

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

LFI-RAPPORT NR. 160

DELRAPPORT 1/1996

FAUNAEN I ELVER OG BEKKER
INNEN OSLO KOMMUNE
DEL XVII
BUNNDYR OG FISK I
LJANSELVA
1994 OG 1995

FOR

OSLO VANN OG AVLØPSVERK

OSLO I APRIL 1996

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 syttende 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 er 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) og Mærradalsbekken (1993-94). Ljanselva er det femte 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 1996

Bente Myhre Haast
(sign)

Terje Wold
(sign)

INNHOLD

	side
SAMMENDRAG	4
1. INNLEDNING	6
2. OMRÅDE OG LOKALITETSBEKRIVELSE	7
3. MATERIALE OG METODE	10
3.1. Bunndyr	10
3.2. Fisk	10
3.3. Vannkjemi og bakteriologiske forhold	11
4. RESULTATER	11
4.1. Bunndyr	11
4.2. Fisk	21
5. DISKUSJON	25
6. LITTERATUR	40

SAMMENDRAG

Bremnes, T. og Saltveit, S.J. 1996. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XVII. Bunndyr og fisk i Ljanselva. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 160, 44 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 i Ljanselva for å belyse biologisk status. Bunndyrfauna og fisk ble undersøkt på fem stasjoner mellom Skraperudtjernet og utløpet i Bunnefjorden. Undersøkelsene ble utført i 1994 og 1995. Vassdraget har tidligere blitt undersøkt i 1980-81 og 1987-88. Det er derfor grunnlag for å kunne vurdere endringer i forurensningssituasjonen.

Øverst i Ljanselva (LJA1) var bunndyrfaunaen relativt sammensatt uten dominans av enkelte grupper og arter. Dette viser at vannkvaliteten var god. Den lave tettheten av bunndyr skyldes trolig sedimentasjon av finpartikulært materiale.

De øvrige stasjonene i Ljanselva og Gjersrubbekken bar preg av en forenklet fauna, dominert av fåbørstemark, fjærmygglarver og døgnfluen *Baëtis rhodani*. Steinfluer ble bare funnet i lavt antall. En slik fauna er karakteristisk for rennende vann moderat til svakt påvirket av organisk forurensning.

Der Ljanselva krysser Europaveien (LJA2) var faunaen preget av forurensnings-tolerante fåbørstemark (*Lumbricillus* sp.), men tilstedeværelsen av små mengder mindre tolerante grupper og en rik fjærmyggfauna viste at belastningsgraden var moderat. Det var også en fast bestand av ørret her. Videre nedover (LJA3 og LJA5) var elva noe bedre, med rentvannsarten *Stylodrilus heringianus* som dominerende fåbørstemark. Dette er en sikker indikasjon på at belastningsgraden ikke var større enn moderat. Det samme gjaldt også Gjersrubbekken (LJA4).

Siden undersøkelsene startet i 1980-81 har LJA1 hele tiden hatt en sammensatt fauna, og dette viser at vannkvaliteten er god. På LJA2 skjedde det en bedring fra 1980-81 til 1987-88 ved at flere arter steinfluer og vårfluer ble påvist. I 1994-95 har det skjedd en ytterligere forbedring med flere arter døgnfluer, samt en mer sammensatt

fjærmyggfauna med større innslag av mindre tolerante taxa. Lengre nedover i Ljanselva (LJA3 og LJA5) har ikke forholdene endret seg vesentlig, men det er trolig svak bedring siden fjærmyggfaunaen var mer sammensatt og flere døgnflue- og steinfluearter har blitt påvist. Gjersrudbekken (LJA4) har bedret seg siden 1987-88 ved at faunaen har blitt rikere med flere arter døgnfluer og steinfluer.

Status for fisk var omtrent den samme i 1994-95 som ved forrige undersøkelse i 1987-88. Det var faste ørretbestander på LJA1 og LJA2, mens det videre nedover bare var ørekyt, med unntak av enkelte ørret på LJA3. I Gjersrudbekken ble det kun funnet ørekyt.

To bunndyrindekser ble benyttet for å klassifisere graden av organisk belastning på de ulike stasjonene i vassdraget. Ingen av indeksene var imidlertid egnet til å skille mellom gradene av svak til moderat forurensning som preget Ljanselva. En bedre og mer detaljert indeks for Oslovassdragene bør utvikles.

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) og Brittain et al. (1989). Ljanselva er det femte vassdraget som blir undersøkt for tredje gang. Vassdraget ble første gang undersøkt i 1980-81 (Brittain og Saltveit 1984a), andre gang i 1987-88 (Brittain et al. 1989). 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

Ljanselva drenerer et 39 km² stort nedbørsfelt i den sør-østlige delen av Oslo (Fig. 1). De største innsjøene er Lutvatn (204 m o.h.) og Nøklevatn (164 m o.h.). Fra sør-øst renner Gjersrudbekken inn i Ljanselva ved Hauketo. Denne bekken drenerer en del mindre innsjøer, som Steinrudtjern og Gjersrudtjern. Ljanselva renner ut i Bunnefjorden (Fiskevollbukta) ved Ljan.

Det er foretatt innsamling av bunndyr og utført elektrofiske på tilsammen fem lokaliteter i vassdraget (Fig. 1). Dette er i hovedsak de samme lokalitetene som benyttes av Oslo vann- og avløpsverk til kjemiske målinger. Av hensyn til egnet bunnsubstrat for prøvetakning er stasjonsplasseringen i enkelte tilfeller endret noe i forhold til lokaliteter for kjemiske målinger.

Stasjon LJA1 ligger like nedstrøms Skraperudtjern, rett øst for Skullerud. Elva er her relativt stilleflytende og omgitt av tett vegetasjon av trær og busker. Substratet var større stein (10-30 cm) delvis dekket av mudder. Høsten 1994 var det store mengder grålig mudder på stasjonen, som stammet fra gravearbeider litt lengre opp i elva. Generelt var det lite begroing, steinene var dekket av silt. Klart til svakt blakket vann. Ingen lukt. Høsten 1995 ble det i tillegg tatt bunnprøver og elektrofisket ca. 50 m lengre ned, etter samløpet med vannet fra Skullerud renseanlegg. Vannet strømmet her over et substrat av utlagt stein.

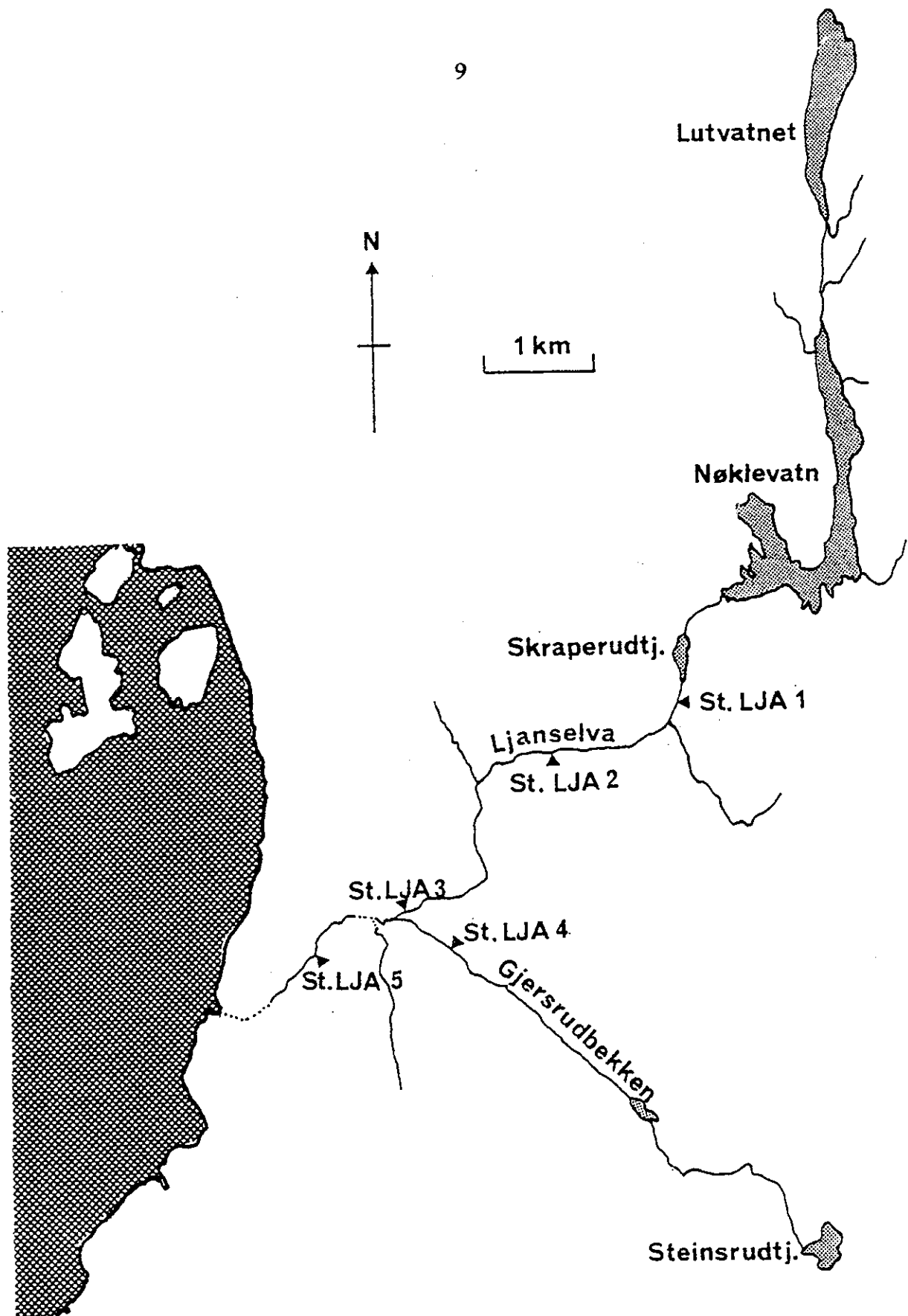
Stasjon LJA2 ligger der Europaveien (E6) krysser elva. Bunnprøvene ble tatt rett nedstrøms brua. Vannet var her relativt hurtigstrømmende med et substrat av stein i størrelsen ca. 10-25 cm. Noe grus og sand/silt. Det ble elektrofisket rett oppstrøms brua. Her var elva stilleflytende med mest bløtbunn og makrofytter. Endel begroing av grønne alger, mose og vasspest. Noe bakterievekst. Vannet var tidvis blakket med noe lukt.

Stasjon LJA3 ligger rett oppstrøms samløpet med Gjersrudbekken. Bunnprøvene ble tatt på et hurtigstrømmende parti med et substrat av større stein (8-30 cm) med endel

sand og leire. Endel begroing av grønne, trådformete alger. Litt mose. Det ble elektrofisket fra brua rett oppstrøms samløpet, og ca. 50 m oppover. Elveløpet her vekslet mellom stilleflytende og strykpartier, med et bunnsstrat av store, kantete stein på leire. Tidvis blakket vann, svak til ingen lukt.

Stasjon LJA4 ligger i Gjersrudbekken ca. 600 m oppstrøms samløpet med Ljanselva. Hurtigstrømmende parti med substrat av store stein (10-35 cm) som lå på fjell. Litt mudder og sand innimellom. Brunlig algevekst (særlig i 1994), men også endel grønne alger og mose. Vannet ofte brunfarget og tidvis grumset. Ingen lukt.

Stasjon LJA5 ligger nedstrøms samløpet med Prinsdalsbekken, nedenfor terrassehusene i Kruttverksveien. Bunnprøvene ble tatt i et strømmende part med et substrat av kantete stein (5-15 cm). Mye finere materiale innimellom. Endel algebegroing og silting på stein. Ingen mose. Det ble elektrofisket fra gangbrua opp til stor steinblokk i elva. Blakket vann og tydelig lukt.



Figur 1. Kartskisse over Ljanselva. Lokalteter for innsamling av bunndyr og elektrofiske er angitt. Stiplet linje markerer hvor bekken går i kulvert.

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 grove anslag over 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 10. og 22. mars og 13. oktober 1994, og 31. mars og 20. oktober 1995.

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 16. juni, 13. oktober og 2. desember 1994, og 20. juli og 20. oktober 1995.

3.3. Vannkjemi og bakteriologiske forhold

Undersøkelse av vannkjemiske og bakteriologiske forhold ble utført av henholdsvis Oslo vann- og avløpsverk (OVA) og Etaten for miljørettet helsevern og næringsmiddeltilsyn (miljøetaten) i 1994 i perioden før bunndyrmaterialet ble innsamlet (OVA 1995). Gjennomsnittsverdiene for endel parametre er vist i Figur 2 og 3.

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 Tabellene 2, 3, 4 og 5.

Tabell 1. Gjennomsnittlig antall bunndyr (pr. 1/2 min. sparkeprøve) fordelt på hovedgrupper i Ljanselva vår (V) og høst (H) 1994 og 1995. + = < 1. * Ekstraprøve tatt litt nedenfor stasjon LJA1 (se side 7). ** Stasjon LJA3 ble våren 1994 ved en inkurie tatt nedstrøms samløpet med Gjersrudbekken.

	LJA1					LJA2				LJA3				LJA4				LJA5			
	94		95			94		95		94		95		94		95		94		95	
	V	H	V	H	H*	V	H	V	H	V**	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H
FLATMARK	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FÅBØRSTEMARK	5	9	2	-	-	16	446	93	55	108	61	42	14	13	10	33	21	27	197	162	85
IGLER	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	1	+	2	+	-	-	+	-	3	-	+
SNEGL	-	-	-	5	1	2	15	1	2	+	13	1	1	-	4	+	2	4	2	-	25
MUSLINGER	-	+	+	+	-	+	1	2	+	-	+	-	-	-	2	3	+	-	-	-	-
KREPSDYR	-	-	-	-	-	+	+	-	3	+	1	+	+	-	-	-	-	-	+	-	1
VANNMIDD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	2	-	+	1	+	-	-	1	-	+	-
SPRETTALER	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DØGNFLUER	5	+	4	99	57	242	16	2	429	215	-	+	207	259	395	90	224	54	-	29	39
STEINFLUER	1	+	14	5	3	15	+	+	13	6	-	-	1	15	1	5	10	1	+	+	2
VÅRFLUER	4	2	4	27	12	10	+	2	3	4	4	3	10	29	29	19	57	+	5	3	32
MUDDERFLUER	-	-	-	1	+	-	-	-	-	-	+	+	-	2	+	-	1	-	-	-	-
BILLER	-	-	-	-	-	2	-	+	1	1	+	-	-	5	7	11	12	+	+	+	1
FJÆRMYGG	49	7	10	35	20	150	165	88	45	146	81	163	45	239	132	23	197	215	99	99	64
STANKELBEIN	14	2	+	+	+	15	6	2	8	1	1	1	+	2	+	5	1	+	1	5	8
DANSEFLUER	-	-	-	-	-	-	-	-	+	3	+	5	-	+	-	+	+	1	-	+	-
ÅKERFLUER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
SOMMERFUGLMYGG	+	-	-	-	-	4	2	+	-	3	9	1	4	8	10	5	5	10	4	+	3
SVIKNOTT	3	-	-	-	-	9	8	7	13	4	8	3	+	+	1	4	+	1	3	4	1
KNOTT	27	4	4	92	333	128	4	3	7	34	14	-	12	47	5	1	8	3	3	1	-

De antallsmessig dominerende bunndyrgruppene i Ljanselva og Gjersrubbekken var fjærmygglarver, fåbørstemark og døgnfluelarver. Et unntak var den øverste stasjonen (LJA1), hvor også knott og steinfluer kunne være viktige innslag.

Gjennomsnittlig antall bunndyr pr. 1/2 minuttssparkeprøve var gjennomgående lavt på alle stasjonene, og var aldri høyere enn 700. Den øverste stasjonen (LJA1) hadde ofte meget lavt antall dyr.

Det ble påvist ni arter steinfluer i Ljanselva, men som regel få individer. Minst tre arter steinfluer ble påvist på samtlige stasjoner. Antallet var lavest på de to nederste stasjonene, LJA3 og LJA5. Det mest konstante steinflueelementet var slekten *Nemoura*.

Døgnfluer var tidvis et meget viktig faunaelement i Ljanselva, spesielt på LJA2 og LJA3, hvor de antallsmessig kunne utgjøre mer enn 70% av faunaen. I Gjersrubbekken var døgnfluer hele tiden et viktig element (Fig. 2 og 3). Den viktigste døgnfluearten var *Baëtis rhodani*, bortsett fra på LJA1, hvor *Centroptilum luteolum* og *Leptophlebia*-artene var mest tallrike (Tab. 2). I Gjersrubbekken (LJA4) kunne *Baëtis niger* og *Baëtis muticus* også være vanlige.

Vårfluer var relativt fåtallige i Ljanselva. De var ofte mest tallrike i Gjersrubbekken (LJA4), og besto her mest av rovformen *Rhyacophila nubila* og den husbyggende *Sericostoma personatum*. *R. nubila* var også jevnt tilstede i Ljanselva, bortsett fra på LJA1 hvor den var sjelden. Nettspinnende vårfluer var fåtallige, men var vanligst på LJA1. Av de husbyggende formene ble *S. personatum* funnet spredt i de nedre delene av Ljanselva (LJA3 og LJA5), mens arter fra familien Limnephilidae var vanligst øverst (LJA1).

Biller var fåtallige. De fleste var fra familien Helminthidae og var vanligst i Gjersrubbekken (LJA4). Krepssdyret gråsugge (*Asellus aquaticus*) var fåtallig og ble bare funnet i de midtre og nedre delene av Ljanselva (Tab. 2).

Fjærmygglarver var generelt en av de viktigste dyregruppene på alle stasjonene, men

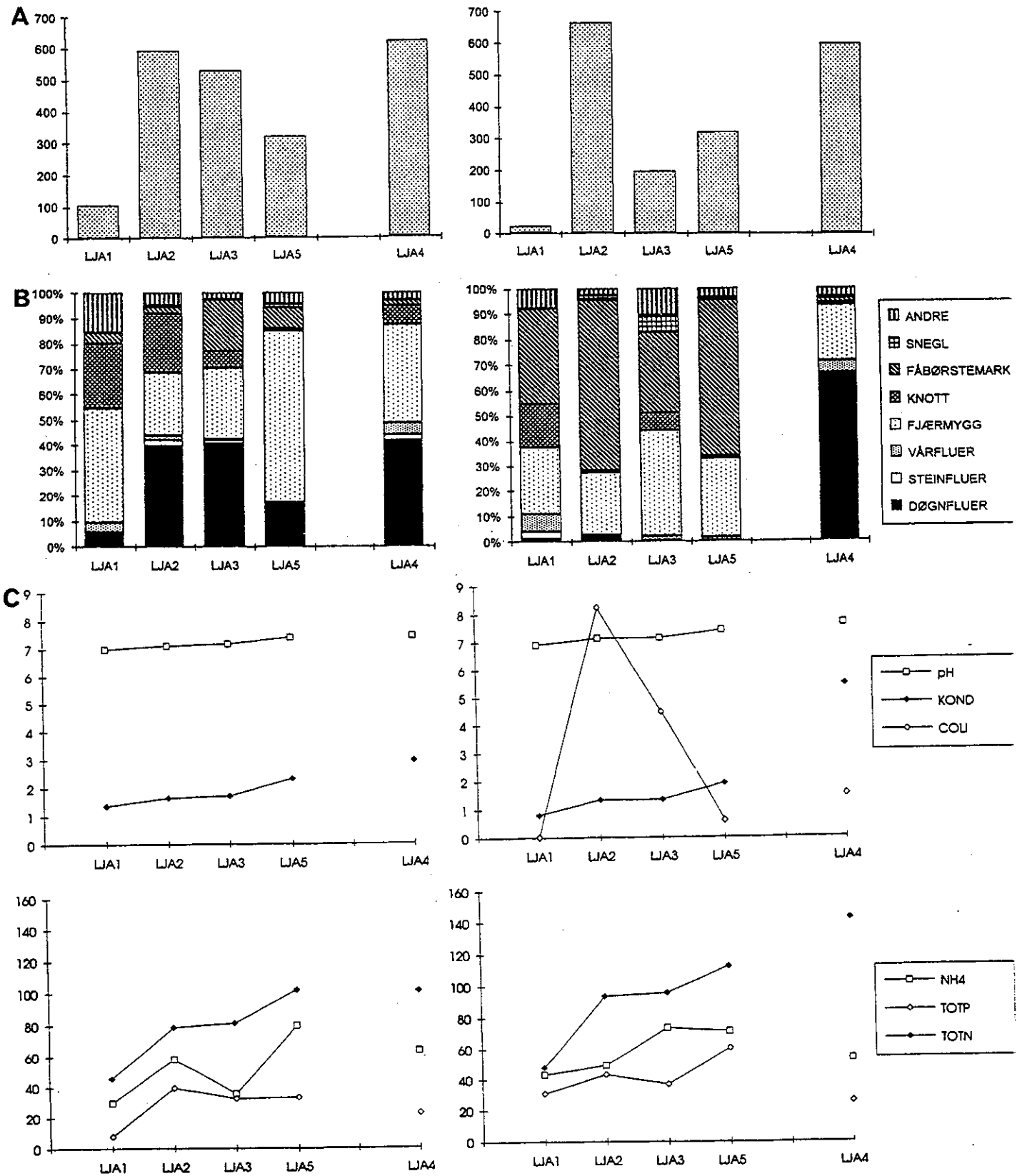
ble sjelden funnet i store tettheter (Tab. 1). Artsrikdommen var imidlertid stor, det ble funnet 34 taxa fordelt på fem underfamilier (Tab. 3). To av de vanligste artene, *Brillia modesta* og *Conchapelopia* sp. ble funnet på alle stasjonene. *Tvetenia* sp. og *Chaetocladius* sp. var relativt vanlige, bortsett fra øverst på LJA1. *Micropsectra* var vanligst på de to nederste stasjonene i Ljanselva og i Gjersrubbekken, mens *Rheotanytarsus* mest ble funnet nederst i Ljanselva (LJA3 og LJA5). Den øverste stasjonen (LJA1) hadde en sparsom fjærmyggfauna, som adskilte seg noe fra de øvrige stasjonene ved at endel taxa primært ble funnet her. Dette gjaldt store rovformer som *Apsectrotanypus trifascipennis*, *Macropelopia* sp. og *Trissopelopia* sp., men også *Prodiamesa olivacea*, *Corynoneura* sp., *Synorthocladius semivirens*, *Thienemaniella* sp. og *Polypedilum* gr. *breviantennatum*. Fjærmyggfaunaen i Gjersrubbekken lignet den i Ljanselva.

Av andre tovinger var knottlarver mest tallrike, og kunne tidvis utgjøre en betydelig faunaandel, spesielt ved Skullerudstua (LJA1). På den nye stasjonen her med steinet substrat var knott totalt dominerende høsten 1995 (Tab. 3).

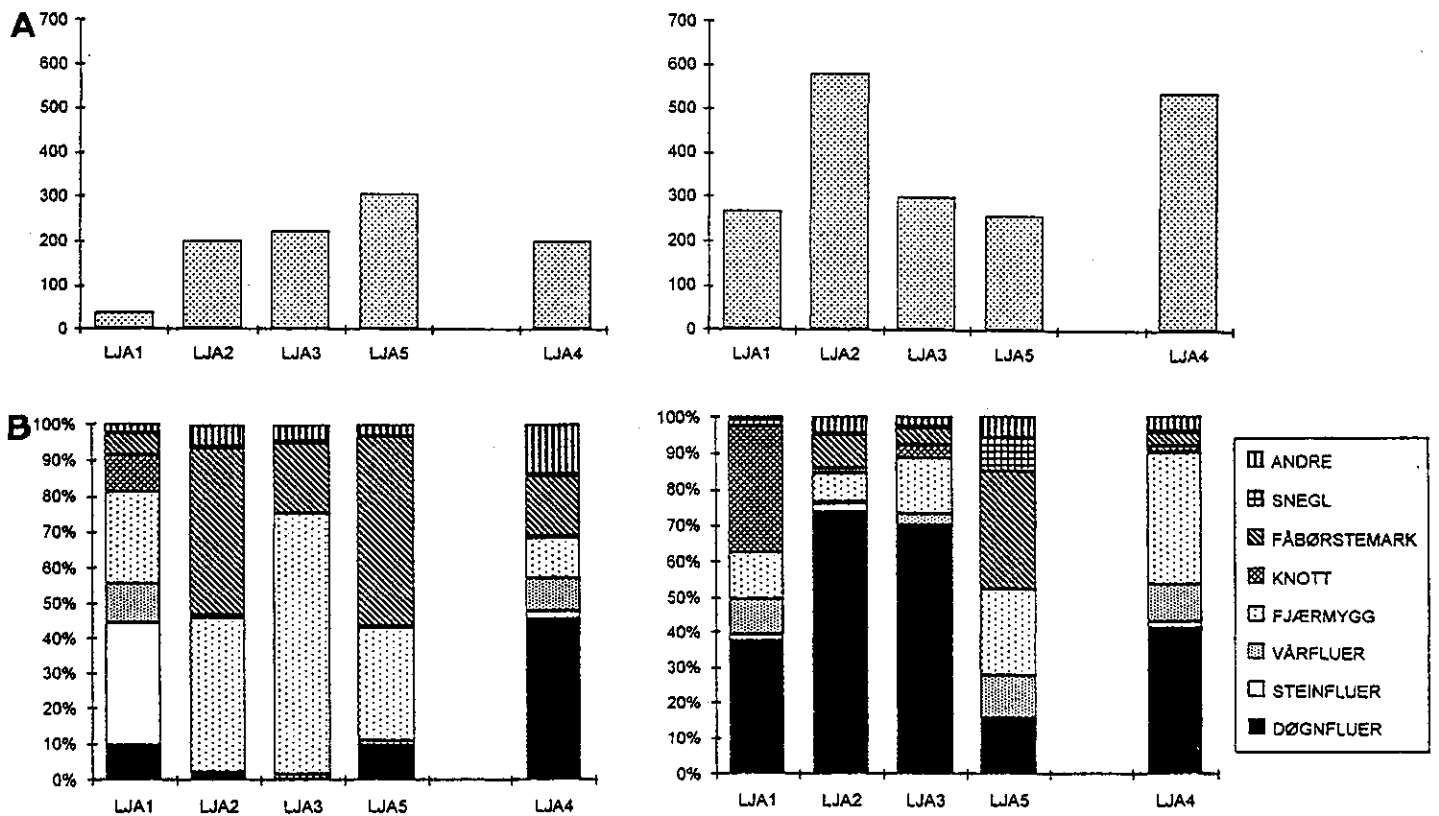
Det ble funnet fem taxa av stankelbeinlarver, den vanligste var *Dicranota* sp., som ble påvist på samtlige stasjoner. *Tipula* sp. var mer fåtallig, vanligst på LJA2. Larvene til *Tipula* sp. var ofte meget store, og utgjorde mye biomasse. Dansefluelarver var fåtallig og ble funnet i den nedre delen av Ljanselva (LJA3 og LJA5) og i Gjersrubbekken. Sommerfuglmygg fra slekten *Pericoma* var vanlige i Gjersrubbekken og på LJA3 og LJA5. Slekten *Psycoda* ble vesentlig funnet på LJA2. Sviknottlarver var vanlige på alle stasjonene (Tab. 3).

Det ble funnet seks arter snegl, men antall individer var lavt (Tab. 5). Den vanligste var vanlig skivesnegl (*Gyraulus acronicus*) som ble funnet på alle stasjonene. Vanlig damsnegl (*Lymnaea peregra*) kunne være vanlig på LJA2, mens høy toppluesnegl (*Ancylus fluviatilis*) ikke ble påvist i Gjersrubbekken og på LJA1. Remsnegl (*Bathymphalus contortus*) ble vesentlig funnet på LJA1, mens rund blæresnegl (*Physa fontinalis*) mest ble funnet på LJA2. Ertemuslinger (*Pisidium* sp.) var vanligst på LJA2 og i Gjersrubbekken.

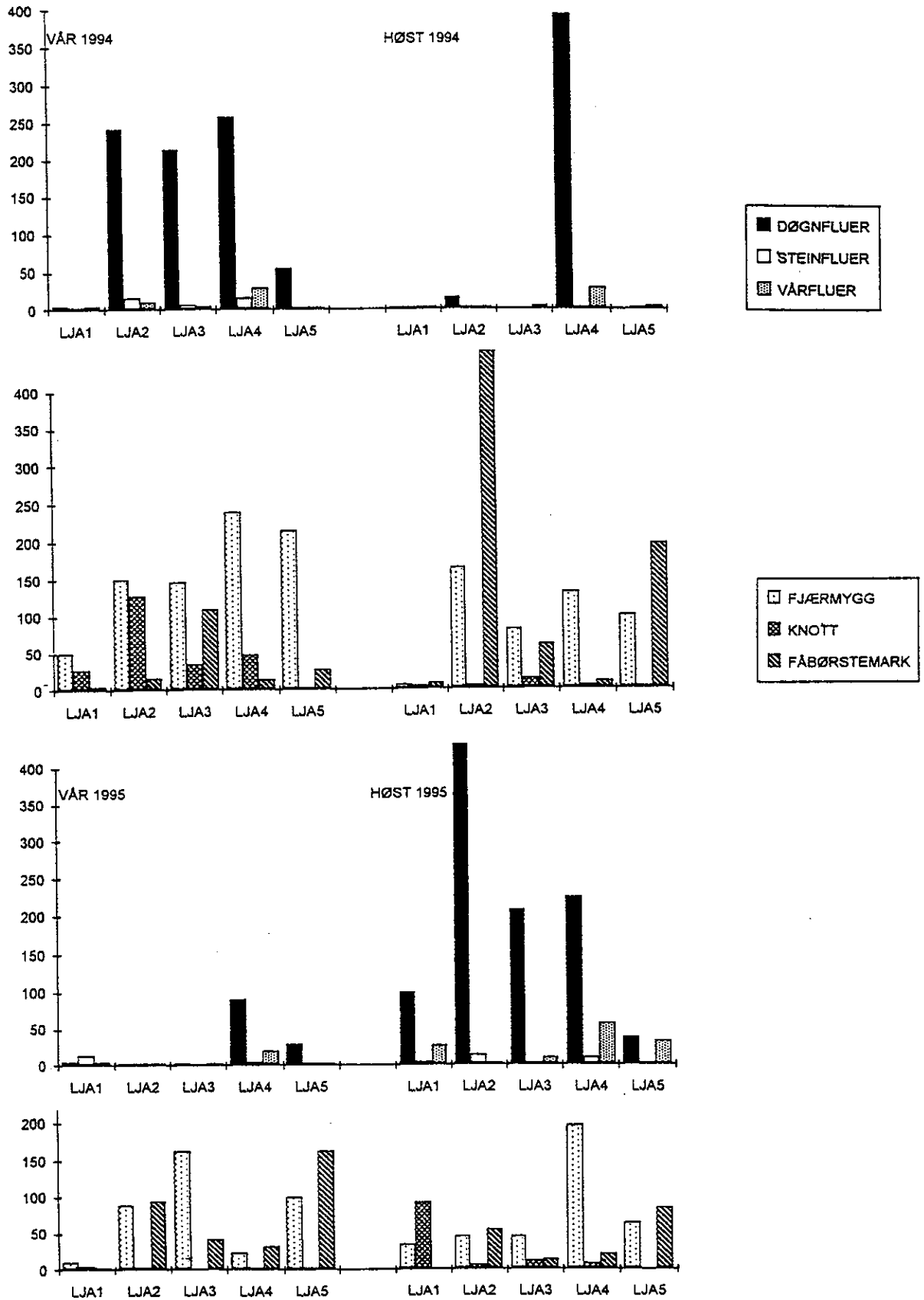
Fåbørstemark var en av de viktigste gruppene i materialet. De var tallrike i midtre og nedre del av Ljanselva (LJA2, LJA3 og LJA5). I den øvre delen (LJA1) og i Gjersrudbekken var de fåtallige. Det ble påvist ca. 20 taxa med fåbørstemark fordelt på fem familier. De vanligste familiene var Enchytraeidae og Lumbriculidae. LJA1 hadde lavt antall individer, men høyt antall arter av fåbørstemark. På LJA2 var det tidvis store mengder fåbørstemark, spesielt høsten 1994 med dominans av *Lumbricillus* sp. Rentvannsformen *Stylodrilus heringianus* ble bare funnet i lite antall på LJA2. LJA3 og LJA5 var dominert av *S. heringianus*, men også *Cognettia sphagnetorum* var vanlig her. På LJA5 var det også ofte større innslag av naidider og tubificiden *Rhyacodrilus coccineus*. Den sjeldne arten *Rhyacodrilus subterraneus* ble funnet i lite antall på samtlige stasjoner i Ljanselva, men ble ikke påvist i Gjersrudbekken. Gjersrudbekken hadde en langt fattigere fåbørstemarkfauna, som vesentlig besto av *S. heringianus* og meitemarken *Eiseniella tetraedra* (Tab. 4).



Figur 2. Bunndyr og vannkvalitet på de undersøkte stasjonene i Ljanselva vår og høst 1994. 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 3. Bunnedyr og vannkvalitet på de undersøkte stasjonene i Ljanselva vår og høst 1995. A: Gjennomsnittlig antall bunndyr pr. 1/2 min. sparkeprøve. B: Prosentandelene av de ulike bunndyrgruppene.



Figur 4. Gjennomsnittstall av hovedgruppene av bunndyr (pr. 1/2 min. sparkeprøve) på de undersøkte stasjonene i Ljanselva i 1994 og 1995.

Tabell 2. Arter og gjennomsnittlig individantall (pr. 1/2 min. sparkeprøve) av steinfluer, døgnfluer, vårfluer, biller, mudderfluer og krepsdyr i Ljanselva vår (V) og høst (H) 1994 og 1995. + < 1.

	LJA 1					LJA 2				LJA 3				LJA 4				LJA 5			
	94		95		H*	94		95		94	95		94		95		94		95		
	V	H	V	H		V	H	V	H	V**	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H
STEINFLUER (PLECOPTERA)																					
<i>Diura nanseni</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Brachyptera risi</i>	-	-	-	-	-	8	-	-	-	5	-	-	-	5	-	2	-	-	-	-	-
<i>Nemoura avicularis</i>	-	+	3	4	+	3	-	+	3	-	-	-	+	1	1	+	2	-	-	-	1
<i>Nemoura cinerea</i>	-	-	11	+	-	3	+	-	3	1	-	-	1	9	-	+	2	+	-	+	-
<i>Nemoura sp. (små)</i>	-	-	-	+	3	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Nemurella pictetii</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphinemura borealis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	6	+	-	-	+
<i>Amphinemura sulcipectus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Leuctra fusca</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leuctra hippopus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
DØGNFLUER (EPHEMEROPTERA)																					
<i>Baetis muticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	11	-	-	13	25	15	4	36	-	-	-	-
<i>Baetis niger</i>	+	+	-	-	2	-	+	-	-	3	-	-	-	75	-	1	13	-	-	-	-
<i>Baetis rhodani</i>	1	-	+	4	51	242	1	-	429	201	-	-	194	130	379	85	169	53	-	29	39
<i>Centroptilum luteolum</i>	4	-	-	60	2	-	-	-	-	-	-	-	-	5	+	-	1	+	-	-	-
<i>Ephemerella mucronata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ephemerella sp.</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leptophlebia marginata</i>	-	-	-	27	2	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	+	-	-	-	-	-
<i>Leptophlebia vespertina</i>	-	-	3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VÅRFLUER (TRICHOPTERA)																					
Rovformer uten hus																					
<i>Rhyacophila nubila</i>	-	-	-	+	1	7	+	-	2	3	+	-	10	20	23	9	28	-	4	3	23
Nettspinnende uten hus																					
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>Hydropsyche siltalai</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Hydropsyche sp. (små)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	+	+	-	+	+	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	+	+	2	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Husbyggende																					
<i>Sericostoma personatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	6	4	10	25	-	+	-	7
<i>Micropterna sp.</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potamophytax sp.</i>	3	-	2	3	-	+	-	2	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limnephilus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limnephilidae, ubest. (små)	-	1	-	18	5	-	-	-	+	+	-	1	-	2	2	+	1	1	-	-	3
BILLER (COLEOPTERA)																					
Helminthidae, ubestemte, imago	-	-	-	-	-	2	-	-	+	2	+	-	-	5	7	11	12	+	+	+	1
Vannkalv (Dytiscidae), ubest., larver	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ubestemte, larver	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
MUDDERFLUER (MEGALOPTERA)																					
<i>Sialis lutaria</i>	-	-	-	1	+	-	-	-	-	-	+	-	-	2	+	-	1	-	-	-	-
KREPSDYR (CRUSTACEA)																					
Gråsugge (<i>Aseilus aquaticus</i>)	-	-	-	-	-	+	-	-	3	+	1	+	+	-	-	-	-	-	+	-	1

Tabell 4. Utbredelse av ulike taxa av leddormer (Annelida) i Ljanselva vår (V) og høst (H) 1994 og 1995. For fåbørstemark er det gjennomsnittlige antallet markert med kodene: xxx=dominant, xx=vanlig, x=fåfallig og +=sjelden.

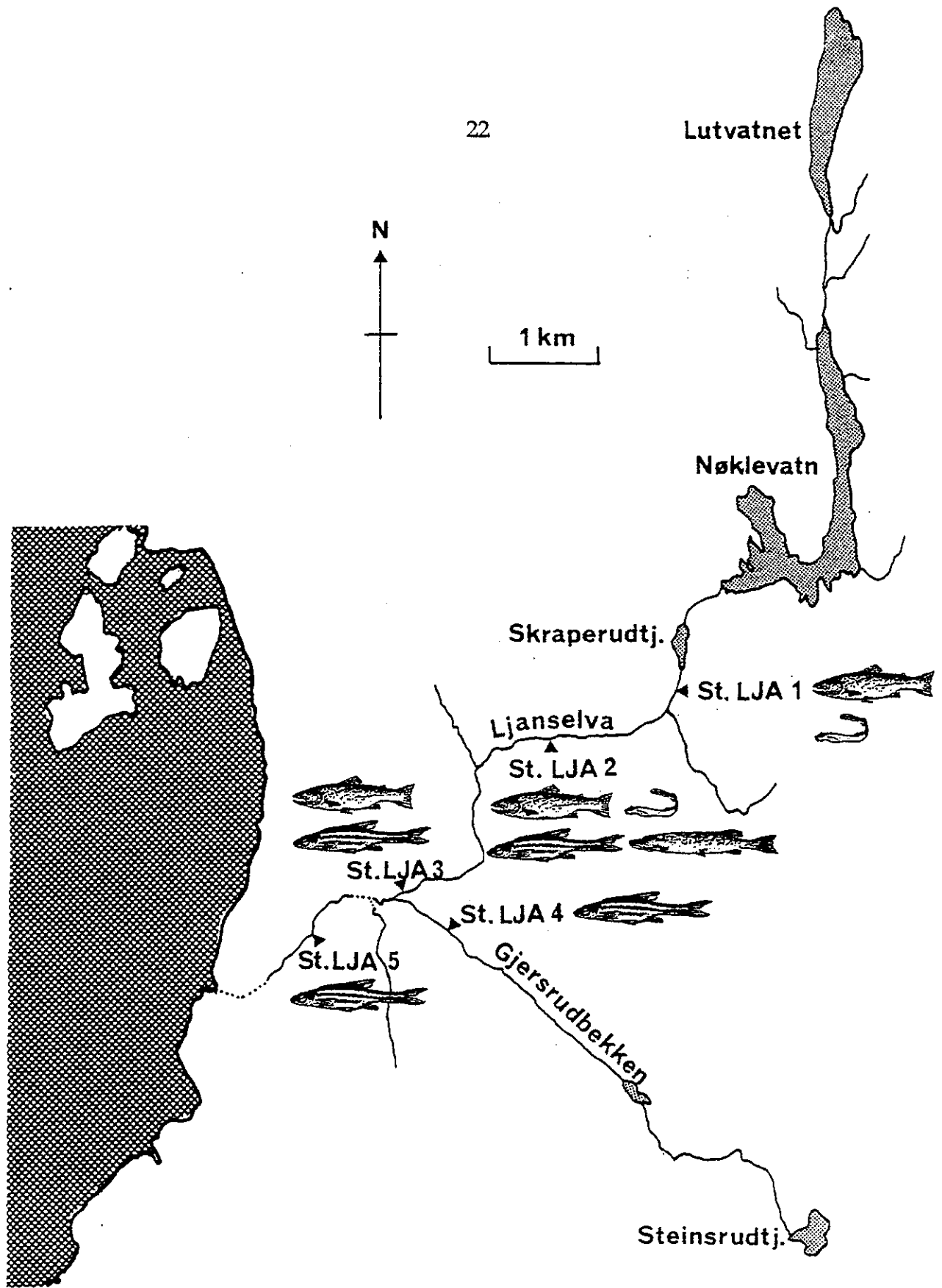
	LJA 1					LJA 2				LJA 3				LJA 4				LJA 5			
	94		95			94		95		94		95		94		95		94		95	
	V	H	V	H	H*	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H
FÅBØRSTEMARK (OLIGOCHAETA)																					
Tubificidae																					
<i>Tubifex tubifex</i>	+	-	-	-	-	+	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tubifex ignotus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhyacodrilus coccineus</i>	-	-	-	-	-	+	-	X	+	+	X	+	-	-	-	-	-	+	X	X	XX
<i>Rhyacodrilus subterraneus</i>	X	-	-	-	-	-	-	X	+	X	X	-	-	-	-	-	-	-	+	X	X
<i>Spirosperma ferox</i>	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	+	-	+	-	-	-	+	X	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Ubestemte	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Naididae																					
<i>Nais alpina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	+
<i>Nais communis</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	XX	-	-
<i>Nais elinguis</i>	-	-	-	-	-	+	-	XX	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	X	XX	-
<i>Ophidonais serpentina</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stylaria lacustris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Enchytraeidae																					
<i>Cognettia sphagnetorum</i>	-	+	+	-	-	X	X	XXX	XX	XX	X	X	X	-	-	-	+	X	X	XX	XX
<i>Lumbricillus sp.</i>	-	X	-	-	-	XX	XXX	X	XX	-	-	-	-	+	-	-	-	-	X	-	-
<i>Cernosvitoviella sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	X	-
Ubestemt I	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Ubestemt II	-	X	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	X	-	-
Ubestemte	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	X	+	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Lumbricidae																					
<i>Lumbriculus variegatus</i>	+	-	-	-	-	-	X	X	XX	-	XX	X	-	+	-	-	X	X	X	-	+
<i>Styrodrilus heringianus</i>	+	+	+	-	-	-	+	X	+	XXX	XX	XXX	+	XX	X	XX	X	X	XXX	XXX	XXX
Ubestemte	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lumbricidae																					
<i>Eiseniella tetraedra</i>	+	+	+	-	-	X	XX	X	XX	XX	X	X	X	XX	XX	X	XX	X	X	X	X
Ubestemte	-	-	-	-	-	-	XX	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IGLER (HIRUDINEA)																					
Vanlig hundegle (<i>Erpobdella octoculata</i>)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1	+	3	-	-	-	+	-	-	-	+
Stor bruskigle (<i>Glossophonia complanata</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Tooyet flatigle (<i>Helobdella stagnalis</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 5. Arter og gjennomsnittlig individantall (pr. 1/2 min. sparkeprøve) av bløtdyr i Ljanselva vår (V) og høst (H) 1994 og 1995. + = < 1.

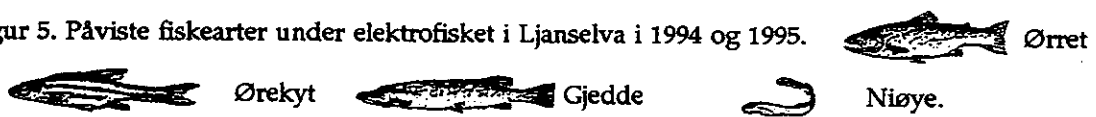
	LJA 1					LJA 2				LJA 3				LJA 4				LJA 5							
	94		95		H*	94		95		94	95			94		95		94		95					
	V	H	V	H		V	H	V	H	V**	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H				
SNEGL (GASTROPODA)																									
Liten ferskvannsgjellesnegl (<i>Valvata cristata</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Høy topppluesnegl (<i>Ancylus fluviatilis</i>)	-	-	-	-	-	-	1	+	-	+	7	+	+	-	-	-	-	4	+	-	3				
Vanlig damsnegl (<i>Lymnaea peregra</i>)	-	-	-	+	-	2	10	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Remsnegl (<i>Bathymphalus contortus</i>)	-	-	-	1	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vanlig skivesnegl (<i>Gyraulus acronicus</i>)	-	-	-	4	-	-	2	-	1	-	6	+	+	-	3	+	2	-	1	-	23				
Rund blæresnegl (<i>Physa fontinalis</i>)	-	-	-	-	-	-	1	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Succinea sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zonitoides sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MUSLINGER (LAMELLIBRANCA)																									
Ertemuslinger (<i>Pisidium spp.</i>)	-	+	+	+	-	+	1	2	2	-	+	-	-	-	2	3	+	-	-	-	-	-	-	-	-

4.2 Fisk.

Det ble påvist fisk på samtlige lokaliteter i Ljanselva (Fig. 5), men det var bare på stasjonene LJA1, LJA2 og LJA5 at fisk var tilstede i hele undersøkelsesperioden. Antall fiskearter var lite, og det ble bare funnet ørret, ørekyt, gjedde (ett individ) og niøye. På LJA1 ble bare ørret påvist, mens ørekyt var eneste fiskeart på LJA4 og LJA5. Individtettheten er også generelt lav, og det var bare på LJA2 at antall ørret var tilstrekkelig til å fremstille lengdefordeling og beregne bestandstetthet (Fig. 7). På LJA1 var antall ørret lite. I 1995 ble det imidlertid også fisket litt nedenfor den ordinære stasjon LJA1, på et utlagt, steinet substrat. Her var det stor tetthet av ørret i god kondisjon (Fig. 6). I juli 1995 ble det også påvist 11 niøye her.



Figur 5. Påviste fiskearter under elektrofisket i Ljanselva i 1994 og 1995.



På det steinete partiet rett nedstrøms LJA1 ble det i juli og oktober 1995 påvist årsunger av ørret (0+). I juli 1995 er dette fisk mindre enn 60 mm (Fig. 6). Det ble også påvist 0+ på LJA1 i 1994, noe som viser naturlig rekruttering av ørret på lokaliteten. På LJA2 kan også funn av små ørret indikere naturlig rekruttering. Tettheten av ørret på LJA2 var relativt liten, henholdsvis 11.6 og 18.2 ørret pr. 100 m² i desember 1994 og oktober 1995.

Ørret i vassdraget har generelt relativt liten størrelse, men større enkeltindivider ble påvist. På stasjon LJA1 ble det tatt en ørret på 24,5 cm i desember 1994. Denne var meget feit. På stasjon LJA3 ble det tatt en ørret på 25,0 cm i juni 1994, og en på 24,0 cm i desember 1994. Dette var de to eneste ørretene som ble tatt på LJA3, og begge var magre.

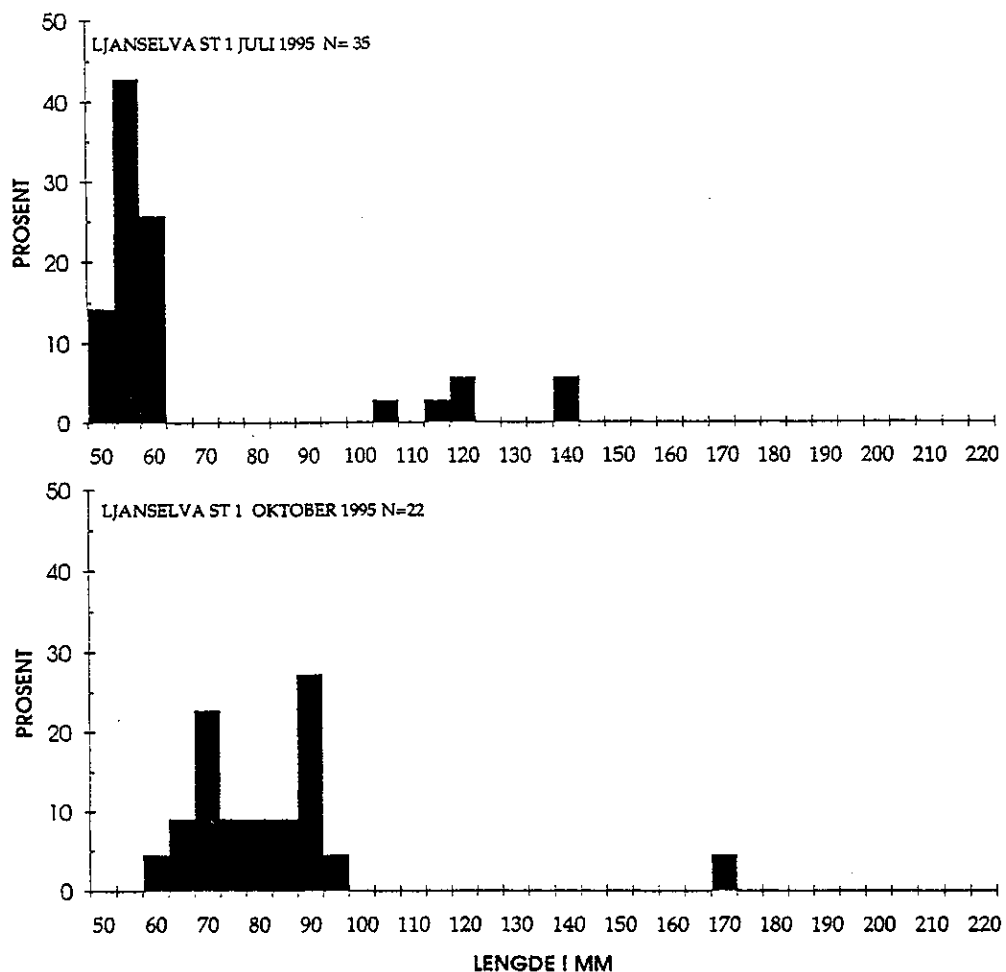


Fig. 6. Prosentvis lengdefordeling av ørret tatt ved elektrofiske på stasjon LJA1 i juli og oktober 1995. Det ble fisket på steinet substrat litt nedstrøms stasjon LJA1 (se side 7).

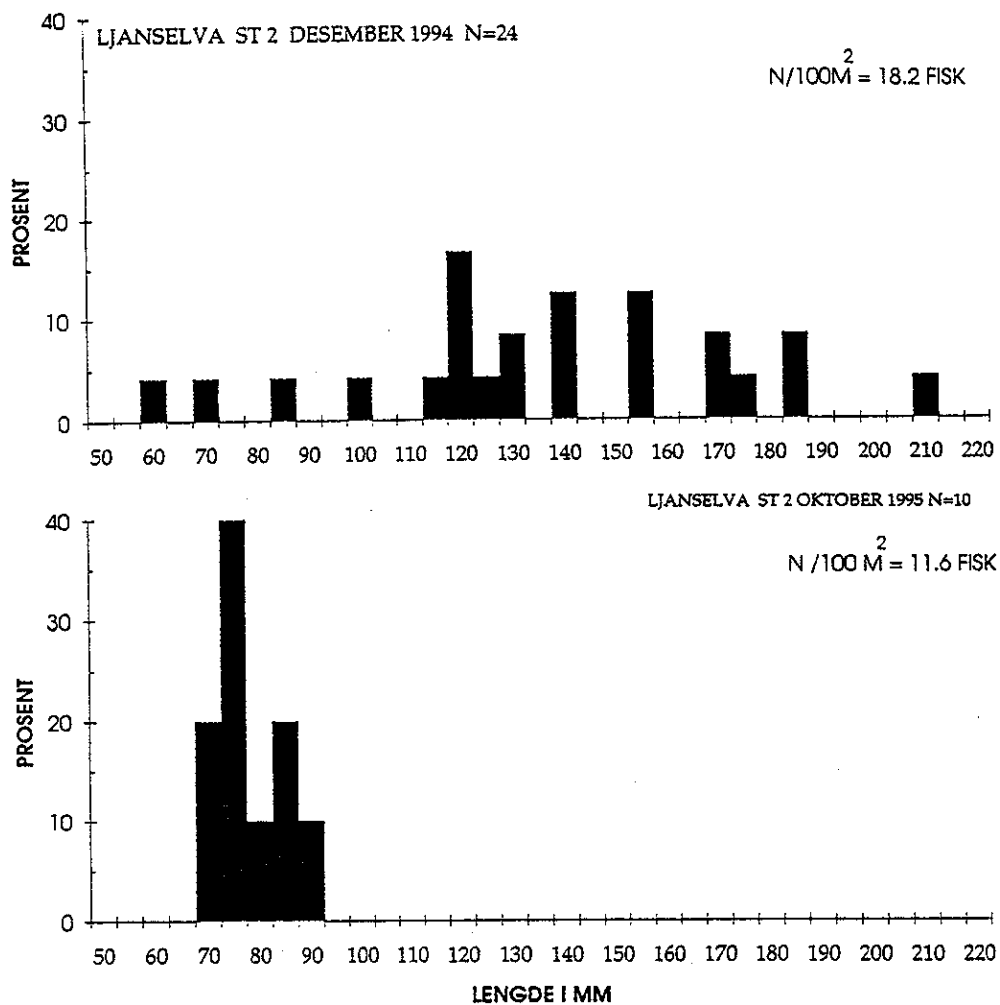


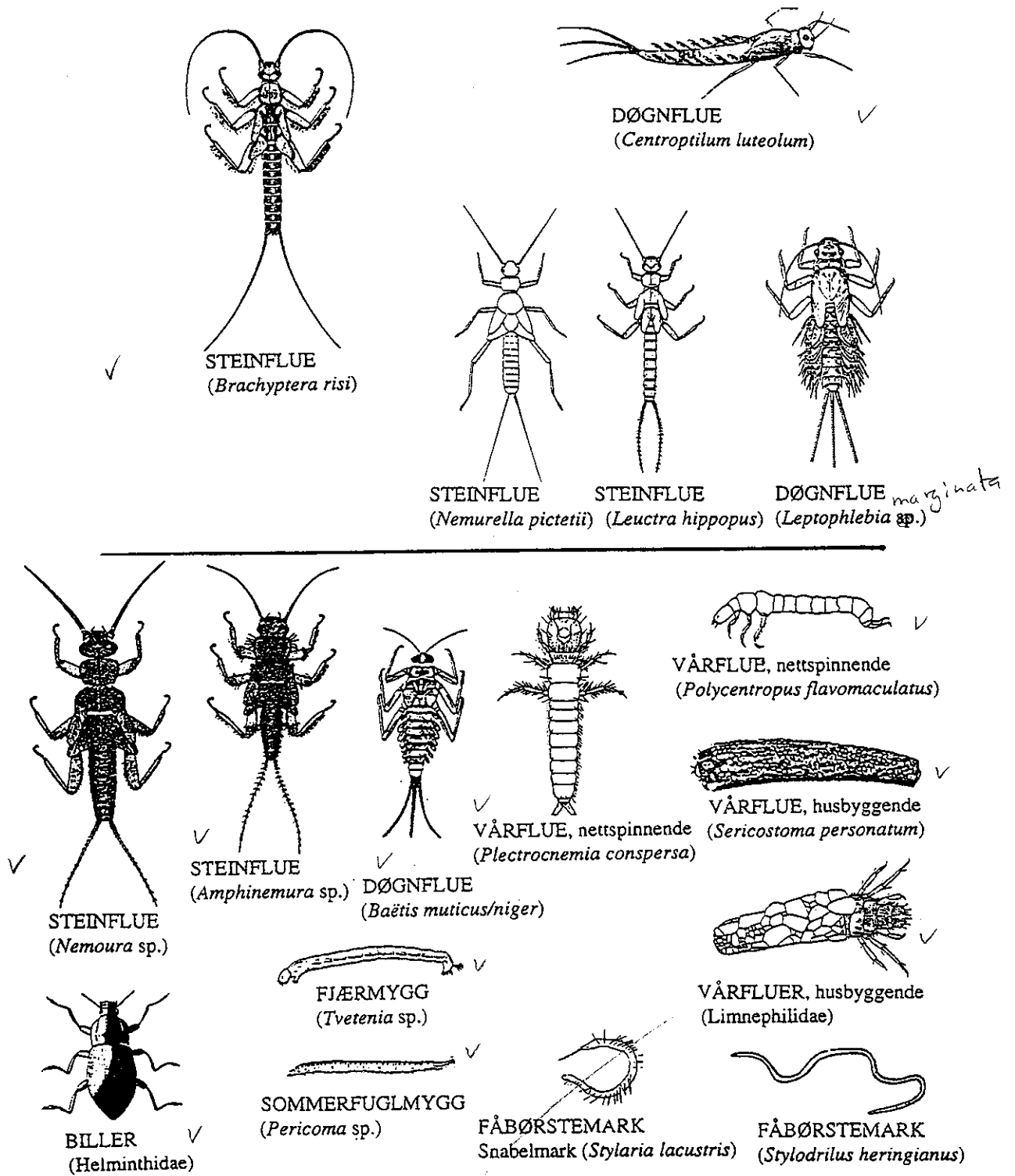
Fig. 7. Prosentvis lengdefordeling av ørret tatt ved elektrofiske på stasjon LJA2 i desember 1994 og oktober 1995. Beregnet antall fisk pr. 100 m² er angitt på figuren.

5. DISKUSJON

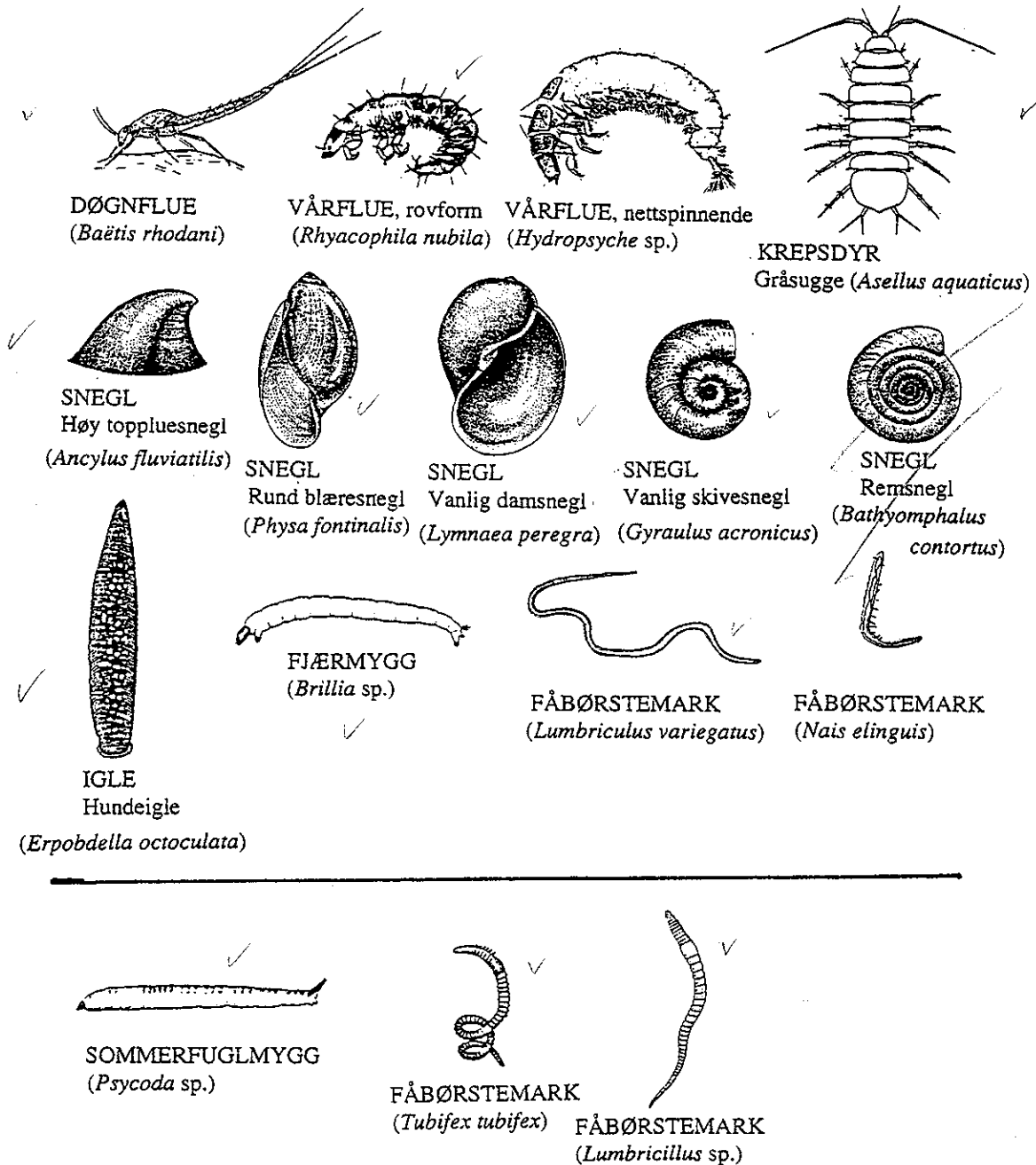
Organisk forurensning vil endre miljøforholdene på flere måter, blant annet vil økt bakteriell virksomhet gjennom nedbrytning føre til sterkt forbruk av oksygen i vann og substrat. Vannets innhold av løst og partikulært materiale vil øke. Økt tilførsel av organisk materiale vil føre til økning i heterotrofe mikroorganismer i substratet, og dette vil endre ernæringsforholdene for mange bunndyr. Økt næringstilførsel medfører også en endring av substratets karakter ved at det kan 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 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, generelt sett økt produksjon i vassdraget og mindre beitepress fra fisk, vil de gjenværende artene øke i antall. Dette fører til en kraftig forenkling av faunasammensetningen (Hynes 1960, Brittain & 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 bunndyrgrupper fra Ljanselva som er typiske for ulike grader av organisk forurensning er vist i Fig. 8. Fravær av fisk kan tyde på at graden av forurensning er stor.

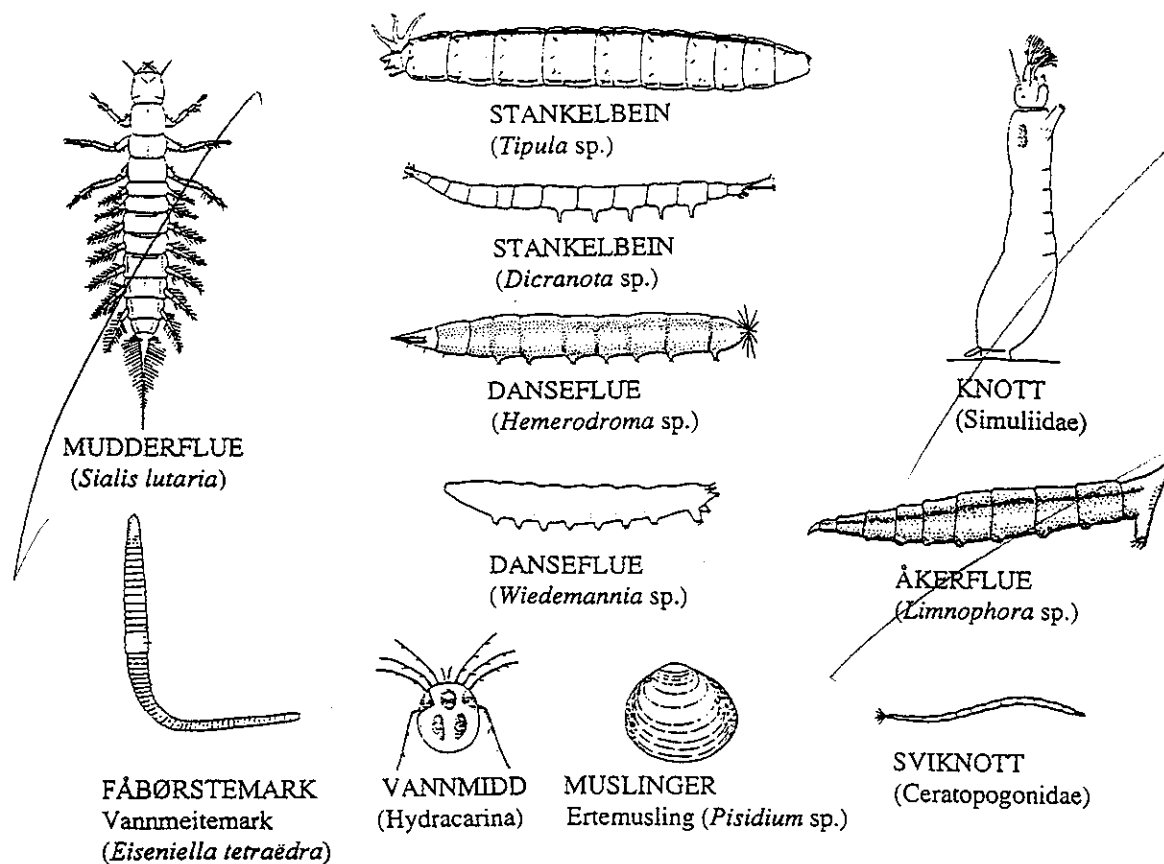
Utslipp av tungmetaller, syrer, kjemiske forbindelser, biocider og andre toksiske stoffer fra industri, søppelfyllinger etc. vil også ha dyptgripende innvirkning på de forskjellige livsformene i et vassdrag, og bidra til å forenkle faunaen.



Figur 8A. Bunndyr fra Ljånselva 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).



Figur 8B. Bunndyr fra Ljanselva 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).



Figur 8C. Bunndyr fra Ljanselva som er indifferente overfor organisk belastning, med unntak av sterk belastning.

Alle de undersøkte stasjonene i Ljanselv-vassdraget har en forenklet 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 (LJA1) er relativ sammensatt uten dominans av enkelte grupper og arter. Dette antyder at den organiske forurensningen er beskjedne her. Faunaen var imidlertid fåtallig, og en årsak til dette er stor sedimentasjon av finpartikulært materiale. Gravearbeider i og rundt elveløpet oppstrøms stasjonen har ført til økt utfelling av fint materiale oppå det normale substratet her, som trolig var mer preget av sand, grus og småstein tidligere. Dette vil eliminere eller redusere forekomsten av mange arter stein-, døgn- og vårfluer som er avhengige av rene steinoverflater eller av hulrom i substratet. Det lave antallet av gravende former som fåbørstemark og fjærmygg kan antyde at substratet er ustabil. Et slikt substrat er vanligvis fattig på bunndyr.

Endel av de påviste bunndyr på LJA1 (knottlarver, de nettspinnende vårfluene *P. conspersa* og *P. flavomaculatus*) er arter som filtrerer næringspartikler ut av vannet. Forekomsten av disse dyrene på LJA1 skyldes utførsel av plankton og andre næringspartikler fra Skraperudtjernet. Disse filtrerende dyrene finner feste på stein og andre stabile elementer i substratet.

Den forurensningstolerante døgnfluen *Baëtis rhodani* var vanlig på alle stasjonene i Ljanselva, bortsett fra LJA1. *B. rhodani* foretrekker hurtigstrømmende vann og den beskjedne tilstedeværelsen på LJA1 skyldes trolig mest de stilleflytende forholdene på stasjonen. Isteden ble *Centroptilum luteolum* tidvis funnet her i stort antall. Denne arten er mindre tolerant ovenfor organisk forurensning enn *B. rhodani*, og foretrekker også mere roligflytende vann.

De øvrige stasjonene i Ljanselva og Gjersrubbekken bar preg av en forenklet fauna, dominert av fåbørstemark, fjærmygglarver og døgnfluen *B. rhodani*. Steinfluer ble bare funnet i lavt antall. Dette er en karakteristisk fauna for rennende vann moderat påvirket av organisk forurensning. De fleste steinfluene var nemourider, og dette er blant de mest forurensningstolerante. Den relativt individfattige sneglefaunaen antyder trolig at substratet ikke er velegnet for snegl. Mye av det steinete substratet var dekket av silt og algebelegg, og dette kan redusere festemulighetene for snegl.

Fåbørstemark var en av de dominerende gruppene i Ljanselva. Sammensetningen av fåbørstemarkfaunaen gir som regel et godt inntrykk av graden av forurensning i rennende vann (Bremnes 1988). Vurdert ut fra fåbørstemarkfaunaen var ingen av stasjonene i Ljanselva sterkt forurenset. Sterk organisk forurensning hadde ført til stor dominans av de meget tolerante tubificidene *Tubifex tubifex* og *Limnodilus hoffmeisteri*. Disse to artene blir vanligvis ikke funnet i store tettheter i bekker og mindre elver, fordi substratet ofte blir for ustabil. Hvis graden av organisk forurensning er stor, kan ihvertfall *T. tubifex* likevel opptre i stor tetthet i mindre bekker. Et eksempel var Sørumsbekken i Ski kommune, som i likhet med Ljanselva var preget av mye løsmasser i nedbørfeltet. Her var det store tettheter av *T. tubifex* i et område sterkt preget av kloakk og ustabil, sandet substrat. Noe lengre ned hvor effektene av selvrensningen gjorde seg gjeldende, ble andelen av *T. tubifex* raskt redusert, mens moderat tolerante og rentvannsarter overtok (Bremnes 1986, 1988). I Ljanselva var *T. tubifex* og *L. hoffmeisteri* tilstede bare i ubetydelig grad, og dette viste at elva ikke er sterkt organisk belastet. To viktige arter i Ljanselva som sier mye om forurensningsgraden var *Stygodrilus heringianus* og *Lumbricillus* sp. *S. heringianus* er regnet som en oksygenkrevende rentvannsart. I rennende vann kan den imidlertid tolerere en viss organisk belastning hvis vannet er godt oksygenert og mikrofloraen ikke er endret for mye i artens disfavør. *S. heringianus* var tallrik på de to nederste stasjonene i Ljanselva (LJA3 og LJA5) og i Gjersrubbekken. Dette er en sikker indikasjon på at graden av organisk forurensning her ikke er større enn moderat. På LJA2 ved Europaveien var den derimot fåtallig, og istedet ble enchytraeiden *Lumbricillus* sp. funnet i tildels store mengder. Denne arten er langt mer tolerant ovenfor organisk forurensning, og dette viser at LJA2 høyst sannsynlig var mer belastet enn stasjonene lengre ned. I de organisk belastete bekkene Mærradalsbekken og Fossumbekken ble *Lumbricillus* sp. også funnet i masseforekomst (Bremnes og Saltveit 1989, 1991). En annen vanlig art i Ljanselva var *Cognettia sphagnetorum*. Dette er en meget vanlig art i norske vassdrag, men dens miljøkrav er lite kjent.

Stasjon LJA1 hadde lite fåbørstemark, til tross for store mengder bløtt substrat. Årsaken til dette var trolig liten organisk anrikning kombinert med ustabil substrat. Vannmeitemarken *Eiseniella tetraedra* var med sin størrelse et markert fauna-element

i Ljanselva. Denne arten er fleksibel med hensyn til miljøkrav, og den ble funnet på samtlige stasjoner. Artene fra familien Naididae var fåtallige, og dette skyldes trolig at substratet mange steder var for bløtt og ustabilt for disse artene som kan danne masseforekomst ved organisk forurensning. Mange av artene er ikke gravende og lever i tilknytning til begroing. I andre av Oslo-vassdragene (Frognerelva og Loelva) kunne de opptre i store tettheter (Bremnes og Saltveit 1988a, 1991).

En interessant fåbørstemark fra Ljanselva er *Rhyacodrilus subterraneus*. Dette er en sjelden og lite kjent art som i Norge bare er påvist i Ljanselva (Klæboe 1995). Den ble funnet på alle stasjonene i Ljanselva, men ikke i Gjersrudbekken (Tab. 4). Artens miljøkrav er ukjent, men den forekommer trolig i tilknytning til grunnvann. I Ljanselva virket den relativt fleksibel med tanke på moderat organisk forurensning, siden den ble funnet på samtlige stasjoner.

Den viktigste gruppen av bunndyr i Ljanselva, både med tanke på antall arter og antall individer, var larver av fjærmygg. Fjærmyggglarvene spenner samlet over et vidt økologisk spekter. De har likevel vist seg mindre følsomme enn fåbørstemark overfor organisk forurensning i rennende vann så lenge vannet er oksygenert. Fåbørstemark viser en mer nyansert respons på organisk forurensning. Trolig kan det være ernæringsmessige årsaker til dette. Fjærmyggglarver er muligens mer uspesifiserte i sitt næringsvalg, mens de ulike artene av fåbørstemark trolig beiter på helt spesifikke grupper av bakterier (Whitley og Seng 1976). Mange arter av fjærmygg vil i rennende vann derfor trolig reagere mer på oksygeninnholdet og innholdet av ulike kjemiske komponenter i vann og substrat, mens fåbørstemark også reagerer på endringer i mikrofloraen.

I hovedtrekk var fjærmyggfaunaen den samme på alle de fem undersøkte stasjonene. De dominerende taxa, *Conchapelopia* sp. og *Brillia modesta* er kjent for å være tolerante overfor moderat organisk forurensning, hvis vannet er oksygenert. Dette ble observert i Mærradalsbekken og Loelva (Bremnes og Saltveit 1989, 1991). *Tvetenia* sp. regnes som mer følsom ovenfor organisk forurensning. *Tvetenia* sp. var vanlig på alle stasjonene, og viste at forholdene ikke var mer enn moderat organisk belastet.

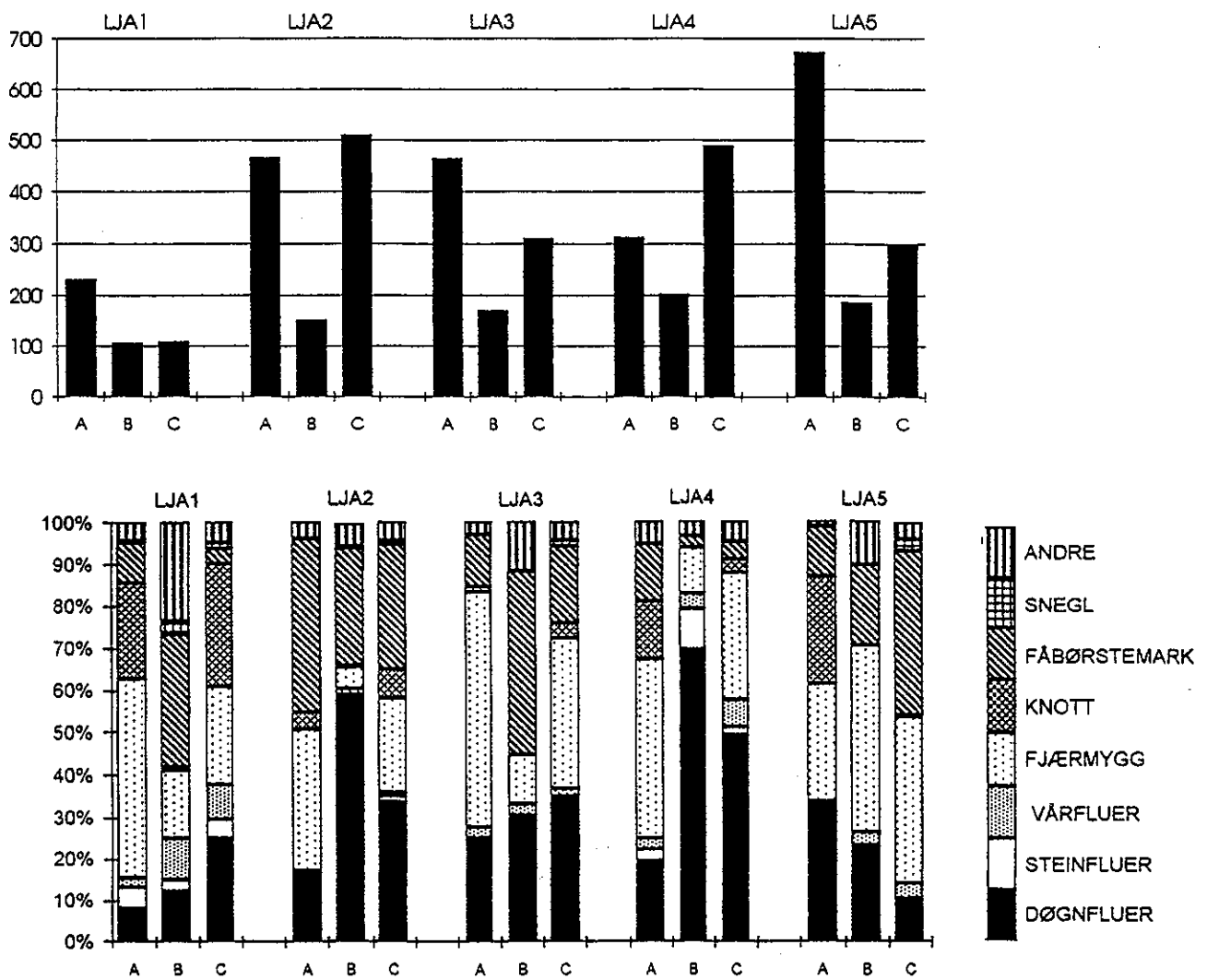
Bortsett fra at det ved enkelte anledninger ble påvist niøye og ett individ av gjedde er det små endringer i sammensetningen i fiskefaunaen i Ljanselva. Imidlertid ble det nå påvist enkeltindivider av ørret på LJA3, og ørekyt er igjen tilstede på LJA5. Ørekyt ble ikke påvist her i 1987 og 1988 (Brittain et al. 1989). Innslaget av ørret på LJA3 er spredt og består bare av store individer (ca. 25 cm). Det er derfor ikke noe som tyder på at ørret har etablert en bestand på LJA3.

Ljanselva har tidligere blitt undersøkt i 1980-81 (Brittain og Saltveit 1984a) og i 1987-88 (Brittain et al. 1989). Det er derfor grunnlag for å studere utviklingen av bunnfaunaen over en lengre periode. Det gjennomsnittlige antallet og den prosentvise sammensetningen av bunndyra i de tre undersøkelsesperiodene på de ulike stasjonene er vist i Fig. 9. Tilstedeværelsen av de ulike artene av døgnfluer, steinfluer, vårfluer, mudderfluer og krepsdyr er vist i Tab. 6.

På den øverste stasjonen (LJA1) har faunaen i grove trekk vært omlag den samme, med høyt artsantall og få individer. I 1987-88 var det et betydelig innslag av fåbørstemark på LJA1, men en analyse av sammensetningen viste at de besto av mange arter i lite antall. Det var ingen dominans av enkelte arter.

På LJA2 har det skjedd en bedring, men stasjonen har hele tiden hatt et høyt innslag av forurensningstolerante fåbørstemark (*Lumbricillus* sp.). Rentvannsarten *Stylogdrilus heringianus* ble bare funnet i lite antall både i 1987-88 og 1994-95. I 1980-81 var stasjonen dominert av fåbørstemark og fjærmygg, og den eneste døgnfluen var den tolerante arten *Baëtis rhodani*. I 1987-88 var *B. rhodani* fortsatt eneste døgnflue tilstede, og ble funnet i stor tetthet. Imidlertid kom det inn flere arter steinfluer og vårfluer, og dette antydte at en bedring var igang. I 1994-95 var det en ytterligere økning i artsantallet, blant annet ble det funnet tre nye arter døgnfluer. Fjærmyggfaunaen var relativt fattig på LJA2 i 1987-88 med 19 påviste taxa, hvor de viktigste var tolerante arter som *Conchapelopia* sp. og *Brillia modesta*. I 1994-95 var antall taxa steget til 26. *Conchapelopia* sp. og *B. modesta* var fortsatt viktige, men nå var også enkelte noe mindre tolerante grupper tallrike. Dette var f.eks. *Tvetenia* sp. og *Eukiefferiella*-artene. Men fortsatt er stasjonen dominert av *Lumbricillus* sp. og *B. rhodani*, og må regnes

rhodani, og må regnes som moderat forurenset.



Figur 9. Gjennomsnittlig antall bunndyr pr. prøve (A), og prosentvis sammensetning av hovedgruppene av bunndyr på de enkelte stasjonene i Ljanselva. A:1980-81. B: 1987-88. C: 1994-95.

Tabell 6. Arter av døgnfluer, steinfluer, vårfluer, mudderfluer og krepsdyr registrert i Ljanselva og Gjersrudbekken i 1980-81 (X), 1987-88 (O) og 1994-95 (V).

	LJA1	LJA2	LJA3	LJA4	LJA5
	A B C	A B C	A B C	A B C	A B C
DØGNFLUER					
<i>Baetis muticus</i>	- - -	- - V	- - V	- - V	- - -
<i>Baetis niger</i>	X O V	- - V	- - V	- - V	- - -
<i>Baetis rhodani</i>	X O V	X O V	X O V	X O V	X O V
<i>Baetis vernus</i>	- - -	- - -	- - -	- - -	X - -
<i>Centroptilum luteolum</i>	X O V	- - -	- - -	- - V	- - V
<i>Ephemerella mucronata</i>	- - V	- - V	- - -	- - -	- - V
<i>Leptophlebia marginata</i>	X O V	- - -	- - -	- - V	- - -
<i>Leptophlebia verspertina</i>	X - V	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Caenis</i> sp.	- O -	- - -	- - -	- - -	- - -
STEINFLUER					
<i>Diura nanseni</i>	- - -	- - -	- - -	- - -	- - V
<i>Brachyptera risi</i>	- O -	- O V	X - V	X O V	- - -
<i>Nemoura avicularis</i>	- O V	- O V	- - V	- - V	- - V
<i>Nemoura cinerea</i>	X O V	X O V	X O V	X O V	- O V
<i>Nemurella pictetii</i>	X - V	X - V	X - -	- - -	X - -
<i>Amphinemura borealis</i>	- - -	- - V	- - -	- - V	- - V
<i>Amphinemura standfussi</i>	- - -	X - -	- - -	- - -	- - -
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	X - -	- - -	- - -	- - V	- - -
<i>Leuctra fusca</i>	X - V	- O -	- - -	X - -	X - -
<i>Leuctra hippopus</i>	X O -	- - -	- - -	- - -	- - V
<i>Leuctra nigra</i>	X - -	- - -	X - -	- - -	- - -
<i>Capnia bifrons</i>	- - -	- - -	X - -	X - -	- - -
VÅRFLUER					
<i>Rhyacophila nubila</i>	X O V	- O V	X O V	X O V	X O V
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	- O V	- - -	- - -	- - V	X - -
<i>Hydropsyche siltalai</i>	- - -	- - -	- - -	- - -	- - V
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	X O V	- O V	X O -	- O -	- O -
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	- O V	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Lype phaeopa</i>	- - -	- - -	X - -	- - -	- - -
<i>Sericostoma personatum</i>	- O -	- O -	- O V	- O V	X O V
<i>Lepidostomatidae</i>	- O -	- - -	- - -	- O -	- O -
<i>Brachycentridae</i>	- O -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Leptoceridae</i>	- O -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Limnephilidae</i>	X - V	X - V	X - V	X - V	X - V
MUDDERFLUER					
<i>Sialis lutaria</i>	- - V	- - -	X - V	- O V	X O -
KREPSDYR					
<i>Asellus aquaticus</i>	- - -	X O V	X O V	X - -	X O V

Stasjon LJA3 forverret seg noe fra 1980-81 til 1987-88. I 1980-81 var det fem arter av steinfluer tilstede på LJA3, mens bare den tolerante arten *Nemoura cinerea* ble funnet i 1987-88. I 1987-88 økte også andelen av fåbørstemark betydelig. Imidlertid var de

fleste fåbørstemarkene rentvannsarten *S. heringianus*, og forurensningsgraden var derfor ikke større enn moderat. I 1994-95 skjedde det en svak bedring ved at flere døgn- og steinfluearter dukket opp. I 1987-88 ble det påvist 21 arter fjærmygg. Ingen arter dominerte, men de tolerante artene *Conchapelopia* sp. og *Brillia modesta* var vanligst. I 1994-95 ble det påvist 25 arter, og betydelig større tetthet av fjærmygg. *Conchapelopia* og *B. modesta* var fortsatt tallrike, men den noe mindre tolerante *Tvetenia* sp. var også tallrik, og antydte en bedring i forholdene.

Utviklingen på LJA5 lignet LJA3. Det var en svak forverring fra 1980-81 til 1987-88 ved at antall steinfluer avtok. Andelen av døgnfluer avtok, mens andelen av fåbørstemark tiltok. I likhet med LJA3 var de fleste fåbørstemarkene rentvannsformen *S. heringianus*, og dette viste at belastningsgraden var moderat og vannet oksygenert. I 1994-95 økte antallet av døgnfluer og steinfluer, selv om andelen av døgnfluer avtok og andelen av fåbørstemark økte ytterligere. I 1987-88 ble det påvist 23 arter fjærmygg, de mest tallrike var igjen de tolerante artene *Conchapelopia* og *B. modesta*, men også *Rheocricotopus fuscipes*, *Diplocladius cultriger* og *Rheotanytarsus* var tallrike. Det var også et fast innslag av *Tvetenia* sp. Denne sammensetningen antyder også en moderat belastningsgrad og oksygenerte forhold. I 1994-95 var artsantallet 22 og sammensetningen lignet i grove trekk den i 1987-88 med unntak av at *Tvetenia* sp. var blitt en dominerende art. Dette antydte en bedring.

I Gjersrubbekken (LJA4) var forholdene omlag de samme i 1980-81 og 1987-88, med dominans av døgnfluen *B. rhodani*. I 1994-95 hadde det skjedd en klar bedring, med tilstedeværelse av flere arter av døgnfluer og steinfluer. *B. rhodani* var imidlertid fortsatt den dominerende arten. Fåbørstemarkfaunaen var meget sparsom i 1987-88, i 1994-95 var den rikere, og besto vesentlig av *S. heringianus* og *E. tetraedra*, og dette viste at belastningsgraden ikke var stor. Det ble påvist 17 arter fjærmygg på LJA4 i 1987-88. Ingen arter dominerte, men *Conchapelopia* sp. og *B. modesta* var mest tallrike, og en konstant tilstedeværelse av *Tvetenia* sp. viste at belastningen ikke var sterkere enn moderat. I 1994-95 var fjærmyggfaunaen betydelig rikere med 22 arter. *Tvetenia* sp. var nå en dominerende art, og viste at forholdene har bedret seg noe.

Biologiske forurensningsindekser er en forenklet måte 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). Indeksverdiene spenner fra 0, som angir meget sterkt forurensete forhold, til 10 som angir uforurensete forhold. En modifisert utgave av denne indeksen tilpasset norske forhold har blitt anvendt i undersøkelsene av bekker og elver i Oslo siden 1976 (Borgstrøm og Saltveit 1978).

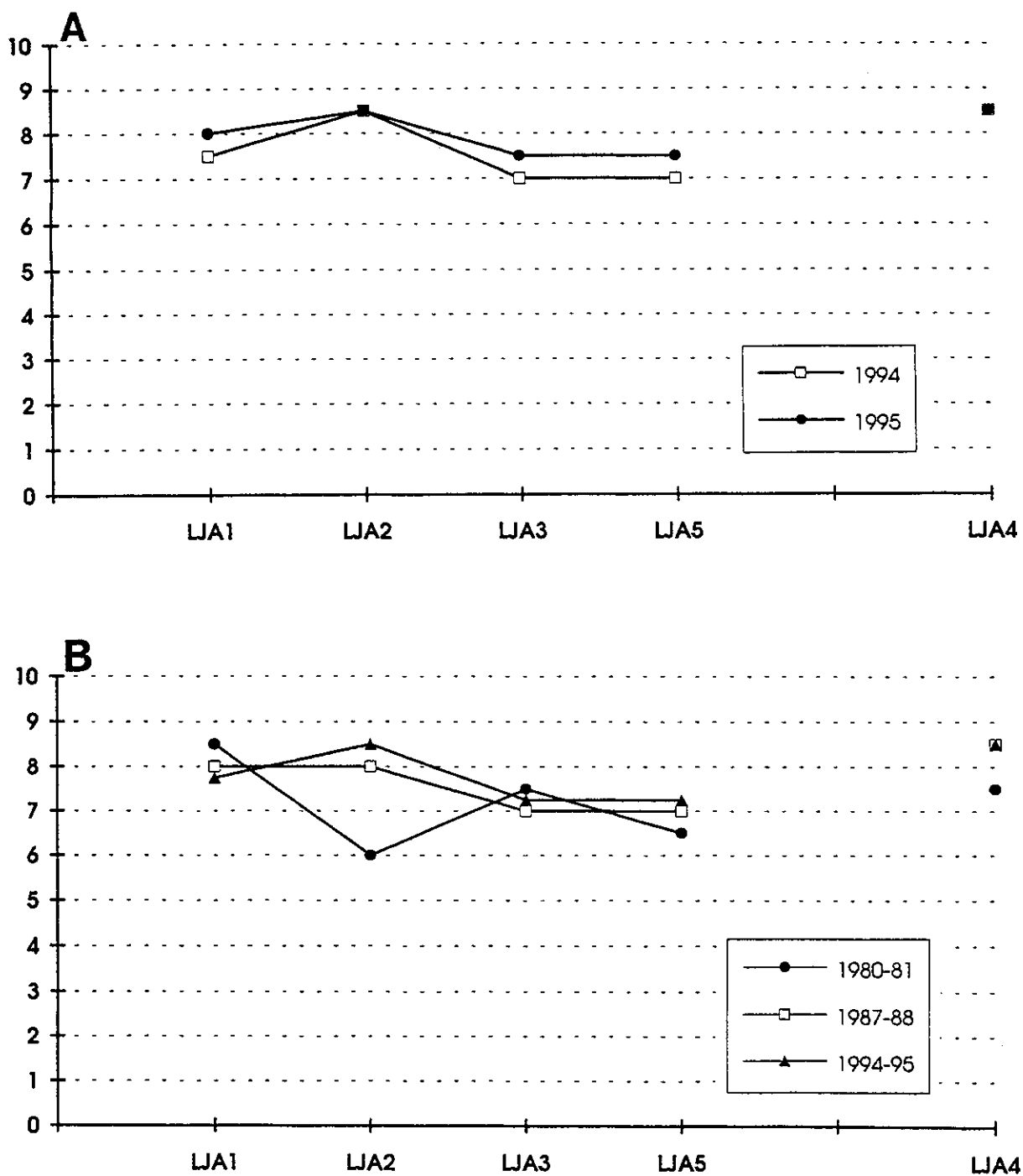
Verdiene til den modifiserte Trent Biotic Index for de ulike stasjonene i 1994-95 er vist i Fig. 10A. Gjennomsnittlig indeksverdi for de tre undersøkelsesperiodene siden 1980 er vist i Fig. 10B.

TBI-verdiene var omlag de samme i 1994 og i 1995 (Fig. 10A), og viser en forurensningsgrad rundt svak til moderat. Den enkle TBI-indeksen fanger imidlertid ikke opp den reelle forskjellen mellom stasjonene. Dette er åpenbart når verdiene for den uforurensete LJA1 sammenlignes med den moderat organisk forurensete LJA2. Fordi det ble registrert tilstedeværelse av flere arter steinfluer på LJA2, ble indeksverdiene unaturlig høye. De påviste steinfluene var få i antall, og besto av de mest tolerante artene. Det samme var tilfelle i 1987-88 (Fig. 10B). I 1980-81 ble det derimot ikke påvist steinfluer på LJA2, og indeksverdiene får det forventete avtaket her. Dette viser at det siden 1980-81 har skjedd en bedring på LJA2, mens de øvrige stasjonene er relativt lite endret.

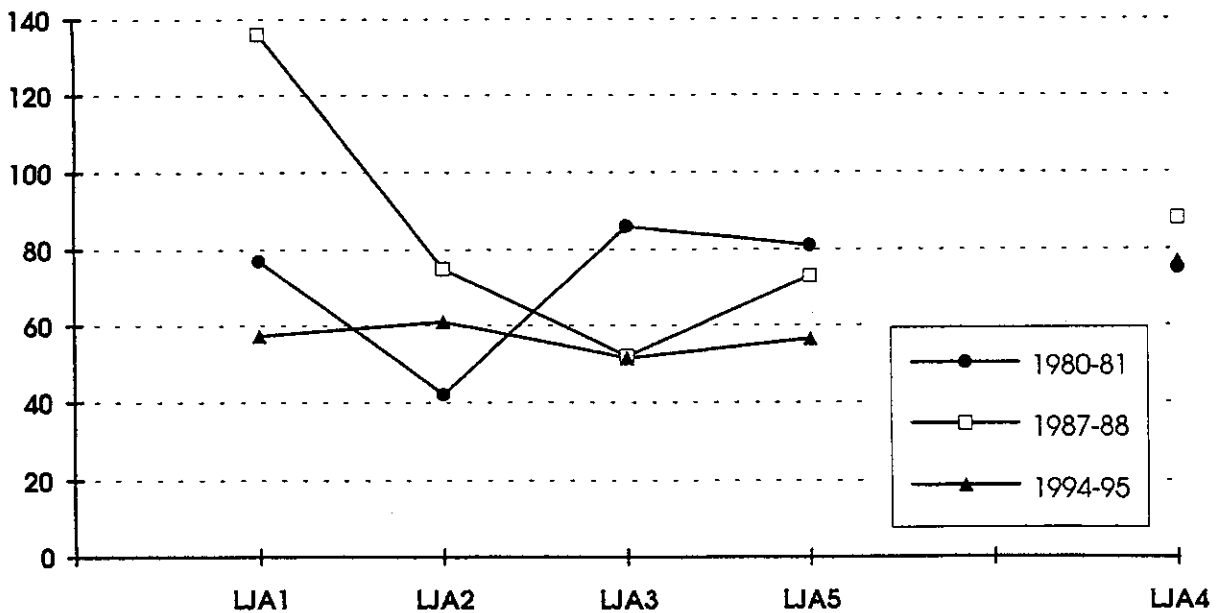
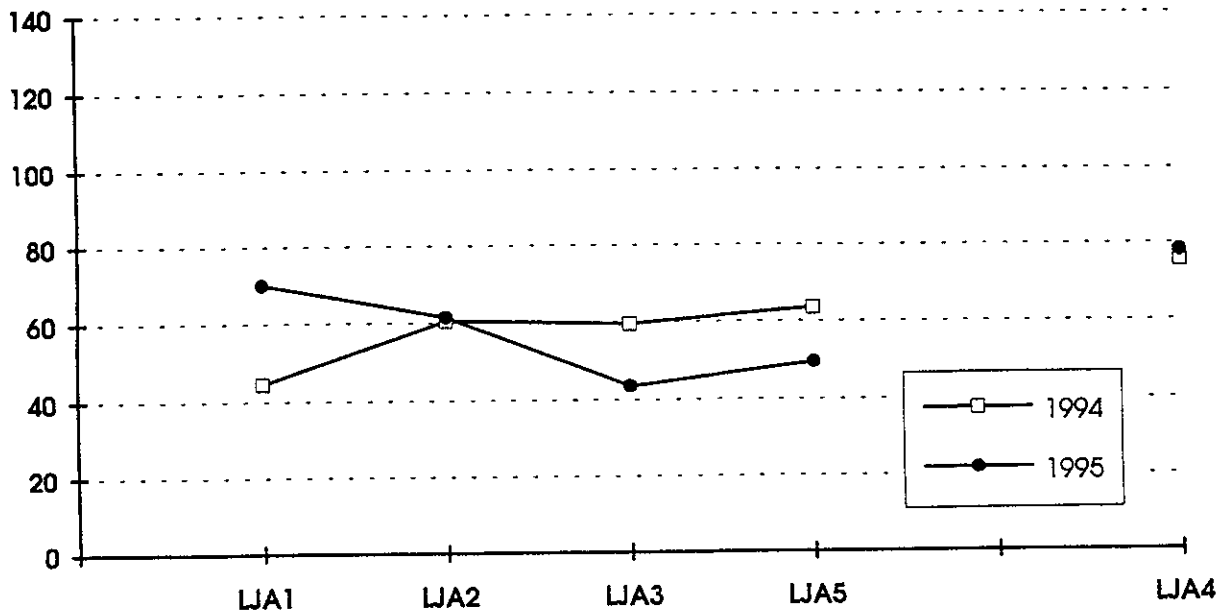
Siden den enkle TBI-indeksen ikke er istand til å fange opp de åpenbare forskjellene mellom endel av stasjonene i Ljanselva har en mer detaljert indeks også blitt benyttet. Biological Monitoring Working Party-indeksen (BMWP) baserer seg på hele faunaen på familienivå (med unntak av fåbørstemark og tovingelarver) og gir et mer nyansert bilde av vannkvaliteten på grunnlag av bunnfaunaen (Brittain 1988). BMWP-verdiene for de tre ulike undersøkelsesperiodene er vist i Fig 11. Det ble funnet godt samsvar mellom tilstanden på stasjonene og BMWP-verdiene i 1987-88, bortsett fra at LJA2 fortsatt ligger noe for høyt. Dette skyldes tilstedeværelse av små mengder rentvannsformer som bidrar til å trekke indeksen for kraftig opp. Disse kan trolig komme med

driv fra renere områder forholdsvis nært oppstrøms stasjonen. I 1994-95 ligger LJA1 altfor lavt. Dette kan ha sammenheng med at bunnfaunaen kan ha blitt redusert i forbindelse med nedslamming. Ellers var verdiene i 1994-95 svært like på alle stasjonene, og BMWP-indeksen klarte heller ikke å fange opp forskjellen mellom stasjonene. Det bør derfor utvikles en ny indeks som også tar hensyn til mengdeforholdene til de ulike artene/gruppene, slik at tilstedeværelsen av enkeltindivider av rentvannsarter ikke trekker indeks-verdiene altfor høyt opp. Dessuten bør viktige grupper som fåbørstemark og fjærmygglarver anvendes i en indeks. Disse gruppene har mange arter som tilsammen spenner over et stort økologisk spekter.

Selv om de anvendte indeksene er lite nyanserte for Ljanselva, viser de at forurensningstilførselene har avtatt ved og ovenfor LJA2 i perioden 1980-81 fram til 1987-88 og 1994-95. Det var denne strekningen i vassdraget som tidligere var mest belastet. Denne forbedringen har holdt seg fram til 1994-95 ved at ørret har etablert seg på LJA2. I 1980-81 ble verken ørret eller ørekyt registrert på LJA2.



Figur 10. A: Modifisert Trent Biotic Index for Ljanselva i 1994 og 1995. B: Modifisert Trent Biotic Index for 1980-81, 1987-88 og 1994-95.



Figur 11. A: Biological Monitoring Working Party Index (BMWP) for Ljanselva i 1994 og 1995. B: BMWP-indeksverdier for 1980-81, 1987-88 og 1994-95.

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 befarings 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.*
- 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.
- Klæboe, L. 1995. Bunndyr som forurensningsindikatorer i Ljanselva i Oslo. Hovedfagsoppgave i limnologi. Univ. i Oslo. 80 s.
- OVA, 1995. Vassdrag i Oslo 1994. Status for elvene. Oslo vann- og avløpsverk, miljøtilsynet. 126 s.
- 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.

Whitley, L.S. og Seng, T.N. 1976. Studies on the bacterial flora of tubificid worms.
Hydrobiologia 48: 79-83.

Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. *J. Wildl. Mgmt.* 22: 82-90.