

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

LFI-RAPPORT NR. 150

DELRAPPORT 1/1994

FAUNAEN I ELVER OG BEKKER
INNEN OSLO KOMMUNE
DEL XIV
BUNNDYR OG FISK I SOGNSVANNSEBKEN OG
FROGNERELVA
1991 OG 1992

FOR

OSLO VANN OG AVLØPSVERK

OSLO I JUNI 1994

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 fjortende i rekken om bunndyr og fisk i Oslovassdragene. 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. Følgende 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), og Frognerelva er nå det andre 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 ferskvannsekologi og innlandsfiske, Zoologisk museum i Oslo. Forsker Trond Bremnes og amanuensis Svein Jakob Saltveit har hatt ansvar for opplegg og gjennomføring. 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, juni 1994

Trygve Abry
(sign)

Bente Myhre Haast
(sign)

INNHold

	side
SAMMENDRAG	4
1. INNLEDNING	6
2. OMRÅDE OG LOKALITETSBEskRIVELSE	7
3. MATERIALE OG METODE	11
3.1. Bunndyr	11
3.2. Fisk	11
4. RESULTATER	12
4.1. Bunndyr	12
4.2. Fisk	22
5. DISKUSJON	28
6. LITTERATUR	34

SAMMENDRAG

Bremnes, T. og Saltveit, S.J. 1994. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XIV. Bunndyr og fisk i Sognsvannsbekken og Frognerelva. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 150, 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 i Sognsvannsbekken og Frognerelva for å belyse biologisk status. Bunndyrfauna og fisk ble undersøkt på fire stasjoner mellom utløp Sognsvann og nedstrøms Frognerparken. En femte stasjon lå i Gaustadbekken, som er den viktigste sidebekken. Undersøkelsene ble utført i 1991 og 1992. Vassdraget har tidligere blitt undersøkt i 1976-77 og 1984-85. Det er derfor grunnlag for å kunne vurdere endringer i forurensnings-situasjonen.

Det ble påvist fem fiskearter i den undersøkte delen av vassdraget. Ørret var vanlig på alle stasjonene og ble også påvist nederst i den forurensete Gaustadbekken. Ørekyt ble funnet i beskjedent antall på de fleste stasjonene. Øverst ble det påvist abbor, gjedde og bekkerøye. Disse stammer trolig fra Sognsvann. Artssammensetningen er den samme som ved de tidligere undersøkelsene, og det har ikke skjedd store endringer i fiskebestanden siden de forrige undersøkelsene. Kreps ble påvist for første gang i Sognsvannsbekken i 1992 like nedstrøms Sognsvann.

Bunndyrfaunaen viste klare endringer fra utløp Sognsvann og nedover. De to øverste stasjonene (FRO1 og FRO2) var lite forurenset og hadde en rik og sammensatt bunndyrfauna med flere arter steinfluer, døgnfluer og vårfluer. Øverst (FRO1) var faunaen preget av grupper som filtrerer organisk driv fra Sognsvann. Gaustadbekken (FRO3) bar preg av sterk organisk forurensning og hadde stor tetthet av fåbørstemark. Ovenfor Frognerdammene (FRO4) var elva forurenset med en fauna vesentlig av fåbørstemark og fjærmyggelarver. Nedenfor Frognerparken (FRO5) var faunaen rikere med store mengder gråsugge og flere snegle- og vårfluearter. Trolig blir endel av forurensningen redusert av Frognerdammene.

Basert på en forurensningsindeks (Trent Biotic Index) bedret situasjonen seg på de to nedre stasjonene (FRO4 og FRO5) fra 1976-77 til 1984-85. Dette skyldes innpass av tolerante arter av døgnfluer og vårfluer. Til 1991-92 har bedringen fortsatt på FRO5 ved at vårfluer og døgnfluer har blitt tallrike, mens på FRO4 var situasjonen uendret. På de øvre stasjonene har forholdene vært omtrent uendret siden 1976-77, bortsett fra en svak bedring på FRO2 med mindre dominans av døgnfluer. Gaustadbekken har gjennom hele undersøkelsesperioden vært forurenset med store tettheter av fjærmygglarver og spesielt fåbørstemark.

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 reprodusere og leve der. Tidligere undersøkelser er gjort av Borgstrøm (1976), Borgstrøm og Saltveit (1978), Brabrand og Saltveit (1984), Brittain og Saltveit (1984a, 1984b, 1985, 1986a), Bremnes og Saltveit (1988a, 1988b, 1989, 1991, 1993a, 1993b) og Brittain et al. (1989). Frognerelva er det andre vassdraget som blir undersøkt for tredje gang. Vassdraget ble første gang undersøkt i 1976-77 (Borgstrøm 1976, Borgstrøm og Saltveit 1978), andre gang i 1984-85 (Bremnes og Saltveit 1988a), og 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 disse 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

Sognsvannsbekken kilde er Åklungen ved Ullevålseter. Derfra renner den ut i Sognsvann, mens den videre nedover passerer Frognerparken før den renner ut i Oslofjorden i Frognerkilen (Fig. 1). Fra Gaustad og nedover skifter den navn til Frognerelva, og renner gjennom boligbebyggelse uten industri nær elva. Den viktigste sidebekken er Gaustadbekken (Blindernbekken).

Ovenfor Sognsvann består berggrunnen av vulkanske bergarter, for det meste nordmarkitt. Rundt Sognsvann og videre nedover er berggrunnen delvis dekket av marine avsetninger. Nedenfor Sognsvann består berggrunnen av kambrosilurske bergarter. Utenfor byggesonen er vegetasjonen vesentlig granskog. Nedenfor Sognsvann er områdene langs elva dyrket opp eller utbygd. Her finnes det også kalkkrevende flora og større innslag av edelløvsog (OVA 1993).

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

Stasjon FRO1 ligger like etter utløp fra Sognsvann i østre løp. Det er stein- og grusbunn der bunnprøvene ble tatt. Litt lengre ned er bekken mer stilleflytende, med finere bunnsstrat og mye makrovegetasjon. Klart vann uten lukt.

Stasjon FRO2 ligger ved Anne Maries vei like før samløp med Gaustadbekken. Grusbunn med noe stein. Klart vann uten lukt.

Stasjon FRO3 er i Gaustadbekken, i kulp før samløp med Sognsvannsbekken. Grått vann med kloakklukt. Steinbunn med "sewage fungus".

Stasjon FRO4 ligger like før Frognerparken, like etter utløpet fra kulvertrør. Grått vann og noe kloakklukt. Stein og grusbunn med "sewage fungus".

Stasjon FRO5 er strekningen fra nedre Frognerdam til innløp i kulvertrør før Drammensveien. På det første stykket er det flere mindre dammer med korte fall i mellom. Fra utløpet av Frognerparken er det et jevnt fall ned til Drammensveien. Vannet var svakt gråfarget med noe kloakkluft. Tidvis mye brunlig algebegroing.

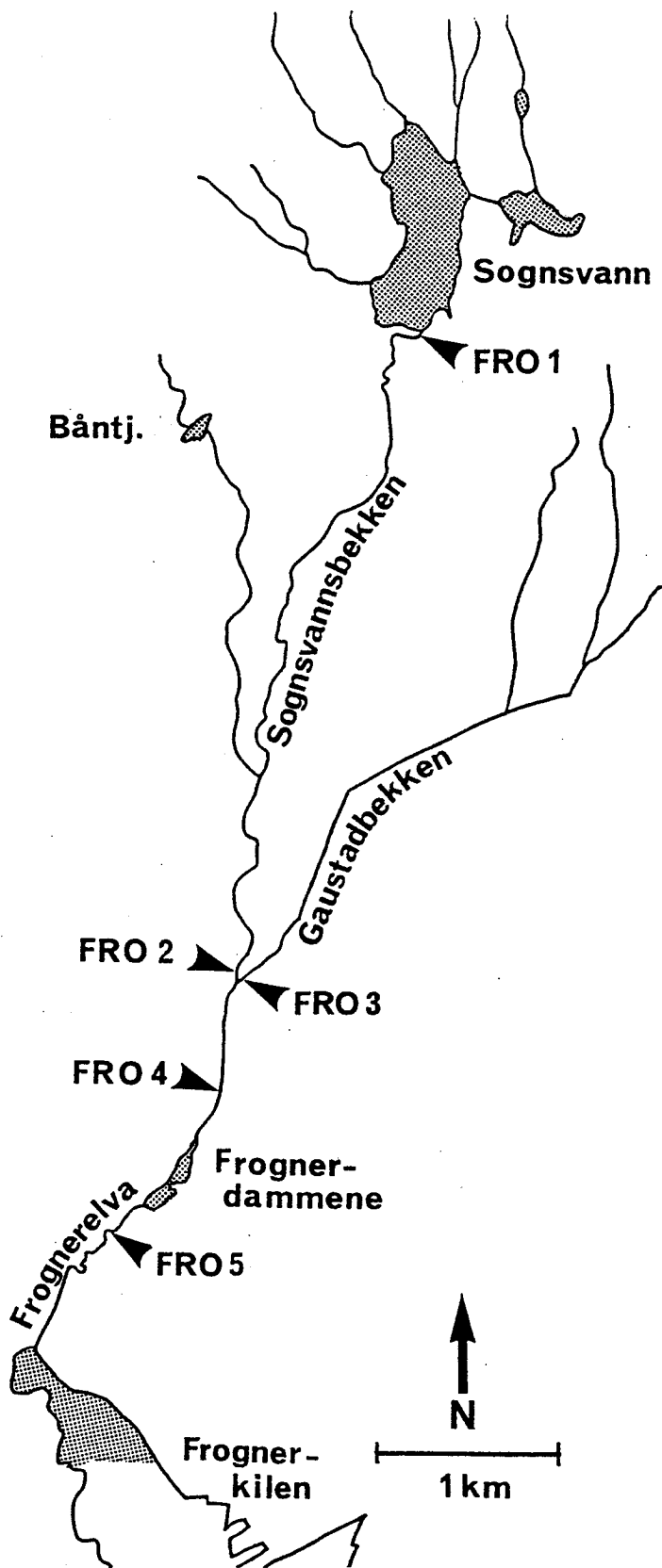


Fig. 1. Kartskisse over Sognsvannsbekken-Frognerelva med lokaliteter for innsamling av bunndyr og elektrofiske angitt.

Bunndyr ble innsamlet 18. mars og 27. september 1991, og 17.-18. mars og 5.-12. oktober 1992. Elektrofiske ble foretatt i mai og 27. september 1991 og 25. juni og 5.-12. oktober 1992.

Undersøkelse av vannkjemiske og bakteriologiske forhold ble utført av henholdsvis Oslo vann- og avløpsverk (OVA) og miljøetaten (Oslo Helsesråd) i samme tidsrom som bunndyrmaterialet ble innsamlet. Resultatene for endel parametre er vist i Figur 2, 3, 5 og 6.

Rett nedenfor utløpet fra Sognsvann (FRO1) var konsentrasjonene av næringssalter målt som totalnitrogen og totalfosfor lave. Dette viser at området i liten grad var utsatt for organisk forurensning og kloakk. Nedover til Anne-Maries vei (FRO2) steg verdiene for de fleste parametre. Dette skyldes større innslag av kambrosilurske bergarter og marine avsetninger i nedbørfeltet, men trolig også en viss menneskelig påvirkning siden antallet koliforme bakterier steg. Gaustadbekken (FRO3) må karakteriseres som sterkt forurenset med høye verdier for næringssalter og koliforme bakterier. Ved innløpet til Frognerdammene (FRO4) var innholdet av næringssalter og koliforme bakterier høyt, og viser en betydelig spillvannspåvirkning. Etter utløp av Frognerdammene (FRO5) avtok verdiene ofte endel og dette kan skyldes selvrensingseffekter i Frognerdammene, samt lite nye tilførsler.

3. MATERIALE OG METODE

3.1. Bunndyr

Til innsamling av bunndyr ble den såkalte sparkemetoden benyttet (Hynes 1961, Frost et al. 1971). Metoden registrerer de fleste artene som er tilstede. Den 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, og dyr, planter og organisk materiale blir ført med strømmen inn i håven. Innsamlingstiden var 1 minutt pr. prøve, og 3 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.

3.2. Fisk

Til registrering og innsamling av fisk på elvestrekningene ble det benyttet et elektrisk fiskeapparat konstruert av ing. Steinar Paulsen, Trondheim. Maksimum spenning er 1600 V og pulsfrekvensen er 80 Hz. I 1991 ble bare tilstedeværelsen av fisk registrert. Hver stasjon ble overfisket en gang ved hver innsamling. I 1992 ble tettheten av fisk beregnet i juni og oktober. En lengde på ca. 50 m på hver stasjon ble overfisket tre ganger. Tettheten av fisk er beregnet ut fra avtak i fangst (successive removal) (Zippin 1958, Bohlin et al. 1989).

4. RESULTATER

4.1. Bunndyr

Sammensetningen og antall av bunndyr fordelt på hovedgrupper er gitt i Tabell 1, og fremstilt i Figur 2-7. Artssammensetningen for en del av de viktigste gruppene er gitt i Tabell 2-5.

De to øverste stasjonene (FRO1 og FRO2) var dominert av insektlarver. Rett etter utløpet av Sognsvann (FRO1) var bunndyrfaunaen rik både på arter og individer. En stor del av faunaen besto av arter som filtrerte organisk driv fra Sognsvann. Det gjaldt de nettspinnende vårfluene, spesielt arten *Neureclipsis bimaculata* som nesten bare ble funnet på FRO1. Denne arten er karakteristisk for utløpet av innsjøer. Andre viktige filtrerende grupper var knottlarver og ertemuslinger, som kunne være meget tallrike. Steinfluene var hele tiden et viktig faunainnslag med åtte påviste arter, de dominerende var to arter fra slekten *Amphinemura*. Døgnfluene var fåtallige, med *Baetis rhodani* som vanligste art. Fjærmygg og fåbørstemark var tallrike.

Stasjon FRO2 (ved Anne Maries vei) hadde også en rik fauna, men manglet mange av de filtrerende gruppene som preget FRO1. Steinfluene var mer fåtallige enn på FRO1, men inneholdt flere arter (10). Døgnfluene var tallrike, men besto for det meste av *B. rhodani*. Vårfluene var artsrike, men fåtallige. En viktig gruppe på FRO2 var vannbiller fra familien Helminthidae, med to arter som ble funnet tallrike både som larver og voksne. Fjærmygg og fåbørstemark var tilstede i moderate mengder.

Gaustadbekken (FRO3) hadde en fauna dominert av fåbørstemark. I 1991 var det også tidvis mye fjærmygg tilstede, samt enkelte døgn- og vårfluer. I 1992 ble det imidlertid bare påvist fåbørstemark i store tettheter.

Ovenfor Frognerdammene (FRO4) var også fåbørstemark det dominerende faunaelement, til tider i store mengder. Fjærmygg var også vanlige, mens vår- og døgnfluer var jevnt tilstede i mindre mengder. Fire arter steinfluer, vesentlig

Amphinemura sulcicollis ble funnet i lite antall i 1991.

Nedenfor Frognerdammene (FRO5) var faunaen blitt langt rikere og mer sammensatt. Krepedyret gråsugge (*Asellus aquaticus*) var meget tallrik. Vårfluene, de fleste den nettspinnende *Hydropsyche siltalai*, kunne også være meget tallrike. FRO5 var også preget av store mengder snegl, de fleste var remsnegl (*Bathyomphalus contortus*) og vanlig skivesnegl (*Gyraulus acronicus*), men også høy toppluesnegl (*Ancylus fluviatilis*) var vanlig. Døgnfluene var tidvis vanlige og besto nesten utelukkende av *Baetis rhodani*. Innslaget av fåbørstemark var betydelig mindre enn på FRO3 og FRO4.

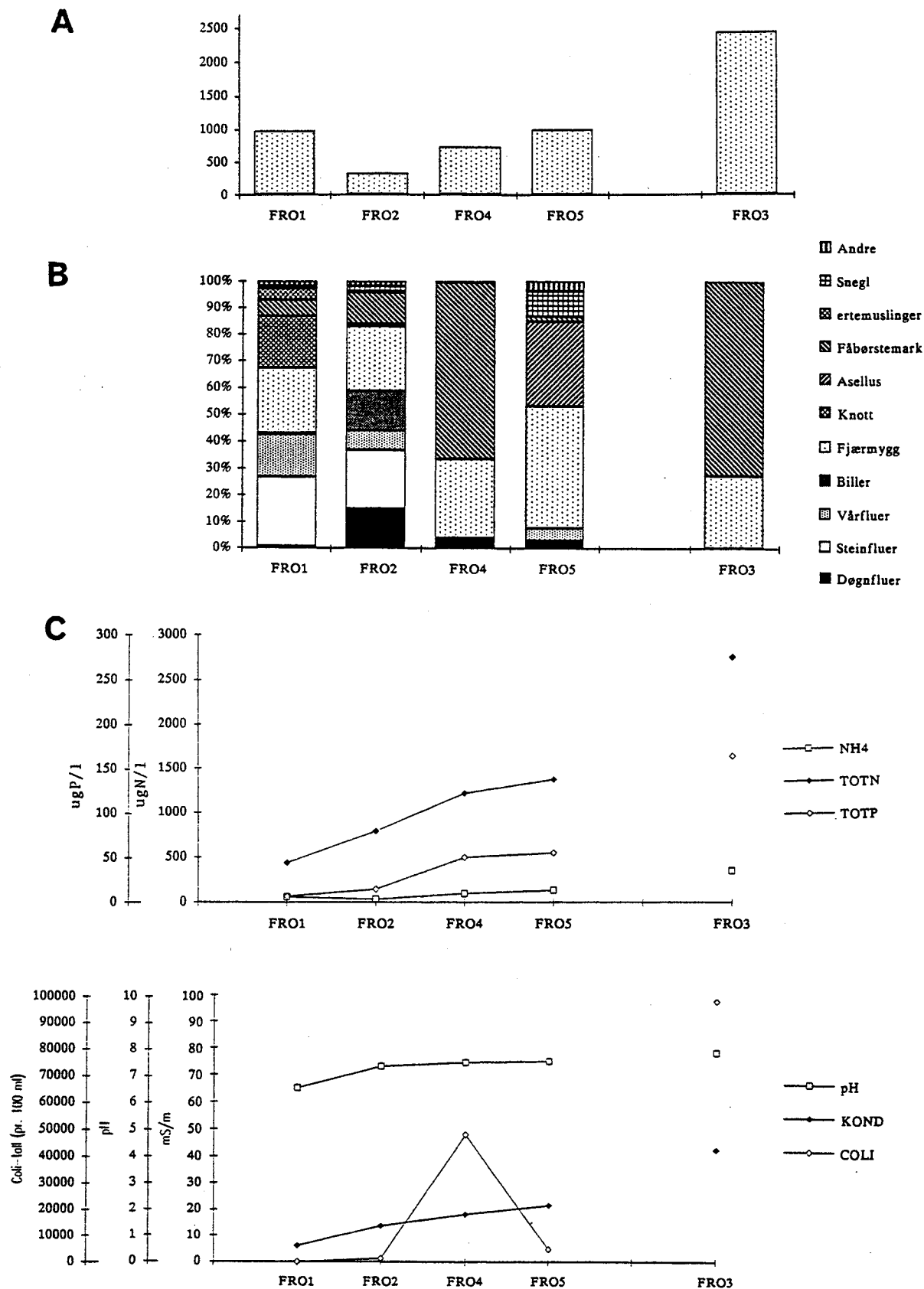


Fig. 2. Totalt antall (A) og prosentvis sammensetning (B) av bunndyrfaunaen på de undersøkte stasjonene i Sognsvannsbekken-Frognerelva våren 1991, sammenstilt med verdier for pH, ledningsevne (KONN), antall koliforme bakterier (COLI), ammonium (NH₄), total fosfor (TOTP) og total nitrogen (TOTN) ved samme tid (C).

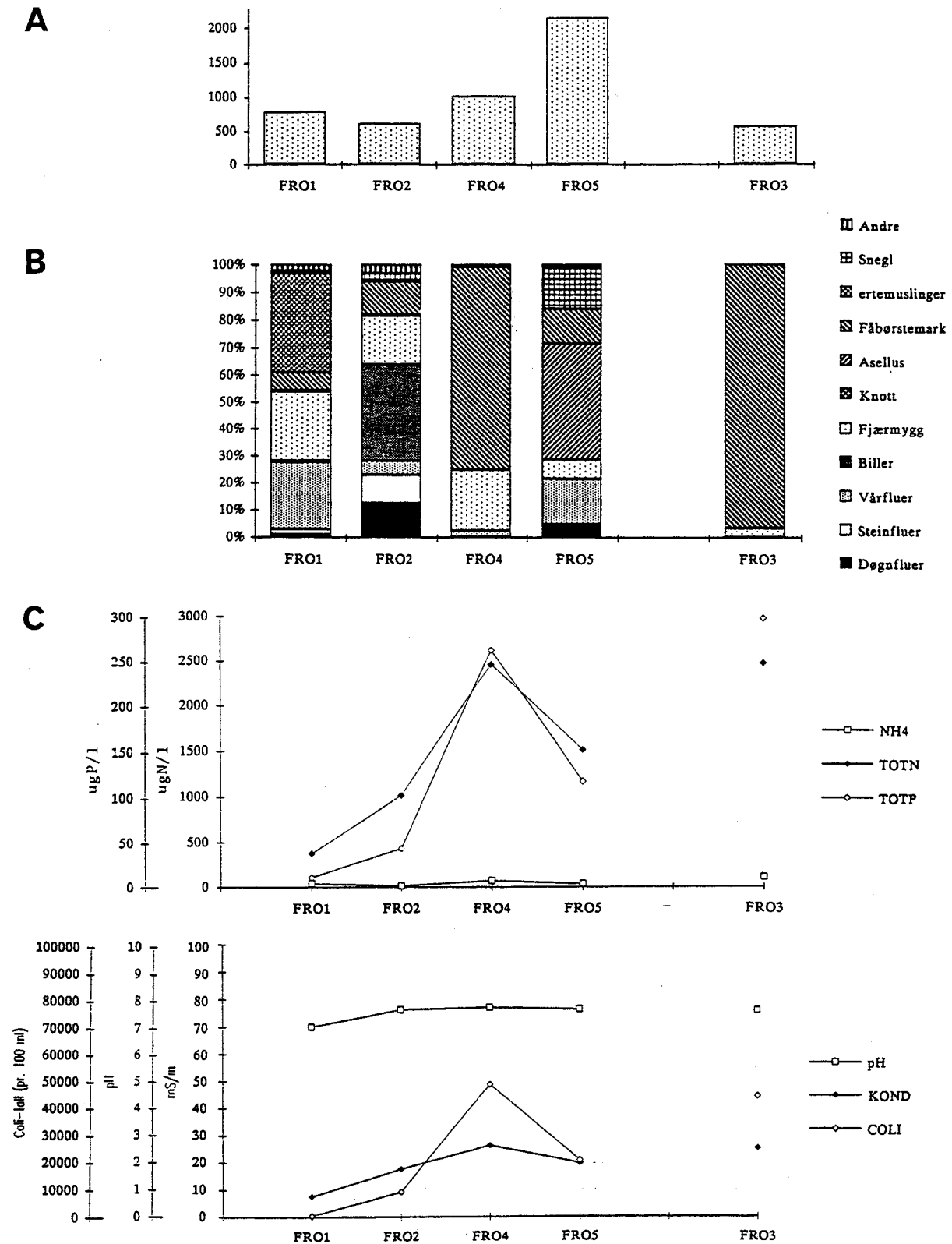


Fig. 3. Totalt antall (A) og prosentvis sammensetning (B) av bunndyrfaunaen på de undersøkte stasjonene i Sognsvannsbekken-Frognerelva høsten 1991, sammenstilt med verdier for pH, ledningsevne (KOND), antall koliforme bakterier (COLI), ammonium (NH₄), total fosfor (TOTP) og total nitrogen (TOTN) ved samme tid (C).

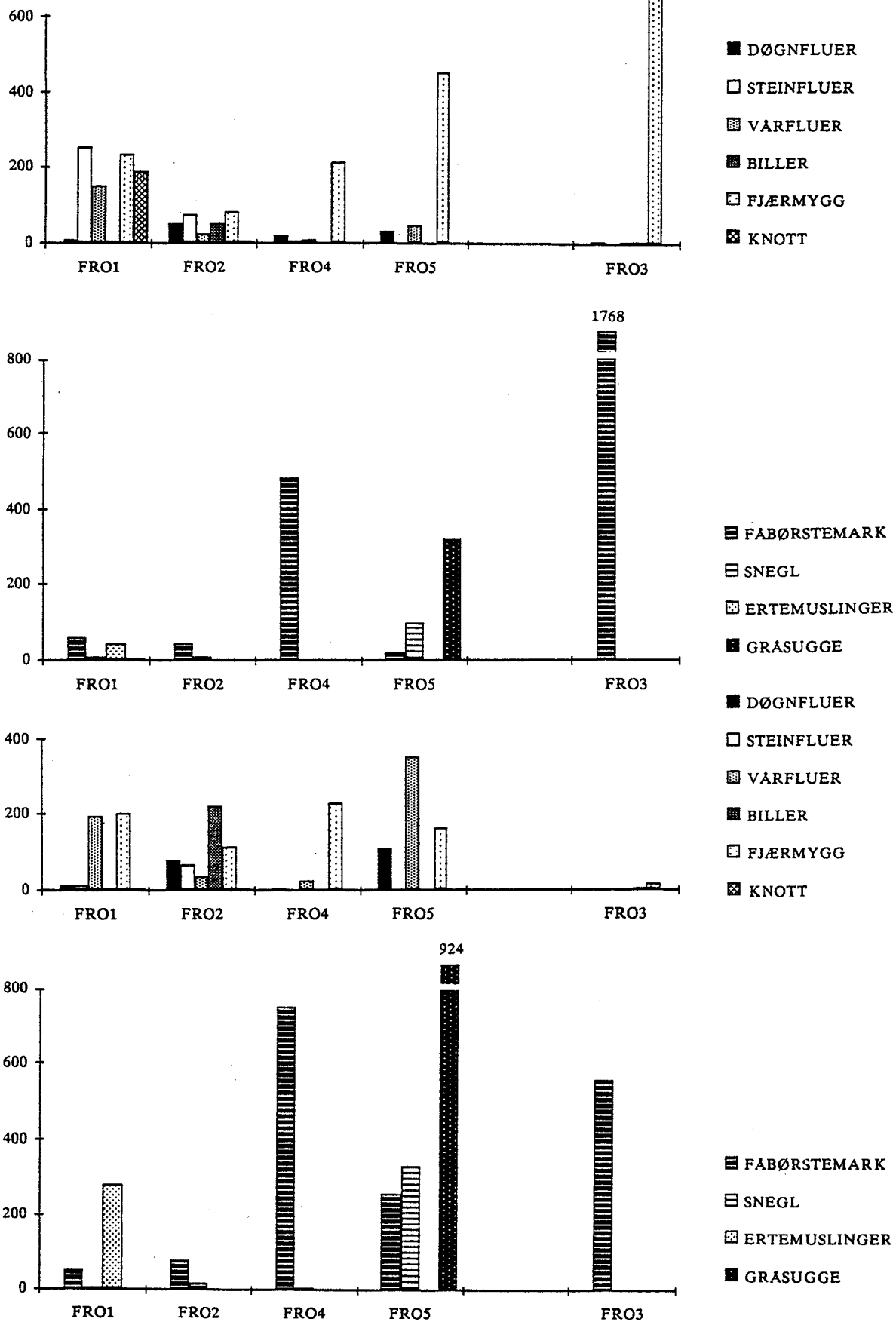


Fig. 4. Gjennomsnittsans tall av hovedgruppene av bunndyr (pr. 1 min. sparkeprøve) på de undersøkte stasjonene i Sognsvannsbekken-Frognerelva vår og høst 1991.

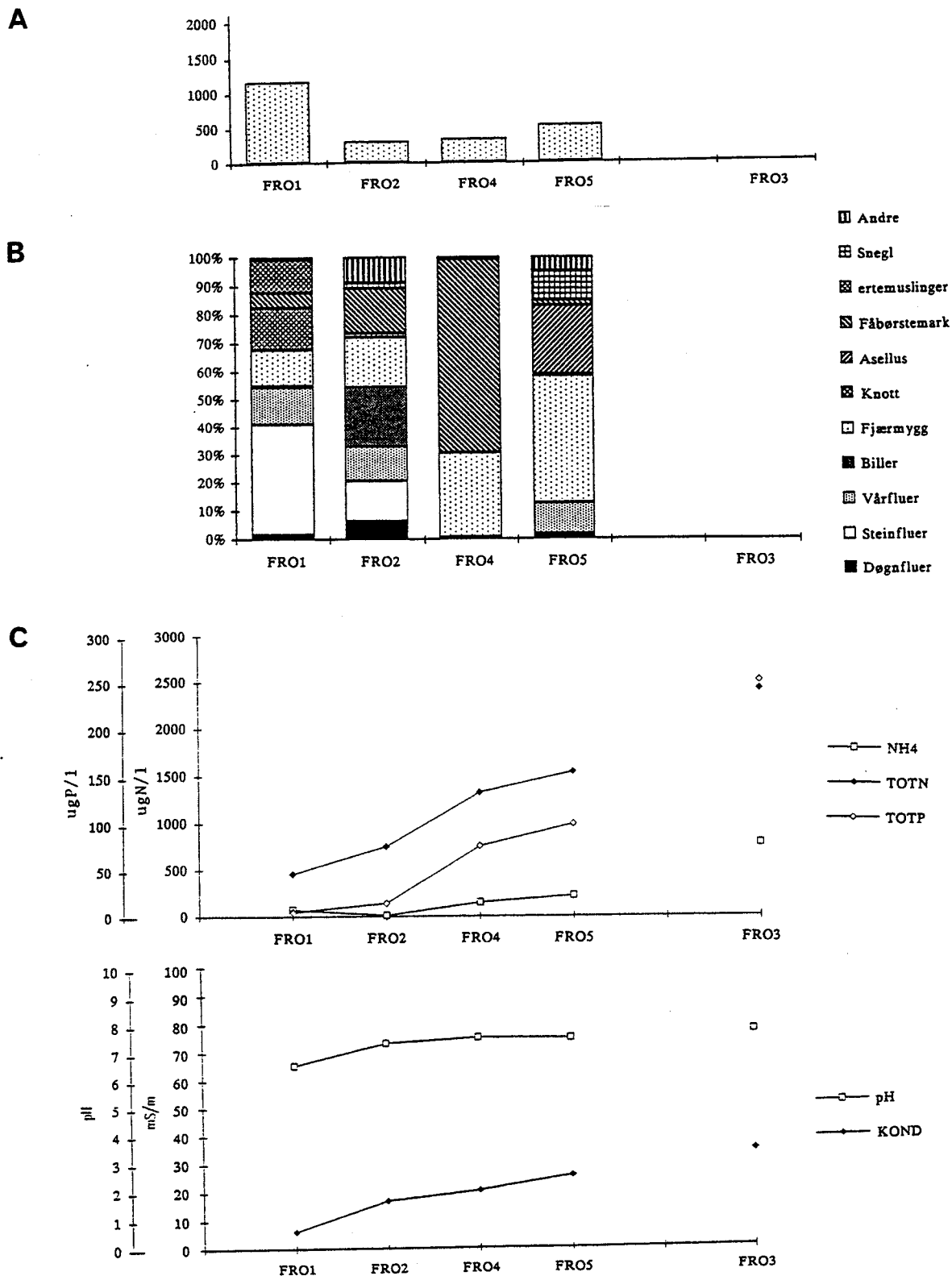


Fig. 5. Totalt antall (A) og prosentvis sammensetning (B) av bunndyrfaunaen på de undersøkte stasjonene i Sognsvannsbekken-Frognerelva våren 1992, sammenstilt med verdier for pH, ledningsevne (KOND), antall koliforme bakterier (COLI), ammonium (NH₄), total fosfor (TOTP) og total nitrogen (TOTN) ved samme tid (C).

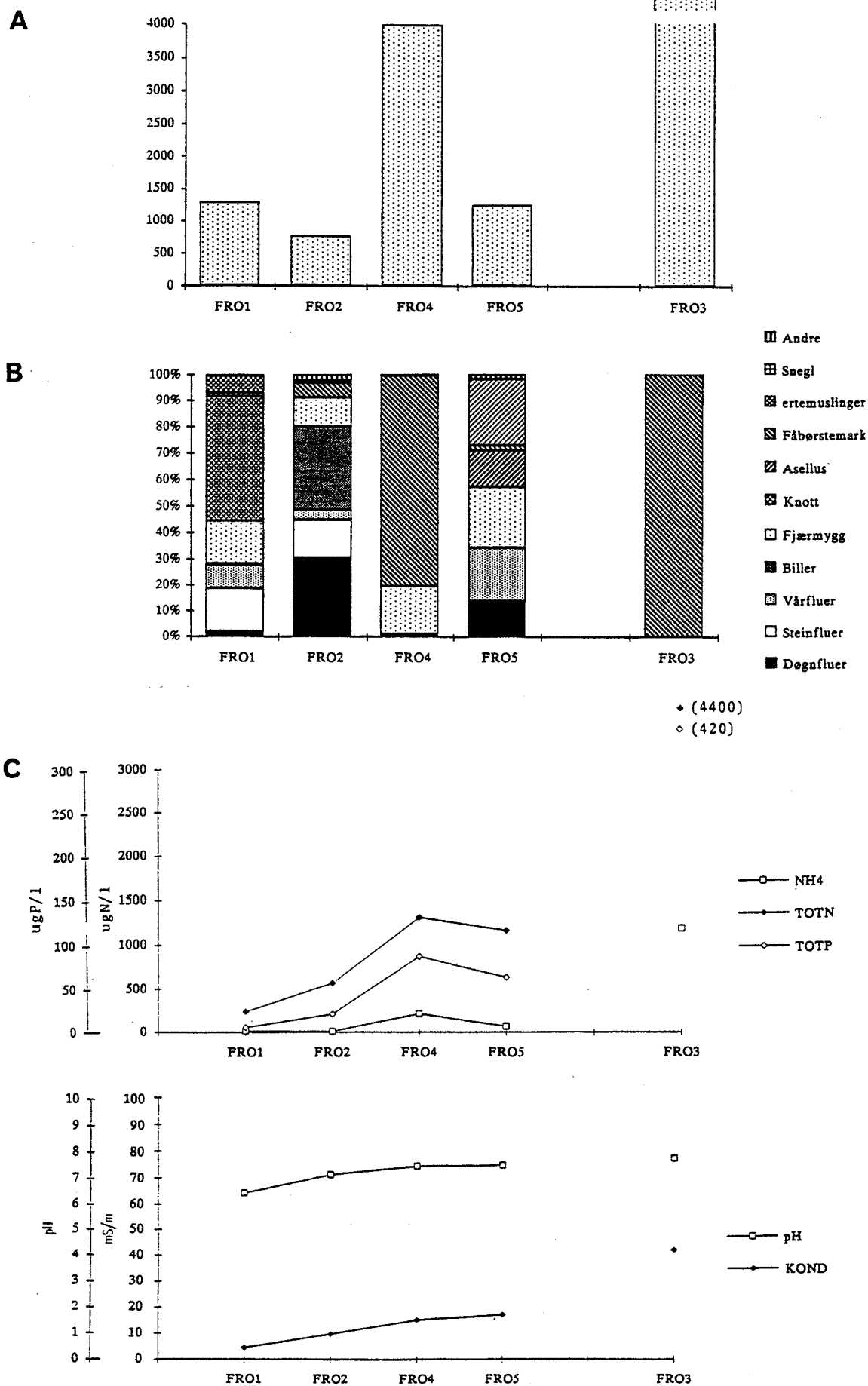


Fig. 6. Totalt antall (A) og prosentvis sammensetning (B) av bunndyrfaunaen på de undersøkte stasjonene i Sognsvannsbekken-Frognerelva høsten 1992, sammenstilt med verdier for pH, ledningsevne (KOND), antall koliforme bakterier (COLI), ammonium (NH₄), total fosfor (TOTP) og total nitrogen (TOTN) ved samme tid (C).

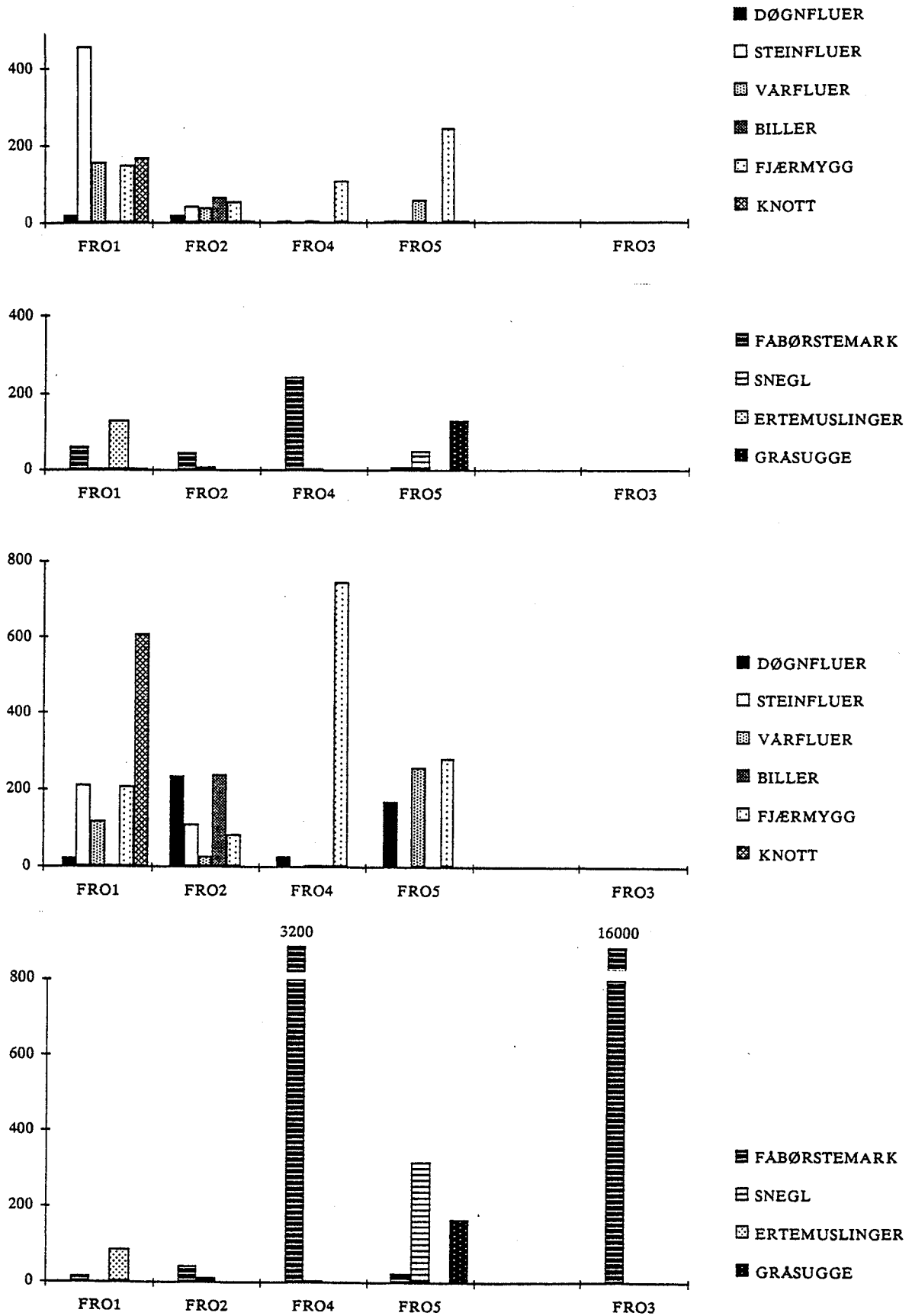


Fig. 7. Gjennomsnittsansatt av hovedgruppene av bunndyr (pr. 1 minutt sparkeprøve) på de undersøkte stasjonene i Sognsvannsbekken-Frognerelva vår og høst 1992.

Tabell 1. Gjennomsnittlig antall bunndyr (pr. 1/2 min. sparkeprøve) fordelt på hovedgrupper i Sognsvannsbekken og Frognerelva vår (V) og høst (H) 1991 og 1992. + = < 1.

	FRO 1		FRO 2		FRO 3		FRO 4		FRO 5													
	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992												
	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H												
Fåbørstemark	57	51	63	16	41	76	48	43	1768	558	-	16000	484	752	243	3200	21	260	9	23		
Rundormer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Snegl	8	4	1	+	8	17	6	10	-	+	-	-	+	2	3	4	96	332	52	316		
Ertemuslinger	42	281	130	86	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+		
Igler	3	3	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	35	10	11	6		
Hopperekreps	1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-		
Muslingkreps	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-		
Gråsugge	3	+	1	-	-	+	+	1	-	-	-	-	-	+	+	+	320	924	131	167		
Ferskvannskreps	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Vannridd	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	+	+	+	1
Øyestikkere	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Døgnfluer	8	10	18	24	51	78	19	235	1	-	-	-	21	2	1	27	31	108	5	170		
Steinfluer	253	13	458	214	74	64	43	111	-	-	-	-	3	+	-	-	+	-	3	+		
Vårfluer	152	193	157	121	23	35	38	28	2	+	-	-	6	23	1	5	47	353	58	258		
Buksvømmere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Biller	2	3	4	1	51	221	65	241	3	2	-	-	+	+	-	2	-	-	+	-		
Mudderfluer	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Sviknott	3	5	1	2	3	4	6	3	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Fjærmygg	234	202	152	207	82	110	54	83	655	17	-	-	213	229	107	744	454	162	243	283		
Sommerfuglmygg	+	-	-	-	+	1	4	4	-	-	-	-	+	-	-	1	+	-	-	-		
Knott	189	4	168	609	3	2	3	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-		
Stankelbein	10	5	7	2	2	13	16	9	+	-	-	-	2	5	+	+	+	6	17	12		
Dansefluer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Tabell 2. Arter og gjennomsnittlig individantall (pr. 1/2 min. sparkeprøve) av døgnfluelarver i Sognsvannsbekken og Frognerelva vår (V) og høst (H) 1991 og 1992. + = < 1.

	FRO 1		FRO 2		FRO 3		FRO 4		FRO 5			
	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992		
	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H		
<i>Baetis muticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
<i>B. niger</i>	-	-	-	4	+	-	-	-	-	-	-	
<i>B. rhodani</i>	5	6	16	16	51	74	19	234	1	-	-	
<i>Centroptilium luteolum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	21	2	1	27
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>H. sulphurea</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	
<i>Leptophlebia marginata</i>	3	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>L. vespertina</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Caenis horaria</i>	+	1	2	6	-	-	-	-	-	-	-	

Tabell 3. Arter og gjennomsnittlig individantall (pr. 1/2 min. sparkeprøve) av steinfluelarver i Sognsvannsbekken og Frognerelva vår (V) og høst (H) 1991 og 1992. + = < 1.

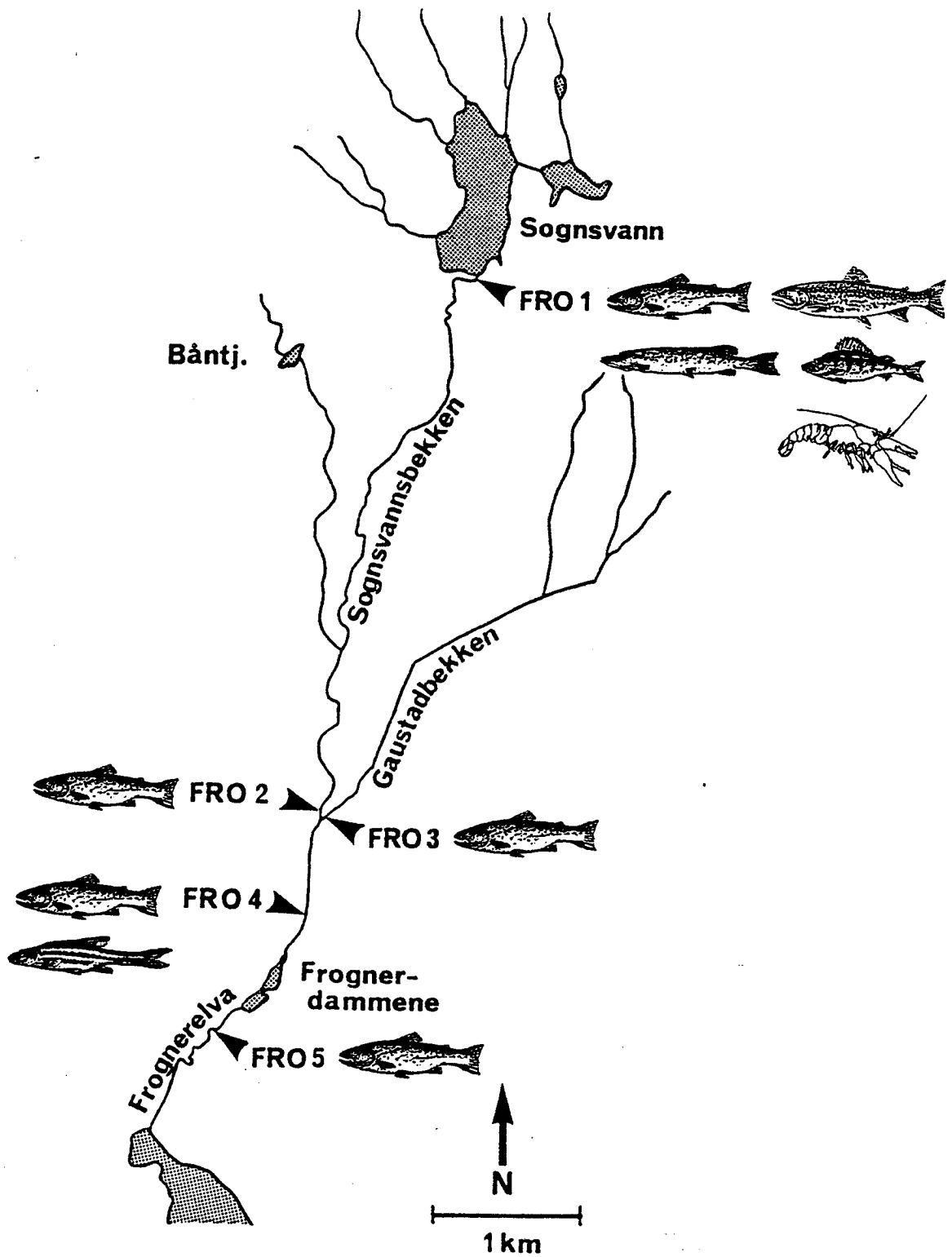
	FRO 1		FRO 2		FRO 3		FRO 4		FRO 5		
	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	
	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	
<i>Isoperla difformis</i>	-	-	1	-	5	5	1	8	-	-	-
<i>I. grammica</i>	15	+	11	56	-	3	4	2	+	-	-
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	-	1	1	+	2	1	2	+	-	-
<i>Brachyptera risi</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protonemura meyeri</i>	-	-	-	-	3	18	6	13	-	-	-
<i>Amphinemura borealis</i>	111	-	266	33	12	12	2	14	-	-	+
<i>A. sulcicollis</i>	126	1	166	111	54	20	28	69	2	-	-
<i>Nemoura avicularis</i>	-	5	+	8	-	-	+	-	+	-	-
<i>Capnopsis schilleri</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Leuctra fusca</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>L. hippopus</i>	+	7	11	5	-	4	-	2	-	-	-
<i>Leuctra sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-

Tabell 4. Arter og gjennomsnittlig individantall (pr. 1/2 min. sparkeprøve) av vårfluelarver i Sogsvannsbekken og Frognerelva vår (V) og høst (H) 1991 og 1992. + = <1.

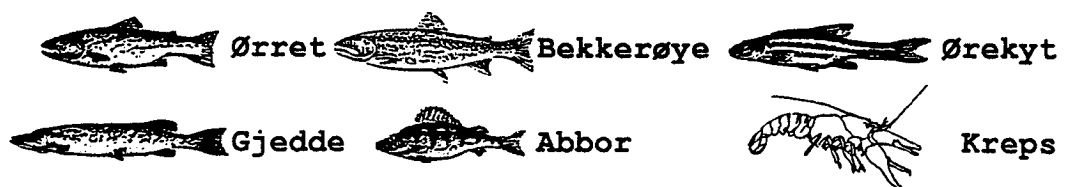
	FRO 1		FRO 2		FRO 3		FRO 4		FRO 5											
	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992										
	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H										
Rovformer uten hus																				
<i>Rhyacophila nubila</i>	4	-	9	4	11	11	20	9	1	+	-	-	5	22	-	5	3	14	6	30
Nettspinnende uten hus																				
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	36	7	47	23	-	-	1	-	-	-	-	-	+	-	+	-	20	23	1	2
<i>H. pellucidula</i>	-	-	1	1	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	1	+	1	20
<i>H. siltalai</i>	4	-	10	1	4	16	9	17	-	-	-	-	-	-	-	-	23	315	50	206
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	28	57	31	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	50	61	48	69	5	5	2	1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Polycentropodidae ubestemt	18	29	4	3	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Husbyggende																				
<i>Glossosoma sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Phryganea bipunctata</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydroptila sp.</i>	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydroptilidae ubestemt	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leptoceridae ubestemt	6	29	4	3	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Goera pilosa</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidostoma hirtum</i>	3	7	2	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sericostoma personatum</i>	+	-	-	-	2	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetopteryx sp.</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halesus sp.</i>	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limnephilus sp.</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potamophylax sp.</i>	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Limnephilidae ubestemt	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Små ubestemte	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

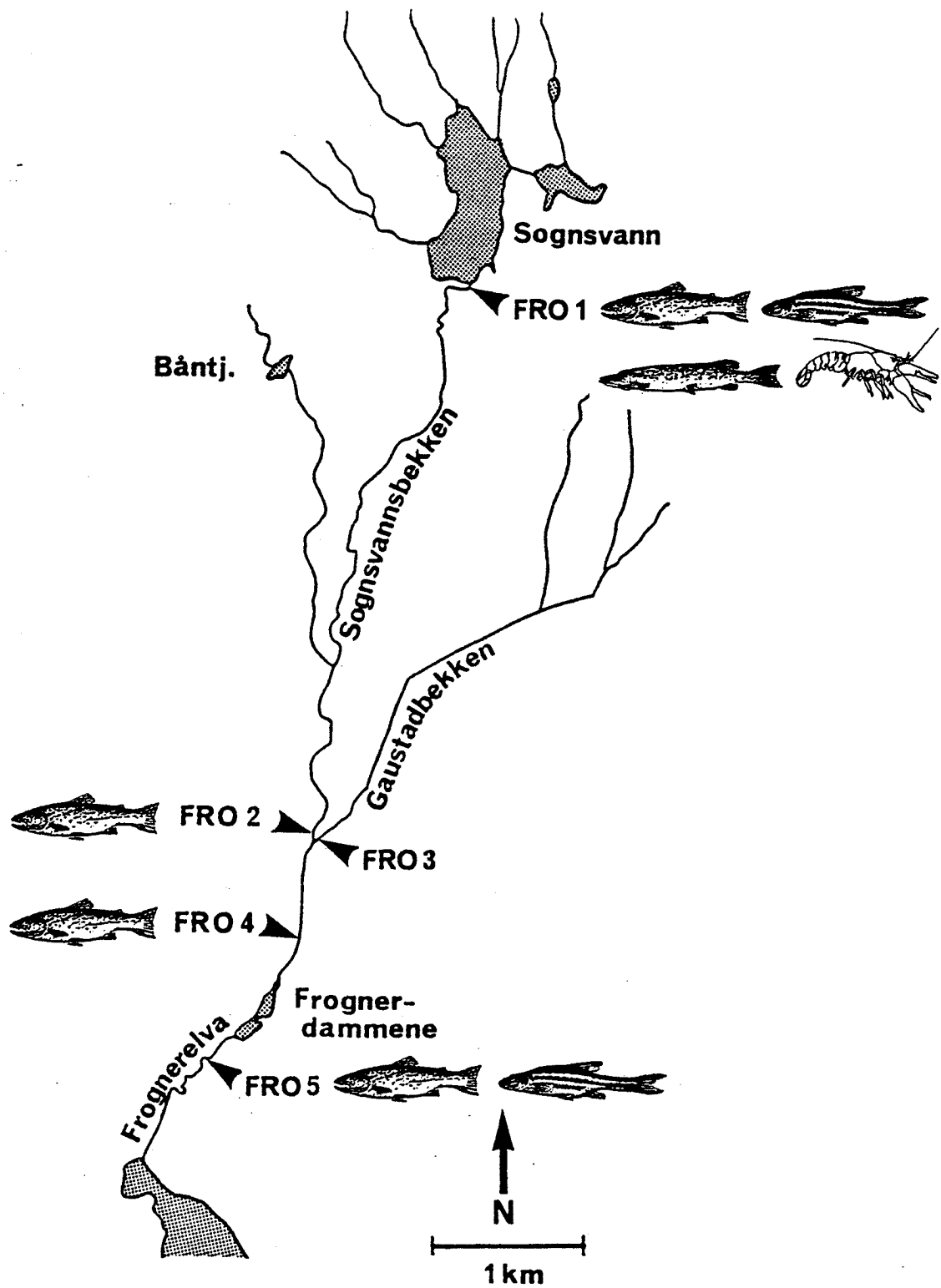
Tabell 5. Arter og gjennomsnittlig individantall (pr. 1/2 min. sparkeprøve) av snegl i Sogsvannsbekken og Frognerelva vår (V) og høst (H) 1991 og 1992. + = <1.

	FRO 1		FRO 2		FRO 3		FRO 4		FRO 5							
	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992						
	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H						
Tårnformet ferskv.gjellesnegl (<i>Valvata piscinalis</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-				
Høy topplesnegl (<i>Ancylus fluviatilis</i>)	-	-	8	15	6	8	-	+	1	2	3	+	29	7	36	
Rund blæresnegl (<i>Physa fontinalis</i>)	1	-	+	+	-	-	-	-	+	+	1	-	-	-	-	
Leveriktesnegl (<i>Lymnaea truncatula</i>)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ribbesnegl (<i>Armiger crista</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
Remsnegl (<i>Bathyomphalus contortus</i>)	-	-	-	1	-	1	-	-	-	+	+	+	28	209	32	201
Vanlig skivesnegl (<i>Gyraulus acronicus</i>)	7	4	1	+	+	1	-	1	-	+	+	+	67	94	13	79
<i>Zonitoides sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-

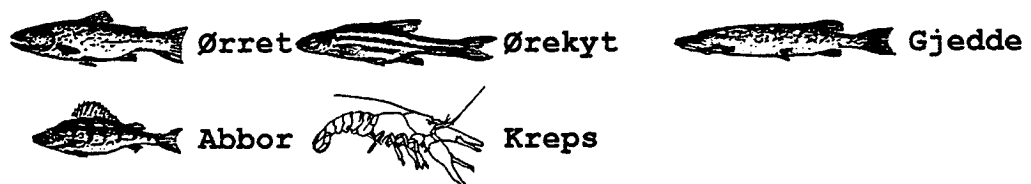


Figur 8. Påviste fiskearter i Sognsvannsbekken/Frognerelva i 1991.





Figur 9. Påviste fiskearter i Sognsvannsbekken/Frognerelva i 1992.



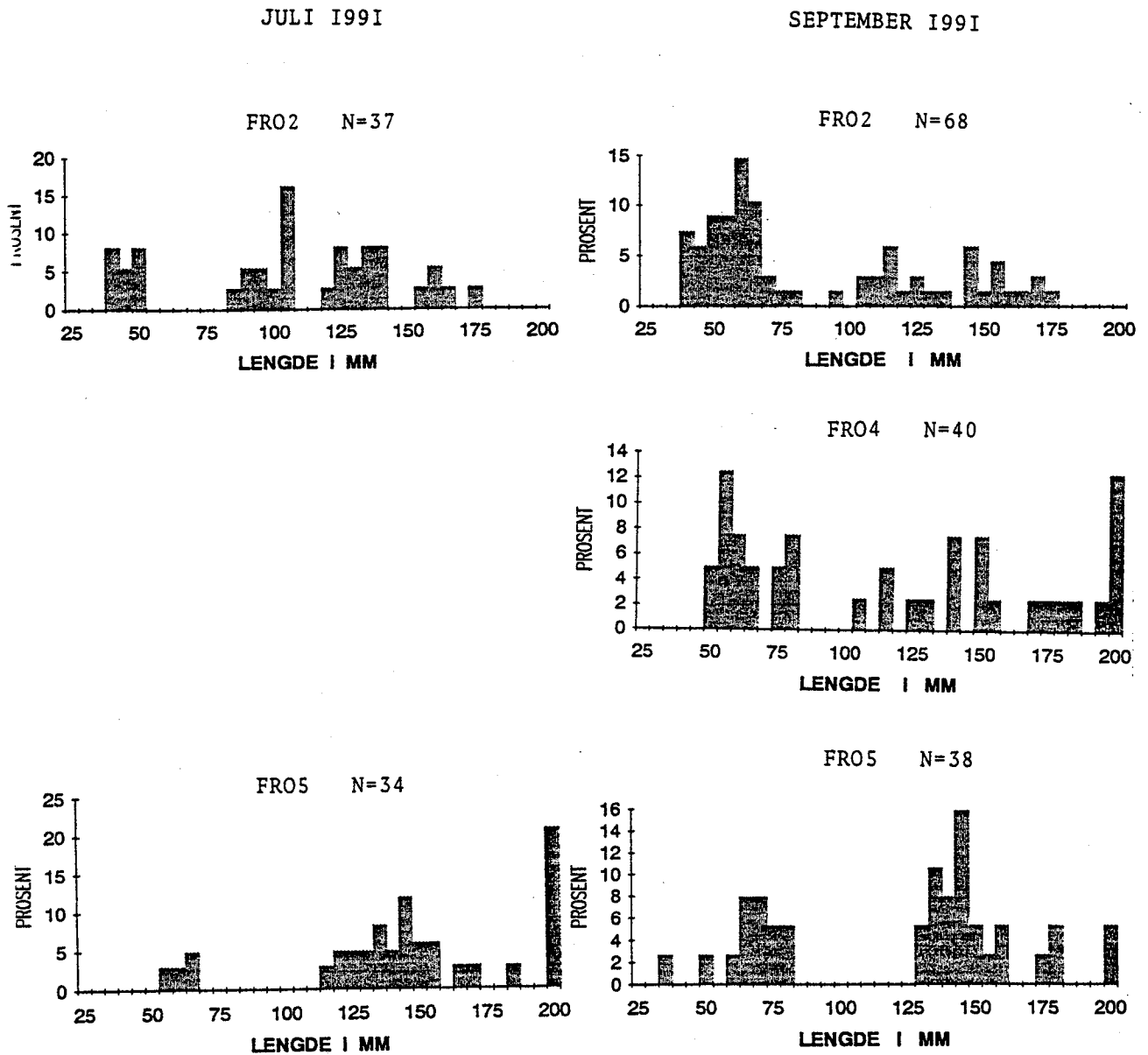


Fig. 10. Lengdefordeling av ørret på ulike lokaliteter i Sognsvannsbekken-Frognerelva i juli og september 1991.

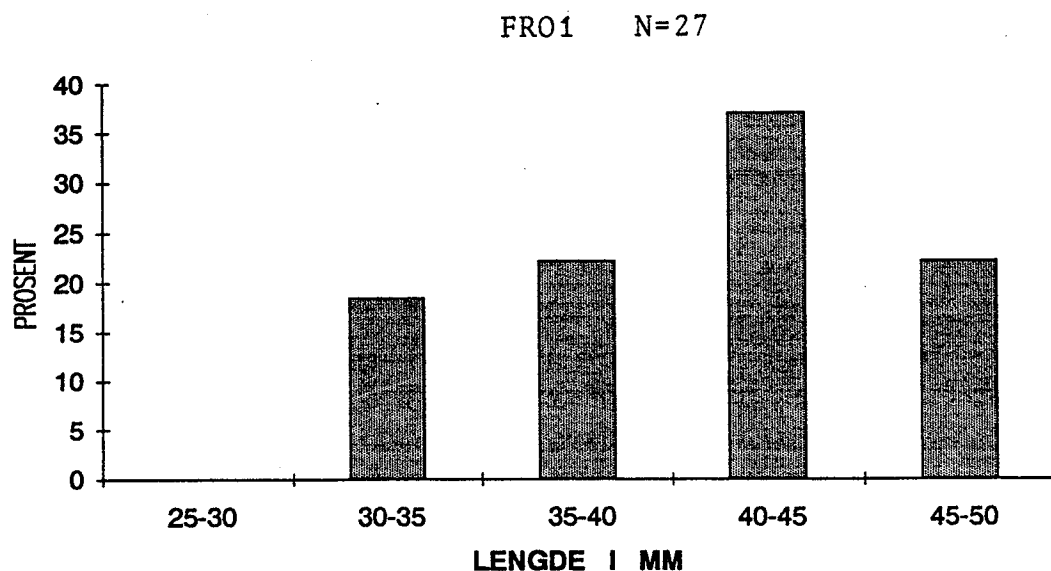


Fig. 11. Prosentvis lengdefordeling av abbor i Sognsvannsbekken-Frognerelva i september 1991.

Artssammensetningen har ikke endret seg siden tidligere undersøkelser; i 1976-77 og 1984-85. Øverst finnes arter knyttet til innsjø sammen med ørret, mens ørret er dominerende fiskeart videre nedover. Tilstedeværelse av bekkerøye avhenger av utsettinger.

I juni 1992 ble bare ørret påvist, og arten var bare tallrik på stasjon FRO2 og FRO5. Bestandstettheten ble beregnet til 54 individer pr./100 m² på stasjon FRO2. Av dette utgjorde årsunger (0+) 34.6 fisk pr. 100 m³. Årsunger ble ikke påvist på stasjon FRO5. Tettheten av fisk ble her beregnet til 112 ørret/100 m².

I oktober 1992 ble det i tillegg til ørret funnet gjedde og ørekyt. Gjedde blir bare funnet i tilknytning til Sognsvann, mens ørekyt også ble funnet helt nederst i vassdraget, men også her i et lite antall. De største tetthetene av ørret ble også i oktober 1992 funnet på stasjon FRO2 og FRO5. De beregnede totale tettheter av ørret er angitt på Fig. 12, som også viser lengdefordelingen til ørret på disse stasjonene.

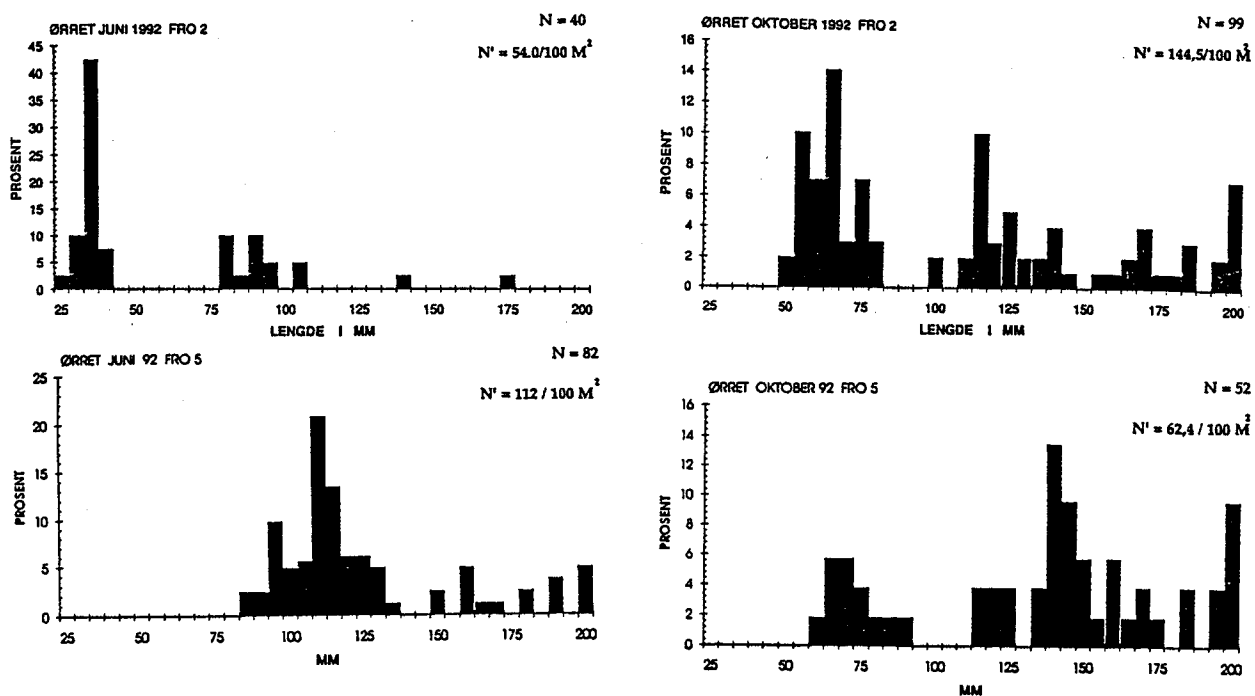


Fig. 12. Prosentvis lengdefordeling av ørret i Sognsvannsbekken på stasjon FRO2 og FRO5 i oktober 1992.

På FRO3 (Gaustadbekken) ble det ikke påvist fisk i 1992.

Kreps ble for første gang påvist i Sognsvannsbekken i 1991, idet to individer ble funnet på FRO1.

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") 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, Hellawell 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. Fravær av fisk kan tyde på at graden av forurensningen 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.

Faunaen i Sognsvannsbekken-Frognerelva viste en tydelig sonering i lengderetningen. Forandringene i faunaen som fant sted nedover vassdraget var sterkere enn dem som kan tilskrives naturlige endringer. Hovedårsaken til dette er eksterne påvirkninger av forskjellig art. Viktigste i dette vassdraget er tilførsler av lett nedbrytbare organiske

stoffer fra spillvann. Dette medfører endringer i vannkvaliteten. Spesielt viktig for faunaen er reduksjon i vannets og substratets innhold av oksygen. Dette er særlig følbart i perioder med liten vannføring. Endring av næringsforholdene gjennom endring i de mikrobiologiske forhold er også en viktig faktor.

De to øvre stasjonene hadde en rik og sammensatt fauna uten stor dominans av noen arter eller grupper. Tilstedeværelsen av flere arter steinfluer viste at påvirkningen av organisk forurensning her var liten. FRO1 hadde et betydelig innslag av bunndyr som ernærer seg ved å filtrere ut organiske partikler fra vannet. Det gjelder knottlarver, ertemuslinger og nettspinnende vårfluelarver. Blant de sistnevnte var *Neureclipsis bimaculata* vanlig, som nesten utelukkende ble funnet her. Denne arten er karakteristisk for utløp av innsjøer. På FRO2 var vannbiller fra familien Helminthidae et markert innslag. Disse billene krever godt oksygenert substrat.

Lengre ned ved innløpet til Frognerdammene (FRO4) bar faunaen tydelig preg av sterk påvirkning av organisk forurensning med dominans av fåbørstemark og fjærmygglarver. Disse dyregruppene har mange arter som er meget tolerante ovenfor organisk forurensning og oksygenvinn, og som kan opptre i store tettheter når den øvrige faunaen blir redusert. Mindre, men faste innslag av andre bunndyrgrupper viste imidlertid at graden av forurensning ikke var for sterk.

Ved utløpet av Frognerparken (FRO5) var forholdene bedre med en mer sammensatt fauna. Fortsatt var fåbørstemark og fjærmygg dominerende grupper, men det var også store tettheter av moderat forurensningstolerante arter som krepsdyret gråsugge (*Asellus aquaticus*) og nettspinnende vårfluer fra slekten *Hydropsyche*.

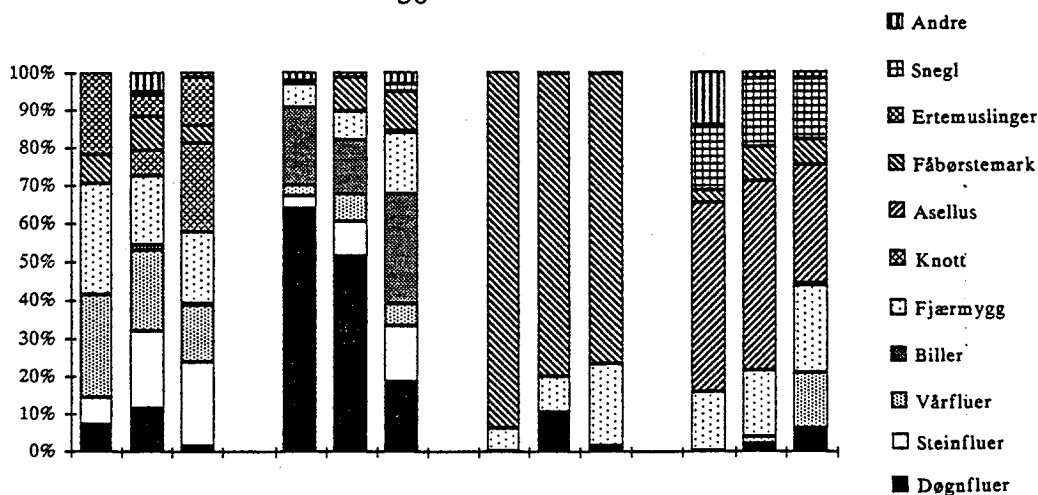


Fig. 13. Prosentvis sammensetning av hovedgruppene av bunndyr på de enkelte stasjonene i Sognsvannsbekken - Frognerelva i 1976-77 (A), 1984-85 (B) og 1991-92 (C).

Sognsvannsbekken og Frognerelva har tidligere blitt undersøkt i 1976-77 (Borgstrøm 1976, Borgstrøm og Saltveit 1978) og i 1984-85 (Bremnes og Saltveit 1988a). Det er derfor grunnlag for å studere utviklingen av bunnfaunaen over en lengre periode. Den prosentvise sammensetningen av bunndyra i de tre undersøkelsesperiodene på de ulike stasjonene er vist i Figur 13. Forholdene i Frognerelva har vært forholdsvis stabile siden 1976, men enkelte endringer kan påpekes.

Ved utløpet av Sognsvann (FRO1) har forholdene vært stabile gjennom hele perioden med en rik og sammensatt fauna lite preget av organisk forurensning. På stasjonen ved Anne Maries vei (FRO2) har andelen av døgnfluer gått sterkt tilbake siden 1976-77. Det dreier seg primært om arten *Baetis rhodani*. I 1984-85 var *Baetis muticus* tallrik, men ble ikke påvist i 1991-92. Store tettheter av *B. rhodani* antyder en moderat organisk belastning, og tilbakegangen på FRO2 kan antyde at forholdene har bedret seg gradvis. En annen endring er at høy toppluesnegl (*Ancylus fluviatilis*), som tidligere nesten har vært fraværende på FRO2, var blitt vanlig i 1991-92. Ved innløpet til Frognerdammene (FRO4) har faunaen hele tiden vært dominert av fåbørstemark. I 1984-85 var det tendenser til en bedring med ganske store tettheter av døgnfluen *B. rhodani* og enkelte steinfluer. I 1991-92 var det mindre døgnfluer, men fortsatt enkeltindivider av steinfluer. Dette viser at forurensningssituasjonen bedret seg noe fra 1976-77 til 1984-85, og har deretter vært omtrent den samme.

Nedenfor Frognerdammene (FRO5) har det skjedd klare endringer i faunaen ved at både døgnfluer og vårfluer, som ikke ble påvist i 1976-77, har økt i tetthet. Døgnfluen *B. rhodani* var tildels tallrik i 1991-92. Nettspinnende vårfluer fra slekten *Hydropsyche* var alle blitt vanlige, spesielt *H. siltalai*. Krepsdyret gråsugge (*Asellus aquaticus*) og snegleartene remsnegl (*Bathyomphalus contortus*) og vanlig skivesnegl (*Gyraulus acronicus*) har vært tallrike gjennom hele undersøkelsesperioden. Faunaen på FRO5 har totalt vurdert blitt betydelig mer sammensatt og dette viser en klar bedring i forurensningssituasjonen her siden 1976-77.

I Gaustadbekken (FRO3) var det mye døgnfluer (*Baetis rhodani*) i 1984-85. Fjærmygglarver var den dominerende dyregruppen. I 1991-92 var mengden *B. rhodani* gått sterkt tilbake, samtidig var fåbørstemark blitt dominerende dyregruppe, spesielt i 1992 hvor tettheten kunne være meget stor. Dette antyder en forverring av forholdene i nedre del av Gaustadbekken.

Artssammensetningen av fisk har endret seg svært lite siden de første undersøkelsene i 1976 og 1977. Ørret var også da dominerende fiskeart og ble funnet på samtlige lokaliteter. Tettheten av ørret har alltid vært høyest på stasjon FRO2. Den har endret seg lite siden 1977. Imidlertid er det her nå et større antall årsunger (0+), noe som kan tyde på bedre rekruttering. Mengden årsunger av ørret er også høyere nedenfor Frognerdammene enn tidligere. Selv om det har vært en forbedring både på FRO2 og FRO5, synes forholdene på FRO4 fremdeles å være noe ustabile. Dette kan skyldes uegnet habitat for ørret eller påvirkning fra Gaustadbekken, lokale tilsig og at lokaliteten ligger nedstrøms en kulvert. Gaustadbekken har fremdeles ingen fast bestand av ørret og er betydelig forurenset.

Ørekyt har økt i antall og utbredelse. Kreps ble påvist for første gang i 1991 øverst i elva.

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).

Verdien til Trent Biotic Index for de ulike stasjonene i de tre undersøkelsesperiodene er vist i Figur 14. FRO1 hadde hele tiden høye verdier og må betegnes som lite forurenset. FRO2 har også hele tiden vært lite forurenset, men har vist en bedring mot nesten uforurensete tilstander i 1991-92. FRO4 hadde en klar bedring fra 1976-77 til 1984-85, ved at døgnfluer, vårfluer og enkelte steinfluer har kommet til. Forholdene endret seg lite til 1991-92. Den mest positive utviklingen har FRO5 hatt. Fra å være sterkt forurenset i 1976-77 har forholdene bedret seg til svakt forurenset i 1991-92. Dette skyldes som tidligere nevnt at det har kommet inn store innslag av vår- og døgnfluer. Gaustadbekken (FRO3) har vist en tilbakegang fra moderat til sterkt forurenset ved at andelen av fjærmygglarver og døgnfluer har gått tilbake, mens tetthetene av fåbørstemark har økt. En ytterligere forbedring av forholdene i de nedre deler av vassdraget kan bare oppnås ved en kraftig forbedring av forholdene i Gaustadbekken.

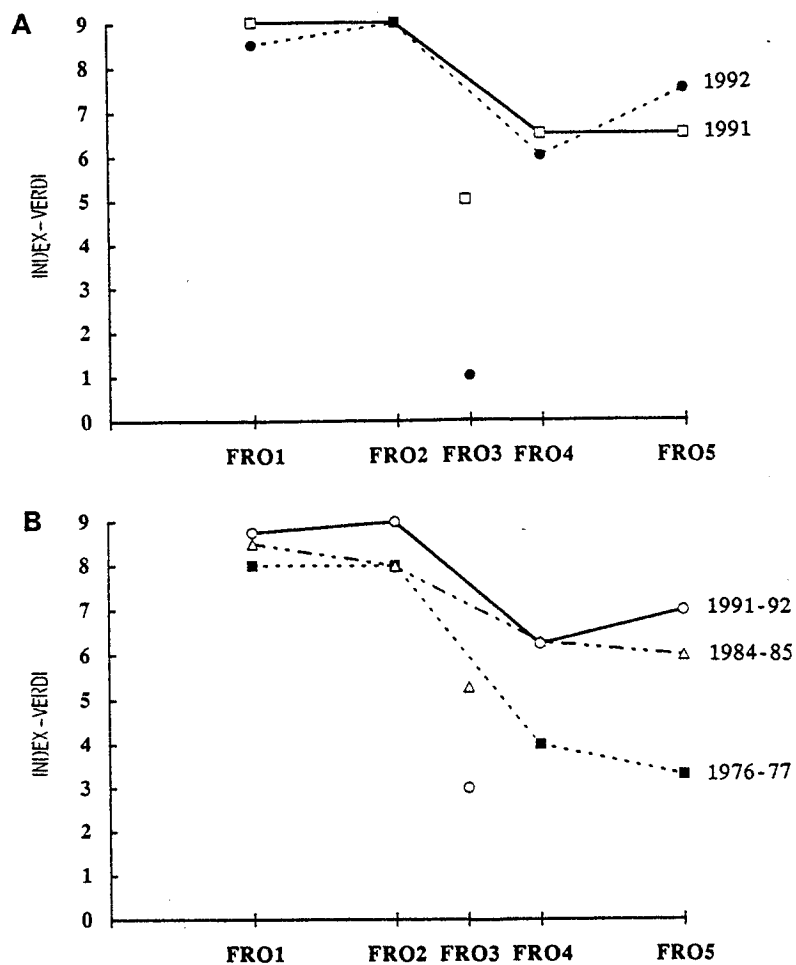


Fig. 14. A: Trent Biotic Index for Sognsvannsbekken-Frognerelva i 1991 og 1992. B: Trent Biotic Index for 1976-77, 1984-85 og 1991-92.

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. 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*, 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*, 143, 45 s.
- Brittain, J.E. 1988. Bruk av bunndyr i vassdragsovervåking med vekt på organisk forurensning i rennende vann. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske*, 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.
- OVA, 1992. Vassdrag i Oslo. Årsrapport 1991. Oslo vann- og avløpsverk, miljøtilsynet. 153 sider.
- OVA, 1993. Vassdrag i Oslo. Årsrapport 1992. Oslo vann- og avløpsverk, miljøtilsynet. 179 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. 1977. Felt- og laboratoriestudier på steinfluer (Plecoptera), med spesiell vekt på slekten *Amphinemura* Ris. - Hovedfagsoppgave i limnologi. Universitetet i Oslo. 244 s.
- Saltveit, S.J. 1990. Fisketrapper i Lysakerelva. En fiskeribiologisk vurdering med bakgrunn i bestandstetthet og vekst hos fisk 1989. *Notat Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 1/90*, 14 s.
- 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.