

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern  
Oslo 3

Rapportnummer: 0-8000227
Undernummer: I
Løpenummer: 1595
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: RUTINEOVERVAKING I FARRIS - SILJANVASSDRAGET 1983 Fagrapport om sedimenter, høyere vegetasjon og begroing (Overvåkingsrapport 125/84)	Dato: 12. mars 1984
Forfatter(e): Gjertrud Holtan Lasse Berglind Arne H. Erlandsen Jon Knutzen Eli-Anne Lindstrøm Marit Mjelde	Prosjektnummer: 0-8000227
	Faggruppe: HYDROØKOLOGI
	Geografisk område: Vestfold og Telemark fylkeskommuner
	Antall sider (inkl. bilag): 38

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: I 1983 er det foretatt undersøkelser av sedimenter, høyere vegetasjon og begroing i Farris - Siljanvassdraget. Sedimentundersøkelsen i Farris (søndre basseng) tyder ikke på at det har vært markerte endringer i tilførsel av organisk stoff til Farris de siste ti-årene. Konsentrasjoner av PAH-forbindelser i sedimentanalysene var høyere enn normalt, særlig utenfor Vassvik (20-30 ganger). Vegetasjonsundersøkelsen viste at Farris er en næringsfattig innsjø, men med mer næringsrike trekk på gunstige lokaliteter. Siljanelva preges av regulering (ujevn vannføring) og forsurening. Elva har derfor begrenset selvrensningsskapasitet. Belastningen av plantenæringsalter var merkbar i begroingssamfunnet oppstrøms Gorningen med dominans av forurensningstolerante organismer. Nedstrøms Gorningen dominerte forurensningsomfintlige organismer. Dette viser innsjøens betydning i vassdragets selvrensningssprosess.

4 emneord, norske: Statlig Program
1. Overvåkingsrapport 125/84
2. Farris - Siljanvassdraget 1983
3. Sedimenter fagrapport
4. Høyere vegetasjon - fagrapport
5. Begroing - fagrapport

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Farris - Siljanwatercourse
3. Sediments - scientific report
4. Macrophytes - scientific report
Periphyton - scientific report

Prosjektleder:

*Gjertrud Holtan*

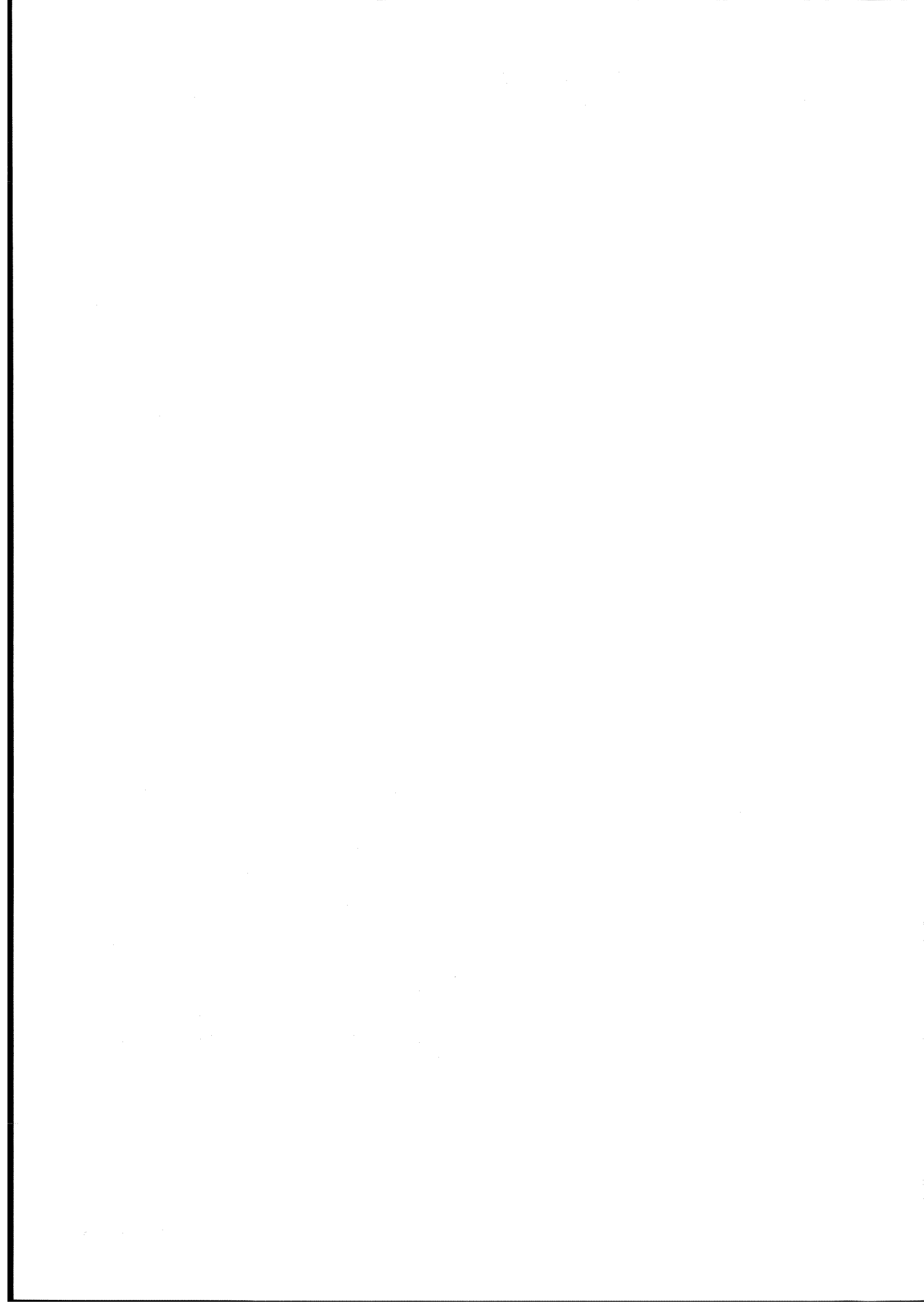
Divisjonssjef:

*Lasse Berglind*

For administrasjonen:

*J. F. ...*  
*Lasse ...*

ISBN 82-577-0754-6



NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Oslo

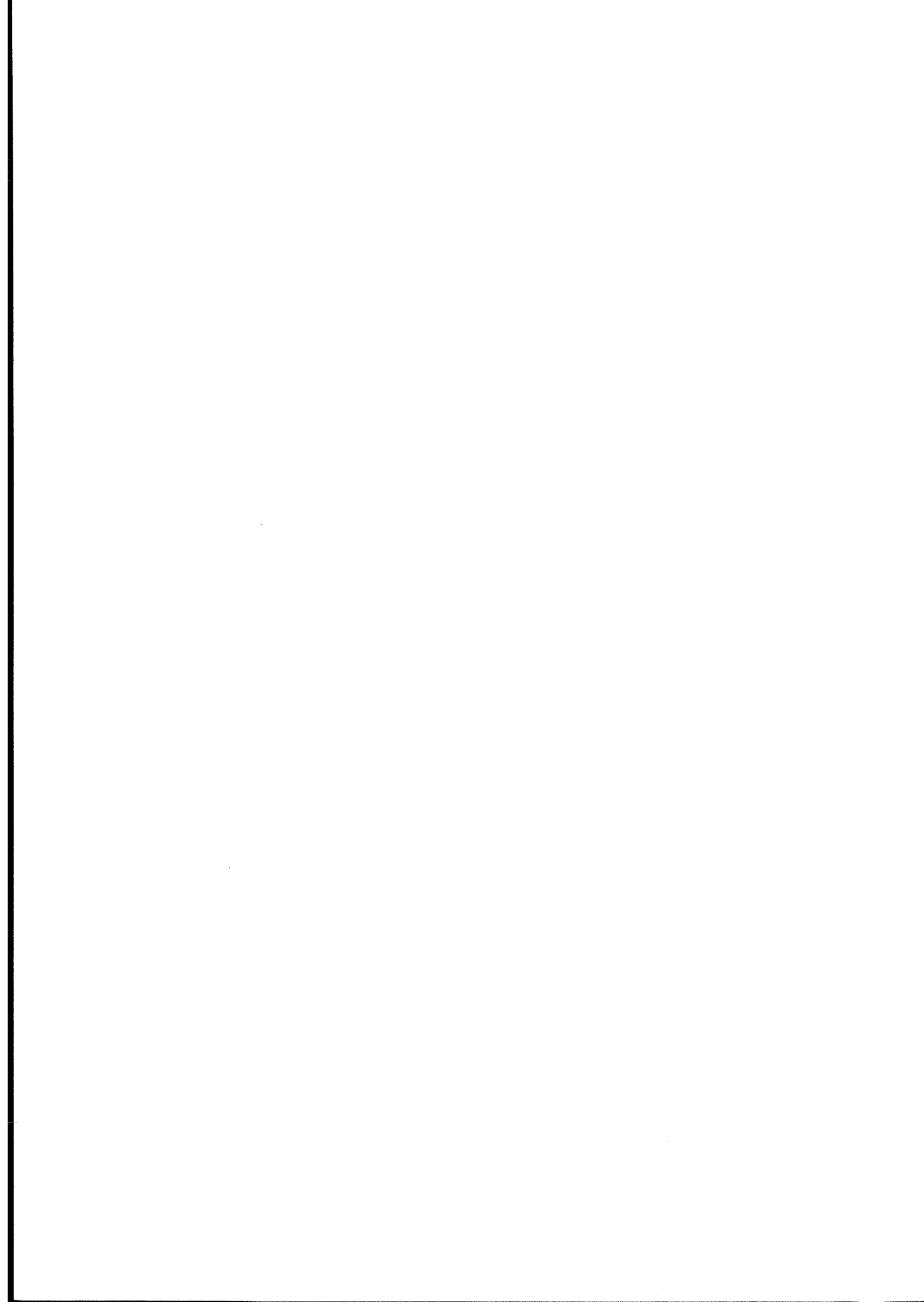
0-8000227

RUTINEOVERVÅKING I FARRIS - SILJANVASSDRAGET  
Fagrapport om sedimenter, høyere vegetasjon og begroing  
Statlig program for forurensningsovervåking

12. mars 1984

Prosjektleder: Gjertrud Holtan  
Medarbeidere: Lasse Berglind  
Arne H. Erlandsen  
Stig Hvoslef  
Jon Knutzen  
Eli-Anne Lindstrøm  
Marit Mjelde  
Bjørn Rørslett  
*Finn Wischmann*

For administrasjonen:  
J.E. Samdal  
Lars N. Overrein



# I N N H O L D

	Side
FORORD	
1. KONKLUSJONER	1
2. INNLEDNING	2
2.1 Områdebeskrivelse	2
2.2 Vannbruk og forurensninger	3
2.3 Overvåkingsprogram	4
3. DE FORSKJELLIGE UNDERSØKELSER	5
3.1 Hydrologi - Farris	5
3.2 Sedimentundersøkelse i Farris	6
3.2.1 Generelt	6
Formål	6
PAH-forbindelser	6
3.2.2 Materiale og metoder	6
3.2.3 Resultater og diskusjon	8
Karbon, nitrogen og fosfor (kjerne Fa 126)	8
PAH-forbindelser (kjerne Fa 25A, Fa 25B, Fa 27C)	9
3.3 Høyere vegetasjon i Farris	11
3.3.1 Generelt	11
Formål	11
Livsformgrupper	11
3.3.2 Materiale og metoder	12
3.3.3 Resultater og diskusjon	14
Beskrivelse av de ulike lokalitetene	14
Sammenfatning	17
Klassifisering av innsjøen	17
Samspill mellom miljøfaktorer og undervannsvegetasjon	19
Vannstandsendringer-reguleringseffekter	19
3.4 Begroing i Siljanvassdraget	21
3.4.1 Generelt	21
Formål	21
Begroingsorganismer og miljøfaktorer	21
3.4.2 Materiale og metoder	21
3.4.3 Resultater og diskusjon	22
Artssammensetning - hele samfunnet	22
Artsrikdom	22
Mengdemessig forekomst	23
Similaritet - produsenter, eksklusive kiselalger	23
Kiselalger - saprobieindeks	24
Kiselalger - diversitet	24
Kiselalger - similaritet	25
Sammenfatning	26
4. LITTERATUR	27
5. VEDLEGG (tabellene I - VIII)	29

## F o r o r d

Den foreliggende rapport presenterer resultater fra undersøkelser foretatt av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i Farris - Siljanvassdraget 1983 etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT). Undersøkelsene inngår i Statlig program for forurensningsovervåking finansiert og administrert av Statens forurensningstilsyn, og omfatter sedimenter og høyere vegetasjon i Farris samt begroing i Siljanelva.

Innsamling av sedimentprøver er foretatt av cand.real. Arne H. Erlandsen som også har hatt ansvaret for videre bearbeiding av dette materialet. PAH-analysene er utført av ingeniør Lasse Berglind som har samarbeidet med cand.real. Jon Knutzen om dette kapittel i rapporten.

Feltarbeid, innsamling av prøver og videre bearbeiding i forbindelse med undersøkelse av høyere vegetasjon er foretatt av cand.mag. Stig Hvoslef og distriktshøgskolekandidat Marit Mjelde. Resultatene er stilt sammen av M. Mjelde. Verdifull hjelp er gitt av cand.mag. Bjørn Rørslett både under bearbeiding og fremstilling av materialet, og av Finn Wischmann, Bot. Mus., UiO, med kontrollbestemmelser av vegetasjonen.

Begroingsmaterialet er samlet inn av cand.mag. Eli-Anne Lindstrøm. Artsbestemmelse og videre bearbeiding er også foretatt av henne.

NIVAs prosjektleder for undersøkelsen i Farris - Siljanvassdraget er cand.mag. Gjertrud Holtan. Hun har skrevet de generelle kapitler og hatt ansvaret for utarbeiding av rapporten.

## 1. KONKLUSJONER

1. I regi av Statlig program for forurensningsovervåking ble det i 1983 foretatt undersøkelser av sedimenter og høyere vegetasjon i Farris (søndre basseng). I tillegg ble begroingssamfunnet i Siljanvassdraget undersøkt.
2. Under feltarbeid på Farris i august 1983 ble det tatt opp en sedimentkjerne fra største dyp i innsjøen og 3 kjerner fra grunnere områder. Sedimentanalysene tydet ikke på at det har vært markerte endringer i tilførsler av organisk stoff til Farris de siste ti-årene. Avtak i C/N-forholdet viste derimot at sammensetningen av sedimentert organisk materiale har endret seg, antakelig som følge av økt nitrogen gjødsling i landbruket eller/og tilførsel av husholdningskloakk. En annen årsak kan være redusert tilførsel av C-holdig materiale som følge av endringer i skogbruk, treforedlingsindustri etc.

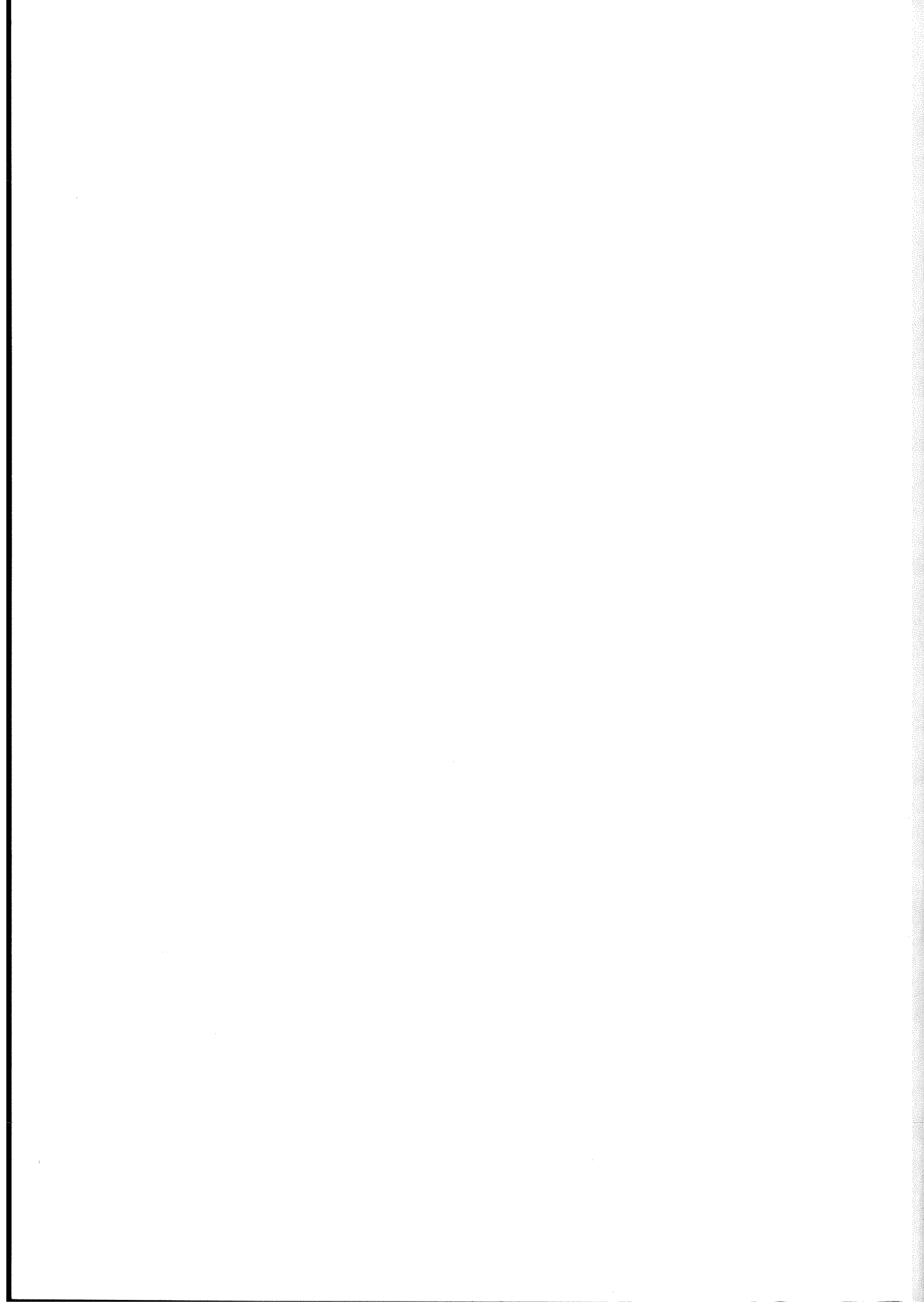
Konsentrasjoner av PAH-forbindelser i sedimentanalysene (0-4 cm) fra 3 stasjoner i den sørlige delen av Farris var høyere enn normalt, særlig utenfor Vassvik (15,56 mg PAH/kg). Jevnført med antatte normalnivåer i aerobe (ikke råtne) sedimenter, kan dette dreie seg om overkonsentrasjoner i størrelsesorden 20-30 ganger. I nærområdet til Farris er det utenom nedbør og støvnedfall 2 tenkbare hovedkilder for PAH; avrenning fra E18 (asfaltslitasje, bilavgasser) og tilsig fra barkfyllingen ved Vassvik.

3. Den høyere vegetasjonen i Farris ble sommeren 1983 undersøkt på 7 lokaliteter. Lokalitetene omfattet både eksponerte og beskyttede områder, og ga derfor et godt bilde av vegetasjonens sammensetning og utbredelse.

Vegetasjonen var dominert av lite - middels kravfulle (oligotrofe - mesotrofe) arter. Beskyttede lokaliteter med svak helning på stranda, gir de beste muligheter for utvikling av høyere vegetasjon. Det var også her de mest kravfulle artene ble observert.

Som helhet viste vegetasjonsundersøkelsen at Farris er en næringsfattig innsjø, men med mer næringsrike trekk på gunstige lokaliteter. Kortsukksplantene (isoetidene) tjønngras, krypsiv og botnegras dominerte undervannsvegetasjonen. Sistnevnte var noe sparsom på eksponerte lokaliteter og i mer forurensede områder, f.eks. Vassvik. Den er indikatorart for næringsfattige innsjøer. Tjønngras og krypsiv er vanlig forekommende i både næringsfattige og mer næringsrike innsjøer, men krypsiv er indikatorart for surt og humøst vann.

4. Farris - Siljanvassdraget preges både av periodevis ujevn vannføring (reguleringer) og forsuring. Selvrengningskapasiteten er begrenset, og bare små belastninger kan gi uønskede utslag. I begroingssamfunnet (juli 1983) var belastning av plantenæringsalter merkbar ovenfor Gorningen med redusert artsrikdom og dominans av forurensningstolerante organismer, særlig oppstrøms Oppdalsvatn. Nedstrøms Gorningen var begroingssamfunnet preget av forurensningsømfintlige organismer og viser innsjøens betydning i vassdragets selvrengningsprosess. Det antas at reguleringsinngrepet er medvirkende årsak til stor forekomst av moser og til dels alger på alle stasjoner (begroingen blir ikke spylt vekk).

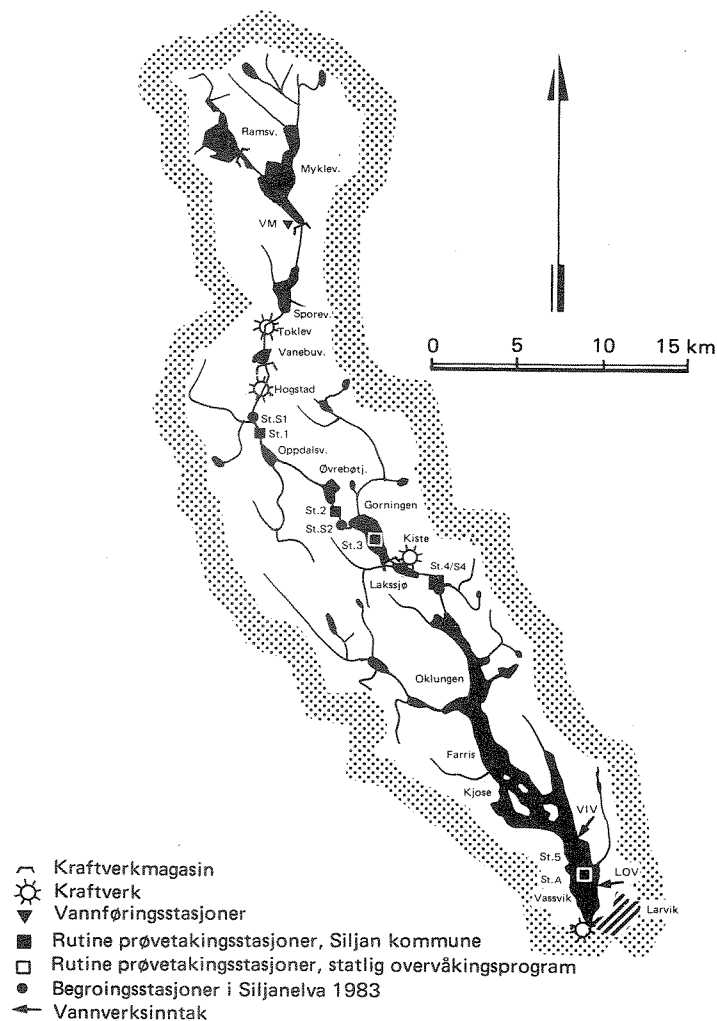




## 2. INNLEDNING

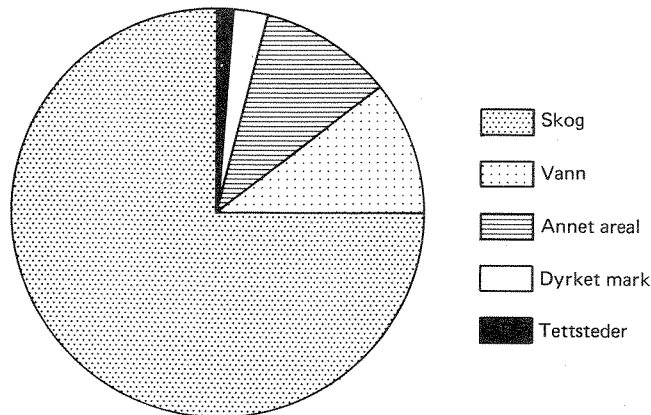
### 2.1 Områdebeskrivelse

Nedbørfeltet til Farris er beregnet til 493 km<sup>2</sup> ved utløpet av Farris. Hovedvassdraget (Siljanelva), fig. 1, strekker seg nordvestover fra Larvik i sør til Skrimfjellene (750 m.o.h.) i nord. Bergartene er stort sett kalkfattige og lite løselige i vann. Vassdraget er derfor preget av ionefattig vann med lav bufferkapasitet. Øvre marin grense i området ligger ca. 175 m.o.h., det vil si at marin leire finnes i hoveddalføret opp til dette nivå. Marine avsetninger vil her kunne påvirke vannkvaliteten, særlig i forbindelse med stor vannføring (vår- og høstflom). Forøvrig er området dekket av et tynt lag med bunnmorene eller består av snaufjell.



Vassdraget drenerer i hovedsak områder med barskoger (mest gran), hvor det er lite menneskelig aktivitet. Sammenhengende jordbruksarealer finnes bare i Oppdalsbygda, nord for Oppdalsvatn og i Siljan, oppstrøms Gorningen/Lakssjø.

Fig. 2 viser den prosentvise andel av arealfordelingen i nedbørfeltet til Farris.



Skogområdene dominerer nedbørfeltet, mens dyrket mark utgjør ca. 1,9 % av arealet.

## 2.2 Vannbruk og forurensninger

To store vannverk, Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV) og Larvik og Omland Vannverk (LOV), forsyner i dag tilsammen bortimot 150000 mennesker med drikkevann fra Farris. Dessuten henter Porsgrunn tilleggsvann fra denne lokalitet, som også er reservevannkilde for Skien. Det er grunn til å regne med at betydningen av Farris som drikkevannskilde vil øke.

Nedbørfeltet til Farris er tynt befolket, ca. 3000 mennesker i hele området, hvorav ca. 1700 i Siljan kommune. I tettstedene Oklungen, Kjøse og Vassvik bor det tilsammen ca. 450 mennesker, mens det i Siljan sentrumsområde bor ca. 600. De resterende bor spredt i nedbørfeltet. Hverken i Oklungen, Kjøse eller Vassvik er det bygd kommunale rensanlegg. Kloakkutslipp skjer til dels i nærmeste bekk, til dels i grunnen. I Siljan er det bygd et biologisk rensanlegg som mottar avløpet fra sentrumsområdet. For den spredte bebyggelse foreligger det ikke opplysninger om avløpsforholdene. Hvor mange som infiltrerer i grunnen og hvor mange som slipper avløp direkte ut i bekker etc., er ikke kjent.

Ca. 1,9 % av nedbørfeltet eller 9400 dekar er dyrket areal, hvorav meste- parten ligger tett opp til vassdraget. 372 km<sup>2</sup> eller ca. 75 % av nedbørfeltet er skogsterreng. Her drives et moderne og ganske intensivt skogbruk.

Industrien i nedbørfeltet er lokalisert til Siljanelva og helt i sørenden av Farris. Bortsett fra en barkfylling ved Vassvik, tømmerlager og tømmerinntak ved Farriseidet og bilvrakplass i det sørlige nedbørfelt, er det lite av forurensende industri i området.

Det antas at det i nedbørfeltet finnes ca. 400 fritidshus, og det er en betydelig fritidsaktivitet, bl.a. badeliv, båtliv og fiske i vassdraget. Sørlandsbanen og flere veier, bl.a. sterkt trafikkerte riksveier, krysser området.

Siljanvassdraget (fig. 1) er sterkt utnyttet for produksjon av elektrisk kraft, og flere av innsjøene i nedbørfeltet er regulert, hovedsakelig til vinterkraft (tab. 1).

Tabl. 1. Regulerte innsjøer

	Nedbørfelt	Årsavløp	Spesifikk avrenning	Midlere avrenning	Regulerings- høyde	Utnyttbart magasin
Data Innsjøer	km <sup>2</sup>	Tot.midl. mill.m <sup>3</sup>	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m	mill.m <sup>3</sup>
Ramsvatn	22,0				8,6	8,9
Myklevatn	86,5				10,0	46,0
Sporevatn	113,5				7,0	3,6
Vanebuvatn	136,5				7,0	2,1
Gorningen	259,5	186,1	22,7	5,9*	9,0	16,7
Farris	493,0	394,2	25,4	12,5**	3,0	66,0

\* Pers. medd. fra overing. J. Nes, Vestfold Kraftselskap (april 1983)

\*\* Pers. medd. fra elektrosjef K.E. Bache, Treschow-Fritzøe (april 1983)

### 2.3 Overvåkingsprogram

I tillegg til vanlig rutineovervåking (egen rapport) ble det i 1983 foretatt følgende mer spesielle undersøkelser:

1. Innsamling av sedimentprøver fra 4 stasjoner i Farris (søndre basseng) med analyse av bl.a. PAH-forbindelser - 1 gang
2. Høyere vegetasjon i Farris (7 stasjoner) - 1 gang
3. Begroingsnett i Siljanvassdraget (3 stasjoner) - 1 gang

Stasjonsnett/lokalitet er nærmere angitt i kap. 3.2.2 (sedimenter), kap. 3.3.2 og 3.3.3 (høyere vegetasjon) og kap. 3.4.2 (begroing).

### 3. DE FORSKJELLIGE UNDERSØKELSER

#### 3.1 Hydrologi - Farris

Farris er regulert og har en total reguleringshøyde på 3 m. På grunn av manøvreringsrutinene inntreer vanligvis lavvannsperioden i sommermånedene, mens høyeste vannstand forekommer vinterstid (regulert for vinterkraft). Ifølge Treschow-Fritzøe er øvre reguleringsgrense 23,25 m.o.h. (dvs. normal vannstand), mens nedre reguleringsgrense er 20,25 m.o.h.

På grunnlag av data innhentet fra Treschow-Fritzøe er midlere årlig varighetskurve for perioden 1970-82 satt opp i fig. 3. Fig. 4 viser midlere årlige varighetsprosentiler fordelt over året, for samme periode. Medianvannstand (1970-1982) er beregnet til 22,45 m.o.h. Maksimal variasjon i forhold til medianvannstand har i perioden vært +1,15 m (kote 23,60) og -1,71 m (kote 20,74), dvs. total variasjon på 2,86 m.

Varighetskurven er karakteristisk for norske reguleringsmagasin, med størst vannstandsavvik under medianpunktet. Ifølge Rørslett (1981) er det avviket nedover fra medianvannstand som har størst interesse ut fra et økologisk synspunkt.

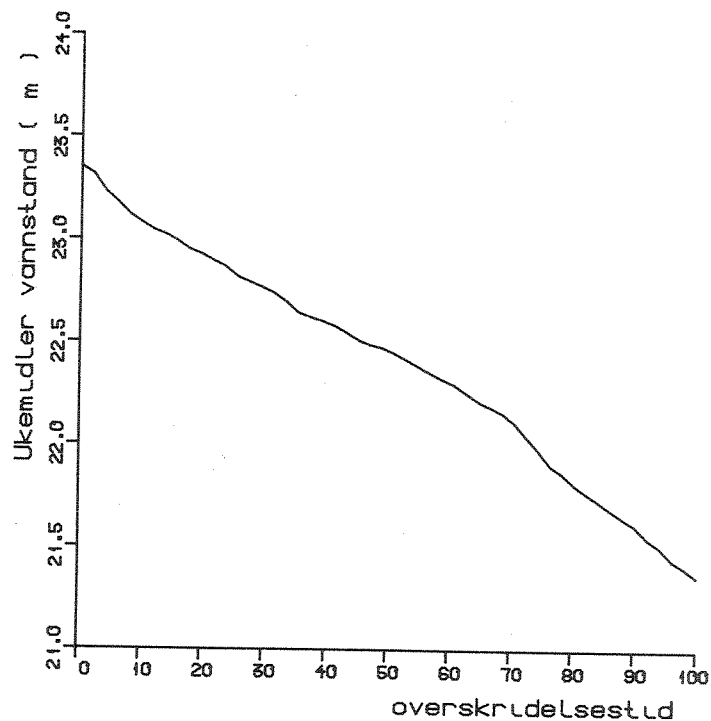


Fig. 3. Midlere årlig varighetskurve for Farris (1970-82)

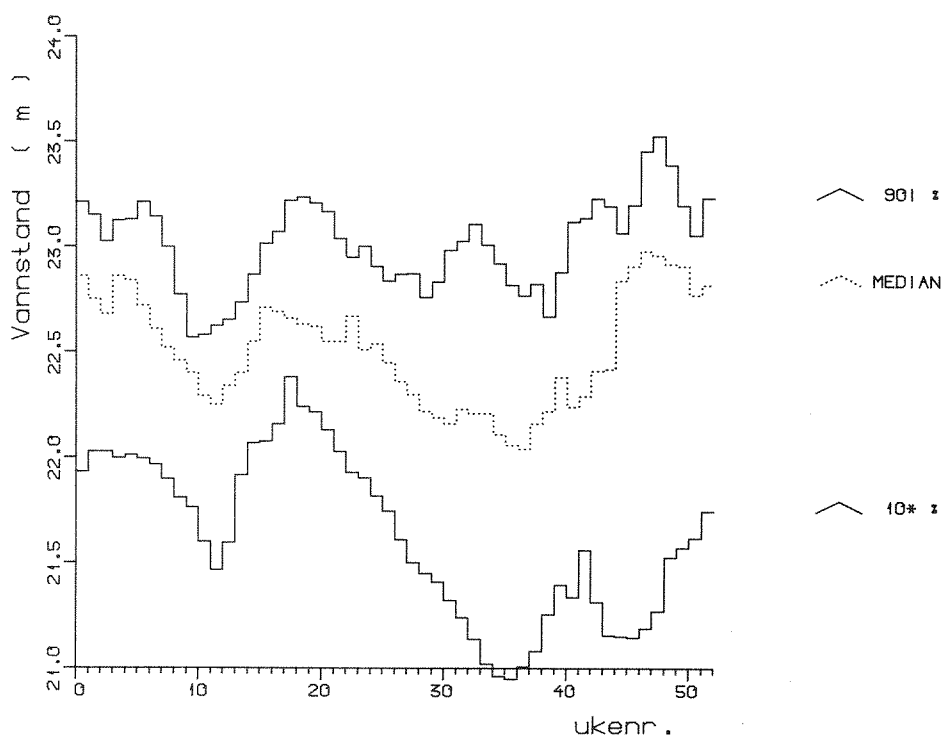


Fig. 4. Midlere årlige varighetsprosentiler over året (1970-82)

### 3.2 Sedimentundersøkelse i Farris

#### 3.2.1 Generelt

##### Formål

I nærområdet til Farris, særlig mot utløpet, foregår forskjellige aktiviteter (f.eks. barkfyllingsanlegg ved Vassvik, tømmeropplag og inntak ved Farriseidet). Formålet med undersøkelsen var å få vite om disse aktiviteter (f.eks. sig fra barkfylling) kunne spores i sedimentene. Resultatene vil være grunnlag for eventuelle mer omfattende undersøkelser.

##### PAH-forbindelser (polysykliske aromatiske hydrokarboner)

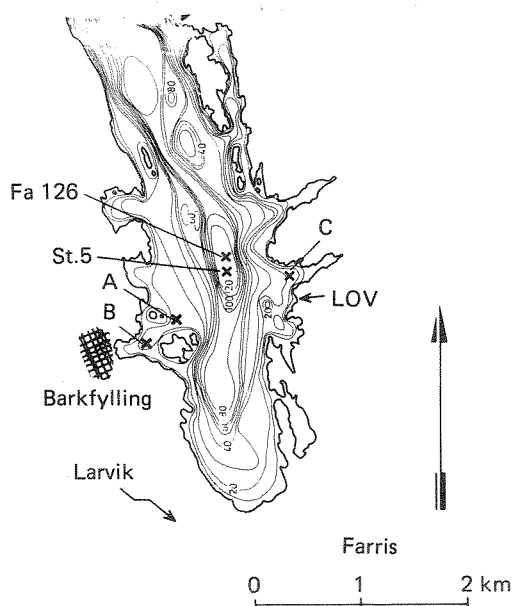
PAH er en gruppe tjærestoffer der noen av forbindelsene har potensielt kreftfremkallende egenskaper (eks. benzo(a)pyren - B(a)P). De dannes ved all ufullstendig forbrenning av organisk materiale og er til stede i et visst naturlig bakgrunnsnivå (bl.a. i mange matvarer). For nærmere opplysninger om PAH kan henvises til bl.a. Knutzen (1976), Lo og Sandi (1978) og SFT (1980).

#### 3.2.2 Materiale og metoder

Under feltarbeid på Farris 24. august 1983 ble det tatt opp en sedimentkjerne fra største dyp i innsjøen (Fa 126) og tre sedimentkjerne fra grunnere områder (tab. 2, fig. 5).

Tab. 2. Sedimentundersøkelse i Farris. Stasjonsnett 1983

Stasjonsnett	Sted	UTM-koordinater
Fa 126 = 126 m dyp	Dypeste område i Farris, sør	NL 578 497
Fa 25A = 25 " "	Vassvik, nord for Geitøya	NL 574 487
Fa 25B = 25 " "	Vassvik	NL 571 486
Fa 27C = 27 " "	Vik nedstrøms Dammen	NL 585 493



Stasjonsnettet går fram av fig. 5 (ovenfor).

Sedimentkjernen fra største dyp ble tatt opp med en rørhenter med indre diameter 44 mm (Skogheim 1979). Kjernen ble splittet i 2 cm tykke sjikt og analysert på vanninnhold, organisk karbon, nitrogen og fosfor. Analyser av karbon og nitrogen er utført på frysetørket, homogenisert sediment på en Carlo Erba Elementanalysator Mod. 1106.

For analyse av fosfor ble tørt sediment oppsluttet i 7 N HNO<sub>3</sub> ved auto-klavering i 30 minutter ved 120 °C. Fosforkonsentrasjonen er målt på fortynnede løsninger med auto-analysator etter Norsk Standard.

Sedimentkjernene fra de grunnere områdene i Farris ble tatt opp spesielt for analyse av PAH-forbindelser i sedimentet.

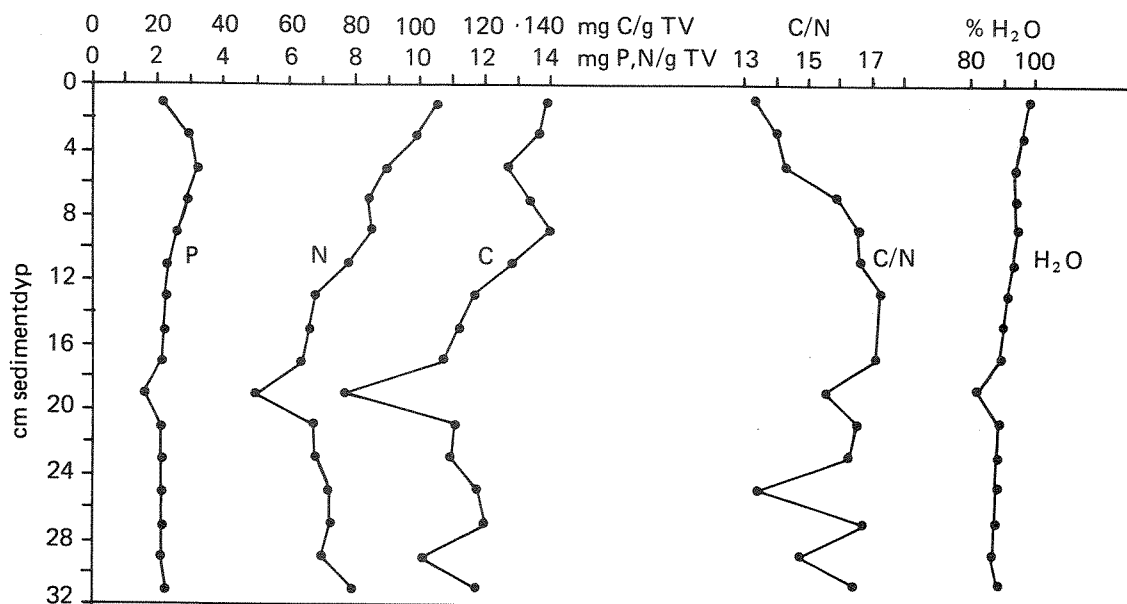
Disse kjernene er tatt med en rørhenter med indre diameter 60 mm.

To kjerner ble tatt opp fra 25 meters dyp i Vassvik (stasjon A og B), mens den tredje ble tatt opp fra 27 meters dyp (stasjon C) utenfor vanninntaket til Larvik og Omegn Vannverk (LOV).

PAH-analysene er utført på frysetørket sediment som er tilsatt indre standard og ekstrahert med syklohexan. Ekstraktet er deretter rensert med dimetylformamid for å fjerne forstyrrende stoffer. Etter tørking analyseres ekstraktet på gasskromatograf med glasskapillar-kolonne belagt med SE 54.

### 3.2.3 Resultater og diskusjon

Resultatene av sedimentanalysene er gitt i fig. 6 (nedenfor) og i tab. I og II (vedlegg).



#### Karbon, nitrogen og fosfor (kjerne Fa 126)

Denne kjernen, som er tatt fra 126 meters dyp sentralt i Farris, representerer et typisk akkumulasjonssediment. Det var ingen klare sjiktninger i sedimentet, noe som tyder på at sammensetningen av det sedimenterende materialet er forholdsvis homogent gjennom året. Det var ingen spor etter gravende bunndyr i sedimentet.

De øverste 18 cm i den undersøkte sedimentkjernen bestod av et mørkt gråbrunt dy-lignende sediment. Det organiske innholdet var høyt, med opptil 140 mg C/g tørrvekt.

Vanninnholdet i sedimentet var høyt, over 90 % i de øverste 16 cm, noe som viser at sedimentet har en løs konsistens, typisk for organiske sedimenter.

Det fremgår av fig. 6 at vanninnholdet i hele sedimentkjernen var høyt. Laveste vanninnhold var 82,5 % i sjiktet 18-20 cm. Dette sjiktet var også lysere og mer gråaktig av farge, noe som tyder på et større innhold av mineralisk materiale (leire). Som fig. 6 viser var det også lavere konsentrasjoner av organisk karbon og nitrogen på dette nivået

i sedimentet. Sjølaget kan representere en episode i innsjøens historie med større tilførsel av erosjonsmateriale (leire), f.eks. som følge av ras i nedbørfeltet.

Det er en svak tendens til økning i organisk innhold mot toppen av sedimentkjernen. Dette er et normalt mønster og er som regel betinget av at den øverste del av sedimentet er ufullstendig nedbrutt. Ut fra det foreliggende materiale ser det ikke ut til å ha vært markerte endringer i tilførsler av organisk stoff til Farris de siste ti-årene.

Det forholdsvis markerte avtaket i C/N-forholdet derimot, tyder på at sammensetningen av det sedimenterte organiske materialet har endret seg i de senere årene. Dette kan skyldes flere ting, bl.a. økt tilførsel av N-holdig materiale som følge av økt nitrogen gjødsling i landbruket eller større tilførsel av husholdningskloakk. En annen årsak kan være reduserte tilførsler av C-holdig materiale som følge av endringer i skogbruk, treforedlingsindustri etc.

Da fosfor er redoksavhengig og lett diffunderer i sedimentet under reduserende betingelser, representerer kurveformen for P-konsentrasjonen i den øverste delen av sedimentet trolig en diffusjonsprofil for fosfor, og ikke et utslag av endret fosforsedimentasjon i denne perioden.

Isolert sett er fosforkonsentrasjonen i sedimentet forholdsvis høy, stort sett over 2 mg P/g tørrvekt i hele sedimentkjernen. Sett i sammenheng med de høye karbonkonsentrasjonene er imidlertid ikke fosforkonsentrasjonene i dette sedimentet høyere enn i sediment fra andre innsjøer det er naturlig å sammenligne med, f.eks. Tyrifjorden (Erlandsen & Skogheim 1982).

#### PAH-forbindelser (kjerne Fa 25A, Fa 25B og Fa 27C)

Det foreligger få data for sammenligning med hensyn til PAH i innsjø-sedimenter.

Müller et al (1977) fant 4-7 mg/kg av total PAH, derav 0,3-0,5 mg/kg av benzo(a)pyren i de øverste 5 cm i Bodensjøen-sediment. Giger og Schaffner (1978) fant 1,58 mg PAH/kg i de øverste 3 cm i Greifensee, hvorav 0,16 mg B(a)P/kg. Heddalvatnet har fått tilførsel av PAH bl.a. fra Tinfos Jernverk A/S. På en stasjon nær bedriften ble det i oktober 1982 funnet 13,9 mg/kg total PAH, hvorav 0,69 mg/kg av B(a)P i de øverste 2 cm av sedimentene. På stasjoner lengre vekk fra utslippet ble det funnet fra 0,28 til 7,04 mg/kg av total PAH og B(a)P fra 0,01 til 0,3 mg/kg. I to sedimentprøver fra 60 m dyp i Øyeren (1980) ble det funnet 0,51 og 0,90 mg/kg PAH, hvorav henholdsvis 0,03 og 0,02 mg/kg B(a)P. Müller et al (1977) antok et bakgrunnsnivå for PAH i innsjø-sedimenter til vel 0,2 mg/kg, hvorav B(a)P til mindre enn 0,02 mg/kg. Dette er av samme størrelsesorden som har vært antydnet for fjordsedimenter (Bjørseth et al 1979).

Konsentrasjonene av PAH i sedimentet (0-4 cm) fra tre stasjoner i den sørlige delen av Farris (fig. 5) må på bakgrunn av det ovennevnte betraktes som markert høyere enn normalt, særlig på st. 25A.



St. Fa 25A	-	15,56	mg PAH/kg, hvorav	0,28	mg B(a)P/kg
St. Fa 25B	-	1,97	"	0,06	"
St. Fa 27C	-	4,77	"	0,05	"

Utenom nedbør og støvnedfall er det to tenkbare hovedkilder for PAH her, avrenning fra E 18 som passerer like ved (asfaltslitasje, bilavgasser) og tilsig fra barkfyllingen ved Vassvik.

Det er kjent at det kan være høye konsentrasjoner i veiavrenning (Lygren 1984). Videre er det enkelte undersøkelser som tyder på at PAH adsorberes til blader og opptas i planter. Det er derfor mulig at en viss anrikning kan skje i bark.

Data fra upåvirkede, naturlig råtne fjordsedimenter har også vist høye konsentrasjoner i ufullstendig nedbrutt organisk materiale (Knutzen et al 1981). (PAH dannes ved ufullstendig forbrenning.)

Kildene for PAH-tilførselen til Farris bør klarlegges nærmere ved analyse av sivevann fra barkfylling og ved ytterligere undersøkelser av sedimentprøver. Eventuelt kan det også analyseres på veiavrenning, men det må anses klarlagt at dette kan være en betydelig kilde. I denne forbindelse er det derfor viktigere å få et anslag for hvor mye forurenset overvann som kommer til innsjøen og hvor det skjer. Sedimentprøvene bør bl.a. omfatte uberørte (bare diffust påvirkede) områder i innsjøen, for å etablere et bakgrunnsnivå og dessuten belyse spørsmålet om det kan være andre kilder enn de ovennevnte. Av hensyn til drikkevannsinteressene bør det også vurderes å gjøre analyser av PAH i vann fra de forskjellige drikkevannsinntak.

### 3.3. Høyere vegetasjon i Farris

#### 3.3.1 Generelt

##### Formål

Vannvegetasjonen kan bidra med en vesentlig andel av en innsjøes totale primærproduksjon (Hutchinson 1975). Tilgroing i strandnære områder kan videre redusere lokalitetens bruksverdi for ulike typer av rekreasjonsvirksomhet (Rørslett 1983). Formålet med denne undersøkelsen har derfor vært å kartlegge nåværende utbredelse av høyere vegetasjon i Farris, som referanse for senere undersøkelser. Både overvanns- og undervannsvegetasjonen er undersøkt med hensyn til artsammensetning og utbredelse.

##### Livsformgrupper

Høyere vegetasjon er et vidt begrep som omfatter flere livsformgrupper. Rørslett (1983) gir følgende oppdeling av vegetasjonen i ferskvann (modifisert etter du Rietz 1930):

Isoetider: kortskuddplanter, oftest med blad samlet i en rosett ved basis. Næringsopptak skjer vesentlig fra bunnlagene, i mindre grad fra omgivende vannmasser. Isoetidene kan bruke  $CO_2$  fra sedimentet som C-kilde ved fotosyntesen og kan derfor også vokse i relativt surt vann. Mange isoetider er ettårige; disse artene er gjerne ytterst småvokste og kalles med et treffende uttrykk for "pusleplanter". Spesielt de ettårige isoetidene er karakterarter for oversvømmingsdelen av strandsonen. Alle isoetidene regnes for svært konkurransesvake og de fleste indikerer klart næringsfattige (oligotrofe) forhold (f.eks. brasmegras og botnegras).

Nymphaeider: flytebladsplanter, arter med den vesentligste del av bladmassen utviklet som spesielle flyteblad på vannoverflaten. Næringsopptak skjer mest fra bunnlagene, men gassutveksling ( $CO_2$ ) skjer med atmosfæren. De fleste artene i denne gruppen er mest vanlige i stillestående og sakteflytende vann (f.eks. nøkkerosene). Arter med smale bendelformede flyteblad (f.eks. flotgras) trives helst i mer strømmende vann. De fleste nymphaeider er indikatorer for oligotrofe forhold, men kan indikere næringstilgang når bestandene blir store og tettvokste.

Elodeider: langskuddsplanter, undervannsplanter med hoveddelen av bladmassen i form av spesielle undervannsblad. Næringsopptak skjer både fra omgivende vannmasser (via undervannsbladene) og fra bunnlagene. Det er dokumentert at disse plantene tar opp næringssaltene der det er "lette" - dvs. at på mindre næringsrike lokaliteter blir bunnlagene hovedkilden, mens vannmassene får større betydning når konsentrasjonen av næringssalter øker. Mange av elodeidene behøver bikarbonat ( $HCO_3$ ) som karbonkilde ved fotosyntesen. Slike arter er oftest karakteristiske for mer næringsrike (eutrofe) lokaliteter.

Lemnider: flytere, små frittflytende vannplanter med blad på eller like under vannoverflaten. Næringsopptak, med mulig unntak for karbonkilden, skjer direkte fra vannmassene. Stor forekomst av dette vegetasjonselementet henger alltid sammen med rik tilgang på næring (eutrofe voksesteder). Lemnider finnes hovedsakelig i stillestående eller sakteflytende vann.

Overvannsvegetasjon: - et samlebegrep for en uensartet gruppe av planter som vokser i strandnære områder og har det meste av bladmassen over vannoverflaten. Gruppen omfatter såvel sterkt som svakt akvatiske arter med varierende tilpasningsgrad til et liv i vann. De mest utpreget akvatiske artene kalles ofte helofytter, men avgrensning mot øvrige myr- og sumpplanter er vanskelig. Artene forekommer under skiftende økologiske forhold.

I denne undersøkelsen har vi representanter for alle de nevnte livsformgruppene, unntatt lemnidene. Vi har også forsøkt å skille mellom de sterkt akvatisk bundne artene i overvannsvegetasjonen, helofyttene, og de mindre akvatisk bundne artene, samlet i begrepet kantvegetasjon.

### 3.3.2 Materiale og metoder

Undersøkelse av den høyere vegetasjonen i Farris ble foretatt 6.-8. september 1983. Ialt 7 lokaliteter ble undersøkt; 6 lokaliteter i søndre basseng og 1 lokalitet i nordre basseng. Lokalitetsplasseringen er vist i tab. 3 og fig. 7. På 3 utvalgte lokaliteter, hvor vegetasjonen dannet bestander, ble det foretatt ruteanalyser. Vi benyttet åpne transekter, dvs. rutene ble ikke lagt kant i kant, men spredt langs land-vann-gradienten. Rutestørrelse var 1 m<sup>2</sup>. Dekningen er gitt ved Hult-Sernander-du Rietz' skala, med 5 dekningsgrader, hvor 1: < 1/16, 2: 1/16-1/8, 3: 1/8-1/4, 4: 1/4-1/2 og 5: 1/2-1/1. På alle lokalitetene ble det foretatt artsinventering av over- og undervannsvegetasjonen, samt registrering av vanddyp og substratforhold. Alle observasjonene ble utført fra land. Undervannsvegetasjonen ble undersøkt ved hjelp av vannkikkert.

Norske artsnavn følger Lid (1974).

I undersøkelsesperioden varierte vannstanden mellom 21.83 og 21.80 m.o.h. Dette er en noe lavere vannstand enn normalt for perioden.

Tab. 3. Høyere vegetasjon i Farris. Lokalitetsplassering 1983.

Lokalitet	Stedsnavn	UTM-koordinater
B 1	LOVISENLUND	NL 587 475
B 2	GOPLLEDAL	NL 584 485
B 3	VASSVIK	NL 568 484
B 4	ONOØYA	NL 577 506
B 5	DONKILØYA	NL 569 520
B 6	KJOSE	NL 522 534
B 7	UTLØP SILJANELVA	NL 489 646

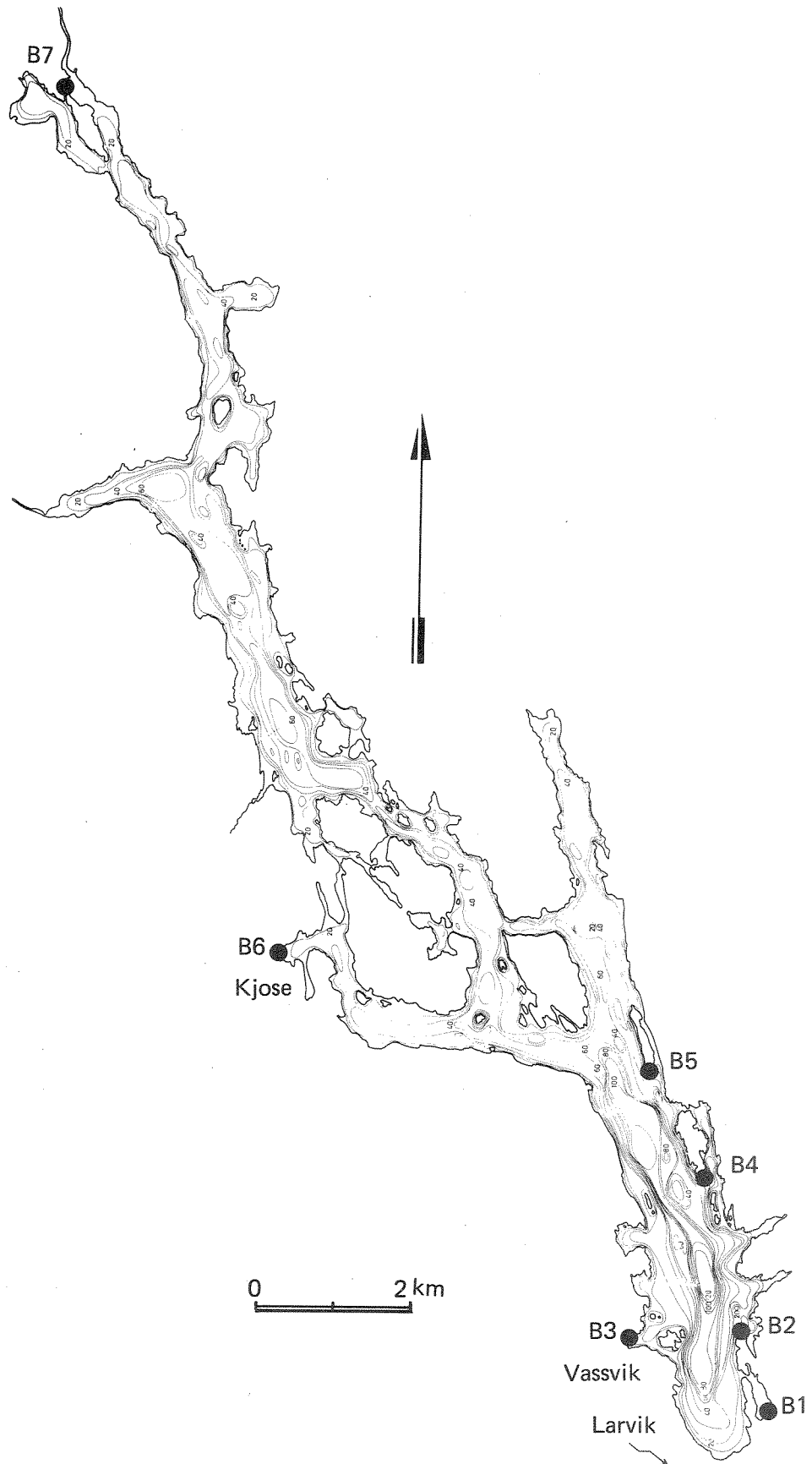


Fig. 7. Høyere vegetasjon i Farris. Lokalitetsplassering 1983

### 3.3.3 Resultater og diskusjon

#### Beskrivelse av de ulike lokalitetene

Ved Lovisenlund (B1), Kjose (B6) og utløp Siljanelva (B7) ble det foretatt ruteanalyser. Resultatene av disse er vist i vedleggsfigurer, kap.5. Videre er dybdeforhold og dybdegrensener for de dominerende bestandene vist i fig. 8. Dybdene er gitt i forhold til den aktuelle vannstanden (se kap.3.1). Artslister er gitt i tab.III (vedlegg).

#### B1: LOVISENLUND

Undersøkelsene ble foretatt i søndre del av innsjøen, ved Lovisenlund. Lokaliteten var vestvendt og lite vindeksponert. Substratet bestod stort sett av sand og leire, men med svært dyaktig bunn på grunt vann (0-1m dyp).

Helofyttvegetasjonen dannet kraftige bestander og var dominert av takrør og sjøsivaks. Sjøsvaks dannet en ca. 14 m bred sone fra 1.4 m dyp til 2-3 m innenfor vannkanten. Her og ca. 17 m innover var takrør dominant; de innerste 4-5 metrene i blandingsbestand med strandrør og vassrørkvein.

Undervannsvegetasjonen var dominert av isoetidene krypsiv, tjønngas og sylblad på grunt vann (<0.5 m dyp), mens stivt brasmegras dominerte på større dyp. Enkelte eksemplarer av ferskvannssvampen Spongilla ble observert på 0.3-0.5 m dyp. Flytebladsplantene var relativt vanlige; dominert av gul nøkkerose, men også den hvite nøkkerosa var representert.

#### B2: GOPLEDAL

Undersøkelsene ble her foretatt i ei lite eksponert, nordvendt vik i søndre del av innsjøen. Substratet bestod av finsand/silt og stein.

Helofyttvegetasjonen var dominert av en elvesnelle- bestand, avløst av krypkvein og bukkeblad lenger inn.

Isoetidene dominerte i undervannsvegetasjonen, med en tjønngas-sone rundt vannstands nivået og ut til ca. 0.5 m dyp. Krypsiv og botnegras var mer vanlige på noe dypere vann (rundt 0.5 m dyp).

#### B3: VASSVIK

Undersøkelsene ble foretatt rundt utløpet av Vassvikbekken, nedenfor barkfyllingen. Substratet bestod av finsand og silt, tildels dekket med blågrønnalgebelegg. Også undervannsvegetasjonen hadde kraftig påvekst av blågrønnalger/grønnalger.

Helofyttvegetasjonen i strandkanten dannet ingen spesiell sonering, men de artene som hadde størst forekomst var vassgro, sennegras, mannsøtgras og sverdlilje.

Undervannsvegetasjonen var dominert av isoetidene nålesivaks, tjønngas og sylblad, mens elodeidene småvasshår og klovasshår flekkvis dannet store bestander. Enkeltindivider av botnegras ble observert på 0.7-0.8 m dyp, sammen med kransalgen Nitella sp..

Vassvikbekken er lagt i rør et stykke innenfor utløpet. Rett utenfor rørledningen var helofyttvegetasjonen svært frodig og flere arter var usedvanlig storvokste. Brønnkarse dannet den største bestanden, men også vassgro og flikbrønsle dominerte lokaliteten. Langs bekkeløpet preget vass-slirekne og sennegras vegetasjonen.

#### B4: ONOØYA

Lokaliteten ble lagt på sørspissen av øya, avgrenset av bergvegg i nord. Stranda var vindeksponert og skrånet bratt ned i vannet. Substratet bestod stort sett av stein, stedvis iblandet finsand og silt.

Vegetasjonen dannet glisne bestander; helofyttene forekom bare ved enkeltindivider. Dominerende arter i undervannsvegetasjonen var krypsiv, tjønngas og sylblad, sistnevnte på dyp > 0.7 m. Elodeider ble ikke observert.

#### B5: DONKILØYA

Observasjonene ble foretatt på sørspissen av øya. Stranda var vindeksponert og substratet besto stort sett av stein og grus.

Stranda var artsfattig med store vegetasjonsløse partier. Helofyttene vassrøyrkvein, slåttestarr og vass-slirekne (landform) dannet flekkvis store bestander.

Undervannsvegetasjonen var dominert av krypsiv og tjønngas, fra strandkanten ut til et dyp på 0.5-0.6 m. Stivt brasmegras og vanlig tusenblad ble observert på ca. 0.8 m dyp. Botnegras forekom svært sparsomt. Det meste av undervannsvegetasjonen var nedslammet og dekket med påvekstalger.

#### B6: KJOSE

Undersøkelsene ble foretatt på sørøstvendt, beskytta strand ved Kjose, avgrenset av bekkeutløp i sør og båtplass i nord. Omgivelsene besto stort sett av jordbruksområder. Substratet var for det meste finkornet og dyaktig, tildels dekket med blågrønnalgebelegg.

Helofyttvegetasjonen var dominert av elvesnelle. Arten dannet reinbestand (ca. 17 m bred) ut til ca. 0.7 m dyp. Fire meter innenfor strandkanten fikk bestanden innslag av sennegras, og ca. 25 m deretter nytt innslag av vassrøyrkvein. Innerst på stranda dannet elvesnelle, vassrøyrkvein og skogsivaks et ca. 10 m bredt belte. Ellers fantes det store bestander med strandrøyr og kvass-starr.

Undervannsvegetasjonen hadde størst forekomst på noe dypere vann eller på grunne områder hvor substratet besto av finsand. Dominerende arter var nålesivaks, tjønngas og vasskryp. Stivt brasmegras hadde størst utbredelse på dyp > 0.7 m.

B7: UTLØP SILJANELVA

Observasjonene ble gjort i sørøstvendt vik i nordenden av innsjøen. Stranda hadde svak helning og substratet bestod av finsand, tildels dekket med et ca. 10 cm tykt dylag.

Kantvegetasjonen og helofyttene danner frodige bestander. Dominerende helofytter var krypkvein, slåttestarr, flaskestarr, sennegras og mannsøtgras. Ingen av artene strakk seg ut i vannet.

Undervannsvegetasjonen var dominert av krypsiv (0-0.5 m dyp) og stivt brasmegras (> 0.4-0.5 m dyp). Vanlig forekommende arter var ellers tjønngras, sylblad, mjukt brasmegras og nymphaeiden flotgras.

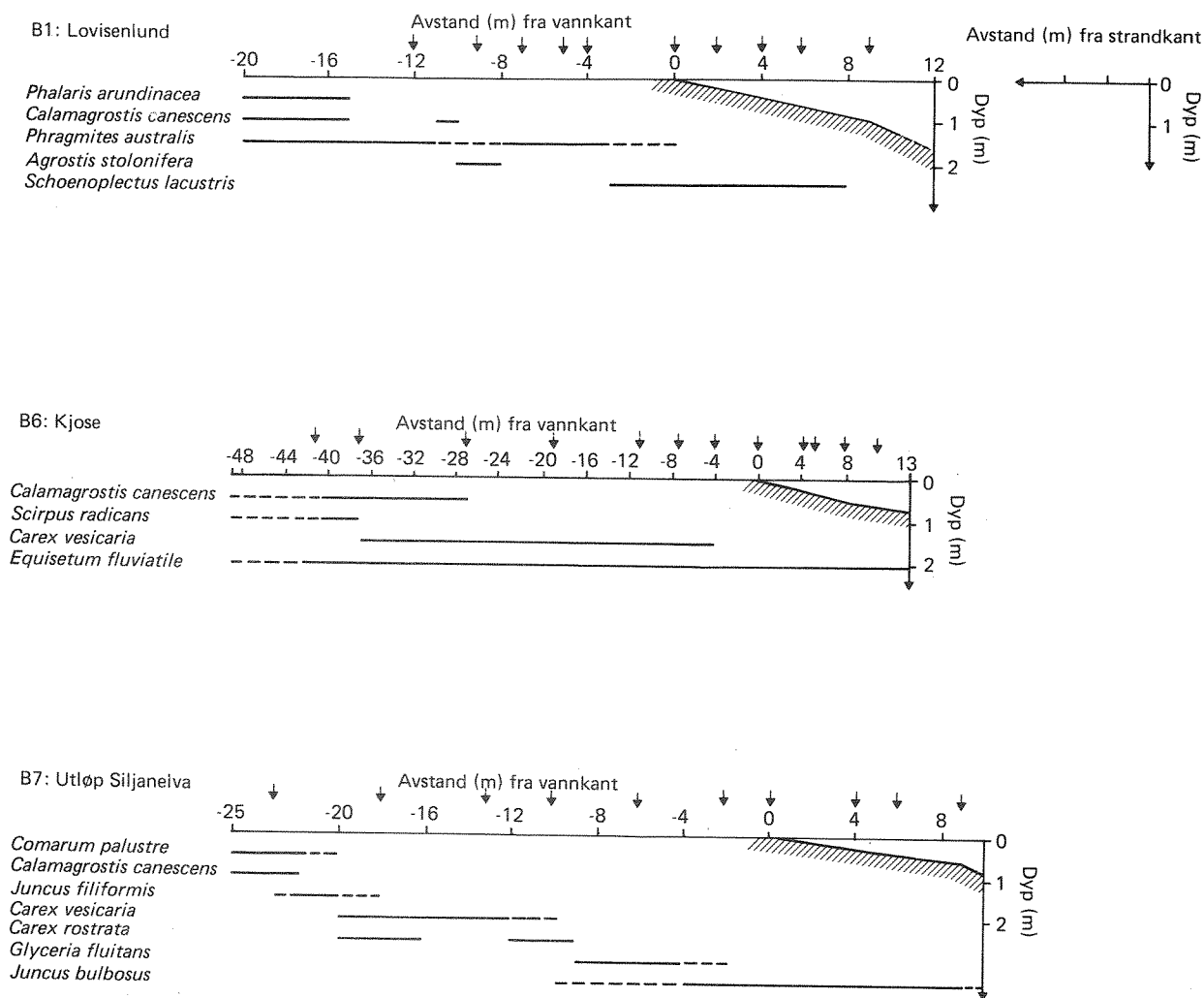


Fig. 8. Dybdegrensener for dominerende helofyttvegetasjon i Farris 1983 (B1, B6 og B7). Heltrukken linje angir bestandens grense og stiplet linje viser grenser for enkelt-individer. Pilene angir plassering av ruteanalysene.

### Sammenfatning

Dominerende og bestanddannende helofytter i Farris er elvesnelle, mannasøtgras, sennegras og slåttestarr. I beskyttede viker kan breddene på bestandene komme opp i 50-60 m, mens artene stort sett er representert ved enkeltindivider på eksponerte lokaliteter. Sjøsvaks og takrøyr, som er vanlig forekommende i norske vassdrag, ble bare observert på henholdsvis 1 og 2 lokaliteter. Arter som krypkvein, sverdlilje og vassgro er stedvis dominante.

Undervannsvegetasjonen er fullstendig dominert av isoetidene, først og fremst av grunntvannsartene tjønngas, krypsiv og botnegras. Disse danner masseforekomster på nærmest alle lokaliteter. Botnegras er noe sparsom på eksponerte lokaliteter og i mer forurensede områder (f.eks. Vassvik). Ved dyp  $\geq 0.5$  m er stivt brasmegras svært vanlig. Alle de nevnte artene er store og kraftige, noe som tyder på gode vekstvilkår eller bløt bunn. Tjønngas og krypsiv er vanlig forekommende i både næringsfattige (oligotrofe) og mer næringsrike (mesotrofe) innsjøer. Krypsiv er dessuten en indikatorart for surt, humøst vann (Rørslett m.fl. 1983). Botnegras er en indikatorart for næringsfattige innsjøer. Stivt brasmegras er også en typisk art for norske, næringsfattige innsjøer, men påvirkes lett av reguleringer. Ved store vannstandsvariasjoner vil den forsvinne helt (Faafeng m.fl. 1981). Vasskryp er vanlig i grunntvannsområdene i Farris. Arten er sterkt bundet til leirbunn, tåler store variasjoner i vannstand (Rørslett m.fl. 1983), og går for å være meso-eutrof (Jensen 1978).

Flytebladsvegetasjonen forekommer stort sett bare på beskyttede lokaliteter. Den dominerende arten for Farris er vass-slirekne, som er en middels næringskrevende art. Flotgraset er også vanlig, både på beskyttede og eksponerte strender. Denne arten er lite næringskrevende.

Utviklingen av vegetasjonen i Farris er naturlig begrenset av innsjøens morfometri; store områder med bergknauser og bratte, steinete strender. Vegetasjonen domineres stort sett av lite kravfulle arter. Gode vokseplasser for mer kravfull vegetasjon er elveos og grunne beskyttede strender, med finkornet substrat og forholdsvis god næringstilgang (f.eks. Lovisenlund, Vassvik og Kjose).

Tidligere erfaringer viser at forandringer i vegetasjonens utbredelse kan brukes som indikator på endringer i innsjøens næringstilstand. Dersom andre miljøfaktorer (bl.a. regulerings-mønsteret) holdes tilnærmet konstante, vil jevnlig flyfotografering av høyere vegetasjon (f.eks. hvert 5. eller 10. år) gi et godt grunnlag for vurdering av innsjøens næringsutvikling. Vi foreslår at en slik langtidsovervåkning kommer i gang så snart som mulig.

### Klassifisering av innsjøen

Rørslett har gjort en sammenstilling av innsjøareal og artsantall for en del norske innsjøer (Rørslett m.fl. 1983). Artsantall for innsjøene, fordelt på de ulike livsformgruppene, er gitt i tab. 4.

I fig. 9 er de samme tallene framstilt grafisk. Ut fra vannvegetasjonen i Farris kan innsjøen karakteriseres som en oligotrof innsjøtype.

I litteraturen har en rekke forskjellige kriterier vært brukt ved innsjøklassifisering. Samuelsson (1934) har ut fra et floristisk og vegetasjonsmessig grunnlag foretatt en inndeling av ulike innsjøtyper.



Han skilte mellom 4 hovedtyper: dy-sjøene, Lobelia-sjøene, lagune-sjøene og Potamogeton-sjøene. Ut fra vegetasjonssammensetningen kan Farris karakteriseres som en Lobelia-sjø. Lobelia-sjøer er klarvannsinnsjøer med artsfattig vegetasjon, mest isoetider (botnegras, tjønngras, brasmegras).

Jensén (1978) har på grunnlag av flere forfattere utviklet systemet videre. I følge hans beskrivelse kan undervannsvegetasjonen i Farris karakteriseres som oligotrafent isoetidevegetasjon, Isoetes-Lobelia-type. Dominante(D) og karakteristiske(K) arter for denne innsjøtypen er mjukt brasmegras(K), stivt brasmegras(DK), krypsiv (Juncus bulbosus v. fluitans)(K), tjønngras (DK), botnegras(DK) og myrkråkefot (Lycopodium inundatum)(K). Karakteristiske fysiske og kjemiske forhold er (fortsatt iflg. Jensén 1978): pH 6-6.5, lav konduktivitet, klar farge og siktedyp > 3 m. Kjemiske resultater fra Farris (etter Holtan m.fl. 1982) viser middelverdiene: pH 6-6.5, kond.(25°) 4 mS/m, farge 20-25 mg Pt/l og et siktedyp på ca. 7 m. De kjemiske verdiene og artsinventaret i Farris stemmer godt overens med Jenséns data. Vegetasjonen kan derfor karakteriseres som en Isoetes-Lobelia-type.

Tab. 4. Artsrikdom for en del norske innsjøer. Modifisert etter Rørslett m.fl. (1983).

Lokalitet	Areal, km <sup>2</sup>	Ant.arter tot.:vann*	Helo-fytter**	Nymph-aeider	Isoe-tider	Elod-eider	Lemn-ider
Steinsfjord	14	76:36	40	5	11	19	1
Tyrifjord	122	75:34	41	5	12	16	1
Vansjø	36	86:36	54	7	15	9	1
Østensjøvatn (Oslo)	?	117:15	102	4	-	9	2
Farris	21	36:18	18	5	10	3	-

\*: Inkl. gruppene isoetider, nymphaeider, elodeider og lemnider

\*\* : Inkl. mindre sterkt akvatisk bundne arter

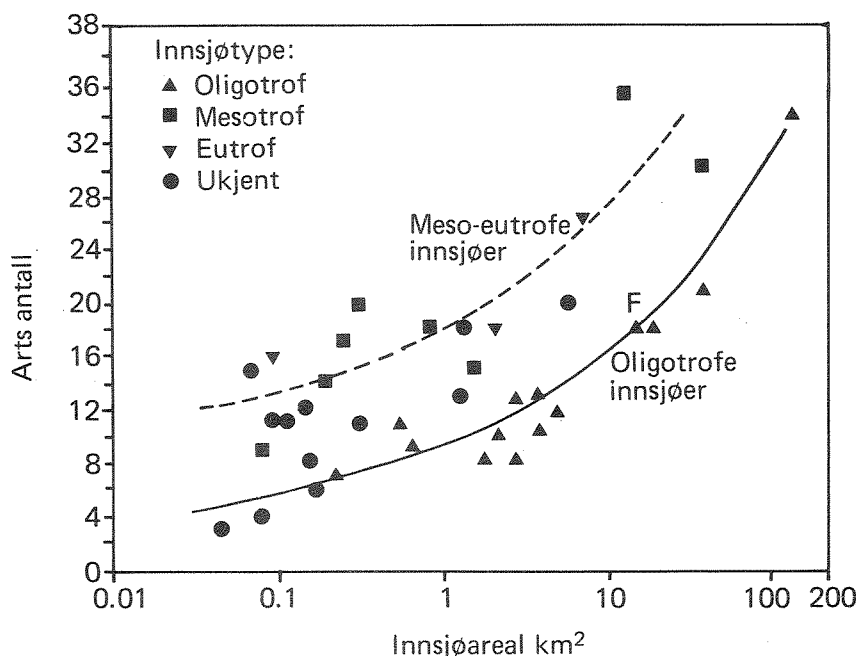


Fig. 9. Artsantall (gruppene: isoetider, nymphaeider, elodeider og lemnider) mot innsjøareal for noen sørnorske innsjøer (Faafeng m.fl. 1982) F=Farris.

### Samspill mellom miljøfaktorer og undervannsvegetasjon

Samsillet mellom miljøfaktorer og vannvegetasjon har vært gjenstand for mange undersøkelser. Rørslett (1983) har satt sammen endel faktorer som er diskutert i litteraturen :

#### Kontroll av forekomst opp/ned:

- Hydrostatisk trykk (nedre grense)
- Lysklima (nedre grense)
- Sedimentering (øvre og nedre grense)
- Undervannstopografi og stabilitet
- Vannstandsvariasjoner (øvre og nedre grense)
  - Reguleringseffekter
  - Tørrlegging/neddykking
  - Is-skuring og frostpåvirkning av tørrlagt strand
- Vanntemperatur (nedre grense)

#### Kvantitativ utvikling og forekomst:

- Generell vannkvalitet, herunder:
  - næringssaltene (P, N, K, Fe, m.v.)
  - pH og bikarbonat-nivå
- Sedimentets egenskaper og næringsnivå

#### Konkurransen og suksesjoner:

- interspesifikk konkurranse
  - andre arter med samme vekstform
  - epifytter m.v.
- intraspesifikk konkurranse
- spatial suksesjon
- temporal suksesjon

### Vannstandsendringer-reguleringseffekter

Endringer av vannstandsforholdene i en innsjø vil som oftest forskyve likevekten i innsjøens økosystem. I følge Rørslett (1980) er det et nært forhold mellom karakteristisk dyp<sup>1)</sup> for vegetasjon og innsjøens reguleringshøyde. Økende reguleringshøyde medfører at samfunnene etablerer seg på dypere vann. Samtidig skjer en kvalitativ og kvantitativ utarming av den høyere vegetasjonen, og arter som f.eks. stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) forsvinner. Brasmegras er dominerende i de fleste norske oligotrofe innsjøer, og har stor betydning for innsjøens økosystem (se bl.a. Rørslett 1980, Faafeng m.fl. 1981 og 1983). Det er derfor naturlig å bruke denne arten som indikator på forandringer i innsjøens fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

I enkelte regulerte innsjøer vil brasmegras forekomme i store mengder (Tyrifjorden), i andre er utbredelsen sparsom (Randsfjorden). Årsaken til dette skyldes, ifølge Rørslett (1980), erosjonssonens<sup>2)</sup>

beliggenhet. Forekomsten av stivt brasmegras i forhold til siktedyp og erosjonssonens nedre grense er vist i fig. 10 (litteraturdata, etter NIVA 1980).

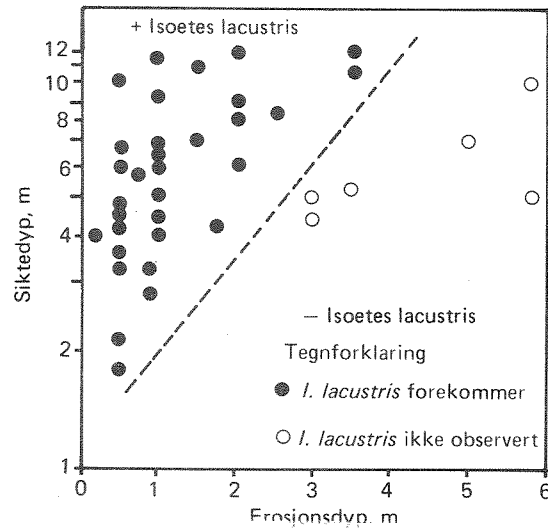


Fig. 10. Forekomst av stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) i forhold til siktedyp og erosjonssone (litteraturdata, etter Rørslett 1980).

I Farris dominerer stivt brasmegras i undervannsvegetasjonen. Nominell reguleringshøyde i innsjøen er på 3m, mens nedre dyp av erosjonssonen kan settes til -1.7m i forhold til medianvannstand. Med et siktedyp på ca. 7m og erosjonssone på 1.7m, faller Farris klart inn blant de regulerte innsjøer hvor stivt brasmegras skal forekomme (ifølge fig. 10). For å klarlegge dette bør det foretas videre undersøkelse av undervannsvegetasjonen i Farris (bl.a. brasmegrasetts andel av total vegetasjon, vegetasjonens/artenes dybdegrensener, regulerings betydning for vegetasjonsutbredelsen).

---

- Ordforklaringer:

- 1) Karakteristisk dyp: tyngdepunktet for vegetasjonens dybdefordeling, veiet med kvalitativ forekomst (Rørslett 1980).
- 2) Erosjonssone: bestemmes av laveste vannstand og eventuelt istykkelsen (Rørslett 1980).

### 3.4 Begroing i Siljanvassdraget

#### 3.4.1 Generelt

##### Formål

Formålet med undersøkelsen var dels å gi en generell beskrivelse av begroingssamfunnet på elvestrekningen opp- og nedstrøms innsjøen Gorningen, og dels å påpeke sivilisatoriske påvirkninger i vassdraget på grunnlag av begroingssamfunnet.

Begroing i elv/vassdrag spiller en stor rolle ved opptak og omsetning av løste næringssalter og lett nedbrytbart organisk materiale. Derfor kan begroingssamfunnet nyttes til å karakterisere konsekvensene av belastning med denne type stoffer. Påvirkning i form av regulering og forsurening kan også spores i begroingssamfunnet.

##### Begroingsorganismer og miljøfaktorer

Betegnelsen "begroing" omfatter i hovedsak bakterier, sopp, alger og moser knyttet til elvebunnen eller annet substrat. I noen tilfeller utgjør andre organismer, eksempelvis primitive fastsittende dyr, en del av begroingen. Begroingen kan karakteriseres ved biomasse, artssammensetning og romlig utbredelse.

Ved å være bundet til et voksested, vil begroingssamfunnet avspeile fysiske og kjemiske miljøfaktorer på voksestedet og integrere denne påvirkningen over tid.

Blant de fysiske faktorene er følgende av særlig betydning for begroingssamfunnet: Lysklima, temperatur-regime, strømhastighet og grad av mekanisk påkjenning.

#### 3.4.2 Materiale og metoder

Begroingsmaterialet ble samlet 27. juli 1983 på stasjonene S1, S2 og S4 (tab. 5, fig. 1).

Tabell 5. Begroing i Siljanelva. Stasjonsnett 1983

Stasjon	Sted	UTM-koordinater
S1	Saga gård, ca. $\frac{1}{2}$ km oppstrøms Siljan kommunes rutinestasjon nr. 1 og Oppdalsvatn	NL 378 745
S2	Gonsholt bro. Oppstrøms Gorningen, ca. 2 km nedstrøms Norheim (Siljan kommunes rutinestasjon nr. 2)	NL 435 693
S4	Ved Eide, oppstrøms bro, ca. 1 km nedstrøms Lakssjø (tilsvarende SFTs rutinestasjon nr. 4 og bunndyrstasjon nr. S2 (1982))	NL 482 666

Metodikk for rutinemessig innsamling og bearbeiding av begroing er omtalt i NIVA-rapport (NIVA 1979). I tillegg ble det samlet prøver spesielt for analyse av kiselalger. Delprøver ble tatt ut og analysert i mikroskop og prosentvis forekomst av hver kiselalgeart regnet ut. Resultatene danner grunnlag for beregning av bl.a. saprobieindeks, som er et forsøk på å angi forurensningssituasjonen ved et tall (NIVA 1983).

Slike beregninger på grunnlag av kiselalgesamfunnet er ikke utprøvet rutinemessig i Norge. Resultatene må derfor tas med forbehold.

### 3.4.3 Resultater og diskusjon

#### Artssammensetning - hele samfunnet

Begroingssamfunnets sammensetning er vist i tab. VII (Vedlegg).

Artssammensetningen på stasjonene S1 og S2 ga bare delvis et klart bilde av vannkvaliteten. Rødalgen Lemanea fluviatilis og mosen Hygrohypnum ochraceum hadde stor forekomst på begge stasjonene. De tilsier et visst innhold av henholdsvis elektrolytter og plantenæringssalter i vannet, mens grønnalgesamfunnet på stasjon S2 tilsier svakt surt, relativt elektrolyttfattig vann (Hormidium rivulare, Microspora lauter borni, Mougeotia b). Nedbrytere (organismer som lever av tett nedbrytbart organisk materiale) hadde også en viss mengdemessig betydning på stasjonene S1 og S2.

Rødalgen Lemanea og mosen Hygrohypnum ble ikke observert på stasjon S4. Her hadde derimot forurensningsømfintlige organismer stor forekomst (blågrønnalgen Stigonema mamillosum, grønnalgene Bulbochaete og Hormidium rivulare, mosen Blindia acuta). Blågrønnalgen Plectonema radiosā ble observert på stasjon S4. Den er ikke observert i Norge tidligere.

Vassdragets svakt sure karakter (Holtan m.fl. 1983) vist i kiselalgesamfunnet med dominans av surhetstolerante arter som Cymbella lunata og en rekke Eunotia-arter på alle stasjoner.

#### Artsrikdom

Det ble registrert henholdsvis 13, 18 og 24 ulike produsenter (eksklusive kiselalger) på stasjonene S1, S2 og S4 (fig. 11). Av disse var henholdsvis 4, 9 og 13 makroskopisk synlige alger. I forhold til upåvirkede vassdrag var artsantall av produsenter lavt på stasjon S1 og og delvis på stasjon S2. På stasjon S4 var artsantallet omlag som man kan vente å finne i et elektrolyttfattig vassdrag.

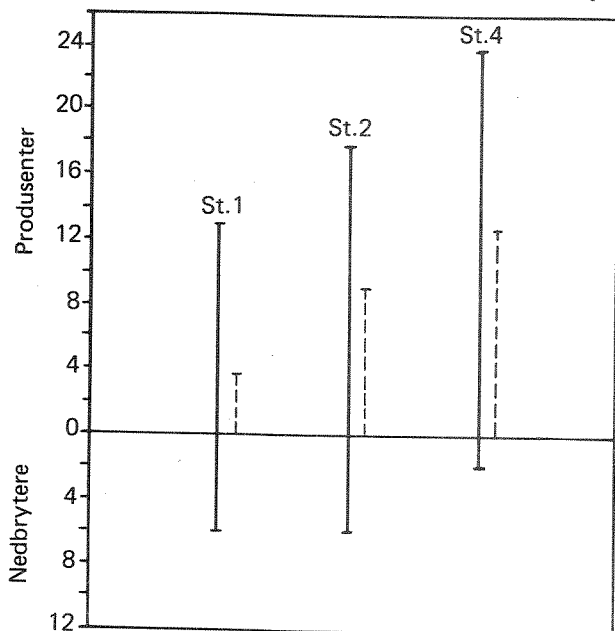


Fig. 11. Antall produsenter (arter og grupper av arter, eksklusive kiselalger) og antall nedbrytere (grupper og arter) i Farris-Siljanvassdraget 27/7-83. Stiplet linje: makroskopisk synlige alger.

### Mengdemessig forekomst

Mengden av begroing ble vurdert i felt og angitt ved elveleiets prosentvise dekning av synlig begroing (dekningsgrad, fig. 12).

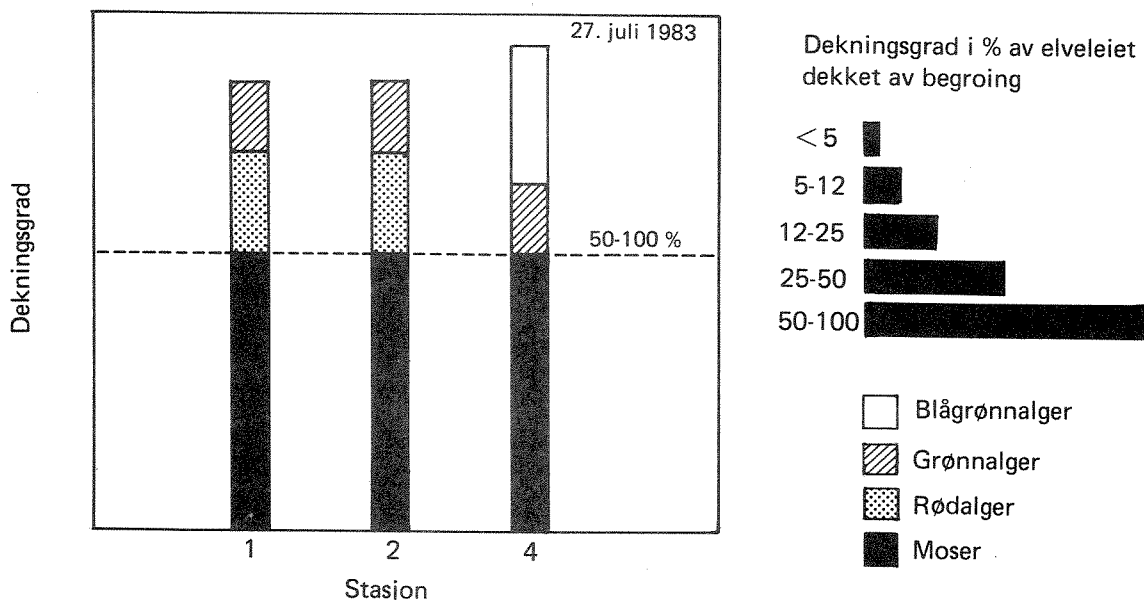


Fig. 12. Mengdemessig forekomst av alger og moser 27/7-83. Siden skalaen for dekningsgrad angir områder av % dekning, kan dekningsgradene ikke summeres. De er likevel satt over hverandre for å gi et visuelt inntrykk av frodigheten.

Begroingen ga et rikt inntrykk. Moser dekket det meste av elveleiet på alle stasjoner. I tillegg var det stor forekomst av rødalgen *Lemanea* og grønnalger på stasjonene S1 og S2. På stasjon S4 hadde blågrønnalger (rentvannsformer) stor forekomst.

### Similaritet - produsenter, eksklusive kiselalger

For å få et inntrykk av stasjonenes innbyrdes likhet/ulikhet er det beregnet similaritetsindeks. Sørensens indeks for kvalitative data (Sørensen 1948) er anvendt, som mellom to stasjoner er gitt ved

$$L = 2A/(B+C)$$

hvor A = antall arter felles for to stasjoner

B = " " på stasjon S1

C = " " " " S2

Indeksen kan teoretisk variere mellom 0 (ingen likhet) og 1 (perfekt overensstemmelse i artsinnhold).

Ved beregning av similaritetsindeks er hele begroingssamfunnet eksklusive nedbrytere og kiselalger tatt med.

Similaritets- indeks, L	L 1 St.S1 / St.S2	L 2 St.S2 / St. S4	L 3 St.S1 / St.S4
	0,56	0,52	0,31

Relativt liten likhet mellom stasjon S1 og stasjon S4 (L3 = 0,31) tilsier at det skjer vesentlige endringer i begroingens artssammensetning mellom stasjon S1 og stasjon S4. Dette indikerer endring i vannkvalitet eller/og i de fysiske (naturgitte) forhold på elvestrekningen.

#### Kiselalger - saprobieindeks

Resultatene av kiselalgeanalysen er gjengitt i tabell VIII (Vedlegg).

På grunnlag av kiselalgenes prosentvise forekomst er det beregnet saprobieindeks (NIVA 1983):

St. S1	St. S2	St. S4
0,70 xenosaprob	1,07 oligosaprob	0,61 xenosaprob

Hvis saprobieindeks uttrykker intensiteten i omsetning av næringsstoffer (plantenæringsalter og nedbrytbart organisk materiale), skal stasjonene S1 og S4 betegnes næringsfattige og stasjon S2 normalt moderat næringsrik. Ifølge det øvrige samfunnet er stasjonene S1 og S2, muligens også stasjon S4, mer næringsrike enn saprobieindeks tilsier. Det har trolig sammenheng med den sure vannkvaliteten som nedsetter omsetningshastigheten for en del næringsstoffer. I 1982 varierte pH fra 4,3-6,8 (st. S1), 4,8-7,7 (st. S2) og 5,4-6,5 (st. S4) med middelverdier på henholdsvis 5,7, 5,7 og 6,0 (Holtan m.fl. 1983). Kiselalgesamfunnet ser ut til å reagere raskere på forsurening og lavt elektrolyttinnhold enn en del andre begroingsorganismer.

#### Kiselalger - diversitet

Med diversitet menes forholdet mellom artsantall og individantall. Høy diversitet betyr stort mangfold og henger bl.a. sammen med tilgang på næring. Forholdet mellom arts- og individantall er ikke konstant, men øker ved økende prøvestørrelse. Hvis prøver med ulikt individtall skal kunne sammenliknes, må individantallene (n) reduseres til én eller flere felles størrelser i prøven.

Det gjøres ved formelen:

$$E(S_n) = \sum_i \left[ 1 - \left( \frac{N - N_i}{n} \right)^n \right] \quad (\text{Hurlbert, 1971})$$

$E(S_n)$  er forventet antall arter i en delprøve på n individer fra en prøve som inneholder N individer, S arter og  $N_i$  individer av i-te art. Ved å regne ut  $E(S_n)$  for flere n fremkommer prøvens diversitetskurve, fig. 13.

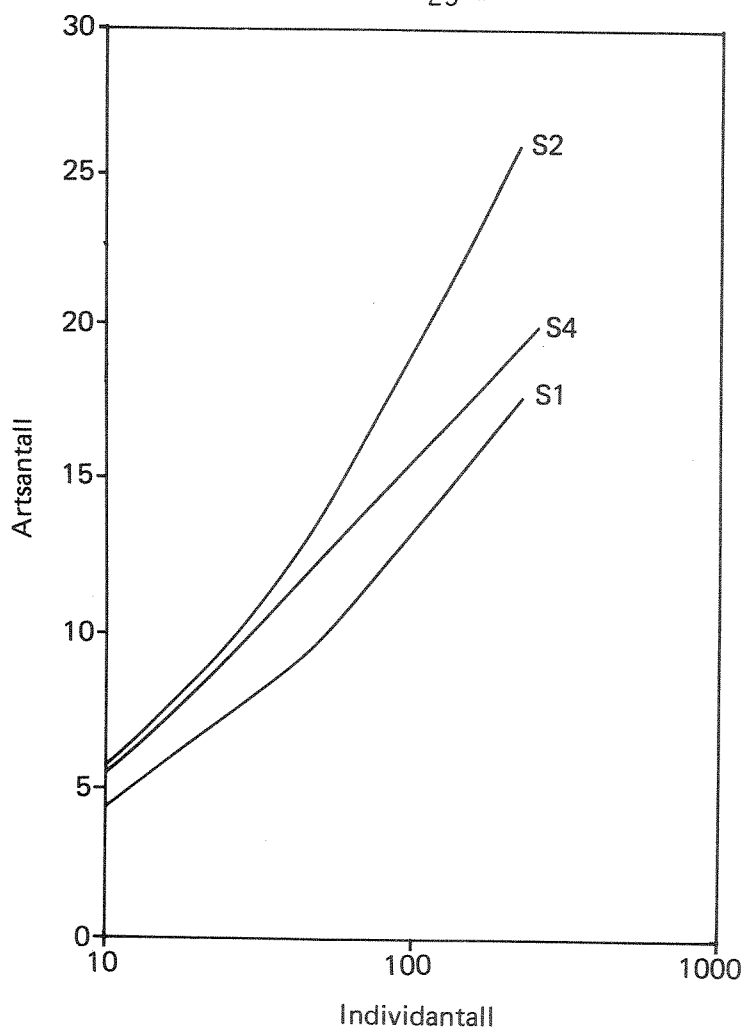


Fig. 13. Diversitetskurver for kiselalger i Farris-Siljanvassdraget, 27/7-83.

I forhold til elektrolytt-/næringsrike vassdrag var diversiteten i kiselalgesamfunnet relativt lav. Den var høyest på stasjon S2.

#### Kiselalger - similaritet

På grunnlag av kiselalgesamfunnet (tab. VIII), er det beregnet likhetsindeks mellom to og to stasjoner (a, b). Indeksen (PS) er summen av hver arts (1 til n) prosentandel ( $P_i$ ) på den av de to stasjonene der  $P_i$  er minst.

$$PS = \sum_{i=1}^s \min(P_{ai}, P_{bi}) \quad (\text{Renkonen 1938})$$

Ved total likhet er indeksen 100, ved total ulikhet 0.

$PS_1$	$PS_2$	$PS_3$
St.S1 / St.S2	St.S2 / St.S4	St.S1 / St.S4
61,9	60,9	75,5



Kiselalgesamfunnets prosentvise likhet var forholdsvis høy på alle stasjoner. Også når det gjaldt prosentvis likhet skilte stasjon S2 seg litt ut, idet stasjonene S1 og S4 viste større innbyrdes likhet enn de gjør med stasjon S2.

### Sammenfatning

Ulike sivilisatoriske påvirkninger gjør seg gjeldende i Farris/Siljanvassdraget. Det viste seg på flere måter i begroingssamfunnet.

Belastningen med plantenæringsalter og nedbrytbart organisk materiale (Holtan m.fl. 1983) var merkbar på stasjonene S1 og S2. Det vistes i begroingens artssammensetning (eksklusive kiselalger) med dominans av forurensningstolerante organismer. Det var dessuten et visst innhold av nedbrytere (lever av løst organisk materiale) på stasjonene S1 og S2. Artsrikdommen var også redusert; det gjaldt særlig stasjon S1. Det er trolig en kombinert effekt av forurensning, forsuring og regulering (spesielle fysiske forhold). Forekomst av forurensningsømfintlige organismer på stasjon S2 kan tyde på at belastningen var noe mindre der enn på stasjon S1.

Dominans av forurensningsømfintlige organismer i begroingen på stasjon S4 (nedstrøms Gorningen) tyder på et mer næringsfattig miljø, og viser innsjøens betydning i vassdragets selvrensingsprosess.

Stor forekomst på alle stasjoner av moser og delvis av alger antas å være et resultat av reguleringsdammene i vassdraget. Disse virker flomdempende og begroingen blir ikke spylt/skurt vekk slik den ofte blir under store flommer i uregulerte vassdrag.

Kiselalgesamfunnet gir et annet inntrykk enn det øvrige begroingssamfunnet. Med unntak av Fragilaria vaucheriae på stasjon S2, har ingen forurensningsindikatorer stor forekomst, og det skjer bare ubetydelige endringer i artssammensetning fra stasjon S1 til stasjon S4. Beregnet saprobieindeks tilsier at intensiteten i næringsomsetningen er lav. Diversiteten (artsrikdom i forhold til individtall) er også lav i forhold til elektrolytt-/næringsrike vassdrag. Det er nærliggende å anta at forsuring er den overordnede miljøfaktor som virker på alle stasjoner og reduserer næringsomsetning og diversitet i kiselalgesamfunnet. Næringsomsetningen reduseres ved forsuring, og erfaring viser at kiselalgesamfunnet har lav diversitet i svakt sure vassdrag.

Det er vanskelig å si hvorfor kiselalgesamfunnet på stasjon S2 skiller seg noe ut. I et vassdrag med så ulike typer av sivilisatoriske påvirkninger er det ønskelig med mer enn én observasjon for å trekke velbegrunnede slutninger.

#### 4. LITTERATUR

- Bjørseth, A., Knutzen, J. og Skei, J., 1979: Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and mussels from Saudafjord, W. Norway, by glass capillary gas chromatography. *Sci. Total Envir.* 13: 71-86.
- Brittain, J.E. 1983: Rutineovervåking i Farris-Siljanvassdraget 1982. Fagrapport om bunndyr. LFI/NIVA-rapport 0-8000227.
- Erlandsen, A.H. og Skogheim, O.K. 1982: Fosforomsetningen i sedimentene i Tyrifjorden. Fagrapport nr. 20, Tyrifjordutvalget 1983.
- Faafeng, B., Brettum, P., Gulbrandsen, T., Løvik, J-E., Rørslett, B., Sahlquist, E.Ø. 1981: Randsfjorden. Vurdering av innsjøens status 1978-80 og betydningen av planlagte reguleringer i Etna og Dokka. NIVA-rapport 0-78014 VI.
- Faafeng, B., Brabrand, A., Gulbrandsen, T., Lind, O., Løvik, J-E., Løvstad, Ø., Rørslett, B. 1982: Jarenvatnet. NIVA-rapport 0-78014-VIII.
- Giger, W. og Schaffner, C. 1978: Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Environment by Glass Capillary Gas Chromatography. *Analytical Chemistry Vol. 50, No. 2:243-249.*
- Holtan, G., Berge, D., Brettum, P., Brittain, J.E. 1983: Rutineovervåking i Farris-Siljan-vassdraget 1982. NIVA-rapport 0-8000227.
- Hurlbert, S.N. 1971: The non-concept of species diversity. *Ecology* 53: 577-586.
- Hutchinson, G.E. 1975: *A Treatise on Limnology. Vol. 3: Limnological Botany.* Wiley & Sons, New York, 660 pp.
- Jensén, S. 1978: Representativa naturtyper och hotade biotyper i Norden. *Vegetasjonstyper*, 6: 1-50. Nordiska Ministerrådet. Nov. 1978.
- Knutzen, J. 1976: Polysykliske aromatiske hydrokarboner - forekomst og effekter i miljøet. Pp. 401-417 in 12. Nordiska symposiet om vattenforskning. *Organiska miljøgifter i vatten, Visby 11-13/5 1976. Publ. 1976: 2, NORDFORSK, Miljøvårdssekretariatet, Helsinki.*
- Knutzen, J., Ormerod, K., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, K. 1981: Et biogeokjemisk studium av en permanent anoksisk fjord - Framvaren ved Farsund. NIVA-rapport F-80400.
- Lo, M.-T. og Sandi, E. 1978: Polycyclic aromatic hydrocarbons (polynuclears) in food. *Residue Reviews* 69, 35-86.
- Lygren, E. 1984: Highway pollution in a Nordic climate, NIVA-rapport 0-79024, in press.
- Müller, G., Grimmer, G. og Böhnke, H. 1977: Sedimentary Records of Heavy Metals and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Lake Constance. *Naturwissenschaften* 64: 427-431.
- NIVA 1979: Biologiske metoder aktuelle ved overvåking. 0-75038.

NIVA 1983: Biologisk begrunnet vurdering av saprobiering/eutrofiering i elver. 0-8000702.

Renkonen, O. 1938: Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore.  
An Zool Soc Zool-Bot Fenn Vanamo 6:1-231.

Rørslett, B. 1980: Reguleringsvirkninger på høyere vegetasjon i norske innsjøer. NIVA Årbok 1979: 27-31.

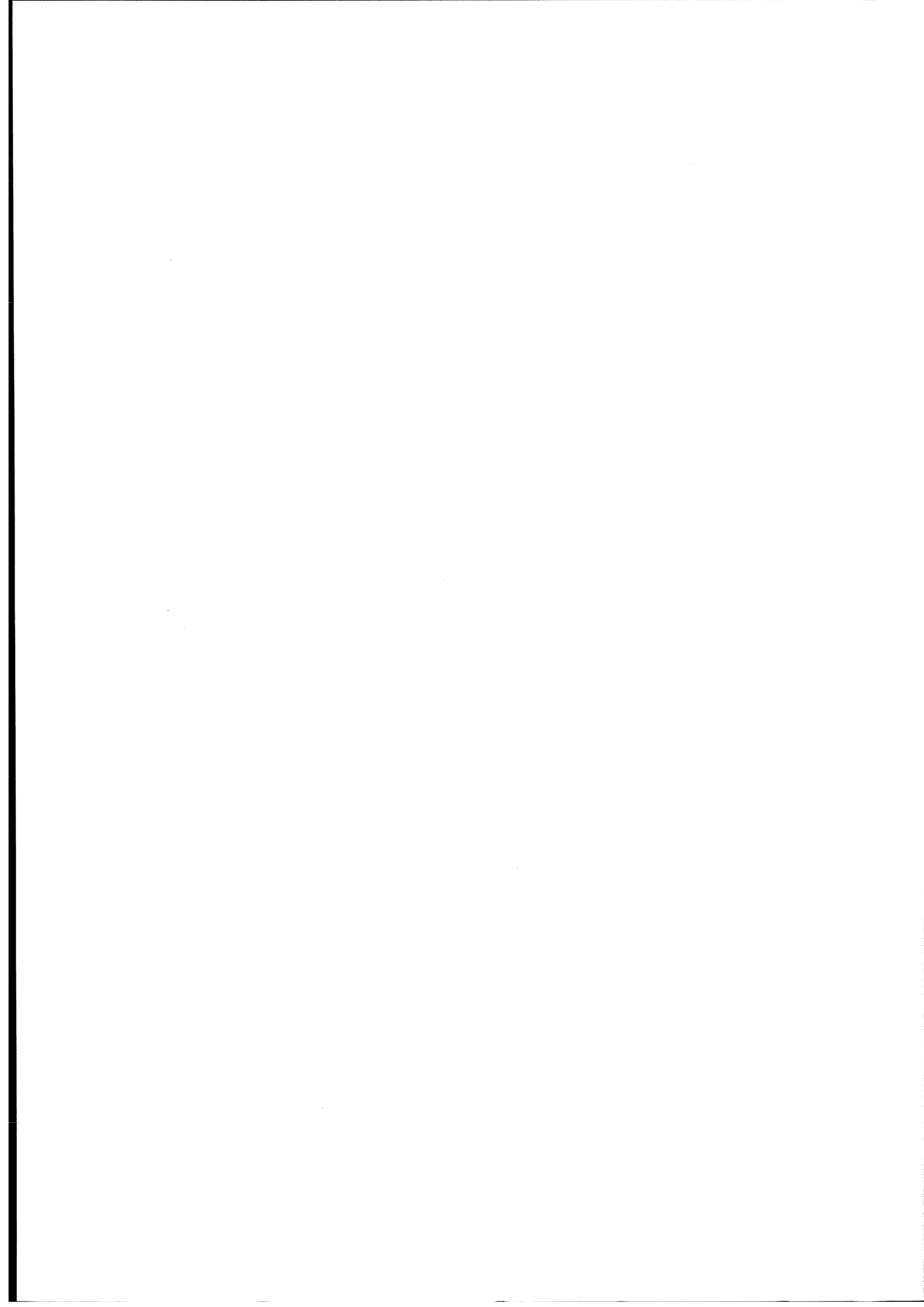
Rørslett, B., Lindstrøm, E-A., Traaen, T., Aanes, K-J. 1983: Glåma i Hedmark. Biologiske undersøkelser i Glåma med bielver. NIVA-rapport 0-78045 VI.

Samuelsson, G. 1934: Die Verbreitung der höheren Wasserpflanzen in Nord-Europa. Acta. Phytogeogr. Suec. 6.

SFT (Statens forurensningstilsyn) 1980: Polysykliske aromatiske hydrokarboner i Norge. Forprosjekt. SFT-rapport nr. 6/80. Februar 1980, 65 s.

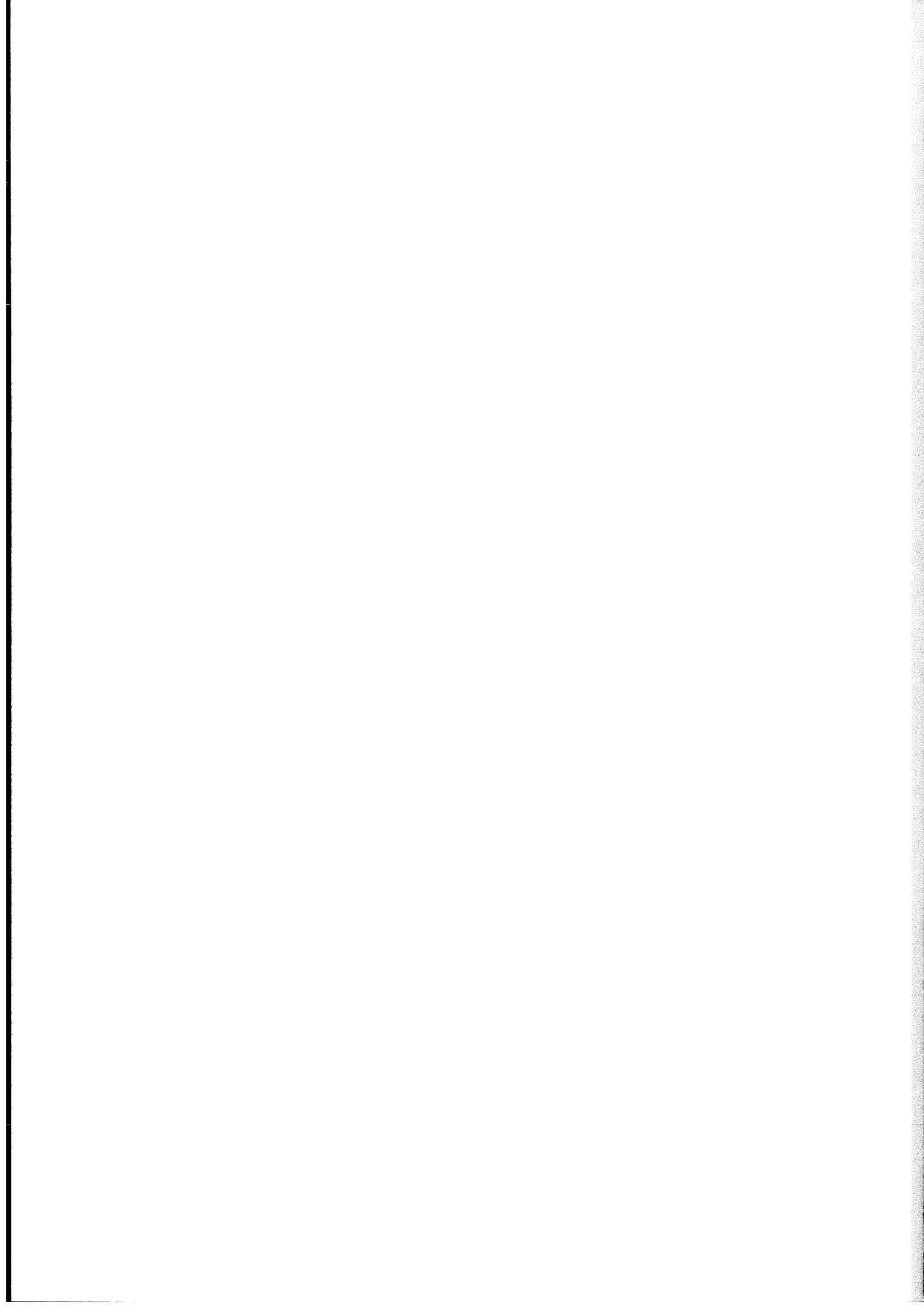
Skogheim, O.K. 1979: Beskrivelse av en sedimenthenter konstruert for prøvetaking av korte sedimentkjerner. Rapport for Årungenprosjektet 1979, nr. 2.

Sørensen, T. 1948: A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. Biol. Skrifter, 5, paper 4.



5. VEDLEGG

Tab. I - II	-	Sedimenter - PAH
Tab. III - VI	-	Høyere vegetasjon
Tab. VII - VIII	-	Begroing



Tabell I. Farris. Resultater av sedimentanalyser 23. august 1983.

Sedimentkjerne Fa-126				
Sedimentdyp cm	Karbon mg C/g TV	Nitrogen mg N/g TV	Fosfor mg P/g TV	Vann % H <sub>2</sub> O
0 - 2	139,6	10,5	2,2	97,7
2 - 4	137,3	9,9	3,0	96,2
4 - 6	127,4	9,0	3,3	94,8
6 - 8	133,6	8,4	2,9	94,7
8 -10	140,2	8,5	2,6	94,8
10-12	127,4	7,7	2,3	93,1
12-14	116,7	6,7	2,2	91,4
14-16	113,5	6,6	2,2	90,6
16-18	106,9	6,3	2,1	88,7
18-20	75,9	4,9	1,6	82,5
20-22	110,8	6,7	2,1	88,6
22-24	108,8	6,7	2,1	87,8
24-26	117,5	7,2	2,1	88,2
26-28	119,7	7,2	2,1	88,2
28-30	100,5	6,9	2,1	86,5
30-32	127,6	7,8	2,2	87,6
Sedimentkjerne Fa-25B				
0 - 4	113,1	8,6	3,9	
4 - 6	73,5	4,9	2,4	
6 - 8	56,8	4,0	2,9	
8 -10	59,1	4,1	2,9	
18-20	83,8	5,8	2,8	
28-30	60,0	4,4	2,0	

Tabell II. Farris. Resultater av PAH-analyser.  
(Sedimentprøver, 23. august 1983.)

PAH	Prove mrk.	µg/kg tørket materiale				
		Fa 25 A 0-4 cm	Fa 25 A 30-32 cm	Fa 25 B 0-4 cm	Fa 25 B 28-30 cm	Fa 27 C 0-4 cm
Naftalen						
2-Metylnaftalen						
1-Metylnaftalen						
Bifenyl						
Acenaftalen						
Acenaften						
4-Metylbifenyl						
Dibenzofuran						
Fluoren						
9-Metylfluoren						
9.10-Dihydroantracen						
2-Metylfluoren						
1-Metylfluoren						
Dibenzothiophen						
Fenantren		168	6	80	4	99
Antracen		17	2			11
Acridine						
Carbazole						
2-Metylantracen		87				
1-Metylfenantren						29
9-Metylantracen						
Fluoranten		1326	20	186	38	441
Pyren		1117	13	163	21	357
Benzo(a)fluoren		87				34
Benzo(b)fluoren		314				137
1-Metylpyren						
Benzo(c)fenantren						
Benzo(a)antracen		332		33		105
Trifenylen/Chrysen		1305	15	157	? 51	397
Benzo(b)fluoranten		4653	51	694		1465
Benzo(j,k)fluoranten						
Benzo(e)pyren		1612	23	229	? 57	523
Benzo(a)pyren		277	Maskert	58		51
Perylen		1054				480
0-Phenylenepyren		1616	23	199		265
Dibenz(a,h)antracen		349				67
Picen						
Benzo(ghi)perylene		1242	30	167	21	292
Anthanthrene						18
Coronen						
Sum		15556	183	1966	192	4771



Tabell III. Høyere vegetasjon i Farris. Artsliste 1983

(D=dominant, V=vanlig og X=forekomst)

Latinske navn	Norske navn	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
<b>KANTVEGETASJON:</b>								
Agrostis canina	Hundekvein	X	.	X	.	.	.	.
Alopecurus aequalis	Vassreverumpe	.	.	X	.	.	.	.
Alopecurus cf. geniculatus	Knereverumpe	.	.	X	.	.	X	.
Barbarea stricta	Stakekarse	.	.	.	.	.	X	.
Bidens tripartita	Flikbrønslø	D	X	D	.	X	X	X
Calamagrostis purpurea	Skog-rørkvein	X	X	.	.	.	.	.
Cardamine pratensis	Engkarse	X	.	.	.	.	.	.
Carex cf. canescens	Gråstarr	.	.	.	.	X	.	.
Carex flava	Gulstarr	X	.	.	X	.	.	.
Eleocharis palustris	Sumpsivaks	.	.	.	.	.	D	.
Epilobium adenocaulon	Amerikamjølke	.	.	X	.	.	.	.
Equisetum arvense	Akersnelle	.	.	.	.	.	X	.
Equisetum sylvaticum	Skogsnelle	X	.	.	.	.	.	.
Filipendula ulmaria	Mjødurt	X	.	X	.	.	X	.
Galium palustre	Myrmaure	X	X	X	X	X	X	X
Gnaphalium uliginosum	Akergråurt	X	.	X	.	X	.	.
Juncus alpinus	Skogsiv	.	X	.	.	.	.	.
Juncus articulatus	Ryllsiv	X	X	X	.	.	X	X
Juncus alpinus * articulatus		.	X	.	.	.	.	.
Juncus bufonius	Paddesiv	.	.	.	.	.	X	.
Juncus conglomeratus	Knappsiv	.	.	.	.	X	X	.
Juncus filiformis	Trådsiv	X	X	X	X	X	X	D
Lycopus europeus	Klourt	X	.	.	.	.	X	X
Lysimachia thyrsoflora	Gulldusk	X	X	.	X	.	X	X
Lysimachia vulgaris	Fredløs	X	X	X	X	D	X	X
Lythrum salicaria	Kattehale	X	X	X	X	D	X	.
Mentha arvensis	Akermynte	X	X	X	X	X	X	X
Menyanthes trifoliata	Bukkeblad	X	D	.	.	.	.	.
Myosotis laxa	Dikeminneblom	X	X	X	.	.	X	.
Peucedanum palustre	Mjølkerot	X	.	.	.	.	.	X
Poa palustris	Myrrapp	.	.	.	.	X	X	.
Polygonum hydropiper	Vasspepper	X	.	X	.	.	X	X
Polygonum sp.	Hønsegras	.	.	D	.	.	.	.
Ranunculus flammula	Grøftesoleie	X	.	.	.	.	X	.
Ranunculus repens	Krypsoleie	X	X	X	X	.	X	X
Ranunculus sceleratus	Tiggersoleie	X	.	.	.	.	X	.
Rorippa palustris	Brønnkarse	X	.	D	X	.	X	X
Scutellaria galericulata	Skjoldbærer	X	.	.	X	X	.	X
Stachys sp.	Svinerot	.	.	X	.	.	.	.
Triglochin cf. palustre	Myrsaulauk	.	.	.	X	.	.	.
Veronica scutellata	Veikveronika	X	X	X	X	X	.	X
Vicia cracca	Fuglevikke	X	.	.	.	.	.	.
<b>HELOFYTTER:</b>								
Alisma plantago-aquatica	Vassgro	X	X	D	X	.	X	X
Agrostis stolonifera	Krypkvein	X	X	X	X	X	X	D
Calamagrostis canescens	Vassrørkvein	X	X	.	.	D	X	X
Calla palustris	Myrkongle	X	.	.	.	.	.	.
Caltha palustris	Soleihov	X	.	X	.	.	D	X
Carex acuta	Kvass-starr	.	.	X	.	X	D	.
Carex nigra	Slåttestarr	.	X	X	X	D	X	D
Carex rostrata	Flaskestarr	X	.	.	.	.	.	D
Carex vesicaria	Sennegras	X	X	D	X	X	D	D
Comarum palustre	Myrhatt	X	X	X	.	.	D	X
Equisetum fluviatile	Elvesnelle	X	D	.	X	X	D	X
Glyceria fluitans	Mannasøtgras	X	X	D	X	X	X	D
Iris pseudacorus	Sverdlije	X	X	D	X	X	X	X
Phalaris arundinacea	Strandrør	X	X	X	X	X	D	X
Phragmites australis	Takrør	D	.	.	.	X	.	.
Rumex aquaticus	Vasshøymol	.	.	.	.	.	X	.
Scirpus sylvaticus	Skogsivaks	X	.	X	.	.	D	X
Schoenoplectus lacustris	Sjøsivaks	X	.	.	.	.	.	.

Tabell III (forts.)

Latinske navn	Norske navn	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
<b>ISOETIDER:</b>								
<i>Eleocharis acicularis</i>	Nålesivaks	X	X	D	.	.	D	X
<i>Isoetes echinospora</i>	Mjukt brasmegras	X	X	.	.	X	X	V
<i>Isoetes lacustris</i>	Stivt brasmegras	X	X	V	X	X	X	D
<i>Juncus bulbosus</i>	Krypsiv	D	D	V	D	D	X	D
<i>Limosella aquatica</i>	Evjebrodd	.	.	X	.	.	.	X
<i>Littorella uniflora</i>	Tjønngras	D	D	D	D	D	D	V
<i>Lobelia dortmanna</i>	Botngras	X	V	.	X	X	X	X
<i>Peplis portula</i>	Vasskryp	X	X	X	.	.	D	X
<i>Ranunculus reptans</i>	Evjesoleie	X	X	V	X	X	X	X
<i>Subularia aquatica</i>	Sylblad	D	X	D	D	.	X	V
<b>ELODEIDER:</b>								
<i>Callitriche hamulata</i>	Klovasshår	.	.	X	.	.	.	.
<i>Callitriche verna</i>	Småvasshår	.	.	X	.	.	.	.
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Vanlig tusenblad	.	.	.	.	X	.	.
<b>NYMPHAEIDER:</b>								
<i>Nuphar lutea</i>	Gul nøkkerose	X	X	.	.	.	X	X
<i>Nymphaea alba</i>	Hvit nøkkerose	X	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum amphibium</i>	Vass-slirekne	X	X	D	X	D	X	.
<i>Potamogeton natans</i>	Vanlig tjønnaks	.	.	X	.	.	X	.
<i>Sparganium angustifolium</i>	Flotgras	X	X	X	X	.	X	V
<b>ANNET:</b>								
<i>Nitella</i> sp.	Kransalge	.	.	X	.	.	.	.
<i>Spongilla</i>	Ferskvannssvamp	X	.	.	X	X	.	X
Antall arter		56	37	45	29	31	50	40

Tab. IV. Høyere vegetasjon i Farris.  
Bl: LOVISENLUND 7.9.1983

Avstand (m) i forh. til vannkant Vannndyp, cm	9	6	4	2	0	-4	-5	-7	-9	-12
Arter	80	60	40	20	0	+	+	+	+	+
<i>Schoenplectus lacustris</i>	[Horizontal bars from 9 to 2 m]									
<i>Sphagnum sp.</i>	[Horizontal bars at 2 m and -5 m]									
<i>Equisetum fluviatile</i>	[Horizontal bars from 2 to -7 m]									
<i>Phragmites australis</i>	[Horizontal bars from 2 to -12 m]									
<i>Glyceria fluitans</i>	[Horizontal bar at -4 m]									
<i>Carex sp. (flava-gr.)</i>	[Horizontal bar at -4 m]									
<i>Bidens tripartita</i>	[Horizontal bar at -4 m]									
<i>Polygonum hydropiper</i>	[Horizontal bar from -4 to -7 m]									
<i>Carex rostrata</i>	[Horizontal bar at -7 m]									
<i>Agrostis stolonifera</i>	[Horizontal bar at -7 m]									
<i>Menyanthes trifoliata</i>	[Horizontal bar at -7 m]									
<i>Comarum palustre</i>	[Horizontal bar at -7 m]									
<i>Lysimachia thyrsoflora</i>	[Horizontal bar at -7 m]									
<i>Scutellaria galericulata</i>	[Horizontal bar at -7 m]									
<i>Lycopus europaeus</i>	[Horizontal bar at -7 m]									
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	[Horizontal bar at -7 m]									
<i>Cardamine pratensis</i>	[Horizontal bar at -7 m]									
<i>Galium palustre</i>	[Horizontal bar at -7 m]									
<i>Calamagrostis canescens</i>	[Horizontal bars from -7 to -9 m]									
<i>Peucedanum palustre</i>	[Horizontal bars at -7 m and -9 m]									
<i>Lysimachia vulgaris</i>	[Horizontal bars at -7 m and -9 m]									
<i>Equisetum sylvaticum</i>	[Horizontal bar at -7 m]									
<i>Phalaris arundinacea</i>	[Horizontal bar at -9 m]									
<i>Vicia cracca</i>	[Horizontal bar at -9 m]									





Tabell VII. Begroingsorganismer i Farris - Siljanvassdraget 27. juli 1983.

Klasse	Organismer, latinsk navn	St. S1		St. S2		St. S4	
		D	F	D	F	D	F
Blågrønna lger (Cyanophyceae)	Calothrix sp.		x				
	Chamaesiphon sp.				x		x
	Hydrococcus cesatii				xx		
	Oscillatoria acutissima						xx
	Oscillatoria 6. (8-9 $\mu$ )				x		x
	Plectonema radiosa					4	xxx
	Phormidium autumnale						xx
	Phormidium 7. (2 $\mu$ lange celler)						xx
	Schizothrix 3.						x
	Uident. chroococcal koloni		xx				
Grønna lger (Chlorophyceae)	Binuclearia tectorum						x
	Bulbochaete sp.					3	xxx
	Cosmarium spp.		xx		x		
	Euastrum sp.						x
	Geminella sp.				x		
	Hormidium rivulare				xx		xx
	Microspora lauter borni			3	xxx		
	Microspora cf. pachyderma				x		
	Mougeotia a (6-12 $\mu$ )						xx
	Mougeotia b (12-15 $\mu$ )				xx		
	Oedogonium (6-12 $\mu$ )				xx		x
	Oedogonium (14-18 $\mu$ )		x				
	Penium sp.		xx		x		x
Ulothricales, uident.	3	xxx					
Diverse Klasser	Lemanea fluviatilis	3	xxx	3	xxx		
	Pseudochanthransia (7-10 $\mu$ )	3	xxx	2	xxx		xx
	Tabellaria flocculosa	1	xxx		xxx		xx
Moser (Bryophyceae)	Blindia acuta					2	xxx
	Fontinalis dalecarlica	5	xxx	5	xxx	5	xxx
	Hygrohypnum ochraceum	5	xxx	5	xxx		
	Mnium hornum	1	xx				
	Racomitrium aciculare					1	xx
	Racomitrium aquaticum	3	xxx	1	xx	1	xx
Scapania sp.	1	xx	1	xx	4	xxx	
Nedbrytere (Bakt., sopp, prim. dyr)	Bakterier, staver i vannet		xx		xx		
	" , tråder i vannet		x		x		
	" , tråder, fastsittende		xx		x		
	Sphaerotilus natans		xx				
	Jernbakterier, celler				x		xx
	" , tråder				x		xx
	" , aggregater		xx		xxx		
Fargeløse flagellater		x					
Diverse	Mørk brune skorper, uident.	1	xxx	2	xxx	2	xxx
	Ophrydium versatile					1	xx

Tegnforklaring: D = dekningsgrad (se fig. 12)

F = forekomst i prøven

xxx = dominerende

xx = har mengdemessig betydning

x = liten forekomst

Tabell VIII. Prosentvis forekomst av kiselalger i Farris - Siljan-  
vassdraget 27. juli 1983.

Kiselalge, latinsk navn	St. S1	St. S2	St. S4
Achnanthes kryophila		< 1	< 1
" linearis v. pusilla		1,6	
" sp.	5,1	1,2	< 1
Anomoeoneis exilis	< 1	< 1	3,5
" serians			
Cymbella lunata	< 1	1,3	1,9
Eunotia arcus	21,4	11,1	24,6
" bidens			< 1
" faba		3,2	
" incisa	10,4	< 1	5,8
" lunaris	1,3	< 1	1,2
" tridentula v. perminuta	2,6	< 1	3,1
Fragilaria vaucheriae	1,0	14,3	
Frustulia rhomboides	1,3	2,4	2,3
" rhomboides v. saxonica	1,0		3,5
Gomphonema gracile		3,9	1,2
Melosira distans	1,0		
Navicula cryptocephala		< 1	
" cf. cari	1,3		1,5
" rynchocephala		2,4	
Nitzschia intermedia		< 1	
" palea		1,3	
" romana	< 1	< 1	
Pinnularia subcapitata v. hilse	30	6,3	8,1
" sp.		< 1	
Stauroneis anceps		< 1	
Surirella sp.		< 1	
Synedra sp.	1,3		1,9
Tabellaria fenestrata			< 1
" flocculosa	47,9	41,3	34,6
Achnanthes/Navicula		1,6	< 1
Uidentifiserte pennate	< 1	1,3	4,2

