunnsstrat av stein, grus og sand, med en del innslag av krypsiv, alger og mose. Begroingen på stasjonen har økt de siste årene, og dekker nå så og si hele elvebunnen hvor prøvetakingen foregår.

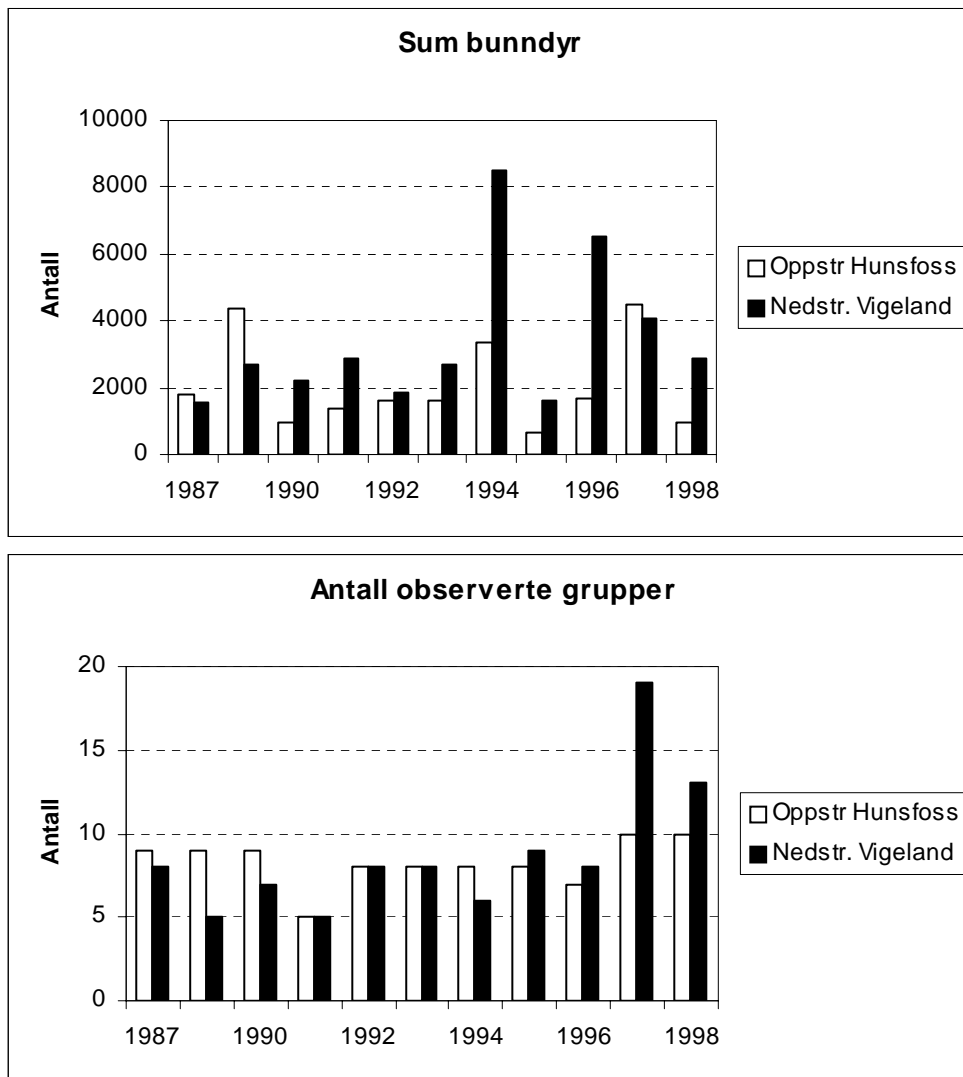
Oppstrøms Hunsfoss har fjærmygglarver vært den dominerende bunndyrgruppen i materialet i undersøkelsesperioden, så også i 1998 (**Figur 13**). Andre vanlige grupper var marker, vannmidd og larver av knott og døgnfluer. I materialet fra årene 1996 og 1997 manglet larver av knott mens gruppen igjen er registrert i materialet fra denne stasjonen i 1998. Resultatene fra bearbeidelsen av materialet fra 1994 viste at døgnfluene da var borte fra bunnfaunaen på stasjonen oppstrøms Hunsfoss slik den også var i 1992. I materialet fra de fire siste årene er denne dyregruppen igjen registrert i bunndyrmaterialet fra denne stasjonen. Tettheten av bunndyr var, når prøvene som er samlet inn i juli i denne tidsperioden sammenlignes, betydelig høyere i 1997 enn ved tidligere prøvetakinger. Tettheten i 1998 var bare 20 % av det den var i 1997. De store variasjonene i tettheten av bunndyr på denne stasjonen er først og fremst knyttet til store endringer i tettheten av fjærmygglarver fra år til år. Ofte vil antall individer i de enkelte bunndyrgruppene av naturlige årsaker variere noe fra år til år (**Figur 11**). 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.

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 – 1998 utelukkende representert av arten *Leptophlebia vespertina* (**Figur 12**). 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

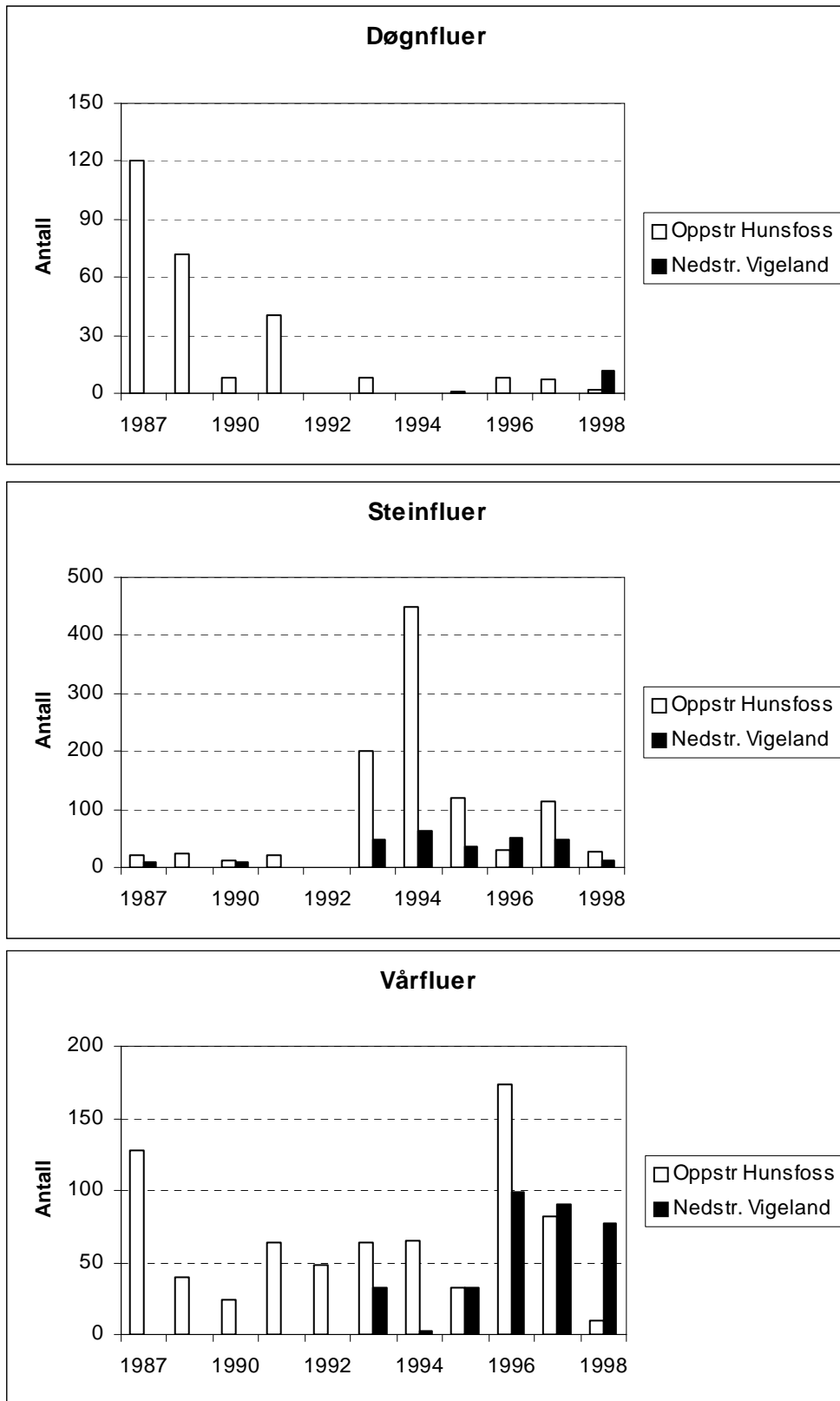
innsjøart, men vil ofte være å finne i elver nedstrøms innsjøer. Den er også en av de få døgnflueartene som er meget tolerant overfor surt vann (Bækken & Aanes, 1990). I forsurede elver ser en ofte at

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.

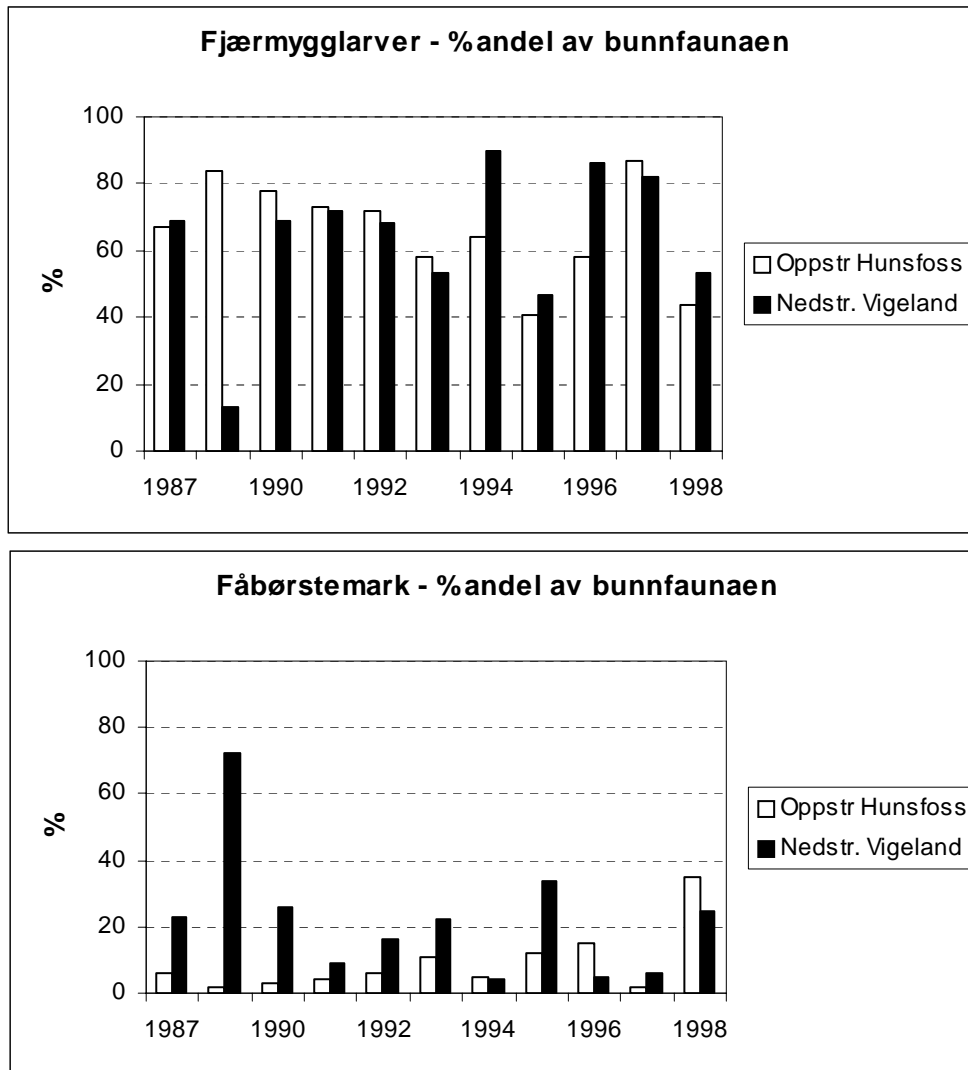
Blant steinflueartene har *Leuctra fusca* vært den vanligste, men i 1998 ble bare en art registrert i bunndyrmaterialet og dette var *L. hippopus* (Figur 12). Slekten *Leuctra* har med unntak for året 1992 vært tilstede i bunndyrmaterialet fra denne stasjonen. Artene er tolerante overfor forsurening. Det ble i 1993 registrert en ny steinflueart på stasjonen oppstrøms Hunsfoss, nemlig *Taeniopteryx nebulosa*. Denne var også tilstede i materialet fra 1994, men er senere ikke registrert i bunndyrprøvene fra denne stasjonen. Dette har nok dels en sammenheng med artens livssyklus ved at den normalt klekker tidlig på våren og derved ikke vil være tilstede i bunndyrfaunaen i juli. *Taeniopteryx nebulosa* ble ikke registrert ved prøvetakingen i mai 1998.



Figur 11. Totalt antall bunndyr samt antall observerte grupper i perioden 1987-1998



Figur 12. Forekomst av døgn-, stein- og vårfluer i perioden 1987-1998



**Figur 13.** Prosentvis forekomst av fjærmygg og fåbørstemark i perioden 1987-1998

Vårfluefaunaen besto av 3 arter som alle har toleranse overfor surt vann (**Vedlegg C.4**). Alle de registrerte artene er nettspinnende. De lager nett som filtrerer næringspartikler ut av vannmassene og er spesielt vanlige ved utløp av innsjøer der de filtrerer partikler (plankton) som driver ut av innsjøen. Vårfluefaunaen var som tidligere dominert av artene *Polycentropus flavomaculatus* og *Neuroclipsis bimaculata*. Ellers ble det i materialet registrert en ny vårflueart nemlig *Cyrnus flavidus*.

Bunndyrsamfunnet på stasjonen oppstrøms Hunsfoss synes ikke å ha endret seg vesentlig fra det som er registrert tidligere. Samlet viser resultatene at denne stasjonen har en typisk utløpspåvirket fauna, med tilstedeværelse av arter som viser at vassdraget er forurensningskadedt. Bunnfaunaen synes imidlertid å indikere en svak positiv utvikling i pH de siste årene.

#### Nedstrøms Vigeland

Bunnssubstratet består her hovedsakelig av stein, grus og noe sand, samt en del mose. Lokaltiteten som tidligere hadde en del fiberrester og en betydelig begroing av soppen *Fusarium sp.* var under befaringen i 1996 fullstendig forvandlet. Avløpsledningen fra Hunsfos Fabrikker A/S til

Kristiansandsfjorden var da tatt i bruk på ettersommeren året før, og soppen som var så karakteristisk på denne stasjonen var nå blitt borte og substratet var i stedet helt dekket av trådalger. Også ved befaringen i 1997 og 1998 var substratet på denne stasjonen i juli dekket av et massivt belegget av trådalger.

Resultatene fra 1998 viser på mange måter at vi nå er kommet over i en ny fase når det gjelder forurensingstilstanden og vannkvaliteten i nedre Otra. Vassdraget er i ferd med å restituere seg, og dette er særlig knyttet til forurensingstilstanden. Den positive utviklingen er her dokumentert ved at viktige arter i bunnfaunaen nå for første gang på mange år igjen er registrert i bunndyrmaterialet fra denne stasjonen.

Bunndyrtettheten på stasjonen nedstrøms Vigeland var lavere enn ved tilsvarende prøvetaking i juli 1997, men forskjellene var ikke så store som på stasjonen ovenfor (**Figur 11**). Dette skyldes at tettheten av fjærmygglarvene i 1998 bare var halvparten av det den var året før. Fremdeles utgjør imidlertid gruppen mer enn 50 % av bunndyrene ved Vigeland (**Figur 13**). Av andre grupper som er tallrike i bunndyrsamfunnet på denne stasjonen kan nevnes fåbørstemark og vannmidd, og deretter dyregrupper som rundmark, vårfluer og knott.

Fåbørstemark utgjorde i 1996 og 1997 bare henholdsvis 5 % og 6 % av bunnfaunaen på denne stasjonen ved prøvetakingen i juli. I 1998 var denne andelen i juli økt til 25 %. Denne gruppen har også tidligere utgjort en betydelig del av bunnfaunaen på denne stasjonen (**Figur 13**). I 1989 var fåbørstemark den klart dominerende gruppen på denne stasjonen, da den utgjorde 72 % av det totale bunndyrmaterialet. Når disse to gruppene har en slik dominans i bunndyrsamfunnet, er det en sterk indikasjon på betydelig overbelastning av selvrensingsprossene i vassdraget med hensyn til organisk materiale. Dette kan være organisk materiale som er tilført fra nedbørfeltet eller produsert i selve vassdraget som følge av næringssalttilførsler. Dette fører blant annet til at mange av de andre dyregruppene en normalt skulle finne i bunndyrsamfunnet er borte.

Av de andre gruppene i bunnfaunaen som ble registrert i materialet fra stasjonen ved Vigeland i 1998 er det særlig viktig å understreke funnet av døgnfluelarven *Baetis rhodani*. Denne ble funnet både i prøvene fra mai og juli dette året. Arten har ikke vært registrert tidligere så lenge overvåkingen av nedre deler av Otra har pågått, og er vår viktigste indikatorart med hensyn på forurensing (Bækken & Aanes 1990). Dyrene sitter som små sensorer på elvebunnen og kontinuerlig reagerer på vannkvaliteten i vannet som passerer forbi dersom denne skulle være utenfor det som er artens toleranseområde. Døgnfluelarvene av slekten *Baetis* har vist seg å ha en nedre grense for pH i området rundt pH 5,5. Når disse nå igjen finnes i vassdraget indikerer dette at surheten nedstrøms Hunsfoss ved Vigeland fra høsten 1997 til våren 1998 ikke har vært lavere enn pH 5,5.

Også blant gruppen vårfluer har det vært en positiv utvikling i 1998 sammenlignet med tidligere år. Flere nye arter er kommet til, og mens det i 1994 kun ble registrert 2 arter, har antallet økt til 3 i 1995 og 96, til 5 i 1997 og til 7 vårfluearter i 1998. Flere av dem er ikke registrert på denne stasjonen tidligere (**Vedlegg C.4**).

Steinfluer er tidligere bare sporadisk funnet i materialet fra denne stasjonen, men synes etter 1993 å være et mere permanent innslag i bunnfaunasamfunnet på stasjonen nedstrøms Vigeland. Gruppen steinfluer er representert i materialet fra 1998 ved arten *Leuctra hippopus* i juli og med 4 arter i mai (**Vedlegg C.4**).

### 3.3 Vurdering

Selv om det gjennom bunndyrmaterialet fra 1998 er dokumentert at vannkvaliteten har tatt et stort skritt i riktig retning så er bunndyrsamfunnet som registreres på stasjonen nedstrøms Vigeland fremdeles mangelfullt sammensatt. Dette kan være et resultat av den belastningen elva mottar av organisk materiale og næringssalter fra aktivitetene oppstrøms Vigeland. Lav pH ser ikke ut til lenger å ha en slik begrensende effekt på bunnfaunaen i denne delen av vassdraget. Men fremdeles er det et svært atypisk bunndyrsamfunn vi registrerer, hvor mange av de viktige næringsdyrene for fisken i vassdraget er borte eller svært fåtallige. Restitueringen av vassdraget tar tid og innvandringen av nye arter når vannkvaliteten igjen blir akseptabel tar også tid. Derfor er det viktig å følge nøye med i bunnfaunaens utvikling de nærmeste årene, og ikke minst er dette viktig av hensyn til den rolle bunndyrene spiller som næringsgrunnlag for vassdragets produksjon av laks og ørret.

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 hvor det lett vil 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.

Den store tilførselen av organisk materiale 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 det favoriserte enkelte andre arter/grupper av bunndyr. Dette vil i særlig grad være arter/grupper som kan nyttiggjøre seg det organiske slammet med mikroorganismer som næring og som skjul. Samtidig må imidlertid 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 1998 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 forsuringen 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 enda bedre oppvekst av fiskebestandene i vassdraget. Slik var ikke forholdene i disse to årene, og noen større bedring i 1998 var det heller ikke mulig å se. Soppen som tidligere dekket elvebunnen er nå erstattet med lange trådalger som dekket nær 100% av elvebunnen på stasjonen ved Vigeland. 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.



## 4. Fisk

### 4.1 Innledning

Otra ble undersøkt med hensyn til laksunger første gang i 1939 med finmasket not, og det ble den gang påvist høy tetthet av laksunger og ørret bl.a. ved Hagen (Rosseland 1968). Et sammenlignende fiske ble gjentatt i 1957, men da ble det ikke funnet laksunger i vassdraget. Senere er det fisket med elektrisk fiskeapparat hvert år i perioden 1957-67 over en strekning på 1,5-3 km fra Skråstad og oppover, men det ble ikke påvist laksunger i det hele tatt (Rosseland 1968). Dette settes i sammenheng med utslipp fra lokal industri, og den direkte årsak til nedgangen i fangstutbytte av laks som kommer til uttrykk i fangststatistikken fra midten av 1950-tallet. På midten av 1980-tallet ble det flere år registrert ca 50 laks i nedre deler av elva (Sivertsen 1989). Det ble likevel ikke påvist fiskeunger nedstrøms Vigelandssossen (Haraldstad 1986), og vannkvaliteten i hovedvassdraget ble antatt å hindre en vellykket reproduksjon (Sivertsen 1989). Det ble foretatt nye ungfiskundersøkelser i 1988, men det ble heller ikke da påvist laks- eller ørretunger på stasjonene nedenfor Vigeland verken i juli eller november (Brabrand 1989). Etter dette er det ikke foretatt fiskeundersøkelser i vassdraget før det i 1997 ble gjennomført et elfiske for å vurdere skaden etter et giftutslipp i vassdraget i slutten av juli (Aanes & Lydersen 1997). Store mengder død laks og ørret ble plukket opp fra elva i dagene etter utslippet, og tettheten av ungfisk var svært lav i månedsskiftet juli/ august. Totalt ble det fanget 31 laksyngel og en eldre laksunge noe som tilsvarte en tetthet på 4,4 individer pr. 100 m<sup>2</sup> (Aanes & Lydersen 1997). Tettheten av ørret var 1,5 individer. Dette er lave tettheter for begge arter utfra en vurdering av vassdragets potensiale.

Det har vært en betydelig oppgang av laks i Otra utover på 1990-tallet. I dag fremstår Otra som Sørlandets beste lakseelv, og det er registrert høye fangster hvert år siden kortsalget startet i 1992 (Knutsen, under utarbeidelse). Innrapportert fangst i 1998 på nesten 6 tonn er den høyeste registrerte i løpet av hele 1900-tallet. Det er ikke satt ut laksyngel i Otra etter 1990, men laksunger som er satt ut bl.a. i Audna har vist stor feilvandring, og i enkelte år er betydelige antall meldt tilbake fra bl.a. Otra. I tillegg til laks med opprinnelse fra andre vassdrag vil en del fisk stamme fra oppdrettsanlegg, men det kan også være enkelte laks som stammer fra refugier i sidebekker i nedre del av Otra.

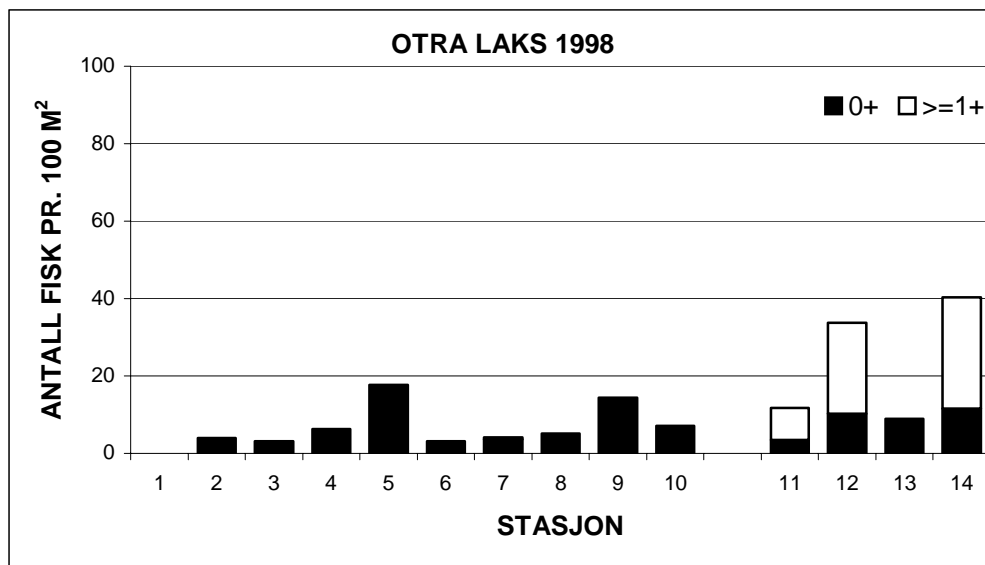
I 1997 etablerte Fylkesmannen i Vest-Agder, NIVA og Otra Laxefiskelag et samarbeid om overvåking av elva. I den sammenheng ble det i tillegg til tidligere overvåking av vannkvalitet, vannvegetasjon og bunndyr også startet en overvåking av ungfiskbestandene av laks og ørret i lakseførende del av vassdraget høsten 1998. Resultatet av disse undersøkelsene presenteres i denne rapporten.

### 4.2 Resultater

#### Laks

Det ble funnet laksyngel på alle stasjonene opp til Vigeland (**Figur 14**). Bare stasjon 1 ved Hunsfos Fabrikker som ligger ovenfor lakseførende strekning manglet laksunger i 1998. Det var lav til moderat lav tetthet av laksyngel på de ulike stasjonene varierende fra 3 individer pr. 100 m<sup>2</sup> på stasjon 3 og 6 til 18 individer på stasjon 5 (**Figur 14**). Tetthet for alle stasjonene samlet var 11 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er høyere enn sammenlignbare tettheter i Tovdalselva, Mandalselva, Lygna og Kvina, men lavere enn i Audna og Storelva (Vegårvassdraget) i 1998 (**Tabell 2**).





**Figur 14.** Tetthet av laks pr. 100 m<sup>2</sup> på de enkelte stasjonene i Otra i august 1998. Stasjon 1-10 ligger i hovedvassdraget med stasjon 1 ved Vennesla like ovenfor lakseførende strekning, stasjon 11-12 i Høiebekken og stasjon 13-14 i Lonanebekken.

**Tabell 2.** Ungfisktettheter (tetthet1) pr. 100 m<sup>2</sup> samlet for laks (yngel og eldre laksunger) og ørret (yngel og eldre ørretunger) i de største elvene i Aust- og Vest-Agder i 1996-98 (DN 1997; 1998, B. M. Larsen upubl. data, B. Barlaup pers. medd.). i.u. = ikke undersøkt.

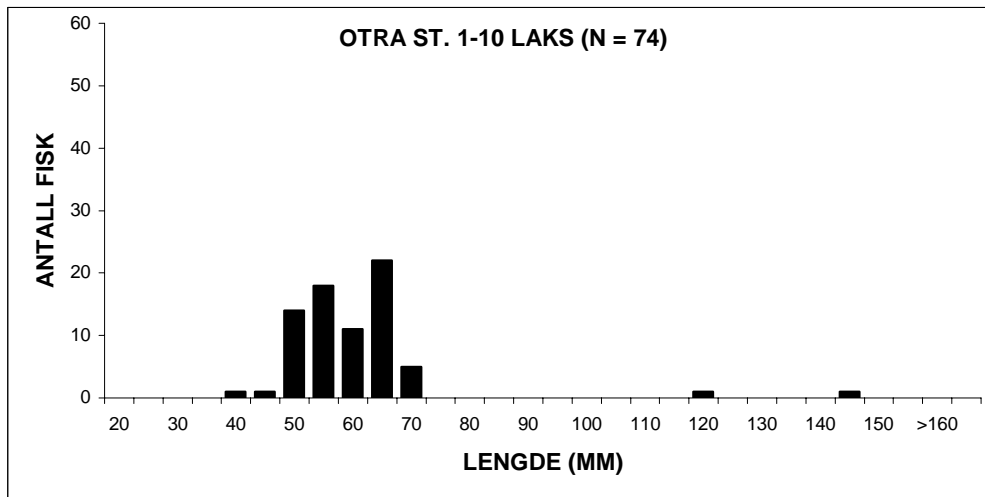
	STORELV (VEGÅR)	TOVDAL	MANDAL	AUDNA	LYGNA	KVINA	OTRA
<b>LAKS</b>							
1996	39	0	<1	18	1	4	i.u.
1997	39	8	1	29	7	11	4
1998	21	3	6	19	5	7	11
<b>ØRRET</b>							
1996	20	26	15	48	31	23	i.u.
1997	42	50	12	24	29	25	2
1998	30	26	20	23	27	16	17

Eldre laksunger var imidlertid nesten fraværende i lakseførende del av vassdraget i 1998. Det ble bare fanget én eldre laksunge (lengde 119 mm) på stasjon 7 innenfor arealet for de utvalgte stasjonene. Det ble imidlertid fanget ett annet individ (lengde 143 mm) i nærheten av stasjon 9. Dette kan tyde på en meget svak rekruttering i tidligere år eller høy dødelighet og redusert overlevelse på grunn av giftutslippet sommeren 1997.

I sidebekkene Lonanebekken og Høiebekken var det moderat lave tettheter av laksyngel, men forholdsvis høy tetthet av eldre laksunger. Tetthet1 for laksyngel og eldre laksunger i sidebekkene var henholdsvis 8,9 og 16,1 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er en høyere tetthet av eldre laksunger enn det som ble funnet i hovedelva, og på tross av et begrenset oppvekstareal vil bekkene kunne bidra positivt til bestanden av voksen laks i Otra. Det var høyest tetthet på den stasjonen i sidebekkene som lå nærmest utløpet i hovedvassdraget. Noen laksunger kan ha trukket opp i bekkene fra lakseførende del på grunn

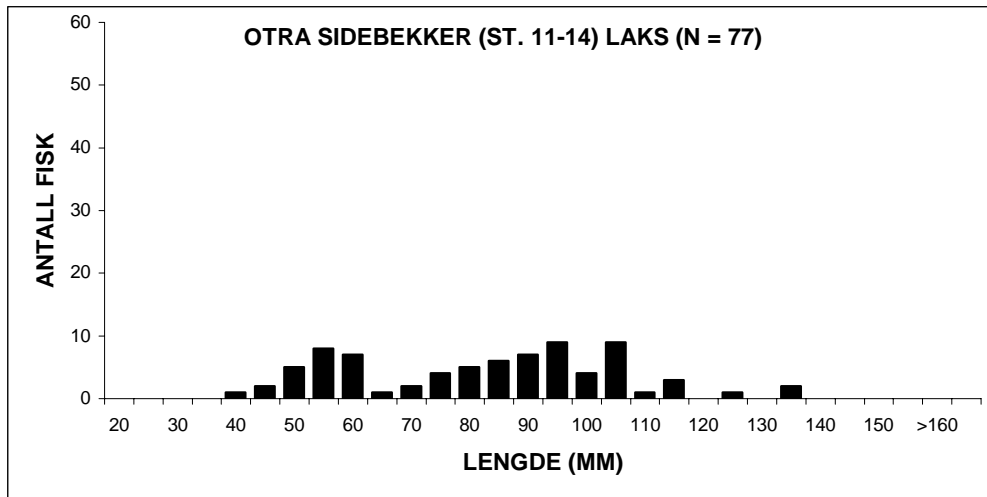
av bedre vannkvalitet eller bedre næringstilgang selv om vekstforløpet til laksungene tyder på at de har hatt tilhold i bekkene hele oppvekstperioden.

Laksungene i hovedvassdraget varierte i lengde fra 35 til 143 mm i august 1998 (**Figur 15**). Laksungene i sidebekkene varierte i lengde fra 38 til 133 mm (**Figur 16**). Årsyngelen var gjennomsnittlig 56 mm i hovedvassdraget noe som kan regnes som normalt for området. Det er ingen vekstforskjeller innad i vassdraget (**Tabell 3**). Det er imidlertid noe dårligere vekst i Lonanebekken. Dette gir seg også utslag i mindre størrelse på ett- og to-årige laksunger (**Tabell 4**). Lengden av ett-årige laksunger var henholdsvis 89 og 83 mm i Høiebekken og Lonanebekken. De største individene var henholdsvis 102 og 104 mm, og til sammenligning var den ene ett-årige laksen fra hovedvassdraget 117 mm. Veksten er dårligst i Lonanebekken, og bare en mindre del av fisken vil vandre ut som to-årig smolt. I hovedvassdraget vil sannsynligvis en større andel vandre ut som to-årig smolt, men her har vi lite informasjon foreløpig. Samlet for hele vassdraget var fordelingen mellom 1+ og 2+ laks henholdsvis 86 og 14 % av de eldre laksungene i 1998. Begrepet eldre laksunger omfatter derfor bare ett- og to-årige laksunger i Otra. Det var ingen gytepar<sup>1</sup> blant de ett-årige laksungene, men av de to-årige hannene var 80 % gytepar.



**Figur 15.** Lengdefordeling av laks fra lakseførende del av Otra i august 1998.

<sup>1</sup> Laks som gyter før smoltifisering



**Figur 16.** Lengdefordeling av laks fra sidebekker (Høiebekken og Lonanebekken) i lakseførende del av Otra i august 1998.

**Tabell 3.** Gjennomsnittslengder (i mm) med standardavvik ( $x \pm sd$ ) for årsyngel av laks og ørret i ulike deler av Otra i 1998. N er antall undersøkte individer.

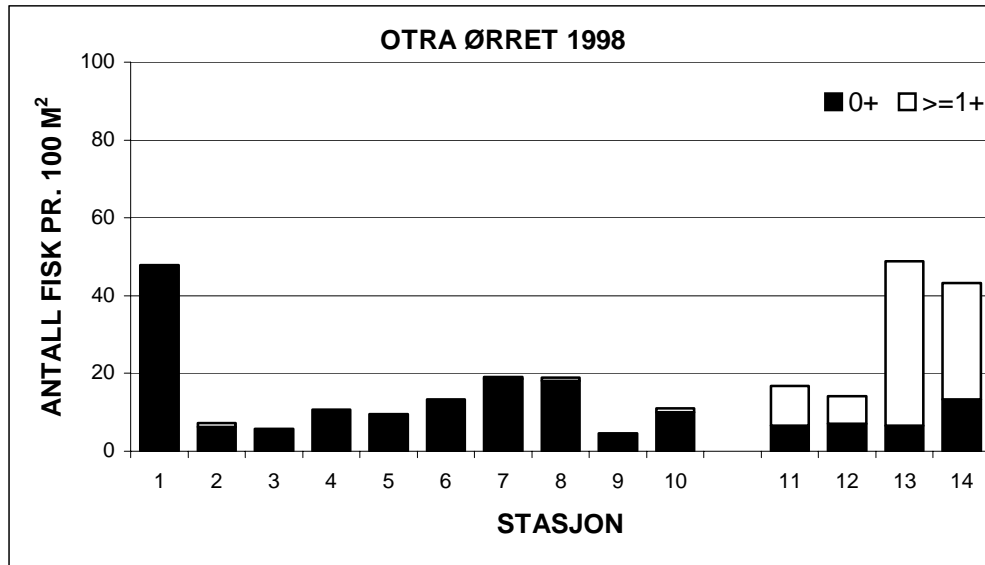
STASJON	LAKS		ØRRET	
	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N
1 Hunsfos Fabrikker	-	0	60±6	66
2-4 Vigeland bruk - Vigeland hovedgård	55±6	14	63±8	24
5-7 Åbål - Kvarstein	55±8	29	60±7	55
8-10 Haus - Hagen	56±7	29	62±8	36
11-12 Høiebekken	55±5	12	57±7	15
13-14 Lonanebekken	49±6	13	48±4	13

**Tabell 4.** Gjennomsnittslengder (i mm) med standardavvik ( $x \pm sd$ ) hos ungfisk av laks og ørret i lakseførende del av Otra i 1998. Aldersbestemmelse av spritfiksert materiale. N er antall undersøkte individer.

OTRA	0+		1+		2+	
	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N
<b>LAKS</b>						
AUG 1998 ST. 1-10	53±7	61	117	1	135	1
ST. 11-12	54±5	12	89±8	19	118±9	5
ST. 13-14	48±6	13	83±11	17	-	0
<b>ØRRET</b>						
AUG 1998 ST. 1-10	60±8	101	126±15	9	190	1
ST. 11-12	55±7	14	111±20	7	160±7	3
ST. 13-14	47±4	13	95±14	13	142±19	10

Ørret

Det ble funnet ørretynge på alle de undersøkte stasjonene i hovedvassdraget med sidebekker. Tettheten ved Hunsfos Fabrikker (stasjon 1) var moderat høy med 48 individer pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 17**). På de resterende stasjonene varierte tettheten mellom 5 og 19 individer pr. 100 m<sup>2</sup>, noe som må karakteriseres som lave til moderat lave tettheter. Tetthet for alle stasjonene samlet var 17 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er lavere tetthet enn i de fleste andre vassdragene på Sørlandet (**Tabell 4**).

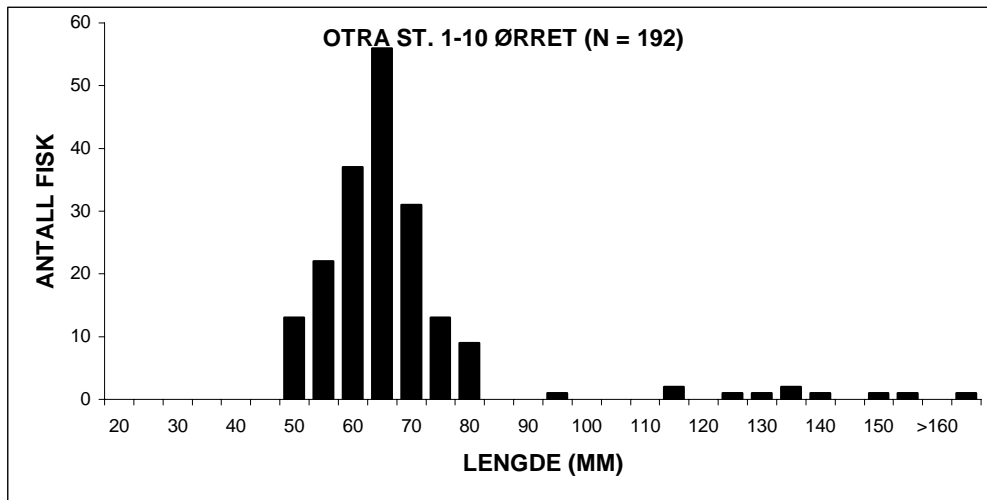


**Figur 17.** Tetthet av ørret pr. 100 m<sup>2</sup> på de enkelte stasjonene i Otra i august 1998. Stasjon 1- 10 ligger i hovedvassdraget med stasjon 1 ved Vennesla like ovenfor lakseførende strekning, stasjon 11-12 i Høiebekken og stasjon 13-14 i Lonanebekken.

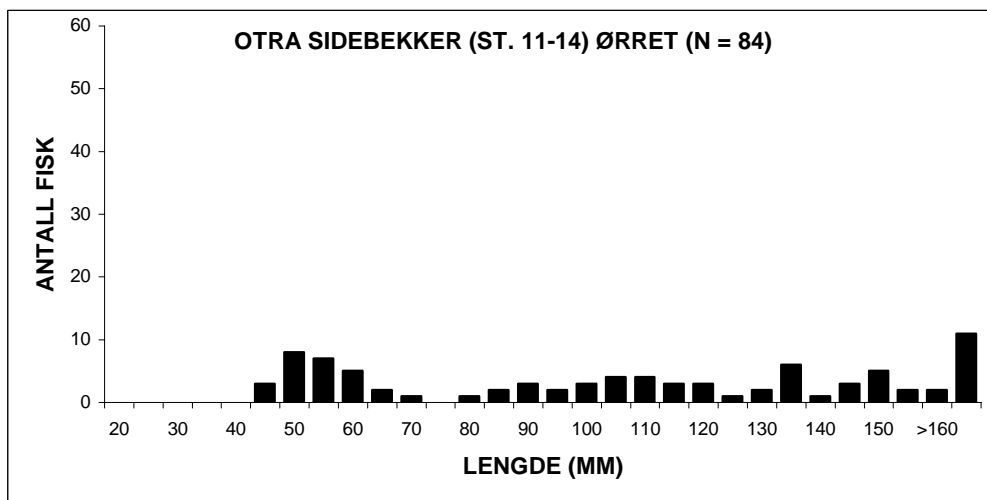
På samme måte som for eldre laksunger var det også svært lave tettheter av eldre ørretunger i lakseførende del av vassdraget i 1998. Det ble bare fanget fire individer innenfor arealet for de utvalgte stasjonene, men i nærheten av stasjonene 7 og 8 ble det fanget ytterligere sju individer. En generell bemerkning i denne sammenheng er at fangbarheten av eldre fiskeunger i store og dype elver som f.eks. Otra blir lavere enn i grunne elver og små bekker, der fisken i mindre grad kan rømme ut av stasjonen. Dette er i seg selv av betydning når tettheten av eldre fiskeunger i hovedvassdraget skal sammenlignes med tettheten i sidebekkene. Imidlertid er tettheten av eldre ørretunger betydelig høyere i Lonanebekken og Høiebekken enn den er i hovedvassdraget, og forskjellen kan ikke forklares utfra metoden alene. Spesielt i Høiebekken var tettheten av eldre ørretunger høyere enn forventet utfra de moderate tetthetene av ørretynge som ble funnet.

Ørretungene i hovedvassdraget varierte i størrelse fra 45 til 192 mm i august 1998 (**Figur 18**). Ørretungene i sidebekkene varierte fra 41 til 247 mm (**Figur 19**). Årsyngelen var gjennomsnittlig 61 mm, og det var bare mindre vekstforskjeller innad i vassdraget (**Tabell 3**). I sidebekkene derimot var veksten noe dårligere, og i Lonanebekken var gjennomsnittslengden til sammenligning 48 mm. Dette gir seg også utslag i mindre størrelse på ett- og to-årige ørretunger (**Tabell 4**). Lengden av ett-årige ørretunger var henholdsvis 111 og 95 mm i Høiebekken og Lonanebekken, men 126 mm i hovedvassdraget. Det er en blanding av stasjonær elvelevende ørret og sjøørret i vassdraget, og en del av fisken i hovedvassdraget vil smoltifisere etter to år på elva. I sidebekkene vil en større andel måtte stå ett år ekstra på elva før smoltifisering, og det ble funnet at 80 % av de to-årige hannene var gytepar. Samlet for hele vassdraget var fordelingen mellom 1+ og 2+ ørret henholdsvis 67 og 33 % i 1998. Det ble imidlertid fanget noen større individer i sidebekkene som ikke ble aldersbestemt, men

som sannsynligvis var 3+ utfra lengden på fisken. Begrepet eldre ørretunger omfatter derfor både ett-, to- og tre-årige ørretunger i Otra.



**Figur 18.** Lengdefordeling av ørret fra lakseførende del av Otra i august 1998.



**Figur 19.** Lengdefordeling av ørret fra sidebekker (Høiebekken og Lonanebekken) i lakseførende del av Otra i august 1998.

#### Andre arter

Av andre arter ble det fanget ål i lite antall på fem av stasjonene i hovedvassdraget, og på begge stasjonene i Høiebekken. I tillegg ble det fanget niøye i mindre antall på to stasjoner i hovedvassdraget. Bekkerøye ble funnet på begge stasjonene i Høiebekken i 1998. I tillegg til de nevnte fiskeartene skal det også finnes abbor og skrubbe på strekningen nedenfor Vigelandsfossen (Knutsen, under utarb.).

## 5. Vegetasjon og flora i og omkring Otra fra Kilefjorden til Kristiansand

### 5.1 Innledning

Bakgrunnen for dette sammendraget er en grov systematisk undersøkelse i 1997 av vegetasjonen i og langs Otravassdraget fra og med Kilefjorden (ca midt mellom Evje og Vennesla) og hele Otra sør til Eg i Kristiansand. Undersøkelsen ble utført for å få et generelt inntrykk av høyere vegetasjon og flora i denne delen av Otradalføret, til populær bruk i et bokprosjekt om natur og kultur i Nedre Otra. Det ble ikke opprettet stasjoner eller foretatt systematiske registreringer og innsamlinger (ingen fullstendige artslistene). Vertikalfordeling av flora og vegetasjon ble ikke undersøkt. Opplysningene foreligger som herbariebelegg og feltjournalnotater. Latinske navn etter Lid & Lid (1994) er oppført i **Vedlegg E.1**.

Data fra strekningen Venneslafjorden - Kristiansand foreligger i en egen rapport til Miljøvern avdelingen, Fylkesmannen i Vest-Agder (Åsen 1999a). En fullstendig rapport som omhandler hele strekningen fra Kilefjorden til Kristiansand, vil komme i *Natur i Sør*, Agder naturmuseums rapportserie (Åsen 1999b). I 1995 ble området ved Oddernesbroa (MK 411,463 WGS84) undersøkt av Åsen, Lie og Lindebø (notat). Asbjørn Lie registrerte 4 sidevassdrag til Nedre Otra i 1996, Auglandsbekken, Straisbekken, Høiebekken og Ravnåsbekken. Selve elva ble også grovt undersøkt med Nødøyna som en egen enhet. Beskrivelsene er arkivert i Naturbasen for Kr.sand, enkeltnotater er tatt med her i **Vedlegg E.1**.

### 5.2 Vegetasjon og flora 1997 - observasjoner og diskusjon

Vannplanter og andre strandnære planter er gitt i **Vedlegg E.1**. Klassifiseringen følger stort sett Rørslett (1991).

#### Oppstrøms Venneslafjorden

Observasjonene av vannvegetasjonen fra Kilefjorden til Venneslafjorden fra 1997 er stort sett sammenfallende med tidligere undersøkelser fra 1976-77 (Rørslett m.fl. 1981). Det er krypsiv som er den fremtredende arten mengdemessig. I regulerte elveleier med lav vannføring er høyere vegetasjon av liten betydning. Kilefjorden har best utviklet vegetasjon med mange arter (**Vedlegg E.1**). Antakelig finnes tilsvarende vegetasjon i Røyknesfjorden, men her er det mangelfulle observasjoner. I Kilefjorden er det funnet flest isoetider, noe som avspeiler næringsfattige forhold. Vassgro, tjønngras og tusenblad (forsuringsfølsomme) er tidligere kjent fra Kilefjorden (de to førstnevnte siste gang i 1976-77, sistnevnte fra 1984). Ingen av disse ble registrert i 1997. Både tjønngras og tusenblad var vanlige i Røyknesfjorden 1997 (ingen tidligere sammenligningsdata synes å foreligge). Nålesivaks, som ikke er registrert tidligere i Kilefjorden, ble funnet på en lokalitet i 1997.

#### Venneslafjorden

Det virker heller ikke som det har skjedd større forandringer i vegetasjonsforholdene i Venneslafjorden i perioden fra 1986 til 1997 (Rørslett 1986). Krypsiv er den dominerende arten mengdemessig. Venneslafjorden hadde flest vannplanter av samtlige lokaliteter i 1997 (16 arter, **Vedlegg E.1**). Tidligere har Grande m.fl. (1980) karakterisert vegetasjonen i Venneslafjorden som den rikeste og best utviklede vegetasjon blant innsjøene i Otra-vassdraget (se også Kaste m.fl. 1996). Det ble også funnet relativt mange elodeider (6), noe som kan indikere mer næringsrike forhold. Vassgro, tjønngras og nålesivaks har tidligere vært kjent fra Venneslafjorden, men ble ikke registrert i 1997. Vassgro ble funnet fertil nord til Ravnås (omlag 4 km sør for Venneslafjorden), men den kan være oversett i steril tilstand lenger nord. Arten er funnet ved utløpet av Venneslafjorden i 1995 (Kaste m.fl.

1996). Tjønngras er ikke funnet sør for Røyknesfjorden, og siste observasjon i Venneslafjorden er fra 1976-77. Rørslett m.fl. (1981) antydte at arten var på vei ut på grunn av tiltagende forsuring.

#### Nedstrøms Venneslafjorden

Vegetasjonen på strekningen utløpet av Venneslafjorden - Oddernesbroa ble for første gang kartlagt i en basisundersøkelse i 1995 (Kaste m.fl. 1996). Observasjoner fra 1997 synes å indikere en noe sterkere vekst av krypsiv på strekningen, og arten oppleves kanskje mer problematisk i 1997 enn i 1995. Artsdiversiteten i vannvegetasjonen var også større i 1997. I brakkvannsområdet omkring Oddernesbroene er innslaget klart størst av elodeider (8 registrerte arter, se **Vedlegg E.1**), og indikerer mer næringsrike forhold. Her er det utstrakt urbanisering, med kunstige bredder og derfor sparsomt med semi-akvatiske arter og annen overvannsvegetasjon. Fra gammelt av vet vi at flere vannplanter er utgått her. I nyere tid er nålesivaks trolig utgått etter 1984 på grunn av steinsetting av østre elvebredd. Bare én isoetide (vassgro) er registrert. Området sør for søndre Oddernesbro er frodig og rikt med mange vannplanter.

#### Kommentarer til artsbestemmelsen

Gytjeblererot og mellomblererot er vanskelige arter å bestemme sikkert, og en tredje art, sumpblererot (*Utricularia stygia*), kan også være involvert (Lid & Lid 1994). Videre kan nevnes at det tidligere er funnet småvasshår i vassdraget, men i 1997 ble kun klovasshår observert (igjen vanskelig artsbestemmelse). Usikkerhet knytter seg også til bestemmelsen av undervannsformene av flotgras og evt. småpigknopp. På grunnlag av dette er det foreløpig vanskelig å trekke konklusjoner med hensyn til endringer i artsdiversiteten i elva. En systematisk anlagt undersøkelse med innsamling av beleggeksemplarer av alle aktuelle problemarter anbefales derfor.

## 6. Anbefalinger

De store vannkvalitetsforbedringene på 1990-tallet, som følge av reduserte industriutslipp og redusert forsuring, 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 fram til 1998 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:

- Tiltak mot lekkasjer og overløp fra det kommunale kloakkledningsnettet. Årsaken til høye fosforkonsentrasjoner i Høyebekken bør klarlegges.
- Ytterligere forbedring av rutiner for å unngå uhell / ukontrollerte utslipp fra industrien.
- Gjenoppsettelse av stasjon for kontinuerlig pH-registrering nedstrøms industribedriftene - for å kunne dokumentere eventuelle støtutslipp til elva, samt å vurdere om det fortsatt kan være behov for kalking.
- Videreføre overvåkingen av vannkjemi, bakteriologi, bunndyr, vegetasjon og fisk.



## 7. Referanser

- 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.
- Bohlin, T. 1984. Kvantitativt elfiske etter lax och öring - synpunkter och rekommendationer. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Rapport 1984-4. 33 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Brabrand, Å. 1989. Fiskeribiologiske undersøkelser i nedre Otra med Kilefjorden, Gåseflåfjorden og Venneslafjorden. - Rapp. Lab. Ferskv.Økol. Innlandsfiske, Oslo. Rapport 114. 24 s.
- Bratli, J.L., Holtan, H. & Jacobsen, T. 1995. Miljøsmål for vannforekomstene - forventet naturtilstand. SFT-veileder 95:04, TA-1141/1995, 41 s.
- Bækken, T. & Aanes, K.J. 1990. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. Nr. 2A. Forsuring. SFT/NIVA-rapport 2491, 38 s.
- Direktoratet for naturforvaltning (DN) 1997. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. - DN-notat 1997-1. 288 s.
- Direktoratet for naturforvaltning (DN) 1998. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. - DN-notat 1998-3. 376 s.
- DNMI 1999. Nedbørhøyder for 1998 fra meteorologisk stasjon 3955 Hannåsmyran, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorogiske institutt, Oslo.
- Grande, M., Rørslett, B., Hals, B. 1980. Overvåkingsundersøkelser i Nedre Otra. Fremdriftsrapport for 1979. Utgiver NIVA; 36s. Prosjektnr. O-73012; ISBN 82-577-0269-2.
- Haraldstad, Ø. 1986. Lakseundersøkelse i Otra 1986. - Notat. Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernavdelingen. 8 s.
- Hindar, A. Næs, K. & Molvær, J. 1989. Betydning av sur nedbør for økte nitrogentilførsler til fjordområder. Forprosjekt. NIVA-rapport 2257, 45 s.
- Hindar, A., Kroglund, F. & Skiple, A. 1997. Forsuringssituasjonen i lakseførende vassdrag på Vestlandet; vurdering av behovet for tiltak. NIVA-rapport 3606, 96 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-rapport 2951, 43 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 overvåking og konsekvensundersøkelse av industriutslipp. SFT-overvåkingsrapport 657/96, NIVA-rapport 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 overvåking og konsekvensundersøkelse av industriutslipp. SFT-overvåkingsrapport 698/97, NIVA-rapport 3683, 39 s.

- Kaste, Ø., Lindstrøm, E-A. & Aanes, K.J. 1998. Tiltaksorientert overvåking av Otra i 1997. NIVA-rapport 3883, 47 s.
- Knutsen, S. (under utarbeidelse). Driftsplan for Otra. - Otra Laxefiskelag. Rapport.
- Lande, A. 1986. Nitrogenavrenning fra sprengstein i Øvre Otra. Vurdering av vannkvalitesendringer i forbindelse med anleggsvirksomheten. NIVA-rapport 1905, 39 s.
- Lid, J. & Lid, D.T. 1994. Norsk Flora. 6. utg. ved Reidar Elven. Det Norske Samlaget. 1014s.
- NVE 1999. Vannføring ved NVE-stasjon Heisel i 1998. Norges vassdrags- og energiverk, hydrologisk avdeling, Oslo.
- Rosseland, L. 1968. Otra. - Notat. Fiskeforskningen Vollebakk. 15 s. + vedlegg.
- Rørslett, B. 1986. Vannvegetasjonen i Venneslafjorden. Foreløpig vurdering av tilgroing 1986. NIVA-rapport 1906, 25 s.
- Rørslett, B. 1991. Principal determinants of aquatic macrophyte richness in northern European lakes. *Aquatic Botany* 39: 173-193.
- Rørslett, B., Tjomsland, T., Løvik, J.E., Lydersen, E., Mjelde, M., Grande, M. 1981. Undersøkelse av Øvre Otra. NIVA-rapport 1263, 180s.
- SFT 1998. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1997. SFT-rapport 748/98, 217 s.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. - NINA Utredning 10: 1-28.
- 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.
- Sosial og helsedepartementet 1995. Forskrift om vannforsyning og drikkevann mm. Nr. 68, I-9/95, 38 s.
- Statens helsetilsyn 1994. Nye kvalitetsnormer for friluftsbad. Rundskriv IK-21/94, 8 s.
- Traaen, T.S. & Johannessen, M. 1987. Tiltak for å bedre vannkvaliteten i Otravassdraget. Statlig program for forureningsovervåking (SFT). Rapport 301/88. NIVA-løpenr. 2069, 29 s.
- Aanes, K.J. & Bækken, T. 1989. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. Nr. 1. Generell del. SFT/NIVA-rapport 2278, 60 s.
- Aanes, K.J. & Lydersen, E. 1997. Konsekvensutredning- laksedød Otra. NIVA-rapport 3806, 86 s.
- Åsen, P.A. 1999a. Vegetasjon og flora i og omkring Otra fra Venneslafjorden til Kristiansand. Versjon 19.02.1999, Rapport til Miljøvern avdelingen, Fylkesmannen i Vest-Agder. 12s.
- Åsen, P.A. 1999b. Vegetasjon og flora i og omkring Otra fra Kilefjorden (Iveland/Vennesla) til Kjøita (Kristiansand). Natur i Sør. Agder naturmuseums rapportserie.

## Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem

### Klassifisering av tilstand.

På grunnlag av målte konsentrasjoner kan tilstandsklassen bestemmes ut fra 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, fritidsfiske og jordvanning - åker og eng.

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

Virkninger av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
<b>Næringsalter</b>	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 <sup>2</sup> år	<25	25-50	50-90	90-150	>150
	Total nitrogen, µg N/l	<300	300-400	400-600	600-1200	> 1200
<b>Organiske stoffer</b>	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 <sub>2</sub> /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 <sub>Mn</sub> , 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	
<b>Forsurende stoffer</b>	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
<b>Partikler</b>	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
<b>Tarmbakterier</b>	Termotol koli. bakt., ant./100 ml	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000
<b>Miljøgifter (tungmetaller) i vann</b>	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-labilt aluminium	Na	Natrium	NO3-N	Nitrat	KOF	Kjemisk oksygenforbruk (Mn)
LAI	Labilt 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
450	Skråstad	21.01.98	5,50	0,92	10	113	69	44	3,4	1,9	0,27	1,43	0,23	2,30	2,8	175	315	3,0	1	4,1
450	Skråstad	18.02.98	5,67	1,01	13	76	57	19	2,4	1,6	0,24	1,34	0,21	2,00	2,4	150	265	3,0	17	
450	Skråstad	18.03.98	5,86	1,03	15	44	34	10	1,9	1,6	0,24	1,33	0,22	2,00	2,2	155	250	2,0	21	
450	Skråstad	15.04.98	5,83	1,08	15	64	48	16	2,1	1,8	0,26	1,43	0,20	2,30	2,4	195	265	2,0	14	
450	Skråstad	13.05.98	5,85	0,95	16	49	36	13	2,1	1,5	0,21	1,17	0,18	1,80	2,0	143	245	2,0	18	
450	Skråstad	16.06.98	6,03	1,09	23	42	36	6	2,4	1,6	0,25	1,35	0,20	2,00	2,1	124	230	3,0	30	
450	Skråstad	29.07.98	5,84	1,13	21	70	55	15	3,5	1,8	0,25	1,32	0,20	2,00	2,2	110	295	4,0	29	
450	Skråstad	18.08.98	5,73	1,04	14	90	67	23	3,7	1,6	0,23	1,22	0,20	1,70	2,2	100	275	4,0		
450	Skråstad	23.09.98	5,73	0,98	15	97	74	23	3,5	1,5	0,23	1,10	0,21	1,50	2,2	97	250	4,0	26	
450	Skråstad	14.10.98	5,79	0,94	12	58	46	12	2,5	1,5	0,28	1,02	0,19	1,50	2,0	109	235	3,0	27	
450	Skråstad	11.11.98	5,71	0,99	14	97	65	32	3,2	1,7	0,25	1,37	0,23	2,00	2,2	136	290	4,0	24	
450	Skråstad	14.12.98	5,97	0,96	20	58	42	16	2,1	1,5	0,21	1,10	0,20	1,90	2,0	146	265	2,0	13	
<b>450</b>	<b>Skråstad</b>	<b>Mid</b>	<b>5,79</b>	<b>1,01</b>	<b>16</b>	<b>72</b>	<b>52</b>	<b>19</b>	<b>2,7</b>	<b>1,63</b>	<b>0,24</b>	<b>1,27</b>	<b>0,21</b>	<b>1,9</b>	<b>2,2</b>	<b>137</b>	<b>265</b>	<b>3,0</b>	<b>20</b>	
<b>450</b>	<b>Skråstad</b>	<b>Min</b>	<b>5,50</b>	<b>0,92</b>	<b>10</b>	<b>42</b>	<b>34</b>	<b>6</b>	<b>1,9</b>	<b>1,48</b>	<b>0,21</b>	<b>1,02</b>	<b>0,18</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>	<b>97</b>	<b>230</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	
<b>450</b>	<b>Skråstad</b>	<b>Maks</b>	<b>6,03</b>	<b>1,13</b>	<b>23</b>	<b>113</b>	<b>74</b>	<b>44</b>	<b>3,7</b>	<b>1,86</b>	<b>0,28</b>	<b>1,43</b>	<b>0,23</b>	<b>2,3</b>	<b>2,8</b>	<b>195</b>	<b>315</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	
<b>450</b>	<b>Skråstad</b>	<b>N</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	
453	Høiebekken	15.04.98	6,07	2,69	29	136	133	3	3,1	5,5	0,70	5,89	0,47	10,60	5,1	495	590	7	20	
453	Høiebekken	13.05.98	6,60	3,20	81	69	66	3	3,5	5,2	0,68	5,41	0,55	8,80	5,4	390	915	36	77	
453	Høiebekken	16.06.98	6,72	2,80	82	78	74	4	4,1	5,1	0,66	5,45	0,49	7,70	6,0	260	445	20	83	

NIVA 4057-99

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
460	Oppstrøms Hunsfoss	21.01.98	5,43	0,87					3,4	1,9	0,23						345	3,0		4,0
460	Oppstrøms Hunsfoss	18.02.98	5,66	0,95					2,6	1,6	0,21						255	2,0		
460	Oppstrøms Hunsfoss	18.03.98	5,87	0,98					1,8	1,5	0,21						235	2,0		
460	Oppstrøms Hunsfoss	15.04.98	5,79	0,99	14	65	46	19	2,0	1,6	0,22	1,22	0,18	2,10	2,1	175	245	2,0	10	
460	Oppstrøms Hunsfoss	13.05.98	5,81	0,88	15	54	43	11	1,9	1,4	0,19	1,07	0,17	1,70	1,9	138	245	2,0	13	
460	Oppstrøms Hunsfoss	16.06.98	5,91	1,02	16	47	39	8	2,3	1,5	0,22	1,18	0,19	1,80	1,9	128	220	2,0	26	
460	Oppstrøms Hunsfoss	29.07.98	5,77	0,99	19	77	58	19	3,4	1,6	0,22	1,19	0,19	1,80	2,1	105	265	4,0	22	
460	Oppstrøms Hunsfoss	18.08.98	5,66	0,95	14	89	63	26	3,7	1,5	0,20	1,08	0,18	1,50	2,0	96	260	7,0	25	
460	Oppstrøms Hunsfoss	23.09.98	5,72	0,86	13	96	73	23	3,4	1,4	0,19	1,01	0,20	1,40	1,9	93	250	4,0	22	
460	Oppstrøms Hunsfoss	14.10.98	5,85	0,87	13	57	45	12	2,4	1,3	0,18	0,96	0,16	1,40	1,6	105	245	4,0	24	
460	Oppstrøms Hunsfoss	11.11.98	5,69	0,89	11	97	74	23	3,1	1,6	0,22	1,17	0,24	1,90	2,0	127	300	4,0	15	
460	Oppstrøms Hunsfoss	14.12.98	5,90	0,90	18	63	44	19	1,9	1,5	0,20	1,05	0,19	1,60	1,9	142	265	2,0	17	
<b>460</b>	<b>Oppstrøms Hunsfoss</b>	<b>Mid</b>	<b>5,76</b>	<b>0,93</b>	<b>15</b>	<b>72</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>2,7</b>	<b>1,52</b>	<b>0,21</b>	<b>1,10</b>	<b>0,19</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>	<b>123</b>	<b>261</b>	<b>3,2</b>	<b>19</b>	
<b>460</b>	<b>Oppstrøms Hunsfoss</b>	<b>Min</b>	<b>5,43</b>	<b>0,86</b>	<b>11</b>	<b>47</b>	<b>39</b>	<b>8</b>	<b>1,8</b>	<b>1,32</b>	<b>0,18</b>	<b>0,96</b>	<b>0,16</b>	<b>1,4</b>	<b>1,6</b>	<b>93</b>	<b>220</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	
<b>460</b>	<b>Oppstrøms Hunsfoss</b>	<b>Maks</b>	<b>5,91</b>	<b>1,02</b>	<b>19</b>	<b>97</b>	<b>74</b>	<b>26</b>	<b>3,7</b>	<b>1,85</b>	<b>0,23</b>	<b>1,22</b>	<b>0,24</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>	<b>175</b>	<b>345</b>	<b>7</b>	<b>26</b>	
<b>460</b>	<b>Oppstrøms Hunsfoss</b>	<b>N</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	
492	Evje	14.01.98	5,66	0,87	12	68	46	22	2,4	1,5	0,21	1,06	0,20	1,70	2,0	140	255	2,0	12	2,7
492	Evje	09.02.98	5,89	0,90	15	48	36	12	1,9	1,4	0,20	1,03	0,20	1,70	2,0	136	250	3,0	12	
492	Evje	17.03.98	5,97	0,89	19	44	34	10	1,5	1,4	0,19	1,03	0,18	1,50	1,7	134	230	2,0	22	
492	Evje	06.04.98	5,92	0,89	16	36	25	11	1,7	1,3	0,19	1,04	0,17	1,50	1,7	137	240	3,0	22	
492	Evje	04.05.98	5,72	0,83	15	60	42	18	1,9	1,3	0,18	0,99	0,15	1,50	1,8	129	285	2,0	14	
492	Evje	08.06.98	5,92	0,84	16	49	34	15	1,7	1,3	0,19	0,99	0,18	1,50	1,8	127	220	2,0	16	
492	Evje	06.07.98	5,97	0,82	14	54	39	15	2,0	1,2	0,16	0,89	0,17	1,40	1,7	115	230	2,0	14	
492	Evje	07.08.98	5,59	0,77	11	95	68	27	3,5	1,4	0,17	0,92	0,20	1,20	2,0	107	280	10,0	14	
492	Evje	08.09.98	6,04	0,36	12	17	15	2	1,0	1,2	0,17	1,24	0,15	2,00	0,9	44	105	2,0	11	
492	Evje	08.10.98	5,97	0,81	20	52	41	11	2,2	1,2	0,17	0,89	0,24	1,30	1,7	97	265	3,0	20	
492	Evje	09.11.98	5,88	0,86	14	50	37	13	2,0	1,3	0,17	0,92	0,20	1,30	1,7	116	240	3,0	22	
492	Evje	08.12.98	5,88	0,87	15	53	37	16	2,1	1,3	0,18	0,96	0,19	1,40	1,8	130	230	2,0	19	
<b>492</b>	<b>Evje</b>	<b>Mid</b>	<b>5,87</b>	<b>0,81</b>	<b>15</b>	<b>52</b>	<b>38</b>	<b>14</b>	<b>2,0</b>	<b>1,31</b>	<b>0,18</b>	<b>1,00</b>	<b>0,19</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>118</b>	<b>236</b>	<b>3,0</b>	<b>17</b>	
<b>492</b>	<b>Evje</b>	<b>Min</b>	<b>5,59</b>	<b>0,36</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>1,0</b>	<b>1,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,89</b>	<b>0,15</b>	<b>1,2</b>	<b>0,9</b>	<b>44</b>	<b>105</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	
<b>492</b>	<b>Evje</b>	<b>Maks</b>	<b>6,04</b>	<b>0,90</b>	<b>20</b>	<b>95</b>	<b>68</b>	<b>27</b>	<b>3,5</b>	<b>1,49</b>	<b>0,21</b>	<b>1,24</b>	<b>0,24</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>140</b>	<b>285</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	
<b>492</b>	<b>Evje</b>	<b>N</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	

NIVA 4057-99

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	29.01.98	5,85	0,84	25	24	18	6	1,1	1,3	0,18	0,88	0,18	1,50	1,6	137	205	2,0	14	1,3
535	Ose	03.03.98	6,05	0,83	18	36	33	3	1,4	1,1	0,17	0,90	0,17	1,30	1,5	119	180	2,0	23	
535	Ose	29.03.98	6,08	0,91	25	25	22	3	1,2	1,3	0,19	0,94	0,15	1,40	1,5	142	200	2,0	25	
535	Ose	22.04.98	6,14	1,19	29	68	61	7	2,4	1,6	0,26	1,13	0,27	1,70	2,1	215	325	5,0	30	
535	Ose	04.06.98	5,71	0,57	12	53	36	17	1,8	0,9	0,12	0,66	0,11	0,90	1,3	102	180	2,0	10	
535	Ose	05.07.98	5,97	0,79	20	47	35	12	1,9	1,2	0,16	0,83	0,16	1,10	1,6	105	230	3,0	21	
535	Ose	07.08.98	6,09	0,87	25	53	44	9	2,7	1,3	0,16	0,89	0,18	1,00	1,8	54	210	4,0	30	
535	Ose	03.09.98	6,18	0,88	21	21	15	6	1,3	1,2	0,16	0,86	0,18	1,20	1,5	113	215	3,0	26	
535	Ose	29.09.98	6,24	0,86	22	24	19	5	1,3	1,1	0,16	0,77	0,17	1,00	1,5	102	170	1,0	27	
535	Ose	03.12.98	6,47	0,93	27	17	15	2	1,3	1,2	0,17	0,78	0,17	1,20	1,3	118	195	2,0	29	
<b>535</b>	<b>Ose</b>	<b>Mid</b>	<b>6,08</b>	<b>0,87</b>	<b>22</b>	<b>37</b>	<b>30</b>	<b>7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,22</b>	<b>0,17</b>	<b>0,86</b>	<b>0,17</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>	<b>121</b>	<b>211</b>	<b>2,6</b>	<b>24</b>	
<b>535</b>	<b>Ose</b>	<b>Min</b>	<b>5,71</b>	<b>0,57</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>1,1</b>	<b>0,92</b>	<b>0,12</b>	<b>0,66</b>	<b>0,11</b>	<b>0,9</b>	<b>1,3</b>	<b>54</b>	<b>170</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	
<b>535</b>	<b>Ose</b>	<b>Maks</b>	<b>6,47</b>	<b>1,19</b>	<b>29</b>	<b>68</b>	<b>61</b>	<b>17</b>	<b>2,7</b>	<b>1,61</b>	<b>0,26</b>	<b>1,13</b>	<b>0,27</b>	<b>1,7</b>	<b>2,1</b>	<b>215</b>	<b>325</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	
<b>535</b>	<b>Ose</b>	<b>N</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	

**B.2 Termostabile koliforme bakterier (TKB)**

St. nr	Navn	Dato	TKB/100 ml
0	Steinsfossen	16.06.98	<10
0	Steinsfossen	23.06.98	50
0	Steinsfossen	30.06.98	150
0	Steinsfossen	07.07.98	<10
0	Steinsfossen	14.07.98	40
0	Steinsfossen	21.07.98	10
0	Steinsfossen	04.08.98	70
0	Steinsfossen	11.08.98	<10
0	Steinsfossen	18.08.98	20
1	Nesane	16.06.98	<10
1	Nesane	23.06.98	80
1	Nesane	30.06.98	300
1	Nesane	07.07.98	<10
1	Nesane	14.07.98	50
1	Nesane	21.07.98	410
1	Nesane	04.08.98	20
1	Nesane	11.08.98	1600
1	Nesane	18.08.98	20
2	Brannstasjonen	21.01.98	3
2	Brannstasjonen	18.02.98	2
2	Brannstasjonen	18.03.98	5
2	Brannstasjonen	15.04.98	1
2	Brannstasjonen	13.05.98	10
2	Brannstasjonen	16.06.98	10
2	Brannstasjonen	16.06.98	<10
2	Brannstasjonen	23.06.98	20
2	Brannstasjonen	30.06.98	150
2	Brannstasjonen	07.07.98	10
2	Brannstasjonen	14.07.98	70
2	Brannstasjonen	21.07.98	10
2	Brannstasjonen	04.08.98	40
2	Brannstasjonen	11.08.98	1300
2	Brannstasjonen	18.08.98	20
2	Brannstasjonen	18.08.98	20
2	Brannstasjonen	23.09.98	8
2	Brannstasjonen	14.10.98	4
3	Vigeland gård	16.06.98	290
3	Vigeland gård	23.06.98	620
3	Vigeland gård	30.06.98	210
3	Vigeland gård	07.07.98	820
3	Vigeland gård	14.07.98	170
3	Vigeland gård	21.07.98	<10
3	Vigeland gård	04.08.98	50
3	Vigeland gård	11.08.98	1100
3	Vigeland gård	18.08.98	1700
4	Skjebua	16.06.98	250
4	Skjebua	23.06.98	560
4	Skjebua	30.06.98	260
4	Skjebua	07.07.98	870
4	Skjebua	14.07.98	220
4	Skjebua	21.07.98	<10
4	Skjebua	04.08.98	40
4	Skjebua	11.08.98	640
4	Skjebua	18.08.98	1500

---

St. nr	Navn	Dato	TKB/100 ml
5	Kvarstein	16.06.98	240
5	Kvarstein	23.06.98	470
5	Kvarstein	30.06.98	460
5	Kvarstein	07.07.98	670
5	Kvarstein	14.07.98	120
5	Kvarstein	21.07.98	<10
5	Kvarstein	04.08.98	300
5	Kvarstein	11.08.98	460
5	Kvarstein	18.08.98	1600
6	Hagen	16.06.98	160
6	Hagen	23.06.98	350
6	Hagen	30.06.98	380
6	Hagen	07.07.98	470
6	Hagen	14.07.98	190
6	Hagen	21.07.98	30
6	Hagen	28.07.98	10
6	Hagen	04.08.98	250
6	Hagen	11.08.98	770
6	Hagen	18.08.98	1800
7	Skråstad	21.01.98	12
7	Skråstad	18.02.98	16
7	Skråstad	18.03.98	12
7	Skråstad	15.04.98	20
7	Skråstad	13.05.98	45
7	Skråstad	16.06.98	140
7	Skråstad	16.06.98	80
7	Skråstad	23.06.98	340
7	Skråstad	30.06.98	150
7	Skråstad	07.07.98	210
7	Skråstad	14.07.98	250
7	Skråstad	21.07.98	20
7	Skråstad	28.07.98	<10
7	Skråstad	04.08.98	250
7	Skråstad	11.08.98	890
7	Skråstad	18.08.98	1100
7	Skråstad	18.08.98	1700
7	Skråstad	23.09.98	250
7	Skråstad	14.10.98	300
8	Påskeberget	16.06.98	140
8	Påskeberget	23.06.98	530
8	Påskeberget	30.06.98	270
8	Påskeberget	07.07.98	120
8	Påskeberget	14.07.98	180
8	Påskeberget	21.07.98	10
8	Påskeberget	28.07.98	10
8	Påskeberget	04.08.98	170
8	Påskeberget	11.08.98	650
8	Påskeberget	18.08.98	1200
9	Gyldenløvesgt.	16.06.98	100
9	Gyldenløvesgt.	23.06.98	540
9	Gyldenløvesgt.	30.06.98	320
9	Gyldenløvesgt.	07.07.98	1300
9	Gyldenløvesgt.	14.07.98	1900
9	Gyldenløvesgt.	21.07.98	60
9	Gyldenløvesgt.	28.07.98	30
9	Gyldenløvesgt.	04.08.98	150
9	Gyldenløvesgt.	11.08.98	450
9	Gyldenløvesgt.	18.08.98	1000

---



<b>St. nr</b>	<b>Navn</b>	<b>Dato</b>	<b>TKB/100 ml</b>
10	Tangen	16.06.98	100
10	Tangen	23.06.98	630
10	Tangen	30.06.98	340
10	Tangen	07.07.98	960
10	Tangen	14.07.98	1100
10	Tangen	21.07.98	<10
10	Tangen	28.07.98	40
10	Tangen	04.08.98	280
10	Tangen	11.08.98	10
10	Tangen	18.08.98	800

## Vedlegg C. Primærdata – bunndyr

### C.1. Bunnfaunaens sammensetning på stasjoner i nedre deler av Otravassdraget 12. mai og 7. juli 1998.

Dyregruppe	Oppst Hunsfoss	Nedst Vigeland	Haus	Oppst Hunsfoss	Nedst Vigeland	Haus
	12/5 -1998	12/5 -1998	12/5 -1998	7/7 -1998	7/7 -1998	7/7 -1998
Rundmark	144	471	348	36	134	36
Fåbørstemark	102	923	289	325	725	156
Igler	0	2	0	1	3	2
Muslinger	0	0	18	0	1	1
Vårfluelarver	35	184	166	10	66	77
Steinfluelarver	0	94	225	26	12	67
Døgnfluelarver	92	83	26	2	12	0
Billelarver	0	0	0	0	0	12
Biller voksne	0	18	0	0	0	0
Fjærmygg larver	6420	9563	6851	413	1529	3400
Fjærmygg pupper	5	108	36	0	13	73
Knottlarver	77	26	8	14	51	37
Knottpupper	20	0	0	0	0	0
Stankelbeinlarver	2	11	20	0	1	0
Diverse	0	0	5	0	6	0
Vannmidd	90	90	20	99	301	288
Sviknottlarver	41	0	49	12	0	13
<b>Totalt antall</b>	<b>7028</b>	<b>11573</b>	<b>8061</b>	<b>938</b>	<b>2854</b>	<b>4162</b>
<i>Antall grupper</i>	<i>9</i>	<i>11</i>	<i>13</i>	<i>10</i>	<i>13</i>	<i>12</i>

## C.2 Vårfluer, steinfluer og døgnfluer på stasjoner i nedre del av Otra 12. mai og 7. juli 1998.

	Oppst Hunsfoss	Nedst Vigeland	Haus	Oppst Hunsfoss	Nedst Vigeland	Haus
	12.5.1998	12.5.1998	12.5.1998	7.7.1998	7.7.1998	7.7.1998
<b>Vårfluer - Trichoptera</b>						
<i>Neureclepsis bimaculata</i>	20	17	9	5	22	27
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	14	115	69	5	25	18
<i>Polycentropus irroratus</i>		1			2	14
<i>Cyrnus flavidus</i>	1				1	
<i>Cyrnus trimaculatus</i>			18			4
<i>Athripsodes aterrimus</i>					1	
<i>Rhyacophila nubila</i>		26	9		3	
<i>Holocentropus dubius</i>			18			1
<i>Oxyethira</i> sp.			3			12
<i>Tinodes waeneri</i>					12	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		24	39			1
<i>Chaetopteryx villosa</i>			1			
<b>Sum</b>	<b>35</b>	<b>184</b>	<b>166</b>	<b>10</b>	<b>66</b>	<b>77</b>
<b>Steinfluer - Plecoptera</b>						
<i>Leuctra hippopus</i>			1	26	12	18
<i>Nemoura</i> sp.						1
<i>Brachyptera risi</i>		15	2			
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		2	1			
<i>Amphinemoura borealis</i>		5				
<i>Leuctra</i> sp.		72	221			
Plecoptera indet.						48
<b>Sum</b>	<b>0</b>	<b>94</b>	<b>225</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>67</b>
<b>Døgnfluer - Ephemeroptera</b>						
<i>Baetis rhodani</i>		77	6		12	
<i>Leptophlebia</i> cf. <i>Vespertina</i>	92	6	20	2	0	0
<b>Sum</b>	<b>92</b>	<b>83</b>	<b>26</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>0</b>
<b>Sum : Døgn-, Stein- og Vårfluer</b>	<b>127</b>	<b>361</b>	<b>417</b>	<b>38</b>	<b>90</b>	<b>144</b>
<b>Antall arter</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>10</b>

**C.3 Bunndyrsamfunnets sammensetning på stasjonene Oppstrøms Hunsfoss og Nedstrøms Vigeland, juli måned.**

<b>Oppstrøms Hunsfoss - Utløp Venneslafjord</b>											
År :	87	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
Rundmarker	44	120	20	32	32	48	112	5	0	144	36
Børstemarkar	108	72	24	56	96	176	176	83	246	105	325
Igler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Døgnfluer	120	72	8	40	0	8	0	1	8	5	2
Steinfluer	20	24	12	22	0	200	448	122	29	74	26
Vårfluer	128	48	24	64	48	64	64	57	173	77	10
Biller, larver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biller, voksne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
Fjærmygglarver	1248	3664	740	984	1152	944	2144	280	984	3991	413
Fjærmyggpupper	16	16	8	0	0	16	16	0	0	13	0
Knott	4	16	4	0	0	0	48	5	0	0	14
Vannmidd	104	304	108	152	272	160	288	131	195	50	99
Andre tovinger	28	40	4	0	0	16	16	0	48	84	12
Sum	1820	4376	952	1350	1600	1632	3328	684	1683	4520	938
Antall gr.	9	9	9	5	8	8	8	8	7	10	10

<b>Nedstrøms Vigeland</b>											
År :	87	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
Rundmarker	44	232	56	208	80	128	224	51	168	198	134
Børstemarkar	352	1920	568	256	288	608	320	557	357	255	725
Igler	0	0	0	0	48	0	0	3	0	47	3
Muslinger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Døgnfluer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Steinfluer	8	0	8	0	0	48	64	36	50	47	12
Vårfluer	0	0	0	0	0	32	2	33	99	93	66
Biller, larver	0	0	0	192	112	112	0	6	0	18	0
Biller, voksne	12	16	8	0	16	16	0	12	0	0	0
Fjærmygglarver	1056	344	1520	2048	1248	1440	7680	708	5550	3338	1529
Fjærmyggpupper	20	8	16	96	0	32	96	47	48	0	13
Knott	4	0	0	0	0	0	0	0	24	0	51
Vannmidd	32	152	28	48	32	288	128	167	192	36	301
Andre tovinger	4	0	8	0	16	16	0	9	24	18	7
Sum	1532	2680	2212	2848	1840	2720	8516	1629	6512	4050	2866
Antall gr.	8	5	7	5	8	8	6	9	8	19	13

**C.4. Døgn- stein- og vårfluearter på stasjonene Oppstrøms Hunsfoss og Nedstrøms Vigeland, juli måned.**

År :	Oppstrøms Hunsfoss - Utløp Venneslafjord										
	87	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
<b>Døgnfluer</b>											
Leptohplebia vespertina	120	72	8	40	0	8	0	0	8	7	2
Paraleptohplebia sp.								1	0	0	0
<b>Steinfluer</b>											
Siphonoperla burmeisteri	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Taeniopteryx nebulosa	0	0	0	0	0	8	16	0	0	0	0
Leuctra fusca	20	24	8	22	0	192	432	120	29	115	0
Leuctra hippopus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
<b>Vårfluer</b>											
Oxyethira sp.	48	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plectrocnemia conspersa	48	16	16	0	0	16	0	0	16	0	0
Polycentropus flavomaculatus	32	16	0	40	48	40	56	23	87	68	5
Neureclipsis bimaculata	0	0	0	24	0	8	8	9	48	12	5
Hydropsyche sp.	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Limnephilidae indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Athripsodes sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	22	2	0
<b>Sum :</b>	268	136	44	126	48	272	513	153	210	204	38
<b>Antall taxa</b>	5	5	5	4	1	6	5	4	6	5	4

År :	Nedstrøms Vigeland										
	87	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
<b>Døgnfluer</b>											
Leptohplebia vespertina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paraleptohplebia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baetis rhodani	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<b>Steinfluer</b>											
Siphonoperla burmeisteri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taeniopteryx nebulosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leuctra fusca	8	0	8	0	0	48	64	35	50	47	0
L. hippopus											12
<b>Vårfluer</b>											
Neureclipsis bimaculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	22
Oxyethira sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0
Plectrocnemia conspersa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polycentropus flavomaculatus	0	0	0	0	0	16	1	2	10	43	25
P. irroratus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Cynus trimaculatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Limnephilidae indet.	0	0	0	0	0	16	1	0	0	0	0
Athripsodes aterrimus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Athripsodes sp.	0	0	0	0	0	0	0	22	57	8	8
Rhyacophila nubila	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Holoontropus sp.											3
Tinodes waeneri	0	0	0	0	0	0	0	9	0	21	12
<b>Sum :</b>	8	0	8	0	0	80	66	68	149	140	90
<b>Antall taxa</b>	1	0	1	0	0	3	3	4	4	6	9

### C.5 Fjærmygg larver og børstemarkers prosentvise andel av bunnfaunaen på stasjonene Oppstrøms Hunsfos og Nedstrøms Vigeland for perioden 1987 til 1998.

#### a : Oppstrøms Hunsfos - Utløp Venneslafjord.

År	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Fjærmygg larver	67 %	84 %	78 %	73 %	72 %	58 %	64 %	41%	58%	87%	44%
Fåbørstemark	6 %	2 %	3 %	4 %	6 %	11 %	5%	12%	15%	2%	35%
Samlet	73 %	86 %	81 %	77 %	78 %	69 %	69%	53%	73%	89%	79%

#### b : Nedstrøms Vigeland

År	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Fjærmygg larver	69 %	13 %	69 %	72 %	68 %	53 %	90 %	47%	86%	82%	53%
Fåbørstemark	23 %	72 %	26 %	9 %	16 %	22 %	4%	34%	5%	6%	25%
Samlet	92 %	74 %	95 %	81 %	84 %	75 %	94 %	81%	91%	88 %	78%

### C.6 Ubearbeidet bunndyrmateriale

Det er foretatt en supplerende prøvetaking i mai fra årene 1991 til 1994 på fire stasjoner i Otra, og i tillegg til metoden med elvehåv (NS 4719) er det 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. Vi følte at 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 bunndyr materialet, som er hentet inn ved befaringer i mai fra fire stasjoner i nedre deler av Otra er arkivert ved NIVA i Oslo.

## Vedlegg D. Primærdata – fisk

### D.1 Fangst av fisk ved elfiske og beregnet tetthet av laks og ørret i Otra 30.8.98

ST.	AREAL m <sup>2</sup>	FANGST				BEREGNET TETTHET/100 m <sup>2</sup>				ANDRE ARTER
		LAKS		ØRRET		LAKS		ØRRET		
		0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	
1	150	0	0	66	0	0	0	47,9	0	Ål
2	112	4	0	7	1	3,9	0	6,3	0,9	Ål
3	100	3	0	5	0	3,1	0	5,7	0	Ål
4	128	7	0	12	0	6,3	0	10,7	0	
5	140	20	0	11	0	17,7	0	9,6	0	Niøye
6	100	3	0	13	0	3,1	0	13,3	0	
7	190	6	1	31	1*	3,6	0,6	18,6	0,5	Ål, niøye
8	125	6	0	21	1*	5,2	0	18,1	0,8	
9	128	16	0**	5	0	14,3	0	4,6	0	Ål
10	113	7	0	10	1	7,1	0	10,1	0,9	Tre-pigget stingsild
1-10 Gj.sn.	1286	72	1	181	4	10,5±8,2 6,4±5,2	0,1±0,1 0,1±0,1	16,8±2,1 14,5±12,0	0,3±0,0 0,3±0,4	
11	110	3	8	7	6	3,4	8,3	6,5	8,7	Ål, bekkerøye
12	100	9	23	7	7	10,3	23,4	7,0	7,1	Ål, bekkerøye
13	58	5	0	3	24	9	0	6,5	42,4	
14	75	8	21	10	20	11,6	28,7	13,3	30,0	
11-14 Gj.sn.	343	25	52	27	57	8,9±3,4 8,6±3,1	16,1±1,6 15,1±11,5	7,9±0,2 8,3±2,9	17,7±1,8 22,5±14,5	

\* supplerende innsamling av eldre aure; ved stasjon 7: 3 individer, ved stasjon 8: 4 individer

\*\* supplerende innsamling av eldre laks; ved stasjon 9: 1 individ

## D.2 Utbredelse og tetthet av laks og ørret i Otra - lakseførende del i 1998

Utbredelse er angitt som prosentandel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet 1 er beregnet ved å summere respektiv fangst i de tre omgangene på alle de avfiskede stasjonene i henhold til Bohlin (1984). Tetthet 2 er gjennomsnittlig tetthet av de beregnede tettheter på alle enkeltstasjonene. Tetthet 1, tetthet 2, median og min. og max. tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>. For tetthet 1 og tetthet 2 er standardavviket angitt i parentes.

ÅR	1998
Dato	30.8.
Ant. stasjoner	10
Areal, m <sup>2</sup>	1286
<b>LAKS 0+</b>	
Utbredelse	90
Tetthet 1	10,5(8,2)
Tetthet 2	6,4(5,2)
Median	4,6
Min. tetthet	0
Max. tetthet	17,7
<b>LAKS ≥1+</b>	
Utbredelse	10
Tetthet 1	0,1(0,1)
Tetthet 2	0,1(0,2)
Median	0
Min. tetthet	0
Max. tetthet	0,6
<b>AURE 0+</b>	
Utbredelse	100
Tetthet 1	16,8(2,1)
Tetthet 2	14,5(12,0)
Median	10,4
Min. tetthet	4,6
Max. tetthet	47,9
<b>AURE ≥1+</b>	
Utbredelse	40
Tetthet 1	0,3(0,0)
Tetthet 2	0,3(0,4)
Median	0
Min. tetthet	0
Max. tetthet	0,9



### D.3 Utbredelse og tetthet av laks og ørret i Otra - sidebekker lakseførende del (Høiebekken og Lonanebekken)

Utbredelse er angitt som prosentandel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet 1 er beregnet ved å summere respektiv fangst i de tre omgangene på alle de avfiskede stasjonene i henhold til Bohlin (1984). Tetthet 2 er gjennomsnittlig tetthet av de beregnede tettheter på alle enkeltstasjonene. Tetthet 1, tetthet 2, median og min. og max. tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>. For tetthet 1 og tetthet 2 er standardavviket angitt i parentes.

<b>ÅR</b>	<b>1998</b>
Dato	30.8.
Ant. stasjoner	4
Areal, m <sup>2</sup>	343
<b>LAKS 0+</b>	
Utbredelse	100
Tetthet 1	8,9(3,4)
Tetthet 2	8,6(3,1)
Median	9,7
Min. tetthet	3,4
Max. tetthet	11,6
<b>LAKS ≥1+</b>	
Utbredelse	75
Tetthet 1	16,1(1,6)
Tetthet 2	15,1(11,5)
Median	15,9
Min. tetthet	0
Max. tetthet	28,7
<b>AURE 0+</b>	
Utbredelse	100
Tetthet 1	8,2(0,2)
Tetthet 2	8,6(2,8)
Median	7,3
Min. tetthet	6,5
Max. tetthet	13,3
<b>AURE ≥1+</b>	
Utbredelse	100
Tetthet 1	18,0(1,7)
Tetthet 2	22,1(14,8)
Median	19,4
Min. tetthet	7,1
Max. tetthet	42,4

## Vedlegg E. Primærdata – vannvegetasjon

### E.1 Høyere vegetasjon i og omkring Otra fra Kilefjorden til Kristiansand 1997 (andre år markert).

	Kilefjorden	Gåseflåfjorden	Otra, ovf. Iveland kraftstasjon	Otra, omkr. Iveland kraftstasjon	Nomelandsdammen	Røyknesfjorden	Beieholen	Otra, Beieholen-Steinsfoss	Venneslafjorden	Otra: Heisel-Kvarstein	Otra: Mosby-Eg (inkl. data 1996)	Otra: Klynga-Kjøita 1995
<b>Semi-akvatiske arter og annen overvannsvegetasjon</b>												
Achillea ptarmica - NYSERYLLIK	x							x	x	x	x	
Agrostis stolonifera - KRYPKVEIN									x		x	
Calamagrostis purpurea - SKOGRØYRKVEIN	x			x		x			x	x	x	
Caltha palustris - SOLEIHOV										x	x	
Carex acuta - KVASSTARR										x		
Carex demissa (tumidicarpa) - GRØNNSTARR	x					x			x		x	
Carex nigra - SLÅTTESTARR	x					x		x	x	x	x	
Carex rostrata - FLASKESTARR	x	x		x	x	x		x	x	x	x	
Carex vesicaria - SENNEGRAS	x					x				x	x	
Deschampsia cespitosa - SØLVBUNKE	x		x			x		x	x	x	x	
Drosera intermedia - DIKESOLDOGG	x					x		x	x	x		
Eleocharis mamillata - MYKSIVAKS	x								x	x	x	
Eleocharis uniglumis - FJÆRESIVAKS	x									x	x	
Equisetum fluviatile - ELVESNELLE	x					x			x	x	x	
Eriophorum angustifolium - DUSKULL	x	x			x	x						
Galium palustre - MYRMAURE	x				x	x			x	x	x	
Iris pseudacorus - SVERDLILJE										x	x	
Juncus alpinoarticulatus - SKOGSIV	x									x		
Juncus articulatus - RYLLSIV						x				x	x	
Juncus filiformis - TRÅDSIV	x		x	x		x		x	x	x	x	
Lycopodiella inundata - MYRKRÅKEFOT	x					x						
Lycopus europaeus - KLOURT												x
Lysimachia thyrsiflora - GULLDUSK	x			x	x	x	x	x	x	x	x	
Lythrum salicaria - KATTEHALE									x			
Mentha arvensis - ÅKERMYNTE									x	x		
Mentha x gracilis - ENGMYNTE										x	x	
Menyanthes trifoliata - BUKKEBLAD	x				x	x			x			
Molinia caerulea - BLÅTOPP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Myosotis scorpioides - ENGFORGLEMMEGEI												x
Persicaria hydropiper - VASSPEPPER									x	x	x	
Peucedanum palustre - MELKEROT	x				x	x		x	x	x	x	
Phalaris arundinacea - STRANDRØR	x					x			x	x	x	
Phragmites australis - TAKRØR	x											x
Poa palustris - MYRRAPP												x
Potentilla palustris - MYRHATT	x			x	x	x		x	x	x	x	

## E.1 (forts.)

	Kilefjorden	Gåseflåfjorden	Øtra, ovf. Iveland kraftstasjon	Øtra, omkr. Iveland kraftstasjon	Nomelandsdammen	Røyknesfjorden	Beieholen	Øtra, Beieholen-Steinsfoss	Venneslafjorden	Øtra: Heisel-Kvarstein	Øtra: Mosby-Eg (inkl. data 1996)	Øtra: Klynga-Kjøita 1995
Rorippa palustris - BRØNNKARSE									x	x	x	
Schoenoplectus lacustris - SJØSIVAKS												x
Scirpus sylvaticus - SKOGSIVAKS									x		x	
Scutellaria galericulata - SKJOLDBÆRER									x			
Sparganium erectum - KJEMPEPIGGKNOPP											x	
Veronica scutellata - VEIKVERONIKA	x					x				x	x	
Sum	24	3	3	6	8	20	2	10	24	27	30	2
<b>ISOETIDER - KORTSKUDDSPANTER</b>												
Alisma plantago-aquatica - VASSGRO										x	x	x
Eleocharis acicularis - NÅLESIVAKS	x											
Isoëtes echinospora - MYKT BRASMEGRAS	x				x					x		
Isoëtes lacustris - STIVT BRASMEGRAS	x								x	x	x	
Littorella uniflora - TJØNNGRAS						x						
Lobelia dortmanna - BOTNEGRAS	x				x	x		x	x	x		
Ranunculus reptans - EVJESOLEIE	x					x			x	x	x	
Subularia aquatica - SYLBLAD	x								x			
Sum	6	0	0	0	2	3	0	1	4	5	3	1
<b>ELOEIDER - LANGSKUDDSPANTER</b>												
Callitriche hamulata - KLOVASSHÅR									x	x	x	x
Callitriche palustris (verna) - SMÅVASSHÅR												x
Juncus supinus ssp. supinus - KRYPSIV	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Myriophyllum alterniflorum - VANLIG TUSENBLAD						x		x	x	x	x	x
Potamogeton alpinus - RUSTTJØNNAKS											x	x
Potamogeton berchtodlii - SMÅTJØNNAKS												x
Potamogeton gramineus - GRASTJØNNAKS												x
Utricularia intermedia - GYTJEBLÆREROT								x	x	x		
Utricularia minor - SMÅBLÆREROT	x				x				x			x
Utricularia ochroleuca - MELLOMBLÆREROT	x											
Utricularia vulgaris - STORBLÆREROT	x				x	x			x	x	x	x
Sum	4	1	1	1	3	3	1	2	6	5	6	8
<b>NYMPHAEIDER - FLYTEBLADSPANTER</b>												
Glyceria fluitans - MANNASØTGRAS	x				x	x			x	x	x	
Nuphar lutea - GUL NØKKEROSE	x				x	x			x		x	x
Nymphaea alba - HVIT NØKKEROSE								x	x			x
Persicaria amphibia - VASSLIREKNE											x	
Potamogeton natans - VANLIG TJØNNAKS												x
Potamogeton polygonifolius - KYSTTJØNNAKS					x	x			x			
Sparganium angustifolium - FLOTGRAS	x				x	x			x	x	x	x
Sparganium natans - SMÅPIGGKNOPP					x				x	x		x
Sum	3	0	0	0	5	4	0	1	6	3	4	5
Sum vannplanter	13	1	1	1	10	10	1	4	16	13	13	14
Sum alle arter	37	4	4	7	18	30	3	14	40	40	43	16