



RAPPORT LNR 4673-2003

Overvåking av
vannkvaliteten i nedre
Otra med sidebekker ved
hjelp av vassdragets
bunnfauna

Årene 2001 og 2002



Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 5100 Telefax (47) 22 18 5200 Internet: www.niva.no	Televeien 3 4879 Grimstad Telefon (47) 37 29 5055 Telefax (47) 37 04 4513	Sandvikaveien 41 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 6400 Telefax (47) 62 57 6653	Nordnesboder 5 5008 Bergen Telefon (47) 55 30 2250 Telefax (47) 55 30 2251	9015 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Overvåking av vannkvaliteten i nedre Otra med sidebekker ved hjelp av vassdragets bunnfauna. Årene 2001 og 2002	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	4673-2003	Januar 2003
Forfatter(e) Karl Jan Aanes.	Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
	O-21257	62
	Fagområde	Distribusjon
	Vassdragsundersøk.	Trykket
	Geografisk område	NIVA
	Aust - Agder	

Oppdragsgiver(e) Otra Laxefiskelag og Fylkesmannens Miljøvernnavdeling i Aust-Agder.	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag

Den rutinemessige statlige overvåkingen av vannkvaliteten i Otra ble avsluttet ved årsskiftet 2000-2001. Et enklere opplegg ble videreført i 2001 og 2002 for å kunne følge opp endringer i forurensningssituasjonen og ha et referanse-materiale ved eventuelle utslipp på den lakseførende strekningen av Otra. Tilsvarende undersøkelser ble gjennomført i sidevassdragene: Kjeksebekken, Høyebekken, Lonanebekken og Straisbekken.

Forurensningsbegrensende tiltak har de siste årene gitt en betydelig bedring i vannkvaliteten, noe som blant annet har ført til at laksen er tilbake i vassdraget, men forurensnings-situasjonen i vassdraget er fremdeles et problem som påvirker oppbygningen av en egen laksestamme og som ser ut til å bremse rekoloniseringen av bunnfaunaen i denne delen av Otra-vassdraget. Rapporten gir en sammenstilling av den fysiske kjemiske vannkvaliteten i hovedvassdraget frem til 2001 og biologiske forhold basert på bunndyr-samfunnets oppbygning frem til sommeren 2002. Resultatene viser at vann-kvaliteten i Otra ennå ikke er god nok til at et forventet artsmangfold i bunnfaunaen kan reetableres. En viktig faktor er at forurensningen av vassdraget i perioder overskrider tålegrensen til mange bunndyrarter. Dette er også et problem i Høyebekken og tildels i Straisbekken.

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

Karl Jan Aanes
Prosjektleder

Dag Berge
Forskningsleder

Nils Roar Sæltun
Forskningsdirektør

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

O - 21257

Overvåking av
vannkvaliteten i nedre Otra, med sidebekker
vha.
vassdragets bunnfauna.

Årene: 2001 og 2002

Prosjektleder : Karl Jan Aanes
Medarbeider : Torleif Bækken

Forord

Overvåkingen av Otra går tilbake til 1960 tallet og har fra 1980 vært en del av Statlig program for forurensningsovervåking som ble administrert av Statens forurensningstilsyn (SFT) frem til 1998. Administrasjonen av prosjektet ble da overtatt av Fylkesmannen i Vest-Agder, med økonomiske bidrag fra SFT. Andre finansører har vært: Vassdragsrådet for Nedre Otra, Otra Laxefiskelag og Fylkesmannen i Aust-Agder. Overvåkingen av Otra ble vedtatt avsluttet ved årsskiftet 2000 - 2001.

En videreføring av overvåkingen av vannkvaliteten på den lakseførende delen av Otra var ønsket. Dette ble mulig gjennom bevilgninger fra Fylkesmannen i Vest-Agder og Otra Laxefiskelag i 2001. I 2002 var Otra Laxefiskelag alene om finansieringen. Prøver av bunndyr samfunnets oppbygning ble gjennomført i mai og juli 2001 og i juli 2002. De vanlige stasjonene i Otra ble prøvetatt samt sidebekkene: Kjeksebekken, Høyebekken, Lonanbekken og Straisbekken.

Kontaktperson hos Fylkesmannen i Vest-Agder har i dette prosjektet vært Randi Semb og hos Otra Laxefiskelag var det Erling Sandø. Feltarbeidet er utført av undertegnende som også har skrevet rapporten. Bunndyr materialet er bearbeidet av Torleif Bækken og Robert Karlson. Erling Sandø og Steven Philip fra Kultiveringslaget i Laxefiskelaget takkes for verdifull assistanse under feltarbeidet.

Oslo, februar 2003.

Karl Jan Aanes

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn og mål	8
1.2 Områdebeskrivelse	8
1.3 Materiale og metoder	10
1.4 Hydrologi	12
1.5 Status industriutslipp fra Hunsfos Fabrikker, perioden 2001-2002	12
1.5.1 Spesielle hendelser/uhell 2000 - 2002.	13
2. Status Fysisk - kjemisk vannkvalitet	14
2.1 Forsuring, langtidsutvikling	14
2.2 Næringssalter	16
2.3 Organisk materiale	18
2.4 Tarmbakterier	19
3. Vassdragets bunnfauna	21
3.1 Otra : Hovedvassdrag	
3.1.1 Innledning	21
3.2 Resultater	21
3.2.1 Stasjonen : Oppstrøms Hunsfos - Utløpet av Venneslafj.	21
3.2.2 Stasjonen : Nedstrøms Vigeland	24
3.2.3 Stasjonen : Ved Haus	26
3.3 Otra's Sidevassdrag :	
Lonanebekken, Straisbekken, Høyebekken og Kjeksebekken	28
3.3.1 Bakgrunn	28
3.4 Resultater	30
3.4.1 Bunndyr tetthet og variasjon	30
3.4.2 Forsuring	32
4. Laksefiske	34
5. Litteratur	35
6. Vedlegg	37

Sammendrag

Overvåkingen av vannkvaliteten i den lakseførende delen av Otra har pågått i mer enn 40 år. Undersøkelsene går helt tilbake til begynnelsen av 1960-tallet (Bergman - Paulsen 1962), og i 1980 ble vassdraget innlemmet i det statlige overvåkingsprogrammet. Overvåkingen av vannkvaliteten i øvre og nedre og deler av Otra ble da slått sammen til et sammenhengende program. Ved årsskiftet 2000/2001 ble dette programmet avsluttet og et mindre prøvetakingsprogram ble videreført i 2001 og 2002 med fokus på bunnfaunaen i nedre deler av Otra og i noen viktige sidevassdrag på denne strekningen.

De nedre delene av Otra har fra 1950 tallet vært meget sterkt preget av forurensing fra industrien ved Hunsfoss og Vennesla. For å få en endelig løsning på dette problemet ble det i 1995 lagt en avskjærende avløpsledning for å samle opp alt avløpsvannet og føre det direkte til Kristiansandsfjorden. I tillegg til å redusere/fjerne industriutslippene er det også foretatt omfattende saneringstiltak på kloakkledningsnettet for å hindre at kommunalt avløpsvann skulle nå vassdraget. Dette har ført til at man de siste årene har ryddet opp i de lokale forurensingsproblemerkene på denne strekningen av Otra

Resultatet av disse tiltakene har vært at forurensingsbelastningen på vassdraget har avtatt dramatisk, og særlig har dette vært tilfelle etter at den avskjærende ledningen ble tatt i bruk. Vi har fått en markert bedring i vannkvaliteten. Et klart bevis på dette er at laksen nå er tilbake igjen i Otra. Det ble i 2001 fisket i alt nær 7,5 tonn laks og sjørret og i de siste 10 årene er det samlet tatt opp på sportsfiske utstyr ca 35 tonn. Bedringen i vannkvaliteten har også ført til at det de siste årene er lagt ned en betydelig innsats langs elva for å tilrettelegge for fiske og annet friluftsliv.

Men som mange av de andre vassdragene på Sørlandet er også Otra påvirket av forurensing fra kilder som ligger langt utenfor nedbørfeltet. Dette setter i dag preg på vassdraget selv om vi også her kan spore en bedring de siste årene.

En annen viktig faktor som også påvirker vannkvaliteten på dette avsnittet av Otra er den omfattende regulering av vassdraget som er gjennomført for produksjon av elektrisk kraft. Dette har endret vannføringen og særlig har vintervannføringen økt, flommene er dempet og vannføringen er blitt jevnere. Kravet til minstevannføring nedstrøms Vigeland er 50 m³/s både sommer og vinter. Dette er en betydelig høyere lavvanns føring enn det som ville ha vært naturlig ved utløpet (13 m³/s) uten reguleringer i nedbørfeltet.

Resultatene fra overvåkingen av den fysisk kjemiske vannkvaliteten frem til den ble stoppet viste de siste årene en meget positiv utvikling. Konsentrasjonen av fosfor har for eksempel avtatt med 400 % fra 12,5 µg P/l i 1980 til 3,1 µg P/l i 2000. Den er i dag nede på det som vi antar er naturlig for dette avsnittet av Otra.

Det samme er også tilfelle for innholdet av organisk stoff som tidligere var en viktig årsak til forurensingssituasjonen på denne strekningen av Otra. Middelkonsentrasjonene av organisk stoff var i 2000 på stasjonene oppstrøms Hunsfoss og ved Skråstad henholdsvis 2.1 og 2.2 mg TOC/l. Stasjonen ved Skråstad hadde da samme midlere konsentrasjon av totalt organisk karbon (TOC) som stasjonen oppstrøms Hunsfoss. Dette viser at utslippene fra industri-bedriftene på dette vassdragsavsnittet nå knapt nok lenger er målbart i hovedelva.

Påvirkningen fra kloakkvann har også avtatt og den hygieniske vannkvaliteten har bedret seg markert de siste årene. Innholdet av termotabile koliforme bakterier var på denne strekningen i 2000 så lavt at det nå tilfredsstillende kravet til god badevannskvalitet.

Svovel og nitrogen fra langtransportert forurenset luft og nedbør har ført til forsuring av mange vassdrag i Sør-Norge. Resultatet har mange steder vært surt vann med et høyt innhold av giftige aluminium forbindelser som så igjen har medført reduksjon og tap av fiskebestander i mange vannforekomster.

Dette har også vært et problem i denne delen av Otra, men resultatene fra overvåkingen viser at årsmiddelet for pH har hatt en oppadgående tendens siden midten av 1980-tallet. Økningen i pH skyldes både redusert sur nedbør og eliminering av syreutslippene fra industrien som på høsten i 1995 ble ledet inn på den nye avløpsledningen til Kristiansfjorden.

I den siste delen av overvåknings-perioden fra 1998 til 2000 viser dataene små endringer i middel-pH på de undersøkte stasjonene. De målte middelverdiene for pH lå da i området fra 5,8-6,1, men viser klart lavere pH verdier om vinteren enn om sommeren. Det ble i 1999 og i 2000 registrert markerte episoder der pH verdien gikk ned til 5,3 på stasjonen ved Skråstad.

Slike fall i pH over korte perioder kan ha en stor negativ effekt på organismelivet i vassdraget og være bestemmende for det samfunn av dyr og planter vi registrerer i resten av året.

Mens vannprøver kan antyde at et vannkvalitetsmål er oppfylt, vil en gjennom responsen i de biologiske samfunnene få bekreftet om målet er nådd. Dersom målene ikke oppnås, kan dette skyldes at det vannkjemiske målet likevel ikke er oppnådd. Dette kan ha sammenheng med at det mellom vannprøvetakingene har vært vannkjemiske episoder som ikke er blitt påvist (f. eks. episoder med pH fall, støtutslipp mm).

En annen årsak kan være at artene ikke har rukket å respondere på forbedringene, eller at målet er satt for lavt og derfor ikke vil tillate en reetablering av et naturlig biologisk mangfold.

Bunndyr undersøkelsene i 2000 og 2001 viser at vi er inne i en positiv utvikling, men samtidig at rehabiliteringen av vassdraget tar tid. Nye arter i bunnfaunaen er kommet til, men prosessen tar lengre tid enn vi hadde forventet. Arter vi ville vente å finne mangler eller er tilstede i en uventet lav tetthet.

Dette gjelder blant annet den viktige døgnfluearten *Baetis rhodani* som er en nøkkelart med hensyn på forsuring. Arten ble for første gang gjennom den lange perioden med overvåking registrert i bunndyrmaterialet i 1998 på stasjonen ved Vigeland og er senere sporadisk registrert i prøvene fra Otra. Tettheten er svært lav og normalt ville denne arten ha vært svært tallrik. At *Baetis rhodani* nå er kommet tilbake til vassdraget bekrefter den positive utviklingen vi har sett i pH målingene, men samtidig viser materialet at det er episoder som hemmer arten i å få riktig fotfeste i denne delen av vassdraget.

Undersøkelsene så langt viser et vassdrag som er preget av flere miljøpåvirkninger, de biologiske forholdene er ikke stabile og potensiale for en videre utvikling av bunn-faunaen er klart tilstede. Dette vil ha store positive effekter på fiskebestandene og på dyrelivet ellers både i og ved vassdraget. Et rikt og variert bunndyrsamfunn vil også gi en økt resipientkapasitet og en bedret selvrensing i vassdraget.

Sidevassdrag

Det er de siste årene gjennomført supplerende undersøkelser av bunnfaunaen i 4 av de anadrome sidevassdragene til Otra. Dette er Kjeksebekken, Høyebekken, Lonanebekken og Straisbekken, som alle ligger i den delen av nedbørfeltet som tilhører Kristiansand kommune. Bekkene er viktige som gyte- og oppvekst-områder for fisken i vassdraget, og som refuger ved eventuelle forurensingsepisoder. Undersøkelsene av samfunnene av bunndyr skal her

først og fremst gi et integrert bilde av vannkvaliteten og da med særlig fokus på situasjonen når det gjelder forsurening.

Bunndyrprøvene som ble hentet inn i mai måned beskriver vannkvaliteten gjennom vinterhalvåret og frem til prøvetakingen ble gjennomført. Avsmeltningsperioden i om våren gir ofte episoder i vassdraget hvor vi får de laveste pH verdiene. Bunnfaunaen er derfor en god sensor til å fange opp disse kritiske episodene i vassdraget.

Resultatene viser at Høyebekken og Straisbekken er klart påvirket av forsurening og særlig er dette markert i Høyebekken hvor det ikke ble registrert døgnfluer noen gang i de prøvene som ble samlet inn i mai. I Lonanebekken og Kjeksebekken indikerer derimot bunnfaunaen en god vannkvalitet i vinterhalvåret og frem til prøvetakingen i mai med hensyn på forsurening. Særlig gjelder dette Lonanebekken, men dette var også ventet da dette sidevassdraget blir kalket.

Prøvene av bunndyrsamfunnet som ble hentet inn i juli måned avspeiler en meget god vannkvalitet i Lonanebekken med hensyn på forsurening. Dette er også tilfelle i Kjeksebekken der forsuringfølsomme organismer i prøvene plasserer vassdraget i beste tilstandsklasse med hensyn på forsurening.

Vurderingene av materialet som ble samlet inn fra Straisbekken i mai 2000 viste at lokaliteten var markert skadet av forsurening. Sommerprøvene derimot viser ingen slik påvirkning fra forsurening i perioden fra 2000 til 2002.

I Høyebekken karakteriserte prøvene som ble hentet inn i mai vassdraget som det mest forsureningsskadede av de sidevassdragene som ble undersøkt. Det bildet som sommerprøvene gir understreker dette, men indikerer også at situasjonen er noe bedre enkelte år enn om våren. Nøkkelarten som må være tilstede for at vi skal karakterisere lokaliteten som ubetydelig eller lite påvirket av forsurening er bare sporadisk tilstede i materialet fra denne stasjonen.

Resultatene fra Høyebekken indikerer en ustabil vannkvalitet hvor det regelmessig er episoder med forsurening. Særlig er dette tilfelle om våren, men enkelte år også i perioden frem til prøvetakingen i juli.

Undersøkelser som ble foretatt av fiskebestandene på den tidligere lakseførende delen av vassdraget i perioden fra 1957 til 1988 kunne ikke påvise laks- eller aureunger på strekningen nedstrøms Vigeland. På slutten av åttitallet/begynnelsen av nittitallet ser det ut til å være et skifte i den fysisk-kjemiske vannkvaliteten som igjen gjør det levelig for laks og sjøørret i nedre deler av Otra. Laksefisket tar seg opp og organisert salg av fiskekort tar til igjen i 1992.

Dette utvikler seg nå til å bli en viktig ressurs og fangststatistikken viser at det i perioden fra 1993 og frem til i dag igjen har vært fisket til dels betydelige mengder laks i Otra. Samlet for 10 års perioden 1993 til 2002 er det fisket i alt nesten 35 tonn. Toppåret så langt har vært 2001 med en samlet fangst av laks og sjøørret dette året på 7,5 tonn.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og mål

NIVA har vært engasjert i arbeidet med overvåkning av vannkvaliteten i den lakseførende delen av Otravassdraget siden begynnelsen av 1960-tallet (Bergman-Paulsen 1962). I forbindelse med opprettelsen av det statlige overvåkingsprogrammet i 1980 ble overvåkingen av nedre og øvre deler av vassdraget slått sammen i et sammenhengende program. Dette programmet ble avsluttet ved årsskiftet 2000/2001.

Den nedre delen av Otra var, inntil etableringen av den nye avskjærende ledningen for industri-avløpsvann i 1995, sterkt preget av organisk belastning og syreutslipp fra industrien ved Vennesla. I tillegg til reduksjoner i industriutslippene er det også foretatt saneringstiltak på kloakkledningsnettet og stadig flere boenheter er tilkopledd renseanlegg. Men som mange av de andre vassdragene på Sørlandet er også Otra påvirket av forurensning.

Forurensnings-belastningen har avtatt dramatisk etter at den avskjærende ledningen ble tatt i bruk. Dette har resultert i en markert bedring av vannkvaliteten i vassdraget. Laksen er tilbake igjen i vassdraget og det ble i 2001 fisket i alt nesten 7,5 tonn laks og sjørørret i Otra. Bedringen i vannkvaliteten har også ført til at det de siste årene er lagt ned en betydelig innsats langs elva for å tilrettelegge for friluftsliv.

Målet med de til dels omfattende tiltakene som de siste årene er gjort i nedre deler av Otra har først og fremst hatt som mål å få forurensningsbelastningen ned, få tilbake vassdragets rekreasjonsverdi og gjøre elva levelig for laks og ørret. Redusert forurensningsbelastning gir grunnlag for reetablering av en variert bunndyr samfunn som igjen er næringsgrunnlag for fiskebestandene. Det er forventet at tiltakene over tid langt på vei vil bidra til å reetablere et opprinnelig biologisk mangfold i denne delen av vassdraget

Hovedformålet med overvåkingen i Otra vassdraget har i alle disse årene vært å beskrive vannkvaliteten, registrere eventuelle endringer i forurensningssituasjonen og komme med forslag til tiltak. Særlig har det vært viktig de siste årene å dokumentere bedringen i fysisk-kjemiske forhold og hvordan de biologiske forholdene i vassdraget har respondert på de positive endringene i vannkvaliteten som følge av reduserte industri- og kloakkutslipp.

Det rutinemessige overvåkingsprogrammet ble avsluttet vinteren 2000. Et mindre prøvetakingsprogram ble videreført i 2001 og 2002 med fokus på bunnfaunaen i nedre deler av Otra og i noen viktige sidevassdrag på denne strekningen.

1.2 Områdebeskrivelse

Otra har et naturlig nedbørfelt på 3738 km² og er Sørlandets mest vannrike vassdrag. Lengden av vann-strengen fra kildeområdet nord for Hovden i Setesdal og ned til utløpet i Kristiansandsfjorden er 240 km. Lengden av den lakseførende delen fra Vigeland til utløpet er 16 km. Marine avsetninger finner vi syd for Mosby (40 m o h) og utgjør bare en liten del av nedbørfeltet. Middelvannføringen i 30 års perioden fra 1930 til 1960 var 155 m³/s ved utløpet i Kristiansandsfjorden. Kartskissen i figur 1 viser nedre deler av Otra med nedbørfelt og prøvetakings-stasjoner for undersøkelsene i 2001 og 2002.

Den omfattende regulering av vassdraget for kraftproduksjon har endret vannføringen i hele Otra. Særlig vintervannføringen er økt, flommene er dempet og sommervannføringen er lav på flere elveavsnitt. Kravet til minstevannføringen nedstrøms Vigeland er 50 m³/s både sommer og vinter. Dette er betydelig høyere lavvanns føring enn det som ville ha vært naturlig ved utløpet (13 m³/s) uten reguleringer i nedbørfeltet (Hindar m fl. 1991).

En fylligere områdebeskrivelse, samt en oversikt over brukerinteresser og forurensningskilder er gitt i tidligere NIVA rapporter (se bl.a. Kaste m fl. 1996).



Figur 1. Kartskisse av nedre deler av Otra vassdraget med stasjoner for prøvetaking av vassdragets bunndyrsamfunn.

1.3 Materiale og metoder

Bunndyr

Bunndyrprøvene som her er bearbeidet ble samlet inn på de tre stasjonene som tidligere ble brukt i overvåkningen av Otra nedstrøms Venneslafjorden. Disse er lokalisert oppstrøms og nedstrøms industriområdet på Hunsfoss samt ved Haus nedstrøms Kvarstein bro (figur 1).

Den øverste stasjon er lokalisert langs vestre elvebredd (UTM 596 393) like nedenfor utløpet av Venneslafjorden. Denne lokaliteten har vært benyttet som prøvetakingssted for bunndyr siden 1983. Elva går her over et bunnsstrat av stein, grus og sand, med en del innslag av krypsiv, alger og mose. Begroingen på stasjonen har økt de siste årene, og dekker nå så og si hele elvebunnen hvor prøvetakingen foregår.

Den andre stasjonen var plassert nedstrøms Vigeland, langs østre elvebredd (UTM 573 386). Denne stasjonen har også tidligere vært brukt til prøvetaking av bunndyrsamfunnet. Substratet på elvebunnen består her hovedsakelig av stein, grus og noe sand, samt en del mose. Lokaliteten som gjennom lang tid tidligere hadde hatt en del fiberrester og en betydelig begroing av soppen *Fusarium* sp. var under befaringen i 1996 blitt fullstendig forvandlet.

Avløpsledningen fra Hunsfoss 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 juli i 1997 og i 1998 var substratet på denne stasjonen dekket av et massivt belegg av trådalger. Dette har ved senere befaringer i juli avtatt, men krypsiv har nå begynt å gjøre seg mere gjeldene på denne stasjonen.

Den tredje stasjonen som ble prøvetatt i nedre Otra er lokalisert ved Haus et stykke nedstrøms Kvarstein bro på elvas østside (UTM 540 374). Substratet på stasjonen ved Haus hvor prøvene er tatt består av stein og grus med en del begroing av alger og mose. Ellers er stasjonen preget av et stort innslag av krypsiv som de siste årene har økt i omfang. Krypsivet virker som et filter i vassdraget og holder tilbake finmateriale som etterhvert dekker bunnen og begunstiger en videre utbredelse av denne planten. Dette har en negativ effekt på produksjonen av næringsdyr for fisken i vassdraget og for reproduksjonen ved at gyteplasser slammes ned og blir ødelagt.

Bunndyrprøvene som er bearbeidet, vurdert og sammenstillt i denne rapporten ble samlet inn den 9. mai og 24. juli i 2001. I 2002 ble overvåkningen redusert til en befaring og materialet fra bunndyr samfunnene i vassdraget ble da hentet inn den 10. juli. Det er i rapporten også tatt med resultatene fra prøver av bunnfaunaen som er hentet inn den 8. mai og 7. juli i 1999 og den 8. mai og 10. juli 2000. I den pågående perioden med overvåking av nedre deler av Otra er materialet fra 2002 det 15. året på rad hvor det er hentet inn bunndyrprøver fra stasjonene oppstrøms og nedstrøms Hunsfoss.

I tillegg til dette materialet fra området oppstrøms og nedstrøms Hunsfoss har det også de siste årene blitt samlet inn et tilsvarende materiale fra en stasjon lengre nede i Otra ved Haus og fra sidevasdragene: Kjeksebekken, Høyebekken, Lonanebekken og Straisbekken.

Alle prøvetakingene av bunnfaunaen i vassdraget er foretatt om sommeren i juli. I de senere årene er det også i tillegg samlet inn et tilsvarende materiale fra dette avsnittet om våren i mai. Prøvene er samlet inn ved hjelp av samme metode i hele denne perioden og det er brukt en standardisert metode (Norsk Standard nr. 4719). Det er brukt en elvehåv med maskevidde 250 µm og prøvetakingens varighet var 3 ganger ett minutt (se fig. 2).

Forurensingsepisoder.

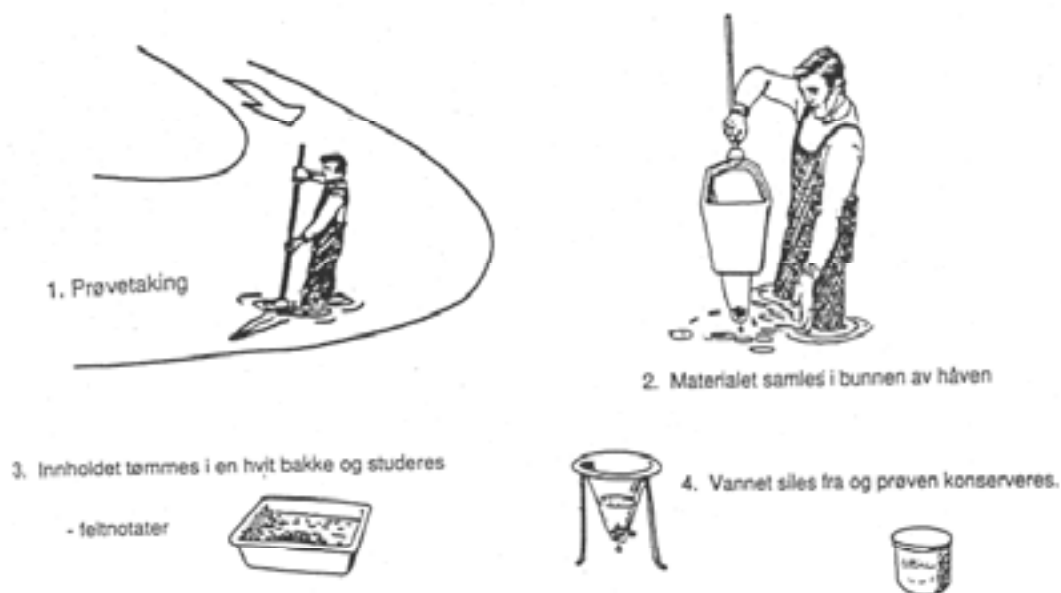
Undersøkelser av bunnfaunaen i nedre deler av Otra i forbindelse med forurensingsepisodene i 1997 og 2001.

1997.

I forbindelse med et giftutslipp den 27. juli 1997 til Otra (forårsaket av firmaet Hydro Gas Norge AS) fra fabrikkområdet til Hunsfoss fabrikker A/S ble det gjort en grundig beskrivelse av bunndyr-samfunnene på 8 stasjoner nedstrøms Hunsfoss. Dette materialet er presentert i rapporten som ble skrevet i forbindelse med den konsekvensutredning som ble gjort etter fiskedøden i vassdraget (Aanes og Lydersen 1997). Deler av dette materialet er brukt i denne rapporten.

2001.

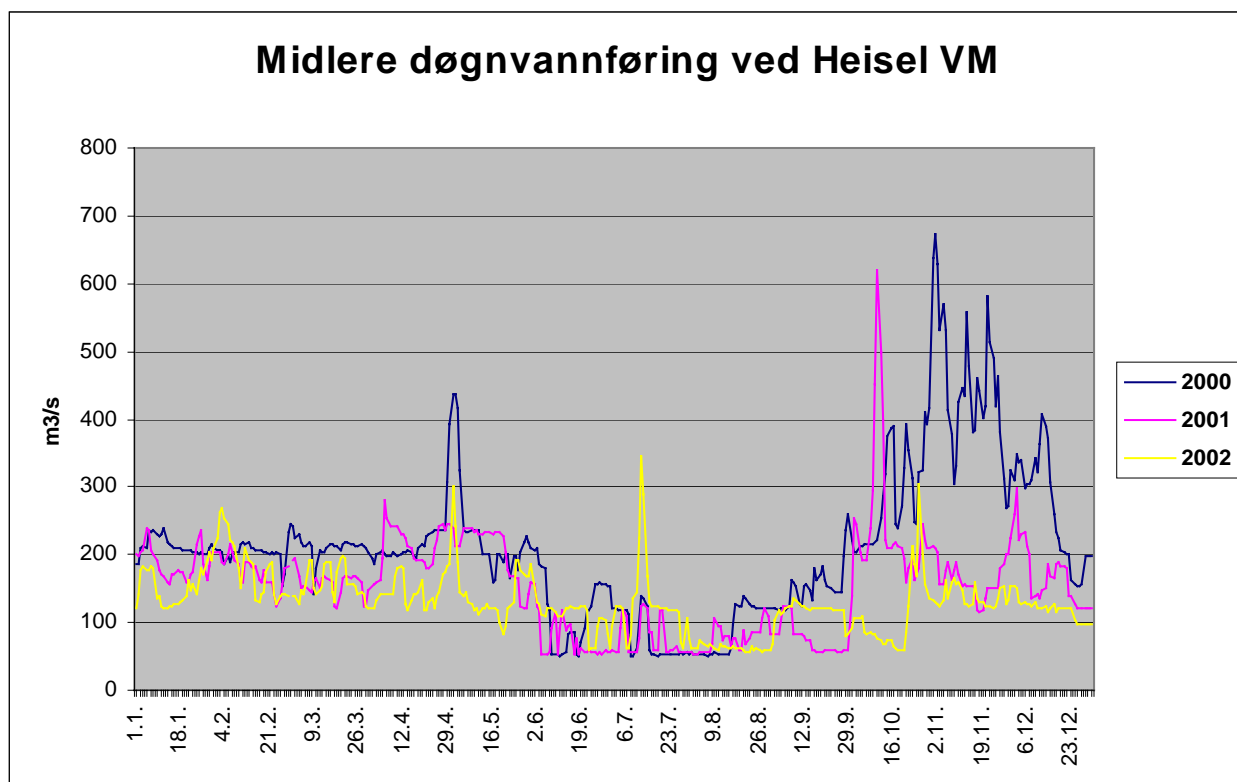
Det var også høsten 2001 (9. november) et mindre giftutslipp til Otra fra industriområdet til Hunsfoss Fabrikker AS uten at dette hadde større konsekvenser i vassdraget. Resultatene fra disse undersøkelsene av bunndyrsamfunnene ved Vigeland (Aanes m. fl. 2001) er også presentert i denne rapporten.



Figur 2. Prissippskisse for prøvetaking av bunndyrsamfunnet i en elv med elvehåv. (Norsk standard 4719).

1.4 Hydrologi

Vannføringen nedstrøms Hunsfoss er preget av de mange reguleringene i vassdraget. I figur 3 er den midlere daglige vannføring for årene 2000, 2001 og 2002 vist grafisk. Dataene er gitt av Agder Energi Produksjon AS.



Figur 3 . Midlere døgnvannføring i Otra ved Vigeland (Heisel vannmerke) for årene 2000, 2001 og 2002. (Kilde : Agder Energi Produksjon AS).

1.5 Status- utslipp fra Hunsfos Fabrikker, perioden 2000 - 2002.

(Bidrag gitt av fra miljøsjef Ole Kristian Hodnemyr, Hunsfos Fabrikker AS)

Hunsfos Fabrikker har gjennomgått store strukturelle endringer de senere årene. I mai 1999 ble cellulosefabrikken nedlagt noe som har medført store reduksjoner i bedriftens utslipp, særlig til vann. I desember 2000 ble den eldste papirmaskinen nedlagt. Dette har også redusert utslippet fra bedriften noe, men ikke i samme grad som nedleggelsen av cellulosefabrikken. I 2002 reduserte bedriften sin produksjon en del pga markedsituasjonen. Dette har følgelig redusert utslippene ytterligere. Man må derimot forvente en liten økning i framtiden da bedriften håper å øke sin produksjon igjen for de nærmeste år.

For perioden 2000-2001 har bedriften i gjennomsnitt hatt et totalutslipp av oppløst organisk materiale (KOF) på ca 2 tonn/døgn mot tidligere 35 tonn/døgn (tabell 1). Utslippene av suspendert materiale er også betydelig redusert, ca 70 %.

Avløpsmengde til resipient.

Etter nedleggelse av cellulosefabrikken ble avløpsmengden redusert med ca. $10 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$, til et nivå som erfaringsmessig skulle få plass i rørledningen, på grunn av kapasitesproblemer (trolig luft i ledningen) har det likevel i perioder gått en liten avløpsstrøm til Otra. Gjennomsnittlig avløpsmengde til Otra i 2000 var $0,8 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$. I perioden 2000-2002 ble 95-99 % av avløpsvannet ledet til ledningen. Ved full kapasitet på ledningen vil alt avløpsvann nå kunne gå i ledningen. Normalt går det ikke noe avløpsvann til Otra, men i korte perioder kan man se overløp grunnet den nevnte lave kapasitet. Hunsfos Fabrikker har flere ganger henvendt seg til OiA om dette og man har blant annet vurdert å sende en renseplugg gjennom ledning, men dette har så langt ikke blitt gjennomført. Slik utslippsituasjonen er i dag er det liten miljøgevinst ved å eventuelt å gjøre dette da man er usikker på om pluggen kan blokkere ledningen!

Tabell 1. Karakterisering av avløpsvannet fra Hunsfos Fabrikker AS.

Avløpstype i tonn til Otra	1998	1999	2000	2001	2002
KOF	2007	240	46	34	5
Suspendert Stoff (SS)	51	6	3,3	2,1	0,2
Tot.P	0,9	0,3	0,04	0,03	^0

KOF:

Utslippene av organisk stoff ble dramatisk redusert etter nedleggelsen av cellulosefabrikken i mai 1999; fra omlag $35 \text{ tonn d\ddot{a}gn}^{-1}$ til omlag $2-4 \text{ tonn d\ddot{a}gn}^{-1}$ etter nedleggelsen av cellulosefabrikken (ved full drift). Siden avløpsvannet ledes til den avskjærende ledning til Kristiansandfjorden, så blir utslippene til Otra svært lave. I 2002 ble utslippene fra bedriften i særdeleshet svært lav. Dette pga lav kapasitetsutnyttelse av bedriftens produksjonskapasitet.

Suspendert materiale (susp-70):

Dette er i hovedsak fiber og leire som bidrar til suspendert stoff. Som det framkommer av overstående tabell er også SS utslippene betydelig redusert i perioden fra $51 \text{ tonn/}\ddot{a}\text{r}$ til $0,2 \text{ tonn/}\ddot{a}\text{r}$.

Total fosfor:

Utslipp av næringsstoffer fra bedriften er nå så lave at det må betraktes som "null-utslipp".

Surhet:

Nedleggelsen av cellulosefabrikken medførte at pH-nivået i avløpsvannet økte fra 4-5 til 7-8. Kontinuerlige registreringer viser at avløpsvannet episodisk kan bli basisk med pH-verdier opp mot 10. Dette har sammenheng med at bedriften benytter alkaliske vaskemidler i sine vaskeprosedyrer.

1. 5. 1 Spesielle hendelser/uhell 2000-2002.

Med relevans for vannkvaliteten i Otra ble det i perioden 2000 til 2002 registrert en alvorlig hendelse ved Hunsfos Fabrikker AS. I november 2001 ble det her ved et uhell tømt polymerisert aluminiumklorid i en av bedriftens oljeutskillere. Denne hadde overløp til Otra. Hendelsen ble behandlet som akutt og både SFT, Politi, og NIVA ble engasjert. Alle undersøkelser som ble utført i denne forbindelse konkluderte med at uhellet ikke medførte noen skade på livet i Otra.

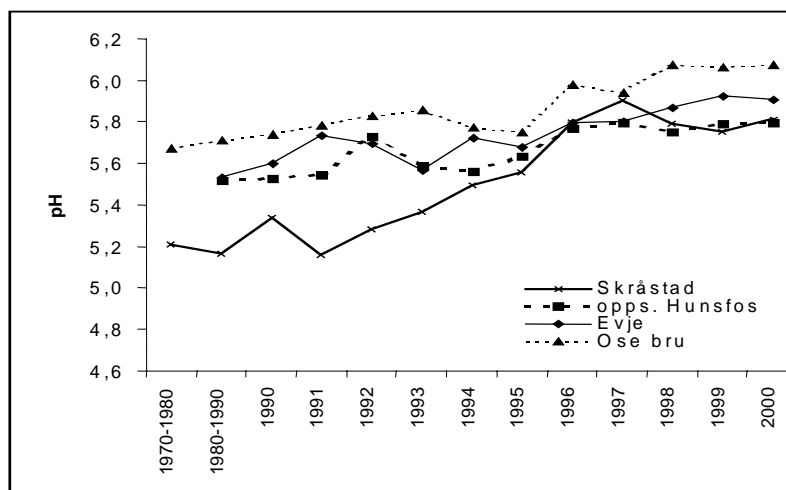
For nærmere opplysninger om utslippsmengder / utslippstilatelse mm ved Hunsfos Fabrikker AS henvises det til SFT sin hjemmeside (sft.no).

2. Status Fysisk - kjemisk vannkvalitet

Det ble i årene 2001 og 2002 ikke gjennomført noen fysisk-kjemisk overvåking av vannkvaliteten i dette avsnittet av Otra. For å kunne danne seg et bilde av den fysisk-kjemiske vannkvaliteten vil det i dette avsnittet bli gitt et kort sammendrag av hvordan disse forholdene har utviklet seg de siste årene. Dataene som presenteres i dette avsnittet er hentet fra den siste overvåkningsrapporten NIVA skrev om Otra vassdraget. Forfattere var: F. Kroglund, B. M., Larsen, Ø., Kaste og K. J. Aanes (2001).

2.1 Forsuring, langtidsutvikling

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 tilførselene av atmosfærisk svovel og nitrogen er store, samtidig som hard og kalkfattig berggrunn gir liten avsyringskapasitet (bufferevne). Surt vann og høye konsentrasjoner aluminium 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 2001).



Figur 4. Utviklingen i pH på 4 stasjoner i Otra vassdraget. Perioden 1970 - 2000.

Resultatene fra overvåkingen av Otra viser at årsmiddel-pH har hatt en oppadgående tendens ved alle stasjonene siden midten av 1980-tallet (figur 4). Økningen i pH ved Skråstad skyldes både redusert sur nedbør og eliminering av syreutslippene fra industrien som på høsten i 1995 ble ledet inn på den nye avløpsledningen. Dataene viser små endringer i middel-pH på de undersøkte stasjonene i den siste delen av overvåknings-perioden fra 1998 til 2000. De målte pH verdiene ligger i området 5,8-6,1, og det kan se ut som den positive utviklingen som ble påvist for årene 1990 til 1997 kan ha avtatt noe

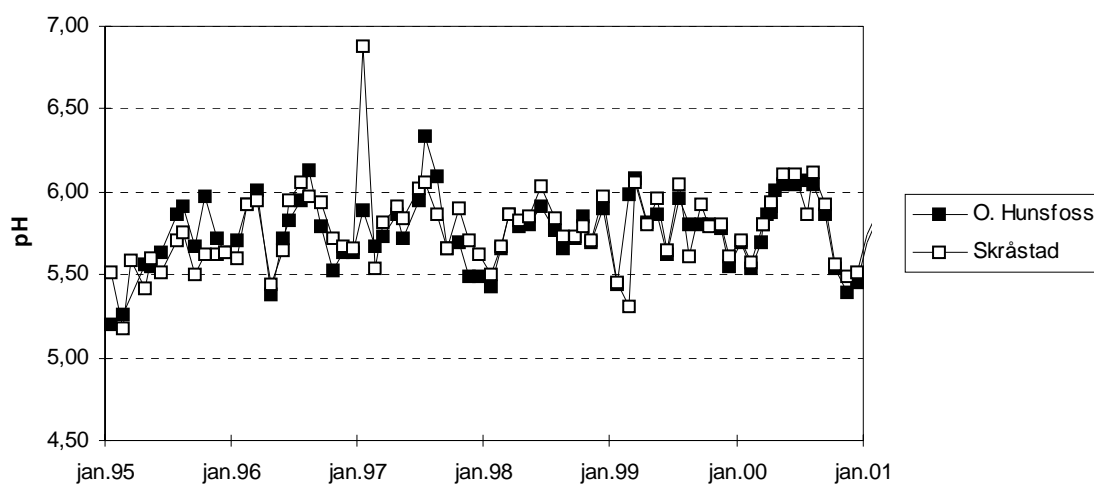
Forsuring, sesongvariasjon

pH

Naturlig vil pH variere gjennom året og resultatene fra overvåkingen i Otra viser tydelig lavere pH verdier om vinteren enn om sommeren. Det ble i 1999 og i 2000 registrert markerte forsuringsepisoder på de nedre stasjonene i Otra. Ved Skråstad ble det i januar og februar i 1999 målt verdier så lave som 5,3 og 5,4. Fra oktober til desember 2000 varierte pH omkring 5,5 (figur 5). Etter desember 2000 mangler vi data.

Disse pH - episodene skyldes til dels nedbørs-episoder, hvor vann fra sidebekkene nedstrøms Byglandsfjorden dominerer vannføringen ved Skråstad. Sidebekkene kan også få økt dominans når avrenningen fra Byglandsfjorden er liten eller når vann holdes tilbake i kraftverket (Kroglund og Kaste, 2002).

Slike fall i pH over korte perioder kan ha en stor negativ effekt på organismelivet ute i vassdraget og være bestemmende for det samfunn av dyr og planter vi registrerer resten av året.

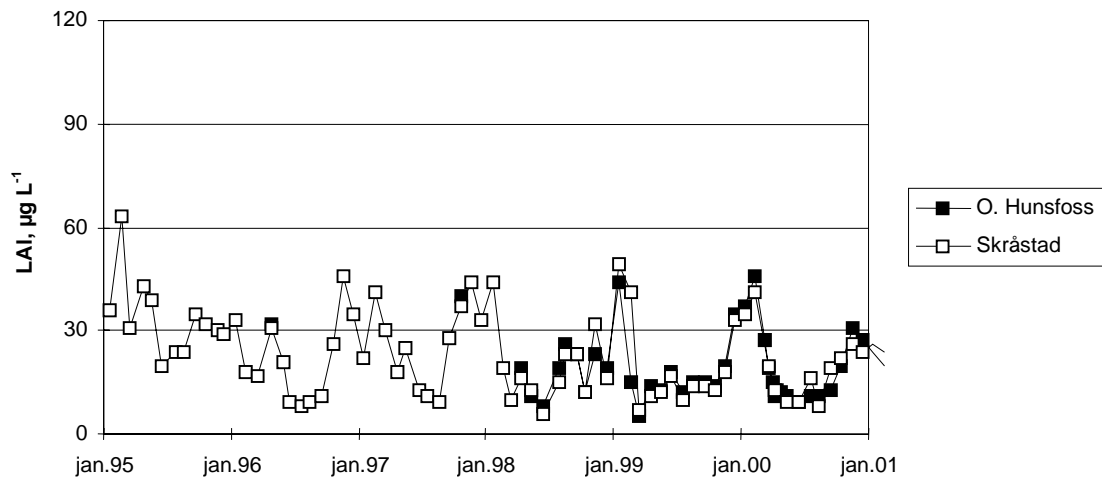


Figur 5. Variasjon i pH gjennom året på stasjonene oppstrøms Hunsfoss og ved Skråstad i Otra. Perioden 1996 til 2000.

Aluminium

Resultatene fra overvåkingen av den lakseførende delen av Otra har vist at konsentrasjonen av labilt aluminium og H⁺ i vinterperioden er på nivåer som kan medføre skade på laksesmolt og -yngel i ferskvann. Laksesmolt vil dessuten kunne ha redusert marin overlevelse dersom fisken vandrer ut rett etter eksponeringen (Hindar m fl. 1997).

Konsentrasjonen av labilt aluminium i Otra varierer gjennom sesongen, og følger endringene i pH. Middelkonsentrasjonene i 2000 lå omtrent på samme nivå som i 1998 (7 - 20 µg Al/L). Vinterkonsentrasjonene ved Skråstad varierer mellom 40 og 50 µg Al/L, mens sommerkonsentrasjonene varierer mellom 10 og 15 µg Al/L (figur 6).



Figur 6. Variasjon i labilt aluminium ($\mu\text{g Al /L}$) gjennom året på stasjonene oppstrøms Hunsfoss og ved Skråstad i Otra. Perioden 1996 til 2000.

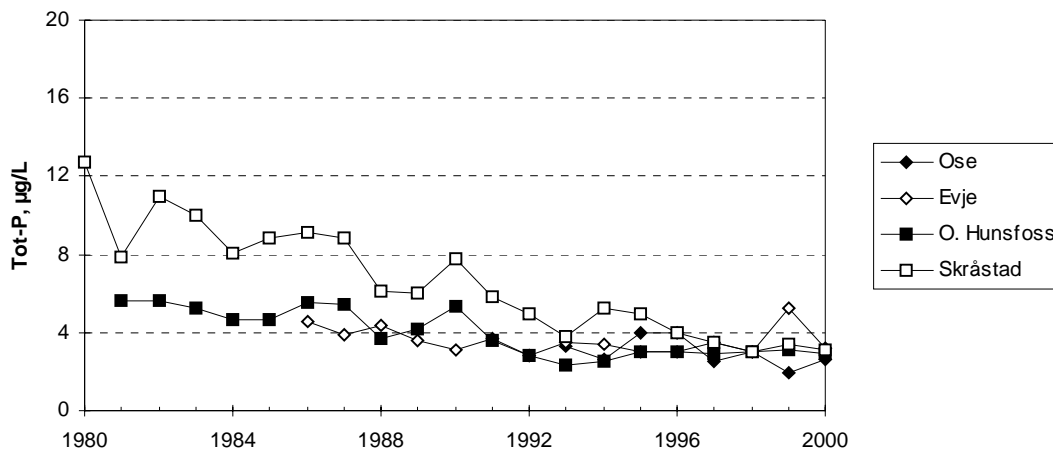
Konsentrasjonen av labilt aluminium bør helst være under 10 hele tiden dersom en skal være sikker på at skade på laks ikke oppstår (Hindar et al. 1997). Konsentrasjonen av labilt aluminium var vinteren 1999 så høy at skader på andre ferskvannsorganismer ikke kan utelukkes.

Det ble våren 1999 funnet rester av aluminium i gjellevevet hos smolt i Otra. Dette har sannsynligvis sammenheng med de to omtalte forurensningsepisodene vinteren. Fisken syntes imidlertid å ha restituert seg etter dette, slik at sjøvannstoleransen var god under smoltutvandringen i mai måned 1999 (Kroglund m fl. 1999).

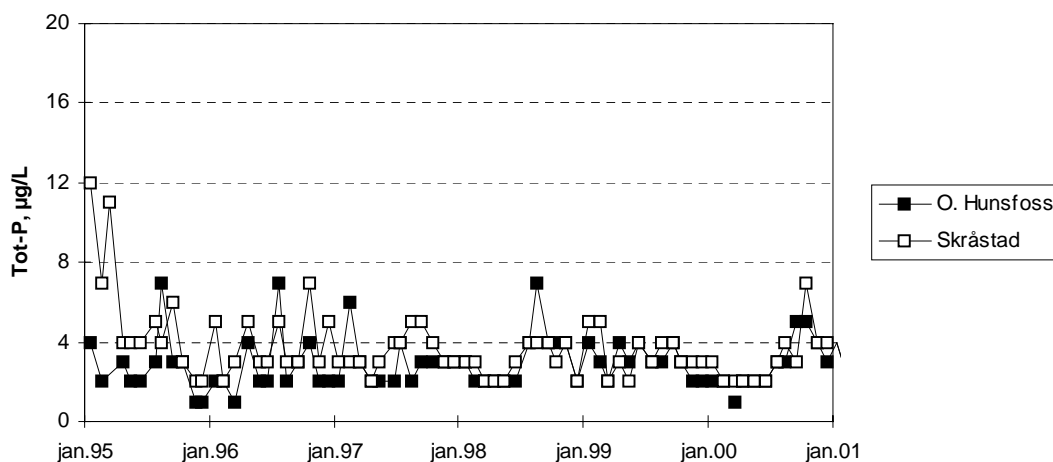
2.2 Næringsalter

Fosfor

Vannets innhold av fosfor er en av de viktigste faktorene som bestemmer mengden og sammensetningen av planteveksten i vassdraget. Årsmiddelkonsentrasjonene av total fosfor er betydelig redusert i den nedre delen av elva siden 1980 (figur 7 A og B). Hovedårsaken til dette er at det er gjennomført betydelige forurensningsbegrensende tiltak fra kommunene langs vassdraget. Middelkonsentrasjonen av total fosfor ved stasjonen oppstrøms Hunsfoss og ved Skråstad var i 2000 2.9 og 3.1 $\mu\text{g P/L}$. Dette er nær den konsentrasjonen en kan forvente i elva uten menneskelig påvirkning.



Figur 7 A. Resultater fra målinger av total fosfor i Otra. Middelerverdier: 1980 - 2000

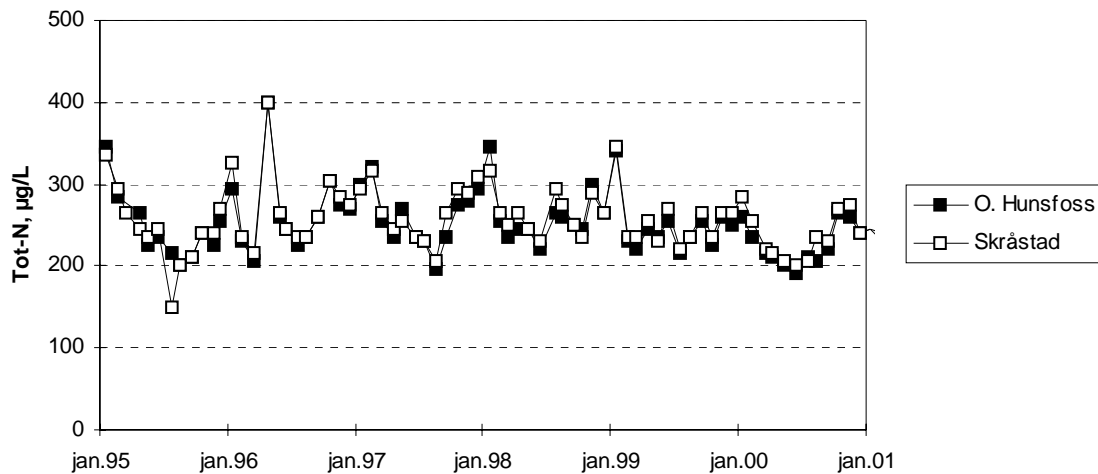


Figur 7 B. Resultater fra målinger av total fosfor i Otra. Enkeltmålinger 1995 - 2000.

Nitrogen

Årsmiddelkonsentrasjonene av total nitrogen viste en nedadgående tendens ved samtlige stasjoner i perioden 1983-1990. På begynnelsen av 1990-tallet lå konsentrasjonene relativt stabilt på verdier like i overkant av $200 \mu\text{g L}^{-1}$, mens de har ligget nærmere $300 \mu\text{g L}^{-1}$ de siste 5-6 årene (figur 8).

Nitratkonsentrasjonen i vassdraget viser et mer sesongmessig mønster, med de laveste verdiene i sommerhalvåret. Dette skyldes i hovedsak at nitrat tas opp av planter i vann og på land i løpet av vekstsesongen.



Figur 8. Konsentrasjonen av total nitrogen i Otra. Resultater fra st. oppstrøms Hunsfoss og ved Skråstad, perioden januar 1995 til desember 2000.

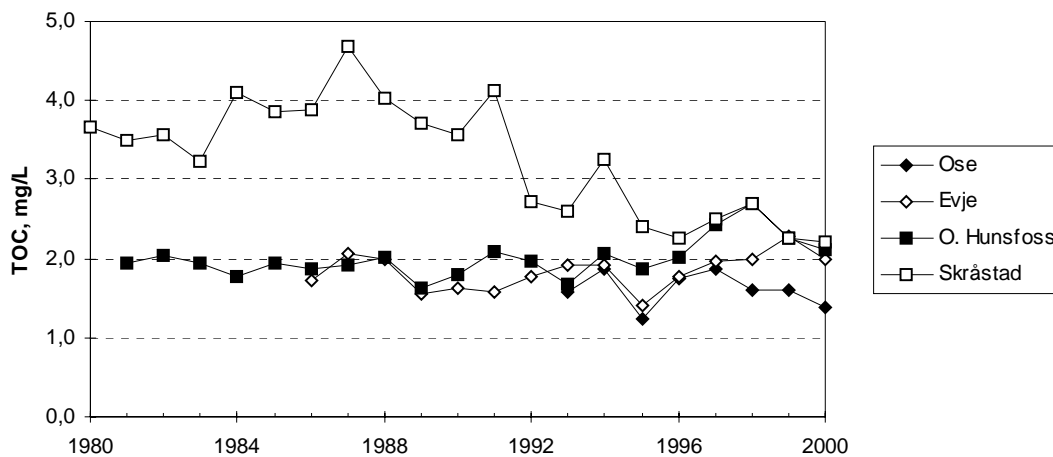
2.3 Organisk stoff

Vannkvaliteten i Otra var tidligere sterkt preget av utlipp fra treforedlingsindustrien i Vennesla. Årsaken til dette var at Otra fungerte som resipient for store mengder avløpsvann med et høyt innhold av løst organisk stoff og trefibermasse. Ulike rensetiltak førte til en reduksjon i utlippene i løpet av 1980- og 1990-tallet, men utlippene var fremdeles langt over vassdragets økologiske bæreevne. Den store forbedringen kom først sommeren 1995 da den avskjærende industriavløpsledning fra Hunsfoss-Venneslaområdet samlet opp det meste av industriutlippene og ledet dem direkte til Kristiansandsfjorden (figur 9A).

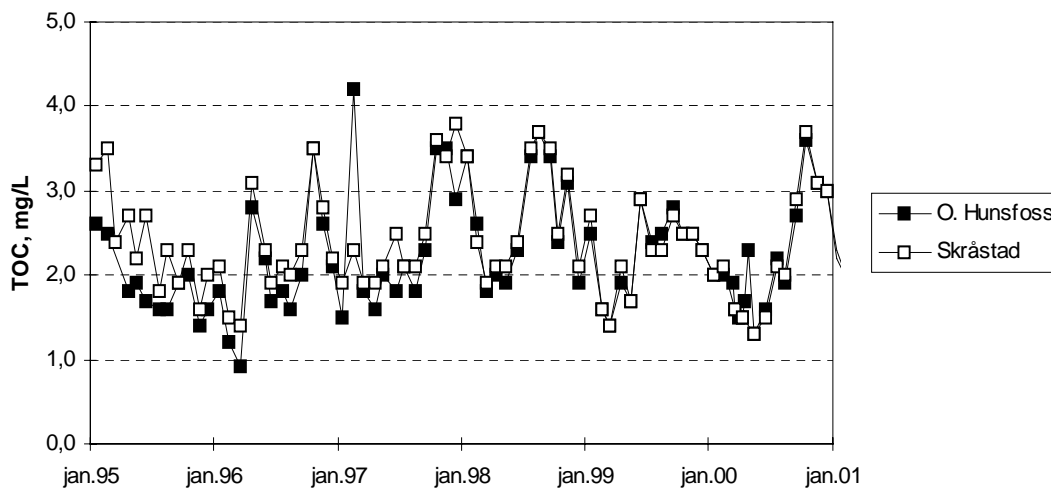
Resultatene fra overvåkningen av Otra viser at i perioden fra 1980 og frem til 1992 var årsmiddel konsentrasjonene av TOC nedstrøms industribedriftene i Vennesla betydelig over det som antas å være det naturlig bakgrunnsnivået på 1,8 mg TOC/L. (Hindar m fl. 1993). Den høyeste årsmiddelkonsentrasjonen av TOC ved Skråstad var 4,7 mg TOC/L og ble registrert i 1988.

Middelkonsentrasjonene av organisk stoff var i 2000 på stasjonene oppstrøms Hunsfoss og ved Skråstad 2.1 og 2.2 mg TOC/L. Stasjonen ved Skråstad hadde da samme midlere konsentrasjon av TOC som stasjonen oppstrøms Hunsfoss (figur 9 A). Dette viser at utslippet fra industribedriftene nedstrøms Vennesla nå knapt nok er målbart i hovedelva.

Resultatene fra målingene av TOC viser at det er en forholdsvis stor naturlig variasjon i konsentrasjonene av organisk stoff i dette avsnittet av Otra (figur 9 B). Dette skyldes i stor grad at humustilførselene til vassdrag ofte varierer med ulike vannførings- og klimaforhold.



Figur 9 A. Konsentrasjonen av totalt organisk karbon (TOC) i Otra. Middelerverdier for perioden 1980 til 2000.

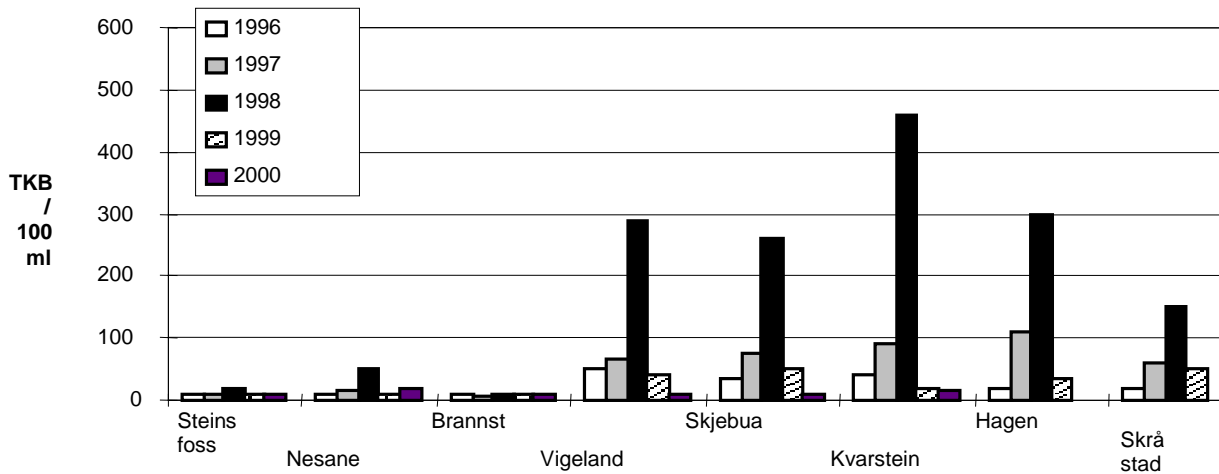


Figur 9 B. Konsentrasjonen av totalt organisk karbon (TOC) i Otra. Enkeltmålinger perioden 1995-2000.

2. 4. Tarmbakterier

Innholdet av tarmbakterier er en viktig parameter for å beskrive utslipp av kloakkvann til en vannforekomst og har samtidig stor betydning for lokalitetens rekreasjonsverdi. Funn av termotabile koliforme bakterier (TKB) i vann er tegn på fersk fekal forurensning, enten fra mennesker eller dyr. Analyseresultatene fra nedre deler i Otra viste i 2000 en bedring i forhold til tidligere år. Den hygieniske vannkvaliteten var da den beste som er målt siden overvåkingen begynte i 1996 (figur 10). Alle stasjonene på denne strekningen tilfredstilte dette året kravene til "god badevannskvalitet" etter SFT's vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann (Andersen m fl. 1997).

Tilsvarende viste resultatene fra 1999 at det da var flere av stasjoner som fikk karakteristikk "mindre god", og i 1998 var det tre stasjoner som fikk karakteren "ikke akseptabel badevannskvalitet".



Figur 10. Konsentrasjon av termostabile koliforme bakterier i nedre deler av Otra. Medianverdier for perioden 1996-2000. Antall TKB pr 100ml vannprøve.

Klassifisering av vannkvalitetstilstand i 2000.

De undersøkte lokalitetene i Otra er klassifisert i henhold til SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann (Andersen m fl. 1997). Resultatet fra denne vurderingen er vist i tabell 2 og viser at samtlige stasjoner i 2000 var ubetydelig påvirket av næringssalter og organisk stoff (klasse I, "meget god"). Når det gjelder situasjonen med hensyn på forsuring så viser pH målingene i 2000 at denne delen av Otra er markert påvirket av forsuring (klasse III, "mindre god").

Kravet for å oppnå klasse II med hensyn på forsuring, er at alle målingene gjennom året skal være over pH 6,0.

Tabell 2. Samlet vurdering av vassdragets vannkvalitetstilstand.

Stasjoner	Næringssalter	Organisk stoff	Surhet	Tarmbakterier
Oppstrøms Hunsfoss	I	I	III	I
Skråstad	I	I	III	I

I = meget god, II = god, III = mindre god, IV = dårlig, V = meget dårlig .

3. Vassdragets bunnfauna

3.1 Innledning

Bunndyr er en gruppe organismer som omfatter arter med svært forskjellige egenskaper og funksjoner i vassdraget. Mens enkelte arter klassifiseres som rentvannsarter, ved at de kun finnes i vann upåvirket av forurensninger, er andre arter mer tolerante overfor forurensninger. Artsrikdommen og de enkelte artenes vannkjemiske toleranse og krav gjør denne dyregruppen særs velegnet til bruk ved overvåking av forurensete resipienter. Foruten å være viktig ved klassifisering av naturtilstand, er bunndyrsamfunnet viktige for omsetningen av organisk materiale som tilføres et vassdrag. Bunndyr bidrar således til å rense vannet. Bunndyrene har også en viktig funksjon som næringsgrunnlag for fisken i vassdragene våre.

Sammensetningen av et dyresamfunn på elvebunnen er bestemt av et mangfold av ulike miljøparametre. De mange artene har ulike tålegrenser og preferanseområder. Når en eller flere av miljøparametrene endres, vil også bunndyrsamfunnet endres. En vil derfor ved å analysere sammensetningen av bunndyrsamfunnet (mengde, variasjon og dominansforhold) kunne påvise miljøpåvirkningens utstrekning og størrelse i resipienten (Aanes og Bækken 1989). I forhold til fysisk- kjemiske målinger, som kun gir et øyeblikks bilde av tilstanden i vassdraget gjennom den vannprøven som er samlet inn, gir bunndyrene gjennom sitt livsløp et integrert bilde av alle forhold i vassdraget som påvirker vannkvaliteten på prøvetakingsstedet. Slike undersøkelser gir samtidig informasjon om vannkvaliteten lenge før prøvetakingen ble gjennomført.

Bunndyrundersøkelsene ble som eneste parameter etter at overvåkingen opphørte i Otra videreført i 2001 og 2002 i den lakseførende delen av vassdraget. Begrunnelsen var et ønske om å kunne følge med i den positive responsen en hadde sett de siste årene i den fysisk-kjemiske vannkvaliteten. Samtidig så Otra Laxefiskelag det som gunstig å ha et referanse-materiale om de biologiske forholdene som det kunne refereres til hvis det skulle komme nye uheldige forurensingsepisoder i vassdraget. Ved å undersøke bunndyrsamfunnet får en også muligheten til å vurdere om de gjennomførte tiltakene har gitt en tilstrekkelig god nok bedring i vannkvaliteten til å få en biologisk restituerende av forholdene i vassdraget.

I tillegg til de faste rutinestasjonene i hovedvassdraget ble det etter ønske fra Laxefiskelaget hentet inn prøver fra bunndyrsamfunnene i viktige sidevassdrag som Kjeksebekken, Høyebekken, Lonanebekken og Straisbekken. Bunndyrsammfunnet benyttes her blant annet som en indikator på om vannkvaliteten er slik at bekken er egnet som gyte og oppvekstområde for laks og sjøørret.

Mens vannprøver kan antyde at et vannkvalitetsmål er oppfylt, vil en gjennom responsen i bunndyrsamfunnet få bekreftet om målet er nådd. Dersom målene ikke oppnås kan dette enten skyldes at det vannkjemiske målet likevel ikke er oppnådd. Dette kan ha sammenheng med at det mellom vannprøvetakingene har vært vannkjemiske episoder som ikke er blitt påvist (f. eks. episoder med pH fall, støtutslipp mm). En annen årsak kan være at artene ikke har rukket å respondere på forbedringene, eller at målet har vært satt for lavt og derfor vil ikke tillate en reetablering av et naturlig biologisk mangfold.

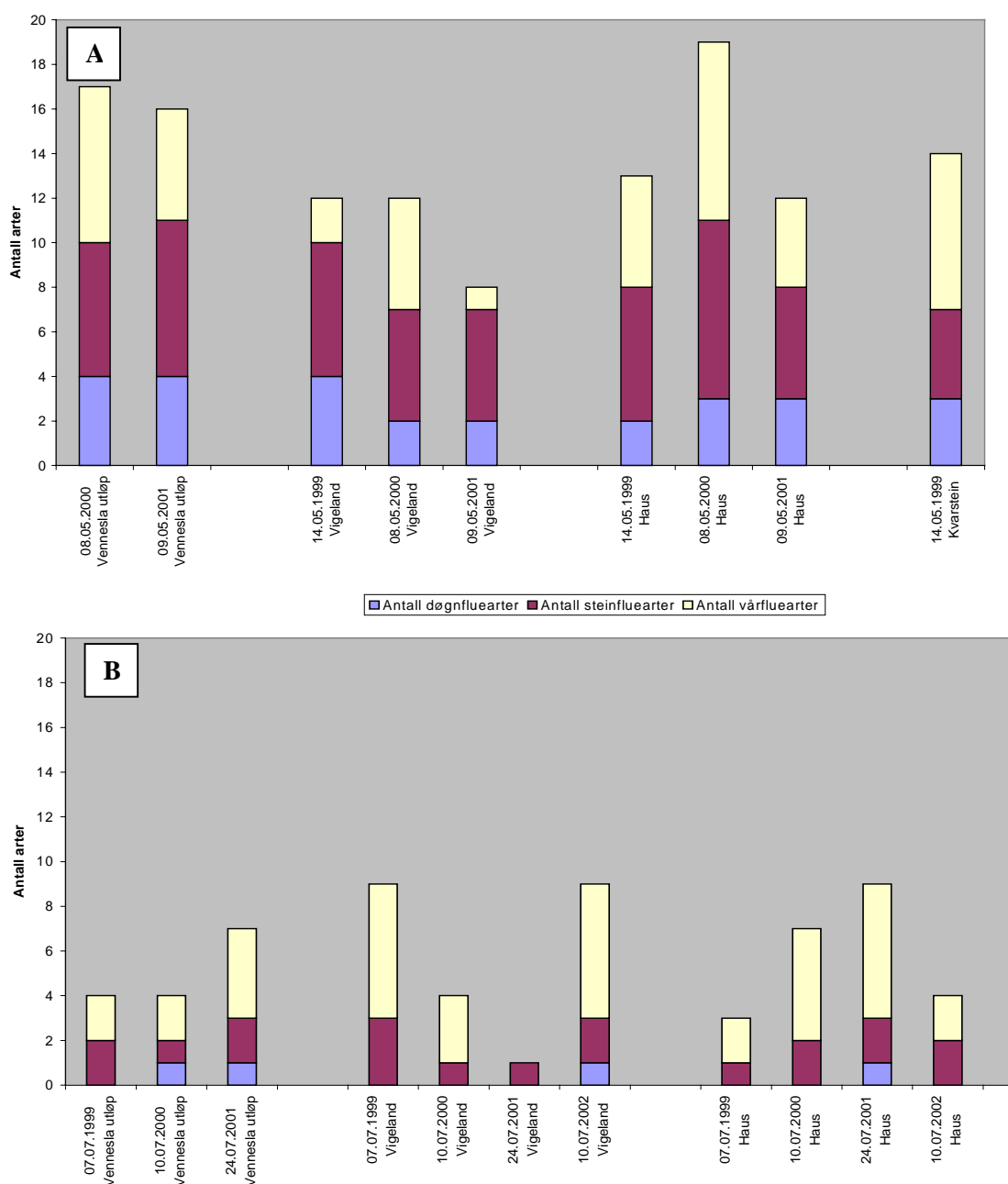
3.2 Resultater fra undersøkelsene i Otra.

Oppstrøms Hunsfoss - Utløp Venneslafjorden.

Resultatene fra bearbeidelsen av bunndyrmaterialet innsamlet i 2001 og 2002 fra stasjonen oppstrøms Hunsfoss er vist i tabell 3 (vårprøver) og tabell 4 (sommerprøver), som finnes i

vedlegget bak i rapporten. Dataene fra prøvene hentet inn i juli er sammenstillt med tilsvarende resultater fra perioden 1987 til 2000 (tabell 5).

Fjærmygglarver har vært den dominerende bunndyrgruppen i materialet i hele undersøkelsesperioden på stasjonen ved utløpet av Venneslafjorden. Dette er også tilfelle i 2001 og 2002 (tabell 5). Andre vanlige grupper er fåbørstemark, vannmidd og larver av knott samt vår- og steinfluer. I materialet fra årene 1996 og 1997 manglet larver av knott, mens gruppen igjen er registrert etter 1998. Resultatene fra bearbeidelsen av materialet fra 1994 viste at døgnfluene da var borte fra bunnfaunaen på stasjonen oppstrøms Hunsfoss slik gruppen også var i 1992. I materialet fra de siste årene er denne dyregruppen igjen registrert i materialet fra bunndyr-samfunnet på denne stasjonen, men da med unntak for 1999 (figur 11 B).



Figur 11A og B. Antall arter av døgn- stein- og vårfluer i bunndyrprøver fra Otravassdraget. Prøver tatt i mai og juli. Perioden 1999 til 2002.

De til dels store variasjonene vi registrerer i tettheten av bunndyr på denne stasjonen er først og fremst knyttet til store endringer i tettheten av fjærmygglarver. Ofte vil antall individer i de enkelte bunndyrgruppene av naturlige årsaker variere noe fra år til år (tabell 14). Her har tidspunktet for prøvetaking og forhold som flom, vannføring/vannstand 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 utelukkene representert av arten *Leptophlebia vespertina* i sommerprøvene (tabell 11). At denne arten var borte fra juli materialet i 1994, 1995 og 1999 kan være knyttet til tilfeldigheter under prøvetakingen (bl.a. vannstand- temp. mm.), men populasjonen ser ut til å være liten. *L. 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 (sammen med *Leptophlebia marginata*) som er meget tolerant overfor surt vann (Bækken og Aanes, 1990). I forsured elver ser en ofte at mengden av *L. vespertina* øker, mens den øvrige døgnflue-faunaen forsvinner. En nær beslektet art fra slekten *Paraleptophlebia sp.* ble registrert på stasjonen oppstrøms Hunsfoss i 1995. Vårprøvene fra mai 2000 og 2001 (tabell 8) viser at også andre arter av døgnfluer er på vei tilbake til denne delen av vassdraget. Interessant var funn av *Baetis rhodani* i mai prøvene fra 2000 og 2001, noe som indikerer en positiv utvikling av pH i vassdraget (figur 12 A).

Blant steinflueartene har *Leuctra fusca* vært den vanligste i materialet fra juli (tabell 12), men i 1998 ble *Leuctra hippopus* registrert i bunndyrmaterialet og i 1999 ble *Isoperla grammatica* påvist for første gang. Tilsvarende var slekten *Amphinemura* representert ved *Amphinemura borealis* i sommerprøven. Slekten *Leuctra* har med unntak for året 1992 alltid vært tilstede i bunndyrmaterialet fra denne stasjonen. Artene er tolerante overfor forsuring. Det ble i 1993 registrert en ny steinflue art på stasjonen oppstrøms Hunsfoss, nemlig *Taeniopteryx nebulosa*. Denne var også tilstede i materialet fra 1994, men er senere ikke registrert i bunndyr prøvene fra denne stasjonen. Dette har nok dels en sammenheng med artens livssyklus ved at den normalt klekker tidlig på våren og vil derved ikke være tilstede i bunnfaunaen i juli. Materiale som ble samlet inn i mai 2000 og 2001 viser en mere variert steinfluefauna med minst 8 arter i materialet (tabell 9, figur 11 A).

Vårfluefaunaen har i juli vært dominert av de 3 artene *Plectrocnemia consoersa*, *Polycentropus flavomaculatus* og *Neuroclipsis bimaculata* med noen andre slekter mere sporadisk tilstede (tabell 13). Artene har alle god toleranse for surt vann og vårfluefaunaen på denne stasjonen indikerer tydelig stasjonens spesielle næringstilbud (drift av plankton fra Venneslafjorden). Nettspinnende arter dominerer sterkt. Disse vårfluene lager nett som filtrerer næringspartikler ut av vannmassene. Dette er et karakteristisk innslag i faunaen i utløpet av innsjøer. Vårfluefaunaen var i mai dominert av de samme artene som i juli, men det er kommet noen flere arter til de siste årene slik at artsantallet samlet for årene 1999 til 2001 nå kommer opp i 8 (tabell 10).

Forsuringssituasjonen på denne stasjonen er vist i figur 12 A og B ved å benytte Raddum;s bunndyr indekser for forsuring (Fjellheim og Raddum 1990). Resultatene (tabell 21 til 24) gir beste vannkvalitet på materialet som ble samlet inn i mai 2000 og 2001, men indikerer en markert forsuringpåvirkning når samme vurdering gjøres på det bunndyr materialet som ble samlet inn i juli (figur 12 B).

Det bildet som bunnfaunamaterialet fra årene 1999 til 2001 gir av miljøforholdene på stasjonen oppstrøms Hunsfoss, synes ikke å ha endret seg vesentlig fra det som er registrert tidligere. Særlig gjelder dette materialet fra juli, mens materialet fra mai synes å indikere en svak positiv utvikling i pH de siste årene. Ellers viser bunndyrsamfunnet på denne stasjonen en oppbygning som er typisk for lokaliteter like nedstrøms en innsjø (utløpspåvirket fauna).

Nedstrøms Vigeland

Resultatene fra bearbeidelsen av bunndyrmaterialet som ble hentet inn i årene 1999 til 2001 på stasjonen nedstrøms Vigeland (fig. 1) er vist i tabell 3 og 4. Dataene er i tabell 6 stilt sammen med tilsvarende resultater fra perioden 1987 til 1998. Resultatene fra sommerprøvene i 1998 viste på mange måter at vi nå er kommet over i en ny fase når det gjelder forurensing og vannkvalitet i nedre Otra, *vassdraget er i ferd med å restituere seg*.

Bunndyrsamfunnet på stasjonen nedstrøms Vigeland hadde både i 1999 og særlig i 2000 og 2001 en lavere tetthet enn ved tilsvarende prøvetakinger tidligere (tabell 6). Forskjellene har først og fremst sammenheng med at tettheten av grupper, som fåbørstemark og larver av fjærmygg, som tidligere var sterkt begunstiget med utslipp av organisk materiale og nærings-salter fra industrien oppstrøms stasjonen nå har avtatt. Men bunndyrsamfunnets domineres fremdeles av disse to gruppene, som utgjør ca 80 % av alle bunndyrene i materialet fra stasjonen i perioden 1999 og 2002 (tabell 14). Av andre grupper som er tallrike i bunndyrsamfunnet på denne stasjonen i juli kan nevnes steinfluer, knott og vannmidd.

Når disse to gruppene fjærmygglarver og fåbørstemark har en slik dominans i bunndyrsamfunnet er det en sterk indikasjon på gunstige miljøforhold for disse to gruppene og liten konkurranse, samt at det fremdeles er en stor tilgang på organisk materiale/nærings-salter og et næringsrikt substrat.

Forsuringssituasjonen i vassdraget har endret seg. Materialet som ble innsamlet i perioden 1999 til 2002 (figur 12 A og B) viser en positiv utvikling med noe større variasjon og tetthet i bunnfaunaen. Raddum's forsuringssindeks gir beste tilstandsklasse i mai 1999, 2000 og 2001, men indikerer samtidig et forsuringsspåvirket samfunn i juli i årene 1999 til 2002.

Døgnflueslekten *Baetis* er regelmessig nå å finne i prøvene som hentes inn i mai (figur 11A), og i tillegg viser materialet at også andre døgnfluearter etterhvert begynner å rekolonialisere vassdraget (tabell 8). Men tettheten er fremdeles lavere enn forventet og sammensetningen av bunndyr samfunnet er fortsatt redusert på grunn av den generelle forsuringen av vassdraget. Særlig er dette markert i materialet som hentes inn i juli (tabell 11) og der indeksen som er brukt for å beskrive forsuringen i vassdraget bare er det halve av hva den er i mai i 1999, 2000, 2001 og 2002 (figur 12).

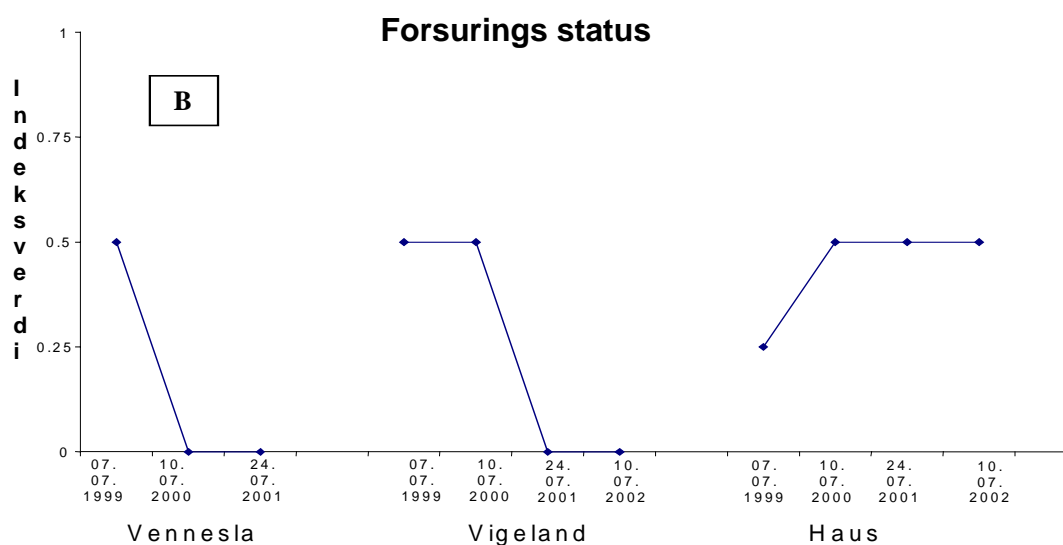
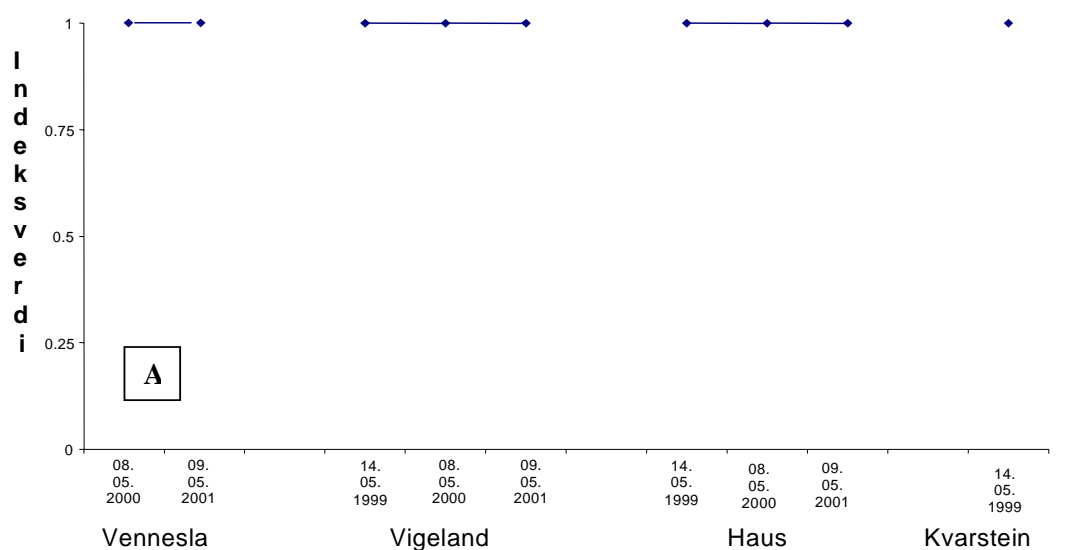
Stasjonen nedstrøms Hunsfoss ved Vigeland mangler mange av de forsuringss følsomme artene som vi venter vil etablere seg etterhvert som pH situasjonen stabiliserer seg på et høyere nivå. Resultatene så langt tyder på at vannkvaliteten fremdeles er ustabil og er i et grenseområde når det gjelder pH toleranse for organismer som indikerer beste tilstand med hensyn på forsuring. Bunndyrmaterialet indikerer at vi ennå er i en tidlig fase av en slik restituering. Larver av den viktige "pH indikatoren" *Baetis* ble her ikke registrert i prøvene fra juli i perioden 1999 til 2002.

Når døgnfluelarven *Baetis rhodani* ble registrert i bunndyrsamfunnet fra stasjonen ved Vigeland i 1998 hadde vassdraget kommet over en terskel med hensyn på påvirkning fra forsuring. Det er særlig viktig å understreke funnet av denne arten både i prøvene fra mai og juli dette året. Arten hadde da ikke vært registrert tidligere så lenge overvåkingen av nedre deler av Otra har pågått. Døgnfluen *Baetis rhodani* er vår viktigste indikator art med hensyn på forsuring (Bækken og Aanes 1990). Vi kan betrakte disse larvene som små sensorer på elvebunnen som kontinuerlig reagerer på vannkvaliteten i vannet som passerer forbi. Dersom denne skulle være utenfor det som er artens toleranseområde vil den forsvinne.

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 i vinterhalvåret nedstrøms Hunsfoss ved Vigeland fra høsten 1997 ikke har vært noe særlig lavere enn pH 5,5.

Også blant gruppen vårfluer har det vært en positiv utvikling i disse årene. Flere nye arter er kommet til, og mens det i 1994 ble registrert kun 2 arter har antallet økt fra 3 i 1995 til 5 i 1997, til 7 i 1998 og til 10 vårfluearter i 2002 (tabell 13 og figur 11 B). Flere av artene er ikke registrert på denne stasjonen tidligere i det materialet som er samlet inn i forbindelse med overvåkningen av vannkvaliteten i nedre deler av Otra.

Dyregruppen steinfluer er tidligere bare blitt funnet sporadisk i materialet fra stasjonen nedstrøms Vigeland, men synes etter 1993 å være et mere permanent innslag i bunnfauna samfunnet på denne stasjonen (tabell 12). Gruppen steinfluer var representert i materialet fra 1998 ved slekten *Leuctra* som dominerer i juli prøvene. Denne slekten er også tallrik i prøvene fra mai, men her er antallet større og samlet for perioden 1999 til 2001 er et i alt registrert 9 ulike arter av steinfluer (tabell 9).



Figur 12 A og B. Otra-vassdraget. Klassifisering av forsurings status vha vassdragets bunnfauna (Fjellheim og Raddun 1990). Prøver fra mai og juli. Perioden 1999 - 2002.

Stasjonen ved Haus

Resultatene fra bearbeidingen av materialet fra bunndyrsamfunnet på stasjonen ved Haus for årene fra 1999 og 2002 viser på mange måter det samme bilde av vannkvaliteten som materialet ga for stasjonen ved Vigeland (tabell 3 og 4).

Tettheten av bunndyr i juli ved Haus er som ved stasjonen oppstrøms med unntak av året 2002 hvor tettheten var markert høyere ved Vigeland (stor tetthet av fjærmygglarver). I prøvene som ble hentet inn i mai er tettheten stort sett større på stasjonen ved Haus (tabell 4).

Artssammensetningen er nær identisk med hva vi registrerte i Otra ved Vigeland, men med noen flere arter av vårfluer om våren ved Haus (tabell 10). Antall arter i de tre gruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer er vist i figur 11 A og B. Resultatene viser klart at det største artsantallet finner vi om våren i Otra, og da ved stasjonen ved Haus.

Når det gjelder forsurening så indikerer bunnfauna samfunnet på stasjonen ved Haus at situasjonen her har hatt den samme positive utvikling som den vi nå registrer ved Vigeland. Om våren gir bunnfaunaen beste tilstand (indeksverdi 1, se figur 12 A) og om sommeren viser resultatene en noe mindre forsuring påvirkning (12 B) de tre siste årene enn stasjonen ved Vigeland.

Responsvurdering, hovedvassdrag

Selv om det gjennom bunndyrmaterialet fra 1998 ble dokumentert at vannkvaliteten har tatt et stort skritt i riktig retning så er bunndyr samfunnet som registreres på stasjonene nedstrøms Vigeland fremdeles mangelfullt sammensatt. Det kan se ut som om utviklingen har stagnert noe og da særlig i sommerperioden. Fremdeles er det her et noe atypisk bunndyrsamfunn vi registrerer hvor mange av de viktige næringsdyrene for fisken i vassdraget er borte eller er svært fåtallige.

Restitueringen av vassdraget tar tid og innvandringen av nye arter når vannkvaliteten igjen blir akseptabel tar også tid av naturlige årsaker. 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 dyregruppen spiller som næringsgrunnlag for vassdragets produksjon av laks og ørret.

Situasjonen i nedre deler av Otra var og er til dels fremdeles preget av tilførsler av næringsalter og organisk stoff samt at vassdraget i perioder har en noe lav pH. I en slik resipient vil bunndyr-samfunnets respons være avhengig av mengden av forurensende stoffer som tilføres, deres sammensetning og hvilke egenskaper de har. Lett nedbrytbare organiske forbindelser vil føre til rask vekst av mikroorganismer med stort forbruk av vannets innhold av oksygen. Særlig vil dette gjøre seg gjeldene i sakteflytende deler av vassdraget og vil her lett medføre oksygen-mangel i øvre deler av substratet og således totalt endre bunndyrfaunaen. Dette var situasjonen før avløpsledningen ble lagt.

Tungt nedbrytbare stoffer (f. eks. trefiber/flis ol) vil også gi økt grobunn for mikroorganismer, men i mye mindre grad. Vi får derimot et økt partikkelinnhold i vassdraget og en tilslamming av bunns substratet. Denne nedslammingen vil hindre oksygentransporten ned i bunns substratet og dekke til hulrommene i substratet mellom steiner, grus og sand. Dette er viktige leveområder for den vanlige bunnfaunaen i rennende vanns økosystemer, og nedslammingen vil føre til at den delen av faunaen som lever dypere nede i bunns substratet vil forsvinne eller bli vesentlig redusert på grunn av oksygenmangel. Dette var også situasjonen før den nye avløpsledningen ble lagt.

Den store tilførselen av organisk materiale resulterte tidligere i en tett bestand av soppen *Fusarium sp.* som dekket bunnsustratet over hele elveprofilen nedstrøms Vigeland. De endrede forholdene som fulgte i kjølvannet av forurensningene fra industrien oppstrøms Vigeland reduserte den normale bunnfaunaen. Samtidig som denne tilstanden favoriserer enkelte andre arter/grupper i bunnfaunaen. Dette vil i særlig grad være arter/grupper som kan nyttiggjøre seg det organiske slammet med mikroorganismer som næring og som skjul, men samtidig må disse dyregruppene tåle et redusert oksygeninnhold i vannet.

Børstemark er en gruppe som kan blomstre opp under slike forhold, men også enkelte arter av fjærmygg vil favoriseres. Noen arter av steinfluer, døgnfluer og vårfluer kan også tolerere en viss grad av organisk forurensning, men de fleste forsvinner når påvirkningen blir for sterk. Ved stasjonen nedstrøms Vigeland, synes bunndyrsamfunnets sammensetning frem til 1998 først og fremst å være et resultat av organisk forurensning. I tillegg er bunndyrsamfunnet på dette avsnittet av Otra i utgangspunktet redusert på grunn av den generelle forurensningen i vassdraget noe som er tydelig på stasjonen ved utløpet av Venneslafjorden, oppstrøms Hunsfoss Fabrikker.

Ved undersøkelsene i 1996 og 1997 (etter at avløpsledningen var tatt i bruk) 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 produksjon av bunndyr 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 bortsett fra innslaget av den forsuringfølsomme arten *Baetis rhodani*, som markerte at situasjonen med hensyn til forsuring var bedret i Otra nedstrøms Hunsfoss.

Soppen som tidligere dekket elvebunnen var nå blitt erstattet med store matter av lange trådalger som dekket elvebunnen nær 100% på prøvetaksstedet i juli. Situasjonen var på mange måter lik den en hadde før bortsett fra at dyregruppen fåbørstemark som tidligere var begünstiget 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 vannutsiftning i substratet fører nå som tidligere til at det er bare i det aller øverste laget av substratet hvor det er egnede forhold for produksjon av bunndyr.

Krypsiv er en problemlante som er blitt mere vanlig de siste årene også i denne delen av Otra. Der den etablerer seg resulterer dette i store endringer i substratet ved at veksten fungerer som et filter og akkumulerer finstoff noe som igjen gir økt nedslamming.

Undersøkelsene så langt viser et vassdrag som er preget av flere miljøpåvirkninger, de biologiske forholdene er ikke stabile og potensiale for en videre utvikling av bunnfaunaen er klart tilstede. Dette vil ha store positive effekter på dyrelivet både i og ved vassdraget. Et rikt og variert bunndyrsamfunn vil også gi en økt resipientkapasitet og en bedret selvrensing i vassdraget. Dette vil gi som resultat en bedret vannkvalitet i nedre deler av Otra.

3. 3 Otra's sidevassdrag.

3. 3. 1 Bakgrunn

Det er de siste årene gjennomført supplerende undersøkelser av bunnfaunaen i 4 av de anadrome sidevassdragene til Otra. Dette er Kjeksebekken, Høyebekken, Lonanebekken og Straisbekken, som alle ligger i den delen av nedbørfeltet som tilhører Kristiansand kommune og stasjonene for prøvetaking er vist på figur 1. Bekkene er viktige som gyte- og oppvekst-områder for fisken i vassdraget, og som refuger ved eventuelle forurensingsepisoder. Undersøkelsene av samfunnene av bunndyr skal her først og fremst gi et integrert bilde av vannkvaliteten og da med særlig fokus på situasjonen når det gjelder forurensing.

Otra Laxefiskelag sin kultiveringsgruppe har de siste årene lagt ned et stort arbeide for å lette oppgangen av laks og sjø-ørett i disse sidevassdragene. Det er lagt ut skjellsand og det er lagt ut gytegrus der det har vært påkrevd. Kultiveringsgruppe kunne rapportere om en meget god oppgang av laks og sjøørett i bekkene høsten 2002. Det er derfor viktig at vannkvaliteten er slik at yngelen vokser opp og at det potensialet som ligger i disse bekkene utnyttes og slik kan bidra til en økt utvandring av ørret- og laksesmolt. Dette vil så være med å sikre en god fiskeoppgang i Otra.

Kjeksebekken

Kjeksebekken eller Myrvollbekken som den også heter, har et nedbørfelt på 3 km². Den er den øverste av bekkene som ble undersøkt og munner ut i Otra oppstrøms stasjonen ved Haus. Bekken drenerer et tidligere søppeldeponi (Støleheia avfallsanlegg). Avløpet fra dette går i egen ledning. Ellers er det som følge av gravearbeider i forbindelse med sikring av elveleiet blottlagt en del leire som øker turbiditeten og slamtransporten i vassdraget. Fra et deponi med jordmasser kom det i 2002 mye leirholdig vann som førte til en kraftig nedslamming av Kjeksebekken. Dette ble senere sikret og forholdene bedret seg.

Laksen kommer i dag opp til stryket under den gamle broen oppstrøms Ravnåsveien. Siste året stod det her i oktober/november mye fisk. En del ble fanget og båret forbi stryket. Kultiveringsutvalget arbeider med tiltak som skal gjøre det mulig for laksen selv å passere denne hindringen.

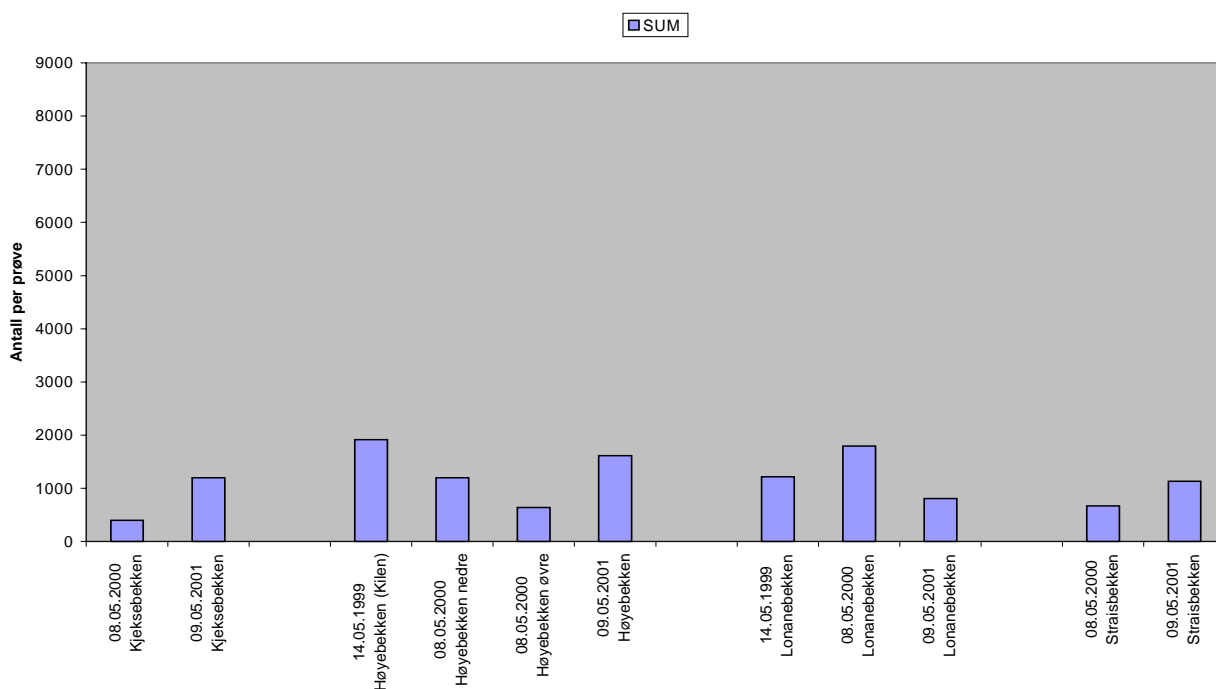
Høyebekken

Høyebekken er den største bekken med et nedbørfelt på 16,1 km² og munner ut i Otra oppstrøms Mosby (figur 1). Bekken har et stort potensiale for smoltproduksjon. For å bedre gyteforholdene er det lagt ut en del gytegrus- grov stein i størrelse 2 - 10 cm, og en del skjellsand. I årsrapporten fra kultiveringsgruppen ved Laxefiskelaget for 2002 (Sandø 2003) påpeker de at kalking må til for å bedre vannkvaliteten i Høyebekken og samtidig er det behov for mere gytegrus for å utnytte de gyteområdene som fremdeles er uproduktive. Det ble i 2002 kjørt ut 20 tonn skjellsand som ble plassert i depoter langs bekken fra broen ved Kvernhusfossen og ned til Skoddhølen.

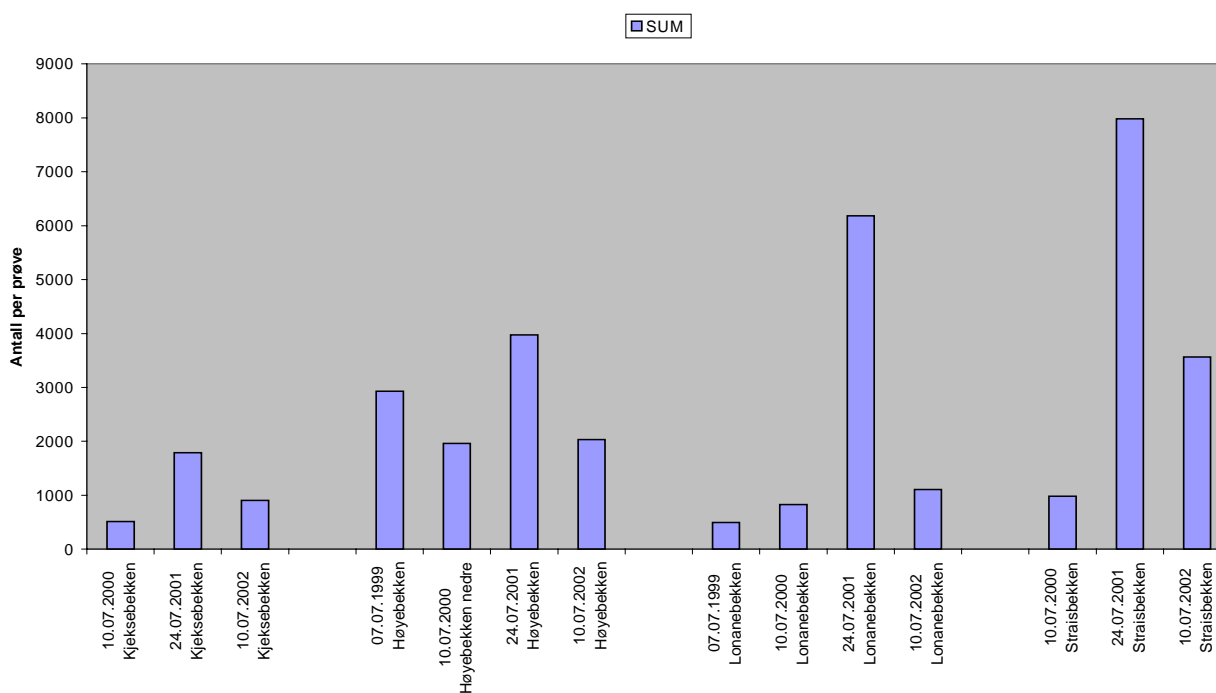
Lonanebekken

Lonanebekken har et nedbørfelt på 7,2 km² og munner ut i Otra nedstrøms Mosby omtrent på motsatt side av Hagen. Også her er det problemer med at når det graves i og ved vassdraget får en fort store problemer med erosjon i eksponerte leirmasser. Dette var tilfelle i 2002 da det ble foretatt graving i forb. med legging av bredbåndkabler langs vassdraget. Dette ga sterk erosjon og nedslamming i Lonanebekken fra Aukland og nedover. I Lonanebekken har det ikke vært så mange observasjoner av laks og sjøørett de siste årene. Lonanevassdraget er

kalket og måleresultatene mht. vannkjemien er bra. I tillegg er det for å sikre en god vannkvalitet lagt ut ca 10 tonn skjellsand i bekken fra like under fossen ved demningen og nedover.



Figur 13. Antall bunndyr i prøvene hentet inn i mai på stasjonene i Kjeksebekken, Høyebekken, Lonanebekken og Straisbekken.



Figur 14. Antall bunndyr i prøvene hentet inn i juli på stasjonene i Kjeksebekken, Høyebekken, Lonanebekken og Straisbekken.

Straisbekken

Straisbekken har et nedbørfelt på 8,5 km². Etter en kort noe slakt parti stiger elven kraftig gjennom fossestryk og forbi en gammel demning før vassdraget flater ut igjen. Anadrom fisk kommer opp, men ytterligere tiltak kan nok lette oppgangen. Det er stadig ny fisk å se helt oppe mot Fiskevannsstemmen. Den får nok mye juling på veien opp gjennom fossen ved den gamle demningen, de beste og sterkeste kommer opp, men mange flere burde kunne kommet opp.

Hovedkloakken går langs Straisbekken og lekkasjer til bekken har vært vanlig. I august 2002 var det en massiv kloakkforurensing i Straisbekken på grunn av brudd på hovedkloakken. Tilsvarende var det et ledningsbrudd på hovedkloakken like ovenfor pumpestasjonen i november i fjor, slik at hele "gørra" gikk i Straisbekken en stund. Under reperasjonen av denne skaden registrerte man også flere lakasjer på ledningen. Dette hadde naboeene langs bekken klaget på uten at man hadde funnet feilen. I forbindelse bunndyrundersøklesene i Straisbekken i 2001 ble det tatt vannprøver som ble analysert hos næringsmiddelkontrollen. Disse avdekket høye konsentrasjoner av kloakkbakterier. Forhåpentligvis er nå dette problemet løst, men overløpsledningen som går parallelt med bekken til utløpet er i dårlig stand og må utbedres. Denne skal tre i funksjon ved strømsbrudd på pumpestasjonen og lede kloakken til Otra, som tross alt har en langt bedre resipientkapasitet enn Straisbekken.

3. 4 Resultater

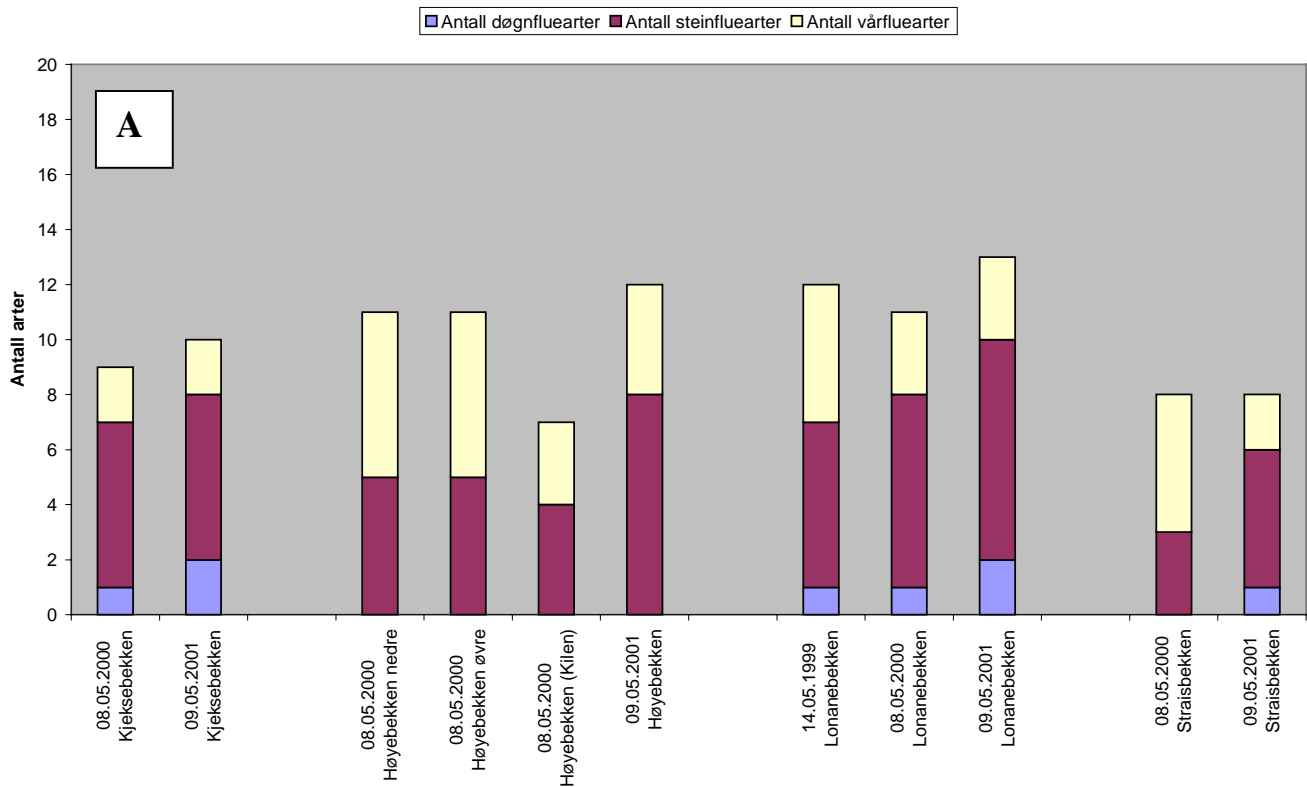
Resultatene fra bearbeidelsen av bunndyrmaterialet som ble samlet inn i årene 2000 til 2002 fra Kjeksebekken, Høyebekken, Lonanbekken og Straisbekken er stilt sammen i tabellene 15 til 18. og vist grafisk i figurene 13 til 15.

Bunndyrtetthet og variasjon

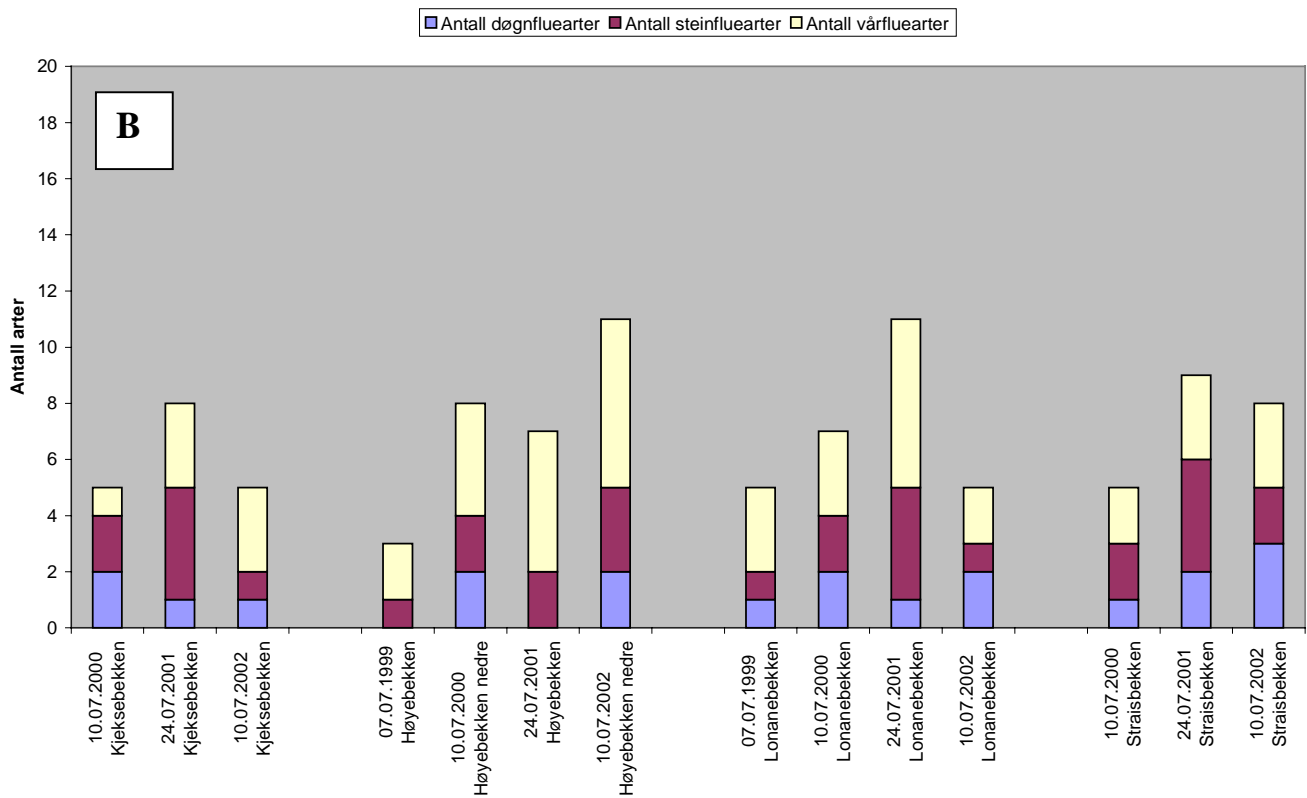
Lonanbekken hadde sammen med Høyebekken gjennomgående størst tetthet av bunndyr ved prøvetakingen i mai fulgt av Straisbekken og Kjeksebekken (figur 13). Tilsvarende resultater fra sommerprøvene viser generelt større tetthet av bunndyr enn om våren, men med større variasjoner fra år til år. Særlig er dette markert i Lonanbekken og Straisbekken i juli i 2001, som da hadde langt større tetthet enn det som ellers er blitt registrert i disse sidebekkene (figur 14).

Størst variasjon innen bunndyr samfunnet hadde Lonanbekken både i mai og i juli. Det ble her funnet i alt 11 bunndyrgrupper representert i materialet (tabell 15 og 16). Artene innen gruppene døgn-, stein-, og vårfluer er bestemt til art og størst mangfold samlet for disse tre gruppene registrerer vi også her i Lonanbekken med 18 arter/grupper i mai (tabell 17) og 13 i juli (tabell 18), tett fulgt av Høyebekken (figur 15 A og B).

Interessant er det å registrere at gruppen døgnfluer var helt fraværende i materialet fra Høyebekken ved prøvetakingene i mai og ved sommerprøvene både i 1999 og i 2001.



Figur 15. Antall arter av døgn-, stein- og vårfluer i prøvene fra mai (A) og juli (B) på stasjonene i Kjeksebekken, Høyebekken, Lonanebekken og Straisbekken.



3. 4. 2 Forsuring

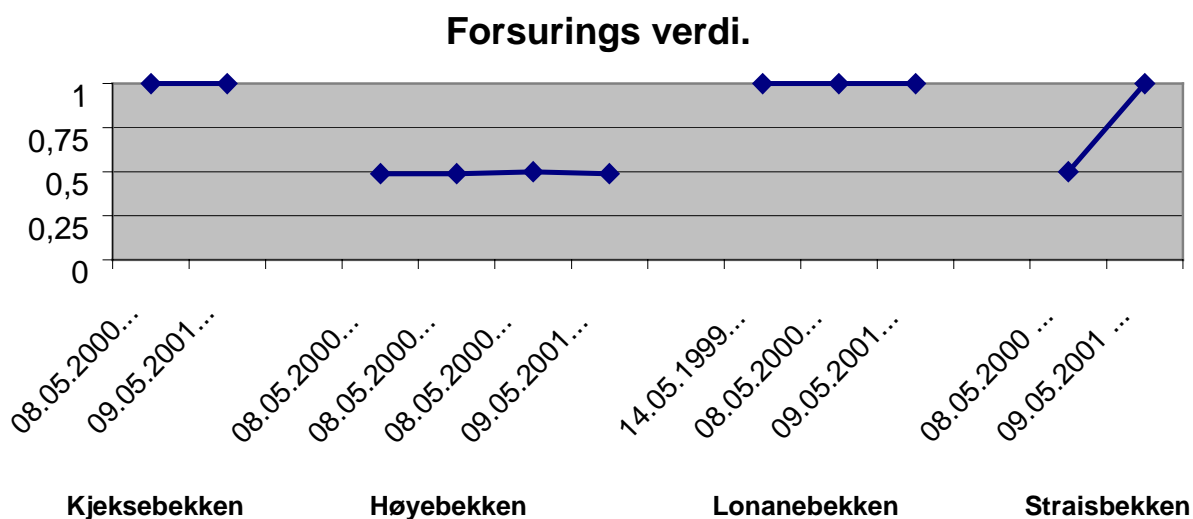
I figur 16 og 17 er situasjonen med hensyn på forsuring i bekkene vist ved å bruke resultatene fra undersøkelsene av bunndyrsamfunnene for perioden 1999 til og med 2002. Vurderingen baserer seg på en forsurings indeks utarbeidet av Fjellheim og Raddum (1990). Indeksen klassifiserer artene etter deres toleranse for surt vann. Forsuringsverdi 1 karakteriserer lokaliteten som ubetydelig eller lite påvirket av forsuring. Tilsvarende indikerer verdien 0,5 at lokaliteten er markert skadet av forsuring og verdien 0,25 at bunndyrsamfunnet er sterkt skadet av forsuring. Viser resultatene at alle forsuringfølsomme organismene i bunndyr samfunnet på en lokalitet er borte karakteriseres området som meget sterkt skadet av forsuring og får forsuringsverdi 0.

Mai prøver

Bunndyrprøvene som ble hentet inn i mai måned beskriver vannkvaliteten gjennom vinterhalvåret og frem til prøvetakingen ble gjennomført. Avsmaltningsperioden i om våren gir ofte episoder i vassdraget hvor vi får de laveste pH verdiene. Bunnfaunaen er derfor en god sensor til å fange opp disse kritiske episodene i vassdraget.

Resultatene viser da også at Høyebekken og Straisbekken er klart påvirket av forsuring (figur 16), og særlig er dette markert i Høyebekken hvor det ikke ble registrert døgnfluer noen gang i de prøvene som ble samlet inn i mai (tabell 17).

I Lonanebekken og Kjeksebekken indikerer bunnfaunaen en god vannkvalitet i vinterhalvårete og frem til prøvetakingen i mai med hensyn på forsuring. Særlig gjelder dette Lonanebekken , men dette var også ventet da dette sidevassdraget blir kalket.



Figur 16. Klassifisering av forsuringstatus i sidebekker til Otra ved hjelp av bunnfaunaen. Prøver fra mai måned i perioden 1999 - 2002.

Juli prøver

Prøvene av bunndyr samfunnet som ble hentet inn i juli måned avspeiler en meget god vannkvalitet i Lonanbekken med hensyn på forsuring (figur 17).

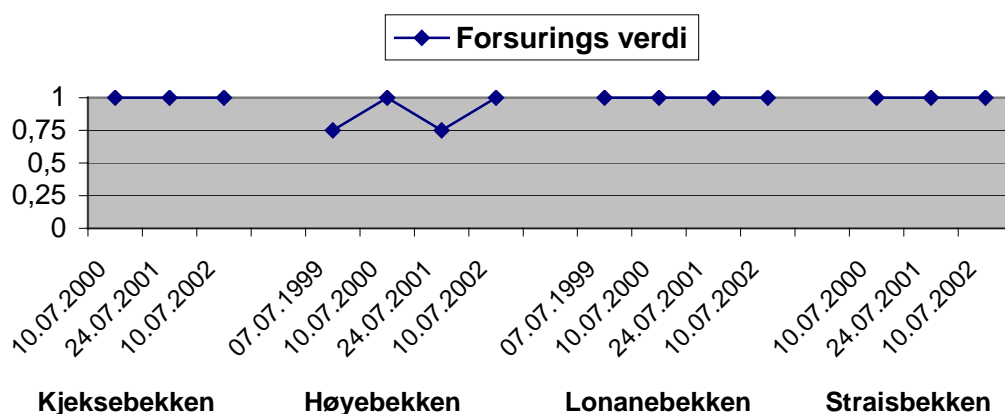
Dette er også tilfelle i Kjeksebekken der forsuringfølsomme organismer i prøvene plasserer vassdraget i beste tilstandsklasse med hensyn på forsuring.

Vurderingene av materialet som ble samlet inn fra Straisbekken i mai 2000 viste at lokaliteten var markert skadet av forsuring. Sommerprøvene derimot viser ingen slik påvirkning fra forsuring i perioden fra 2000 til 2002.

Prøvene som ble hentet inn i mai karakteriserte Høyebekken som det mest forsuringsskadede av de sidevassdragene som ble undersøkt. Det bildet som sommerprøvene gir understreker dette, men indikerer også at situasjonen er noe bedre enkelte år (figur 17) enn om våren. Nøkkelartene som må være tilstede for at vi skal karakterisere lokaliteten som ubetydelig eller lite påvirket av forsuring er bare sporadisk tilstede i materialet fra denne stasjonen (tabell 24).

Resultatene fra Høyebekken indikerer en ustabil vannkvalitet hvor det regelmessig er episoder med forsuring. Særlig er dette tilfelle på våren, men enkelte år også i perioden frem til prøvetakingen i juli. Fallet i pH er så stort ($\text{pH} < 5,5/5,0$) at det slår helt ut de mest forsuringfølsomme organismer i bunnfaunaen på denne stasjonen.

I materialet fra sommerprøvene finner vi vårfluen *Wormaldia subnigra* i Høyebekken. Arten har en noe ulik indikatorverdi med hensyn på forsuring i svenske og norske vurderingssystemer for miljøkvalitet i ferskvann. Svenskene gir denne verdi 1 som skulle indikere liten eller ingen forsuringpåvirkning, mens i systemet til Raddum og Fjellheim får den indikatorverdi 0,5 (Raddum pers medl.). Vi har i denne sammenheng valgt i la arten få indikatorverdi 0,75. Dette signaliserer at vi her har en lokalitet som om sommeren er i en overgangsfase fra et markert til en noe mindre forsuringpåvirket tilstand, men resultatene fra prøvene i mai indikerer klart at det er behov for tiltak dersom en skal kunne utnytte Høyebekken potensiale som gyteområde og oppvekst område for laks og ørret.

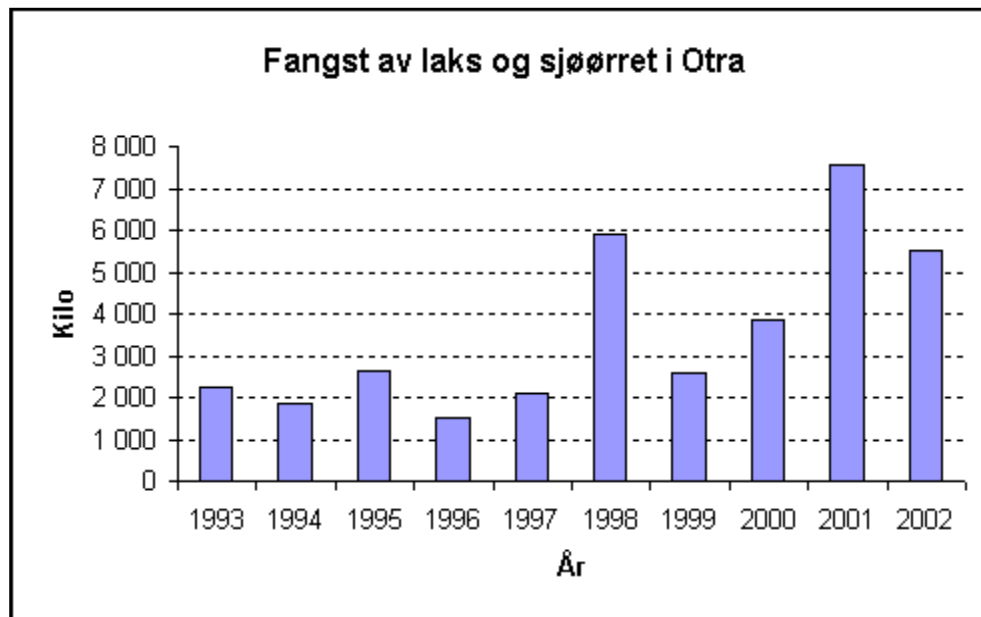


Figur 17. Klassifisering av forsuring status ved hjelp av bunnfaunaen i sidebekker til Otra. Prøver fra juli måned i perioden 1999 - 2002

4. Laksefiske.

Nedre Otra var tidligere en god lakseelv med registrerte årlige fangster av laks på nær 11 tonn. Fra 1955 og frem til 90 tallet har fangstene vært ubetydelige på grunn av forurensninger fra industrien. Sur nedbør ga etterhvert også en uheldig pH senkning i vassdraget. Undersøkelser som ble foretatt av fiskebestandene på den tidligere lakseførende delen av vassdraget i perioden fra 1957 til 1988 kunne ikke påvise laks- eller aureunger på strekningen nedstrøms Vigeland.

På slutten av åttitallet/begynnelsen av nittitallet ser det ut til å være et skifte i den fysisk-kjemiske vannkvaliteten som igjen gjør det levelig for laks og sjøørret i nedre deler av Otra. Laksefisket tar seg opp og organisert salg av fiskekort tar til igjen i 1992. Fangststatistikken viser at det i perioden fra 1993 og frem til i dag igjen har vært fisket til dels betydelige mengder laks i Otra. Samlet for 10 års perioden 1993 til 2002 er det fisket i alt nesten 35 tonn (tabell 26). Toppåret så langt har vært 2001 med en samlet fangst av laks og sjøørret dette året på 7,5 tonn (figur 18).



Figur 18. Fangst av laks og ørret i Otra, perioden 1993 til 2002. (Kilde Otra Laxefiskelag).

5. Litteratur.

- Andersen, J.R., J.L. Bratli, E. Fjeld., B. Faafeng, M. Grande, L. Hem, H. Holtan, T. Krogh, V. Lund, D.Rosland, B.O. Rosseland, og K.J. Aanes. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97:04, TA-1468/1997, 31 s.
- Fjellheim, A. og G. Raddum. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *Sci. Tot. Environ.* 96: 57-66.
- Bergman-Paulsen, B. 1962. Undersøkelse av forurensingen i Otras nedre løp 1960 -1961. NIVA-rapport 0 - 209, 147 s.
- Bækken, T. og K.J. Aanes. 1990. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifisering. Rapport 2: Forsuring. NIVA-rapport no. 2491. 46 s. Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) og NIVA.
- Hindar, A., Aanes, K.J og Bækken, T. 1991. Otra 1987-90. Tiltaksorientert overvåking. SFT/NIVA. Overvåkingsrapport 472/91. 68 s.
- Hindar, A., Aanes, K.J., Bækken, T. og Lindstrøm, E.A. 1993. Otra 1992. Tiltaksorientert overvåking og konsekvensundersøkelse. SFT/NIVA. Overvåkingsrapport 535/93, NIVA-rapport 2951, 43 s.
- Kaste, Ø. og Håvardstun, J. 1998. Vannkvalitetsundersøkelse i Otra med tilløp 1997. NIVA-rapport 3866, 36 s.
- Kaste, Ø., Brandrud, T.E., Lindstrøm, E.A. og Aanes, K.J. 1996. Otra 1992-1995. Tiltaksorientert overvåking og konsekvensundersøkelse av industriutslipp. SFT-overvåkingsrapport 657/96, NIVA- rapport 3479, 51 s.
- Kaste, Ø., Lande, A., Larsen, B.M., Aanes, K.J. og Åsen, P.A. 1999. Tiltaksorientert overvåking av Otra i 1998. – Statlig program for forurensningsovervåking/NIVA. Rapport 767/99. 58 s.
- Kaste, Ø., Lindstrøm, E.A., Skiple, A. og 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. og Aanes, K.J. 1998. Tiltaksorientert overvåking av Otra i 1997. NIVA-rapport 3883, 47 s.
- Kaste, Ø., Larsen, B.M., Lindstrøm, E-A. & Aanes, K.J. 2000. Tiltaksorientert overvåking av Otra i 1999. – NIVA Rapport O-97034. 56 s.
- Kroglund, F., og Ø. Kaste. 2002. Forsurningsstatus og tiltaksplan mot forsuring i Nedre Otra, Vest-Agder, Norsk institutt for vannforskning. Rapport lnr 4588-2002. 34 s.
- Kroglund, F., B.M. Larsen, Ø. Kaste og K. J. Aanes. 2001. Tiltaksorientert overvåking av Otra i 2000. Norsk institutt for vannforskning. Rapport lnr 4429-2001. 68 s.
- Kroglund, F., Berger, H.M., Lande, A., Kaste, Ø., Johansen, M.-B. & Håvardstun, J. 1999. Status for vann- og smoltkvalitet i Otra, Vest-Agder, våren 1999. – NIVA Rapport O-99097. 40 s.

- Otra Laxefiskelag og Agder Skogeigarlag 1999. Driftsplan for Otras lakseførende del. - Rapport. 70 s.
- Sandø, E. 2001. Kultiveringsutvalgets årsrapport for sesongen 2000. – Otra Laxefiskelag, Kultiveringsutvalget. Rapport. 11 s.
- Sandø, E. 2003. Kultiveringsutvalgets årsrapport for sesongen 2002. – Otra Laxefiskelag, Kultiveringsutvalget. Rapport. 12 s.
- Tellefsen, J. G. 2003. Registrering av lakse og sjøaurebekker i Otra. Otra Laxefiskelag. Rapport nr 02-2003. 29 s. (under utarb.)
- Traaen, T.S. og Johannessen, M. 1987. Tiltak for å bedre vannkvaliteten i Otravassdraget. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Rapport 301/88. NIVA-løpenr. 2069, 29 s.
- Aanes, K. J. og T. Bækken. 1989. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitets klassifisering. Rapport 1: Generell del. NIVA-rapport no. 2278. 62 s. Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) og NIVA.
- Aanes, K. J. og Lydersen, E. 1997. Konsekvensutredning- laksedød Otra. NIVA-rapport 3806, 86 s.
- Aanes, K. J. , T. Tjomsland og E. Lydersen. 2001. Konsekvensutredning. Kjemikalieutslipp i Otra, Hunsfoss fabrikk. 9/11 - 2001. NIVA rapport nr. 4469-2002. 18 s.

6. Vedlegg

Tabell 3. Bunnfaunaen's sammensetning på stasjonene i nedre deler av Otra vassdraget ved prøvetaking i mai for årene 1999, 2000 og 2001. Antall individer pr 3 x 1 min. prøve. Metode NS 4719. 250 µm. Det ble i 2002 ikke hentet inn prøver i mai.

	Venneslafj. utløp		Vigeland			Haus			Kvarstein
	08.05. 2000	09.05. 2001	14.05. 1999	08.05. 2000	09.05. 2001	14.05. 1999	08.05. 2000	09.05. 2001	14.05. 1999
Fåbørstemark	244	224	144	120	8	32	48	29	176
Igler	1			1		1	1		1
Snegler									
Småmuslinger	1								
Vannmidd	38	14	24	12	3	3	1	5	24
Muslingkreps							24		
Øyestikkere									
Døgnfluer	30	164	14	59	5	90	45	42	20
Steinfluer	94	172	162	48	44	32	469	92	58
Billelarver	8			1					
Biller voksne									
Vårfluer	92	80	14	30	3	124	42	13	51
Knottlarver	60	36	16	36	1	1	2	1	1
Knott pupper									
Fjærmygg larver	2259	2136	1896	588	217	1496	976	1128	1768
Fjærmygg pupper	40	28	48	24	3	16	24	25	40
Andre tovinger	17	28	32	24	1	64	64	3	88
Totalt antall	2884	2882	2350	943	285	1859	1696	1338	2227
Antall grupper	11	8	8	9	8	9	10	8	9

Tabell 4 Otra vassdraget. Bunndyrsamfunnets sammensetning på stasjonene oppstrøms Hunsfoss Fabrikker AS (utløp Venneslafjord), nedstrøms Vigeland og ved Haus. Prøvetakingsdatoer : 07.07.1999, 10.07.2000, 24.07. 2001 og 10.07.02. Metode NS 4719. 250 µm. Antall dyr pr. sparkeprøve (3 ganger 1 min).

År :	Utløp Venneslafjord				Nedstrøms Vigeland				Haus			
	99	2000	2001	2002	99	2000	2001	2002	99	2000	2001	2002
Rundmarker												
Børstemarkar	176	136	27		88	152	120	150	56	40	19	72
Igler								5				
Muslinger									1			
Døgnfluer		2	2					8			1	
Steinfluer	45	36	92			14	36	174	44	68	44	192
Vårfluer	32	13	68			5		39	10	12	23	6
Biller, larver	0	24			2					8	1	
Biller, voksne	0	0						3		0		
Fjærmygg-larver	400	288	672		768	112	192	1032	808	232	296	492
Fjærmygg-pupper	2	3	1		8	11	4				3	4
Knott	280		36		36	1		10	32	8		
Vannmidd	24	80	52		90	8	80	67	48	8	32	4
Andre tovinger	32	8	1		12	8	16	19	3	8		4
Sum	991	590	951		1004	312	448	1507	1003	384	419	774
Antall gr.	7	8	5		6	8	4	10	7	8	8	7

Tabell 5. Bunndyrsamfunnets sammensetning på stasjonene **oppstrøms Hunsfoss Fabrikker A/S – utløp Venneslafjord**. 12.08.87, 30.07.89, 30.07.90, 07.07.91, 06.07.92, 11.07.93, 08.07.94, 10.07.95, 13.07.96, 09.07.97, 07.07.98, 07.07.99, 10.07.2000 og 24.07.2001. Antall dyr pr 3 ganger 1 min. sparkeprøve. Metode NS 4719. 250 µm. (Prøve fra 2002 mangler).

År:	1987	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2000	01	02
Rundmarker	44	120	20	32	32	48	112	5	0	144	36	0	0	0	
Børstemarkar	108	72	24	56	96	176	176	83	246	105	325	176	136	27	
Igler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
Døgnfluer	120	72	8	40	0	8	0	1	8	5	2		2	2	
Steinfluer	20	24	12	22	0	200	448	122	29	74	26	45	36	92	
Vårfluer	128	48	24	64	48	64	64	57	173	77	10	32	13	68	
Biller, larver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	
Biller, voksne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	
Fjærmygg-larver	1248	3664	740	984	1152	944	2144	280	984	3991	413	400	288	672	
Fjærmygg-popper	16	16	8	0	0	16	16	0	0	13	0	2	3	1	
Knott	4	16	4	0	0	0	48	5	0	0	14	280	0	36	
Vannmidd	104	304	108	152	272	160	288	131	195	50	99	24	80	52	
Andre tovinger	28	40	4	0	0	16	16	0	48	84	12	32	8	1	
Sum	1820	4376	952	1350	1600	1632	3328	684	1683	4520	938	991	590	951	
Antall gr.	9	9	9	5	8	8	8	8	7	10	10	7	8	8	

Tabell 6. Bunndyrsamfunnets sammensetning på st. **Nedstrøms Vigeland** i Otra den 12.08.87, 30.07.89, 30.07.90, 07.07.91, 06.07.92, 11.07.93, 08.07.94, 10.07.95, 13.07.96, 09.07.97, 07.07.98, 07.07.99, 10.07.2000, 24.07.2001 og 10.07.2002. Metode NS 4719. 250 µm. Antall dyr pr 3 ganger 1 min. sparkeprøve.

År:	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Rundmarker	44	232	56	208	80	128	224	51	168	198	134	0	0	0	0
Børstemarkar	352	1920	568	256	288	608	320	557	357	255	725	88	152	120	150
Igler	0	0	0	0	48	0	0	3	0	47	3	0	0	0	5
Muslinger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Døgnfluer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	8
Steinfluer	8	0	8	0	0	48	64	36	50	47	12	0	14	36	174
Vårfluer	0	0	0	0	0	32	2	33	99	93	66	0	5	0	39
Biller, larver	0	0	0	192	112	112	0	6	0	18	0	2	0	0	0
Biller, voksne	12	16	8	0	16	16	0	12	0	0	0	0	0	0	3
Fjærmygg-larver	1056	344	1520	2048	1248	1440	7680	708	5550	3338	1529	768	112	192	1032
Fjærmygg-pupper	20	8	16	96	0	32	96	47	48	0	13	8	11	4	0
Knott	4	0	0	0	0	0	0	0	24	0	51	36	1	0	10
Vannmidd	32	152	28	48	32	288	128	167	192	36	301	90	8	80	67
Andre tovinger	4	0	8	0	16	16	0	9	24	18	7	12	8	16	19
Sum	1532	2680	2212	2848	1840	2720	8516	1629	6512	4050	2866	1004	312	448	1507
Antall gr.	8	5	7	5	8	8	6	9	8	19	13	6	8	5	10

Tabell 7. Prøvetaking i forb. med giftutslipp på Hunsfoss fabrikker AS. Stasjon: **Nedstrøms Vigeland** 12.11.2001 (*Aanes m. fl. 2001*).

Vigeland	Øst side	Vest side
Børstemarker	216	46
Igler		
Muslinger		
Døgnfluer	94	46
Steinfluer	11	27
Vårfluer	13	28
Biller, larver		
Biller, voksne		
Fjærmygg-larver	384	1632
Fjærmygg-pupper		
Knott	53	18
Vannmidd	8	
Andre tovinger	4	
Sum	783	1797
Antall gr.	8	6

DØGNFLUER	Øst side	Vest side
Baetis sp	30	
Baetis rhodani	62	23
Leptophlebia sp	2	21
Leptophlebia marginata		2
Antall døgnfluearter	3	3
STEINFLUER		
Isoperla grammatica	1	
Siphonoperla burmeisteri		6
Amphinemura borealis		3
Protonemura meyeri	2	
Nemoura sp	5	
Nemoura avicularis		2
Nemoura cinerea		1
Leuctra hippopus	3	15
Antall steinfluearter	4	5

VÅRFLUER	Østside	Vestside
Rhyacophila nubila	2	
Oxyethira sp.	2	14
Plectrocnemia conspersa	1	2
Polycentropus flavomaculatus		2
Neureclipsis bimaculata	5	4
Lepidostoma hirtum	1	
Limnephilidae indet.		3
Athripsodes sp	2	
Oecetia sp		3
Antall vårfluearter	6	6

Tabell 8. Arter av Døgnfluer i Otra. Materiale fra mai, årene 14.05.1999, 08.05. 2000 og 09.05. 2001. (*

DØGNFLUER	Venneslafj. utløp			Vigeland			Haus		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Baetis sp			2			3			18
Baetis rhodani		3		8	54	2	24	40	22
Heptagenia				2					
Heptagenia		1	4					1	
Leptophlebia sp		14	117	2	5		66	4	
Leptophlebia		12	16						2
Leptophlebia			27	2					
Antall døgnfluearter		4	4	4	2	2	2	3	3

Tabell 9. Arter av : Steinfluer i Otra. Materiale fra mai, årene 1999, 2000 og 2001.

STEINFLUER	Vennesla utløp			Vigeland			Haus		
	14.05.99	08.05.00	09.05.01	14.05.99	08.05.00	09.05.01	14.05.99	08.05.00	09.05.01
Diura nanseni			1	2		4			
Isoperla difformis				10	8				
Isoperla grammatica		1					2	2	1
Siphonoperla burmeisteri		4	3			1		2	
Brachyptera risi					8	1	2	3	3
Amphinemura sp.		2	16		23		2	5	
Amphinemura borealis				48		2	4	22	6
A.sulcicollis		18	1	28			12	18	
Protonemura meyeri			1	2	3			1	
Nemoura cinerea		17	28						
Nemurella picteti									2
Leuctra sp.		52	112	72	6	36	10	416	80
Leuctra fusca									
Antall steinfluearter		6	7	6	5	5	6	8	5

Tabell 10. Arter av : Vårfluer i Otra. Materiale fra mai, årene 1999, 2000 og 2001.

	Vennesla utløp			Vigeland			Haus		
	14.05.99	08.05.00	09.05.01	14.05.99	08.05.00	09.05.01	14.05.99	08.05.00	09.05.01
VÅRFLUER									
Rhyacophila nubila				4				2	2
Agapetus ochripes									
Wormaldia subnigra									
Hydroptila sp.					5				2
Oxyethira sp.		6	24					9	
Plectrocnemia conspersa		2					4	1	
Polycentropus		37	15		2		14	5	1
Neureclipsis bimaculata		17	1				28		
Polycentropidae indet		28	32	10	8		76	17	6
Hydropsyche siltalai							2	2	
Hydropsyche sp.									
Micrasema sp.					2				
Lepidostoma hirtum					12			2	
Limnephilidae indet.		1						4	
Halesus radiatus									
Leptoceridae indet									
Athripsodes sp.						3			
Sericostoma personatum									
Oecetis testacea		1							
Lype reducta									
Trich indet			8						
Apatania sp									
Antall vårfluearter		7	5	2	5	1	5	8	4

Tabell 11. Arter av Døgnfluer i Otra. Materiale fra juli, årene 1999, 2000, 2001 og 2002.

DØGNFLUER	Vennesla utløp				Vigeland				Haus			
	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02
Baetis sp												
Baetis rhodani												
Heptagenia fuscogrisea												
Leptophlebia sp												
Leptophlebia marginata												
Leptophlebia vespertina		2						8				
Leptophlebiidae sp.			2								1	
Antall døgnfluearter	0	1	1		0	0	0	1	0	0	1	0

Tabell 12. Arter av : Steinfluer i Otra. Materiale fra juli, årene 1999, 2000, 2001 og 2002.

STEINFLUER	Vennesla utløp				Vigeland				Haus			
	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02
Diura nanseni												
Isoperla sp.												
Isoperla difformis												
Isoperla grammatica	1											
Siphonoperla burmeisteri												
Brachyptera risi												
Amphinemura sp.					1							
Amphinemura borealis					2							
A.sulcicollis												
Protonemura meyeri												
Nemoura cinerea												
Nemurella picteti												
Leuctra sp.	45	36	82		48	14	36	169	44	60	23	189
Leuctra fusca			10					5		2	21	3
Antall steinfluearter	2	1	2		3	1	1	2	1	2	2	2

Tabell 13. Arter av : Vårfluer i Otra. Materiale fra juli, årene 1999, 2000, 2001 og 2002.

VÅRFLUER	Vennesla utløp				Vigeland				Haus			
	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.0702	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.0702	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.0702
Rhyacophila nubila					1						12	
Agapetus ochripes												
Wormaldia subnigra												
Hydroptila sp.												
Oxyethira sp.								14				
Plectrocnemia conspersa			1					4		2		
Polycentropus	24	12	30		8	1		17	7	7	4	
Neureclipsis bimaculata	8	1	1		4			1	3	1		
Polycentropidae indet			36									2
Hydropsyche siltalai												
Hydropsyche sp.												
Micrasema sp.												
Lepidostoma hirtum					1	1				1	1	4
Limnephilidae indet.								1				
Halesus radiatus												
Leptoceridae indet												
Athripsodes sp.					1			2			3	
Sericostoma personatum												
Oecetia sp.											2	
Lype reducta												
Trich indet												
Apatania sp					1	1				1		
Antall vårfluearter	2	2	4		6	3	0	6	2	5	5	2

Tabell 14. Fjærmygglarver og børstemarkers prosentvise andel av bunnfaunaen i Otra på stasjonene: **A:** Oppstrøms Hunsfos, og **B:** stasjonen nedstrøms Vigeland Gård og **C ved** Haus. Data fra perioden 1987 til 2002.

A : Oppstrøms Hunsfoss - Utløp Venneslafjord.

År	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Fjærmygg larver	67 %	84 %	78 %	73 %	72 %	58 %	64 %	41%	58%	87%	44%	40%	49%	71%	
Fåbørstemark	6 %	2 %	3 %	4 %	6 %	11 %	5%	12%	15%	2%	35%	18%	23%	3 %	
Samlet	73 %	86 %	81 %	77 %	78 %	69 %	69%	53%	73%	89%	79%	58%	72%	74%	

B : Stasjon. Nedstrøms Vigeland Gård.

År	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Fjærmygg larver	69 %	13 %	69 %	72 %	68 %	53 %	90 %	47%	86%	82%	53%	76%	36%	43 %	68%
Fåbørstemark	23 %	72 %	26 %	9 %	16 %	22 %	4%	34%	5%	6%	25%	9%	49%	27%	10%
Samlet	92 %	74 %	95 %	81 %	84 %	75 %	94 %	81%	91%	88 %	78%	85%	85%	70%	78%

C : Stasjon. Haus .

År	1999	2000	2001	2002
Fjærmygg larver	81 %	60%	71%	64%
Fåbørstemark	6%	10%	5%	9%
Samlet	87%	70%	76%	73%

Tabell 15. Bunndyrgrupper i sidebekker nedstrøms Vigeland. Prøver hentet inn den 14. 05. 1999, 08. 05. 2000 og 09. 05. 2001.
Antall individer pr 3 x 1 min. prøve. Metode NS 4719. 250 µm.

	Strais bekken		Høyebekken				Kjekse bekken		Lonanebekken		
			(Kilen)	nedre	øvre	nedre					
	08.05.00	09.05.01	14.05.99	08.05.00	08.05.00	09.05.01	08.05.00	09.05.01	14.05.99	08.05.00	09.05.01
Fåbørstemark	88	3	112	56	48	26	16	20	144	24	
Igler	2					1					
Snegler											
Småmuslinger	2		1							3	
Vannmidd	4	6	64	24	32		16		64	16	
Muslingkreps	1			1			1		40	1	
Øyestikkere							1		1		
Døgnfluer		19					94	760	248	136	132
Steinfluer	36	17	37	455	123	742	126	106	416	101	232
Billelarver	42	62	8	8	4				1		
Biller voksne			1						1	1	
Vårfluer	8	9	11	10	48	32	7	4	15	9	24
Knottlarver			2	1	1	7	1	92	2	1	8
Knottpupper											
Fjærmygg larver	240	984	1592	648	368	792	112	216	248	1480	364
Fjærmygg pupper		3	32				8		16		
Andre tovinger	248	30	56		16	15	16	1	24	24	16
Totalt antall	671	1133	1916	1203	640	1615	398	1199	1220	1796	806
Antall grupper	10	8	9	8	8	7	10	7	11	11	8

Tabell 16. Bunndyrgrupper i sidebekker til Otra nedstrøms Vigeland. Prøver hentet inn den 7. 07. 1999, 10. 07. 2000, 24.07.2001 og 10.07.2002. Antall individer pr 3 x 1 min. prøve. Metode NS 4719. 250 µm.

	Lonane bekken				Strais bekken			Høye bekken				Kjekse bekken		
	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02	10.07.00	24.07.01	10.07.02	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02	10.07.00	24.07.01	10.07.02
Fåbørstemark	32	132	8	42	64	22	16	112	204	6	104	64	15	42
Igler														
Snegler		6						2						
Småmuslinger		3		1										1
Vannmidd			38	8	8	80	18	72		192	16	8	23	8
Øyestikkere				2					2		2			2
Mudderflue											1			
Døgnfluer	14	27	16	122	4	80	223		11		98	12	1	45
Steinfluer	18	183	248	128	29	126	122	39	258	184	348	184	247	42
Billelarver	8		12	34		32	80		24	2	8	16		34
Biller voksne														
Vårfluer	24	6	165	42	2	16	24	8	45	228	73	4	9	6
Knottlarver	40	24	42	64	120	152	176	88	96	32	8	32	156	64
Knott pupper														
Fjærmygg larver	344	432	5624	608	744	7296	2752	2544	1296	3312	1336	192	1304	608
Fjærmygg pupper	10		8	16		28	32	20		14	3		3	16
Andre tovinger	3	12	22	36	13	148	120	48	24	4	36	3	34	36
Totalt antall	493	825	6183	1103	984	7980	3563	2933	1960	3974	2033	515	1792	904
<i>Antall grupper</i>	8	9	9	11	8	9	9	8	9	8	11	9	8	11

Tabell 17. Arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer i sidebekker til Otra. Materiale fra 14. mai 1999, 8. mai 2000 og 9. mai 2001

DØGNFLUER	Lonane bekken			Strais bekken		Høye bekken				Kjekse bekken	
	14.05.99	08.05.00	09.05.01	08.05.00	09.05.01	Nedre	øvre	Kilen	Nedre	08.05.00	09.05.01
Baetis sp			107								560
Baetis rhodani	248	136	25		19					94	200
Heptagenia joernensis											
Heptagenia fuscogrisea											
Leptophlebia sp											
Leptophlebia marginata											
Leptophlebia vespertina											
Antall døgnfluearter	1	1	2	0	1	0	0	0	0	1	2

STEINFLUER	Lonane bekken			Strais bekken		Høye bekken				Kjekse bekken	
	14.05.99	08.05.00	09.05.01	08.05.00	09.05.01	Nedre	øvre	Kilen	Nedre	08.05.00	09.05.01
Diura nanseni											
Isoperla sp.			2		1			2	9	1	
Isoperla difformis											
Isoperla grammatica		1	2			2		2	1		2
Siphonoperla burmeisteri	11	6	17			5	18		16	5	20
Brachyptera risi	1	1	16		7		5	28	246	70	58
Amphinemura sp.		20	152		4				360		10
Amphinemura borealis	104	44		2	2	28	28			12	
A.sulcicollis	19	13	30	6		20	8		58	10	12
Protonemura meyeri	1								2		
Nemoura cinerea			1								
Leuctra sp.	280	16	12	28	3	400	64	5	32	28	4
Leuctra fusca											
Antall steinfluearter	6	7	8	3	5	5	5	4	8	6	6

Tabell 17. Forts. Arter av vårfluer i sidebekker til Otra. Materiale fra 14. mai 1999, 8. mai 2000 og 9. mai 2001.

VÅRFLUER	Lonane bekken			Strais bekken		Høye bekken				Kjekse bekken	
	14.05.99	08.05.00	09.05.01	08.05.00	09.05.01	Nedre	øvre	Kilen	Nedre	08.05.00	09.05.01
						08.05.00	08.05.00	08.05.00	09.05.01		
Rhyacophila nubila	7	4	10	2	8	1	10	6	18	2	1
Agapetus ochripes											
Wormaldia subnigra											
Hydroptila sp.											
Oxyethira sp.						1					
Plectrocnemia conspersa	1					2	4	3	3	5	3
Polycentropus flavomaculatus	2	1				4	9	2			
Neureclipsis bimaculata											
Polycentropidae indet	1			2			6				
Hydropsyche siltalai	4	4	6			1	10		5		
Hydropsyche sp.			8				9		6		
Micrasema sp.											
Lepidostoma hirtum											
Limnephilidae indet.				2		1					
Halesus radiatus											
Leptoceridae indet											
Sericostoma personatum				1	1						
Oecetis testacea											
Lype reducta				1							
Apatania sp											
Antall vårfluearter	5	3	3	5	2	6	6	3	4	2	2

Tabell 18. Artssammensetningen i gruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer. Materiale hentet fra sidebekker til Otra. Prøvene er tatt i juli og representerer årenene 1999 til 2002.

DØGNFLUER	Lonane bekken				Strais bekken			Høye bekken				Kjekse bekken		
	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02	10.07.00	24.07.01	10.07.02	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02	10.07.00	24.07.01	10.07.02
Baetis sp		15		80	4	70	197		9		76	2		
Baetis rhodani	14	3	16	40		10	20	?	2		20	10	1	44
Baetis fuscatus/scambus							3							
Heptagenia fuscogrisea														
Leptophlebia sp														
Leptophlebia marginata														
Antall døgnfluearter	1	2	1	2	1	2	3	0	2	0	2	2	1	1

STEINFLUER	Lonane bekken				Strais bekken			Høye bekken				Kjekse bekken		
	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02	10.07.00	24.07.01	10.07.02	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02	10.07.00	24.07.01	10.07.02
Diura nanseni														
Isoperla sp.														
Isoperla grammatica														
Siphonoperla burmeisteri														
Brachyptera risi														
Amphinemura sp.			40			24	18						4	
Amphinemura borealis														
A.sulcicollis														
Protonemura meyeri											2		4	
Nemoura sp			16			4								
Nemoura cinerea														
Nemoura picteti											8			
Leuctra sp.	18	106	180		24	90	104	39	243	156	338	174	236	42
Leuctra fusca		15	12	128	5	6			15	28		10	3	
Antall steinfluearter	1	2	4	1	2	4	2	1	2	2	3	2	4	1

Tabell 18. Forts. Artssammensetningen i gruppen vårfluer. Materiale hentet fra sidebekker til Otra. Prøvene er tatt i juli og representerer årenene 1999 til 2002.

VÅRFLUER	Lonane bekken				Strais bekken			Høye bekken				Kjekse bekken		
	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02	10.07.00	24.07.01	10.07.02	07.07.99	10.07.00	24.07.01	10.07.02	10.07.00	24.07.01	10.07.02
Rhyacophila nubila	2	2	3		1	14	20	7	9	48	8		4	1
Agapetus ochripes														
Wormaldia subnigra	21		32	40				1	32	88	40			
Hydroptila sp.														
Oxyethira sp.			1											
Plectrocnemia conspersa											1	4	1	4
Polycentropus flavomaculatus	1	2	22	3		12	2		2	56	2			
Neureclipsis bimaculata														
Polycentropidae indet			51							32				1
Hydropsyche siltalai									3	4	6			
Hydropsyche sp.						4								
Micrasema sp.														
Lepidostoma hirtum														
Limnephilidae indet.														
Halesus radiatus		2												
Leptoceridae indet														
Sericostoma personatum					1		2							
Oecetis testacea														
Lype reducta														
Apatania sp														
Trichoptera indet			56								16		4	
Antall vårfluearter	3	3	6	2	2	3	3	2	4	5	6	1	3	3

Tabell 19. Døgn- stein- og vårfluearter funnet i materialet fra stasjonen: **Utløp Venneslafjorden/oppstrøms Hunsfoss Fabrikker AS**
Perioden 1987 til 2001. Antall dyr pr 3 x 1 min. sparkeprøve. Metode NS 4719.

År :	1987	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2000	2001
Døgnfluer														
Leptohplebia vespertina	120	72	8	40	0	8	0	0	8	7	2	0	2	
Leptohplebia sp.														2
Paraleptohplebia sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Steinfluer														
Siphonoperla burmeisteri	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taeniopteryx nebulosa	0	0	0	0	0	8	16	0	0	0	0	0	0	0
Leuctra fusca	20	24	8	22	0	192	432	120	29	115	0	0	0	10
Leuctra hippopus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0
Leuctra sp.												45	36	82
Isoperla grammatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Vårfluer														
Oxyethira sp.	48	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plectrocnemia conspersa	48	16	16	0	0	16	0	0	16	0	0	0	0	1
Polycentropus flavomaculatus	32	16	0	40	48	40	56	23	87	68	5	24	12	30
Neureclipsis bimaculata	0	0	0	24	0	8	8	9	48	12	5	8	1	1
Polycentropidae indet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
Hydropsyche sp.	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limnephilidae indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Athripsodes sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	22	2	0	0	0	0
Sum :	268	136	44	126	48	272	513	153	210	204	38	78	51	162
Antall taxa	5	5	5	4	1	6	5	4	6	5	4	4	4	7

Tabell 20. Døgn- stein- og vårfluearter funnet i materialet fra stasjonen **nedstrøms Vigeland** i juli. Perioden 1987 til 2000. Antall dyr pr 3 x 1 min. sparkeprøve. Metode NS 4719.

År :	1987	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2000	2001	2002
Døgnfluer															
Leptohplebia vespertina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Paraleptophlebia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baetis rhodani	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
Steinfluer															
Siphonoperla burmeisteri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphinemura borealis												2	0	0	0
Amphinemura sp.												1	0	0	0
Taeniopteryx nebulosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leuctra fusca	8	0	8	0	0	48	64	35	50	47	0				5
L. hippopus											12				
Leuctra sp.												48	14	36	169
Vårfluer															
Neureclipsis bimaculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	22	4	0	0	1
Oxyethira sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	14
Plectrocnemia conspersa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Polycentropus flavomaculatus	0	0	0	0	0	16	1	2	10	43	25	8	1	0	17
P. irroratus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Cynus trimaculatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Lepidostoma hirtum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Limnephilidae indet.	0	0	0	0	0	16	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Athripsodes aterrimus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Athripsodes sp.	0	0	0	0	0	0	0	22	57	8	8	1	0	0	2
Rhyacophila nubila	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0
Holoontropus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Tinodes waeneri	0	0	0	0	0	0	0	9	0	21	12	0	0	0	0
Apatania sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Sum :	8	0	8	0	0	80	66	68	149	140	90	67	17	36	221
Antall taxa	1	0	1	0	0	3	3	4	4	6	9	9	4	1	9

Tabell 21. Otra vassdraget. Klassifisering av forsuringsstatus ved hjelp av vassdragets bunnfauna. Prøver fra **mai** måned i perioden 1999 til 2002.

	Forsurings verdi	Vennesla utløp	Vennesla utløp	Vigeland	Vigeland	Vigeland	Haus	Haus	Haus	Kvarstein
		08.05.00	09.05.01	14.05.99	08.05.00	09.05.01	14.05.99	08.05.00	09.05.01	14.05.99
DØGNFLUER										
Baetis sp	1		1			1			1	
Baetis rhodani	1	1		1	1	1	1	1	1	1
Leptophlebia sp										
STEINFLUER										
Diura nanseni	0.5		0.5	0.5		0.5				
Isoperla sp.	0.5									
Isoperla difformis	0.5			0.5	0.5					
Isoperla grammatica	0.5	0.5					0.5	0.5	0.5	0.5
VÅRFLUER										
Wormaldia subnigra	1									
Hydropsyche siltalai	0.5						0.5	0.5		
Hydropsyche sp.	0.5									
Lepidostoma hirtum	0.5				0.5			0.5		0.5
Sericostoma personatum	0.5									
Apatania sp	0.5									
Småmuslinger	0.25			0.25						
Snegler	1									
Forsurings status		1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabell 22. Otra, sidevassdrag. Klassifisering av forsuringsstatus ved hjelp av vassdragets bunnfauna. Prøver fra mai måned i perioden 1999 til 2002.

	Forsurings verdi	Kjekse- bekken	Kjekse- bekken	Høyebekk en nedre	Høyebekk en øvre	Høyebekk en (Kilen)	Høyebekk en	Lonane- bekken	Lonane- bekken	Lonane- bekken	Straisbekk en	Straisbekk en
		08.05.2000	09.05.2001	08.05.2000	08.05.2000	08.05.2000	09.05.2001	14.05.1999	08.05.2000	09.05.2001	08.05.2000	09.05.2001
DØGNFLUER												
Baetis sp	1		1							1		
Baetis rhodani	1	1	1					1	1	1		1
Leptophlebia sp												
STEINFLUER												
Diura nanseni	0.5											
Isoperla sp.	0.5	0.5				0.5	0.5			0.5		0.5
Isoperla difformis	0.5											
Isoperla grammatica	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5		
VÅRFLUER												
Wormaldia subnigra	1											
Hydropsyche siltalai	0.5			0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5		
Hydropsyche sp.	0.5				0.5		0.5			0.5		
Lepidostoma hirtum	0.5											
Sericostoma personatum	0.5										0.5	0.5
Apatania sp	0.5											
Småmuslinger	0.25			0.25					0.25		0.25	
Snegler	1											
Forsurings status		1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.5	1

Tabell 23. Otra vassdraget. Klassifisering av forsuringstatus ved hjelp av vassdragets bunnfauna. Prøver fra juli måned i perioden 1999 til 2002.

	Forsurings verdi	Vennesla	Vennesla	Vennesla	Vigeland	Vigeland	Vigeland	Vigeland	Haus	Haus	Haus	Haus
		utløp	utløp	utløp	07.07.1999	10.07.2000	24.07.2001	10.07.2002	07.07.1999	10.07.2000	24.07.2001	10.07.2002
DØGNFLUER												
Baetis sp	1											
Baetis rhodani	1											
Leptophlebia sp												
STEINFLUER												
Diura nanseni	0.5											
Isoperla sp.	0.5											
Isoperla difformis	0.5											
Isoperla grammatica	0.5	0.5										
VÅRFLUER												
Wormaldia subnigra	1											
Hydropsyche siltalai	0.5											
Hydropsyche sp.	0.5											
Lepidostoma hirtum	0.5				0.5	0.5			0.5	0.5	0.5	0.5
Sericostoma personatum	0.5											
Apatania sp	0.5				0.5	0.5			0.5			
Småmuslinger	0.25								0.25			
Snegler	1											
Forsurings status		0.5	0	0	0.5	0.5	0	0	0.25	0.5	0.5	0.5

Tabell 24. Otra, sidevassdrag. Klassifisering av forsøringsstatus ved hjelp av vassdragets bunnfauna. Prøver fra juli måned i perioden 1999 til 2002.

	Forsøringsverdi	Kjekse-bekken	Kjekse-bekken	Kjekse-bekken	Lonane-bekken	Lonane-bekken	Lonane-bekken	Lonane-bekken	Høye-bekken	Høye-bekken nedre	Høye-bekken	Høye-bekken nedre	Strais-bekken	Strais-bekken	Strais-bekken
		10.07. 2000	24.07. 2001	10.07. 2002	07.07. 1999	10.07. 2000	24.07. 2001	10.07. 2002	07.07. 1999	10.07. 2000	24.07. 2001	10.07. 2002	10.07. 2000	24.07. 2001	10.07. 2002
DØGNFLUER															
Baetis sp	1	1				1		1	(?)	1		1	1	1	1
Baetis rhodani	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1		1	1
Leptophlebia sp															
STEINFLUER															
Diura nanseni	0.5														
Isoperla sp.	0.5														
Isoperla difformis	0.5														
Isoperla grammatica	0.5														
VÅRFLUER															
Wormaldia subnigra	(1 / 0,5)				0,75		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75			
Hydropsyche siltalai	0.5									0.5	0.5	0.5			
Hydropsyche sp.	0.5													0.5	
Lepidostoma hirtum	0.5														
Sericostoma personatum	0.5												0.5		0.5
Apatania sp	0.5														
Småmuslinger	0.25												0.25		
Snegler	1									0.5			0.5		
Forsørings status		1	1	1	1	1	1	1	0,75	1	0,75	1	1	1	1

Tabell 25. Otra vassdraget. Klassifisering av forsuringsstatus ved hjelp av vassdragets bunnfauna. Data fra prøvetaking i forb. med giftutslipp på Hunsfoss fabrikk AS. Stasjon: **Nedstrøms Vigeland** 12.11.2001 (*Aanes m. fl. 2001*).

	Forsurings-verdi	Vigeland østside	Vigeland vestside
		12.11.2001	12.11.2001
DØGNFLUER			
Baetis sp	1	1	
Baetis rhodani	1	1	1
Leptophlebia sp			
STEINFLUER			
Diura nanseni	0.5		
Isoperla sp.	0.5		
Isoperla difformis	0.5		
Isoperla grammatica	0.5	0.5	
VÅRFLUER			
Wormaldia subnigra	1		
Hydropsyche siltalai	0.5		
Hydropsyche sp.	0.5		
Lepidostoma hirtum	0.5	0.5	
Sericostoma personatum	0.5		
Apatania sp	0.5		
Småmuslinger	0.25		
Snegler	1		
Forsurings status		1	1

Tabell 26. Otra. Samlet fangst av laks og sjø ørret for 10 års perioden 1993 til 2002.

År	Antall laks	Kg	Gj. sn. vekt	Antall sjøørret	Kg.	Gj. sn. vekt	Samlet vekt
1993	804	2462	3,3	397	190	0,48	2652
1994	1668	4019	2,4	216	166	0,78	4185
1995	987	2419	2,5	395	201	0,51	2620
1996	589	1423	2,4	211	110	0,52	1533
1997	886	2041	2,3	52	42	0,81	2083
1998	2768	5843	2,1	201	237	1,18	6080
1999	1039	2446	2,4	151	134	0,88	2580
2000	1501	3619	2,4	189	244	1,29	3863
2001	3376	7410	2,2	108	175	1,62	3551
2002	2384	5513	2,3	124	165	1,33	5678
						Sum	34 798 Kg

