

TROND BREMNES OG
SVEIN JAKOB SALTVEIT
LABORATORIUM FOR FERSKVANNSSØKOLOGI
OG INNLANDSFISKE (LFI),
UNIVERSITETET I OSLO

LFI-RAPPORT NR. 167

DELRAPPORT 1/1997

FAUNAEN I ELVER OG BEKKER
INNEN OSLO KOMMUNE
DEL XVIII
BUNNDYR OG FISK I
LOELVA
1995 OG 1996

FOR

OSLO VANN OG AVLØPSVERK

OSLO I APRIL 1997

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 av 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.

Den foreliggende delrapport er den attende i rekken om bunndyr og fisk i Oslo vassdragene. 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, Loelva, Akerselva og Lysakerelva. Samtlige vassdrag har blitt undersøkt for andre gang: Frognerelva (1984-85), Hoffselva (1985-86), Mærradalsbekken (1986-87), Ljanselva (1987-88), Loelva (1988-89) og Lysakerelva (1990-91). Tredje omgang startet med Akerselva (1989-90), deretter Frognerelva (1991-92), Hoffselva (1992-93), Mærradalsbekken (1993-94) og Ljanselva (1994-95). Loelva er det sjette vassdraget som har blitt undersøkt for tredje gang. I tillegg er det utgitt 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 Ljanselva ble utgitt i 1990. 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. I tillegg til laboratoriets faste personale har Jan Tore Hansen vært engasjert i den praktiske bearbeidelsen av bunndyrmaterialet. De fysisk-kjemiske målinger rapporten omtaler er utført av Seksjon for miljøtilsyn, Oslo vann- og avløpsverk som ledd i overvåkingsprogrammet. Seksjon for miljøtilsyn har også gjort feltarbeid for bakteriekontroll, men Etat for miljø- og næringsmiddelkontroll har utført analysene.

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

Oslo, april 1997

Eli Grimsby

Terje Wold

INNHOLD

| | side |
|---|------|
| SAMMENDRAG | 4 |
| 1. INNLEDNING | 6 |
| 2. OMRÅDE OG LOKALITETSBEKRIVELSE | 7 |
| 3. MATERIALE OG METODE | 10 |
| 3.1. Bunndyr | 10 |
| 3.2. Fisk | 11 |
| 3.3. Vannkjemi og bakteriologiske forhold | 11 |
| 4. RESULTATER | 11 |
| 4.1. Bunndyr | 11 |
| 4.2. Fisk | 18 |
| 5. DISKUSJON | 23 |
| 6. LITTERATUR | 35 |

SAMMENDRAG

Bremnes, T. og Saltveit, S.J. 1997. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XVIII. Bunndyr og fisk i Loelva. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 167, 39 s.

I forbindelse med de tiltak som er satt i verk for å bedre vannkvaliteten i vassdragene innen Oslo kommune, er det foretatt en undersøkelse av bunndyr og fisk på seks stasjoner i Loelva for å belyse biologisk status. Undersøkelsene ble utført i 1995 og 1996. Vassdraget har tidligere blitt undersøkt i 1981-82 og 1988-89. Det er derfor grunnlag for å kunne vurdere endringer i de biologiske forhold og forurensnings-situasjonen.

På den øverste stasjonen (LOL1) rett nedstrøms samløpet mellom bekkene fra Steinbruvatn og Alunsjøen, var faunaen relativt variert sammensatt. Det ble funnet flere arter steinfluer, døgnfluer og vårfluer. Det var en god bestand av ørret og ørekyt her. Dette indikerer god vannkvalitet.

Den neste stasjonen (LOL2) på Kalbakken viser klare tegn til forenkling av bunnfaunaen. Døgnfluene var tallrike, men besto nesten utelukkende av den tolerante arten *Baëtis rhodani*. To arter av steinfluer viste imidlertid at belastningen må betegnes som svak til moderat. En svært god bestand av ørret og ørekyt understøtter at vannkvaliteten er bra.

I Fossumbekken (LOL3) var faunaen sterkt forenklet, med stor dominans av fjærmygglarver. Fravær av store mengder fåbørstemark og tilstedeværelsen av døgnfluen *B. rhodani* viser at forurensningsgraden ikke er meget sterk. En ørret ble påvist høsten 1996, og viser at fisk kan leve her i perioder.

De tre nederste stasjonene (LOL4-6) hadde alle en forenklet bunnfauna, dominert av fjærmygg og fåbørstemark. Ved Alnabru (LOL4) virket belastningsgraden størst, med store mengder fåbørstemark. Ved Bryn (LOL5) virket forholdene noe bedre, med

dominans av fjærmygg. Den nederste stasjonen (LOL6) var tidvis igjen dominert av fåbørstemark. Tilstedeværelsen av mindre mengder *B. rhodani* og andre burndyrgrupper på disse stasjonene viser imidlertid at belastningen ikke er meget sterk.

På LOL4 ble det ikke funnet fisk, bortsett fra en ørret. Det antyder at fisk kan leve der i perioder. På LOL6 og dels på LOL5 ble det funnet endel abbor som trolig stammer fra Østensjøvannet. Rett nedstrøms innløpet av Østensjøbekken ble det funnet store mengder små abbor og mort. Alle individer var svært små og indikerte derfor at Loelva ikke hadde en egen bestand av disse artene.

Vannkvaliteten har vært god på LOL1 siden undersøkelsene startet i 1981-82. På LOL2 har det skjedd en bedring i faunaen ved at andelen av døgnfluer har økt. I tillegg har det dukket opp steinfluer. Fra å være fritt for fisk i 1981-82, er det nå etablert en fast bestand av ørret og ørekyt på LOL2. Fossumbekken (LOL3) og stasjonene videre nedover i Loelva (LOL4-6) var alle sterkt forurenset i 1981-82. Det skjedde en bedring fram til 1988-89 ved at fjærmygg kom inn som et viktig element og døgnfluen *B. rhodani* dukket opp. Denne utviklingen har fortsatt i 1995-96, bl.a. ved at fjærmygg har økt i betydning. Faste bestander av fisk har ikke blitt påvist i Loelva nedenfor LOL2, men innslag av enkeltindivider i 1995-96 er et godt tegn på at fisk kan leve også her over lengre perioder.

1. INNLEDNING

Denne undersøkelsen er et ledd i arbeidet med å belyse den biologiske status for vassdrag innen Oslo. Resultatene skal benyttes som kontroll på eventuelle endringer som finner sted i vassdragene etterhvert som tiltak mot forurensninger settes i verk. Ett av målene med tiltakene er å få vassdragene så rene at fisk kan reproducere 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, 1996) og Brittain et al. (1989). Loelva er det sjette vassdraget som blir undersøkt for tredje gang. Vassdraget ble første gang undersøkt i 1981-82 (Brittain og Saltveit 1984b), andre gang i 1988-89 (Bremnes og Saltveit 1991). Det vil nå være mulig å vurdere eventuelle endringer i tilstanden over tid.

Ved de fleste undersøkelser av vannforurensninger her i landet, legges det i første rekke 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 er avhengig av vassdraget som levested, og gir derfor bedre informasjon om forholdene over lengre tidsrom (Brittain og Saltveit 1984c). Dette gjør at faunaen har 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). Slike episoder kan inntreffe uten at det blir registrert i kjemiske rutineundersøkelser, men vil ofte ha en markert effekt på faunaen. 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).

2. OMRÅDE OG LOKALITETSBEKRIVELSE

Områdebeskrivelse

Loelva (Alna) drenerer et 55 km² stort nedslagsfelt i Oslo's nord-østlige del (Lillomarka og Groruddalen), (Fig. 1). Deler av feltet ligger i Nittedal kommune. De største innsjøene er Alunsjøen (238 m o.h.), Breisjøen (248 m o.h.) og Steinbruvann (256 m o.h.). Loelva er ca. 15 km lang og renner ut i Oslofjorden øst for Hovedøya. Viktige tilløpsbekker er Fossumbekken, bekk fra Lilletjern (Rødtvedt), Veitvetbekken og bekk fra Østensjøvannet (150 m o.h.). Store deler av nedbørfeltet ligger under den marine grensen og er dermed dekket av leire. Dette gjør elva turbid og resulterer i tilslamming.

Den øverste delen av Loelva er relativt hurtigstrømmende. Det samme gjelder Fossumbekken. Loelva er stilleflytende fra like nedstrøms samløp Fossumbekken til Bryn. Bunns substratet er her hovedsakelig sand og mudder. En del av elveløpet og tilløpsbekkene er lagt i rør (se Fig. 1).

Lokalitetsbeskrivelse

Det er foretatt innsamling av bunndyr og utført elektrofiske på tilsammen seks lokaliteter i vassdraget (Fig. 1). Dette er de samme lokalitetene som benyttes av Oslo Vann- og avløpsverk til kjemiske målinger.

Stasjon LOL1 ligger like nedstrøms samløpet mellom bekkene fra Alunsjøen og Steinbruvann. Elva består her av kulper med strykstrekninger i mellom. Relativt stilleflytende. Leire og grus i kulpene; grus, sand og kålhodestore kantede stein på strykstrekningene. Ofte ansamlinger av grovt, organisk materiale. Endel elvemose på større stein. Litt algebegroing. Ingen lukt, oftest klart vann.

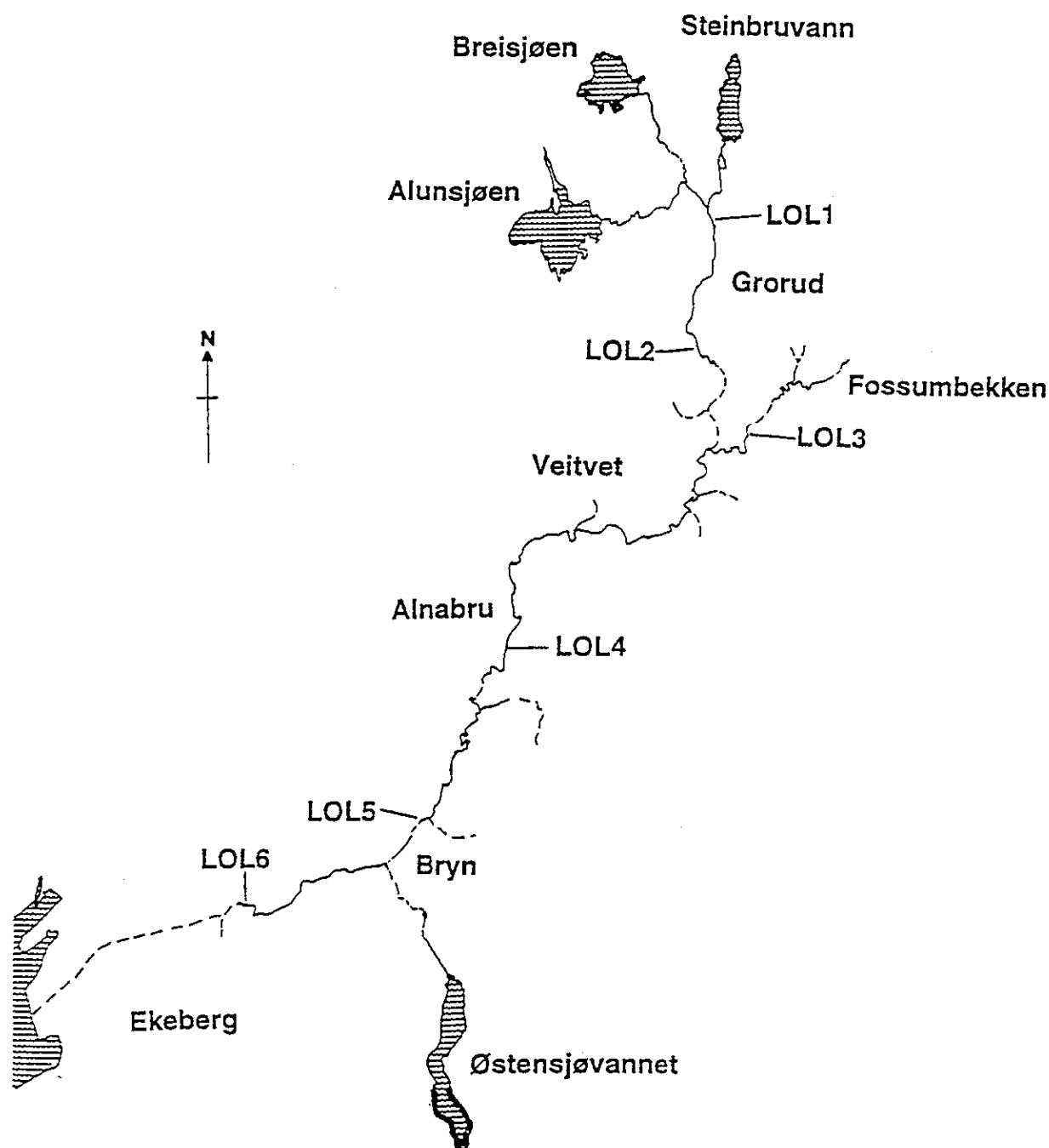


Fig. 1. Kart over Loelva. Lokalteter for innsamling av burndyr og elektrofiske er angitt. Stiplet linje markerer hvor bekken går i kulvert.

På stasjon LOL2 er elva hurtigstrømmende. Bunnen består her hovedsakelig av fjell og store stein. Inn i mellom finnes områder med grus og kantede, knyttnevestore stein. Vegetasjon av mose og noe alger. Svakt blakket vann, ingen lukt. Like nedstrøms denne lokaliteten er elva lagt i kulvert.

Stasjon LOL3 ligger i Fossumbekken like oppstrøms samløpet med Loelva. Bekken er her hurtigstrømmende og har et substrat av knyttneve- til kålhodestore kantede stein på sand og leire. Stein var ofte dekket av brunlig sediment. Endel jernutfellinger. Noe mosebegroing, enkelte større dotter av elvemose på større stein. Lite algebegroing. Oftest grått vann med svakt lukt.

Stasjon LOL4 ligger i det stilleflytende parti av Loelva. Prøvene ble imidlertid tatt på et strykparti ut fra en kulp rett nedstrøms utløp fra kulvert. Bunnssubstratet besto av mindre stein og grus. Til tider markert begroing av lammehaler. Endel utfellinger av silt. Blakket vann, tydelig lukt. Området virket betydelig forurenset.

Stasjon LOL5 ligger på Bryn. Elva renner her langsomt og bunnen består av bløt leire og noen større stein. Litt begroing av grønne alger, endel dotter av elvemose på større stein. Tidvis endel lammehalelignende begroing. Grått vann, svak lukt.

Stasjon LOL6 er den nederste lokaliteten i vassdraget, og ligger like før elva renner inn i kulvert mot sjøen. Elva er her relativt hurtigstrømmende. Bunnssubstratet består av knyttnevestore stein, liggende på grus og leire. Litt mose, lite algevekst. Grått vann, noe lukt.

Kjemiske og bakteriologiske forhold

Undersøkelse av vannkjemiske og bakteriologiske forhold ble utført av henholdsvis Oslo vann- og avløpsverk (OVA) og Miljøetaten i 1996 i samme tidsrom som bunndyrmaterialiet ble innsamlet. Resultatene for endel parametre er gjengitt i Fig. 3.

Øverst i Loelva (stasjon LOL1) var det lave konsentrasjoner av næringssalter og lavt antall koliforme bakterier. Dette viser at Loelva her var lite påvirket av organisk forurensning og kloakk.

På LOL2 skjedde det en viss økning i ammonium og totalt nitrogeninnhold, samtidig som antallet koliforme bakterier steg. Belastningsgraden må likevel karakteriseres som lav. Lengre ned øker verdiene for fosfor og nitrogen- forbindelsene markert sammen med antallet koliforme bakterier. Fossumbekken (LOL3) og LOL4 har de klart høyeste verdiene. Verdiene viser en tendes til å falle ned mot LOL5, mens de igjen øker mot LOL6.

3. MATERIALE OG METODE

3.1. 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 å anslå tetthetene av bunndyr. Sparkemetoden kan brukes på steinbunn og bløtbunn, både i rennende og stillestående vann (Brittain og Saltveit 1984d). Innsamlingstiden avhenger både av bunnens beskaffenhet og tettheten av bunndyr. Ved innsamling i rennende vann holdes håven vertikalt med rammens nedre kant mot substratet slik at strømmen går rett inn i åpningen. Håven holdes på plass ved å sette den ene foten bak rammen. Med den andre foten blir substratet i forkant av håven rotet opp slik at dyr, planter og organisk materiale blir ført med strømmen inn i håven. Innsamlingstiden var 1/2 minutt pr. prøve, og tre parallelle prøver ble tatt fra hver stasjon. Håvens maskestørrelse var 0,45 mm. Alle prøvene ble fiksert med etanol i felt. Bunndyrene ble plukket ut, sortert og bestemt i laboratoriet.

Bunndyr ble innsamlet 3. mars og 17. oktober 1995, og 26. mars og 15.-16. og 23. oktober 1996.

3.2. 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 elvelengde på ca. 50 m overfisket i hele bredden. Stasjoner med mye fisk ble overfisket tre ganger og tettheten av fisk beregnet utfra avtak i fangst (successive removal) (Zippin 1958, Bohlin et al. 1989).

Elektrofiske ble foretatt i perioden 20. juli til 9. august, samt 17. oktober 1995, og 10. og 17. juli og 15.-16. og 23. oktober 1996.

4. RESULTATER

4.1. Bunndyr

Sammensetningen og antallet av bunndyr fordelt på hovedgrupper for hver enkelt stasjon og tidspunkt er gitt i Tabell 1, og fremstilt i Figur 2, 3 og 4. Sammensetningen av de viktigste gruppene av bunndyr er gitt i Tabell 2.

Tabell 1. Gjennomsnittlig antall bunndyr (pr. 1/2 min. sparkeprøve) fordelt på hovedgrupper i Loelva vår (V) og høst (H) 1995 og 1996. + = < 1.

| | LOL 1 | | | | LOL 2 | | | | LOL 3 | | | | LOL 4 | | | | LOL 5 | | | | LOL 6 | | | |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 95 V | 95 H | 96 V | 96 H | 95 V | 95 H | 96 V | 96 H | 95 V | 95 H | 96 V | 96 H | 95 V | 95 H | 96 V | 96 H | 95 V | 95 H | 96 V | 96 H | 95 V | 95 H | 96 V | 96 H |
| FLATMARK | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - |
| FÅBØRSTEMARK | 37 | 12 | 3 | 87 | 40 | 18 | 45 | 64 | 24 | 5 | 20 | 14 | 160 | 1214 | 309 | 1607 | 95 | 99 | 4 | 69 | 179 | 422 | 15 | 2485 |
| IGLER | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | + | - | - | + | + | - |
| SNEGL | 1 | 7 | 2 | + | 2 | 2 | + | + | - | - | - | - | + | 9 | - | - | 23 | 18 | - | 4 | - | 1 | - | - |
| MUSLINGER | - | + | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| KREPSDYR | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | - | 3 | + | 2 | - | 5 |
| VANNMIDD | - | - | - | 14 | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7 |
| DØGNFLUER | 44 | 3 | 226 | 180 | 39 | 67 | 92 | 45 | - | + | - | + | 2 | 147 | 3 | 3 | + | 3 | + | 6 | - | 1 | - | 1 |
| STEINFLUER | 1 | 3 | 7 | 23 | + | 2 | 2 | 4 | - | - | - | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| VÅRFLUER | 3 | 13 | 5 | 31 | 2 | 4 | 4 | 9 | 1 | 1 | - | - | - | 7 | - | + | - | 4 | - | + | - | 2 | + | - |
| BILLER | - | - | - | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| FJÆRMYGG | 92 | 510 | 411 | 545 | 51 | 19 | 1217 | 106 | 483 | 253 | 2534 | 55 | 306 | 367 | 491 | 281 | 644 | 379 | 431 | 121 | 97 | 361 | 101 | 284 |
| MÅLERMYGG | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | + | - | - | - | - |
| STANKELBEIN | + | 2 | 2 | 4 | + | + | 7 | 1 | 14 | + | + | + | + | 2 | + | 4 | + | + | - | - | + | + | - | 2 |
| DANSEFLUER | - | - | - | - | + | - | 2 | - | - | - | + | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | + | - |
| KLEGG | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SOMMERFUGLMYGG | - | - | + | 7 | + | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SVIKNOTT | 3 | 11 | 14 | 16 | 1 | + | 3 | 1 | + | 3 | 10 | - | - | 3 | 2 | + | - | 2 | + | + | - | - | - | - |
| KNOTT | + | + | 51 | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

De antallsmessig dominerende bunndyrgruppene i Loelva og Fossumbekken var fjærmygglarver, fåbørstemark og døgnfluelarver. Den mest sammensatte faunaen ble funnet øverst (LOL1), hvor det var innslag av flere arter steinfluer og vårfluer. Dette innslaget ble redusert lengre ned (LOL2), og videre nedover dominerte fåbørstemark og fjærmygglarver. Det var tidvis et visst innslag av døgnfluer på LOL4 og snegl på LOL5. Døgnfluer var av betydning kun på de to øverste stasjonene (LOL1 og LOL2). Fossumbekken (LOL3) var dominert av fjærmygglarver.

Gjennomsnittlig antall bunndyr pr. 1/2 minuttssparkeprøve viste stor variasjon på de enkelte stasjonene. På den nederste stasjonen (LOL6) varierte mengden pr. prøve mellom drøyt 100 til nærmere 3000, og i Fossumbekken (LOL3) fra 70 til drøyt 2500. Dette skyldes variasjoner i tetthetene av fåbørstemark og fjærmygg.

Det ble påvist fem arter døgnfluer i Loelva. Alle artene ble funnet på den øverste stasjonen (LOL1), men antallet ble redusert til tre på LOL2. På alle de øvrige stasjonene ble bare *Baëtis rhodani* funnet. På den øverste stasjonen (LOL1) kunne også to andre *Baëtis*-arter (*B. muticus* og *B. niger*) være vanlige. Nedenfor stasjon LOL2 var *B. rhodani* et ubetydelig innslag, bortsett fra LOL4, hvor den tidvis kunne være tallrik. I Fossumbekken (LOL3) ble *B. rhodani* bare såvidt påvist.

Det ble påvist åtte arter steinfluer i Loelva. Antall individer var hele tiden lavt. Alle artene ble funnet på LOL1. *Amphinemura sulcicollis* og tre arter av *Nemoura* var mest framtrede. På LOL2 ble bare to *Nemoura*-arter funnet, og på stasjonene videre nedover ble det ikke funnet steinfluer, bortsett et individ av *Nemoura cinerea* på LOL4.

Vårfluelarver var også fåtallige i Loelva. Det ble påvist ni taksa. Vårfluer var vanligst på LOL1 og var et jevnt innslag på LOL2. Videre nedover var forekomsten av vårfluer sporadisk. *Rhyacophila nubila* var vanlig i den øvre delen av Loelva (LOL1 og LOL2). Den nettspinnende *Plectrocnemia conspersa* ble vesentlig funnet på LOL1. Husbyggende former fra familien Limnephilidae ble funnet på alle stasjonene, unntatt den nederste (LOL6). *Sericostoma personatum* var begrenset til den øverste stasjonen (LOL1).

Biller var fåtallige i materialet, bortsett fra på LOL1 høsten 1996, da det ble funnet endel vannbiller (Helminthidae). Krepssdyret gråslugge ble funnet i lite antall bare på de to nederste stasjonene (LOL5 og LOL6).

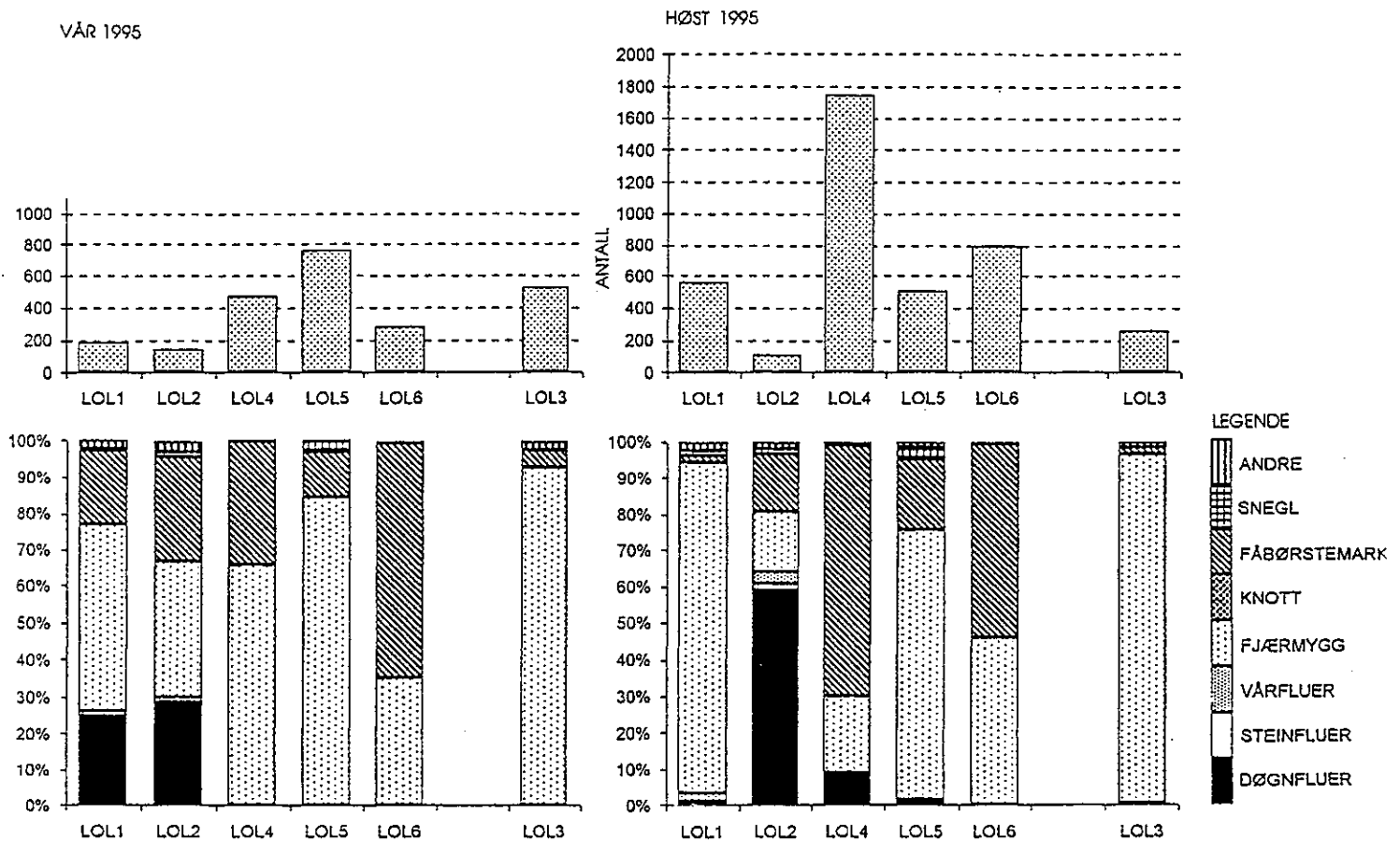
Fjærmygglarver var generelt en av de viktigste dyregruppene på alle stasjonene. Fjærmygg ble ikke nærmere bestemt. På LOL1 og LOL5 var fjærmygg hele tiden den viktigste gruppen. Fossumbekken var hele tiden dominert av fjærmygg, som ofte utgjorde nærmere 100% av faunaen (Fig. 2 og 3).

Av andre tovinger kunne knottlarver være tallrike på LOL1, men ble ikke funnet lengre ned i Loelva. Stankelbeinlarver var forholdsvis vanlige på de fleste stasjonene. Det ble påvist fire slekter med stankelbein. *Tipula* sp. ble funnet spredt i hele Loelva, mens *Elaeophila* sp. primært ble funnet i den øverste delen (LOL1 og LOL2). Dansefluellarver var sjeldne, fordelt på to arter. Det ble funnet to taxa med sommerfuglmygg; *Pericoma* sp. ble funnet på de to øverste stasjonene, mens *Psycoda* sp. ble funnet på LOL4. Sviknottlarver var mest tallrike i den øvre delen av Loelva og i Fossumbekken. Sviknottlarver ble ikke nærmere bestemt.

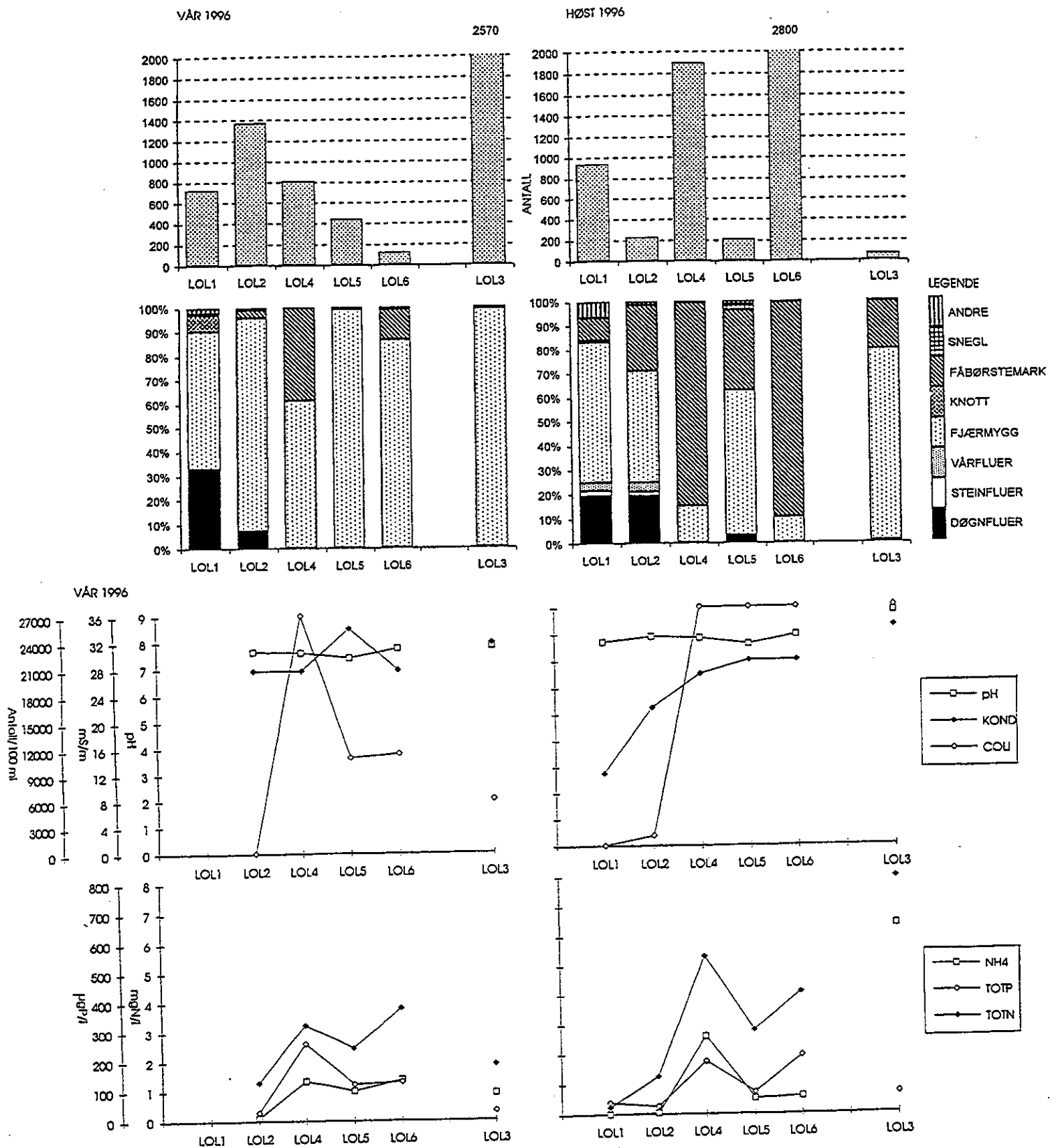
Det ble funnet fire arter snegl i Loelva. To av artene, vanlig skivesnegl og høy toppluesnegl, ble nesten utelukkende funnet på de to øverste stasjonene (LOL1 og LOL2). De to andre artene, vanlig damsnegl og rund blæresnegl, ble vesentlig funnet i den nedre delen av Loelva (LOL4-LOL6), vanligst på LOL5. Ertemuslinger (*Pisidium* sp.) var de eneste muslingene som ble påvist. De ble funnet spredt i det meste av Loelva.

Fåbørstemark var en av de viktigste dyregruppene i Loelva. Dette gjaldt spesielt på stasjon LOL4, som var dominert av arter fra familiene Enchytraeidae og Tubificidae, og stasjon LOL6 som var dominert av arter fra familien Naididae. Utover disse familievurderingene ble ikke fåbørstemark nærmere bestemt. Innslaget av fåbørstemark var minst øverst i Loelva (LOL1) og i Fossumbekken (LOL3). Iglar var

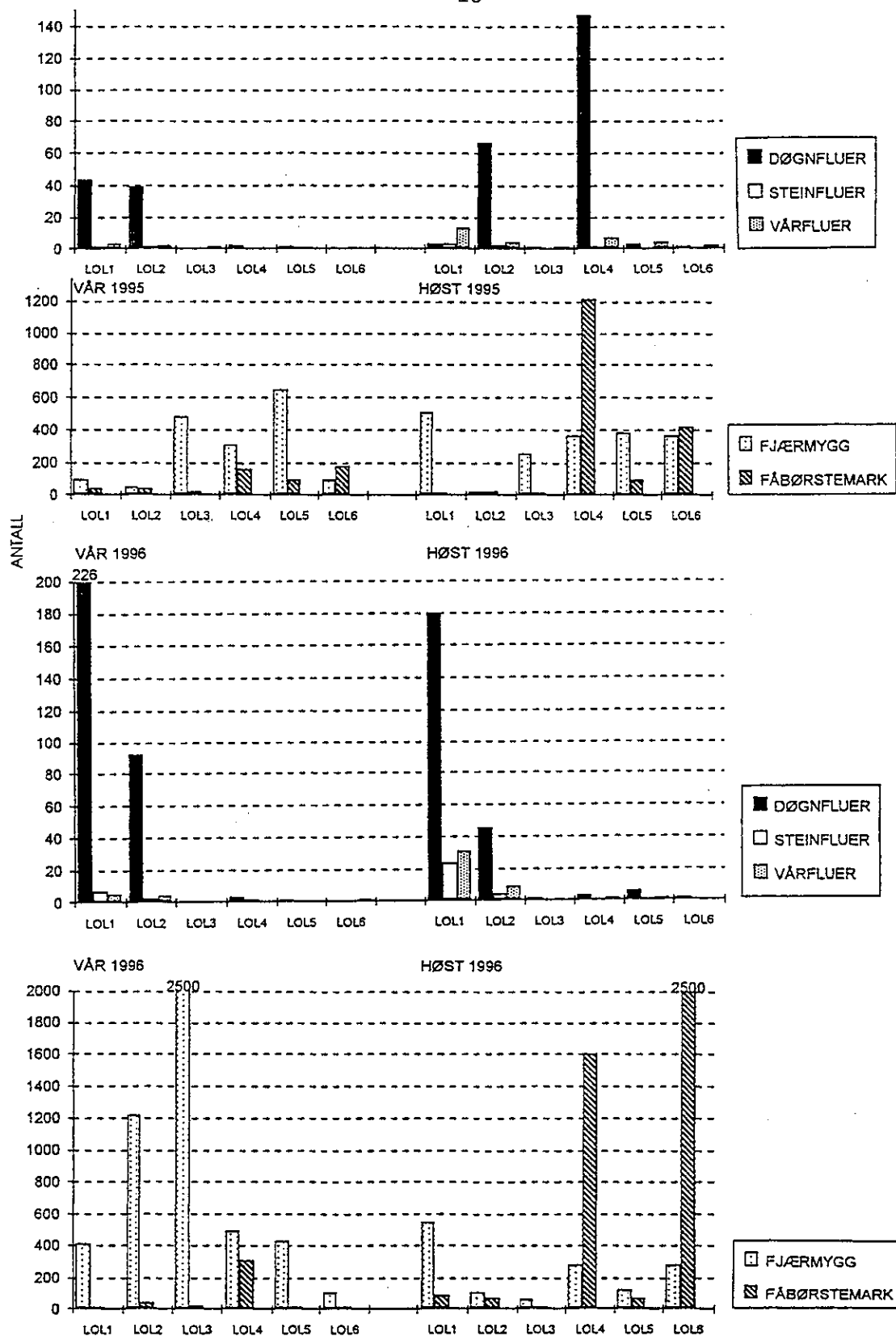
fåtallige i Loelva, og ble helst funnet på stasjon LOL2. Av de to påviste artene var hundeigle mest utbredt, mens stor bruskgigle bare ble funnet på stasjon LOL2.



Figur 2. Burndyr på de undersøkte stasjonene i Loelva vår og høst 1995. A: Gjennomsnittlig antall burndyr pr. 1/2 min. sparkeprøve. B: Prosentandelene av de ulike burndyrgruppene.



Figur 3. Bunndyr og vannkvalitet på de undersøkte stasjonene i Loelva vår og høst 1996. A: Gjennomsnittlig antall bunndyr pr. 1/2 min. sparkeprøve. B: Prosentandelene av de ulike bunndyrgruppene. C: Gjennomsnittlige verdier for pH, ledningsevne (KOND), antall koliforme bakterier (COLI), ammonium (NH₄), total fosfor (TOTP) og total nitrogen (TOTN) fra samme tidsrom.



Figur 4. Gjennomsnittsantall av hovedgruppene av bunndyr (pr. 1/2 min. sparkeprøve) på de undersøkte stasjonene i Loelva i 1995 og 1996.

4.2 Fisk.

Det ble påvist fisk på samtlige lokaliteter i Loelva i løpet av perioden (Fig. 5), men det var bare på stasjonene LOL1, LOL2 og LOL5 at fisk var tilstede begge år. Antall fiskearter var lite og det ble bare funnet ørret, ørekyt og abbor. På LOL1 og LOL2 ble både ørret og ørekyt påvist, mens abbor var eneste fiskeart på LOL4. Individtettheten var relativt høy både på LOL1 og 2 og på LOL6 i 1995, mens det på de øvrige bare ble påvist få individer ved enkelte anledninger. På stasjon LOL1 og LOL2 var antallet tilstrekkelig til å fremstille lengdefordeling og beregne bestandstetthet av både ørret og ørekyt (Fig. 6-8). De ulike lokalitetene er nærmere omtalt nedenfor.

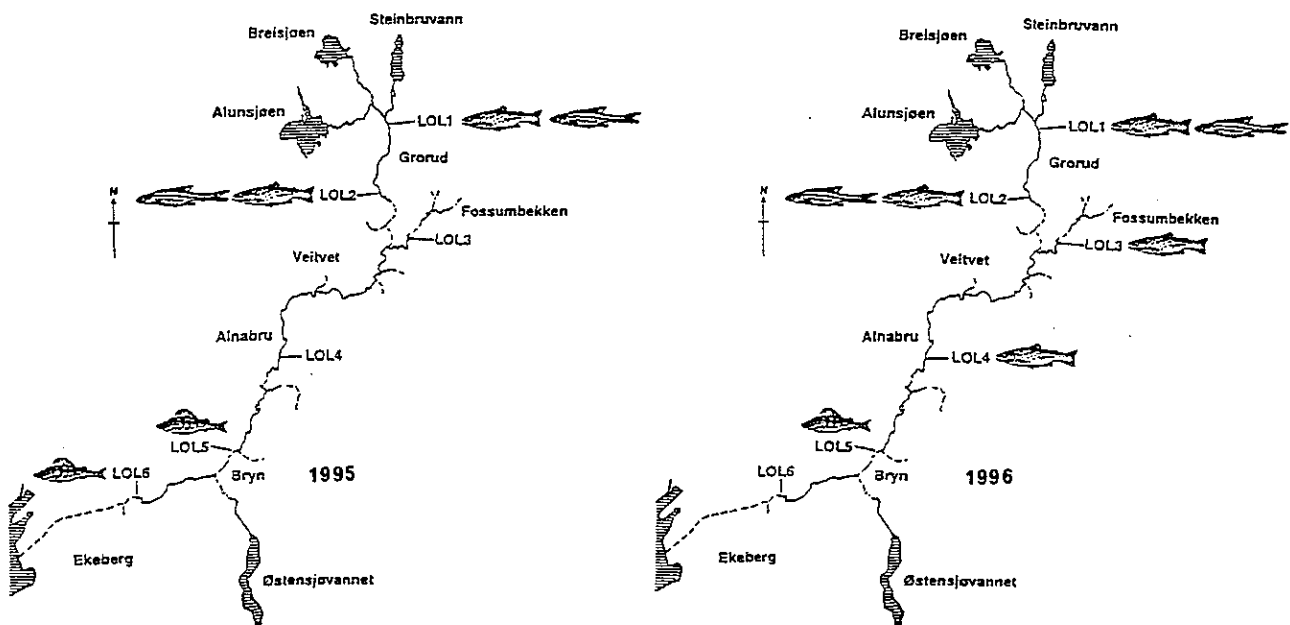


Fig. 5. Påviste fiskearter under elektrofisket i Loelva i 1995 og 1996.



På LOL1 ble det i juli og oktober 1995 og 1996 påvist både ørret og ørekyt. Antall individer av begge arter var svært lite i 1995, men det ble funnet noen få årsunger (0+) av ørret, noe som tyder på naturlig reproduksjon. De fleste andre ørret funnet i 1995 var større individer. Største ørret i juli var 23 cm, mens den største i oktober var 27 cm. Fisken var svært feit. I 1996 var antallet fisk større og lengdefordelingen av den fangete fisken er fremstilt på Fig. 6. I juli 1996 ble det funnet ørret mellom 25 og 220 mm. Den minste fisken er årsunger (0+). I oktober var årsungene mellom 45 og 65 mm, mens største ørret målte 23 cm. Antallet var høyere i oktober enn i juli 1996 og tettheten ble beregnet til henholdsvis 36.1 ørret pr. 100 m² i juli og 60.4 ørret/100 m² i oktober. Tettheten i oktober må karakteriseres som høy. Antall ørekyt var også i 1996 svært lavt.

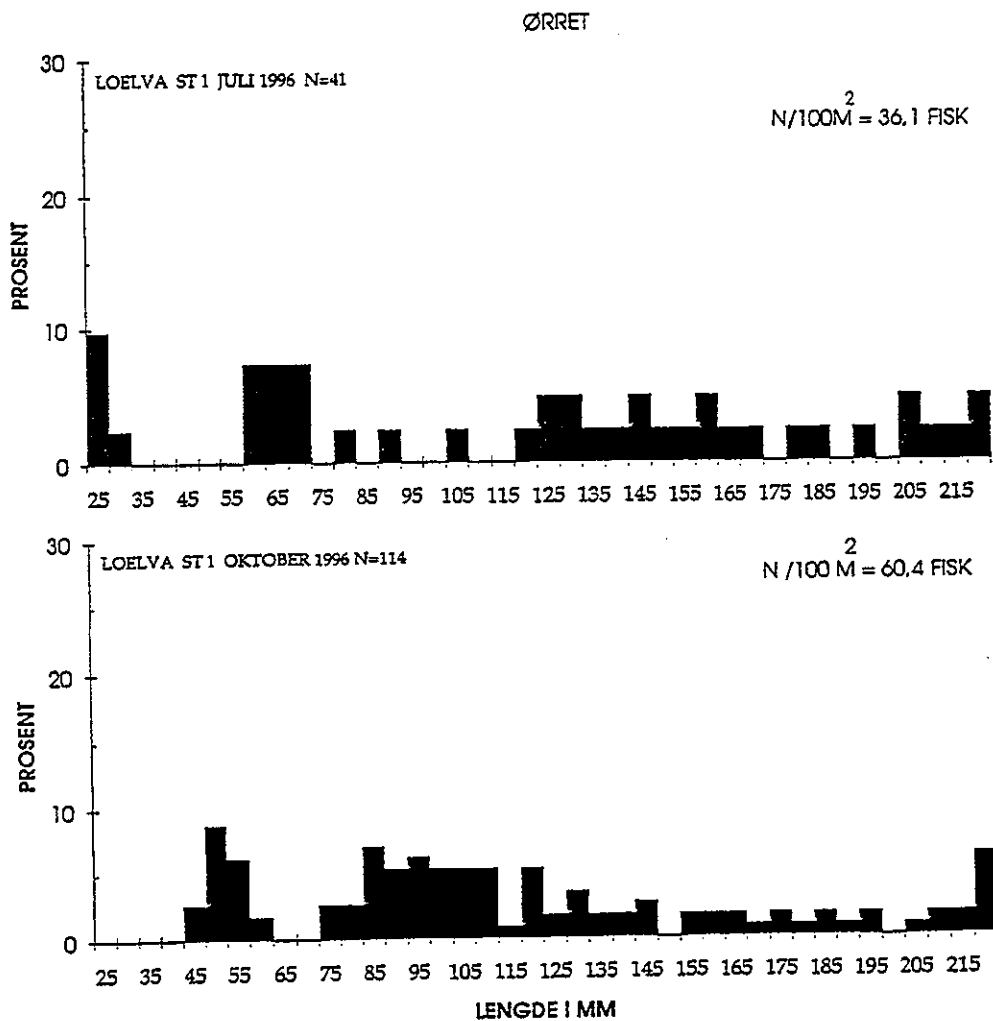


Fig. 6. Prosentvis lengdefordeling av ørret tatt ved elektrofiske på stasjon LOL1 i juli og oktober 1996.

På LOL2 var antall ørret og ørekyt relativt høyt både i 1995 og 1996 og lengdefordeling av materialet er vist på Fig. 7 og 8. I 1995 ble det fanget relativt få ørret. I juli var disse mellom 75 og 125 mm, mens de i oktober var jevnt over lengre. Det ble imidlertid ikke påvist store individer og heller ikke årsunger i 1995. Tetthetene ble beregnet til henholdsvis 12.5 og 7.9 ørret pr. 100 m² i juli og oktober. I 1996 er lengdefordelingen av ørret noe forskjellig fra 1995. Årsunger (0+) ble påvist i materialet både i juli (fisk mellom 30 og 50 mm) og oktober (fisk mellom 50 og 90 mm) og dette indikerer naturlig reproduksjon på lokaliteten (gyting høsten 1995). Tetthet av fisk var også høyere i 1996 og den ble i juli beregnet til 35.6 ørret pr. 100 m², mens den i oktober var 21.3 ørret/100 m².

Lengdefordelingen av ørekyt på stasjon LOL2 er vist på Fig. 8. Ørekyt er en relativt liten fisk og når på lokaliteten lengde ikke over ca. 10 cm. Den beregnede tettheten var noe høyere i 1996 enn den som ble beregnet i 1995 og tetthetene beregnet viser at ørekyt var dominerende fiskeart på LOL2, spesielt i 1995.

I 1995 ble det i tillegg til fisken funnet på stasjon LOL1 og LOL2 fanget to individer av abbor; på LOL5 i juli og på LOL6 i oktober. Disse var henholdsvis 61 og 68 mm. Abbor ble bare påvist på stasjon LOL6 i 1996. Tilsammen 13 individer ble fanget, men alle var svært små; mellom 28 og 36 mm. Dette er årsunger som trolig kommer fra Østensjøvann. Funn av et høyere antall abbor og små mort i Loelva rett nedstrøms sammenløpet med bekken fra Østensjøvann understøtter dette.

I 1996 ble det i oktober også fanget en ørret både på stasjon LOL3 og LOL4. Begge var ca. 16 cm og er fisk som slipper seg ned ovenfra.

ØRRET

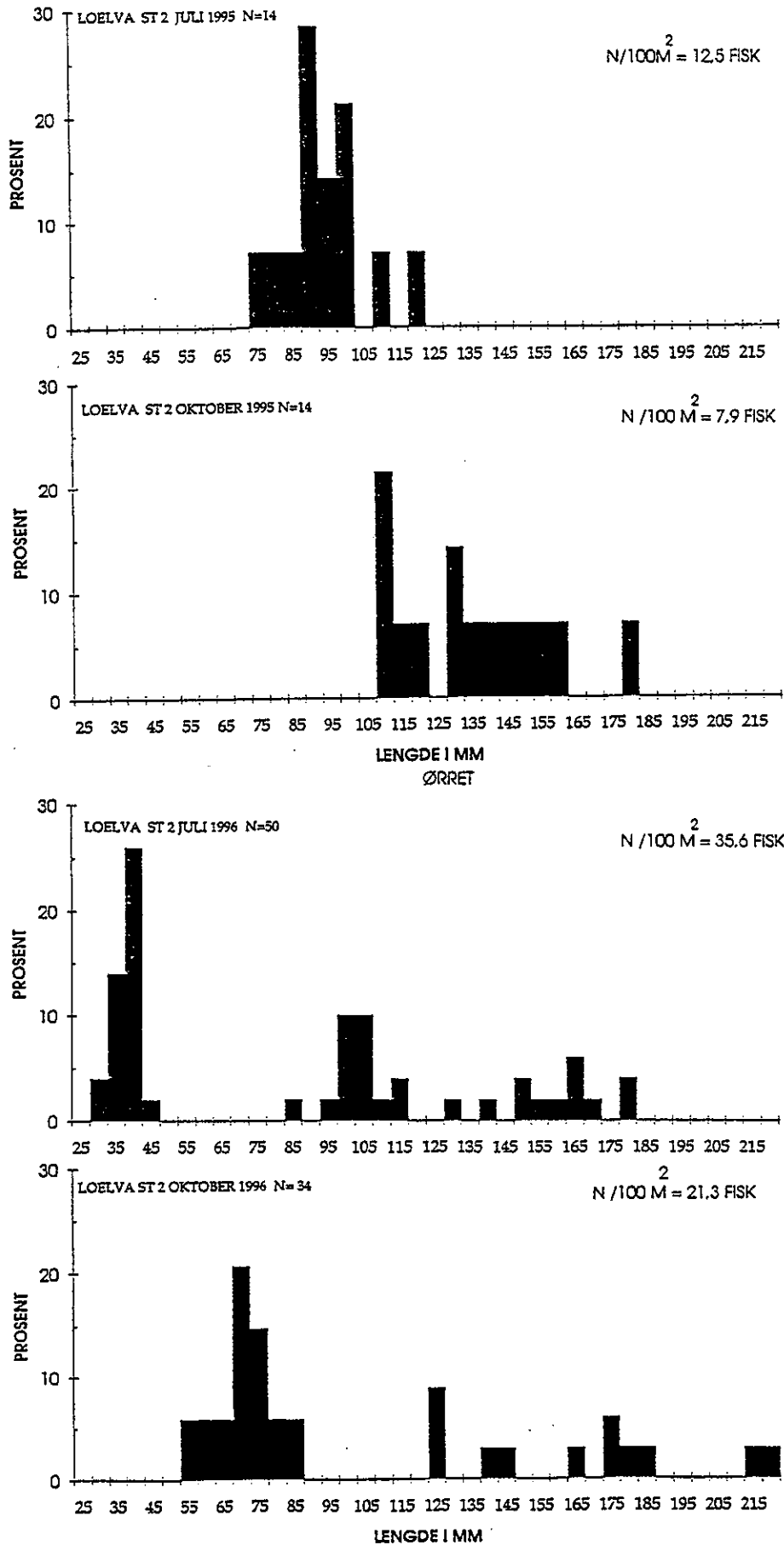


Fig. 7. Prosentvis lengdefordeling av ørret tatt ved elektofiske på stasjon LOL2 i juli og oktober 1995 og 1996. Beregnet antall fisk pr. 100 m² er angitt på figuren.

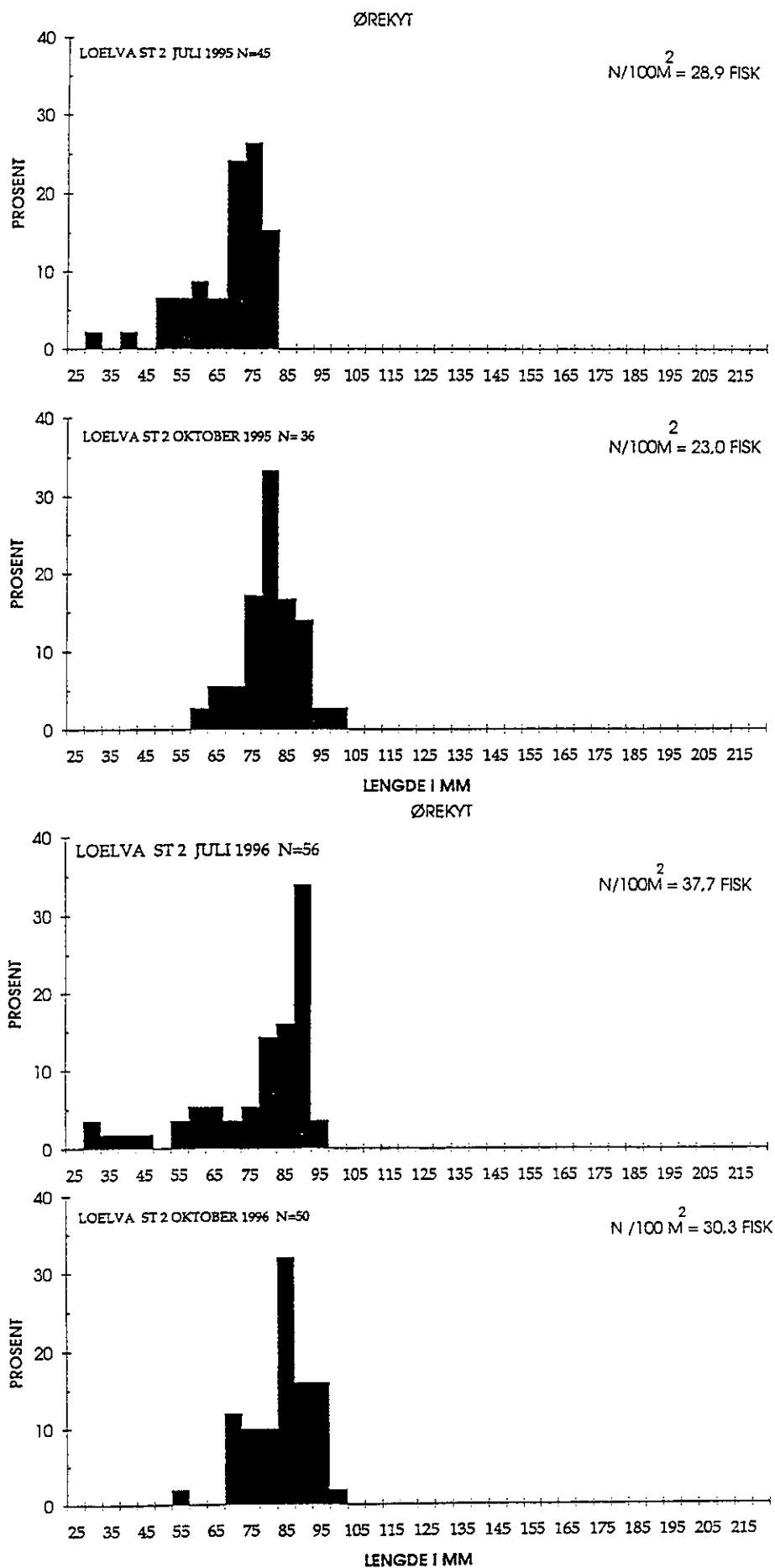


Fig. 8. Prosentvis lengdefordeling av ørekyt tatt ved elektrofiske på stasjon LOL2 i juli og oktober 1995 og 1996. Beregnet antall fisk pr. 100 m² er angitt på figuren.

5. 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 mikro-organismer ("sewage fungus" eller lammehaler) og av påvekstalger.

I elver og bekker med liten eller ingen organisk forurensning vil mange bunndyr-grupper 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 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 kjemiske og bakteriologiske undersøkelser som bare gir øyeblikksbilder. En oversikt over forskjellige bunndyr fra Loelva som er typiske for ulike grader av organisk forurensning er vist i Fig. 9. Fravær av fisk kan tyde på at graden av forurensning er stor.

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

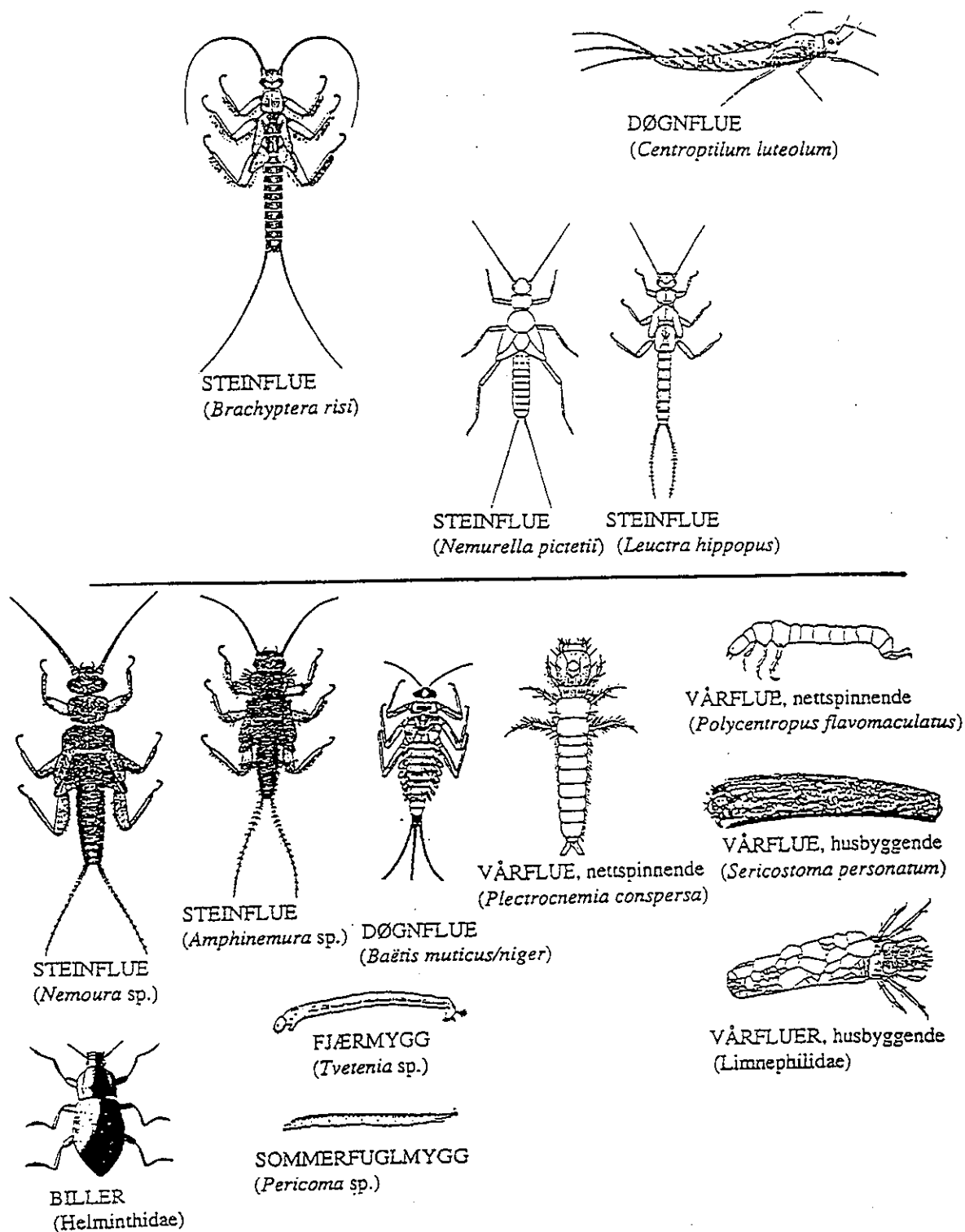


Fig. 9A. Burndyr fra Loelva som er typiske for lokaliteter i rennende vann som er fra uforurenset til svakt organisk forurenset (øverst) og for lokaliteter som er svakt til moderat organisk forurenset (nederst).

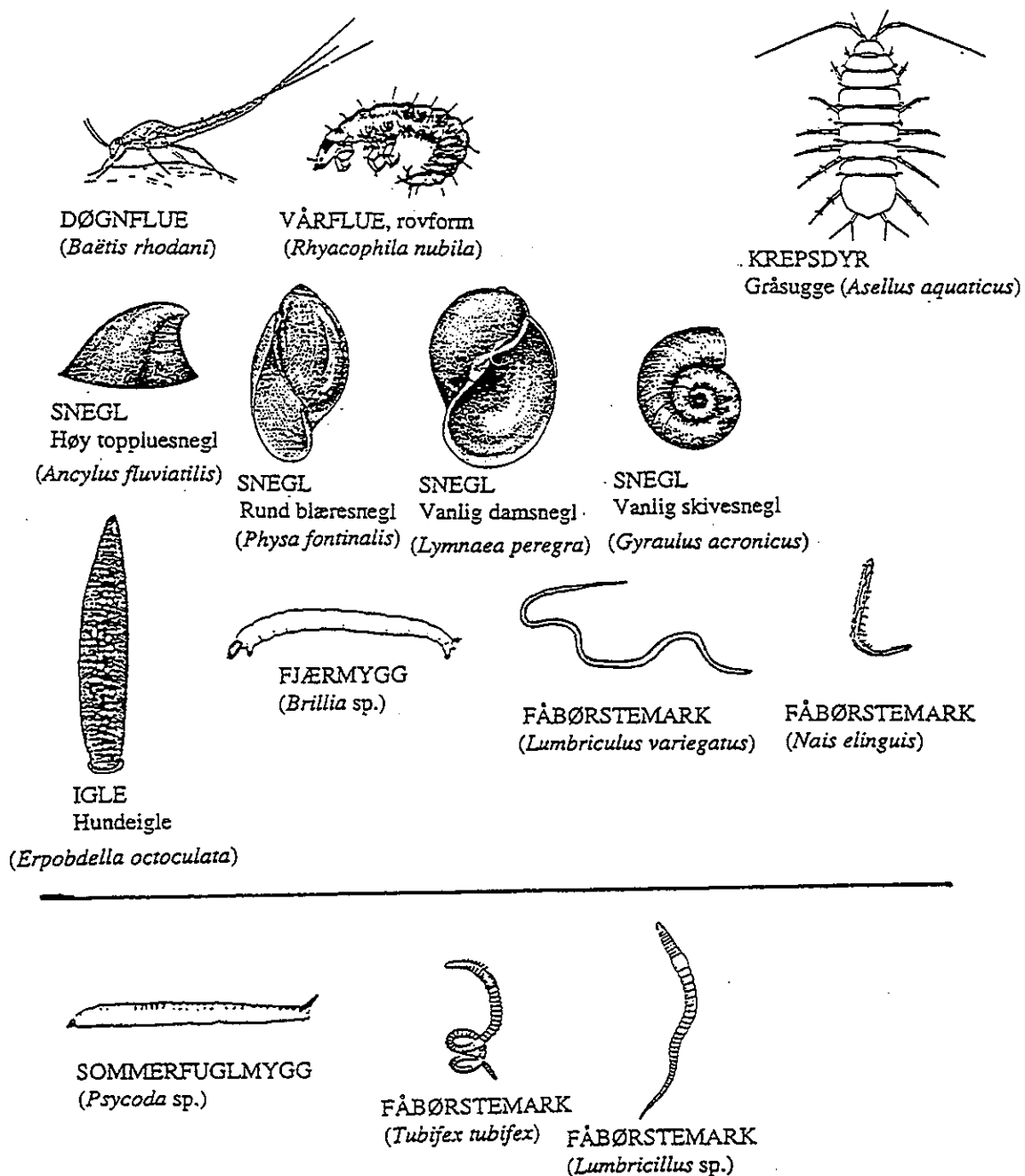


Fig. 9B. Bunndyr fra Loelva som er typiske for lokaliteter i rennende vann som er moderat belastet med organisk forurensning (øverst), og for lokaliteter som er sterkt belastet med organisk forurensning (nederst).

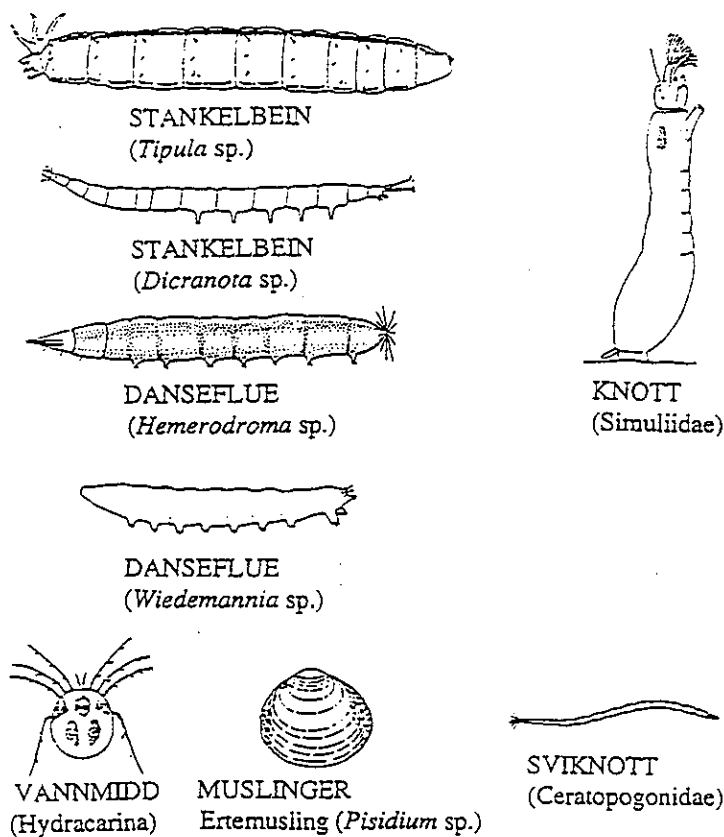


Fig. 9C. Bunndyr fra Loelva som er indifferente overfor organisk belastning, med unntak av sterk belastning.

Forholdene i Loelva 1995-96

Alle de undersøkte stasjonene i Loelv-vassdraget har en enklere sammensatt fauna i forhold til den forventete naturlige faunaen i lavtliggende vassdrag på Sør-Østlandet. Denne forenklingen har i hovedsak to årsaker. Den første er organisk forurensning i form av tilsig av kloakk og spillvann. Den andre er at nedbørfeltet til vassdraget delvis er preget av leire, som fører til en reduksjon i adekvat substrat for en normal elvefauna. Utvasket finpartikulært materiale vil legge seg på bunnen og tette igjen hulrom i substratet som er viktige for mange bunndyr.

Faunaen på den øverste stasjonen (LOL1) er relativt sammensatt uten dominans av enkelte grupper og arter. Tilstedeværelsen av flere arter steinfluer (spesielt *Diura nanseni* og *Brachyptera risi*) som er intolerante ovenfor organisk forurensning viste at vannkvaliteten her var rimelig bra. Disse steinfluene ble imidlertid funnet i lite antall, og de vanligste steinfluene var av en type som tolererer en viss forurensning (*Amphinemura sulcicollis*, *Nemoura*-artene). Den øvrige faunaen på LOL1 med dominans av døgnfluen *Baëtis rhodani* og fjærmygglarver vitner også om en viss organisk belastning. Dette kan også ha en sammenheng med at substratet på LOL1 er preget av leire og finpartikulært materiale, noe som favoriserer gravende former. Mange steinfluer unngår slikt substrat, og årsaken til at de blir funnet på LOL1 i mindre antall, kan være tilførsel fra områder rett ovenfor stasjonen, hvor substratet er mer passende for steinfluer. Elva deler seg her i to deler, en fra Alunsjøen og en del fra Steinbruvatn. Den relativt sammensatte faunaen på LOL1 viser likevel at graden av organisk belastning er lav.

Nedover til LOL2 skjer det en tydelig forenkling av faunaen, og denne stasjonen må karakteriseres som svakt til moderat belastet. Døgnfluene besto nesten utelukkende av den tolerante arten *B. rhodani*, og steinfluene besto av to arter *Nemoura*, som er de mest forurensningstolerante steinfluene. Vårfluefaunaen er også enklere sammenlignet med LOL1, og besto mest av den moderat tolerante *Rhyacophila nubila* og husbyggende limnephilider.

Fossumbekken (LOL3) hadde en fauna dominert av fjærmygg. Selv om det ble funnet enkeltteksemplarer av døgnfluen *B. rhodani* og husbyggende vårfluer, må Fossumbekken karakteriseres som temmelig belastet. Dominansen av fjærmygg istedet for fåbørstemark tyder imidlertid på at belastningsgraden ikke er meget sterk. Tidligere har Fossumbekken vært dominert av fåbørstemark (Fig. 10), og den sterke reduksjonen av fåbørstemark ved denne undersøkelsen kan være et uttrykk for en generell bedring av vannkvaliteten. Det kan imidlertid også være et tegn på episoder med toksiske utslipp, siden fåbørstemark bruker lengre tid på å reetablere seg sammenlignet med for eksempel fjærmygg som har et terrestrisk stadium.

Stasjon LOL4 bærer også preg av en sterk organisk belastning. Faunaen er dominert av fjærmygg og fåbørstemark, men tilstedeværelsen av døgnfluen *B. rhodani* og andre bunndyr i mindre antall er en klar indikasjon på at forholdene ikke er ekstreme.

Lengre nedstrøms på LOL5 synes forholdene noe bedre, sammenlignet med LOL4. Dette fordi fåbørstemark er mindre dominerende. Ellers er faunaen på LOL5 relativt lik den på LOL4. Nedover til LOL6 skjer det en forverring, ved større dominans av fåbørstemark og et mindre innslag av døgnfluer.

Endringer over tid

Loelva er tidligere undersøkt i 1981-82 (Brittain og Saltveit 1984b) og i 1988-89 (Bremnes og Saltveit 1991). Det er derfor et godt grunnlag for å vurdere utviklingen av de biologiske forhold og derved endringer i vannkvalitet over tid i vassdraget. Det gjennomsnittlige antallet og den prosentvise sammensetningen av bunndyr i de tre undersøkelsesperiodene på de ulike stasjonene er vist i Fig. 10. Tilstedeværelsen av de ulike artene av døgnfluer, steinfluer, vårfluer, snegl og krepsdyr er vist i Tab. 3.

På den øverste stasjonen (LOL1) virker det som om forholdene i grove trekk har vært de samme i alle tre periodene. Fjærmygg, døgnfluer og fåbørstemark var de viktigste gruppene. Steinfluene var relativt fåtallige, men artsrike. LOL1 virker lite påvirket av organisk forurensning, men det lave individantallet av steinfluer og vårfluer kan ha sammenheng med at området er preget av bløtt substrat.

Stasjon LOL2 har vært dominert av fåbørstemark og fjærmygg. LOL2 har bedret seg siden 1988-89. Andelen av fåbørstemark har gått klart tilbake, mens fjærmygg har økt. Døgnfluene har også tiltatt, og steinfluer fra slekten *Nemoura* har etablert seg. Et annet positivt tegn er at ørret og ørekyt har etablert en fast bestand. Ørret ble ikke funnet tidligere (Fig. 12).

Fossumbekken, (LOL3), har hatt en positiv utvikling av vannkvalitet. I 1981-82 var den dominert av fåbørstemark, i 1988-89 avtok andelen av fåbørstemark samtidig som døgnfluen *B. rhodani* ble funnet. Nå er andelen fåbørstemark redusert, og det er dominans av fjærmygglarver. Det ble også funnet en enkelt ørret i Fossumbekken 1996, men noe fast bestand er det ikke snakk om.

Stasjon LOL4 har hele tiden vært preget av sterk forurensning, men viser klare tegn i positiv retning. Fra å være totalt dominert av fåbørstemark i 1981-82, har andelen av fjærmygg tiltatt, samtidig som døgnfluen *B. rhodani* også er på vei inn. Det ble nå også påvist enkeltteksemplarer av steinfluer, samt vårfluer og snegl. En enkelt ørret ble funnet, men heller ikke her der det snakk om en fast fiskebestand.

LOL5 viser også klare tegn på bedring. Fra å være totalt dominert av fåbørstemark i 1981-82, har andelen av fjærmygg tiltatt, og nå var fjærmygg den dominerende dyregruppen. Døgnfluen *B. rhodani* og to arter snegl har også etablert seg.

Den nederste stasjonen, LOL6, viser også tegn på bedre vannkvalitet, men i mindre grad enn stasjonene ovenfor. LOL6 har hele tiden vært dominert av fåbørstemark, men i 1995-96 har andelen av fjærmygg økt. Døgnfluen *B. rhodani* og vårfluen *R. nubila* er også påvist, men i lite antall.

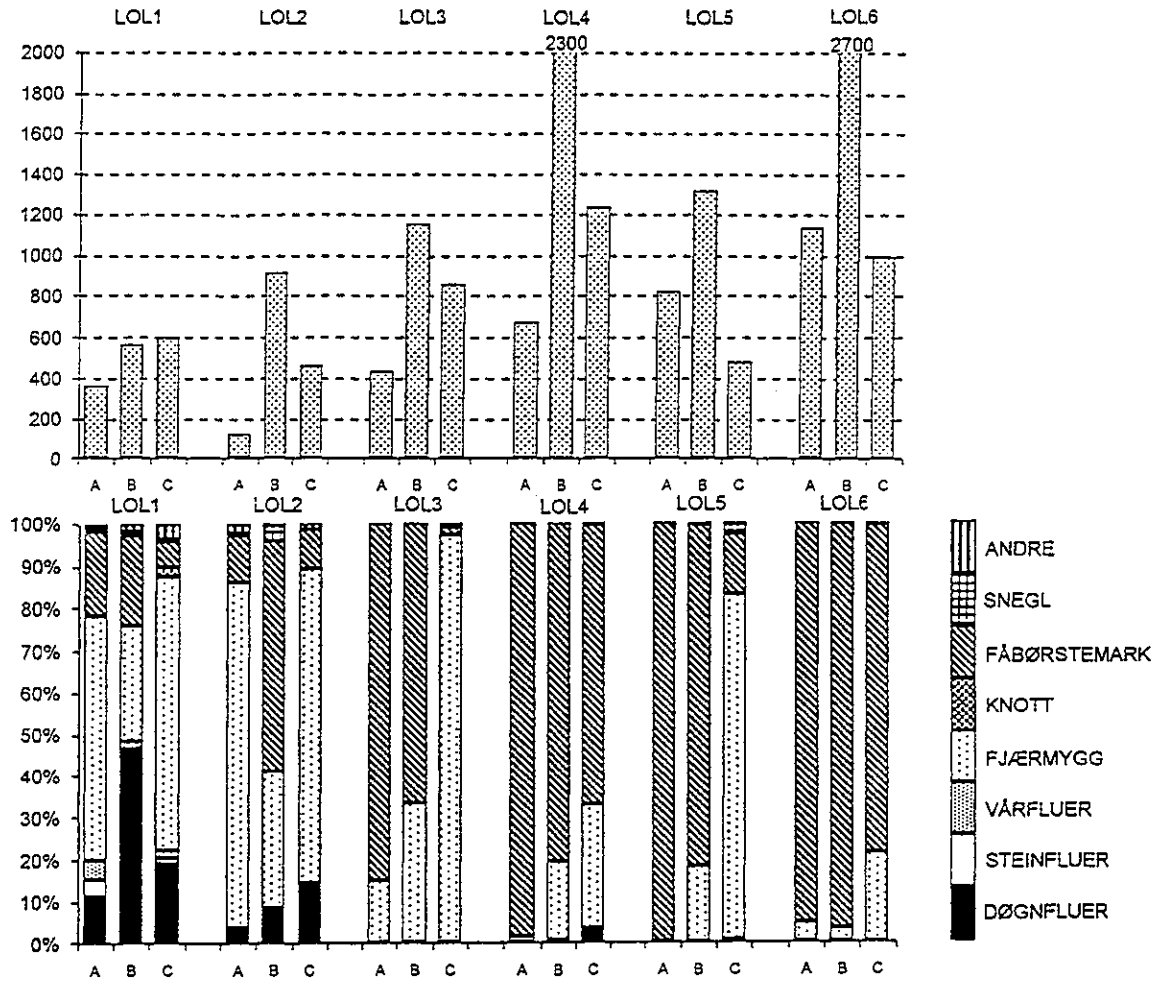


Fig. 10. Gjennomsnittlig antall bunndyr pr. prøve (A), og prosentvis sammensetning av hovedgruppene (B) av bunndyr på de enkelte stasjonene i Loelva. A:1981-82. B: 1988-89. C: 1995-96.

Tabell 3. Arter av døgnfluer, steinfluer, vårfluer, snegl og krepsdyr registrert i Loelva 1981-82 (X), 1988-89 (O) og 1995-96 (V).

| | LOL1 | LOL2 | LOL3 | LOL4 | LOL5 | LOL6 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DØGNFLUER | | | | | | |
| <i>Centroptilum luteolum</i> | X - V | - - V | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Baëtis muticus</i> | - O V | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Baëtis niger</i> | X O V | - - V | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Baëtis rhodani</i> | X O V | X O V | - O V | - O V | - O V | - O V |
| <i>Leptophlebia marginata</i> | - - V | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| STEINFLUER | | | | | | |
| <i>Diura nanseni</i> | - - V | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Isoperla difformis</i> | X O V | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Brachyptera risi</i> | - O V | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Protonemura meyeri</i> | X O - | - O - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Amphinemura borealis</i> | - O - | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Amphinemura sulcicollis</i> | - O V | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Nemurella pictetii</i> | X O - | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Nemoura avicularis</i> | - O V | - - V | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Nemoura cinerea</i> | - O V | - - V | - - - | - - V | - - - | - - - |
| <i>Nemoura flexuosa</i> | X O V | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Leuctra hippopus</i> | - - V | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| VÅRFLUER | | | | | | |
| <i>Rhyacophila nubila</i> | X O V | X O V | - - V | - - V | - - - | - - V |
| <i>Plectrocnemia conspersa</i> | X O V | X - V | - - - | - - V | - - - | - - - |
| <i>Lype phaeopa</i> | - - V | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Sericostoma personatum</i> | - O V | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| Limnephilidae | X O V | X O V | - - V | - - V | - - V | - - - |
| SNEGL | | | | | | |
| <i>Lymnaea peregra</i> | X O V | X O V | - - - | - - V | - O V | - O V |
| <i>Gyraulus acronicus</i> | X O V | X O V | - - - | - - - | - - - | - - - |
| <i>Physa fontinalis</i> | - - - | - O - | - - - | - - V | - - V | - - - |
| <i>Ancylus fluviatilis</i> | - - V | - - V | - - V | - - - | - - - | - - - |
| KREPSDYR | | | | | | |
| <i>Asellus aquaticus</i> | - - - | - - - | - - - | - - - | - - V | - O V |

Forurensningsindeks

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.

Verdiene til den modifiserte Trent Biotic Index for de ulike stasjonene i 1995 og 1996 er vist i Fig. 11A. Gjennomsnittlig indeksverdi for de tre undersøkelsesperiodene siden 1981 er vist i Fig. 11B.

TBI-verdiene var omlag de samme i 1995 og i 1996 (Fig. 11A), og viser at forholdene må betegnes som svakt forurenset øverst på LOL1. Videre nedstrøms avtok indeksverdiene gradvis ned til LOL6 som må karakteriseres som sterkt forurenset. Fossumbekken (LOL3) viste størst forskjell mellom de to årene, ved at det var en forverring fra 1995 til 1996. I 1996 må Fossumbekken karakteriseres som sterkt forurenset.

Ved å sammenligne TBI-verdiene i de tre ulike innsamlingsperiodene vises det at det jevnt over har vært en klar bedring i forholdene siden 1981-82, bortsett fra den øverste stasjonen som har holdt seg stabil på en verdi tilsvarende svak forurensning. Stasjon LOL2 har vist en klar bedring siden 1988-89. De øvrige stasjonene har vist en radikal bedring siden 1981-82, hvor samtlige ble karakterisert som meget sterkt forurenset. Her skjedde det en klar bedring i 1988-89, spesielt på LOL4 og LOL5. Dette skyldes etableringen av døgnfluen *B. rhodani*, samt en større diversitet i bunndyrsamfunnene. Denne utviklingen har fortsatt i 1995-96, slik at de nedre delene av Loelva nå ikke er mer enn moderat til sterkt forurenset. Bedringene i forurensningssituasjonen blir noe

overdrevet av indeksen, siden innslaget av mindre tolerante arter fortsatt er lite, men nok til å øke indeksverdiene betydelig.

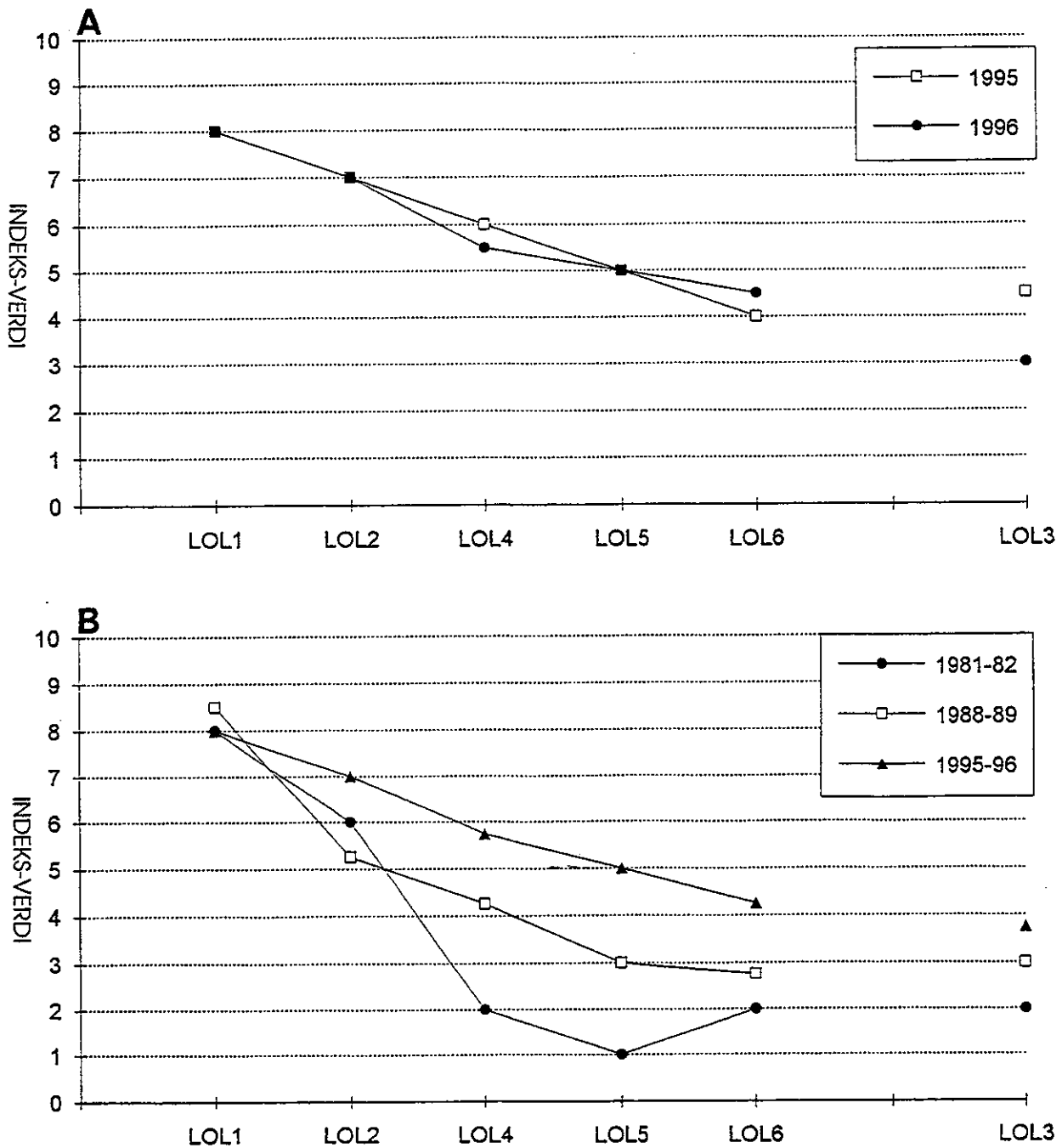


Fig. 11. A: Modifisert Trent Biotic Index for Loelva i 1995 og 1996. B: Modifisert Trent Biotic Index for Loelva i 1981-82, 1988-89 og 1995-96.

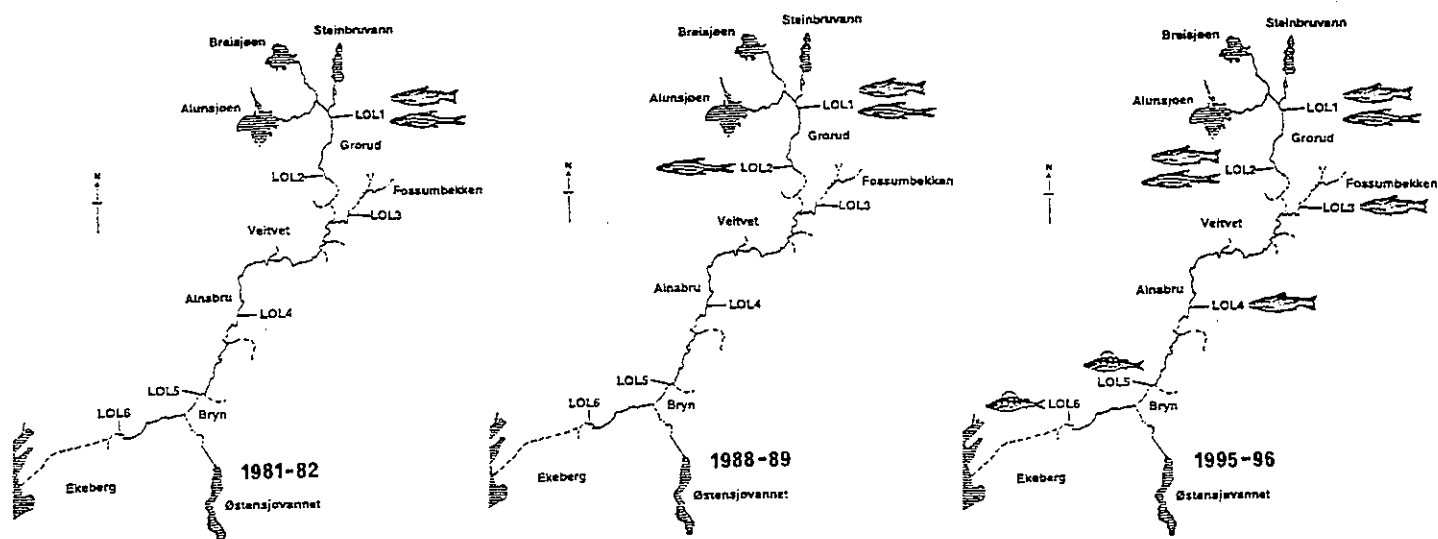


Fig. 12. Påviste fiskearter under elektrofisket i Loelva i 1981-82, 1988-89 og 1995-96.



Utviklingen i fiskefaunaen

Siden undersøkelsene startet i 1981 har det vært en positiv utvikling i fiskefaunaen i Loelva (Fig. 12). I den første perioden ble det bare påvist fisk på LOL1, mens det i 1988-89 ble funnet ørekyt på LOL2. Videre nedover elva ble det ikke påvist fisk. Nå fanges det fisk i hele vassdraget og mengden øverst i elva er nå betydelig høyere enn tidligere. Selv om ørret ikke har etablert noen bestand nedenfor LOL2, tyder funn av enkeltindivider på at fisk som slipper seg ned ovenfor, nå overlever i elva i en lengre periode.

6. LITTERATUR

- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. og Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmids. *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*, 32, 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. Akerselva. Resultater fra befaring og elektrofiske utført i januar 1984. *Notat Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo* 1/84, 8 s.
- Bremnes, T. 1986. Miljøforhold og bunndyr i en lavlandsbekk, med spesiell vekt på Oligochaeta og Chironomidae. Hovedfagsoppgave i limnologi, Universitetet i Oslo. 221 s.
- Bremnes, T. 1988. Oligochaeta og Chironomidae benyttet som indikator på forurensning i en lavlandsbekk. *Limnos* 1, 1988: 1-8.
- Bremnes, T. og Saltveit, S.J. 1988a. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del VII. Bunndyr og fisk i Sognsvannsbekken og Frognerelva. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 104, 29 s.

- Bremnes, T. og Saltveit, S.J. 1988b. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del VIII. Bunndyr og fisk i Holmenbekken og Hoffselva. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 106, 29 s.*
- Bremnes, T. og Saltveit, S.J. 1989. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del IX. Bunndyr og fisk i Mærradalsbekken. *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. IV. Bunndyr og fisk i Sognsvannsbekken og Frognerelva. *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. *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. *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.*
- 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. 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. Del X. Bunndyr og fisk i Ljanselva. *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.