



**Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI),**

**Zoologisk Museum,**

**Universitetet i Oslo,**

**Sars gt. 1, Oslo 5.**

Rapportens tittel: Rutineovervåking i Farris-Siljanvassdraget 1982 Fagrappport om bunndyr (Overvåkingsrapport nr. 75/83)	Dato: 27. april 1983
	Prosjektnummer: 0-80002-27
Forfatter(e):  John E. Brittain	LFI rapport nr.: 58
	Geografisk område: Vestfold/Telemark
	Antall sider (inkl. bilag): 42

Oppdragsgiver: SFT (Statlig program for forurensningsovervåking)
---

Ekstrakt: Farris er en forholdsvis næringsfattig innsjø. Produksjonsforholdene er best der stredene er mindre eksponert for vind. Vassvikbekken, som renner ut i Farris, er sterkt forurenset og næringsrikt utslipp fra denne øker bunndyrtettheten i Vassvik. Bunnfaunaen i innsjøen Gorningen, spesielt i strandsonen, er preget av reguleringen. Selvrenningskapasiteten i Siljanelva er begrenset da den har både ujevn vannføring (p.g.a. vassdragsreguleringer) og forsurningsproblemer.
--

4 emneord, norske:
1. Overvåking
2. Farris-Siljanvassdraget
3. Fagrappport-bunndyr
4.

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Farris-Siljan watercourse
3. Scientific report-benthos
4.



# Statlig program for forurensningsovervåking

Rutineovervåking i Farris-Siljanvassdraget 1982

Fagrapport om bunndyr

John E. Brittain,  
Laboratorium for ferskvanns-  
økologi og innlandsfiske (LFI),  
Zoologisk Museum,  
Universitetet i Oslo.

## FORORD

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har gitt Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI), Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, i oppdrag å foreta bunndyrundersøkelser i Farris-Siljanvassdraget i løpet av 1982. Undersøkelsene er et ledd i Statlig program for forurensningsovervåking, finansiert av Statens forurensnings tilsyn (SFT).

Cand.real. Hans Holtan og cand.mag. Gjertrud Holtan (NIVA) har bistått med generelle opplysninger om vassdraget og fremlagt grunndata fra øvrige deler av overvåkingsprogram for vassdraget.

Bunndyrundersøkelsene har vært ledet av dr.philos John E. Brittain, som sammen med cand.agric. Jan Heggnes har utført feltarbeidet. Cand.real. Svein Jakob Saltveit og cand.real. Åge Brabrand har bidratt med råd og diskusjon. Cand.real. Jan E. Raastad (Zool. Museum, Oslo) har bestemt knottmaterialet, mens det øvrige materialet er bestemt av J.E. Brittain. Flere lokale personer har vært behjelpelig med gjennomføring av feltarbeidet.

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. KONKLUSJONER	1
2. INNLEDNING	2
3. OMRÅDEBESKRIVELSE	3
4. STASJONSNETT	6
4.1. Farris	6
4.2. Vassvikbekken	9
4.3. Gorningen	10
4.4. Siljanelva	13
5. METODER	15
6. RESULTATER OG DISKUSJON	16
6.1. Farris	16
6.2. Vassvikbekken	23
6.3. Gorningen	26
6.4. Siljanelva	31
7. LITTERATUR	39

## 1. KONKLUSJONER

1. Bunn dyrsammensetningen er undersøkt i Farris-Siljan-vassdraget. Feltarbeidet er utført i juli og oktober 1982. I innsjøene Farris og Gorningen er faunaen i strandsonen undersøkt samtidig som det er tatt dybdegradienter fra 1 til 20 m's dyp. Bunn dyrsammensetningen er også undersøkt i Vassvikbekken, en tilløpsbekk til Farris og i Siljanelva som er hovedtilløpet til Farris.
2. Faunaen i strandsonen av Farris domineres av gråsugg, fåbørstemark, igler og forskjellige vanninsekter. Farris er en forholdsvis næringsfattig innsjø. Produksjonsforhold er best der strendene er mindre eksponert for vind og der det er påvirkning fra næringsrike tilløpsbekker. Akkumulering av løvfall fra løvskogen omkring øker også produksjonsgrunlaget.
3. Vassvikbekken, som renner inn i Farris, mottar både utslipp fra barkfylling og husholdningskloakk. Bekken er sterkt forurenset, og bunnfaunaen består nesten utelukkende av fåbørstemark (*Tubificidae*) og fjærmygg. Rottehaleflue (*Eristalis*) er også påvist. Næringsrikt utslipp fra Vassvikbekken gjør at bunn dyrtettheten i Vassvik avtar mindre med økende dybde enn i nabobukten Skogveit. Øket bunn dyrbiomasse kan ikke påvises utenfor Vassvik.
4. I Gorningen er både bunnfaunaen i strandsonen og ned til 5 m's dyp preget av en reguleringshøyde på 9 m. Grupper som fåbørstemark og vannbiller, som har evne til å tilpasse seg de store vannstandsendringer og det meget løse substrat som reguleringen forårsaker, dominerer på bekostning av andre bunn dyr. På grunn av reguleringen er eventuelle mindre belastninger fra Siljan tettsted ikke merkbare på bunnfaunaen.
5. Siljanelva preges både av ujevn vannføring (p.g.a. vassdragsreguleringer) og forsursproblemer. Disse vil da begrense elvas selvrensingskapasitet og bare små belastninger kan gi uønskede utslag. Begroing er allerede et problem under lavvannsføring om sommeren. Elvas selvrensingsevne opprettholdes best med en jevn vannføring uten tørrlegging.

## 2. INNLEDNING

I mange land er bunndyr brukt som indikator på et vassdrags tilstand og utvikling over lengre tid. Slike systemer er i bruk blant annet i Storbritannia (Hellowell 1978), Øst-Europa (Sládecek 1973, Russev 1979) og Nord-Amerika (Cairns et al. 1973, Rosenberg et al. 1981). En slik bruk er basert på en vid geografisk utbredelse og at organismene gir en biologisk respons ovenfor parametre man er interessert i å overvåke. Mens fysisk-kjemiske målinger bare angir vannets tilstand på det tidspunkt prøven ble tatt, er faunaen derimot avhengig av vassdraget som levested.

Med tilstrekkelig informasjon om artenes biologi kan bunndyrs sammensetningen derfor gi et bedre bilde av forhold over lengre tidsrom. For eksempel vil et kortvarig utslipp ofte kunne registreres i bunnfaunaen, selv om prøvetaking blir utført på et senere tidspunkt. Med tilstrekkelig kunnskap om slike ferskvannsorganismer vil man også kunne utpeke et antall sentrale indikatororganismer som kan overvåkes over lengre tid.

Imidlertid er bruk av indikatororganismer i Norge for en stor del begrenset av våre manglende kunnskaper om de enkelte arters utbredelse og miljøkrav. Vår fauna er nokså annerledes enn den i Sentral-Europa og i Storbritannia. En direkte overføring til norske forhold lar seg derfor ikke gjøre. Undersøkelser i andre land (Sládecek 1973, Resh & Unzicker 1975) har vist til dels store økologiske forskjeller selv innenfor en og samme slekt. Det er en forutsetning for å kunne bruke et biologisk mål for vassdragets tilstand og utvikling at man opererer på artsnivå. Slike faunaundersøkelser sammen med fysisk-kjemiske målinger er tidligere her i landet behandlet av Mellquist (1972), NIVA (1975, 1976), Saltveit (1977), Borgstrøm og Saltveit (1978) og Raddum & Fjellheim (1982), men disse danner likevel unntakene, og mesteparten er dessuten fra Østlandsområdet. I

vurderingen av de enkelte stasjoner må derfor informasjon om arter fra tilsvarende studier i andre land trekkes inn, sammen med upublisert materiale som forfatteren sitter inne med.

Bunndyrundersøkelsen i Farris-Siljanvassdraget er lagt opp med følgende målsetting som er samsvar med de øvrige overvåkingsundersøkelser i vassdraget:

- Beskrivelse av bunndyrsamfunnet i vannkilden Farris, spesielt med hensyn til tilførsel av forurensninger fra barkfylling ved Vassvik.
- Undersøkelse av bunndyr i innsjøen Gorningen som ligger nedenfor tettstedet Siljan. Der det er praktisk mulig er også elvestrekning ovenfor og nedenfor Gorningen undersøkt.

### 3. OMRÅDEBESKRIVELSE

Hoveddelen av Farris-Siljanvassdraget ligger på fylkesgrensen mellom Telemark og Vestfold, mens den aller nordligste del av vassdraget ligger i Buskerud (Fig. 1). Vassdraget strekker seg nord-vestover fra Larvik i syd nesten til Kongsberg i nord og består av en rekke innsjøer fra Mykle i nord til Farris i syd, med forholdsvis korte elvepartier imellom.

Berggrunnen i området består utelukkende av permiske eruptiver, som er kalkfattige og lite løselig i vann. Den tidligere marine grense ligger omkring 175 m.o.h., men mange avsetninger har sannsynligvis blitt utvasket i tidligere tider i store deler av vassdraget. Marine avsetninger virker derfor lite på vannkvaliteten i vassdraget. Vannet er surt, særlig i de øverste deler.

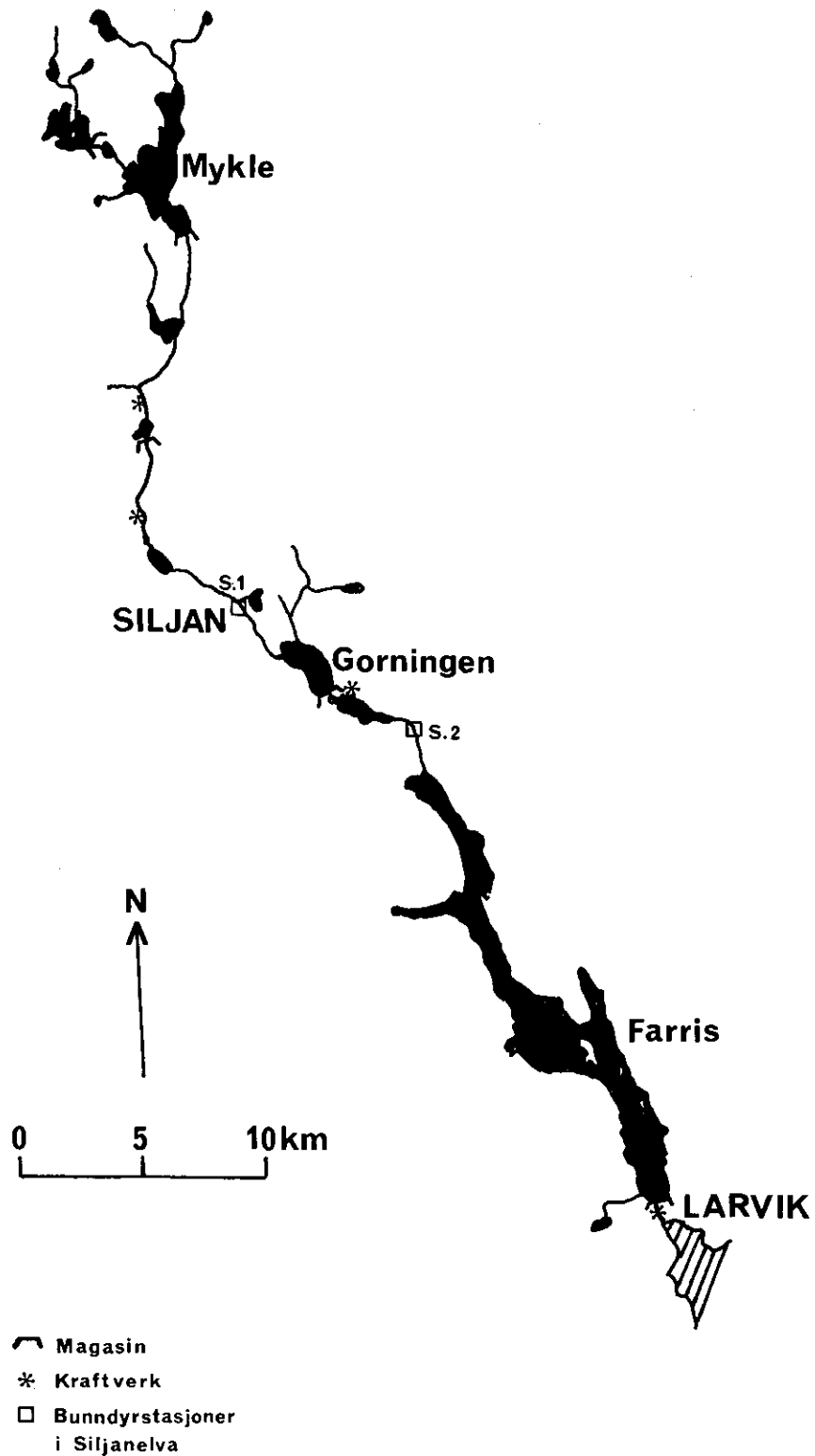


Fig. 1. Kartskisse over Farris-Siljanvassdraget, som også viser stasjonene (S.1 og S.2) i Siljanelva.



Tabell 1. Noen karakteristiske data for innsjøene Farris og Gorningen.

	Farris	Gorningen
Høyde o.h.	22 m	74 m
Areal	21,2 km <sup>2</sup>	2,59 km <sup>2</sup>
Største dyp	140 m	47 m
Regulerings- høyde	3 m	9 m

To vannverk, Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV) og Larvik og Omland Vannverk (LOV), forsyner ca. 150 000 mennesker med drikkevann fra Farris. Dessuten henter Porsgrunn tilleggs vann fra Farris.

I nedbørsfeltet til Farris bor det ca. 3 000 mennesker hvorav ca. 1 700 i Siljan kommune. I tettstedene Siljan, Oklungen, Kjose og Vassvik bor det ca. 1 000 mennesker som via kloakkrensaneanlegg og infiltrasjon i grunnen bruker vassdraget som resipient for avløpsvann. De resterende ca. 2 000 personer bor spredt i nedbørsfeltet.

Ca. 1.9% av nedbørsfeltet eller 9400 dekar er dyrket areal hvorav mesteparten ligger tett opp til vassdraget. 372 km<sup>2</sup> eller ca. 75% av nedbørsfeltet er skogsterreng.

Bortsett fra en barkfylling ved Vassvik, tømmerlager og tømmerinntak ved Farriseidet og bilvrakplass i det sydlige nedbørsfelt, er det lite forurensende industri i området.

Det antas at det i nedbørsfeltet finnes ca. 400 fritids-  
hus, og det er en betydelig fritidsaktivitet. Sørlands-  
banen og flere veier, bl.a. sterkt trafikkerte riksveier,  
krysser området.

Vassdraget er sterkt utnyttet for produksjon av elektrisk kraft, og flere av innsjøene i nedbørfeltet er regulert, hovedsaklig til vinterkraft. Bortsett fra flomperioder om høsten resulterer dette i jevn høy vannføring i elva (ca. 5-5.5 m<sup>3</sup>/s ved Hogstad) mellom oktober og mai, og ofte liten eller ingen vannføring om sommeren. Fra 1979 er det pålagt en minstevannføring på 0.5 m<sup>3</sup>/s nedenfor Hogstad kraftverk, dog begrenset til det avløp som ville ha opptrådt under uregulerte forhold. Dessuten er visse strekninger f.eks. mellom Gorningen og Lakssjø og nedenfor Farris tørrlagt, i forbindelse med selve kraftverkene.

#### 4. STASJONSNETT

Følgende stasjoner ble opprettet i forbindelse med bunn-  
dyr studier i Farris-Siljanvassdraget:

##### 4.1. Farris

St. F.1 - Vassvik (Kart referanse NL569485)(Fig.2). Sparkeprøver ble tatt i strandsone langs sydsiden av bukten hvor bunnen består av en blanding av stein og grus på et underlag av leire, samt en del barkrester. Løvskogen vokser tett langs med vannkanten. Vassvikbekken renner inn i Farrisvatn innerst i denne bukten.

En dybdeprofil (1-20 m) ble tatt i Vassvik fra innerst i bukten ut mot Geitøya. På 1 og 3 m består bunnen av grus og sand bevokst med noe brasmegrass (Isoëtes). Fra 5 m og utover var det leire/mudderbunn. På alle dyp lå det bark- og trerester, da både Vassvik og Skogtveit tidligere var brukt til oppsamling av tømmer.

St. F.2 - Skogtveit (NL 567498) (Fig. 2). Sparkeprøver ble tatt i strandsone langs vestsiden,

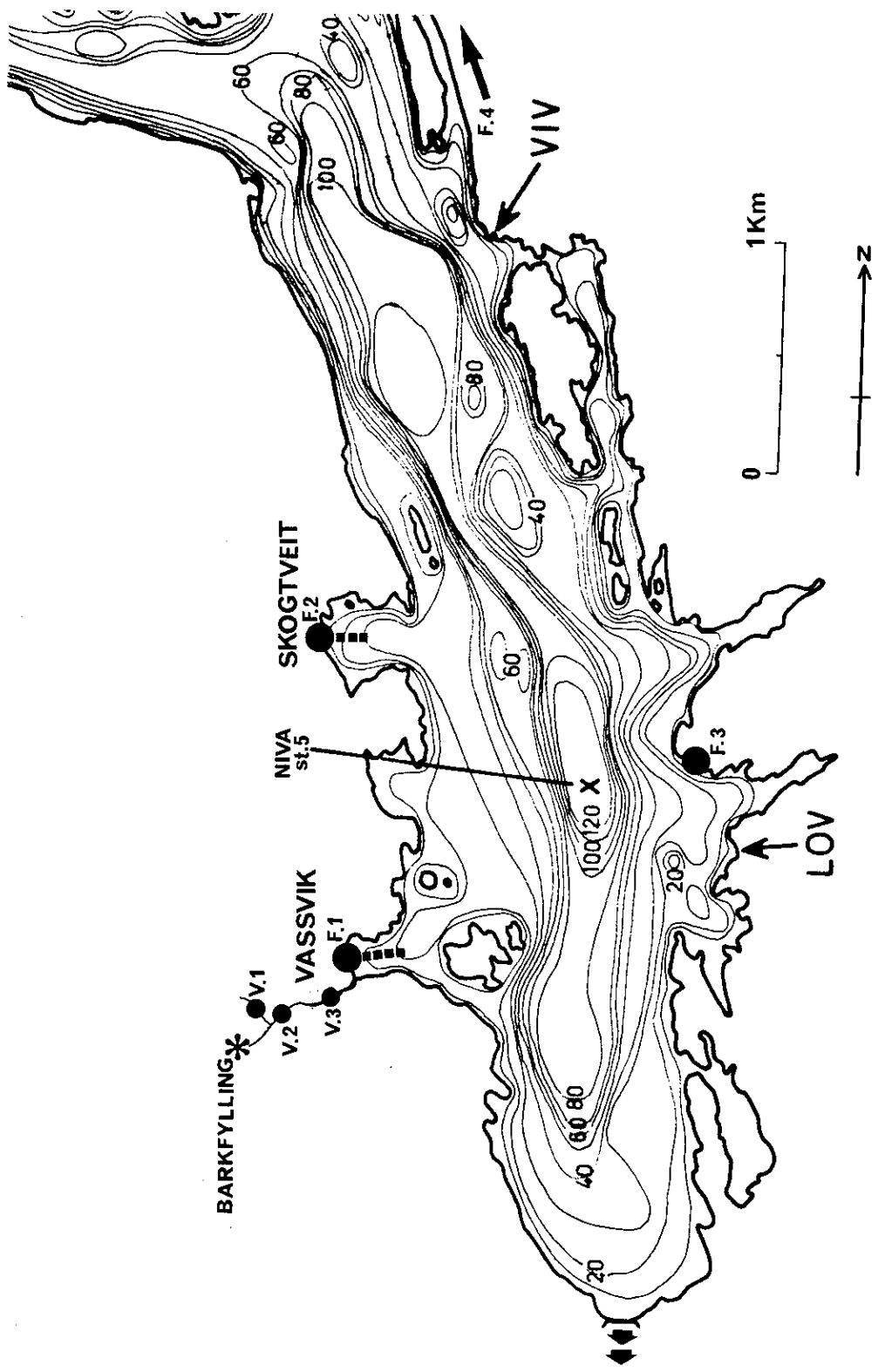


Fig. 2. Kart over de sydlige deler av Farris med bunndyrstasjoner og dybdegradienter inntegnet. Vassvikbekken og plassering av barkfylling og vannverkene (Larvik og Omland Vannverk/Vestfold Interkommunale Vannverk) er også vist.

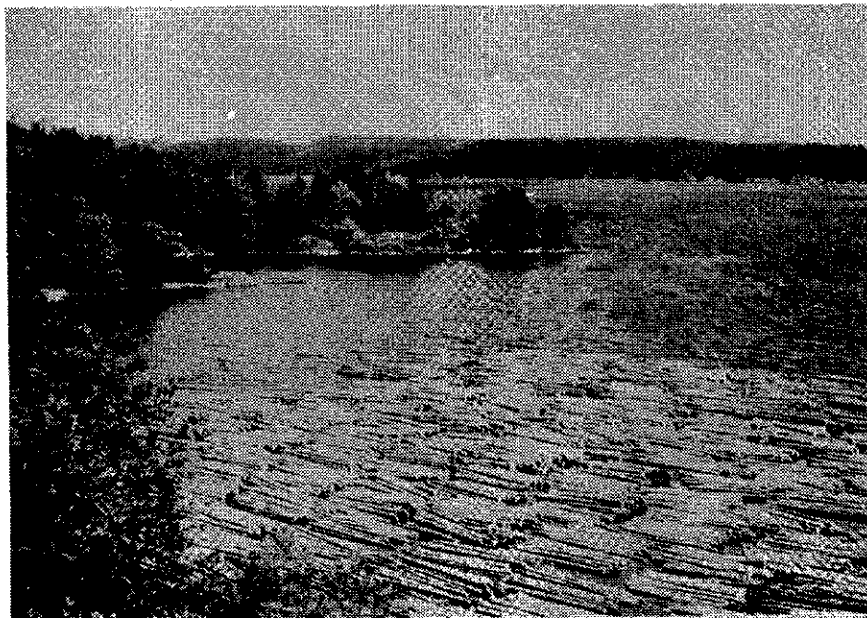


Fig. 3a. Utsikt over de sydlige deler av Farris, tatt østover mot Gopledal. Juni 1982. (Foto: J. E. Brittain).

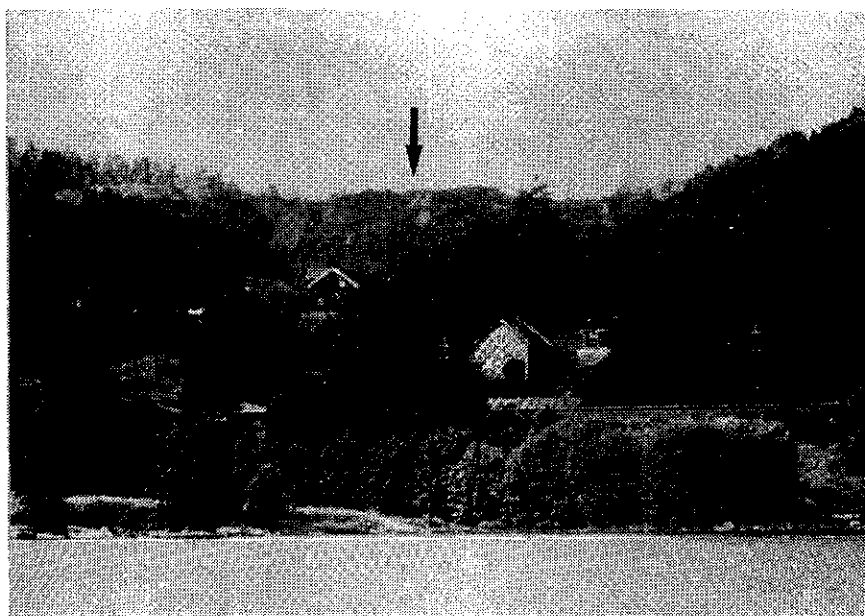


Fig. 3b. Vassvik. Vassvikbekken drenerer barkfyllingen (angitt med pil). Bekken renner ned mellom de to hus og under jernbanen før den løper ut i Farris. Juli 1982. (Foto: J. E. Brittain).

innerst i bukten. Bunnen består av sand, stein og grus bevakst med noe brasmegrass. Løvskog vokser langs med vannkanten.

En dybdeprofil (1-20 m) ble tatt i Skogtveit fra innerst i bukten og østover. Bunnforholdene var lignende de i Vassvik.

St. F.3 - Trettenes (NL 582494) (Fig. 2). Sparkeprøve ble tatt i strandsone ved Trettenesodden på ustabil stein- og grusbunn. På land vokser furuskog og det lå store ansamlinger av barnåler i vannet.

St. F.4 - Ramsdal (NL 517602) (Fig. 2). På odden syd for Ramsdal, nord i Farris, ble det tatt sparkeprøver på stabil steinbunn med enkelte gruspartier. Strandområdet er brådypt og løvskog vokser langs vannet.

#### 4.2. Vassvikbekken

Vassvikbekken er en liten bekk som drenerer barkfyllingen ved Vassvik (Fig. 3b). Den har et løp på ca. 600 m før den renner ut i Farris. Bekken renner hovedsaklig gjennom innmark, men kantene er tettbevokst enten med busker eller frodige plantevekster.

St. V.1 - (NL 565482) er tilløpsbekk til Vassvikbekken (Fig. 2). Denne bekken renner inn i Vassvikbekken ca. 100 m nedenfor barkfyllingen. Bekken er liten, humuspåvirket og blir sannsynligvis tørrlagt i tørkeperioder. Den renner gjennom granskog. Bunnen består av stein og grus. Vannet er ikke grumsete og den synes ikke å være påvirket av barkfyllingen.

St. V.2 - (NL 565482) er i Vassvikbekken ca. 100 m nedenfor barkfyllingen og ved samløp med sidebekken. Bunnen veksler mellom stein/grus og mudder/leire. Vannet er grumsete og lukter råttent. Bekken renner gjennom innmark/granskog og kanten er tettbevokst med busker og andre vekster.

St. V.3 - (NL 566483) er i Vassvikbekken ca. 300 m ovenfor vatnet. Lignende vannkvalitets- og bunnforhold som stasjon V.2. I tillegg var det store mengder heterotrof begroing ("sewage fungus") om høsten. Bekken her mottar også husholdningskloakk fra infiltrasjonsanlegg.

#### 4.3. Gorningen

St. G.1 - (NL 441688) (Fig. 4). Sparkeprøver ble tatt i strandsone hvor bunnen var ustabil og består av stein, grus og sand. Det ble også tatt dybdeprofil (1-20 m) østover fra stasjonen. Det er lite organisk materiale i sedimentene, spesielt innenfor reguleringssonen, der det for det meste er grus og sand. På 10 m dyp lå det en del barnåler og kvist på bunnen, mens det på 20 m var leire. Det ble i tidligere tider foretatt brenning av trekull ved Gorningen og det finnes en del trekull på bunnen fra 3 m og nedover.

St. G.2 - (NL 448697) (Fig. 4). Sparkeprøver ble tatt i strandsonen der bunnen er ustabil og består av småstein og grus. Det ble også tatt dybdeprofil (1-20 m) NV fra stasjonen. Bunnforholdene var lignende stasjonen G.1. Stasjonen var imidlertid mer beskyttet for vind enn de øvrige stasjoner.

St. G.3 - (NL 446689) (Fig. 4, 5b). Sparkeprøver ble tatt i strandsonen på meget ustabil stein- og sandbunn.

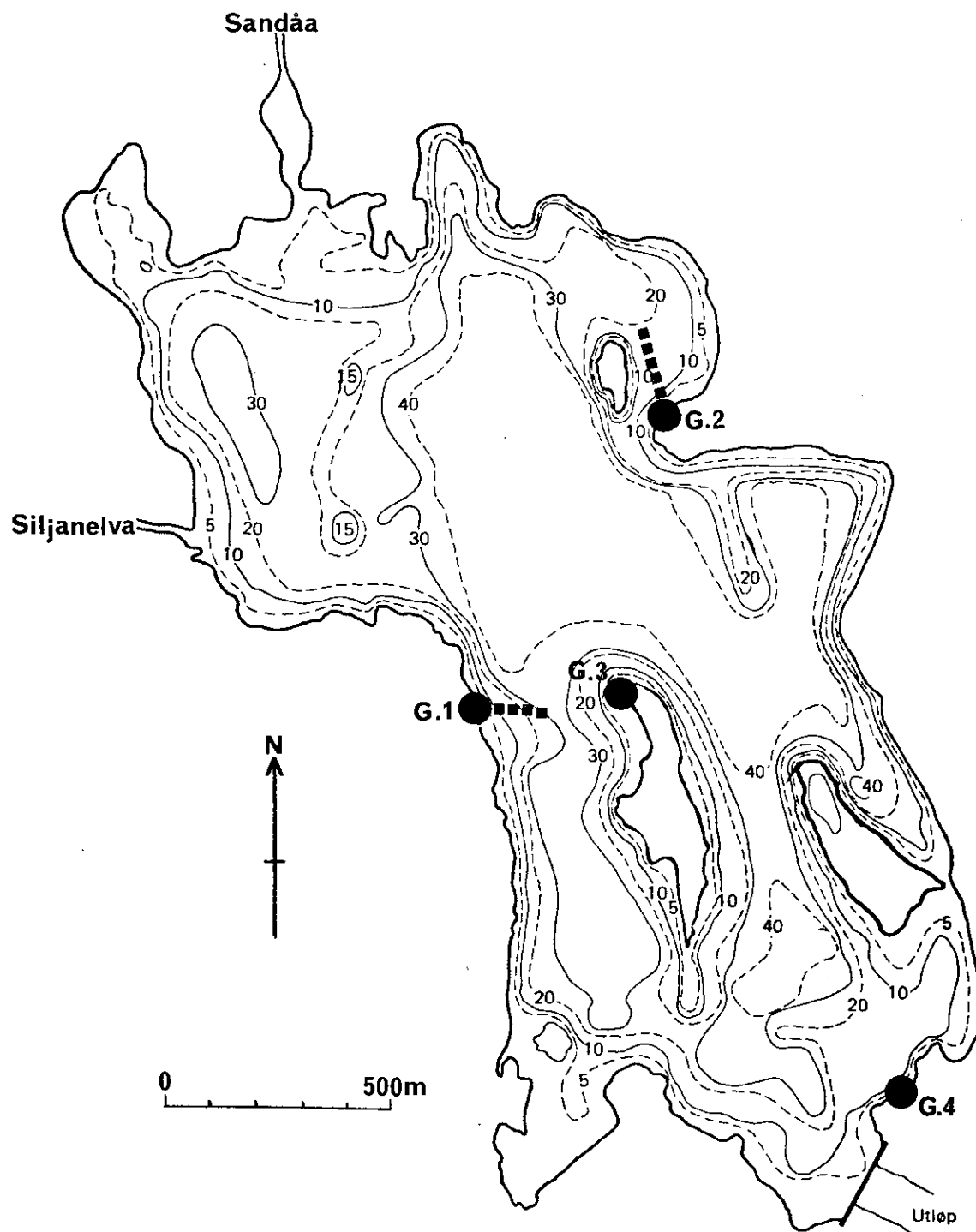


Fig. 4. Dybdekart over Gorningen med bunndyrstasjoner og dybdegradienter inntegnet.

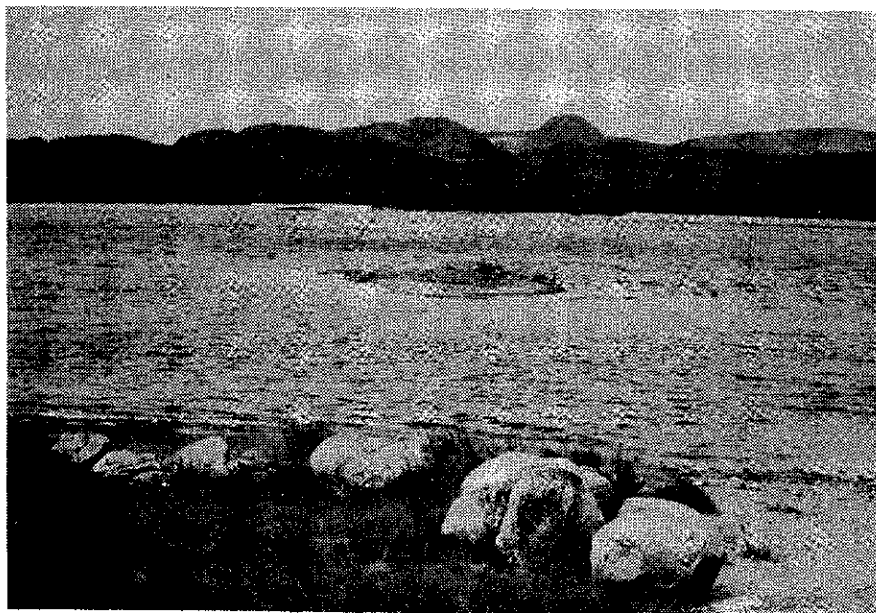


Fig. 5a. Utsikt over Gorningen fra sydsiden av demningen. Juli 1982. (Foto: J. E. Brittain).

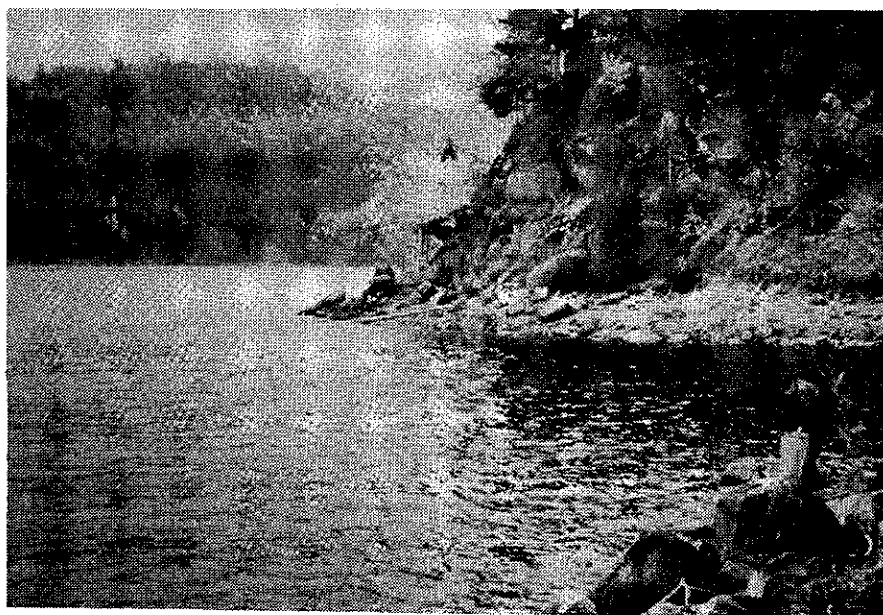


Fig. 5b. Stasjon G.3 i Gorningen. Erosjonen p.g.a. reguleringen er tydelig. Oktober 1982. (Foto: J. E. Brittain).



St. G.4 - (NL 453682) (Fig. 4). På ustabil steinbunn nord for dammen ble det tatt sparkeprøver.

#### 4.4. Siljanelva

Da elva ovenfor Siljan er tørrlagt store deler av året var det ikke mulig å legge en kontrollstasjon for bunndyr på denne strekning.

St. S.1 - (NL 418716) (Fig. 1, 6a). Prøver ble tatt der r.v. 316 krysser elva ved Siljan Camping. Her er det et strykparti med noenlunde stabil steinbunn bevokst med mose, samt enkelte gruspartier. Elva renner her gjennom jordbruks- og bebyggelsesområder. Utløpet fra renseanlegg kommer ut i elven like nedenfor stasjonen.

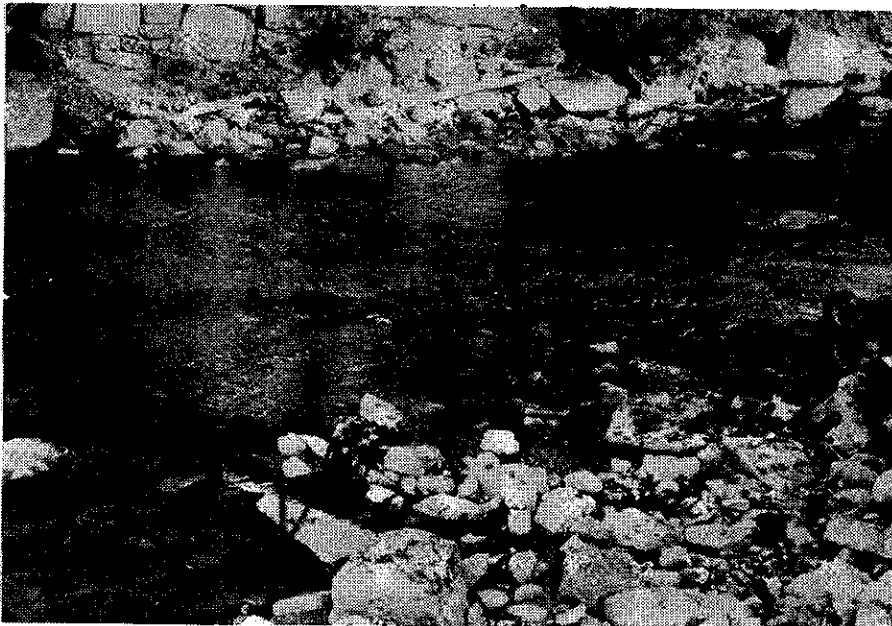


Fig. 6a. Siljanelva: stasjon S.1 ved Siljan Camping i juli 1982. (Foto: J. E. Brittain).

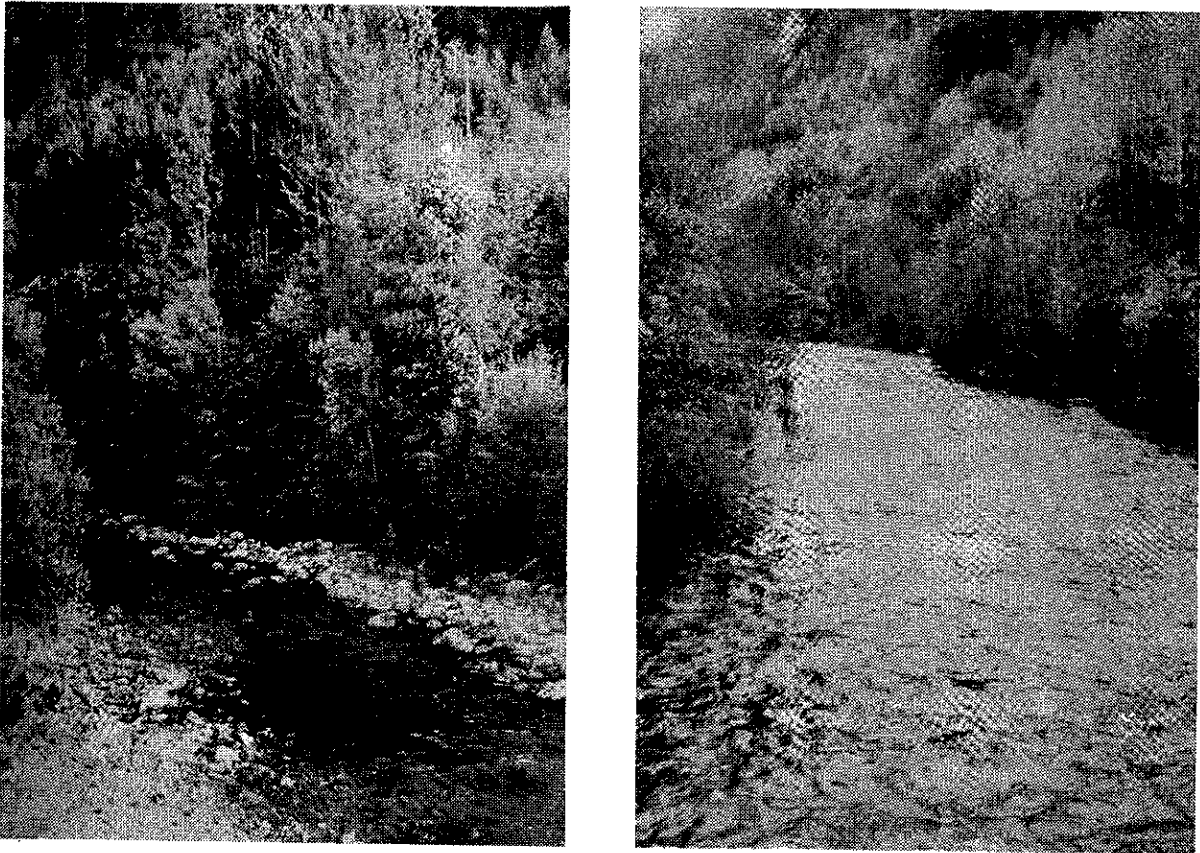


Fig. 6b. Siljanelva ved stasjon S.2 (Dåpan) under lav-  
(juli) og høyvannføring (oktober). (Foto:  
J. E. Brittain).



Fig. 6c. Siljanelva: nærbilde av stasjon S.2 under  
lavvannføring i juli 1982. (Foto: J. E. Brittain).

St. S.2 ligger 1 km nedstrøms Lakssjø, ved Dåpan (NL 482666) (Fig. 1, 6b, 6c). Det ble tatt prøver i et strykparti med stabil steinbunn bevokst med en del mose. Blandet løv- og barskog vokser langs elva på denne strekning. Denne lokalitet tilsvarer NIVAs faste rutinestasjon 4.

## 5. METODER

Til innsamlingene av bunndyr i innsjøenes strandsone og i rennende vann ble en standardisert sparkemetode benyttet (Hynes 1961, Frost et al. 1971, Brittain 1975) til å gi et relativt bilde av bunndyrsammensetning og tetthet i vassdraget. Ved innsamling fra innsjøene føres bunndyrene først opp i vannet ved å rote opp bunnssubstratet med foten. Deretter samles disse og det opprotete materiale i en håv med maskevidde 0.45 mm. I rennende vann holdes håven vertikalt med rammens nedre kant mot substratet. Det må alltid passes på at strømmen går rett inn i håven. Med den ene foten blir så substratet ført med strømmen inn i håven. Innsamlingen ble tatt på tid fra  $\frac{1}{2}$  til 3 min., avhengig av bunndyrtetthet og mengde plantemateriale. Det er tatt 3 slike sparkeprøver på hver stasjon.

I innsjøene Farris og Gorningen ble det også tatt bunnprøver på dybdeprofiler fra 1 m ned til 20 m dyp. Rør-samlere ble benyttet, og på 1 m og 3 m (rør diam. 7,3 cm) ble det tatt 5 prøver, mens på 5 m, 10 m og 20 m (rør diam. 4,3 cm) ble det tatt 10 prøver fra hvert av dypene. Prøvene ble silt gjennom en duk på 0,45 mm. Alle bunnprøver er fiksert på etanol og sortert på laboratoriet.

Sparkeprøver er omregnet til antall dyr pr. minutt mens rørprøver er omregnet til antall pr.  $m^2$ .

Feltarbeidet ble utført i to perioder: 5.-8. juli 1982 og 6.-7. oktober 1982. I den første perioden var vannstanden i Farris normal og i Gorningen ca. 1 m under maksimal regulerte vannstand. Det var meget lite vann i elvene på denne tiden. I oktober var det flom, og i Farris sto vannet ca. 1 m høyere enn i juli, men i Gorningen var vannstand bare 20-30 cm høyere enn i juli. Det gikk mye vann i Siljanelva og det var vanskelig å ta prøver, spesielt nedstrøms Lakssjø.

## 6. RESULTATER OG DISKUSJON

### 6.1. Farris

De samme dyregrupper var tilstede på alle fire strandsonestasjoner i Farris, men mengdeforhold dem imellom og mellom juli og oktober varierer (Fig. 7). I Vassvik og Skogtveit var det flest dyr på høsten, mens det både på Trettenes (st. F.3) og Ramsdal (st. F.4) var flest om sommeren. Forskjellen skyldes flere vanninsekter (døgnfluer, vårfluer, biller) spesielt i Skogtveit, men også i Vassvik, om høsten. De når vanligvis et minimum om sommeren, da de fleste enten flyr eller er tilstede som egg. Dessuten var det en stor bestand av gråsugg (Asellus aquaticus) på Trettenes og Ramsdal. Gråsugg er den eneste ferskvannsisopod i Norge. Den er utbredt hovedsaklig i landets sør-østlige deler (Økland 1978). Den forekommer på samtlige stasjoner i Farris. I Østensjøvannet ved Oslo har gråsugg en overvintringsgenerasjon og en rask sommergenerasjon (Økland 1978). Den samme livssyklus er muligens tilstede i Farris, noe som vil kunne forklare det store antall små individer på Skogtveit, Trettenes og Ramsdal i juli. I Vassvik var antallet lavt i juli måned, og dessuten manglet de små individer som preget prøver på

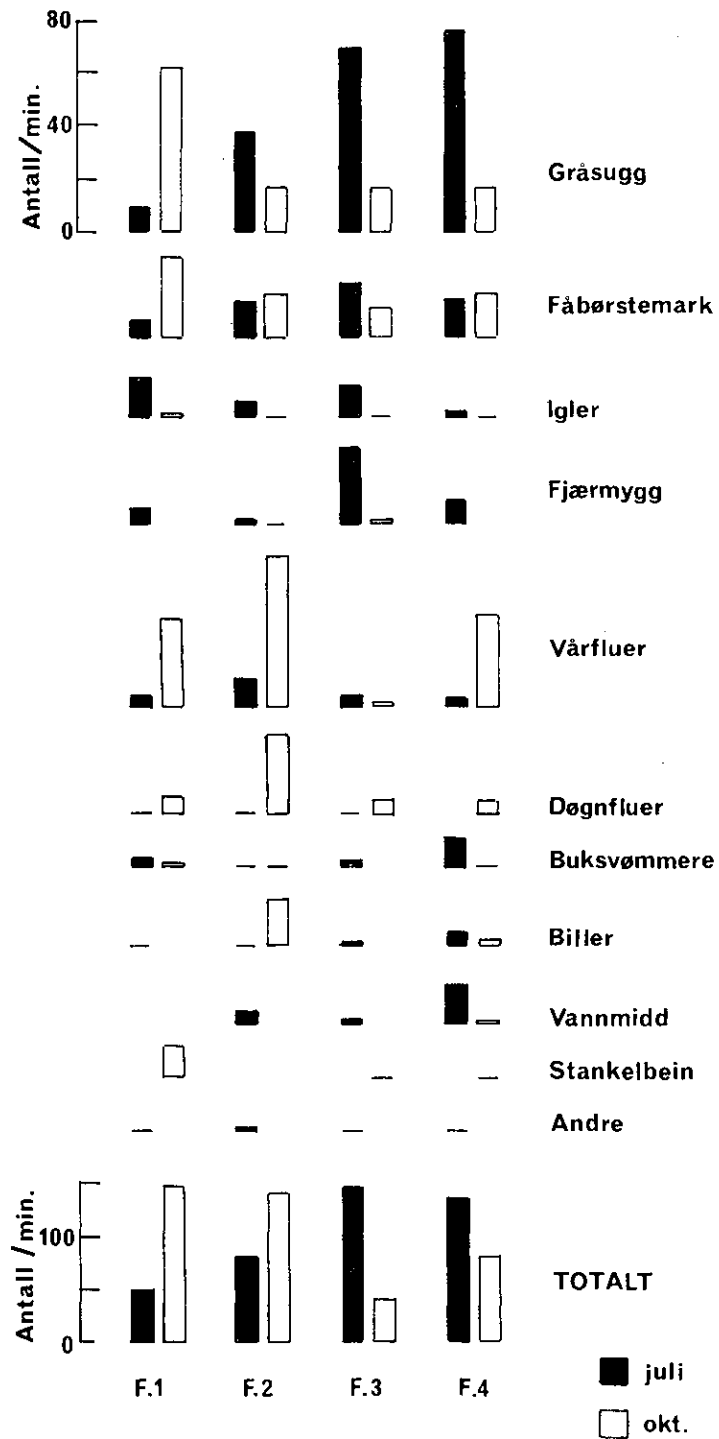


Fig. 7. Bunndyrs sammensetningen i Farris på fire stasjoner i strandsone (F.1-F.4) i 1982. Tallene er gitt som antall dyr pr. minutt sparkeprøve. Prøvene er tatt i juli og oktober.

de øvrige stasjoner i juli. Det synes derfor som om gråsugg ikke reproducerer i Vassvik, i allefall ikke i de strandområdene prøvene ble tatt. Den var heller ikke å finne på de større dyp i juli i Vassvik, mens den ble tatt både på 1 m og 3 m i Skogtveit på samme tid (Fig. 7). Årsaken til at gråsugg ikke reproducerer i Vassvik kan ikke klarlegges uten videre undersøkelser, men det kan ikke umiddelbart utelukkes at forurensninger fra Vassvikbekken kan være av betydning, selv om andre miljøfaktorer kan spille en rolle. Likevel er gråsuggbestanden i Vassvik i oktober faktisk større enn i Skogtveit både i strandsone og på dypere vann (Fig. 7 & 8). Immigrasjon finner tydeligvis sted mellom juli og oktober.

Resultater fra de to dybdegradienter er fremstilt i figurene 8, 9 og 10. Både i Vassvik og Skogtveit avtar bunndyrtettheten med dybde, slik at den på 20 m er under 10% av tettheten på 1 m's dyp. Faunasammensetningen forandrer seg også med dyp. Andelen av de fleste grupper (f.eks. fåbørstemark, gråsugg, døgnfluer) avtar med dybde, mens andelen av fjærmygg øker slik at den ved 20 m utgjør 80-100% av bunndyrene. Gråsugg, vårfluer og døgnfluer er ikke registrert dypere enn 10 m.

Selv om gradientene ved Vassvik og Skogtveit viser store likheter, er det en del forskjeller (Fig. 8,9 og 10). Total bunndyrmengde er større i Vassvik på alle dyp fra 1-20 m. Største forskjell er på 5 m og 10 m, der tettheten i Skogtveit henholdsvis utgjør bare 44% og 22% av tettheten i Vassvik. Den avtagende nedgang i bunndyrtettheten med dybde er adskillig mindre i Vassvik og bunndyrtettheten på 5 m i Vassvik er f.eks. større enn på 3 m i Skogtveit.

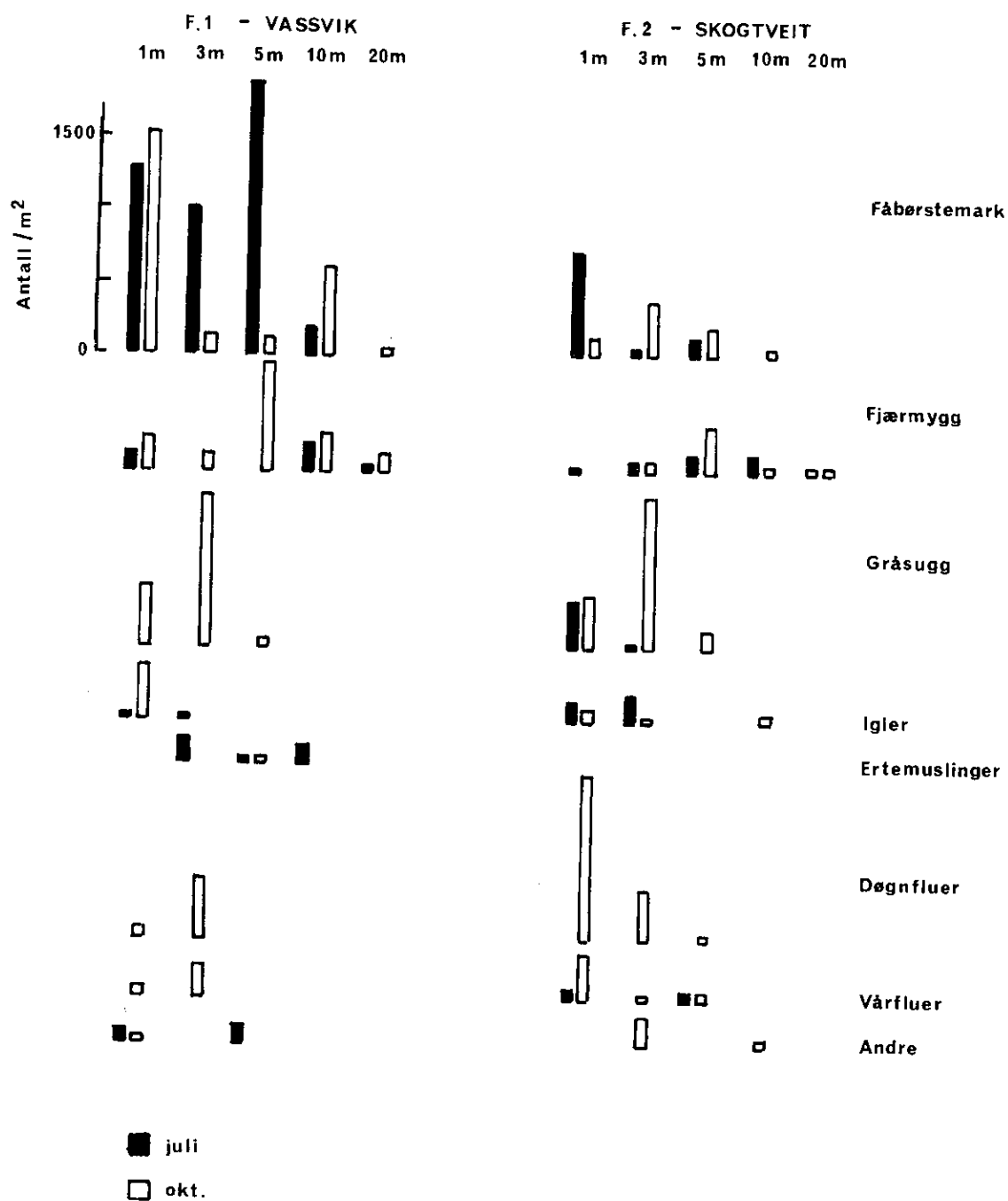


Fig. 8. Bunndyrs sammensetningen langs med to dybdegradienter (1-20m) i Farris i 1982. Tallene er gitt som antall dyr pr. m<sup>2</sup>. Prøvene er tatt i juli og oktober.

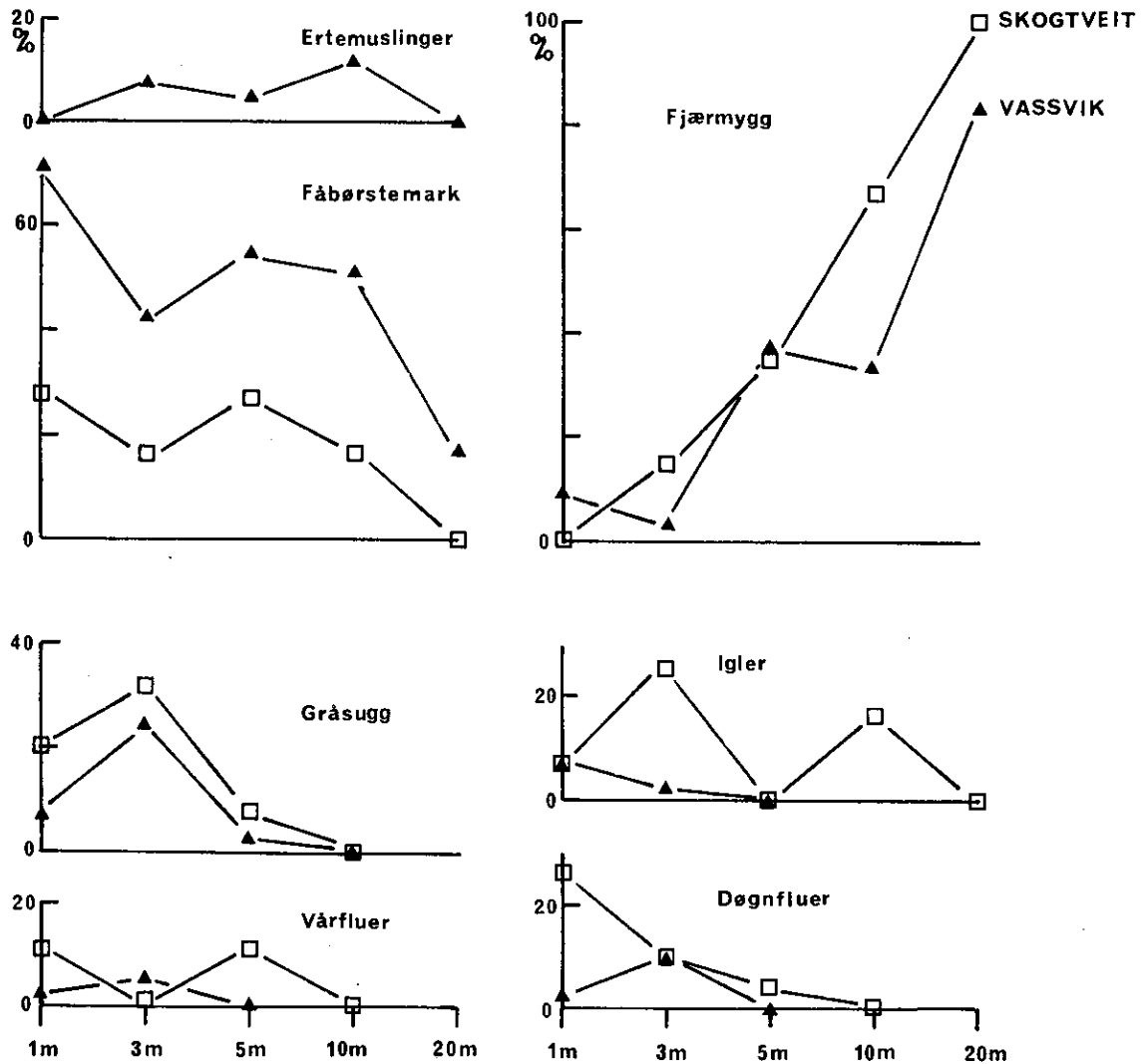


Fig. 9. Andelen (%) av forskjellige bunndyrgrupper langs med to dybdegradienter (1-20m) i Farris i 1982. Materialet fra juli og oktober er slått sammen.

Denne forskjellen skyldes hovedsaklig en noenlunde konstant stor bestand av fåbørstemark helt ned til 5 m om sommeren (Fig. 8). Fåbørstemark utgjør en vesentlig del (43-71%) av bunndyrfaunaen ned til 10 m i Vassvik, til sammenligning utgjør den ved Skogtveit 16-27%. Den store andelen fåbørstemark i Vassvik gjør at bunndyrsamfunnet blir mindre



Tabell 2 - Forekomst av forskjellige arter og familier av  
Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera, Megaloptera,  
Hirudinea og Isopoda i bunnprøver fra Farris.

	Strandsone		Dybdegradienter	
	juli	okt	juli	okt
EPHEMEROPTERA (døgnfluer)				
<u>Leptophlebia vespertina</u>	+	+		++
<u>L. marginata</u>		++		+
<u>Cloeon dipterum</u>	+	+		+
<u>Caenis horaria</u>	+	+		++
<u>Heptagenia fuscogrisea</u>		++		
* <u>Ephemera vulgata</u>				
TRICHOPTERA (vårfluer)				
Limnephilidae	++	+++	+	+
Leptoceridae	++	+		+
<u>Tinodes waeneri</u>	+			
<u>Lype phaeopa</u>	+			
<u>Molanna angustata</u>		+	+	+
COLEOPTERA (biller)				
Dytiscidae	++	++		
Elminthidae	+			
MEGALOPTERA (mudderfluer)				
<u>Sialis lutaria</u>	+		+	+
HIRUDINEA (igler)				
<u>Erpobdella octoculata</u>	++	+	+	+
<u>Glossiphonia complanata</u>	+			+
ISOPODA				
<u>Asellus aquaticus</u> (grå- sugg)	+++	+++	+	++

+ påvist i lite antall

++ tallrik

+++ meget tallrik

\* registrert som imago

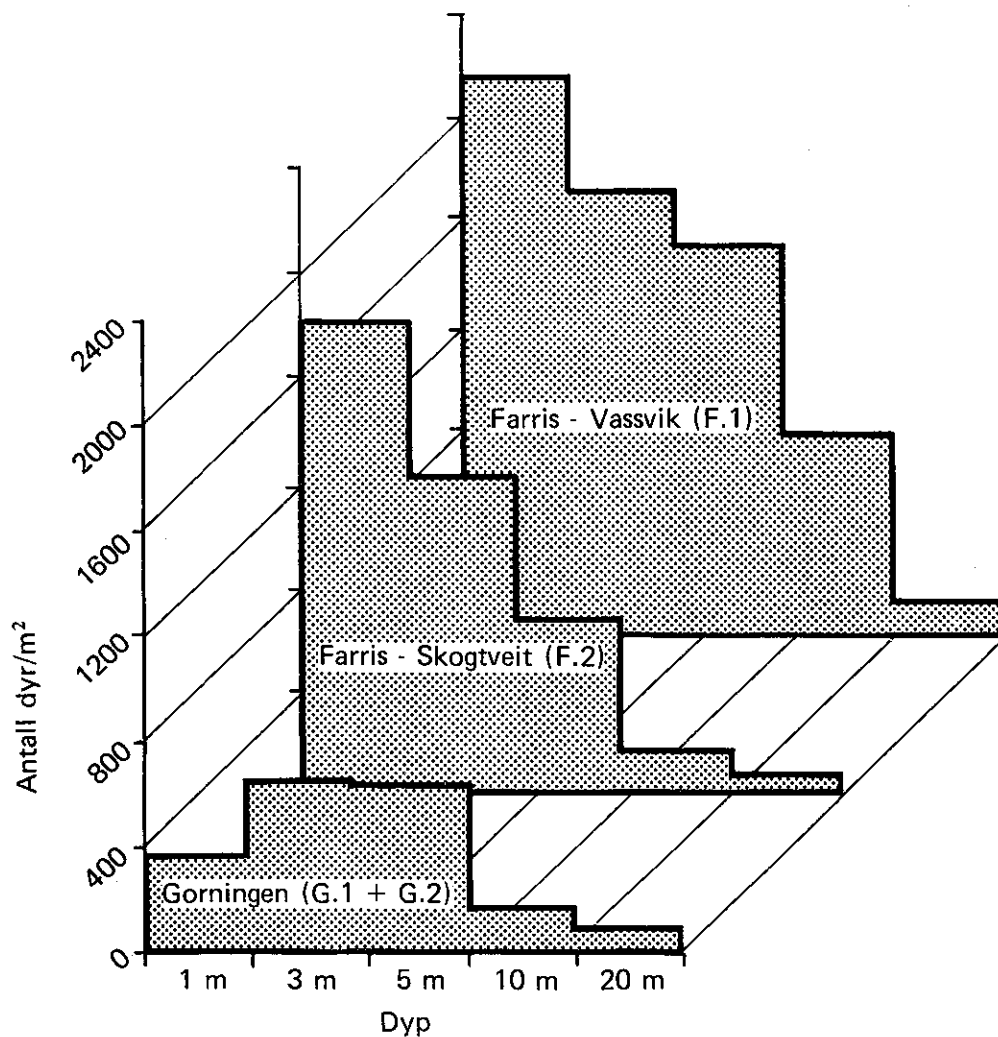


Fig. 10. Antall bunndyr pr.  $m^2$  langs med de to dybdegradienter i Farris og i Goringen (juli og oktober 1982). Næringsrikt utslipp fra Vassvikbekken gjør at bunndyrtettheten i Vassvik avtar mindre med økende dyp, enn i nabobukten Skogtveit. I Goringen er bunndyrtettheten lav i de områdene ned til 5m som er mest berørt av reguleringen.

divers. Igler, gråsugg og døgnfluer utgjør større andeler i Skogtveit.

Forskjellen mellom Vassvik og Skogtveit er et

uttrykk for rikere næringsforhold i Vassvik, som antagelig gjenspeiler en berikning fra Vassvikbekken. Dette gir en større bunndyr biomasse, men en redusert diversitet, karakteristisk for svake forurensninger.

Vann fra Vassvikbekken inneholder store mengder næringssalter (G. Holtan-pers.medd.) og disse bidrar til å øke biologisk produksjon i Vassvik, spesielt i områdene dypere enn 3 m, der meste-  
parten av sedimenteringen antagelig finner sted.

Tabell 2 gir en oversikt over forskjellige arter og familier av døgnfluer, vårfluer, biller, mudderfluer og igler som er registrert fra Farris og deres mengdeforhold. De fleste forekommer både i strandsone og dypere, hovedsaklig ned til 1-3 m. Artssammensetning indikerer en forholdsvis næringsfattig innsjø. Imidlertid kan produksjonsforhold være høye der strendene er mindre eksponert for vind og beriket med næringsrikt/forurensende tilløp. Tett løvskog bidrar også til å øke produksjonsgrunnlaget p.g.a. akkumulering av løvfall.

## 6.2. Vassvikbekken

Fordeling av bunndyr på de tre stasjonene V.1, V.2 og V.3 er illustrert på Figur 11. Sidebekken (St. V.1) som ikke drenerer barkfylling eller mottar avløp fra filtrasjonsanlegg, avviker meget fra de to stasjoner i selve Vassvikbekken. Ujevn vannføring sammen med humuspåvirkning setter sitt preg på bunndyrsammensetningen på stasjon V.1. Allikevel er faunaen adskillig mer variert enn på både stasjon V.2 og V.3. Forurensninger fra barkfyllingen alene er registrert ved stasjon V.2, mens det ved stasjon V.3 kommer eventuelle forurensninger fra huskloakk i tillegg. Når det gjelder sammen-

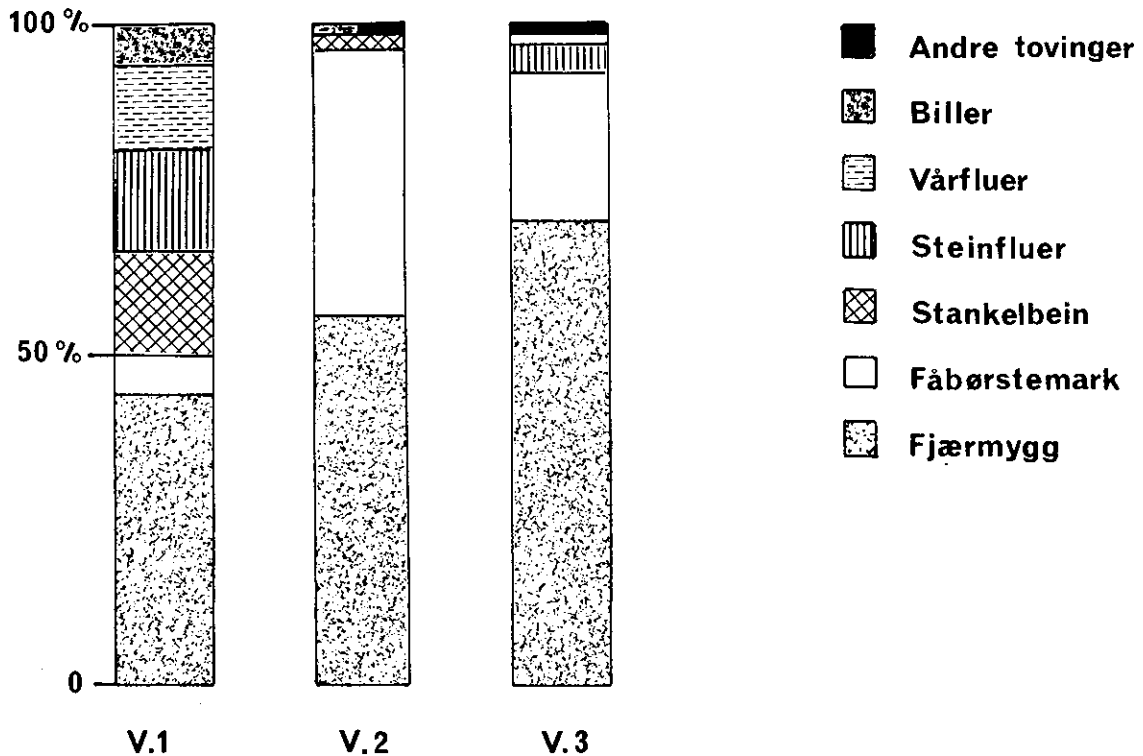


Fig. 11. Faunasammensetningen (%) på tre stasjoner (V.1-V.3) i Vassvikbekken i 1982 er basert på innsamlinger i juli og oktober.

setningen av bunndyrsamfunnet i Vassvikbekken, synes drenering fra barkfyllingen å være av overordnet betydning siden det er store likheter mellom de to stasjonene i selve Vassvikbekken (V.2 og V.3). Imidlertid kan tilsig/utslipp fra hus øke bunndyrbiomasse slik at man får flere individer av de samme dyregrupper. Vanskeligheter med å ta kvantitativ bunnprøve i Vassvikbekken hindrer imidlertid en bekreftelse av dette. Mens flere dyregrupper f.eks. vårfluer, steinfluer, stankelbein var representert i tilløpsbekken (V.1), så består bunndyrsamfunnet på de to stasjoner i Vassvikbekken nesten utelukkende av fåbørstemark (*Tubificidae*) og fjærmygg. Begge disse gruppene

tåler en stor grad av organisk belastning, og deres dominans viser klart at Vassvikbekken er sterkt forurenset. Dessuten er rottehalefluer (Eristalis sp.) registrert på begge stasjoner i Vassvikbekken. Larvene til denne slekten er utstyrt med et meget langt pusterør som når opp til vannoverflaten og gjør den uavhengig av oksygenforholdet i vannet. Dens tilstedeværelse i bekken indikerer alvorlig forurensning og dårlig oksygenforhold, noe som støttes av høye verdier for blant annet fosfor, nitrogen og turbiditet. Følgende gjennomsnittsverdier for perioden, juni-oktober 1982, er målt av NIVA:  $\text{KMnO}_4$ -forbruk - 18,7 mgO/l; turbiditet - 18,0 JTU; total fosfor - 780  $\mu\text{g P/l}$  og total nitrogen - 4350  $\mu\text{g N/l}$ , hvorav 1642  $\mu\text{g nitrat/l}$  (G. Holtanpers.medd.). En art av hver av gruppene knott og steinfluer er registrert på stasjon V.3. Imidlertid er disse artene, henholdsvis Simulium ornatum og Nemurella picteti, blant de mest utbredte og forurensningstolerante innenfor disse to gruppene (Brinck 1949, Balloch et al. 1976). Tilstanden i Vassvikbekken (V.2/V.3) kan sies å ligne forhold i de sterkt forurensete bekkepartier i Oslo (Borgstrøm & Saltveit 1978).

Når det gjelder bunndyrsamfunnet, er ikke forurensninger fra Vassvikbekken merkbare utover bukten Vassvik. Det er rimelig å anta at det totale vannvolumet i Farris er slik at effekten av det næringsrike vannet blir forholdsvis fort uttynnet. Imidlertid kan eventuelle mikroforurensninger fra barkfyllingen, både organiske forbindelser og tungmetaller, være et alvorlig problem på lengre sikt, da mange av disse lagres i sedimentene og blir bare langsomt nedbrutt. Det kan også tenkes at fiskebestanden kan være med på å spre slike forurensninger utover den umiddelbare nærhet av

utslippet. Dessuten kan det være forvaltningsmessige problemer med å få til en konsekvent holdning til vannkvalitet i de øvrige deler av nedslagsfeltet.

### 6.3. Gorningen

Den totale reguleringshøyde i Gorningen er på 9 m (66-75 m.o.h.). Imidlertid, ifølge opplysninger fra Vestfold kraftselskap, er vanligvis ikke de nederste 3 m utnyttet annet enn ved reparasjoner av demningen. Derfor må reguleringshøyden ansees å være ca. 6 m. Likevel bærer faunaen i strandsonen i Gorningen preg av reguleringen.

Faunasammensetningen er derfor annerledes enn i Farris. Fåbørstemark og vannbiller dominerte på de fleste lokaliteter både i juli og oktober (Fig. 12). Av de øvrige bunndyrgrupper var det bare døgnfluer og vårfluer som ble registrert i noen mengde. Gråsugg (Asellus aquaticus) igler, fjærmygg og andre vanninsekter forekommer i vannet, men er sjeldne. Disse grupper synes ikke å tilpasse seg hverken de store vannstandsendinger eller den meget ustabile og løse grussubstrat som reguleringen medfører. Substratet er ikke bare ustabil, men også plantemateriale, både påvekst alger og detritus, som ville ha fungert som næring for bunndyr, er utvasket. Fåbørstemark har evne til å tilpasse seg forhold i reguleringsmagasin og flere arter kan være semiakvatiske. Vannbiller opptre i stort antall og diversitet i Gorningen. De har larver som ofte er terrestriske eller semiterrestriske. De voksne biller kan også fritt bevege seg enten i vann eller i luft. Blant billene er vannkalver (Dytiscidae) vanligst, mens vannkjær (Hydrophilidae), virvlere (Gyrinidae), Haliplidae og elvebiller (Elminthi-

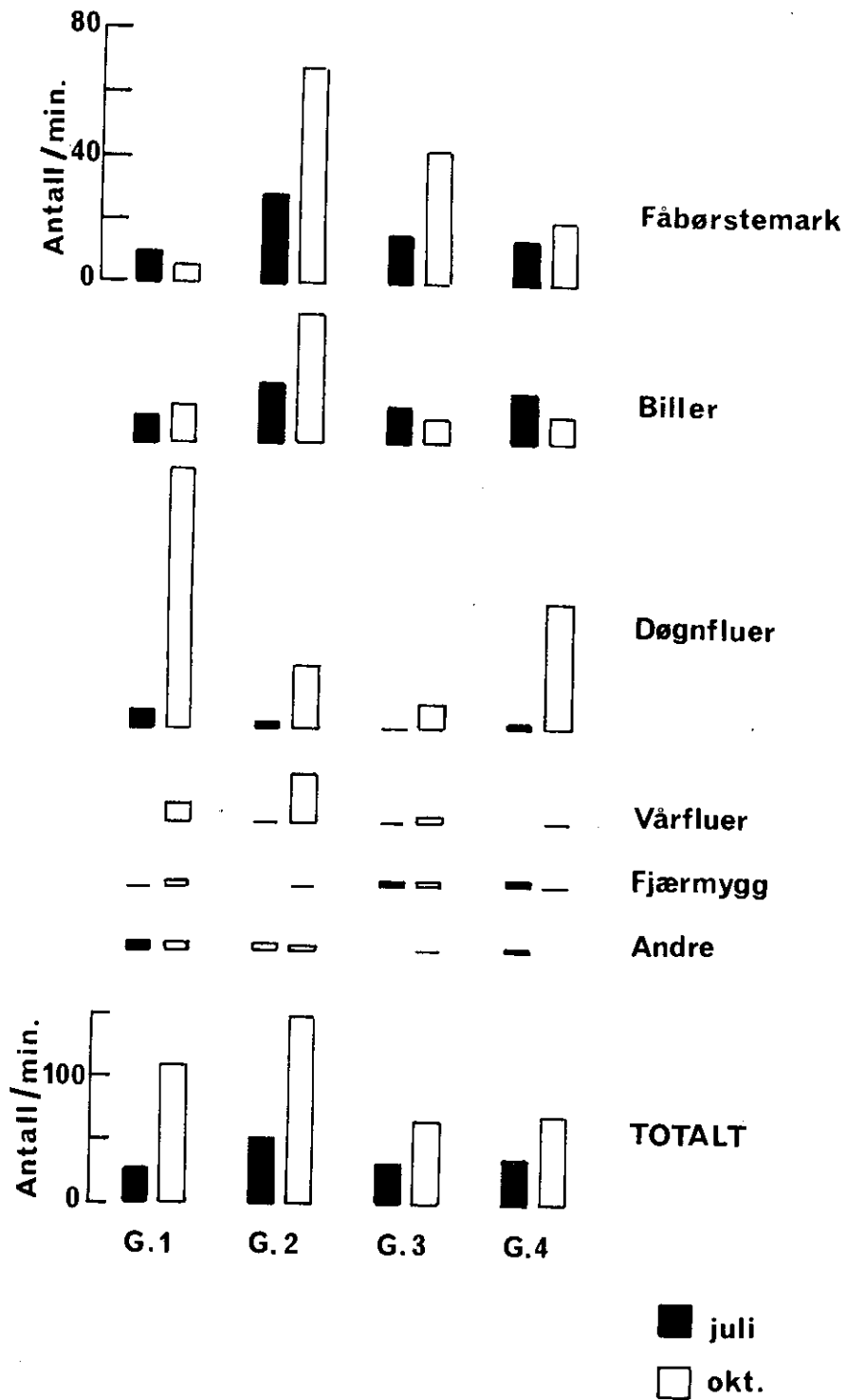


Fig. 12. Bunndyrs sammensetningen på de fire stasjonene i strandsonen ved Gørningen (G.1-G.4) i 1982. Tallene er gitt som antall pr. minutt sparkeprøve.

Tabell 3 - Forekomst av forskjellige arter og familier av  
Ephemeroptera, Trichopteta, Coleoptera, Hirudinea  
og Isopoda i bunnprøver fra Gorningen.

	Strandsone		Dybdegradienter	
	juli	okt	juli	okt
EPHEMEROPTERA (døgnfluer)				
<u>Leptophlebia vespertina</u>	++	++	+	
<u>L. marginata</u>		+++		
<u>Cloeon dipterum</u>	+	++		
<u>Heptagenia fuscogrisea</u>		++		
<u>Baetis rhodani</u>		+		
TRICHOPTETA (vårfluer)				
Limnephilidae		++	+	+
Leptoceridae	+	+	+	+
Molannidae				+
Polycentropodidae			+	+
COLEOPTERA (biller)				
Dytiscidae	+++	+++	+	
Hydrophilidae	++			
Gyrinidae	+	+		
Haliplidae	+			
Elminthidae	+	+		
HIRUDINEA (igler)				
<u>Erpobdella octoculata</u>	+	++	+	
ISOPODA				
<u>Asellus aquaticus</u> (gråsugg)	+			

+ påvist i lite antall

++ tallrik

+++ meget tallrik



dae) også forekommer (Tabell 3). På steder, som f.eks. stasjon G.1, der substratet ikke er fullt så ustabil og det akkumuleres noe plantemateriale opptrer døgnfluer spesielt Leptophlebia artene. Leptophlebia artene er utbredt over hele Norge, og synes å kunne tilpasse seg til dels vanskelige forhold som f.eks. moderat reguleringshøyde og surt vann (Brabrand & Saltveit 1978, Borgstrøm et al. 1976). Både Leptophlebia og de øvrige døgnfluearter forekommer i Siljanelva, så det kan skje en innvandring fra innløpselva. Dette gjelder spesielt Baetis rhodani, som vanligvis er begrenset til rennende vann.

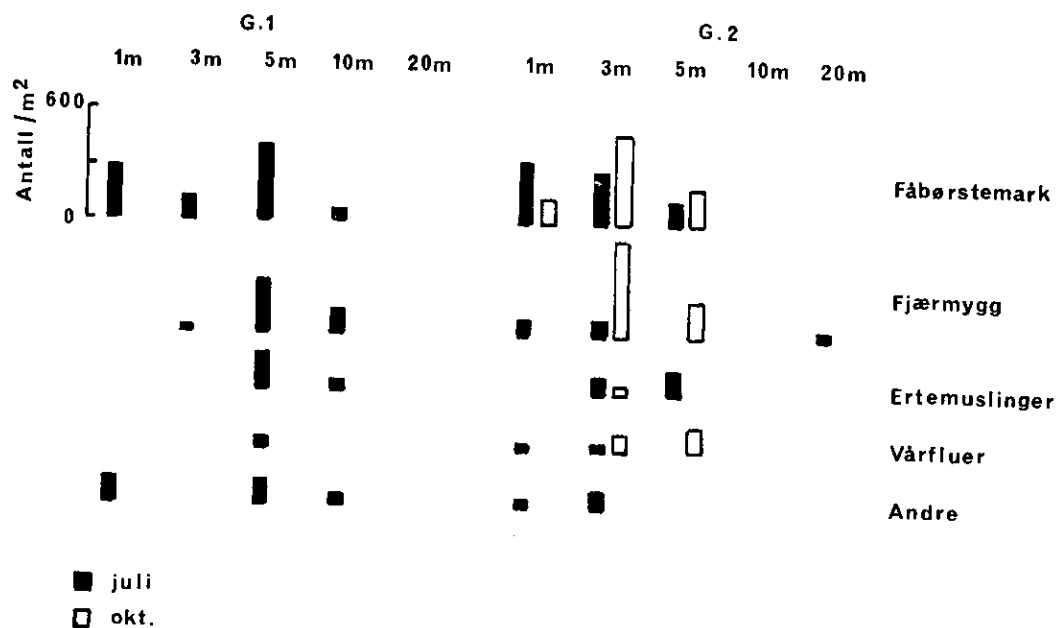


Fig. 13. Bunndyrs sammensetningen langs med to dybdegradienter (G.1 og G.2) (1-20m) i Goringen i 1982. Tallene er gitt som antall pr. m<sup>2</sup>. Prøvene er innsamlet i juli (svart) og oktober (åpen). Gradient G.1 er bare undersøkt i juli.

Reguleringseffekten i Gorningen er også tydelig i materialet fra dybdegradientene. Mens bunndyrmengden er størst øverst i gradienten med avtak mot økende dyp i de fleste uregulerte og svakt regulerte innsjøer, viser materialet i Gorningen et annet mønster. Bunndyrmengden er faktisk

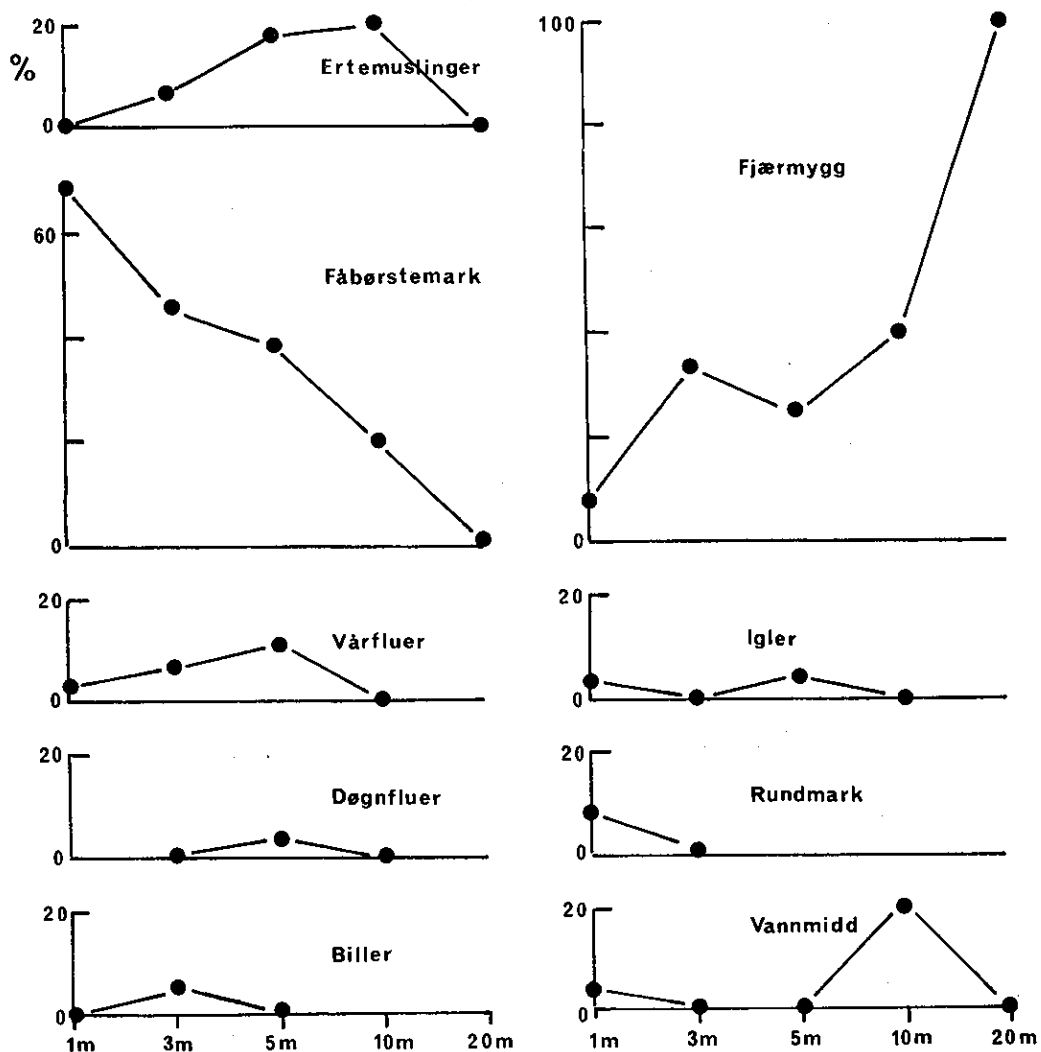


Fig. 14. Andelen (%) av forskjellige bunndyrgrupper langs med dybdegradienter (1-20m) i Gorningen i 1982. Materialet fra juli og oktober er slått sammen.

større ved 3 m's dyp enn ved 1 m og det er like mange dyr ved 5 m som ved 3 m (Fig. 10, 13). D.v.s. at bunndyrmengden er sterkt redusert p.g.a. reguleringen og at effekten er størst ved 1 m, men det er også klart at bunndyrmengden ville ha vært større også ved 3 m hvis vannet var uregulert. Bunndyrmengden ved 5 m og dypere er svært likt tilsvarende dyp i Skogtveitgradient i Farris (st. F.2). Ved prøvetakning var vannstanden ca. 1 m under høyeste regulerte nivå, så 5 m dyp vil da ligge ca. 3 m over den laveste regulerte vannstand. Som nevnt tidligere, blir ikke de nederste 3 m av reguleringssonen vanligvis utnyttet annet enn ved reparasjoner av demningen. Bunndyrsamfunnet ved 5 m vil derfor være mindre påvirket av reguleringen enn ved mindre dyp. Sammensetningen av bunndyr langs dybdegradientene i Gorningen forandrer seg gradvis fra et samfunn dominert av fåbørstemark ved 1 m, til et utelukkende fjærmygg-samfunn ved 20 m (Fig. 14). I tillegg til disse to grupper er det et innslag av ertemuslinger spesielt på 5 m og 10 m dyp.

I Gorningen vil eventuelle mindre belastninger fra ovenforliggende strekninger være helt overskygget av reguleringen når det gjelder bunndyrsamfunnet. Dette gjelder spesielt fra strandsone ned til 5 m's dyp. På dypere vann vil reguleringen gi mindre utslag, men selv her kan det ikke påvises noen biomasse økning slik som i Vassvik i Farisvatn (Fig. 10). På grunn av problemer med å artsbestemme de dominerende grupper, fjærmygg og fåbørstemark, er det heller ikke mulig å påvise forandringer i artssammensetningen.

#### 6.4. Siljanelva

Sammensetningen av bunndyr på begge stasjoner i

Siljanelva er vist på Figur 15 og 16 og Tabell 4. Selv om vannstanden var mye høyere i oktober sammenlignet med juli, så var bunndyr tettheten større på begge stasjoner i oktober. De fleste vanninsekter, som vanligvis dominerer bunnfaunaen i rennende vann, flyr om sommeren. Dette betyr at de fleste arter er tilstede som egg eller små larver om sommeren og blir ikke påvist i vanlige bunnprøver. Om høsten derimot har larvene blitt så pass store at de blir tatt i prøver.

De fleste vanlige grupper i rennende vann var representert på begge stasjoner i Siljanelva. Imidlertid er mengdeforhold og artssammensetning forskjellige. Totalt er det flere dyr på den øverste stasjon, S.1, ved Siljan Camping. Dette skyldes store mengder knott og døgnfluer i henholdsvis juli og oktober. Knott er en insektsgruppe som profiterer mer enn andre grupper på store vannstandsendringer som f.eks. vassdragsreguleringer (Raastad 1979). Flere kortvarige sommergenerasjoner hos flere arter gir de muligheter for å kunne utnytte perioder med vekslende vannføring. Knottfaunaen ved stasjon S.1 består av 6 forskjellige arter (Tabell 4), men arten Simulium ornatum, som er vanlig utbredt i norske elver, utgjør over 70% av knottmateriale på denne stasjon. På den nederste stasjon (St. S.2) er det tilsvarende dominans av S. ornatum, men totalt er det her langt mindre knott. Sikrere vannføring gjennom hele året lenger ned i vassdraget kan forklare at andre bunndyrgrupper utkonkurrerer knott. På samme måte er sannsynligvis knott enda mer dominerende jo lenger opp i vassdraget en kommer, og under en befaring i juni 1982, besto bunnfaunaen ca. 1,5 km nedenfor Oppdalsvatn nesten utelukkende av knott. Selv om S. ornatum er

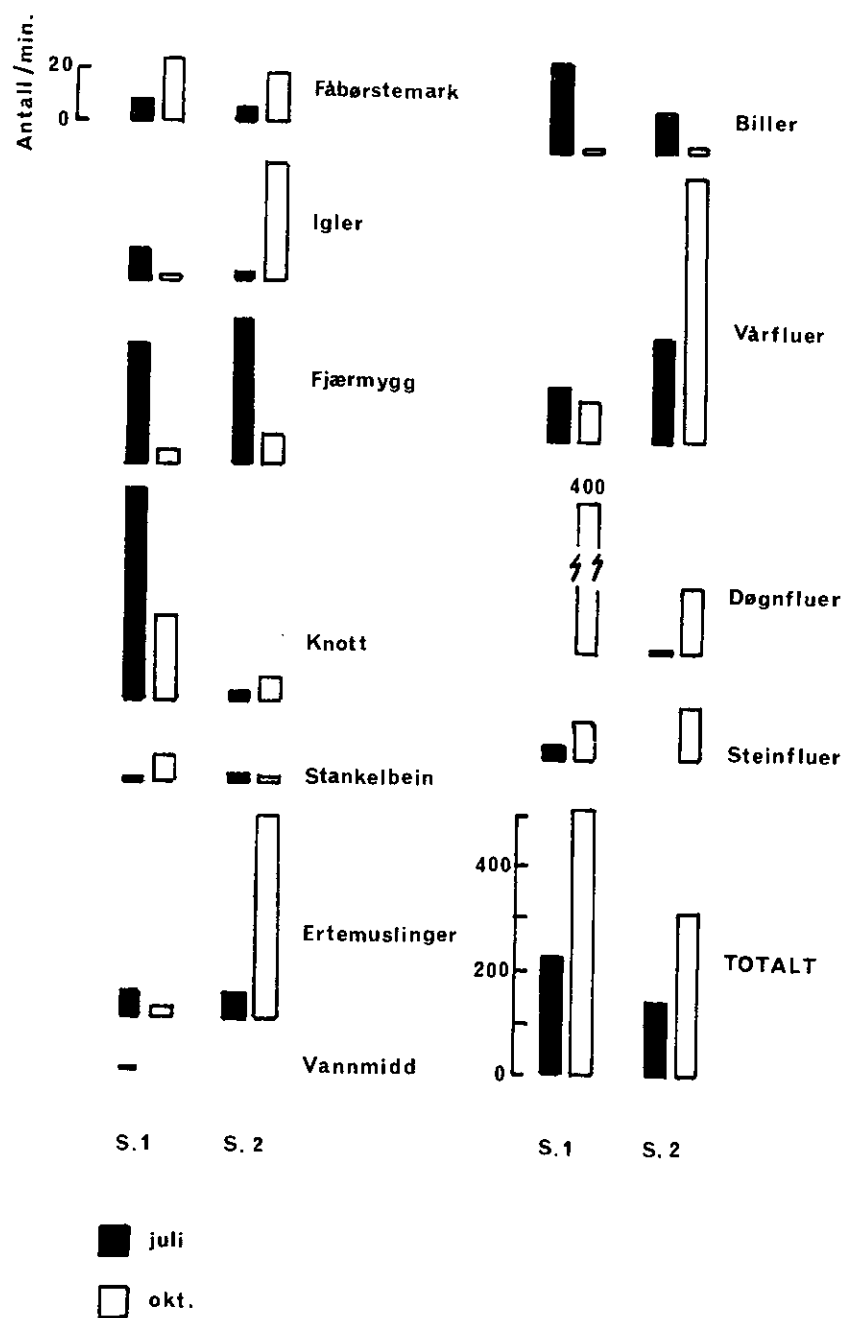


Fig. 15. Bunndyrs sammensetningen på to stasjoner (S.1 og S.2) i Siljanelva i 1982. Tallene er gitt som antall dyr pr. minutt. Prøvene er tatt i juli og oktober.

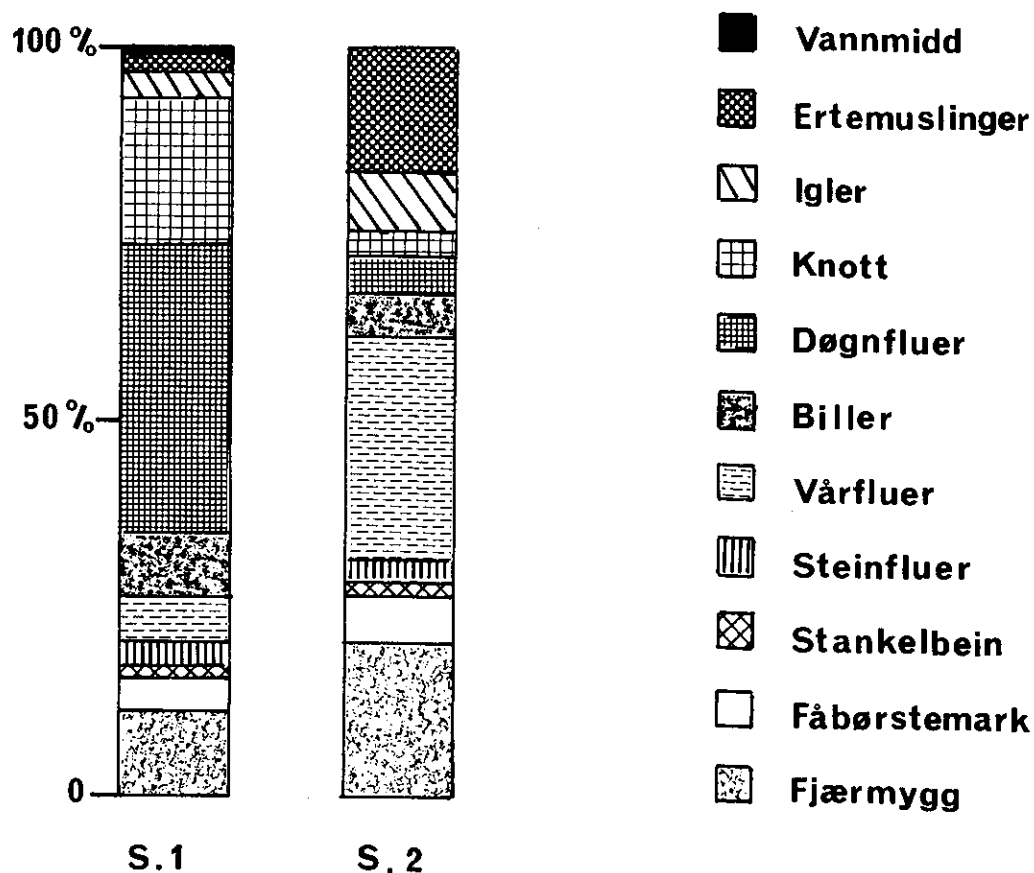


Fig. 16. Faunasammensetningen (%) på to stasjoner (S.1 og S.2) i Siljanelva i 1982. Prøvene tatt i juli og oktober er slått sammen.

vidt utbredt i forskjellige miljøer, er det sjelden at den dominerer i den grad arten gjør i Siljanelva. Dette henger trolig sammen med artens vide toleranse ovenfor miljøparametre som f.eks. organisk belastning, som gjør at andre arter forsvinner eller er tilstede i mindre antall.

Langt de fleste av våre knottarter suger blod, men det er bare noen få som har særlig betydning

Tabell 4 - Beregnet antall dyr (pr. minutt) av forskjellige familier og arter av Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera, Simuliidae, Coleoptera og Hirudines i roteprøver fra Siljanelva.

	Siljan (S.1)		Dåpan (S.2)	
	juli	okt.	juli	okt.
EPHEMEROPTERA (døgnfluer)				
<u>Leptophlebia</u> spp.		397,3		
<u>Baetis rhodani</u>		0,7	2,3	4,7
<u>Heptagenia fuscogrisea</u>		2,0		
TRICHOPTERA (vårfluer)				
Hydroptilidae				3,3
<u>Rhyacophila nubila</u>	2,7		3,3	
Glossosomatidae			0,3	
<u>Neureclipsis bimaculata</u>	1,3	2,0	2,3	12,7
<u>Plectrocnemia conspersa</u>	0,3	4,0		
<u>Polycentropus flavomaculatus</u>	12,7	4,0	8,3	73,3
<u>Holcentropus</u> sp.				0,7
<u>Hydropsyche pellucidula</u>				0,7
<u>H. siltalai</u>	1,7		25,0	8,0
Leptoceridae	2,7	1,3	0,3	0,7
Limnephilidae		4,0		0,7
PLECOPTERA (steinfluer)				
<u>Nemoura avicularis</u>				1,3
<u>Nemoura</u> sp. (cinerea?)		15,3		0,7
<u>Amphinemura</u> sp.				6,0
<u>Leuctra digitata</u>	0,3			
<u>Taeniopteryx nebulosa</u>	5,7			
<u>Diura nanseni</u>				12,0
<u>Isoperla</u> sp.				0,7
SIMULIIDAE (knott)				
<u>Eusimulium vernalis</u>	6,3	8,0		1,3
<u>Simulium ornatum</u>	88,7	16,7	3,3	8,7
<u>S. sublacustre</u>	5,7	8,0	0,3	
<u>S. tuberosum</u>	1,7		1,3	
<u>S. erythrocephalum</u>	0,7			
<u>S. nölleri</u>	0,3			
COLEOPTERA (biller)				
Dytiscidae im.	3,0	0,7	0,3	
" 1.	0,7			
Elminthidae im.	1,3			
" 1.	30,3	0,7	16,0	1,3
HIRUDINEA (igler)				
<u>Erpobdella octoculata</u>	13,3	2,0	3,7	44,7

for mennesker og husdyr. Blant disse er Simulium erythrocephalum, som p.g.a. sin spredte utbredelse bare har lokal betydning i Norge, men som er kjent som alvorlig plage sydover i Europa (Raastad 1981). Denne arten er påvist på stasjon S.1 i Siljanvassdraget (Tabell 4), og dette kan innebære et alvorlig problem, men det er uvist om den forekommer i større mengder andre steder i vassdraget. Imidlertid vil det være uheldig hvis endringer i vassdragets tilstand skulle føre til en oppblomstring i denne arten.

Døgnfluer er den andre gruppen som opptrer i store mengder ved den øverste stasjonen (S.1). Her dominerer Leptophlebia artene, mens både Heptagenia fuscognisea og Baetis rhodani forekommer i lavt antall (Tabell 4). Ved den nederste stasjon (S.2) er B. rhodani den eneste registrerte døgnflue i et lavt antall både i juli og oktober. I norske elver er Baetis rhodani den mest utbredte og alminnelige art. Den er imidlertid ømfindtlig ovenfor surt vann og mangler over store deler av Sørlandet og andre områder med alvorlig forsuringproblemer (Borgstrøm et al. 1976, Brittain upublisert data). Vanninsekter som B. rhodani kan reagere selv på korte perioder av surt vann, som f.eks. om våren under snøsmeltingen. Foreløpige data (Raddum & Fjellheim 1982) tyder på at pH-grensen for B. rhodani ligger omkring 5.5. I området hvor B. rhodani mangler p.g.a. surt vann, overtar ofte Leptophlebia artene som tåler langt lavere pH. Imidlertid kan ikke Leptophlebia artene, som er primært innsjøformer, tåle sterk strøm. pH-verdi faller under 5.5 i Siljanelva om vinteren (G. Holtan-pers.medd.) og i Lakssjø og Gorningen om våren under snøsmeltingen (Larsen 1972, G. Holtan-pers.medd.). Baetis rhodani har



vanligvis to generasjoner i året i lavlandet i Syd-Norge (Larsen 1968, Brittain et al. 1983), en vinter og en sommer generasjon. Derfor vil vinter generasjonen av B. rhodani være spesielt utsatt for lav pH, mens sommer generasjonen vil være mindre utsatt selv om rekruttering til denne generasjon vil være svekket. Hvis ingen eller få B. rhodani nymfer klekker til voksne er arten avhengig enten av egg og små nymfer som driver nedover eller voksne som flyr oppover vassdraget. Siden vassdraget blir surere lenger opp, er kolonisering gjennom driv mindre sannsynlig.

Hvis man ser på forholdet mellom døgnfluene Baetis rhodani og Leptophlebia spp. ved de to stasjoner i Siljanelva, så er det klare biologiske indikasjoner på at vannet på den øverste stasjon til tider er på grensen til at B. rhodani kan overleve. Da er det store mengder Leptophlebia tilstede. Ved den nederste stasjon finnes det fortsatt en moderat populasjon av B. rhodani, men i tilfelle økning i surheten vil den sannsynligvis også nesten forsvinne. Strømmen er sannsynligvis for sterk på denne stasjon til at Leptophlebia vil kunne etablere en stor bestand i et slikt tilfelle.

Den nederste stasjon i Siljanelva ligger nedstrøms Lakssjø. Den store mengde levende og dødt organisk materiale som renner ut av innsjøen som filtrerer vannet, f.eks. nett-spinnende vårfluer og ertemuslinger, utgjør en vesentlig del av faunaen på denne elvestrekningen. Andel av knott, også en filtrerende gruppe, er mindre ved denne stasjon, noe som antagelig skyldes den noe sikrere vannføring i lavvanns perioder. Dette gjør at knott får sterkere konkurranse om

levesteder fra f.eks. vårfluer.

Eventuelle svake lokale forurensninger vil vanskelig kunne påvises på bunndyrs sammensetningen i Siljanelva. Dette skyldes først og fremst at både mengde og sammensetningen av bunndyrsamfunnet i tillegg er preget av forsuring og ujevn vannføring p.g.a. vassdragsreguleringer.

Imidlertid indikerer dominansen av knottarten Simulium ornatum at det foregår en viss berikning (eutrofiering) av vassdraget. Organisk belastning på de to stasjonene i Siljanelva kan dog ikke være stor da de to Hydropsyche artene som er registrert i vassdraget, H. pellucidula og H. siltalai, synes å være hovedsaklig knyttet til uforurenset eller bare svakt forurenset vassdrag (Wiberg-Larsen 1980).

Organismer har en utstrakt evne til å rense vassdrag, såkalt selvrensning. I et vassdrag som ikke er belastet med andre former for miljøpåvirkninger, enn lokal organisk forurensning, kan selvrensning være av stor betydning. Men i vassdrag belastet med påvirkninger som sur nedbør eller vassdragsreguleringer, vil muligheten for selvrensning kunne bli sterkt redusert. Dette synes å være tilfelle idag i Siljanelva og ytterligere organiske belastninger kan få alvorlige konsekvenser for vassdraget. En ser allerede begroingsproblemer under lavvannsføring om sommeren. I denne sammenheng er det viktig å unngå tørrlegging, da dette sterkt reduserer det biologiske grunnlaget i elva. En jevn, men lav vannføring er da bedre enn en stor vannføring etterfulgt av en tørrlegging.

## 7. LITTERATUR

- Balloch, D., Davies, C.E. & Jones, F.H. 1976. Biological assessment of water quality in three British rivers: the North Esk (Scotland), the Ivel (England) and the Taf (Wales). Wat.Pollut.Control., Lond. 75: 92-110.
- Borgstrøm, R., Brittain, J.E. & Lillehammer, A. 1976. Evertebrater og surt vann. SNSF Intern rapp. 21: 33 pp.
- Borgstrøm, R. & Saltveit, S.J. 1978. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del II. Bunndyr og fisk i Akerselva, Sognsvannbekken-Frognerelva, Holmenbekken-Hoffselva og Mærradalsbekken 1976 og 1977. Rapp.Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 38, 53pp.
- Brabrand, A. & Saltveit, S.J. 1978. Fiskeribiologiske undersøkelser i Øyangen, Volbufjorden og Strandefjorden, Øystre Slidre. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 36: 58 pp.
- Brinck, P. 1949. Studies on Swedish stoneflies (Plecoptera). Opusc.ent.Suppl. 11: 1-250.
- Brittain, J.E. 1978. Sparkemetoden - fordeler, ulemper og anvendelser. Fauna 31: 56-58.
- Brittain, J.E., Lillehammer, A. & Bildeng, R. 1983. The impact of a water transfer scheme on the benthic macro-invertebrates of a Norwegian river. In Lillehammer, A. & Saltveit, S.J. (eds.). Proc.2nd int.Symp.on Regulated Streams, Oslo, 1982. Univ. Oslo. In press.

- Cairns, J., Dickson, K.L. & Lanza, G. 1973. Rapid biological monitoring system for determining aquatic community structure in receiving systems. In Cairns, J. & Dickson, K.L. (eds.), Biological methods for the assessment of water quality. Amer.Soc.Test.Mater., Philadelphia. pp. 148-163.
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. Can.J.Zool. 49: 167-173.
- Hellawell, J.M. 1978. Biological surveillance of rivers. Water Res.Centre, Stevenage, U.K. 332 pp.
- Hynes, H.B.N. 1961. The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. Arch.Hydrobiol. 57: 344-388.
- Larsen, H.B. 1972. Limnologiske undersøkelser av Lakssjøen og Øvrebøtjern, 1972. Hovedfagsoppgave i limnologi, Univ. i Oslo.
- Larsen, R. 1968. The life cycle of Ephemeroptera in the lower part of Aurland River in Sogn of Fjordane, Western Norway. Norsk ent.Tidsskr. 15: 49-59.
- Mellquist, P. 1972. Frognerseaterbekken - en limnologisk undersøkelse av resipienten for et biologisk renseanlegg. Hovedfagsoppgave i limnologi, Univ. i Oslo. 238 pp.
- NIVA, 1975. En biologisk bedømmelse av vannkvalitet og resipientforhold i vassdrag på Romerike, Akershus. 0-92/75.
- NIVA, 1976. Vassdragsundersøkelser i ANØ-området, Akershus. Biologisk del. 0-92/75.

- Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1982. Dyr som lager for miljøinformasjon. In M. Nicholls (ed.) Vassdragsovervåking og vannforskning. Norsk Limnologforening, 92-101.
- Resh, V.H. & Unzicker, J.D. 1975. Water quality monitoring and aquatic organisms: The importance of species identification. J. Water Pollut. Control Fed. 47: 9-19.
- Rosenberg, D.M., Resh, V.H. et al. 1981. Recent trends in environmental impact assessment. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 591-624.
- Russev, B.K. 1979. Die Anpassungsfähigkeit der Ephemeropteren an die Verunreinigung der Gewässer und die Möglichkeit ihrer Ausnützung als Limnosaprobe Bioindikatoren. In: Pasternak, K. & Sowa, R. (eds.). Proc. 2nd int. Conf. Ephemeroptera, Krakow 1975. Państw. Wydawn., Warszawa. pp. 145-149.
- Raastad, J.E. 1979. Bunndyrundersøkelser i regulerte elver - med hovedvekt på insektgruppen knott. (Diptera, Simuliidae). Inf. fra Terskelprosjekt 8. 62 pp.
- Raastad, J.E. 1981. Blodsugende knott i Norge. Fauna 34: 11-19.
- Saltveit, S.J. 1977. Felt- og laboratoriestudier på steinfluer (Plecoptera), med spesiell vekt på slekten Amphinemura Ris. Hovedfagsoppgave i limnologi, Univ. i Oslo. 244 pp.
- Sládeček, V. 1973. System of water quality from the biological point of view. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 7: 1-218.

Wiberg-Larsen, P. 1980. Bestemmelsesnøgle til larver af de danske arter af familien Hydropsychidae (Trichoptera) med noter om arternes udbredelse og økologi. Ent.Meddr. 47: 125-140.

Økland, K.A. 1978. Life history and growth of Asellus aquaticus (L.) in relation to environment in a eutrophic lake in Norway. Hydrobiologia 59: 243-259.