

LABORATORIUM FOR FERSKVANNSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE

Rapportnr. 211-2002

ISSN0333-161x

BUNNDYR OG FISK I
HOLMENBEKKEN, HOFFSELVA
OG MAKRELLBEKKEN I 2001



Trond Bremnes og Svein Jakob Saltveit



NATURHISTORISK MUSEUM, UNIVERSITETET I OSLO

LABORATORIUM FOR FERSKVANNSØKOLOGI
OG INNLANDSFISKE (LFI),
UNIVERSITETET I OSLO

BUNNDYR OG FISK I
HOLMENBEKKEN, HOFFSELVA
OG MAKRELLBEKKEN I 2001

LFI-RAPPORT NR. 212

Trond Bremnes og Svein Jakob Saltveit



Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI),
Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo,
Boks 1172 Blindern, 0318 Oslo

FORORD

Et miljøpolitisk prinsippprogram for vern av elver, bekker og vann i Oslo er pr. 19.6.82 vedtatt av formannskapet i Oslo. I vedtaket heter det bl. a.: "Overvåking av Oslos vassdrag gjennomføres iflg. vedlagte overvåkingsprogram". Overvåkingsprogrammet er lagt opp etter de grunntanker vi finner nedfelt i Stortingsmelding nr. 107 (1974-75) om arbeidet med en landsplan for bruken av vannressursene.

Ryggraden i overvåkingsprogrammet er fysisk-kjemiske parametre brukt på vannprøver tatt på bestemte lokaliteter og til bestemt tid. Selv med relativt hyppig prøvetaking sier det seg selv at resultatene i stor grad likevel blir øyeblikksbilder av situasjonen. Som et utfyllende og supplerende element kommer her biologiske parametre inn. Slike kan gi et mer nyansert bilde av en forurensningssituasjon over tid. I overvåkingsprogrammet er det derfor tatt med bl. a. studier av begroing i bekker og elver, planteplanktonbestemmelser i innsjøer samt fisk og bunndyr i vassdragene.

Bunndyr og fisk har blitt overvåket i Oslovassdragene siden 1976. De to første rapportene dokumenterte tilstanden i 1976 og 1977 for Mærradalsbekken, Hoffselva, Frognerelva og Akerselva, mens de påfølgende behandlet tilstanden i 1980-81, 1981-82, 1982-83 og 1983-84 for henholdsvis Ljanselva, Alna, Akerselva og Lysakerelva. Andre runde med undersøkelser gikk som følgende: Frognerelva (1984-85), Hoffselva (1985-86), Mærradalsbekken (1986-87), Ljanselva (1987-88) og Alna (1988-89) og Lysakerelva (1990-91). Tredje runde med undersøkelser: Akerselva (1989-90), Frognerelva (1991-92), Hoffselva (1992-93), Mærradalsbekken (1993-94), Ljanselva (1994-95) og Alna (1995-96). Akerselva ble undersøkt for fjerde gang i 1996 og for femte gang i 2001. Dette er fjerde gangen Hoffselva blir undersøkt. Dessuten har Alna-vassdraget (1999-2000) blitt undersøkt for å kartlegge graden av og kilder til forurensning. I tillegg er det utgitt flere notater og rapporter i forbindelse med ulike episoder i Oslovassdragene: To rapporter i forbindelse med fiskedød i Akerselva høsten 1986. Et notat om utslipp av syre i Akerselva ble utgitt i 1988. Et notat om fiskedød i Ljanelva ble utgitt i 1989. En rapport om utslipp av diesel i Akerselva i 2001 og utslipp av løsemiddel i Alna i 2001. Arbeidet er utført som betalt oppdrag fra Oslo vann- og avløpsverk av Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI), Zoologisk museum i Oslo. Forsker Trond Bremnes og amanuensis Svein Jakob Saltveit har hatt ansvar for opplegg og gjennomføring.

Det rettes en varm takk til alle som har vært engasjert og konsultert i forbindelse med undersøkelsen. Kommentarer fra interesserte mottas med takk!

Oslo, februar 2002

INNHOOLD

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	5
INNLEDNING.....	7
OMRÅDE OG STASJONSBEKRIVELSE	9
Områdebeskrivelse.....	9
MATERIALE OG METODE	10
Bunndyr.....	10
Fisk.....	10
RESULTATER.....	11
Bunndyr.....	11
Fisk.....	13
DISKUSJON.....	16
Generelt.....	16
Holmenbekken, Hoffselva og Makrellbekken	17
Utvikling siden 1976.....	18
TABELLER	22
LITTERATUR.....	24
BUNNDYRILLUSTRASJONER.....	27

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 2002. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Bunndyr og fisk i Holmenbekken, Hoffselva og Makrellbekken 2001. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske*, Oslo, 212, 30 s.

I forbindelse med de tiltak som er satt i verk for å bedre vannkvaliteten i vassdragene innen Oslo kommune, har det blitt foretatt en undersøkelse av bunndyr og fisk i Hoffselva-systemet. Materiale er samlet inn på én stasjon i Skådalsbekken (HOF1), to stasjoner i Holmenbekken (HOF2 - HOF3), én stasjon i Hoffselva (HOF5) og tre stasjoner i Makrellbekken (MAK1 - MAK3). Undersøkelsen ble utført i vår og høst 2001. Vassdraget er tidligere undersøkt i 1976-77, 1985-86 og 1992-93. Det er derfor et godt grunnlag for å kunne vurdere endringer i de biologiske forhold og forurensningssituasjonen.

De to øverste stasjonene HOF1 (Skådalsbekken) og HOF2 (oppstrøms Holmendammen) ble betegnet som lite forurenset i 2001. Begge hadde en rik og sammensatt bunnfauna med mange arter steinfluer.

På stasjon HOF3 rett før samløp med Makrellbekken var fortsatt bunnfaunaen sammensatt, men det skjer en viss forenkling ved at enkelte tolerante arter/grupper ble funnet i stort antall, samtidig som steinfluefaunaen var redusert. En forverring i dette området vil fort føre til dominans av fjærmygg og fåbørstemark.

På den nederste stasjonen (HOF5) i Hoffselva var det dominans av forurensningstolerante grupper som fåbørstemark og fjærmygg. Det ble ikke funnet steinfluer, men en del andre grupper var tilstede, slik at stasjonen må betegnes som moderat forurenset. God bestand av reproduserende ørret viser at forholdene fortsatt er brukbare for laksefisk, men en ytterligere forverring kan fort føre til at fisken forsvinner.

I Makrellbekken skjer det en gradvis forverring i forurensningssituasjonen nedover. Øverst ved Lybekkveien (MAK1) var forurensningsgraden liten med mange steinfluer tilstede, men få arter. Videre ned til Arnebråtveien (MAK2) forsvinner nesten alle steinfluene, og fåbørstemark blir vanligste gruppe. Faunaen er fortsatt såpass sammensatt at forurensningsgraden må betegnes som moderat. Situasjonen før innløpet i Holmenbekken (MAK3) blir ytterligere forverret, steinfluene er borte og fåbørstemark, fjærmygg og døgnfluen *Baëtis rhodani* dominerer. Forurensningen må betegnes som moderat, men kan fort utvikle seg mot sterk. Tilstedeværelsen av reproduserende ørret nederst i Makrellbekken viser også at forholdene ikke kan være mer enn moderat forurenset.

Som en oppsummering kan det sies at den øvre delen av Holmenbekken ned til Holmendammen er lite preget av forurensning, mens videre nedover øker forurensningsgraden til svak mot moderat før samløpet med Makrellbekken. Derfra og nedover øker graden til moderat (mot sterkt) forurenset før utløpet i Bestumkilen. Makrellbekken må betegnes som svakt forurenset øverst, så øker graden til moderat

forurenset i midtpartiet til over mot moderat til sterkt forurenset ved samløpet med Holmenbekken.

Det ble funnet ørret i hele Holmenbekken/Hoffselva-systemet, samt nederst i Makrellbekken. Dette reflekterer at forholdene i vassdraget som helhet må betegnes som bra, men det kan fort skje en negativ utvikling i de nedre delene hvis belastningsgraden tiltar.

Siden de første undersøkelsene i 1976 har forholdene i Hoffselv-systemet til dels endret seg mye. Den øvre delen ned til Holmendammen (HOF1 - HOF2) har alltid vært lite forurenset. Videre ned til samløpet med Makrellbekken har forholdene vært relativt stabile med en sammensatt fauna, men dominans av enkelte tolerante arter viser at det er en viss påvirkning her. Stasjonen har jevnt over bedret seg fra moderat til svak forurensning. Den mest markerte endringen har kommet i den nederste delen (HOF5). Dette område var preget av sterk forurensning på 1970- og -80-tallet; med dominans av fåbørstemark og fravær av fisk. Her skjedde det en markert bedring til bare svak forurensning på begynnelsen av 90-tallet, ved at faunaen ble sammensatt, og det ble funnet reproduserende laks og ørret her. I 2001 virket det som forholdene har forverret seg noe, med en enklere bunnfauna. Fortsatt tilstedeværelse av reproduserende ørret viser at tilstanden må betegnes som moderat forurenset. Makrellbekkens nedre del (MAK3 = HOF4) var moderat til sterkt forurenset på 1970- og -80-tallet. Det ble ikke funnet fisk her. Fra begynnelsen av 90-tallet og fram til i dag har det skjedd en bedring, faunaen har blitt mer sammensatt, og det blir funnet reproduserende ørret her.

I 2001 ble det kun påvist ørret i Hoffselv-systemet, med unntak av skrubbeflyndre på den nederste stasjonen (HOF5). Ørret ble funnet på alle stasjonene bortsett fra de to øverste i Makrellbekken (MAK1 og MAK2) hvor det ikke ble påvist fisk.

I Skådalsbekken (HOF1) ble det bare funnet én ørret, mens det på stasjon HOF2 var god tetthet og årsunger tilstede, noe som viser vellykket gyting høsten 2000. Det var noe mindre tetthet på HOF3, men forholdsvis få årsunger antyder gyting også her. Det var mye årsunger av ørret i god kondisjon på HOF5, noe som viser at det har vært vellykket gyting også her høsten 2000, og at de har gode næringsforhold. Nederst i Makrellbekken (MAK3) var det også bra med ørret, men bare én årsunge ble påvist. I den øvre del av Makrellbekken var vannkvaliteten og ernæringsforholdene for fisk bra. Årsaken til fraværet av fisk her var trolig periodevis lien vannføring.

INNLEDNING

Denne undersøkelsen er et ledd i arbeidet med å belyse biologisk status for vassdrag innen Oslo. Resultatene skal benyttes som kontroll på bedringer som finner sted i vassdragene som følge av tiltak mot forurensninger. Målene med forurensningstiltakene var å få vassdragene så rene at fisk kunne reprodusere og leve der. Tidligere undersøkelser er gjort av Borgstrøm (1976), Borgstrøm og Saltveit (1978), Brabrand og Saltveit (1984), Brittain og Saltveit (1984a, 1984b, 1985, 1986a), Bremnes og Saltveit (1988a, 1988b, 1989, 1991, 1993a, 1993b, 1994a, 1994b, 1995, 1997, 2002) og Brittain et al. (1989).

Hoffselva er nå undersøkt for fjerde gang. Vassdraget ble første gang undersøkt i 1976-77 (Borgstrøm 1976, Borgstrøm og Saltveit 1978), andre gang i 1985-86 (Bremnes og Saltveit 1988b) og for tredje gang i 1992-93 (Bremnes og Saltveit 1994). Med denne siste undersøkelsen vil det dermed være mulig å vurdere utviklingen i Hoffselva gjennom 25 år.

Ved de fleste undersøkelser av vannforurensninger her i landet legges det i første omgang vekt på fysisk-kjemiske parametre og innhold av koliforme bakterier. Fysisk-kjemiske målinger angir imidlertid bare vannets tilstand på det tidspunkt prøven blir tatt. Faunaen som er avhengig av vassdraget som levested vil gi bedre informasjon om forholdene, også over et lengre tidsrom (Brittain og Saltveit 1984c). Faunaen har også vist seg godt egnet til å spore kilder til kraftige, men kortvarige forurensninger som bl. a. har gitt fiskedød (Brittain og Saltveit 1986b, 1987, Saltveit og Brabrand 1988, Brittain 1989). Slike episoder kan inntreffe uten at det blir registrert i kjemiske rutineundersøkelser, men de vil ofte ha en markert effekt på faunaen. Kilde til lokale eller sporadiske utslipp vil også kunne avsløres gjennom analyser av bunnfaunaen.

Våre undersøkelser har vist at bunndyr er velegnet til å karakterisere forurensningstilstanden i Oslo-vassdragene, og til å lokalisere kilder for forurensning. Informasjonen om bunndyr og forurensning er imidlertid fremdeles begrenset i Norge, og vi må hente informasjon om arter fra tilsvarende studier i andre land. Artsbestemmelse er nødvendig hvis faunaen skal kunne anvendes som indikator på forurensning, fordi arter selv innen samme slekt kan vise ulik toleranse (Resh og Unzicker 1975).

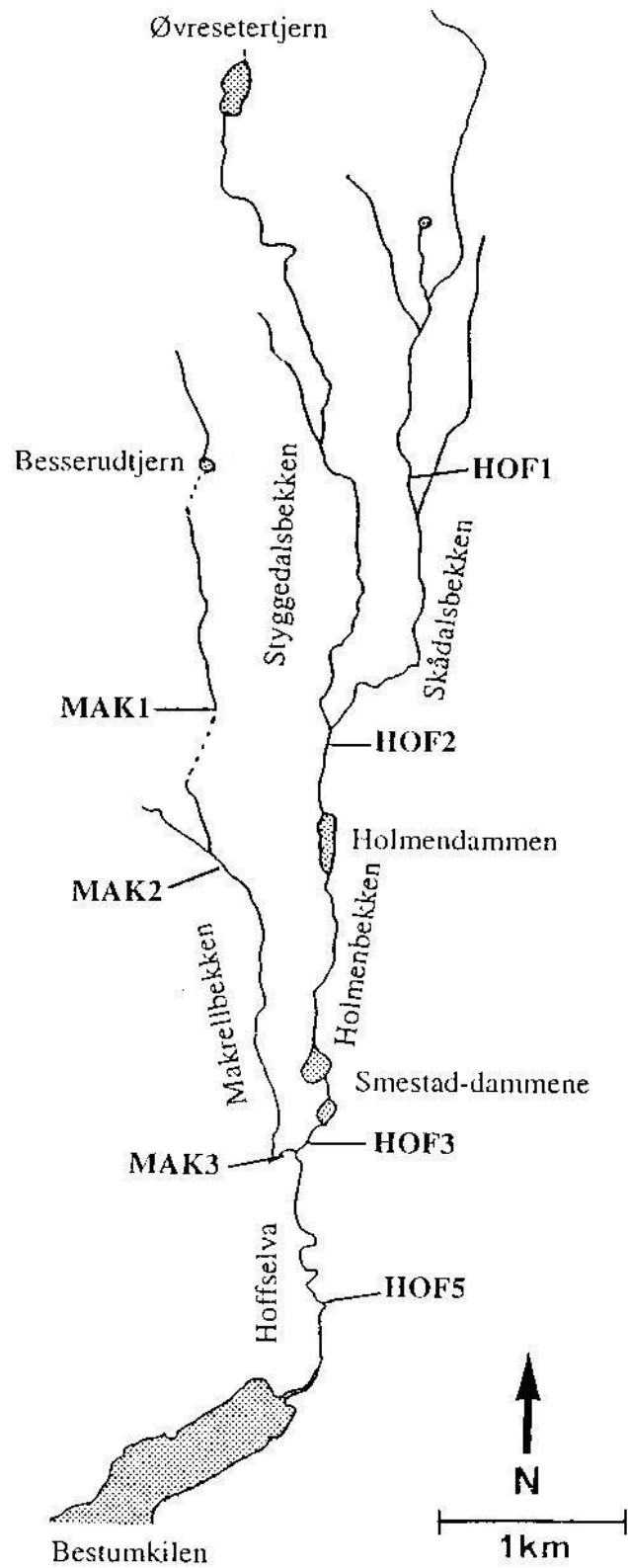


Fig. 1. Kartskisse over Holmenbekken-Hoffselva og Makrellbekken. Stasjoner for innsamling av bunndyr og elektrofiske er angitt. Bekker og elvestrekninger lagt i kulvert er stiplet.

OMRÅDE OG STASJONSBEKRIVELSE

Områdebeskrivelse

Holmenbekken dannes ved samløpet av Skådalsbekken og Styggedalsbekken (Fig. 1). Disse bekkene drenerer området ved Holmenkollen, Voksenkollen og Vettakollen. Rett nedenfor samløpet ligger Holmendammen, og videre nedover går bekken gjennom Øvre og Nedre Smestaddam. Nedstrøms Nedre Smestaddam renner Holmenbekken sammen med Makrellbekken, og betegnes heretter for Hoffselva. Makrellbekken kommer fra Besserudtjernet og drenerer områder ved Holmenkollen og Hovseter. Hoffselva renner videre forbi Messehallen på Skøyen og ut i sjøen i Bestumkilen. Øvre del av nedbørfeltet består av nordmarkitt. Rett før samløpet mellom Skådalsbekken og Styggedalsbekken passerer den marine grense. Herfra renner bekken videre gjennom marine avsetninger og kambrosilurske bergarter. Øvre del av nedbørfeltet er dekket av skog. Nedenfor byggegrensene er det tett boligbebyggelse.

Stasjonsbeskrivelser

Det er foretatt innsamling av bunndyr og utført elektrofiske på én stasjon i Skådalsbekken, to i Holmenbekken, tre i Makrellbekken og én i Hoffselva (Fig. 1). Dette er de samme lokalitetene som benyttes av Vann- og avløpsverket til kjemiske målinger.

Stasjon HOF1 ligger i Skådalsbekken, ca. 200 m ovenfor Holmenkollbanen. Bunnprøvene ble tatt på et substrat av kantete stein (4 – 10 cm, enkelte større (10 – 20 cm) innimellom). Endel sand/grus. Litt grønnlig/brunlig algebelegg på stein om våren. Klart vann uten lukt.

Stasjon HOF2 ligger i Holmenbekken ved Stasjonsveien. Substrat av kantete stein (3 – 10 cm, enkelte opptil 15 cm). Endel grus, litt sand. Tynt grønn-brunlig algebelegg på stein om våren, ingen begroing om høsten. Om våren meget svakt blakka vann med antydning til lukt. Om høsten klart vann uten lukt.

Stasjon HOF3 ligger i Holmenbekken nedstrøms Nedre Smestaddam, rett før samløpet med Makrellbekken. Bunnprøvene tatt i utløpet av storsteinet kulp rett nedstrøms foss. Substrat kantet stein (4 – 15 cm, enkelte opp til 25 cm). Endel grus/sand. Litt mosebegroing på større stein. Om våren litt brunlig algebegroing på stein, om høsten ingen alger av betydning. Litt blakka vann, svak lukt om våren, ingen lukt om høsten.

Stasjon HOF5 ligger i Hoffselva ved gamle Schøyens Bilsentraler, rett ovenfor gamle Drammensvei. Substrat mindre stein (3 – 8 cm) og enkelte større stein (15 – 20 cm). Mye grus/sand. Litt begroing av brun-grønne alger på større stein. Om våren svakt blakka vann med noe lukt. Om høsten ganske blakka vann med svak lukt.

Stasjon MAK1 ligger i Makrellbekken ca. 25 m oppstrøms innløp i kulvert under Lybekkveien. Substrat stein (5 – 20 cm, enkelte opp til 30 cm). Endel grus/sand. Ingen

begroing av betydning. Om våren blakka vann med svak lukt, om høsten meget svakt blakka vann uten lukt.

Stasjon MAK2 ligger i Makrellbekken omlag ved Arnebråtveien 18. Prøvene ble tatt 30 m oppstrøms liten gangbro. Substrat av små stein (1 – 6 cm, noen få opptil 15 cm). Mye sand/mudder, litt grus. Endel begroing av elvemose. Om våren litt grønt algebelegg, om høsten en god del dotter med grønne alger (2 – 6 cm lange) på stein. Om våren blakka vann med svak lukt, om høsten klart vann uten lukt.

Stasjon MAK3 (= HOF4). Prøver tatt i Makrellbekken ca. 20 m oppstrøms samløpet med Holmenbekken. I de tidligere undersøkelsene ble denne stasjonen betegnet som HOF4. Substrat kantet stein (2 – 12 cm, enkelte opptil 25 cm). Endel sand/mudder og grus. Gråbrunt siltbelegg på stein. Litt begroing av mose (terrestrisk?) på større stein. Om våren litt begroing av brunlige alger, om høsten ingen alger av betydning. Blakka vann, svak lukt om våren, ingen lukt om høsten.

MATERIALE OG METODE

Bunndyr

Til innsamling av bunndyr ble den såkalte sparkemetoden benyttet (Hynes 1961, Frost et al. 1971). Med denne metoden blir de fleste artene som er tilstede registrert. Metoden regnes som semikvantitativ og kan brukes til grove anslag over tetthetene av bunndyr. Det blir anvendt en håv med åpning 30 x 30 cm montert på et skaft. Ved innsamling i rennende vann holdes håven vertikalt med rammens nedre kant mot substratet slik at strømmen går rett inn i åpningen. Med en fot blir substratet i forkant av håven rotet opp slik at dyr, planter og organisk materiale blir ført med strømmen inn i håven. Innsamlingstiden var $\frac{1}{2}$ minutt pr. prøve, og det ble tatt tre paralleller fra hver stasjon. Håvens maskevidde var 0,45 mm. Alle prøvene ble fiksert med etanol i felt. Bunndyrene ble plukket ut, sortert og bestemt i laboratoriet.

Fisk

Til registrering og innsamling av fisk ble det benyttet et elektrisk fiskeapparat konstruert av ing. Steinar Paulsen, Trondheim. Maksimum spenning er 1600 V og pulsfrekvensen er 80 Hz. På hver stasjon ble en lengde på ca. 30 m overfisket. Stasjoner med mye fisk ble overfisket tre ganger og tettheten av fisk ble beregnet ut fra avtak i fangst (successive removal) (Zippin 1958, Bohlin et al. 1989).

Bunndyr ble innsamlet 9. april og 23. oktober 2001. Elektrofiske ble foretatt 23. oktober 2001.

RESULTATER

Bunndyr

Totalt antall bunndyr og sammensetningen fordelt på hovedgrupper av bunndyr for hver enkelt stasjon og tidspunkt i Hoffselva og Makrellbekken er gitt i Tab. 2, og framstilt i Fig. 2 og 3. Artssammensetningen av de fleste viktige hovedgruppene av bunndyr er gitt i Tab. 3 og 4.

Generelt var mengden av bunndyr lavest om våren. Bunndyrmengdene var relativt lave sammenlignet med tidligere undersøkelser. Oftest dominerte larver av insekter bunnfaunaen, med unntak av fåbørstemark, som på enkelte stasjoner kunne være tallrike.

Den øverste stasjonen (HOF1) hadde stort innslag av steinfluer, fordelt på 9 arter. Mest tallrik var arten *Brachyptera risi* som var det dominerende bunndyret her høsten 2001. Knott var også et betydelig innslag. Fjærmygg og fåbørstemark var bare beskjedent tilstede.

Rett før innløpet i Holmendammen (HOF2) var faunaen preget av døgnfluer og steinfluer. Også her ble det påvist 9 arter steinfluer. Det dominerende bunndyret var likevel døgnfluen *Baëtis rhodani*. Knott var også forholdsvis vanlige her, mens fjærmygg og fåbørstemark bare var beskjedent tilstede.

Rett oppstrøms samløpet med Makrellbekken (HOF3) var det en rik fauna, med døgnfluene som det viktigste elementet, sammen med fjærmygg om våren. Det dominerende bunndyr var døgnfluen *B. rhodani*, særlig om høsten hvor arten ble funnet i store mengder. Steinfluene var fortsatt relativt tallrike, men her ble bare de to *Amphinemura*-artene funnet. Snegl, biller og vårfluer var også viktige innslag. 7 sneglearter ble påvist, de fleste i lite antall, bortsett fra remsnegl (*Bathyomphalus contortus*). Den akvatiske palpebillen *Hydraena* sp. var tallrik høsten 2001. Det ble funnet fire arter vårfluer, den nettspinnende *Hydropsyche siltalai* var vanligst både vår og høst. Av større krepsdyr var asellen (*Asellus aquaticus*) vanlig.

Nederst i Hoffselva (HOF5) var faunaen enklere, om våren dominerte fåbørstemark, om høsten døgnfluen *B. rhodani*. Det ble ikke funnet steinfluer her, og vårflue-, snegle- og billefaunaen var fattig.

På den øverste stasjonen i Makrellbekken (MAK1) var døgnfluer viktigste gruppe, om våren også steinfluer. Alle døgnfluene var *B. rhodani*, som var det dominerende bunndyret både vår og høst. Det ble påvist tre arter steinfluer, vanlige var *Nemoura cinerea* og *Amphinemura sulcicollis*. Fåbørstemark var vanlige om våren, fjærmygg og knott om høsten. Det ble funnet flere arter vårfluer, vanligst var den nettspinnende *Plectrocnemia conspersa*. Krepsdyret asellen (*A. aquaticus*) var vanlig.

Lengre ned i Makrellbekken (MAK2) skjer det en endring i faunaen ved at fåbørstemark og fjærmygg var dominerende om våren, om høsten dominerte døgnfluen *B. rhodani* i

stort antall. Det ble bare funnet enkeltexemplarer av steinfluer, alle var *N. cinerea*. Vårfluene var fåtallige, men fordelt på fem arter. Snegl ble ikke funnet, mens ertemuslinger var vanlige om høsten.

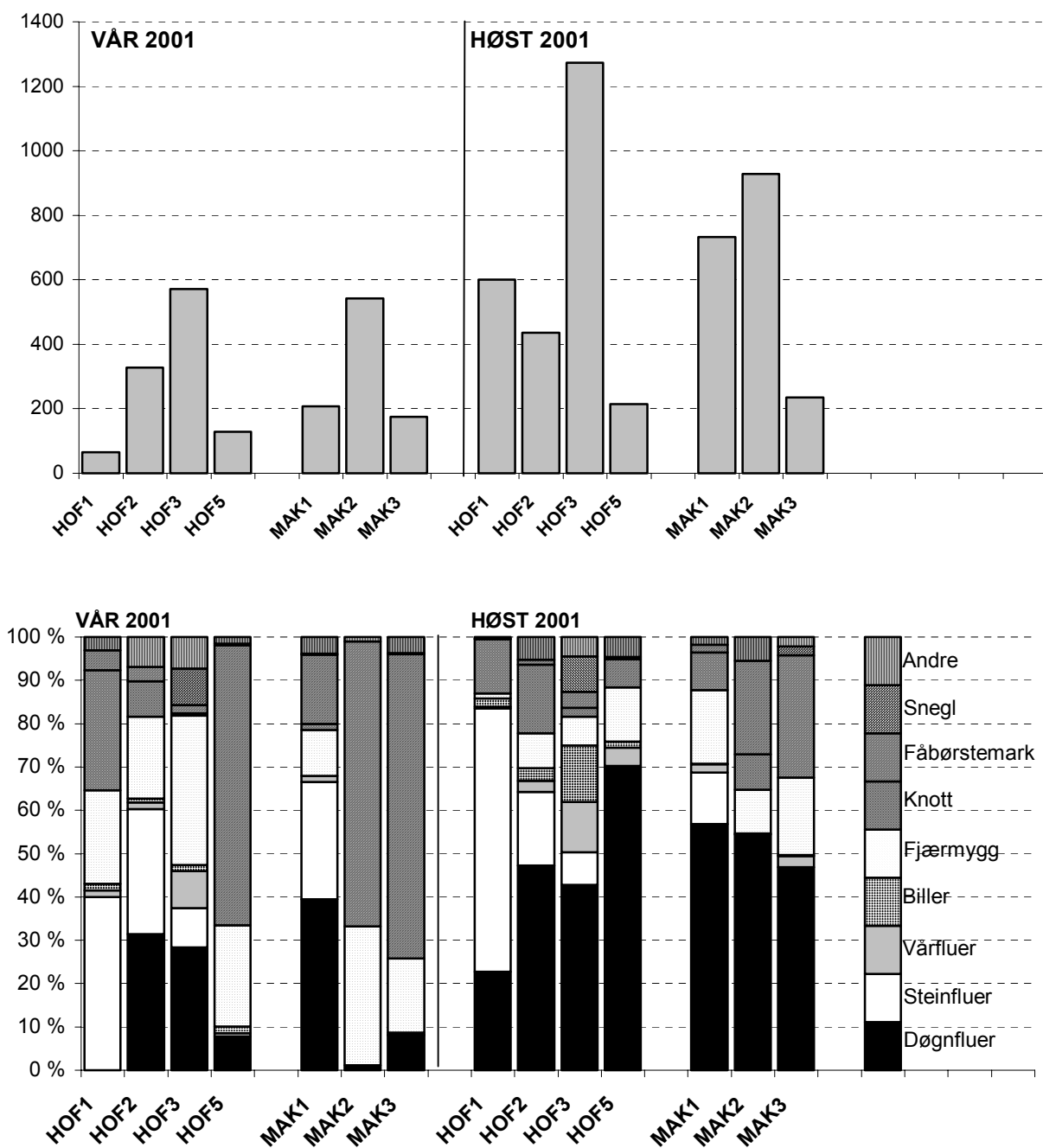


Fig. 2. Bunndyr på de undersøkte stasjonene i Hoffselva og Makrellbekken vår og høst 2001. A: Gjennomsnittlig antall bunndyr pr. 1/2 min sparkeprøve. B: Prosentandelene til de ulike bunndyrgruppene.

På den nederste stasjonen (MAK3), rett før samløpet med Holmenbekken, var besto faunaen primært av fåbørstemark, fjærmygg og døgnfluen *B. rhodani*. Fåbørstemark dominerte om våren, mens *B. rhodani* dominerte om høsten. Det ble funnet et enkelt eksemplar av steinfluen *A. sulcicollis* om våren. Trolig har denne kommet drivende ovenfra, og er derfor ikke tatt med i beregningene av forurensningsgraden. Vårfluefaunaen var fattig, de fleste var *Rhyacophila nubila*. Høy topplesneegl (*Ancylus fluviatilis*) var den eneste sneglearten som ble funnet.

Fisk

De påviste fiskeartene i 2001 er vist i Fig. 3. Utbredelsen av fisk i Hoffselva og Makrellbekken i de fire undersøkelsesperiodene 1976-2001 er vist i Tab. 1. Prosentvis lengdefordeling av ørret på de ulike stasjonene er vist i Fig. 4-7.

I 2001 ble det kun påvist ørret i Hoffselv-systemet, med unntak av skrubbeflyndre på den nederste stasjonen (HOF5). Ørret ble funnet på alle stasjonene bortsett fra de to øverste i Makrellbekken (MAK1 og MAK2) hvor det ikke ble påvist fisk. Det var god vannkvalitet og god tilgang på næringsdyr på de to øvre stasjonene i Makrellbekken. Årsaken til fravær av fisk her var trolig periodevis liten vannføring.

Stasjon HOF2.

Det ble her fanget til sammen 62 ørret. Minste fisk målte 54 mm, men den største ørreten var nærmere 25 cm (Fig. 4). Tilstedeværelse av årsunger viser vellykket gyting høsten 2000. For alle årsklasser av ørret ble fisketettheten beregnet til 103,3 fisk /100m² (Fig. 4). Tettheten av årsunger (0+) ble beregnet til ca. 17 fisk /100m², mens tettheten av eldre ørret var langt høyere, hele 86 fisk /100m².

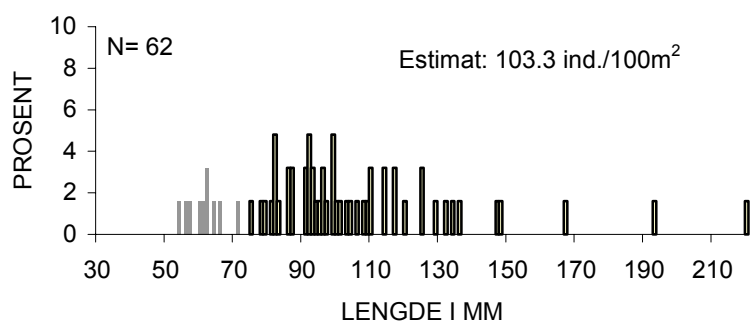


Fig. 4. Prosentvis lengdefordeling av ørret på stasjon HOF2 i Holmenbekken høsten 2001.

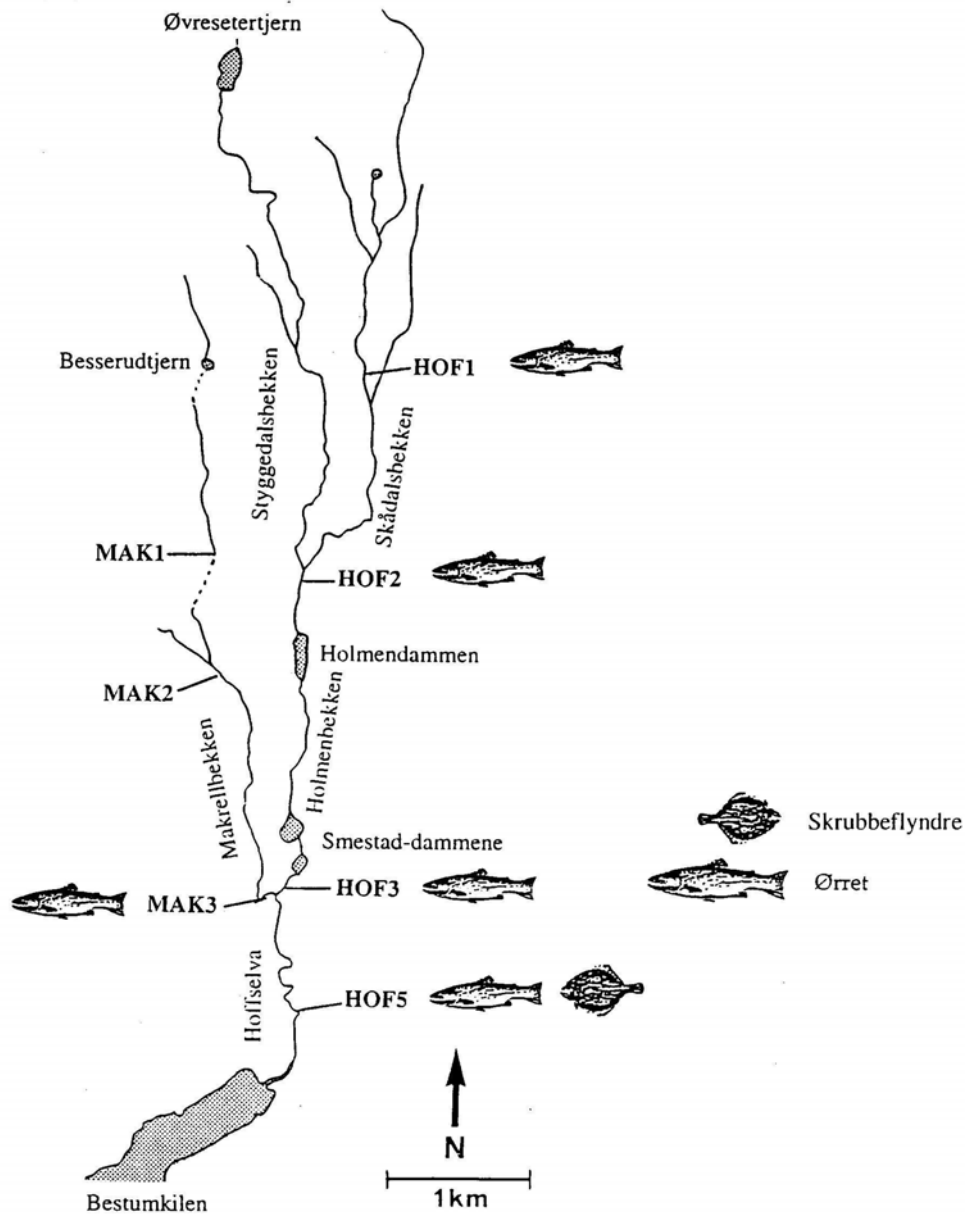


Fig. 3. Påviste fiskearter under elektrofisket i Hoffselva, Holmenbekken og Makrellbekken i 2001.

Stasjon HOF3.

Materialet fra denne lokaliteten besto av til sammen 19 ørret. De fleste av disse var fisk eldre enn årsunger, men tilstedeværelse av 0+ kan tyde på at det også her har vært gyting året før. Ved beregning av bestand er det her ikke skilt mellom årsklassekategorier og den samlede bestandstetthet ble beregnet til ca. 55 fisk /100m². Det aller meste av dette er imidlertid fisk eldre enn 0+.

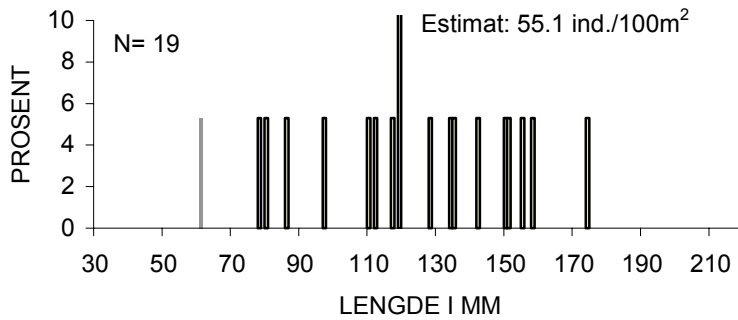


Fig. 5. Prosentvis lengdefordeling av ørret på stasjon HOF3 i Holmenbekken høsten 2001.

Stasjon HOF5.

Det ble her fanget relativt mange årsunger (0+), noe som viser at gyting av ørret har vært tilfredsstillende høsten 2000. Årsungene var mellom 44 og 75 mm (Fig 6), og bestandstettheten ble beregnet til 35,8 fisk /100m². Fiske eldre enn årsunger var mellom 8 og 20 cm, og tettheten av disse ble beregnet til 24,4 fisk /100m².

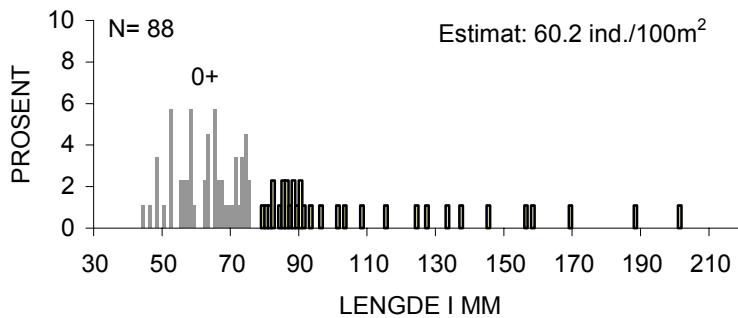


Fig. 6. Prosentvis lengdefordeling av ørret på stasjon HOF5 i Hoffselva høsten 2001.

Tabell. 1. Påviste fiskearter ved elektrofisket i Hoffselv-systemet i 1976-77, 1985-86, 1992-93 og 2001.

Stasjon	1976-77					1985-86					1992-93					2001.....				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
LAKS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
ØRRET	-	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ØREKYT	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
ABBOR	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ÅL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
SKRUBBEFLYNDRE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X

Stasjon MAK3.

I Makrellbekken ble det bare fanget ørret på stasjonen helt nederst i bekken, like før denne renner inn i Hoffselva. Til sammen ble det fanget 38 ørret, men bare én av disse var årsunge (0+). Denne målte 58 mm, mens største ørret var litt over 20 cm (Fig. 7). Bestandsstørrelsen av ørret på stasjonen ble beregnet til 34,2 fisk /100m².

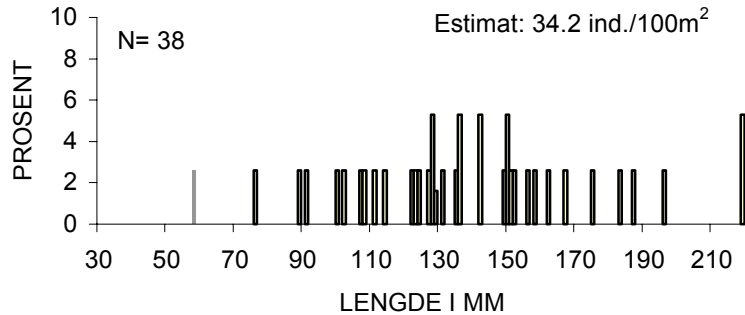


Fig. 7. Prosentvis lengdefordeling av ørret på stasjon MAK3 i Makrellbekken høsten 2001.

DISKUSJON

Generelt

Organisk forurensning endrer miljøforholdene i elver og bekker på flere måter. Vannets innhold av løst og partikulært materiale vil øke og stor bakteriell virksomhet gjennom nedbrytning fører til sterkt forbruk av oksygen. Større tilførsel av organisk materiale vil føre til økning i heterotrofe mikroorganismer i substratet, noe som endrer næringsforholdene for mange bunndyr. Økt næringstilførsel medfører også en endring av substratets karakter ved at det dannes tette begroinger bestående av heterotrofe mikroorganismer ("sewage fungus" eller lammehaler) og av påvekststalger.

I elver og bekker med liten eller ingen organisk forurensning vil mange bunndyrgrupper være tilstede, og vanligvis vil ingen grupper eller arter dominere faunasammensetningen. Ved organisk forurensning vil de mest følsomme artene forsvinne først, og det skjer en forskyvning av faunaen mot arter som kan leve under de endrete miljøforholdene. På grunn av redusert konkurranse og predasjon fra andre arter bunndyr og fisk, vil de gjenværende artene øke i antall. Dette fører til en kraftig forenkling av faunasammensetningen (Hynes 1960, Brittain og Saltveit 1984c, Hellowell 1986). Mengde og sammensetning av bunndyrfaunaen kan derfor gi verdifull informasjon om tilstanden til et vassdrag. Denne informasjonen er et uttrykk for tilstanden over lengre tid, i motsetning til kjemisk og bakterielle undersøkelser som bare gir øyeblikksbilder. En oversikt over bunndyr fra Hoffselv-systemet som er typiske for ulike grader av organisk

forurensning er vist i Fig. 10. Fravær av fisk kan også tyde på at graden av forurensning er stor, men kan også skyldes perioder med liten vannføring i små bekker.

Tilførsler av tungmetaller, syrer, ulike kjemiske forbindelser, biocider og andre toksiske stoffer fra industri, søppelfyllinger, veier, etc. vil også ha dyptgripende innvirkning på de forskjellige livsformene i et vassdrag, og bidra til å forenkle faunaen.

Holmenbekken, Hoffselva og Makrellbekken

Senhøsten 2000 falt det ekstremt mye nedbør på Østlandet. Dette førte til meget høy vannføring i Hoffselv-systemet senhøst/vinter 2000/2001. Slike ekstremisituasjoner har stor effekt på vassdrag. Effektene av tilførte forurensninger vil bli redusert gjennom fortykning. Dessuten har trolig mye akkumulert finpartikulært materiale blitt spylt ut av systemet, og substratforholdene og selve elvekanalen kan endre seg. Partikkeltransporten har vært stor, og bunnfaunaen kan bli spylt ut og forflyttet nedover. Resultatet av dette kan være at bunnfaunaen i en periode kan bli mer ensartet nedover i bekkene. Samtidig er bunndyr i rennende vann tilpasset store svingninger i vannføringen, og mange arter unngår utspyling til en viss grad. Dette gjelder spesielt gravende former som fåbørstemark og fjærmygg som kan unnsnippe utvasking ved å trekke seg dypt ned i substratet. Svømmende arter som f. eks døgnfluen *Baëtis rhodani*, og arter som lever på overflater eller i begroing vil i større grad være utsatt for utspyling. Fordelingen av bunndyr på langs i rennende vann kan ofte være forbausende stabilt selv etter kraftige flommer. Ved innsamlingene i 2001 var vannføringen normal.

De to øverste stasjonene i Holmenbekken (HOF1 og HOF2) hadde en rik og sammensatt bunndyrfauna. Det var mange arter steinfluer tilstede, og dette viser at forholdene må betegnes som lite forurenset. Faunaen må sies å være på høyde med den forventete i uforurensete vassdrag i lavlandet på Sør-Østlandet.

Det er fortsatt en rik og sammensatt fauna nederst i Holmenbekken (HOF3), men her er det også klare tegn til en viss forenkling av faunaen som trolig skyldes større grad av organisk forurensning. Steinfluefaunaen er klart redusert, bare de to *Amphinemura*-artene ble funnet. Disse regnes for å være blant de mest tolerante steinflueartene. I tillegg antyder også det store antallet av døgnfluen *B. rhodani* en viss organisk belastning. Dette er en av de mest tolerante døgnflueartene, som kan opptre i store tettheter ved mild til moderat forurensning. De beskjedne mengdene med fåbørstemark og fjærmygg viser også at forurensningsgraden ikke er stor på stasjon HOF3. De dominerende artene av vårfluer er også tolerante overfor moderat forurensning (*R. nubila* og *H. siltalai*). De fleste snegleartene på HOF3 tolererer også en god del forurensning. Stasjon HOF3 må derfor sies å være mild til moderat organisk forurenset. Faunaen er ennå rik og sammensatt, uten at alle de negative effektene som dukker opp med økende grad av forurensning. Imidlertid skal det trolig ikke så stor økning i forurensningsgraden før bunndyrsamfunnet bikker over mot en mer forenklet fauna med dominans av fåbørstemark og fjærmygg.

En slik forenkling ble funnet på stasjon HOF5 nederst i Hoffselva. Dominansen av fåbørstemark og fjærmygglarver sammen med tidvis stor tetthet av døgnfluen *B. rhodani* viste at forurensningsgraden her var betydelig. Fravær av steinfluer er også en klar indikasjon på organisk forurensning. Tetthetene av fåbørstemark og fjærmygg var imidlertid ikke spesielt store, og dette sammen med forholdsvis stor faunadiversitet viste at forurensningsgraden ikke kan betegnes som sterk. Den rike forekomsten av ørret her i god kondisjon viste klart det samme. En økning av forurensningsgraden her kan være kritisk, ved at faunaen igjen blir dominert av store mengder fåbørstemark slik det var her tidligere. Dette vil i tillegg til dårligere vannkvalitet også redusere næringstilbudet til ørret.

I Makrellbekken skjer det en forverring nedover, som reflekteres i fauna-andelen av fåbørstemark, særlig tydelig våren 2001 (Fig. 2). Den øverste stasjonen ved Lybekkveien (MAK1) har en ganske sammensatt fauna med stor andel av steinfluer. Nesten alle steinfluene var imidlertid *Amphinemura sulcicollis* og *Nemoura cinerea*, som regnes blant de mest tolerante artene, og dette sammen med de store mengdene av døgnfluen *B. rhodani* antyder at stasjonen likevel må betegnes som mildt forurenset.

Lengre ned i Makrellbekken, ved Arnebråtveien (MAK2), skjer det en klar forverring. Av steinfluer ble det bare funnet enkeltksemler av den mest tolerante arten (*N. cinerea*). De store mengdene av særlig fåbørstemark, men også fjærmygg og døgnfluen *B. rhodani* viste at forurensningsgraden her er betydelig, men fortsatt er faunaen såpass divers at tilstanden må betegnes som moderat forurenset. Forholdene forverrer seg ytterligere ned til MAK3, ved at fåbørstemark, fjærmygg og døgnfluen *B. rhodani* dominerer både vår og høst. Fraværet av steinfluer, den fattige vårfluefaunaen og relativt lav faunadiversitet viser at forurensningsgraden her må betegnes som moderat mot sterk. Høy topplesnegl (*A. fluviatilis*) var imidlertid vanlig på MAK3, og den tolerer ikke for sterk forurensning.

Som en oppsummering kan det sies at den øvre delen av Holmenbekken ned til Holmendammen var lite preget av forurensning, mens videre nedover øker forurensningsgraden til svak/moderat før samløpet med Makrellbekken. Derfra og nedover øker graden til moderat (mot sterkt) forurenset før utløpet i Bestumkilen. Makrellbekken må betegnes som svakt forurenset øverst, så øker graden til moderat forurenset i midtpartiet til over mot moderat/sterkt forurenset ved samløpet med Holmenbekken.

Utvikling siden 1976

Hoffselv-systemet har tidligere blitt undersøkt i 1976-77 (Borgstrøm 1976, Borgstrøm og Saltveit 1978), i 1985-86 (Bremnes og Saltveit 1988a) og i 1992-93 (Bremnes og Saltveit 1994). Det er derfor et godt grunnlag for å vurdere utviklingen av de biologiske forhold og derved endringer i vannkvalitet over tid i vassdraget. Den gjennomsnittlige prosentvise sammensetningen av hovedgruppene av bunndyr i de fire undersøkelses-

periodene på de ulike stasjonene er vist i Fig. 8. De to øvre stasjonene i Makrellbekken (MAK1 og MAK2) har tidligere ikke vært med i undersøkelsesprogrammet.

Det har vært en del klare endringer i vassdraget siden undersøkelsene startet i 1976. Mest stabil har den øverste stasjonen (HOF1) vært. Her har faunaen hele tiden vært av rentvannstypen med dominans av steinfluer. I 1992-93 var det tendens til stor tetthet av døgnfluen *B. rhodani*, som kunne antyde en begynnende forurensning, men denne utviklingen har ikke gått videre i 2001. Stasjon HOF2 hadde i 1976-77 bra forhold, men det har seinere vært en gradvis utvikling mot en forverring, først ved tiltagende andel av døgnfluen *B. rhodani* og reduksjon av steinfluene i 1985-86, og ytterligere forverring i 1992-93 med dominans av fåbørstemark og fjærmygg. Fortsatt var faunaen imidlertid ganske sammensatt, med innslag av steinfluer og døgnfluer, men det ble den gang konkludert med at lokaliteten raskt kunne bli forverret med økning i forurensningsgraden.

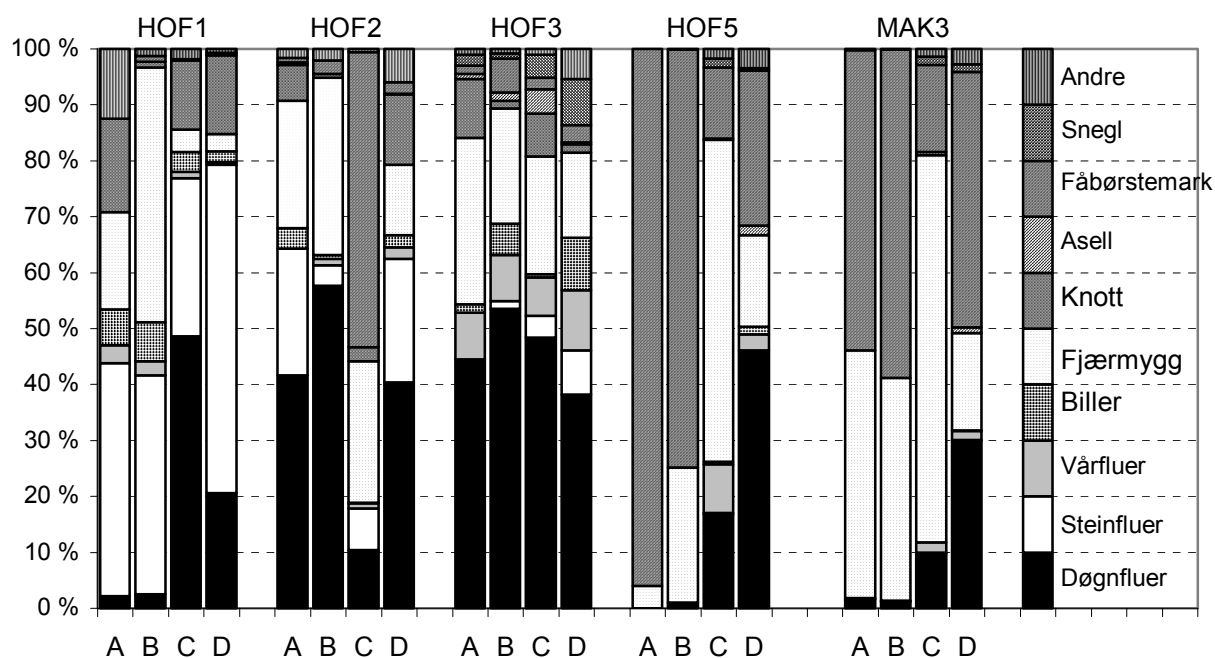


Fig. 8. Gjennomsnittlig prosentvis sammensetning av hovedgruppene av bunndyr på de enkelte stasjonene i Hoffselv-systemet. A: 1976-77, B: 1985-86, C: 1992-93 og D: 2001.

Det har imidlertid ikke skjedd, tilstanden på HOF2 må i 2001 igjen betegnes som meget god. Stasjon HOF3 før samløpet med Makrellbekken har vært stabil gjennom hele undersøkelsesperioden, med dominans av døgnfluer fra slekten *Baëtis*. De største endringene har blitt observert på den nederste stasjonen, HOF5. I 1976-77 bar denne stasjonen preg av sterk forurensning med dominans av fåbørstemark og et lite innslag av fjærmygg. I 1985-86 var det svake bedringer å spore ved at andelen av fjærmygg økte, og det kom inn et lite innslag av døgnfluen *B. rhodani*. I neste periode (1992-93) hadde det

skjedde en betydelig bedring i forholdene, ved at fjærmygg var den dominerende gruppa og andelen av fåbørstemark var sterkt redusert. Det var også kommet større innslag av døgnfluer, nettspinnende vårfluer, snegl og enkelte steinfluer. I tillegg hadde laks gått opp fra sjøen for å gyte i den nedre delen. Stasjon HOF5 ble betegnet som bare svakt forurenset i 1992-93. I 2001 har det tilsynelatende skjedd en forverring igjen, ved at innslaget av fåbørstemark tiltok, og det var dominans av døgnfluen *B. rhodani*. Det ble imidlertid funnet en god bestand av ørret her i meget god kondisjon, og dette viste at forholdene for laksefisk fortsatt var bra. Bestanden av ørret kan også ha bidratt til å endre faunasammensetningen gjennom nedbeiting.

I Makrellbekken har den nederste stasjonen rett før samløpet med Holmenbekken (MAK3 = HOF4) blitt undersøkt siden 1976, mens de to øvre stasjonene (MAK1 og MAK2) bare har blitt undersøkt i 2001. Forholdene i MAK3 var forholdsvis dårlige i 1976-77 og 1985-86 med dominans av fåbørstemark og fjærmygglarver, samt et mindre innslag av døgnfluen *B. rhodani*. I 1992-93 var det klare tendenser til bedring ved at innslaget av *B. rhodani* tiltok, og andre grupper som vårfluer dukket opp. Denne utviklingen har gått videre i 2001, selv om innslaget av fåbørstemark fortsatt er stort. God bestand av ørret i bra kondisjon viste også at forholdene er vesentlig forbedret her siden 1970- og 80-tallet.

Biologiske forurensningsindekser er forenklete måter å fremstille graden av forurensning på. En mye anvendt indeks er Trent Biotic Index (TBI), som er basert på at arter eller grupper av bunndyr suksessivt blir borte etter som forurensningen tiltar (Chandler 1970, Brittain 1988). En modifisert utgave av denne indeksen tilpasset norske forhold er blitt anvendt i undersøkelsene av bekker og elver i Oslo siden 1976 (Borgstrøm og Saltveit 1978). Indeksverdiene spenner fra 0, som angir meget sterkt forurensete forhold, til 10 som angir uforurensete forhold.

Gjennomsnittlige verdier for modifisert Trent Biotic Index for de ulike stasjonene i Holmenbekken/Hoffselva og Makrellbekken for 2001 er vist i Fig. 9 sammen med verdiene for de tre foregående undersøkelsesperiodene.

De to øverste stasjonene i Holmenbekken (HOF1 og HOF2) har hele tiden hatt høye verdier som viser lite forurensete forhold. Stasjon HOF3, rett før samløpet med Makrellbekken her vist en jevn bedring i forholdene siden 1976-77. Denne bedringen har nå nesten stagnert, og forholdene har stabilisert seg på en tilstand mellom svakt til moderat forurenset. Stasjonen nederst i Hoffselva (HOF5) var sterkt forurenset i 1976-77 og 1985-86. Det skjedde en dramatisk bedring i forholdene her fram til 1992-93, og tilstanden ble betegnet som bare svakt forurenset. I 2001 har det imidlertid skjedd en forverring igjen, og HOF5 må nå karakteriseres som moderat forurenset. Bortsett fra forverringen på HOF5 lå TBI-verdiene om lag som ved forrige undersøkelse i 1992-93.

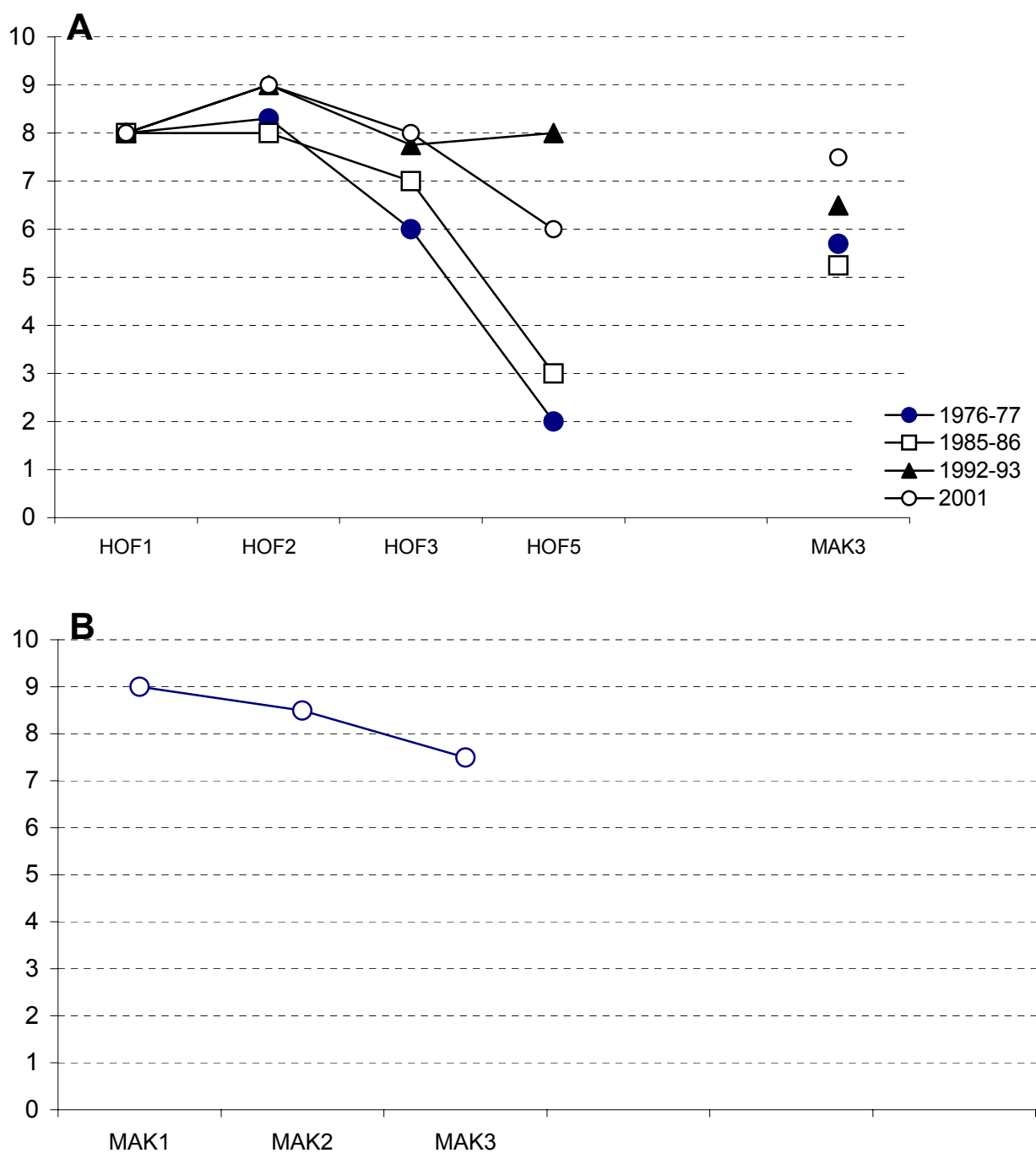


Fig. 9. A: Modifisert Trent Biotic Index for A: Holmenbekken/Hoffselva og nederste stasjon i Makrellbekken (MAK1 = HOF4) i 1976-77, 1985-86, 1992-93 og 2001, og B: Makrellbekken i 2001. Skalaen går fra 10 som er uforurenset, til 0 som er meget sterkt forurenset uten liv.

Stasjonen nederst i Makrellbekken (MAK3 = HOF4) må i starten sies å ha vært moderat mot sterkt forurenset. Her skjedde det en bedring i 1992-93 som har fortsatt i 2001, slik at MAK3 nå må betegnes som svakt mot moderat forurenset. En vurdering av de tre stasjonene i Makrellbekken i 2001 viser at den øverste (MAK1) var lite forurenset, så

Tab. 4. Arter og gjennomsnittlig individantall (pr. ½ min sparkeprøve) av igler, muslinger, snegl og større krepsdyr i Holmenbekken/Hoffselva og Makrellbekken vår (V) og høst (H) 2001. + = mindre enn et individ pr. prøve, - = ikke påvist.

	HOF1		HOF2		HOF3		HOF5		MAK1		MAK2		MAK3	
	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H
IGLER (HIRUDINEA)														
Hundeigle (<i>Erpobdella octoculata</i>)	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Stor bruskgigle (<i>Glossophonia complanata</i>)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Toøyet flatigle (<i>Helobdella stagnalis</i>)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
MUSLINGER (BIVALVIA)														
Ertemuslinger (<i>Pisidium</i> spp.)	-	-	1	+	1	-	-	-	+	1	+	12	+	+
SNEGL (GASTROPODA)														
Vanlig damsnegl (<i>Lymnaea peregra</i>)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Leveriktesnegl (<i>Lymnaea truncatula</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Remsnegl (<i>Bathyomphalus contortus</i>)	-	-	-	-	34	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Vanlig skivesnegl (<i>Gyraulus acronicus</i>)	-	-	-	-	8	-	+	-	-	+	-	-	-	+
Flat skivesnegl (<i>Hippuertes complanatus</i>)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ribbesnegl (<i>Armiger crista</i>)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Flat ferskvannsgjellesnegl (<i>Valvata cristata</i>)	-	-	-	-	4	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Høy toppluesnegl (<i>Ancylus fluviatilis</i>)	-	-	-	-	1	-	-	+	-	-	-	-	+	4
<i>Zonitoides</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
STORKREPS (MALACOSTRACA)														
Asell (<i>Asellus aquaticus</i>)	-	-	+	-	24	50	-	6	2	9	1	+	1	3

LITTERATUR

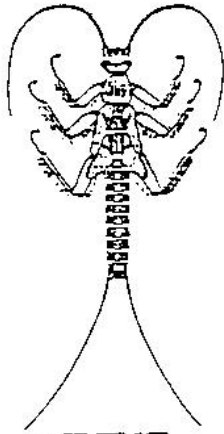
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G. og Saltveit, S. J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Borgstrøm, R. 1976. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del I. Bunndyr i Akerselva, Sognsvannsbekken - Frognerelva, Holmenbekken - Hoffselva og Mærradalsbekken. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 2*, 19 s.
- Borgstrøm, R. og Saltveit, S. J. 1978. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del II. Bunndyr og fisk i Akerselva, Sognsvannsbekken - Frognerelva, Holmenbekken - Hoffselva og Mærradalsbekken. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 38*, 53 s.
- Brabrand, Å. og Saltveit S. J. 1984. Resultater fra befarings og elektrofiske utført i januar 1984. *Notat Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 1/84*. 8 s.
- Brabrand, Å., Bremnes, T., Brittain, J. E., Saltveit S. J., og Økland B. 1989. Effekter på bunndyr og fisk ved plutselig stopp i forurensning fra Christiania Spigerverk i fellesferien 1988. *Notat Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 1/89*. 18 s.
- Bremnes, T. 2001. Effekter på bunndyr og fisk i Alna etter et utslipp av et løsemiddel (Varsol) i nedre del av Østensjøbekken. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 203*, 12 s.
- Bremnes, T. 2001. Effekter på bunndyr og fisk i Akerselva etter et utslipp av diesel i Akerselva ved Lilleborg i januar 2001. -*Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 204*, 11 s.

- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1988a. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. VII. Bunndyr og fisk i Sognsvannsbekken og Frognerelva 1984 og 1985. - *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske*, Oslo 105. 29 s.
- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1988b. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. VIII. Bunndyr og fisk i Holmenbekken og Hoffselva 1985 og 1986. - *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske*, Oslo 106. 29 s.
- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1989. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. IX. Bunndyr og fisk i Mærradalsbekken 1986 og 1987. - *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske*, Oslo 112. 28 s.
- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1991. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XI. Bunndyr og fisk i Loelva. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 128, 38 s.
- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1993a. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XII. Bunndyr og fisk i Akerselva 1989 og 1990. - *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske*, Oslo 138. 58 s.
- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1993b. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XIII. Bunndyr og fisk i Lysakerelva 1990 og 1991. - *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske*, Oslo 143. 45 s.
- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1994a. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XIV. Bunndyr og fisk i Sognsvannsbekken og Frognerelva 1991 og 1992. - *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske*, Oslo 150. 37 s.
- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1994b. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XV. Bunndyr og fisk i Holmenbekken og Hoffselva 1992 og 1993. - *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske*, Oslo 154. 40 s.
- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1995. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XVI. Bunndyr og fisk i Mærradalsbekken 1993 og 1994. - *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske*, Oslo 155. 26 s.
- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1996. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XVII. Bunndyr og fisk i Ljanselva 1994 og 1995. - *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske*, Oslo 160. 44 s.
- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1997. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XVII. Bunndyr og fisk i Loelva. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 167, 38 s.
- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1998a. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XXIV. Bunndyr og fisk i Akerselva 1996. - *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo* 171. 36 s.
- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1998b. Årsaker til reproduksjonssvikt hos laks i Akerselva våren 1997. - *Notat Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo* 2/98. 13 s.
- Bremnes, T., Brabrand, Å. og Saltveit, S. J. 2001. Bunndyr og fisk i Alna-vassdraget: Forurensning og vurdering av kritiske strekninger. - *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 201. 77 s.
- Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1998b. Årsaker til reproduksjonssvikt hos laks i Akerselva våren 1997. - *Notat Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo* 2/98. 13 s.
- Brittain, J. E. 1988. Bruk av bunndyr i vassdragsovervåking med vekt på organisk forurensning i rennende vann. - *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 108, 70 s.
- Brittain, J. E. 1989. Oppsporing av kilde til fiskedød i Ljanselva ved bruk av biologiske metoder. - *Notat Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 3/89. 7 s.
- Brittain, J. E. og Saltveit, S. J. 1984a. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del III. Bunndyr og fisk i Ljanselva. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 63, 25 s.
- Brittain, J. E. og Saltveit, S. J. 1984b. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del IV. Bunndyr og fisk i Loelva. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 70, 24 s.
- Brittain, J. E. og Saltveit, S. J. 1984c. Bruk av bunndyr i forurensningsovervåking. *Vann* 19: 116 - 122.

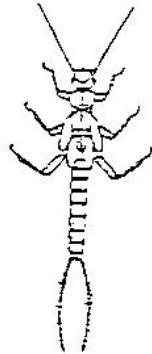
- Brittain, J. E. og Saltveit, S. J. 1984d. Bunndyr. I: Vennerød, K. E. (red.) *Vassdragsundersøkelser*. Universitetsforlaget, Oslo. s. 191-200.
- Brittain, J. E. og Saltveit, S. J. 1985. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del V. Bunndyr og fisk i Akerselva. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 77, 33 s.
- Brittain, J. E. og Saltveit, S. J. 1986a. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del VI. Bunndyr og fisk i Lysakerelva. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 88, 38 s.
- Brittain, J. E. og Saltveit, S. J. 1986b. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Fiskedød i Akerselva: Bruk av bunndyr og fisk for lokalisering av kilde for giftutslipp. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 92, 18 s.
- Brittain, J. E. og Saltveit, S. J. 1987. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Lokalisering av kilde for fiskedød i Akerselva, desember 1986. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 94, 16 s.
- Brittain, J. E., Bremnes, T. og Saltveit, S. J. 1989. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XI. Bunndyr og fisk i Ljanselva 1987 og 1988. - *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo* 116. 33 s.
- Chandler, J. R. 1970. A biological approach to water quality management. *J. Wat. Poll. Control*: 415-422.
- Frost, S., Huni, A. og Kershaw, W. E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.* 49: 167-173.
- Hellawell, J. M. 1986. Biological Indicator of Freshwater Pollution and Environmental Management. Elsevier Publishers, London. 546 s.
- Hynes, H. B. N. 1960. The Biology of Polluted Waters. University of Liverpool Press, 202 s.
- Hynes, H. B. N. 1961. The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. *Arch. Hydrobiol.* 57: 344-388.
- Resh, V. H. og Unzicker, J. D. 1975. Water quality monitoring and aquatic organisms: the importance of species identification. *J. Wat. Pollut. Control. Fed.* 47: 9-19
- Saltveit, S. J. og Brabrand, Å. 1988. Utslipp av syre fra Idun fabrikker - en vurdering av virkning på bunndyr og fisk. *Notat Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 1/88, 7 s.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. *J. Wildl. Mgmt.* 22: 82-90.

BUNNDYRILLUSTRASJONER

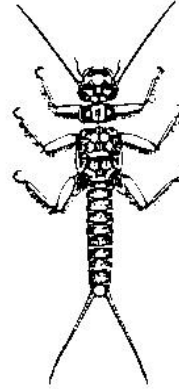
BUNNDYR FRA HOFFSELV-SYSTEMET - typiske for svak grad av forurensning



STEINFLUE
(*Brachyptera risi*)

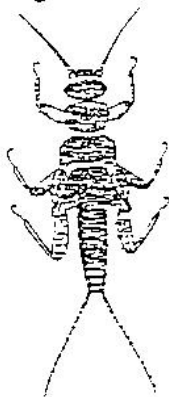


STEINFLUE
(*Leuctra fusca*)

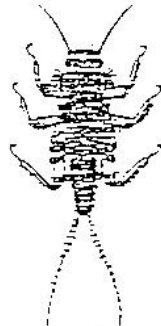


STEINFLUE
(*Isoperla grammatica*)

BUNNDYR FRA HOFFSELV-SYSTEMET - typiske for svak til moderat grad av forurensning



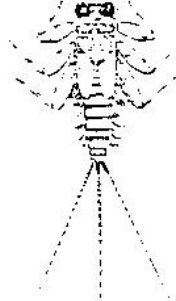
STEINFLUE
(*Nemoura cinerea*)



STEINFLUE
(*Amphinemura* sp.)



DØGNFLUE
(*Baëtis muncus*)



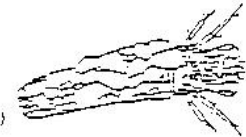
DØGNFLUE
(*Heptagenia sulphurea*)



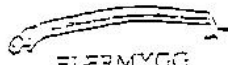
VÅRFLUE, nekseptanende
(*Polycentropus flavomaculatus*)



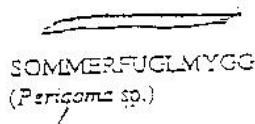
VÅRFLUE, husbyggende
(*Semastrona personatum*)



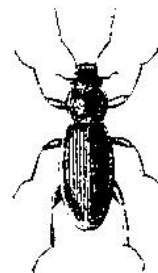
VÅRFLUER, husbyggende
(*Limnephilicae*)



FLERMYGG
(*Tvetenia* sp.)



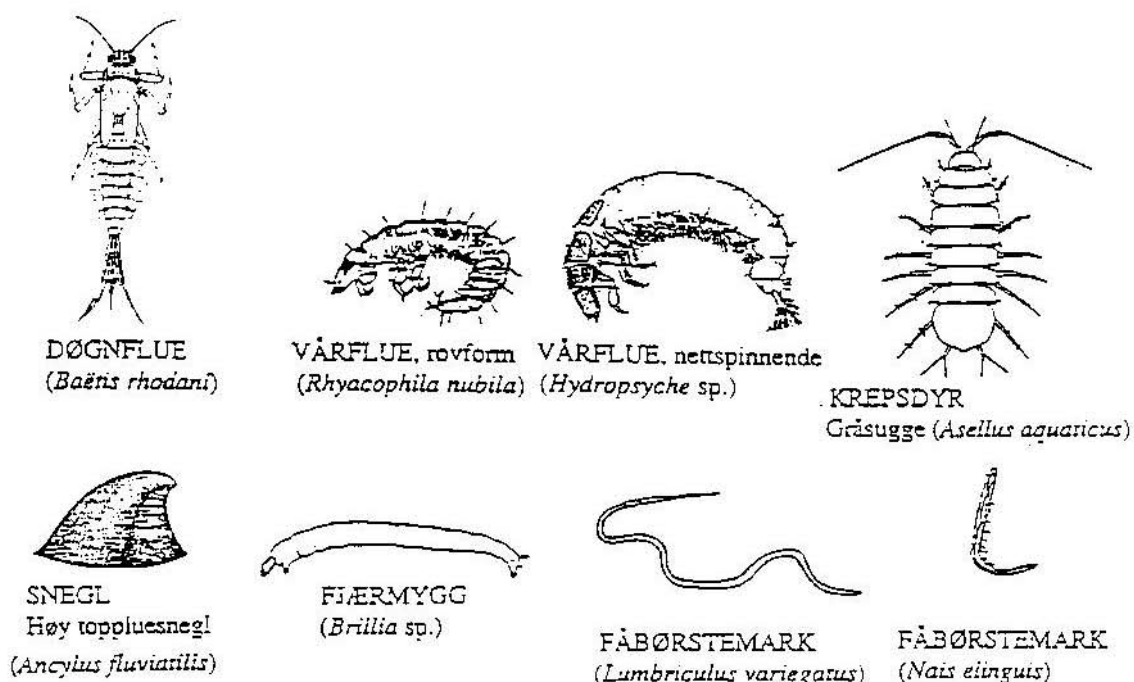
SOMMERFUGLMYGG
(*Perigona* sp.)



BILLE
(*Hydraena* sp.)

Fig. 10A. Bunndyr fra Hoffselv-systemet som er typiske for lokaliteter i rennede vann som er uforurenset til svakt organisk forurenset (øverst) og for lokaliteter som er svakt til moderat organisk forurenset (nederst).

BUNNDYR FRA HOFFSELV-SYSTEMET - typiske for moderat til sterk grad av forurensning



BUNNDYR FRA HOFFSELV-SYSTEMET - typiske for sterk til meget sterk grad av forurensning

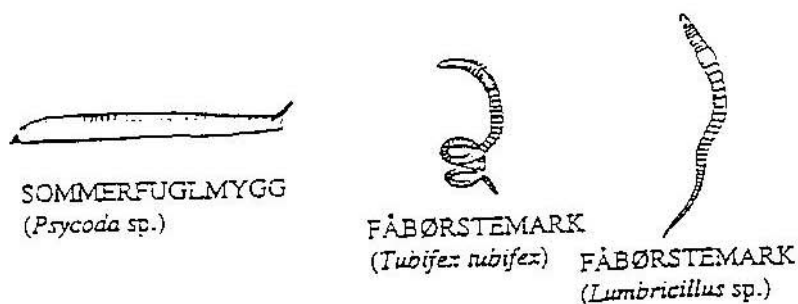


Fig. 10B. Bunndyr fra Hoffselv-systemet som er typiske for lokaliteter i rennede vann som er moderat til sterkt organisk forurenset (øverst) og for lokaliteter som er fra sterkt til meget sterkt organisk forurenset (nederst).

BUNNDYR FRA HOFFSELV-SYSTEMET som i mindre grad reagerer på organisk forurensning.

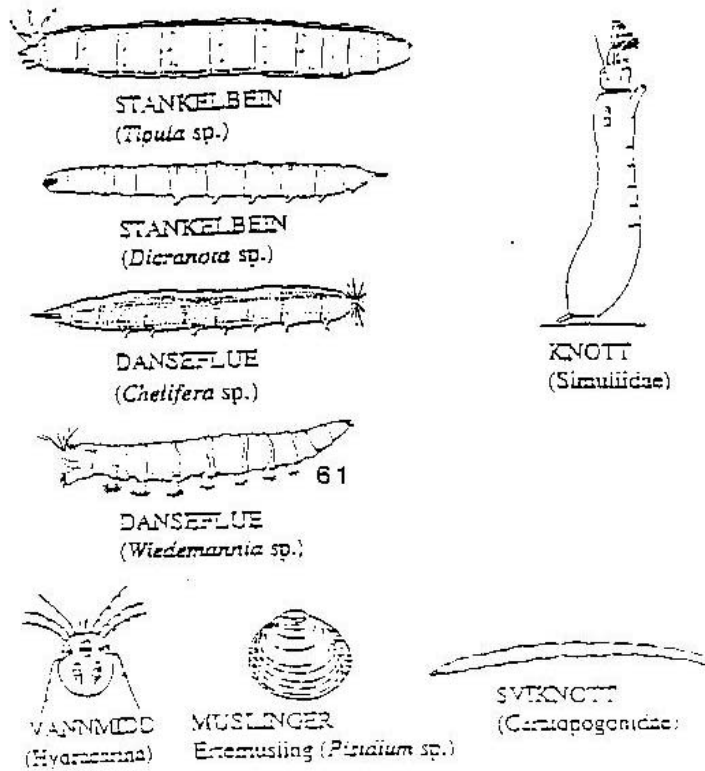


Fig. 10C. Bunndyr fra Hoffselv-systemet som i mindre grad lar seg påvirke av organisk belastning, bortsett fra sterk organisk belastning.

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI),
Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.

Postadresse: Boks 1172, Blindern, 0318 Oslo

Besøksadresse: Zoologisk Museum, Sarsgt. 1, 0562 Oslo.

Tlf. 22 85 17 60.

Telefax 22 85 18 37.

<http://www.nhm.uio.no/zoomus/lfi/index.html>

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) ble opprettet i 1969. Laboratoriet skal drive oppdragsforskning på fagområdet ferskvannsekologi, og har spesiell kompetanse på bunndyr og fisk (laks, ørret, sik, abborfisk og karpefisk).

For tiden har laboratoriet oppdrag i forbindelse med:

- Vassdragsreguleringer
- Vassdragskjønn
- Eutrofiering
- Vassdragsovervåking
- Biotopforbedring
- Fiskeforsterkning

Lønn og drift dekkes av de enkelte oppdragsgivere. Arbeidsgiver er Universitetet i Oslo.

LFI-Oslo har idag følgende personale:

Forskere:	cand. real. Åge Brabrand dr. philos John E. Brittain cand. scient. Trond Bremnes
Professor II	dr. philos Jan Heggenes
1. amanuensis:	cand. real. Svein Jakob Saltveit (leder)
Avdelingsingeniør:	Henning Pavels
Avdelingsingeniør:	Finn Smedstad

Utover laboratoriets faste stab dekkes øvrige tjenester av engasjert personale, eller ved kontakt med annet personale ved Universitetet i Oslo.

Resultater fra undersøkelsene presenteres i egen rapportserie. Forespørsler om rapporter rettes direkte til laboratoriet. Sitat av resultater er ønskelig dersom rapporten refereres. Anvendelse av primærdata til videre publisering ansees som begrenset, og kan eventuelt bare gjøres etter avtale med laboratoriet.