

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-8000227
Undernummer:
Løpenummer: 1481
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: RUTINEOVERVAKING I FARRIS - SILJANVASSDRAGET 1982 (Overvåkingsrapport 79/83)	Dato: 14.5.1983
	Prosjektnummer: 0-8000227
Forfatter(e): Gjertrud Holtan Dag Berge Pål Brettum <i>John E. Brittain</i>	Faggruppe: HYDROØKOLOGI
	Geografisk område: Vestfold og Telemark fylkeskommuner
	Antall sider (inkl. bilag): 43

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

Ekstrakt: Undersøkelse foretatt i 1982 viser at vannet i Siljanvassdraget med innsjøene Gorningen og Farris er ionefattig med lav bufferkapasitet. I tillegg er vannet surt, men med avtakende surhet nedover i vassdraget. Surhetsgraden i Farris er den samme som i 1971/72. Planteplanktonets mengde og sammensetning indikerer næringsfattige forhold og god økologisk balanse i begge innsjøer. Bunndyrsammensetningen viser også at innsjøene er forholdsvis næringsfattige. Gorningen og særlig øvre deler av vassdraget er preget av regulering og forsøringsproblemer. Siljanvassdraget oppstrøms Gorningen er i betydelig grad bakteriologisk forurenset. Gorningen er noe preget av dette, mens Farris synes å være lite påvirket. Sigevannet fra barkfyllingen i Vassvik har endret karakter, men er som forurensningskilde fortsatt betydelig.

4 emneord, norske:
1. Overvåkingsrapport 79/83
2. Rutineundersøkelse
3. Farris
4. Gorningen
Siljanvassdraget

Vassvik

Prosjektleder:

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Routine surveillance
3. Lake Farris
4. Lake Gorningen
Siljan watercourse

For administrasjonen:

Gjertrud Holtan

Divisjonssjef:

Hans Holten

ISBN 82-577-0614-0

Jan Ovein

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Oslo

0-8000227

RUTINEOVERVAKING I FARRIS - SILJANVASSDRAGET 1982

Statlig program for forurensningsovervåking

Oslo, 14.5.1983

Prosjektleder: Gjertrud Holtan

Medarbeidere: Dag Berge

Pål Brettum

John E. Brittain

Brynjar Hals

Arne Kjellsen

Per Marstad

For administrasjonen:

J.E. Samdal

Lars N. Overrein

F o r o r d

Den foreliggende rapport presenterer resultater fra de fire stasjoner i Farrisvassdraget som inngår i Statlig program for forurensningsovervåking og to stasjoner i Siljanelva som Siljan kommune har ansvaret for. Nærmere geografisk avgrenset dreier dette seg vesentlig om hovedvassdraget Siljanelva med innsjøene Gorningen og Farris.

Som årsrapport blir resultatene fra 1982 behandlet, med tilbakeblikk på enkelte data fra tidligere undersøkelser. Disse data vil bli tatt med i hovedrapporten (1984) i den grad det er mulig og relevant for å få et bilde av utviklingen.

Oppdragsgiver for denne undersøkelsen er Statens forurensningstilsyn (SFT). Parallelt med denne undersøkelsen overvåker Siljan kommune to stasjoner i Siljanelva (oppstrøms og nedstrøms renseanlegg).

Undersøkelsen utføres som et samarbeidsprosjekt mellom Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Laboratoriet for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) og vannlaboratoriene i Vestfold og Telemark fylkeskommuner. Undersøkelsen ledes av cand. mag. Gjertrud Holtan som sammen med cand. real. Dag Berge (NIVA) har utført det meste av feltarbeidet på innsjøene. Laboratorieleder Arne Kjellsen (Vannlaboratoriet i Telemark) har samlet inn prøvene fra stasjon 4 (nedstrøms Lakssjø), og næringsmiddelinspektør Per Marstad (Vannlaboratoriet i Vestfold) har hatt ansvaret for innsamling av prøver fra stasjon A (Vassvikbekken). Vannlaboratoriet i Telemark (Porsgrunn) har forestått kjemiske analyser fra Siljanelva (st. 1, 2, 4) og fra innsjøen Gorningen, og byveterinæren i Skien de bakteriologiske analyser fra disse stasjoner. Kjemiprøver fra Vassvikbekken og fra innsjøen Farris er analysert ved Vannlaboratoriet i Vestfold (Tønsberg) og ved NIVA. De bakteriologiske prøver er analysert av byveterinæren i Tønsberg.

Ingeniør Brynjar Hals (NIVA) har loddet opp innsjøen Gorningen og utarbeidet dybdekart og areal- og volumkurver som presenteres i rapporten.

Artsbestemmelse og videre bearbeiding av planteplanktonprøver er utført av cand. real. Pål Brettum (NIVA), mens primærproduksjonsdata i rapporten er behandlet av Dag Berge. Dyreplanktonet er foreløpig artsbestemt ved NIVA. Dr. philos John E. Brittain (LFI) har foretatt undersøkelse av bunn-dyr i vassdraget. Resultatene er presentert i egen fagrappport og omtales bare kort her.

NIVA har hatt ansvaret for utarbeiding av årsrapporten.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. KONKLUSJONER	1
2. INNLEDNING	2
2.1 Områdebeskrivelse	2
2.2 Vannbruk og forurensninger	3
2.3 Overvåkingsprogram	5
3. RESULTATER	6
3.1 Meteorologi	6
3.2 Hydrologi	7
3.3 Morfometri	8
3.4 Fysisk-kjemiske og biologiske undersøkelser	9
3.4.1 Generelt	9
3.4.2 Innsjøstasjoner	9
3.4.3 Elvestasjoner	20
Siljanvassdraget	20
Vassvikbekken	22
3.4.4 Hygieniske forhold	24
3.4.5 Bunndyr	27
4. LITTERATUR	29
5. VEDLEGG	30

1. KONKLUSJONER

1. I regi av Statlig program for forurensningsovervåking er det i 1982 foretatt fysisk-kjemiske, biologiske og bakteriologiske undersøkelser i Farris - Siljanvassdraget ved følgende stasjoner: Gorningen, Siljanelva nedstrøms Lakssjø, Farris (sørlige basseng) og Vassvikbekken. Dessuten har Siljan kommune hatt ansvaret for overvåking av 2 stasjoner i Siljanvassdraget (oppstrøms Oppdalsvatn og Norheim, dvs. nedstrøms renseanlegg). Resultatene fra denne undersøkelsen er også trukket inn i vurderingen.
2. De kjemiske analyseresultater viser at vassdraget er preget av ione-fattig vann med lav bufferkapasitet. Vannet er surt, men med avtakende surhet nedover i vassdraget. Vannet i Farris ser ut til å ha samme surhetsgrad som ved tidligere undersøkelser (NIVA 1971/72). Sulfatkonsentrasjonen er også den samme, mens konduktiviteten og innholdet av nitrogenforbindelser har økt i perioden 1971 - 1982. Både konduktivitet og nitrogenkonsentrasjoner er høyere i Farris enn i Gorningen, antakelig som følge av aktiviteter omkring den sørlige del av innsjøen og beliggenheten nærmere havet. Økt forbruk av gjødselstoffer i landbruket, kan være årsak til de observerte høyere nitrogenverdier. Konsentrasjonen av organisk materiale (KMnO_4 -forbruk) og fosfor er høyere i Gorningen enn i Farris. Dette tyder på at denne innsjøen er mer påvirket av forurensninger. Mens fosforverdiene i Farris korresponderer med undersøkelsen i 1971/72 har KMnO_4 -forbruket gått ned. Det finner sted en viss oksygentæring i dyplagene av Gorningen under stagnasjonsperiodene, antakelig som følge av nedbrytning av organisk stoff fra nedbørfeltet. I Farris ser det ut til å være et visst oksygenavtak i dyplagene over tid, noe som kan ha sammenheng med tilsiget fra barkfyllingen i Vassvik. Sigevannet fra barkfyllingen har endret karakter fra surt til mer basisk, og har lavere konsentrasjoner av næringsalter og KMnO_4 -forbruk. Bekken er likevel fremdeles en betydelig forurensningskilde.
3. Totalvolumet av alger var høyere i Gorningen enn i Farris, men lavt i begge innsjøer. Klorofyllverdiene var også lave. Aritmetisk middel (juni - september) var $2,3 \mu\text{g kla/l}$ i Gorningen, $1,6 \mu\text{g kla/l}$ i Farris. Planteplanktonets sammensetning av arter og artsgrupper, og totalvolumets nivå gjennom vekstsesongen 1982, tyder på at hovedvannmassene i Gorningen og Farris er næringsfattige og i god økologisk balanse.
4. De bakteriologiske undersøkelser viste at Siljanvassdraget oppstrøms Gorningen var betydelig til sterkt forurenset. Situasjonen i Gorningen er til en viss grad preget av dette, mens hovedvannmassene i Farris ser ut til å være lite påvirket.
5. Bunndyrsammensetningen i Farris viser at innsjøen er forholdsvis næringsfattig. Produksjonsforholdene er best der strendene er mindre eksponert for vind. Vassvikbekken, som renner inn i Farris, er sterkt forurenset, og næringsrike utslipp fra denne øker bunndyrtettheten i Vassvik. Bunnfaunaen i innsjøen Gorningen, spesielt i strandsonen, er preget av reguleringen. Selvretningskapasiteten i Siljanelva er begrenset både på grunn av ujevn vannføring (vassdragsreguleringer) og forsurening.

2. INNLEDNING

2.1 Områdebeskrivelse

Fylkesgrensen mellom Buskerud, Telemark og Vestfold går gjennom nedbørfeltet til Farris. Følgende kommuner ligger helt eller delvis innenfor feltets grenser: Kongsberg, Lardal, Siljan, Skien, Hedrum, Porsgrunn og Brunlanes.

Feltarealet (figur 1) er beregnet til 493 km² ved utløpet av Farris. Hovedvassdraget (Siljanelva) strekker seg nord-vestover fra Larvik i sør til Skrimfjellene (ca. 750 m.o.h.) i nord. Det består av en rekke innsjøer fra Myklevatn i nord til Farris i sør, med forholdsvis korte elvepartier i mellom.

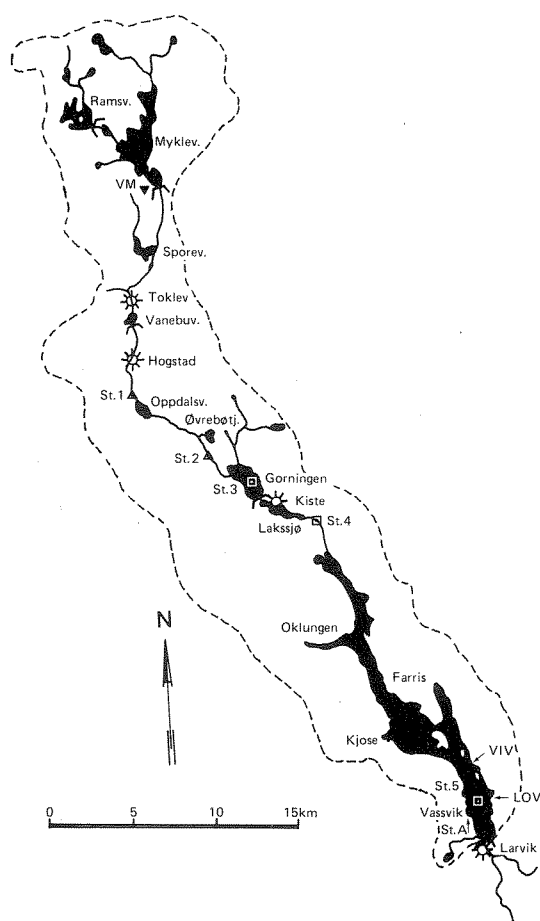


Fig. 1 Farris - Siljanvassdraget

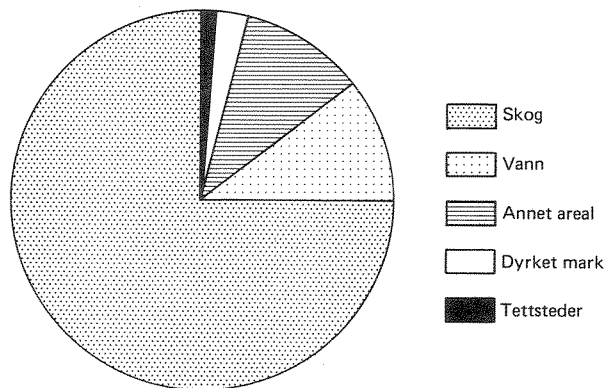
- ▭ Kraftverkmagasin
- ☼ Kraftverk
- ▼ Vannføringsstasjoner
- ▲ Rutine prøvetakingsstasjoner, Siljan kommune.
- Rutine prøvetakingsstasjoner, statlig overvåkingsprogram.
- ← Vannverksinntak

Nedbørfeltet ligger geologisk sett i Oslofeltets sør-østre del. Berggrunnen består av permiske eruptiver av flere slag. F.eks. dekker dypbergartene 90 % av grunnen, hvorav syenittene larvikitt og nordmarkitt de største områdene. Disse er kalkfattige og lite løselige i vann. Dette bidrar til at vassdraget er 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 bunmorene eller består av snaufjell.

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

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



Som figuren viser, er det skogområdene som 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 150.000 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. 3.000 mennesker i hele området, hvorav ca. 1.700 i Siljan kommune. I tettstedene Oklungen, Kjose og Vassvik bor det tilsammen ca. 450 mennesker, mens det i Siljan sentrumsområde bor ca. 600. De resterende, ca. 1.950 mennesker, bor spredt i nedbørfeltet. Hverken i Oklungen, Kjose eller Vassvik er det bygd kommunale rensesanlegg. Rensingen er stort sett basert på utslipp i grunnen eller direkte utslipp i nærmeste bekk. I Siljan er det bygd et biologisk rensesanlegg som mottar avløpet fra sentrumsområdet. Anlegget ble satt i gang i august 1978 og er dimensjonert for en videre vekst på 400 person-ekvivalenter. Det arbeides med å etablere en slamlagune i området. 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 9.400 dekar er dyrket areal, hvorav mesteparten ligger tett opp til vassdraget. Generelt er husdyrhold dominerende. Vassdraget vil antakelig lokalt og periodevis bære preg av forurensninger fra disse brukene. Der hvor det foregår korn- eller potetproduksjon (Siljan) blir det dessuten brukt sprøytemidler.

372 km² eller ca. 75 % av nedbørfeltet er skogsterreng. Selv om store deler av feltet er kuppert, drives et moderne og ganske intensivt skogbruk. Bruken av gjødsel er begrenset og foregår helst i forbindelse med skogplanting. Bekjempelse av uønsket vegetasjon med kjemiske midler utføres årlig på anslagsvis 1.000 - 2.000 dekar.

Industrien i nedbørfeltet er lokalisert til Siljanelva og helt i sørenden av Farris. Bortsett fra en barkfylling ved Vassvik, tømmerlager og tømmerinntak ved Farris eidet 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.

Vassdraget er sterkt utnyttet for produksjon av elektrisk kraft, og flere av innsjøene i nedbørfeltet er regulert, hovedsakelig til vinterkraft. Tabell 1, neste kapittel, gir en oversikt over de regulerte innsjøer.

Opplysningene ovenfor er i hovedsak hentet fra rapport om Farrisvassdraget (Vestfold fylkeskommune, 1979), og vil i hovedrapporten så langt det er mulig bli oppdatert for å beregne tilførsler til vassdraget. Reguleringene gjør imidlertid reelle tilsigsberegninger vanskelige, fordi det i tilfelle er nødvendig å ta hensyn til overløp og driftsstans ved de forskjellige kraftstasjoner.

2.3 Overvåkingsprogram

Stasjonsnettets ved Statlig program for forurensningsovervåking av Farris- (Siljan-)vassdraget er vist i figur 1. Som det fremgår av figuren er stasjonene, bortsett fra A (Vassvikbekken), plassert i hovedvassdraget.

Følgende stasjoner ble overvåket i 1982:

St. 1	Oppdalselva oppstrøms Oppdalsvatn	Siljan kommune
"	2. Siljanelva ved Norheim	" "
"	3 Gorningen, dypeste område	SFT
"	4 Siljanelva, nedstrøms Lakssjø	"
"	5 Farris, dypeste område (sør)	"
"	A Vassvikbekken ved innløp Farris	"

Ved elvestasjonene nr. 1 og 2 ble det i 1982 samlet inn og analysert kjemiske og bakteriologiske prøver, ved stasjonene 4 og A kjemiske prøver. Ved innsjøstasjonene (nr. 3 og 5) ble det foretatt fysisk/kjemiske målinger, samt undersøkelser av planktonisk algemengde og -sammensetning. Det ble også foretatt bakteriologiske analyser av vannprøver fra disse stasjoner.

I tillegg er det blitt samlet inn og analysert bunndyrmateriale fra innsjøen Farris og Vassvikbekken og fra innsjøen Gorningen og to stasjoner i Siljanelva. For eksakt henvisning og beskrivelse av disse stasjoner henvises til fagrapporten om bunndyr (J.E. Brittain, 1983).

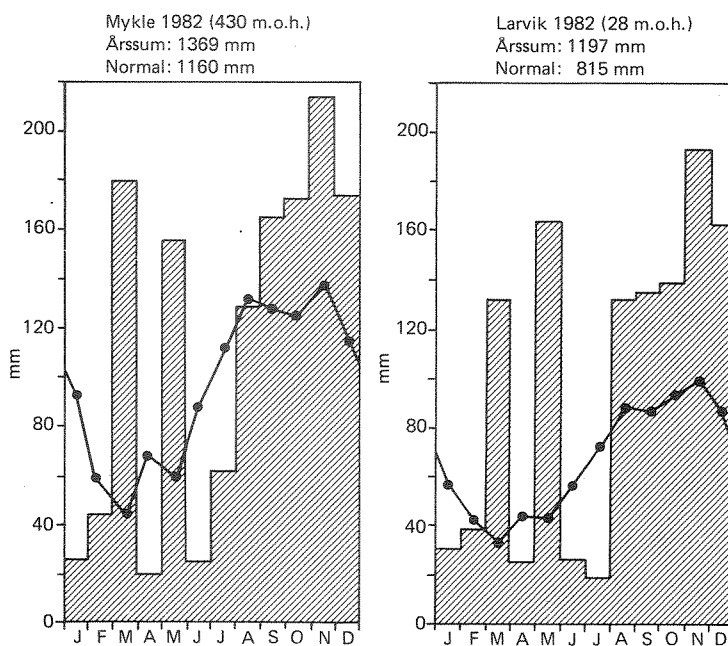
3. RESULTATER

3.1 Meteorologi

Meteorologiske forhold kan forårsake forskjeller i undersøkelsesresultatene fra år til år. I elvene vil høyere vannføring føre til økt erosjon fra elveleie og nedbørfelt generelt, og konsentrasjonen av visse stoffer vil dermed stige. Samtidig fortynnes forurensningsutslippene mer enn i år med mindre vann.

I innsjøene er det særlig de meteorologiske forhold i sommerhalvåret som kan forskyve undersøkelsesresultatene fra år til år. I regnfulle somrer er det raskere gjennomstrømning (med bl.a. større fortynning av utslipp), mindre lys, lavere temperatur, større sirkulasjonsdyp samt en del andre forhold som kan bevirke at algeproduksjonen blir mindre enn i godværs-sommer.

Å luke ut værbetingede effekter fra det vi er interessert i, nemlig forurensende effekter, kan være svært vanskelig. Vi har lite eksakt kunnskap om hvordan de forskjellige vassdrag reagerer på ulike meteorologiske forhold. Inntil noe slikt foreligger, begrenses det i årsrapportene til presentasjon av nedbørdata fra Mykle (430 m.o.h.) - den eneste stasjonen som ligger i selve vassdraget - og fra Larvik (28 m.o.h.) som skulle være representativ for Farrisområdet.



Figur 3. Månedlig nedbør

Søyer: 1982
Kurver: Normalnedbør

Det fremgår at normalnedbøren på begge stasjoner følger det samme mønster med en mindre topp i april måned, stigende nedbør utover sommeren og høyest nedbør om høsten (november). Til tross for godværsmånedene juni og juli 1982 viser figuren at det de fleste måneder falt mer nedbør enn normalt (i mars, mai og utover høsten) og spesielt mye i november.

Vindforholdene i nedbørfeltet er lite undersøkt. Generelt regnes det med at kaldluftstrømmen i vinterhalvåret går fra Skrimfjellene og sør-
over (SSØ) mot Larvik. I sommerhalvåret kommer den fuktige havluften i motsatt retning. Stort sett vil retningene av luftstrømmene følge dalens lengderetning, som er NNV-SSØ.

Fjellpartiet mellom Skiensdalen og Siljandalføret hindrer nevneverdig industrirøyk fra Porsgrunn/Skien-området å trenge over og inn i det sentrale strøk av nedbørfeltet.

3.2 Hydrologi

Som nevnt blir vassdraget utnyttet for produksjon av elektrisk kraft, og er preget av dette. Tabellen nedenfor gir en oversikt over de regulerte innsjøer, reguleringshøyde, utnyttbart magasin etc.

Tabell 1. Hydrologiske data

	Nedbørfelt	Arsavløp	Spesifikk avrenning	Midlere avrenning	Reguleringshøyde	Utnyttbart magasin
Data Innsjøer	km ²	Tot.midl. mill.m ³	l/s/km ²	m ³ /s	m	mill.m ³
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)

Det finnes 5 kraftverk langs vassdraget (figur 1): Toklev, Hogstad, Sagfossen, Kiste og Fritzøe. De 4 første eies av Vestfold Kraftselskap (VK), mens Fritzøe eies av firmaet Treschow-Fritzøe. Kraftverkene produserer hovedsakelig vinterkraft. Bortsett fra flomperiodene, høst (ca. 1. oktober - 15. november) og vår (mai måned) resulterer dette i jevn vannføring i elva (ca. 5,0 - 5,5 m³/s ved Hogstad) mellom oktober og mai, og ofte liten eller ingen vannføring om sommeren. Fra 1979 er VK pålagt å holde en minstevannføring på 0,5 m³/s nedenfor Hogstad Kraftverk, dog begrenset til det avløp som til enhver tid ville ha opptrådt under naturlige forhold. I forbindelse med selve kraftverkene er visse strekninger tørrlagt, f.eks. mellom Gorningen og Lakssjø og nedenfor Farris. Den lave vannføringen i sommermånedene vil forsterke betydningen av de utslippene som finnes i området.

Vanligvis er Gorningen islagt fra desember og ut mars, mens isen legger seg på Farris sist i januar med isløsning sist i mars.

3.3 Morfometri

Farris ble loddet opp av NIVA i mai 1971 (NIVA, 1972). Dybdekart og morfometriske data er gjengitt her for oversiktens skyld (tabell 2, figur I (vedlegg)).

Gorningen ble loddet opp 13. oktober 1981 av B. Hals (NIVA), som også har utarbeidet dybdekart, areal- og volumkurver over innsjøen (tabell 2), figur II og III (vedlegg)). Innsjøen skråner jevnt mot dypet, og har et stort og forholdsvis flatt bunnområde på ca. 45 m dyp, og 2 mindre basseng med dybder på henholdsvis 30 m (nordvest) og 40 m (sørøst). Den har også et større område grunnere enn 5 m. Bassenget er i hovedsak dannet ved isens arbeid under istiden.

Tabell 2. Morfometriske data

Data	Innsjøer	Gorningen	Farris
Høyde over havet	m	74	22
Overflateareal (A)	km ²	2,59	21,2
Største dyp	m	47	140
Middeldyp ($\frac{V}{A}$)	m	25	35
Volum (V)	mill.m ³	65,8	740
Teoretisk oppholdstid	døgn	129	685

3.4 Fysisk-kjemiske og biologiske undersøkelser

3.4.1 Generelt

Analyseresultatene er presentert i tabeller (I - X, se VEDLEGG) og figurer. De kjemiske analyser er utført av Vannlaboratoriet i Telemark (Gorningen og stasjonene i Siljanelva) og Vannlaboratoriet i Vestfold (Farris og Vassvikbekken). Dette laboratoriet er imidlertid under oppbygging, og disse prøver er derfor analysert parallelt ved NIVA. Cand. real. Ingvar Dahl (NIVA) har sammenliknet resultatene og behandlet disse i eget notat (NIVA, 1983). Resultatene fra begge laboratorier er fremstilt i tabellene II, IV og VII, mens NIVAs resultater er brukt i årsrapporten. Enheter og analysemetoder ved de forskjellige laboratorier går fram av tabell I.

3.4.2 Innsjøstasjoner

Dette omfatter Gorningen og Farris. I figur 5 er vist aritmetiske middelværdier og variasjonsbredde for en del sentrale parametre fra vegetasjonsperioden (juni - september). Det er blandprøver (0-10 m, Farris og 0-4 m, Gorningen) som er fremstilt, og som for disse innsjøer antas å representere produksjonssjiktets tykkelse.

Temperatur

Vannets temperatur i en innsjø er bestemt av flere faktorer, hvorav geografisk beliggenhet, høyde over havet, vindpåvirkning, dybde og vanngjennomstrømning er de viktigste. Begge innsjøer er termisk sjiktet sommer og vinter, figur 4. Figuren viser også at overflatelagene i Farris, som er en langt større og dypere innsjø, har lavere temperatur enn i Gorningen ved samme tidspunkt om sommeren.

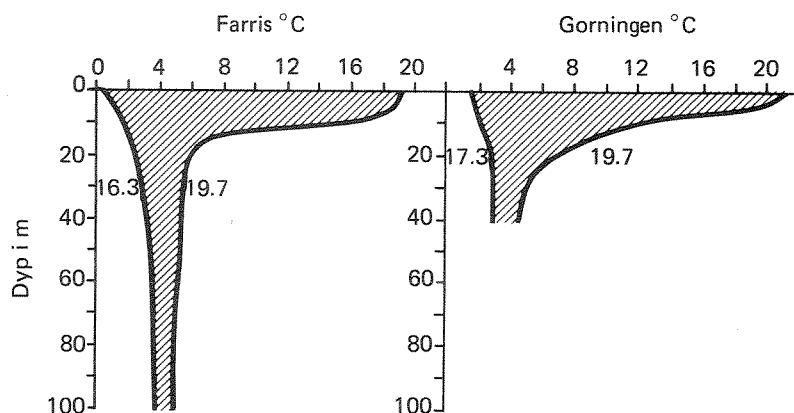


Fig. 4 Vinter- og sommertemperatur (ned til 100 m)
Skravert: temperaturvariasjon

Middeltemperaturen i epilimnion (overflatelaget) er et resultat av de meteorologiske forhold. Alle biologiske (og de fleste kjemiske) prosesser går fortere ved høyere temperaturer. Selv om høy temperatur kan begunstige algeproduksjonen, kan det også tenkes å begunstige forholdene for de organismegruppene som spiser alger, slik at algemengden ikke nødvendigvis behøver å være større i år med høyere temperatur. Ved langtidsstudier som muligjgjøres i overvåkingen, kan vi kanskje få vite mer om f.eks. temperaturens effekt på enkelte av de forhold vi observerer, noe som ikke lar seg gjøre etter ett enkelt undersøkelsesår.

Oksygen

Oksygensituasjonen i begge innsjøer går fram av tabell II.

I overflatelagene (1 m) varierte oksygeninnholdet i Farris fra 87,3 til 102,3 %, i Gorningen fra 88,0 til 98,1 %, dvs. i underkant av full metning.

På grunn av nedbrytningsprosesser (frigivelse av CO₂ og forbruk av O₂) avtok oksygeninnholdet i samme periode mot dypet, mellom 60,3 og 87,6 % i Farris, mellom 45,2 og 85,3 % i Gorningen. Det relativt lave oksygeninnholdet (45,2 % i 41 meters dyp) 17. mars kan tyde på at det under stagnasjonsperiodene finner sted en viss oksygentæring i dyplagene av Gorningen, noe som antakelig har sammenheng med nedbrytning av organisk stoff som tilføres fra nedbørfeltet.

Tabell 3 gir en oversikt over sommer- og vintersituasjonen i Farris ved de forskjellige undersøkelser.

Tabell 3. Oksygenmetning (%) sommer og vinter i 1 meters dyp og i de bunnære vannmasser i Farris (1958, 1963, 1971-1972 og 1982), i Gorningen 1982

Innsjø	Farris				Gorningen
Dato	1958 23/7	1963 31/8	1971 5/7	1982 19/7	1982 19/7
1 m dyp	110	99,1	103,5	102,3	89,9
v/bunnen	98	85,5	< 89	87,5	76,6
Dato	1958 16/3	1963 17/4	1972 2/3	1982 16/3	1982 17/3
1 m dyp	92	97,1	86,0	87,3	93,7
v/bunnen	88	85,9	63,0	60,3	45,2

Det ser i Farris ut til å være et visst oksygenavtak i dyplagene over tid, noe som bl.a. kan tenkes å ha sammenheng med tilløpet i Vassvik.

Surhetsgrad - pH

Kjemisk sett er vann nøytralt når $\text{pH} = 7$, pH lavere enn 7 er surt, og høyere enn 7 er basisk.

På observasjonsdagene varierte pH i overflatelagene fra 6,2 - 6,7 (Farris) og fra 5,5 - 6,4 (Gorningen), med avtakende tendens mot dypet. De høyeste tallene (6,7 i Farris og 6,4 i Gorningen) har antakelig sammenheng med planteplanktonets fotosyntese. De lavere verdier om våren tyder på tilførsel av smeltevann og om høsten (Gorningen) regnvær med tilførsel av humussyrer fra myrområder i nedbørfeltet.

Vannet i Gorningen er en del surere enn i Farris. Ifølge analyseresultatene (figur 5) ser det ut til at vannet i Farris har samme surhetsgrad som ved tidligere undersøkelser.

Mineralsalter

Variasjonsbredde og aritmetisk middel for konduktivitet, som er et mål for vannets saltholdighet, er fremstilt i figur 5. Verdiene ligger for Gorningen i overkant av 3 mS/m, for Farris i overkant av 4, og viser at vannet i begge innsjøer er elektrolyttfattig (saltfattig). Elektrolyttfattig vann har dårlige bufferegenskaper og er følsomt overfor virkning av f.eks. humussyrer og sur nedbør. Ifølge analyseresultatene fra de forskjellige undersøkelser synes det som om konduktiviteten i begge innsjøer har økt svakt de senere år. Dette skjer i forbindelse med en forsuring, ved økt utvasking av salter. Ut fra foreliggende materiale ser imidlertid surhetsgraden ut til å være uendret. Økt konduktivitet henger derfor trolig sammen med endrede nedbørforhold (dvs. mindre nedbør).

Vannkvaliteten i innsjøer kan variere noe over året. Den relativt lange isleggingsperioden med en kraftig avsmelting i vårmånedene er hovedårsaken til dette. Generelt er det slik at innsjøer med kort oppholdstid (Gorningen) er mer utsatt for variasjoner i vannkvaliteten enn innsjøer med lang oppholdstid. Dette har med oppholdstiden og forholdet overflate-/grunnvannsavrenning i gjøre. Disse to avrenningstyper har forskjellig vannkvalitet og følgelig vil dreneringsmønsteret være med på å styre konsentrasjonene. Størst variasjon vil det være i overgangen fra vinter til sommer.

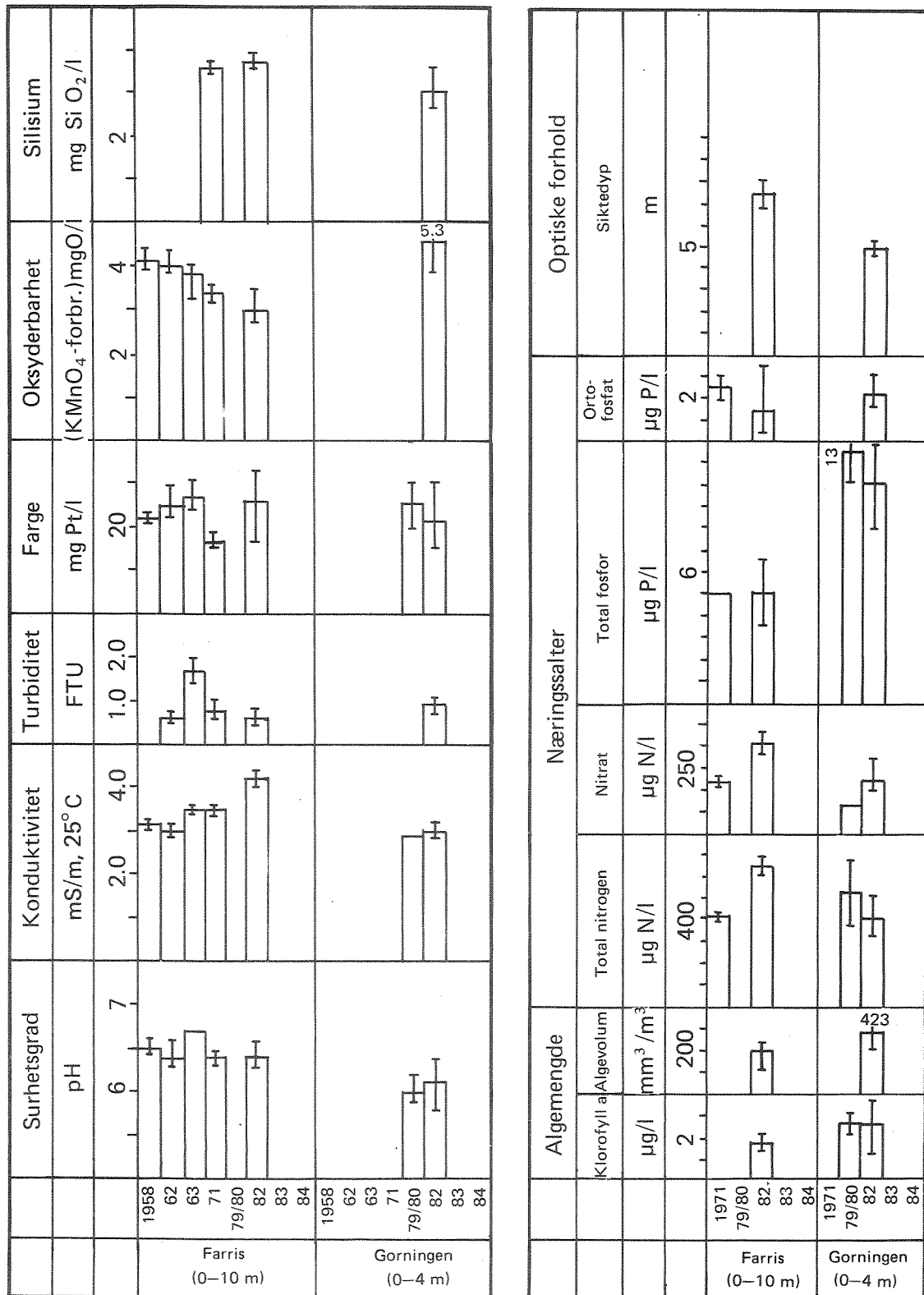


Fig. 5. Farris og Gorningen

Aritmetisk årsmiddelkonsentrasjon og variasjonsbredde for en del sentrale parametre fra de forskjellige undersøkelsesår.

For Farris er alle analyser utført ved NIVA.

For Gorningen er analysene utført ved Vannlaboratoriet i Telemark og sammenliknet med resultater fra en undersøkelse i 1979/80 utført av Sigurd Rognerud (Telemark distriktshøgskole, 1981).

Middelverdier for hovedkomponentene samt den midlere ionesammensetning i milliekvivalenter og ekvivalentprosent går fram av tabell V. I Gorningen utgjorde kalsium 47 - 55 % av kationene, mens kloridinnholdet den 17/3 tilsvarte vel 40 % av anionene. I mai og september utgjorde sulfat henholdsvis 54 og 50 % av anionene. Reguleringen (9 m) kan være medvirkende årsak til forandringen i ionesammensetningen ved forskjell i manøvreringsrutiner, f.eks. kraftig nedtapping.

I Farris var dominerende ioner kalsium (ca. 42 %) av kationene og sulfat (ca. 43 - 46 %) av anionene ved begge observasjoner. At det totale saltinnholdet er høyest i Farris har sammenheng med beliggenheten (h.o.h. og nærmere kysten); dvs. løsavsetningenes mektighet øker mot lavereliggende områder og havsaltpåvirkningen fra nedbør er større. Dette kommer til uttrykk i høyere konsentrasjon av klorid og sulfat, som skyldes nedbørtilførsel både i form av sjøsprøyt og tilsig fra marine avsetninger. Her kan tilføyes at midlere konsentrasjon av sulfat i 1982 (7,38 mg $SO_4/1$) korresponderer med tilsvarende verdi fra undersøkelsen i 1971/72 (7,33 mg $SO_4/1$). Øvrige hovedkomponenter har i perioden økt ubetydelig, klorid mest, fra 3,02 til 3,75 mg Cl/1 (NIVA, 1972).

Farge, turbiditet og organisk materiale ($KMnO_4$ -forbruk)

Analyseresultatene (figur 5, tabellene III og IV) for farge og turbiditet er lave for begge innsjøer. Fargeverdiene er ikke sammenliknbare for de to innsjøer fordi de to laboratorier bruker forskjellig analysemetodikk.

Innholdet av organisk materiale ($KMnO_4$ -tallet) er lavere i Farris enn i Gorningen, noe som viser at denne innsjøen er mer påvirket av organisk stoff - antakelig ekstraksjonsstoffer fra myr og skogområder. Det lavere siktedypet (figur 5) viser også dette. Vannets oppholdstid har stor betydning for nedbrytningsprosessenes omfang.

Ifølge figur 5 ser det ut som innholdet av organisk materiale i Farris har avtatt over tid. Det tyder på at oppholdstiden i Farris har økt, dvs. mindre nedbør.

Jern og mangan

Innholdet av jern- og manganforbindelser ble undersøkt i mars og september (tabellene III og IV). Manganinnholdet for begge innsjøer var relativt lavt og viste stigende tendens mot dypet ved begge anledninger.

Innholdet av jernforbindelser i prøvene viste det samme mønster som for mangan i Gorningen. Resultatene fra Farris viste høyere verdier i overflatelagene om vinteren. Tilsvarende situasjon ble observert ved undersøkelsen i 1971/72 (NIVA, 1972). Årsaken er antakelig høyere humusinnhold på denne tiden. Fargetall og KMnO_4 -forbruk var også høyest da. Konsentrasjonen av jernforbindelser i Gorningen var noe høyere enn i Farris. Antakelig skyldes dette at Gorningen er mer påvirket av humus - jern er ofte komplekst bundet til humusstoffer.

Silisiuminnholdet i overflatelagene ble målt ved alle prøvetakinger, og ved to anledninger i dyplagene av Farris og en anledning i Gorningen (figur 5 og tabellene III og IV). For Farris ligger verdiene i samme område, men en tanke høyere enn ved undersøkelsen i 1971/72. Det var en stigende tendens mot dypet (biologisk betinget). Vannet i Gorningen hadde også konsentrasjonsøkning mot dypet om sommeren. Resultatene viste ellers noe lavere verdier for denne innsjøen.

Næringssalter

Tilførsel og konsentrasjoner av næringssalter er avgjørende for hvor mye alger som skal utvikles over en produksjonssesong. Dette gjelder særlig fosfor, hvis tilførsel kontrollerer trofigraden i så og si alle våre innlandsvassdrag.

Ifølge analyseresultatene er konsentrasjonen av totalfosfor (Tot-P) og ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) høyere i Gorningen enn i Farris (figur 5, tabellene III og IV). Ved siden av at denne innsjøen i forhold til størrelse antakelig er mer påvirket av menneskelige aktiviteter (jordbruk og kloakkvann) vil reguleringen (9 m) føre til økt næringsinnhold på grunn av erosjon i strandområdene. Innslaget av myr i nedbørfeltet har også betydning, da en økt humuskonsentrasjon vil gi økt Tot-P-konsentrasjon på grunn av absorpsjonsprosesser. Det kan se ut som om konsentrasjonen i Gorningen har avtatt noe fra undersøkelsen i 1979/80. Det er imidlertid brukt to forskjellige laboratorier samtidig med at prøvetakingsfrekvensen er forskjellig de ulike år. En faktisk reduksjon ville også ha forårsaket en reduksjon i algevekst, men vi ser at klorofyllverdiene for de to undersøkelser er omtrent like. Konsentrasjonen i Farris ligger i samme område ved begge undersøkelser. Her er brukt samme laboratorium og analysemetode, mens presisjonsnivået er høyere i dag.

De samme usikkerhetsmomenter gjelder for totalnitrogen og nitrat (figur 5, tabellene III og IV).

Analyseresultatene viser at verdiene både for Tot-N og $\text{NO}_3\text{-N}$ er høyere i Farris enn i Gorningen. Dette kan skyldes at påvirkningen fra jordbruket øker nedover i vassdragene etter hvert som jordbruksarealene øker.

Konsentrasjonen av nitrat varierer lite gjennom produksjonssesongen, antakelig på grunn av lav algemengde i begge innsjøer. Ifølge resultatene er innholdet at Tot-N og $\text{NO}_3\text{-N}$ i Farris steget noe de senere år, $\text{NO}_3\text{-N}$ også i Gorningen (figur 5). Nitratanalyser utført ved vannverkene LOV (1973-78) og VIV (1974-78) i prøver fra henholdsvis 40 og 30 meters dyp viser samme tendens (Vestfold fylkeskommune, 1979). Aritmetisk middel for begge perioder og stasjoner var $400 \mu\text{g N/l}$ mot 300 i 1971/72 (NIVA, 1972) og $465 \mu\text{g N/l}$ i 1982. Dette kan være forårsaket av økt konsentrasjon av forurensende elementer i nedbøren, samt økte N-tilførsler fra jordbruket. Ut fra det foreliggende materiale er det imidlertid vanskelig å si noe sikkert om dette.

Planteplankton

I forbindelse med overvåkingen av Farrisvassdraget ble det samlet inn kvantitative planteplanktonprøver fra Gorningen og Farris seks ganger i 1982. Prøvene var blandprøver fra vannsjiktet 0-10 m (Farris) og 0-4 m (Gorningen). Analyseresultatene er gitt i tabellene IX - X og figur 6.

Som det fremgår av tabellene og figuren var totalvolumet av alger i begge innsjøene lavt på prøvetakingstidspunktene, med noe over $400 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ i Gorningen og mellom $200\text{-}250 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ i Farris. Dette er lave verdier som viser den oligotrofe karakter av vannmassene i disse to innsjøene. Selv om totalvolumet til andre tider enn prøvetakingstidspunktet kan ha vært større er det ingen ting ved sammensetningen av algegruppene og de enkelte algearter som indikerer annet enn oligotrofe vannmasser.

Chrysophyceae (gulalger) var den mest fremtredende gruppen av planktonalger i begge innsjøene fram til sommeren. I Farris var denne gruppen den største hele året, i Gorningen økte grønnalgene (Chlorophyceae) og Cryptomonadene (Cryptophyceae) utover sommeren og høsten.

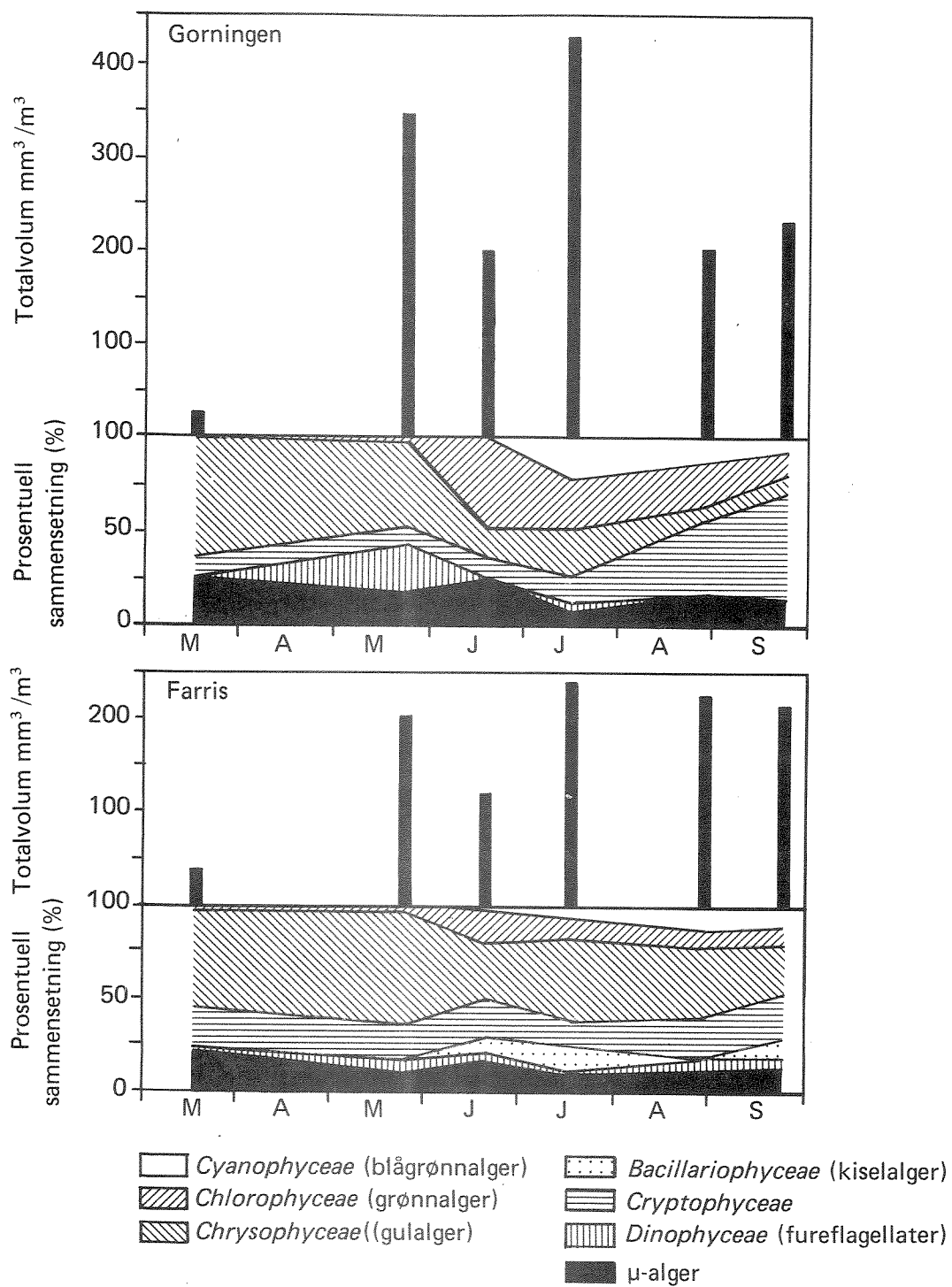


Fig. 6. Variasjoner i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Gorningen og Farris i 1982. Basert på blandprøver (0-4 m) Gorningen og (0-10 m) Farris

I begge innsjøene var det et innslag av blågrønnalger om sommeren og høsten. Dette var imidlertid arten *Merismopedia tennissima* som er en av de få planktoniske blågrønnalgene som er typiske for næringsfattige (oligotrofe) og ofte noe sure vann.

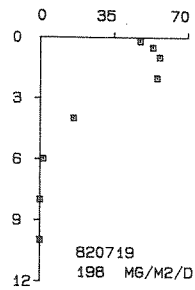
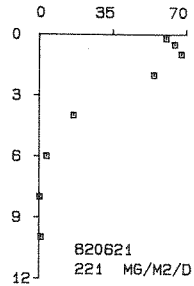
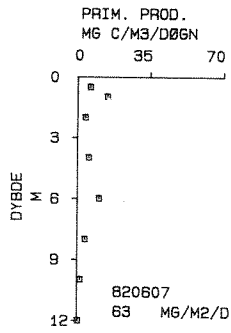
Planteplanktonets primærproduksjon

Ved fotosyntesen omdanner plantene karbondioksyd og bikarbonat til organiske karbonforbindelser. Til denne produksjonen trenger de sollys som energikilde samt en rekke uorganiske elementer, hvorav fosfor, nitrogen og jern mm. er viktige. Ved å la algene ta opp radioaktivt karbon ^{14}C kan man måle hvor raskt oppbyggingen av organisk materiale foregår. Algene "merker" nemlig ikke forskjell på dette og vanlig karbon.

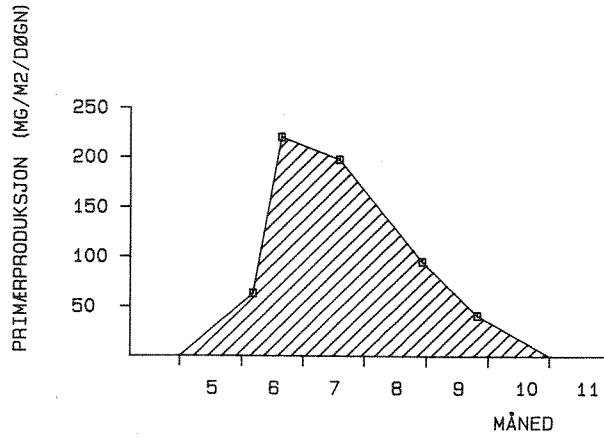
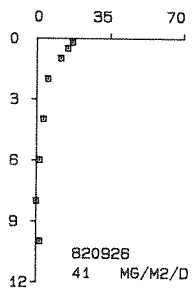
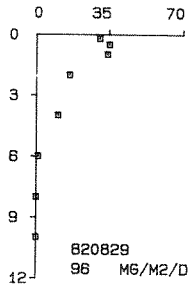
Primærproduksjonen er således en hastighetsparameter som gir tidligere utslag ved en eventuell eutrofiering enn statiske biomasse/konsentrasjonsmålinger, og oftest mye større utslag også.

Produksjonsprofilene i Gorningen og Farris er vist i figur 7 a og b. Begge innsjøer har optimale produksjonsforhold ved ca. 1 m dyp. Helt i overflaten inhiberes prosessen av for sterkt sollys. En kan merke seg at produksjonssjiktet er noe dypere i Farris enn i Gorningen, noe som skyldes klarere vann og større gjennomtrengelighet for sollys. Produksjonsintensiteten i det optimale produksjonssjikt er av samme størrelsesorden i de to sjøer. Det er derfor trolig at det er det dypere produksjonssjiktet i Farris som bidrar til at den samlede årsproduksjonen (figur 7 a og b) her er større enn i Gorningen ($23 \text{ gC/m}^2 \text{ år}$ mot $18 \text{ gC/m}^2 \text{ år}$) og ikke forskjeller i næringstilførsel. Relativt sett er næringstilførselen større i Gorningen enn i Farris.

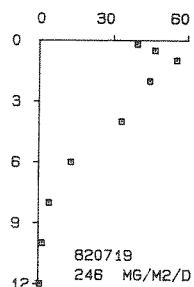
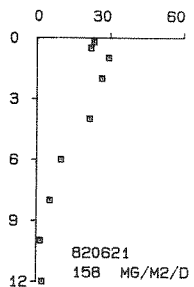
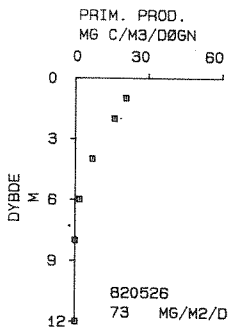
Produksjonsverdiene er imidlertid lave for begge innsjøer og indikerer ubetydelig påvirkningsgrad med hensyn til eutrofiering. I større sjiktede innsjøer som Farris regner man at det er ingen betenkeligheter til stede så lenge produksjonen ligger under $25 \text{ gC/m}^2 \text{ år}$. Til sammenlikning kan nevnes at produksjonen i Tyrifjorden ligger på ca. $36 \text{ gC/m}^2 \text{ år}$. Mjøsa var på det verste oppe i $100 \text{ gC/m}^2 \text{ år}$, mens den nå etter avlastning er nede i ca. $25 \text{ gC/m}^2 \text{ år}$.



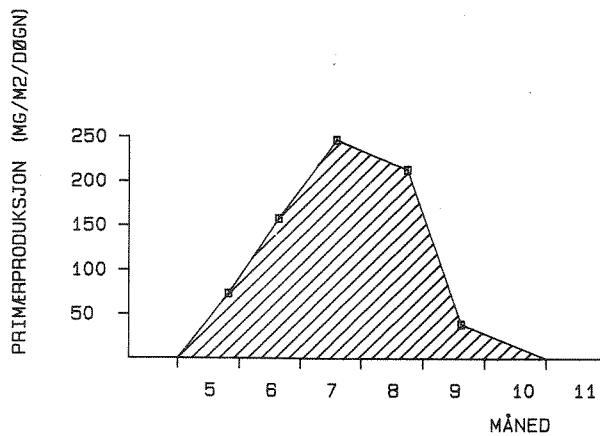
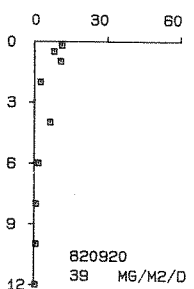
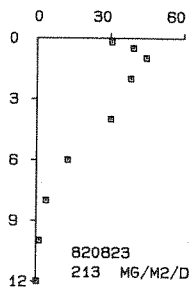
A GORNINGEN



ÅRSPRODUKSJON (G/M²) : 18
 MIDLERE DØGNPRODUKSJON (MG/M²/D) : 97
 MAKSIMUM DØGNPRODUKSJON (MG/M²/D) : 221



B FARRIS



ÅRSPRODUKSJON (G/M²) : 22
 MIDLERE DØGNPRODUKSJON (MG/M²/D) : 120
 MAKSIMUM DØGNPRODUKSJON (MG/M²/D) : 246

Fig. 7. Primærproduksjon i mg C/m³/døgn og mg C/m²/døgn

Klorofyllverdiene er også lave. Sigurd Rognerud et al (1979) angir $2 \mu\text{g k}_{\text{la}}/\text{l}$ som middel i epilimnion over produksjonssesongen som øvre grense for stabile økologiske forhold i store sjiktede innsjøer. Ifølge analyseresultatene (figur 5) ligger Gorningen i overkant av denne grensen (\bar{x} $2,3 \mu\text{g}/\text{l}$), mens Farris ligger noe under (\bar{x} $1,6 \mu\text{g}/\text{l}$).

Siktedypet som ved siden av algemengde er betinget av humus, partikulært materiale og vannets oppholdstid, er fremstilt i figur 5. Siktedypet var hele tiden lavest i Gorningen, som er mer humuspåvirket enn Farris. Innsjøenes farge bedømt subjektivt understreker dette. Farris har grønn eller grønnlig gul farge, mens Gorningen er tudelig brun.

3.4.3 Elvestasjoner

Dette omfatter de 3 stasjonene (1, 2 og 4) i Siljanvassdraget (figur 8) som behandles samlet, og Vassvikbekken (st. A). Den har en helt annen karakter og blir derfor behandlet for seg (figur 9).

S i l j a n v a s s d r a g e t

Aritmetisk middelkonsentrasjon av undersøkte parametre for de forskjellige år og stasjoner i Siljanvassdraget, går fram av figur 8.

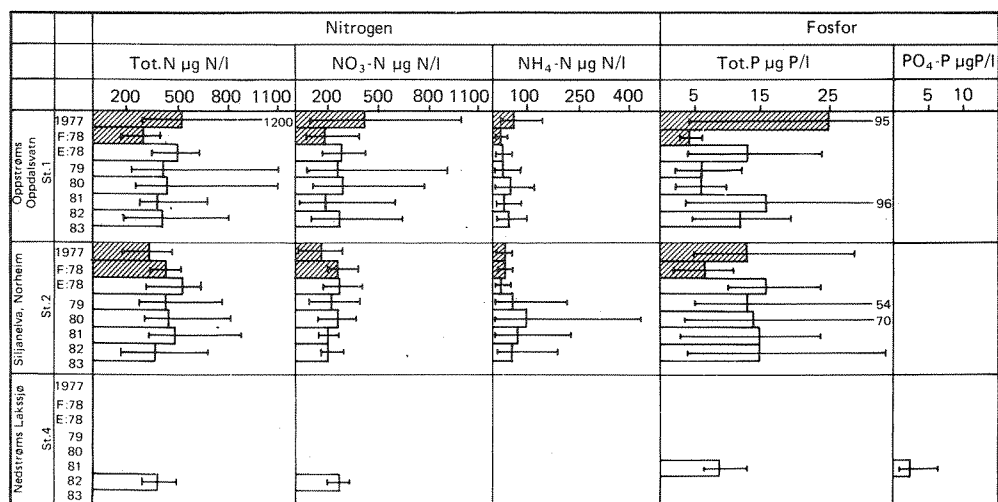
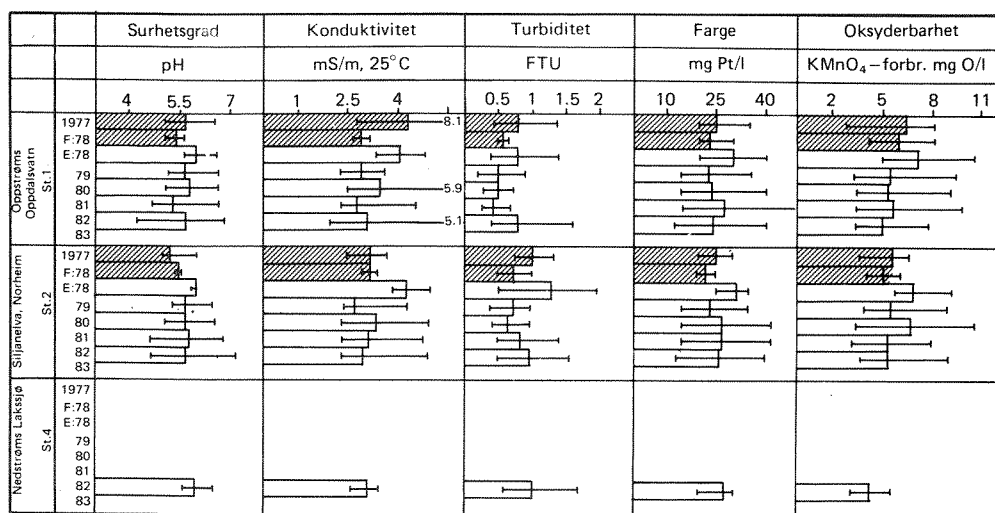


Fig. 8. Siljanvassdraget. Aritmetisk middel og variasjonsbredde av undersøkte parametre ved stasjonene 1, 2 og 4 (figur 1).

F : 78 = Før renseanlegget i Siljan ble satt i gang

E : 78 = Etter at renseanlegget ble satt i gang

Surhetsgrad (pH) og konduktivitet

Resultatene viser at vannet er surt og bløtt.

Ifølge målinger i vassdraget fra oktober 1969 - november 1971 (Vestfold fylke, 1979), med aritmetisk middel for pH på 6,0 (stasjon 1) og 6,1 (i område st. 4), er vassdraget blitt svakt surere. Det er imidlertid for få målinger fra 1969-71 (4) til å gi noe sikkert grunnlag for en slik påstand. Av figuren går det fram at surheten i perioden 1977 - 1982 varierer noe fra år til år og viser avtakende tendens nedover i vassdraget. Mens årsmiddel alle år ligger under 6,0, varierer pH over året med maksimumsverdier i nærheten av 7. Dette tyder mer på periodiske variasjoner i vassdraget enn økt surhet.

Ut fra foreliggende materiale ser det heller ikke ut til at konduktiviteten har økt i perioden, noe som skjer ved tiltakende surhet. Minimumsverdiene for pH er likevel så lave at utviklingen i vassdraget bør følges. Med hensyn til fiskedød er det f.eks. ytterpunktene man må være på vakt overfor og ikke middelverdiene. Resultatene av bunndyrundersøkelsen (kap. 3.4.5 og J.E. Brittain, 1983) indikerer også surheten i vassdraget, ved lavt antall av arten *Baetis rhodani*. Den er ømfintlig overfor surt vann, og reagerer selv på korte perioder, som f.eks. under snøsmeltingen om våren (ca. pH-grense på 5,5).

Farge, turbiditet og organisk materiale (KMnO₄-forbruk)

Fargetall og konsentrasjon av organisk materiale (KMnO₄) viser at vannet er humuspåvirket. Til dels er konsentrasjonene av organisk materiale høye, med avtakende tendens nedover i vassdraget. Turbiditetsverdiene er for det meste lave, og det er liten variasjon mellom de forskjellige stasjoner. Både farge-, turbiditets- og KMnO₄-verdiene varierer imidlertid mer over året enn mellom de forskjellige år og stasjoner.

Næringssalter (fosfor- og nitrogenforbindelser)

Konsentrasjonen av totalfosfor varierer med til dels høye verdier, antakelig i forbindelse med høy vannføring. Innholdet av nitrogenforbindelser er for det meste lavt, men også med enkelte høye verdier. Konsentrasjonen av totalfosfor avtar nedover i vassdraget, men både fosfor- og nitrogenforbindelser varierer mer over året enn mellom de forskjellige år og stasjoner.

Foreløpig behandling av materialet gir ikke grunnlag for å si noe om hvilken innflytelse (eventuell økt belastning) renseanlegget i Siljan har hatt på vassdraget.

V a s s v i k b e k k e n

Beskrivelse av bekken

Vassvikbekken er en liten bekk (ca. 600 m lang) som drenerer barkfyllingen i Vassvik ved Farris (figur 1). Den renner gjennom innmark og noe granskog; Kantvegetasjonen består i hovedsak av busker og frodige plantevikster. Vannet er grumsete og lukter råttent. I tillegg til sigevann fra barkfylling mottar bekken husholdningskloakk fra infiltrasjonsanlegg nedstrøms fylling.

Orientering om virksomheten i forbindelse med barkfyllingen

(Pers. medd. fra overingeniør T.E. Johnson, Treschow-Fritzøe, april 1983).

Deponering av bark i Vassvik startet i 1964. I perioden 1964 - 1982 ble det tilsammen deponert ca. 914.700 m³ bark. Barkmengden varierer fra år til år avhengig av driftsforholdene ved de tømmerforbrukende enheter (sliperi, cellulosefabrikk, sagbruk). Barken blir anvendt f.eks. som brensel. Det gjenstår å fylle ca. 25.000 m³ før fyllingen avsluttes. I 1983 er planlagt å deponere ca. 7.000 m³.

Fra 1978 er overskuddsbarken blitt foredlet. Det produseres toppbark (siktet, revet bark til toppdekning av bed) og jordforbedring (bark kompostert med urea og superfosfat). Komposteringen foregår oppe på eksisterende fylling.

Undersøkelserresultater

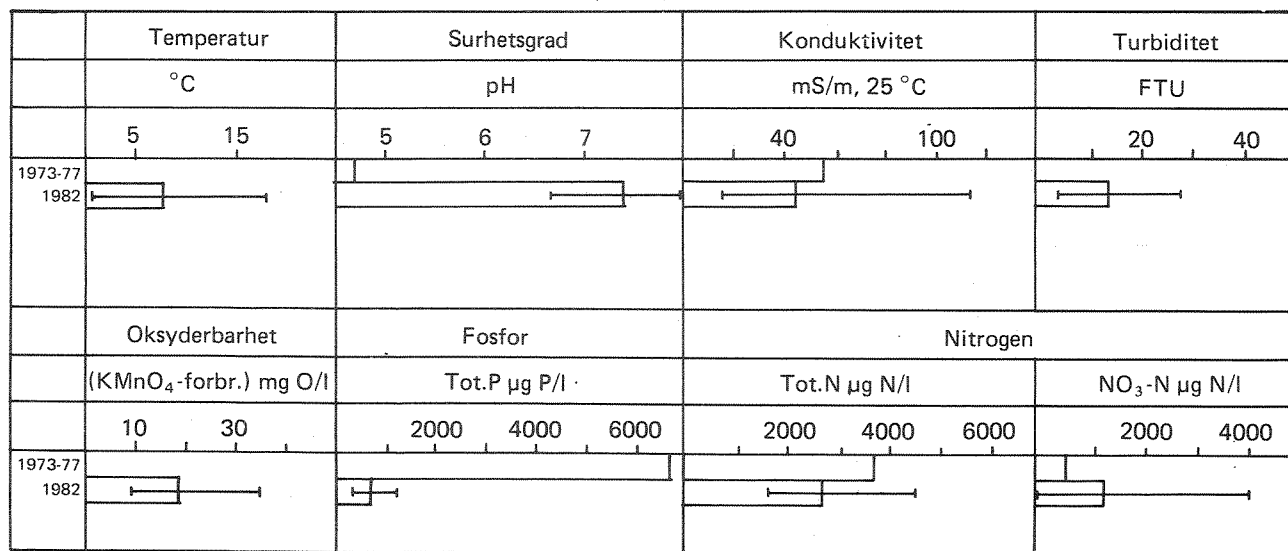
Aritmetisk middelkonsentrasjon av undersøkte parametre i perioden 1973 - 1977 og i 1982, går fram av figur 9.

I forbindelse med Farrisprosjektet utførte Institutt for hydroteknikk ved Norges landbrukshøgskole (NLH) fysiske-kjemiske målinger av sigevannet fra barkfyllingen og fra en stasjon nær utløp Farris i perioden 1971 - 1977 (figur 9). Undersøkelsen viser at temperaturen i perioden gikk ned (fra ca. 17 til ca. 11 °C i årsmiddel) og pH opp (fra ca. 4 til ca. 6,5

i årsmiddel) (Vestfold fylkeskommune, 1979 og pers. medd. fra amanuensis Helge Lundekvam, NLH, april 1983). Dette indikerer at den mikrobiologiske aktiviteten har forandret seg og at sigevannet etter hvert er mindre preget av sterke organiske syrer. Samtidig avtok bl.a. konsentrasjonene av kjemisk oksygenforbruk og næringsalter (nitrogen og fosfor).

Ifølge resultatene fra undersøkelsen i 1982 har denne utviklingen fortsatt. pH-verdiene har steget ytterligere (aritmetisk middel 7,4). I tillegg viste målinger utført 6. april d.å. at sigevannet og nær utløp i Farris hadde en pH på henholdsvis 7,08 og 7,32 (pers. medd. fra T.E. Johnson).

Tallmaterialet tyder på at sigevannet har endret karakter, men viser at det fortsatt tilføres store mengder organisk materiale via Vassvikbekken til Farris. Bunndyrundersøkelsen (kap. 3.4.5 og J.E. Brittain, 1983) understreker også dette. De høye pH-verdiene nær utløpet kan bety at bekken etter hvert er mer influert av næringsrikt tilsig fra jordbruk og husholdningskloakk samtidig som sigevannet fra fyllingen har et annet preg.



Figur 9. Vassvikbekken (stasjon A). Aritmetisk middel og variasjonsbredde av undersøkte parametre i perioden 1973 - 1977 og 1982.

(Målingene er foretatt nær utløpet til Farris)

Foreløpig ser hovedvannmassene i Farris (st. 5) ikke ut til å være påvirket av tilsiget (kap 3.4.2). Antakelig er totalt vannvolum i Farris av en slik størrelse at effekten blir forholdsvis fort uttynnet. Bunn-
dyrundersøkelsen (kap. 3.4.5 og J.E. Brittain, 1983) som viser at økt
bunndyrbiomasse ikke ble påvist utenfor Vassvik, ser også ut til å be-
krefte dette. Det er likevel viktig å ha eventuell utvikling/forandring
under oppsikt.

Treschow-Fritzøe foretar imidlertid vannføringsmålinger i bekken, sam-
tidig som KMnO_4 -forbruket og innholdet at Tot-P i tilsigsvannet blir
jevnlign undersøkt. Vi har derfor ikke foreslått at det i 1983 utføres
analyser av næringsalter etc. i regi av Statlig program for foruren-
ningsovervåking.

Vi kan ikke se bort fra at O_2 -avtaket over tid, som ser ut til å finne
sted i innsjøens dyplag, kan ha sammenheng med tilløpet fra Vassvik-
bekken. For å få bedre kjennskap til sigevannets eventuelle betydning
for vannkvaliteten i Farris (sørlige basseng) vil det en enkelt gang i
1983 bli utført analyse av sedimentprøver fra dette område. Resultat-
ene vil danne grunnlag for å kunne vurdere om det er aktuelt med mer
omfattende studier av sedimentene. Undersøkelse av organiske og uorga-
niske mikroforurensninger er aktuelle i denne forbindelse. Disse kan
være et problem på lengre sikt, da mange av dem lagres i sedimentene
og bare blir langsomt nedbrutt. Fiskebestanden kan dessuten tenkes å
være med på å spre eventuelle slike forurensninger utover den umiddel-
bare nærhet av utslippet (J.E. Brittain, 1983).

3.4.4 Hygieniske forhold

Dette omfatter bakteriologiske forhold ved de to innsjøstasjoner Gorningen
(st. 3) og Farris (st. 5) samt Siljanvassdraget (stasjonene 1 og 2). I
Siljanvassdraget er det tatt prøver en gang pr. måned hele året, mens det
i innsjøene ble tatt prøver i mars samt månedlig fra mai til og med sep-
tember. Det ble fra innsjøene tatt vertikalsier ved alle prøvetakinger
(tabell VI). Resultatene fremstilt i figur 10 er imidlertid fra 30 meters
dyp, dvs. under sprangsjiktet og i et dypområde hvor det er vanlig med
drikkevannsuttak.

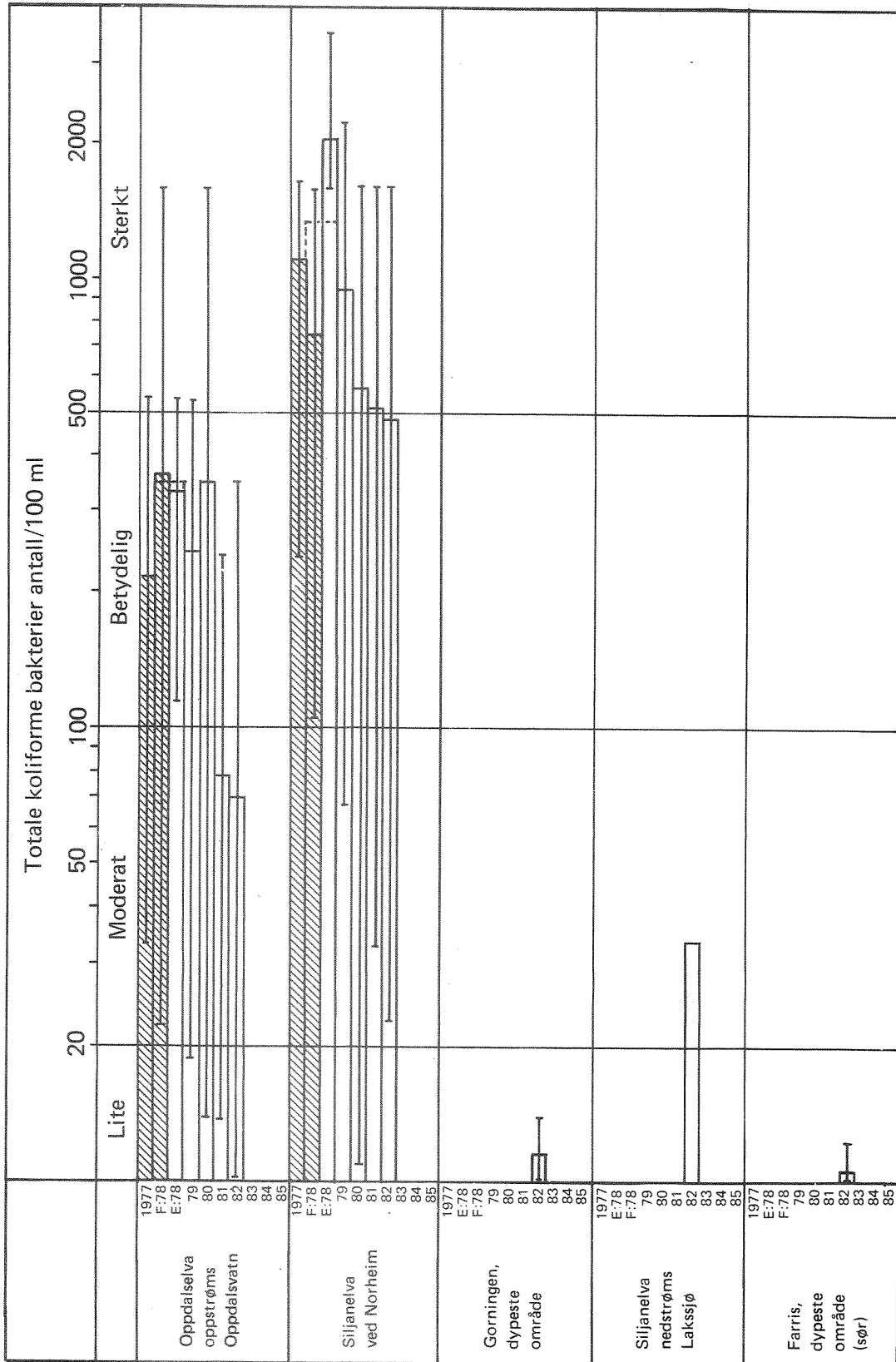


Fig. 10. Aritmetiske middelværdier av totale koliforme bakterier fra de forskjellige stasjoner. For innsjøene vises sommermidler (juni-september) fra 30 meters dyp, mens for elvestasjonene vises årsmidler fra månedlige overflateprøver. Maksimums- og minimumsverdier er også angitt. Skalaen er logaritmisk.
 F : 1978 - Før igangsetting av rensanlegget i Siljan
 E : 1978 - Etter igangsetting av rensanlegget
 -- Middelskonsentrasjon for året 1978

Aritmetisk middel og variasjonsbredde av koliforme bakterier pr. 100 ml går fram av figur 10. Inndelingen er gjort etter grenser som er i bruk ved NIVA og SIFF med hensyn til generell bakteriologisk forurensning. Termostabile koli og kimtall er fremstilt i tabell VI og VII.

I Siljanvassdraget er det ifølge analyseresultatene st. 2 (nedstrøms renseanlegg), som er særlig sterkt bakteriologisk forurenset. St. 1 (oppstrøms Oppdalsvatn) kan karakteriseres som moderat til betydelig forurenset. Det ble i nesten alle prøver fra disse lokaliteter påvist termostabile koli. St. 4 (nedstrøms Lakssjø), hvor det ble tatt bakteriologisk prøve en gang i 1982, er moderat forurenset.

Resultatene (figur 10) viser at de bakteriologiske forholdene i vassdraget til å begynne med ble forverret etter at renseanlegget i Siljan ble satt i gang i 1978. Dette kan skyldes mer konsentrert utslipp av kommunalt avløpsvann. Ifølge foreløpig vurdering av resultatene (figur 10) ser det imidlertid ut til å skje en gradvis bedring ved begge stasjoner. Vassdraget nedstrøms renseanlegget er likevel fremdeles betydelig til sterkt bakteriologisk forurenset.

De bakteriologiske analyseresultater viste at det var sikre koliforme bakterier i 8 av i alt 21 prøver fra Farris. Termostabile koli ble ikke påvist i noen av prøvene. I Gorningen var det koliforme bakterier i 14 av tilsammen 28 prøver, og i 8 av disse termostabile koli (kloakkvann). Totalt antall bakterier (kimtallet) varierte i Farris-prøvene fra 1 til 680. I Gorningen fra 5 til 260. Begge innsjøer er regulert. Det totale antallet av bakterier kan derfor ha sammenheng med reguleringsrutiner (senking av vannstanden).

Ifølge generelle grenser (figur 10) kan begge innsjøer karakteriseres som lite bakteriologisk forurenset. Dette er imidlertid ikke sammenfallende med de bestemte krav til drikkevann etc. som er foreslått av helsemyndighetene (SIFF, 1976). De høye bakterietallene som er målt i vassdraget oppstrøms ser ut til å ha en viss betydning for situasjonen i Gorningen, men liten innflytelse på hovedvannmassene i Farris.

3.4.5 Bunndyr

I forbindelse med Statlig program for forurensningsovervåking er bunndyr-sammensetningen i Farris-Siljanvassdraget blitt undersøkt. Feltarbeidet foregikk i juli og oktober 1982. I innsjøene Farris og Gorningen ble faunaen i strandsonen undersøkt samtidig som det ble tatt dybdegradierer fra 1 til 20 meters dyp. Bunndyrsammensetningen er også undersøkt i Vassvikbekken, en tilløpsbekk til Farris, og i Siljanelva som er hovedtil-løpet til Farris. Resultatene er kommet ut i egen rapport (J.E. Brittain, 1983). Nedenfor gis derfor bare et kortfattet sammendrag.

Undersøkelseresultater

Faunaen i strandsonen av Farris domineres av gråsugg, fåbørstemark, igler og forskjellige vanninsekter. Artssammensetningen indikerer at Farris er en forholdsvis næringsfattig innsjø. Imidlertid kan produksjonsforholdene være høye der strendene er mindre eksponert for vind, og der det er påvirkning fra næringsrike tilløpsbekker. Tett løvskog bidrar også til å øke produksjonsgrunnlaget på grunn av akkumulering av løvfall.

Vassvikbekken, som renner inn i Farris, mottar både utslipp fra barkfylling og husholdningskloakk. Bekken er sterkt forurensset. Bunndyrfaunaen består nesten utelukkende av fåbørstemark (Tubificidae) og fjærmygg som tåler en stor grad av organisk belastning. Rottehaleflue (*Eristalis*) er også påvist. Larvene til denne slekten er utstyrt med et langt pusterør som når opp til vannoverflaten, og gjør dem uavhengige av oksygenforholdene i vannet. Næringsrikt utslipp fra Vassvikbekken gjør at bunndyrtettheten i Vassvik avtar mindre med økende dybde enn i nabobukten Skogtveit (figur 11). Økt bunndyrbiomasse kan imidlertid ikke påvises utenfor Vassvik.

I Gorningen er både bunnfaunaen i strandsonen og ned til 5 meters dyp preget av en reguleringshøyde på 9 m (figur 11). 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 bunndyr. På grunn av reguleringen er eventuelle mindre belastninger fra Siljan tettsted ikke merkbare på bunnfaunaen.

Faunasammensetningen i Siljanelva preges av ujevn vannføring på grunn av vassdragsreguleringer. At døgnfluearten *Baetis rhodani* bare forekommer i et lavt antall, indikerer at vannet også er surt. Den er

ellers den mest utbredte og alminnelige døgnflueart i norske elver, men mangler nå over store deler av Sørlandet og andre områder med alvorlige forsuringsproblemer. Den reagerer selv på korte perioder av surt vann, som f.eks. om våren under snøsmeltingen. Foreløpige data tyder på at pH-grensen for *B. rhodani* ligger omkring 5,5.

Organismer har en utstrakt evne til å rense vassdrag, såkalt selvrensing. I et vassdrag som ikke er belastet med andre former for miljøpåvirkninger enn lokal organisk forurensning, kan selvrensing være av stor betydning. I vassdrag belastet med påvirkninger som sur nedbør eller vassdragsreguleringer, vil imidlertid muligheten for selvrensing kunne bli sterkt redusert. Dette synes å være tilfelle i dag i Siljanelva. Ytterligere organiske belastninger kan derfor få alvorlige konsekvenser for vassdraget. Det forekommer 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 vil da være bedre enn en stor vannføring etterfulgt av en tørrlegging.

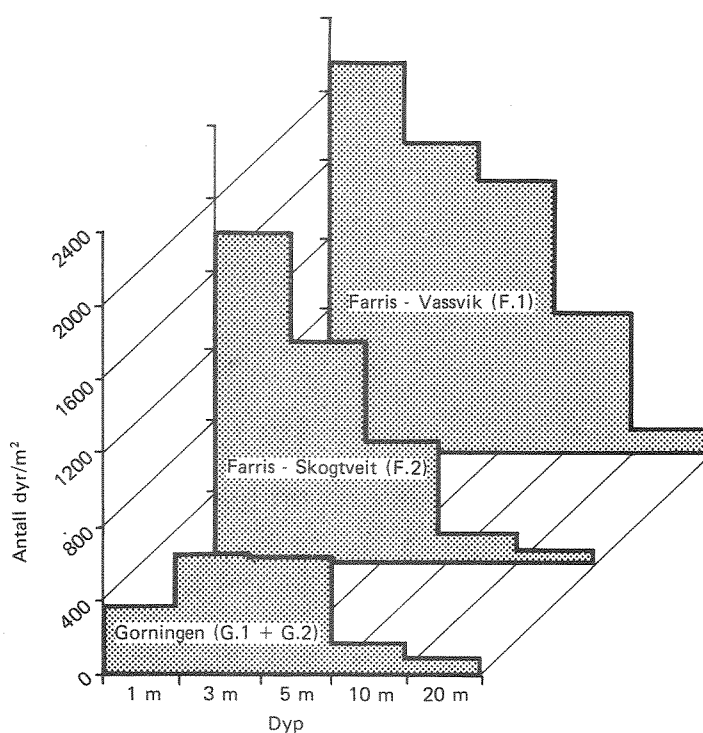


Fig. 11. Bunndyrtettheten langs med dybdegradienter (1-20 m) i Farris (Vassvik og Skogtveit) og i Gorningen. Materialet er basert på undersøkelser utført i juli og oktober 1982. Næringsrike utslipp fra Vassvikbekken gjør at bunndyrtettheten i Vassvik avtar mindre med økende dyp enn i nabobukten Skogtveit. I Gorningen er bunndyrtettheten lav i de områdene ned til 5 m som er mest berørt av reguleringen.

4. LITTERATUR

Brittain, J.E., 1983: Rutineovervåking i Farris-Siljanvassdraget 1982. Fagrapport om bunndyr. LFI, Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, mai 1983.

Dahl, I., 1983: Parallellanalyser ved NIVA og byveterinærlaboratoriet i Tønsberg. Sammenligning av overvåkingsdata fra Farrisvassdraget, 1982. NIVA-notat 0-8101507. Oslo, mars 1983.

Larvik og Omland Naturvernforening, 1982: Bruken av Farris. Fra et naturvernsynspunkt. Larvik, desember 1982.

NIVA, 1959: Undersøkelser av vannkilder i 1958. Rapport 0-57. Oslo, februar 1959.

NIVA, 1964: Undersøkelse av vann fra Farris. Rapport 0-57. Oslo, april 1964.

NIVA, 1972: En limnologisk undersøkelse av Farrisvatn. Rapport 0-118/69. Oslo, oktober 1972.

Rognerud, S., Berge, D. og Johannessen, M., 1979: Telemarkvassdraget. Hovedrapport for undersøkelsen i perioden 1975-1979. NIVA-rapport 0-70112. Oslo, 1979.

Rognerud, S., 1981: Vannkvaliteten i Telemark. En limnologisk undersøkelse. Telemark distriktshøgskole, Bø, 1981.

SIFF, 1976: Kvalitetskrav til vann. Statens trykksakeksp. I-2026. Oslo, 1976.

Vestfold fylkeskommune, 1979: Farrisvassdraget. Bilag 11/1979. Tønsberg, april 1979.

5. VEDLEGG

Tabellene I - X

Figurene I - III

Tabell I. Enheter og analysemetoder for kjemiske analyser. Analysene er utført ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Vannlaboratoriet i Vestfold, Byveterinæren i Tonsberg (VAV) og Vannlaboratoriet i Telemark, Porsgrunn (VAT).
NS = Norsk Standard.

Parameter	Enhet	Laboratorium	Analyseinstrument - Metode
Temperatur	°C	NIVA/VAV/VAT	Målt v.h.a. termometer med oppgitt nøyaktighet ± 0,1 °C.
Oksygen	mg O ₂ /l	" " "	Modifisert Winkler-metode.
pH		NIVA	NS 4720. Målt med glasskalomelektrode Orion pH-meter, modell 801A.
"		VAV	NS 4720. Målt med glasselektrode. Metrohm pH-meter, modell E 603.
"		VAT	NS 4720. Målt med glasselektrode. Orion pH meter, modell 901.
Konduktivitet	mS/m ved 25°C	NIVA	NS 4721. PHILIPS PW 9501.
"		VAV	NS 4721. Radiometer CDM3 med manuell temperaturkompensator.
"		VAT	NS 4721. METROHM E 518.
Silisium	mg SiO ₂ /l	NIVA/VAT	Bestemt kolorimetrisk med Autoanalyzer. Prøven tilsettes svovelsur ammonium-molybdatløsning, hvorefter det dannede silisiummolybdat reduseres til molybdenblått med l-amino-2-naftol-4-sulfonsyre. Fargen måles ved 815 mμ.
Farge	mg Pt/l	NIVA/VAV	NS 4722. Metode C.
"		VAT	NS 4722. Metode B.
Turbiditet	FTU	NIVA/VAV	NS 4723.
"		VAT	NS 4723.
Kjemisk oks.forbruk	mg O/l	NIVA/VAV/VAT	NS 4732.
Jern	μg Fe/l	NIVA	Jern bestemmes kolorimetrisk med Autoanalyzer. Oppvarming med thioglykolsyre frigjør jern til en "reaktiv" form. Hydroxylamin hydroklorid reduserer treverdig jern til toverdig. 2, 4, 6 tri-(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) danner et fiolett kompleks med toverdig jern som måles ved 590 mμ.
"		VAT	Bestemmes med IL atomabsorpsjonsspektrofotometer, modell 457.
Mangan	μg Mn/l	NIVA	Bestemmes med Perkin Elmer Atomabsorpsjonsspektrofotometer, modell 560.
"		VAT	Bestemmes med IL Atomabsorpsjonsspektrofotometer, modell 457.
Kalsium	mg Ca/l	NIVA	Bestemmes med Perkin Elmer Atomabsorpsjonsspektrofotometer, modell 560.
Magnesium	mg Mg/l	VAT	Det blir benyttet acaetylenluftblanding til flammen.
Natrium	mg Na/l	VAT	Bestemmes med IL atomabsorpsjonsspektrofotometer, modell 457.
Kalium	mg K/l	VAV	Det blir benyttet acaetylenluftblanding til flammen.
Klorid	mg Cl/l	NIVA/VAT	Natrium og kalium: Flammefotometrisk (måler intensiteten). Klorid bestemmes kolorimetrisk med Autoanalyzer. Klorid reagerer med kvikksølvthiocyanate, som danner udissoisert kvikksølvklorid. Det frigjorte thiocyanate-ionet reagerer med jern III og danner det røde jern-thiocyanate som måles ved 480 nm.
"		VAV	NS 4727.
Sulfat	mg SO ₄ /l	NIVA/VAT	Bestemmes kolorimetrisk med Autoanalyzer. Prøven tilsettes en bestemt mengde bariumperklorat løst i isopropanol. Det dannede BaSO ₄ felles ut og overskudd av barium bestemmes v.h.a. bariums reaksjon med torin. Fargen måles ved 520 nm.
HCO ₃	mg/l	NIVA/VAT	Beregnes på grunnlag av pH og alkalitet.
Nitrogen/Nitrat	μg N/l	NIVA	Bundet nitrogen overføres til en blanding av nitrat, nitritt og ammonium ved bestråling av ultraviolettlys i surt miljø i nærvær av hydrogenperoksyd. Den bestrålte prøven overføres til Autoanalyzer hvor den går gjennom en sinkkolonne som reduserer nitrat-nitritt til ammonium. Ammonium bestemmes etter indofenolmetoden.
"		VAV	Nitrat bestemmes v.h.a. Autoanalyzer. Nitrat reduseres til nitritt i en kadmiumkolonne. Nitritt bestemmes med sulfanilamid og kobling med N-(1-Naphtyl)-etylendiamin til rød farge. Fargen måles ved 520 nm.
"		VAT	Prøven oppsluttes i surt miljø med trykk-koker og overføres til Technicon Autoanalyzer - kobber-kadmium-reduktor.
"		VAT	Prøven oppsluttes ved hjelp av en alkalisk persulfatoppslutning og overføres til en blanding av nitrat og nitritt. Nitrat reduseres til nitritt i en kadmium-kobberkolonne.
"		NIVA	Nitritt som ved NIVA.
Fosfor/ortofosfat	μg P/l	NIVA	Prøver for totalfosfor-analyser tas på glassflasker og konserveres. Bundet fosfor overføres til ortofosfat ved oksydasjon v.h.a. ultraviolettlys i surt miljø i nærvær av hydrogenperoksyd.
"		VAV	Ortofosfat bestemmes v.h.a. autoanalyzer. Ortofosfat reagerer med ammonium-molybdat til gulfarget fosformolybdensyre, som reduseres med askorbensyre i nærvær av antimon til en sterk blåfarget forbindelse. Fargen måles ved 880 nm.
"		VAT	NS 4725.
Uorganisk karbon	mg C/l	NIVA	NS 4725. Oksydasjon i nærvær av kaliumperoksyddisulfat. Bestemmes ved hjelp av Autoanalyzer. Uorganisk bundet karbon i vann frigjøres som CO ₂ ved tilsetning av H ₂ SO ₄ . CO ₂ -gassen blir bestemt v.h.a. gasskromatograf. "GOW MAC" Gas Chromatograph.

Tabell II. Temperatur- og oksygenforhold 1982

Gorningen (st. 3)

Parameter	Temperatur, °C								Oksygen, mg O ₂ /l								Oksygen, % metning								
	17/3	27/5	21/6	19/7	29/8	26/9	17/3	27/5	21/6	19/7	29/8	26/9	17/3	27/5	21/6	19/7	29/8	26/9	17/3	27/5	21/6	19/7	29/8	26/9	
Dyp i m																									
0,2			17,2	21,2	15,3																				
0,5			17,2	21,1	15,3																				
1	1,8	11,0	17,2	21,0	15,3	12,8	10,7	8,3	7,8	9,1	9,0	93,7	98,1	89,0	89,9	94,2	88,0								
2			17,2	20,8	15,3	12,8																			
4			17,2	20,0	15,3	12,8																			
6			15,4	16,5	11,3	12,8																			
8			13,5	13,2	6,4	12,0																			
10	2,0	6,6	9,6	10,7	6,3	11,4	10,5	11,2	9,2	8,8	9,8	9,0	92,5	83,4	81,9	82,6	85,0								
16	2,8	5,2	5,5	7,8	5,2	5,6	9,9	11,2	9,5	9,4	10,0	8,8	88,7	77,7	81,6	80,9	72,2								
20						5,0						9,1													
30	2,9	4,7	4,7	4,8	4,8	4,7	9,7	11,0	9,6	9,5	10,0	9,5	86,8	77,0	76,4	80,1	76,5								
40			4,5	4,9		4,5						9,2													
41	2,6	4,7		4,8	4,8		6,2	10,9			10,0		85,3			80,4									

Farris (st. 5)

Parameter	Temperatur, °C								Oksygen, mg O ₂ /l								Oksygen, % metning								
	16/3	26/5	21/6	19/7	23/8	20/9	16/3	26/5	21/6	19/7	23/8	20/9	16/3	26/5	21/6	19/7	23/8	20/9	16/3	26/5	21/6	19/7	23/8	20/9	
Dyp i m																									
0,2			14,5	19,2		14,7																			
0,5			14,5	19,2		14,7																			
1	0,5	7,8	14,5	19,1	17,2	14,5	12,2	10,8	9,8	9,2	8,7	8,9	87,3	93,8	99,3	102,3	93,2	90,2							
2			14,5	19,1	17,2	14,5																			
4			14,5	19,0	17,2	14,5																			
6			14,5	18,0	17,2	14,5																			
8			13,2	17,0	17,1	14,5																			
10			13,0	16,0	17,0	14,3																			
12		7,0	11,0	10,8	12,0	13,9																			
16	2,2	5,7	8,0	6,1	7,0	7,9	11,1	10,6	10,5	10,9	10,2	9,2	83,3	87,2	91,5	90,6	86,7	80,0							
30	3,0	4,7	5,5	5,5	5,6	6,2	10,6	10,8	10,8	11,0	10,2	9,9	81,2	86,6	88,4	90,2	83,7	82,5							
50	3,5		5,4	5,2	5,3	6,2	11,0	10,6	10,8	10,8	10,5	9,9	85,5	84,7	88,2	87,7	85,5	82,5							
100	3,7		4,8	5,0	4,8		10,7	10,7	10,7	11,3	10,6		83,5	86,0	86,0	91,4	85,2								
120			4,8	4,8	4,8																				
129	3,8	4,1	4,8	4,8	4,8		7,7	10,4	10,8	10,9	10,6		60,3	82,1	86,8	87,6	85,2								

Tabell III. Kjemiske analyseresultater 1982. Stasjon 3. Goringen.
 Prøvene er analysert ved VAT, bortsett fra UOC som er analysert ved NIVA.

Dato	Surhetsgrad, pH					Konduktivitet, mS/m, 25 °C					Farge, mg Pt/l					Turbiditet, FTU				
	0-4	10	16	30	40/41*	0-4	10	16	30	40/41*	0-4	10	16	30	40/41*	0-4	10	16	30	40/41*
17/3*	5,5	5,7	5,7	5,8	5,7	2,53	3,36	3,42	3,44	3,56	-	-	-	-	-	0,76	0,72	0,74	0,69	0,92
27/5*	5,8	5,7	5,9	5,9	5,8	3,08	3,31	3,38	3,41	3,42	30	25	23	23	23	1,10	0,94	0,93	0,96	0,92
21/6	6,0	5,7	5,7	5,7	5,7	2,79	3,18	3,36	3,27	3,41	23	25	23	23	23	0,69	0,67	0,68	0,66	0,62
19/7	6,3	5,6	5,2	5,6	5,7	3,22	3,20	3,39	3,36	3,31	15	15	13	18	18	0,83	0,64	0,74	0,63	0,72
29/8*	6,4	5,8	5,7	5,7	5,8	3,03	3,19	3,22	3,31	3,27	15	15	18	18	20	1,10	0,57	0,68	0,62	0,82
26/9	6,2	-	5,5	5,6	5,5	3,26	-	3,25	3,21	2,15	15	-	18	18	20	0,86	-	0,49	0,52	0,47
Dato	Kjemisk oksygenforbruk, mg O/l					Uorganisk karbon, mg UOC/l	Alkalitet, ml N/10 HCl/l					Silisium, mg SiO ₂ /l								
	0-4	10	16	30	40/41*	0-4	pH 4,5				pH 4,0	0-4	10	16	30	40				
17/3*	3,8	5,5	5,0	4,9	4,9	-	0,88	0,48	0,47	0,51	-	-	3,0	-	-	-	-			
27/5*	5,3	4,4	4,3	4,3	4,6	-	0,37	0,40	0,43	0,38	-	-	3,6	-	-	-	-			
7/6	-	-	-	-	-	0,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
21/6	4,6	4,7	4,6	4,6	4,2	0,48	0,58	-	-	-	-	2,9	-	-	-	-	-			
19/7	4,4	5,0	1,3	3,7	3,4	0,38	0,61	0,36	0,29	0,37	0,34	-	2,8	3,8	4,1	4,4	4,4			
29/8*	3,9	4,2	4,2	4,3	4,5	0,71	0,82	-	-	-	1,60	-	2,8	-	-	-	-			
26/9	4,3	-	4,2	4,5	4,0	0,77	0,78	-	0,67	0,62	-	0,88	3,4	-	-	-	-			

(forts.)

Dato	Kalsium, mg Ca/l					Magnesium, mg Mg/l					Natrium, mg Na/l					Kalium, mg K/l				
	0-4	10	16	30	40	0-4	10	16	30	40	0-4	10	16	30	40	0-4	10	16	30	40
17/3*	1,35	2,00	1,95	1,95	-	0,32	0,36	0,36	0,36	-	0,70	1,27	1,24	1,28	-	0,67	0,92	1,02	0,91	-
27/5	2,20	2,35	2,35	2,35	-	0,45	0,50	0,52	0,51	-	1,01	1,01	1,04	1,13	-	0,73	0,62	0,79	1,19	-
19/7	2,20	2,24	2,28	2,35	2,40	0,48	0,49	0,52	0,54	0,54	0,94	1,02	0,98	0,99	1,01	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61
26/9	2,66	-	2,48	-	2,52	0,64	-	0,57	-	0,57	0,87	-	0,84	-	0,98	0,65	-	0,64	-	0,64
Dato	Klorid, mg Cl/l					Sulfat, mg SO ₄ /l					Jern, µg Fe/l					Mangan, µg Mn/l				
	0-4	10	16	30	40	0-4	10	16	30	40	0-4	10	16	30	40/41*	0-4	10	16	30	40/41*
17/3*	2,2	3,0	3,1	3,1	-	2,6	2,6	2,6	2,7	-	60	120	110	125	375	55	80	105	110	115
27/5*	2,3	2,4	2,4	2,6	-	5,8	6,3	6,3	6,4	-	165	185	182	190	195	75	76,5	80	80	97,5
19/7	2,3	2,4	2,6	2,5	2,6	-	-	-	-	-	110	120	155	165	190	-	-	-	-	-
26/9	2,5	-	2,4	-	2,6	7,0	-	6,2	-	6,2	125	-	182	-	248	49	-	77	-	83
Dato	Totalnitrogen, µg N/l					Nitrat, µg N/l					Totalfosfor, µg P/l					Ortofosfat, µg P/l				
	0-4	10	16	30	40/41*	0-4	10	16	30	40/41*	0-4	10	16	30	40/41*	0-4	10	16	30	40/41*
17/3*	575	420	-	485	490	290	380	-	385	350	7,5	7	-	7,5	14	4	2	-	2	2,5
27/5*	420	455	-	455	465	325	370	-	365	365	12	11	-	11	12	2	2	-	3	2,5
21/6	330	395	540	480	510	195	300	330	340	340	11	7	-	8	10,5	2	2,2	-	2,7	2,9
19/7	310	430	455	515	480	190	320	380	380	380	7	7	7	7,5	7	3	3	2,5	3	3
29/8*	490	540	-	530	655	190	345	-	370	365	9	6	-	6	7	1,5	1,5	-	1,5	2
26/9	630	-	-	410	440	250	-	-	370	375	11	-	-	8	8	1,2	-	-	< 1	< 1

Tabell IV. Kjemiske analyseresultater 1982. Stasjon 5, Farris. Prøvene er analysert ved NIVA og VAV

Dato	Surhetsgrad, pH						Konduktivitet, mS/m, 25 °C						Farge, mg Pt/l						Turbiditet, FTU																	
	0-10	16	30	50	100	120	0-10	16	30	50	100	120	0-10	16	30	50	100	120	0-10	16	30	50	100	120												
<u>16/3</u>																																				
NIVA	6,2	6,1	6,2	6,2	6,2	5,9	4,40	4,09	3,97	4,06	4,08	4,35	49	22	21	17	17	21	1,2	0,34	0,35	0,34	0,35	0,51												
VAV	6,20	6,22	6,24	6,21	6,22	11,30	4,30	4,10	4,10	4,15	4,20	5,10	30	18	18	17	17	34	1,1	0,33	0,33	0,30	0,31	0,96												
<u>26/5</u>																																				
NIVA	6,4	6,3	6,2	6,3	6,2	6,2	4,36	4,35	4,30	4,47	4,33	4,33	32	27	22	37	27	27	0,68	0,54	0,36	0,89	0,57	0,57												
VAV	6,35	6,26	6,22	6,19	6,27	6,27	4,25	4,13	4,24	4,15	4,15	4,15	20	17	24	20	20	18	1,00	0,32	0,63	0,47	0,37	0,37												
<u>21/6</u>																																				
NIVA	6,4	6,2	6,1	6,2	6,1	6,2	4,15	4,21	4,26	4,24	4,25	4,30	19	19	17	17	15	15	0,53	0,47	0,38	0,39	0,35	0,36												
<u>19/7</u>																																				
NIVA	6,3	6,1	6,0	6,0	6,0	6,1	3,97	4,26	4,23	4,30	4,35	4,36	33	35	33	33	28	24	0,54	0,86	0,53	0,85	0,66	1,7												
<u>23/8</u>																																				
NIVA	6,7	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	4,33	4,42	4,41	4,44	4,44	4,45	28	26	24	19	21	19	0,53	0,62	0,54	0,49	0,43	0,44												
VAV	6,67	6,27	6,15	6,18	6,17	6,13	4,35	4,39	4,39	4,41	4,35	4,40	17	17	16	16	13	16	0,40	0,42	0,31	0,32	0,21	0,23												
<u>20/9</u>																																				
NIVA	6,5	6,0	6,0	6,2	6,2	6,2	4,14	4,14	4,2	4,2	4,2	4,2	17	17	19	15	15	15	0,47	0,34	0,43	0,34	0,34	0,34												
VAV	6,35	5,90	5,89	6,04	6,04	6,04	4,09	4,12	4,12	4,20	4,20	4,20	14	14	12	16	16	16	0,36	0,41	0,23	0,52	0,52	0,52												
Dato	Kjemisk oksygenforbruk, mg O/1												Uorganisk karbon mg UOC/l						pH 4,5						Alkalitet, ml N/10 HCL/l						Silisium mg SiO ₂ /l					
	0-10	16	30	50	100	120	0-10	16	30	50	100	120	0-10	16	30	50	100	120	0-10	50	50	0-10	50	100	120	0-10	16	30	50	100	120					
<u>16/3</u>																																				
NIVA	5,5	3,2	3,4	3,3	2,7	2,6							0,94	0,79	2,21	1,91			4,1																	
VAV	3,6	3,1	3,0	3,4	2,6	2,6							0,75		1,54				4,0																	
<u>26/5</u>																																				
NIVA	3,3	3,2	2,8	4,3	3,0	3,0							0,77						3,7																	
VAV	2,9	2,8	3,1	2,9	2,7	2,7							0,80		1,61				3,6																	
<u>21/6</u>																																				
NIVA	2,8	2,8	2,8	3,0	3,0	2,7							0,85						3,7																	
<u>19/7</u>																																				
NIVA	2,9	3,0	2,8	3,0	2,8	2,9							0,89	0,71	1,74	1,50			3,6																	
<u>23/8</u>																																				
NIVA	3,5	3,0	3,2	3,0	3,0	2,9							0,76						3,7																	
VAV	3,2	3,1	3,1	3,2	3,1	3,2							0,74						3,6																	
<u>20/9</u>																																				
NIVA	2,9	2,6	2,7	3,9	3,3	3,3																														
VAV	4,0	3,0	2,7	3,3	3,3	3,3																														

Tabell IV. (forts.)

Dato	Kalsium mg Ca/l		Magnesium mg Mg/l		Natrium mg Na/l		Kalium mg K/l		Klorid mg Cl/l		Sulfat mg SO ₄ /l		Jern µg Fe/l		Mangan µg Mn/l				
	0-10	50	0-10	50	0-10	50	0-10	50	0-10	50	0-10	50	0-10	50	120	0-10	50	120	
<u>16/3</u>																			
NIVA	3,02	2,88	0,76	0,77	2,99	2,52	0,94	0,74	4,3	3,7	7,2	7,4	90	20	20	37,0	9,2	160	
VAV					2,4	2,3	0,80	0,78	5,0	4,0									
<u>26/5</u>									5,5	5,8									
VAV																			
<u>23/8</u>									4,3	4,5									
VAV																			
<u>20/9</u>									3,5	3,5	7,4	7,5	30	30		12,5	17,5		
NIVA	2,9	2,6	0,75	0,75	2,4	2,4	0,75	0,73											
Dato	Totalnitrogen, µg N/l			Nitrat, µg N/l			Totalfosfor, µg P/l			Ortofosfat, µg P/l									
	0-10	16	50	100	120	0-10	16	50	100	120	0-10	16	50	100	120				
<u>16/3</u>																			
NIVA	1320	680	830	640	550	500	480	490	470	400	10,5	4	5	3,5	5,5				
VAV	640	650	630	650	760	500	480	500	500	430	17,1	16,0	13,7	15,1	16,4				
<u>26/5</u>																			
NIVA	680	700	840	720	490	460	480	480	480	490	6,5	5,5	7,0	4,5	4,5				
VAV											9,5	8,0	8,5	7,1	4,8				
<u>21/6</u>																			
NIVA	630	630	700	680	700	450	480	490	490	490	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5				
<u>19/7</u>																			
NIVA	640	790	790	740	860	410	480	490	490	500	5,5	5,5	5,0	4,0	4,5				
<u>23/8</u>																			
NIVA	660	780	740	730	720	360	470	480	490	490	3,5	4,0	3,5	2,5	3,5				
VAV	520	700	640	560	600	370	490	500	500	500	4,9	8,7	5,2	5,5	5,2				
<u>20/9</u>																			
NIVA	610	600	610	470	460	370	450	470	460	460	5,5	3,0	3,5	3,5	1,5				
VAV	700	770	960	380	480	380	480	460	460	460	10,6	5,0	7,5	4,3	4,0				

Tabell V. Middelverdier, milliekvivalenter og ekvivalentprosent for hovedkomponentene

Gorningen 17.3.1982

Kationer				Anioner			
Komponent	mg/l	m·ekv.	ekv.%	Komponent	mg/l	m·ekv.	ekv.%
Ca	1,81	0,090	47,1	SO ₄	2,63	0,055	28,4
Mg	0,35	0,029	15,2	Cl	2,85	0,080	41,2
Na	1,12	0,049	25,7	HCO ₃	0,585	0,059	30,4
K	0,88	0,023	12,0				
Σ kationer		0,191		Σ anioner		0,194	

Gorningen: 27.5.1982

Kationer				Anioner			
Komponent	mg/l	m·ekv.	ekv.%	Komponent	mg/l	m·ekv.	ekv.%
Ca	2,31	0,115	51,6	SO ₄	6,2	0,129	54,2
Mg	0,50	0,041	18,4	Cl	2,43	0,069	29,0
Na	1,05	0,046	20,6	HCO ₃	0,395	0,040	16,8
K	0,83	0,021	9,4				
Σ kationer		0,223		Σ anioner		0,238	

Gorningen: 26.9.1982

Kationer				Anioner			
Komponent	mg/l	m·ekv.	ekv.%	Komponent	mg/l	m·ekv.	ekv.%
Ca	2,55	0,127	55,0	SO ₄	6,47	0,135	49,6
Mg	0,59	0,049	21,2	Cl	2,4	0,068	25,0
Na	0,90	0,039	16,9	HCO ₃	0,69	0,069	25,4
K	0,64	0,016	6,9				
Σ kationer		0,231		Σ anioner		0,272	

Farris: 16.3.1982

Kationer				Anioner			
Komponent	mg/l	m·ekv.	ekv.%	Komponent	mg/l	m·ekv.	ekv.%
Ca	2,95	0,147	41,9	SO ₄	7,3	0,152	43,2
Mg	0,77	0,063	17,9	Cl	4,0	0,113	32,1
Na	2,76	0,120	34,2	HCO ₃	0,865	0,087	24,7
K	0,84	0,021	6,0				
Σ kationer		0,351		Σ anioner		0,352	

Farris: 20.9.1982

Kationer				Anioner			
Komponent	mg/l	m·ekv.	ekv.%	Komponent	mg/l	m·ekv.	ekv.%
Ca	2,75	0,137	42,5	SO ₄	7,45	0,155	46,4
Mg	0,75	0,062	19,3	Cl	3,5	0,099	29,6
Na	2,40	0,104	32,3	HCO ₃	0,80	0,080	24,0
K	0,74	0,019	5,9				
Σ kationer		0,322		Σ anioner		0,334	

Tabell VI. Bakteriologiske analyseresultater 1982

Gorningen (st. 3). Prøvene er analysert ved Byveterinærens Laboratorium i Skien

parameter m dyp →	Antall koliforme bakterier/100 ml										Kimtall/ml (20°C, 72 t.)							
	Sikre (konformative) kolif. (37°C)					Termostabile kolif. bakt. (44°C)					1	10	16	30				
	1	10	16	30	40/41*	1	10	16	30	40/41*								
17·3*	13	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	70	30	40/41*	
27·5*	22	2	8	5	8	0	2	2	2	0	0	0	2	120	110	80	70	
21·6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	60	50	30	
19·7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	20	15	10	
31·8	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	0	0	5	5	7	20	5
26·9	49		2	8	1	33		2	8	0	8	0	0	260		180	100	40

Farris (st. 5). Prøvene er analysert ved Byveterinærens Laboratorium i Tønsberg.

m dyp →	1		16	30	50	1		16	30	50	1		16	30	50
16·3			23	0	5								95	34	17
26·5	0				0	0		0	0	0	21		23	7	1
21·6	0		0	5	0	0		0	0	0	50		4	31	37
19·7	0		2	0	2	0		0	0	0	108		25	40	25
23·8	17		0	0	0	0		0	0	0	80		21	28	13
20·9	7		0	0	5	0		0	0	0	680		4	9	15

Tabell VIII. Kjemiske analyseresultater 1982.

Stasjon A. Vassvik.

Prøvene er analysert ved NIVA og VAV.

Dato	pH		Kond.		Turb.		Kjem. oks.-forbruk		Tot-P		Tot-N		NO ₃ -N	
	NIVA	VAV	NIVA	VAV	NIVA	VAV	NIVA	VAV	NIVA	VAV	NIVA	VAV	NIVA	VAV
21/1	7,02	7,13	19,0	18,0	20	10	9,3	7,0	710	620	3600	2960	1280	1480
15/2	7,64	7,68	26,4	26,1	9,6	6,6	11,6	11,9	500	680	4100	3120	1400	1400
16/3	6,73	6,90	15,6	16,5	6,7	7,3	16,1	15,0	310	470	2120	2400	1210	640
19/4	7,37	7,47	37,6	37,0	7,6	7,1	22,3	21,2	720	780	1560	2160	400	460
25/5	6,88	6,96	30,1	29,4	5,0	5,2	31,0	28,0	500	350	2900		<10	
21/6	7,97		113,5		32		13,9		1000		7700		300	
19/7	7,68		110		17		33,7		500		6300		4000	
23/8	7,72	7,71	38,5	39,5	13,0	11,0	12,4	15,8	600	810	3000	2800	1320	1560
20/9	7,44	7,61	45,9	46,0	27,0	39,0	20,8	22,1	1200	1470	4500	3680	1700	1520
25/10	7,45	7,40	33,0	32,6	4,9	4,3	12,8	11,8	600	540	2600	2160	890	1020
22/11	7,47	7,36	17,9	17,6	4,2	3,5	9,3	10,1	180	250	2000	2020	1090	1100
13/12	7,67	7,83	49,7	50,0	12,0	18,0	23,6	21,9	900	1000	3100	2600	620	640
Aritm. middel	7,42	7,41	44,8	31,3	13,3	11,2	18,1	16,5	643	697	2625	2655	1185	1090
Maks.	7,97	7,83	113	50,0	27,0	39,0	33,7	28,0	1200	1470	4500	3680	4000	1560
Min.	6,73	6,90	15,6	16,5	4,2	3,5	9,3	7,0	310	250	1560	2020	< 10	640

TABELL IX. ANALYSERESULTATER AV KVANTITATIVE PLANTEPLANKTONPRØVER FRA GØRNINGEN 1982. BLANDPRØVER 0-4 M DYP.

Antallet gitt i 10³ celler/liter. Volumet gitt i mm³/m³.

* Antallet gjelder kolonier.

ARTER	17. MARS		27. MAI		21. JUNI		19. JULI		29. AUGUST		26. SEPTEMBER	
	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.
<u>CYANOPHYCEAE</u> (blågrønnalger)												
* <i>Merismopedia tenuissima</i>					25	1.2	1962	93.2	571	27.1	374	17.7
<u>CHLOROPHYCEAE</u> (grønnalger)												
<i>Chlamydomonas</i> spp.			34	3.4					26	4.8	6	0.7
* <i>Crucigenia tetrapedia</i>					140	16.8						
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> v. <i>minimum</i>					125	5.6	78	4.7	16	0.9	40	2.4
<i>Isthmochloron trispinatum</i>			3	0.9								
<i>Monomastix</i> sp.					137	5.5			63	2.4	83	2.9
<i>Monoraphidium minutum</i>					16	1.3	489	44.0	20	1.7	23	2.0
<i>Oocystis lacustris</i>			12	6.5					5	1.2		
<i>Oocystis submarina</i> v. <i>variabilis</i>					822	24.7	134	4.0	118	3.5	44	1.3
<i>Scourfieldia</i> cf. <i>cordiformis</i>	5	0.2					59	1.8	11	0.3		
Ubest. coccoide grønnalger (<i>Chlorella</i> sp.?)			34	1.7	638	31.9	458	22.9	168	8.4	103	5.1
Ubest. ellipsoide grønnalger							159	14.3	90	9.0	70	7.0
Ubest. spindelformete grønnalger					69	4.5	311	20.2	69	4.0	62	3.7
<u>CHRYSOPHYCEAE</u> (gulalger)												
<i>Bitrichia chodatii</i>					3	0.3	6	0.6	20	2.0		
<i>Chrysococcus</i> sp.					9	1.7						
<i>Chrysoikos skjoldi</i>			150	7.5								
<i>Craspedomonader</i>	59	3.8			12	0.8	87	5.7			16	1.0
Cyster av chrysophycé			72	4.7								
<i>Dinobryon borgei</i>								53	1.6			
<i>Dinobryon crenulatum</i>			9	1.4								
<i>Dinobryon suecicum</i>			9	0.4								
<i>Kephyrion</i> spp.			221	11.1	28	1.4	31	1.6				
<i>Ochromonas</i> sp.			3	1.8								
<i>Phaeaster aphanaster</i>					9	1.1	3	0.5				
<i>Pseudokephyrion</i> sp.							9	0.5				
<i>Spiniferomonas</i> sp.							37	4.3				
Små chrysomonader	146	9.5	1077	70.0	383	24.9	700	45.5	240	15.6	242	15.8
Store chrysomonader	12	4.0	121	39.5	22	7.1	128	41.5	16	5.1	19	6.1
Ubest. chrysomonade (d.5-6)			78	7.8								
Ubest. chrysophycé							9	0.6				
<u>CRYPTOPHYCEAE</u>												
<i>Cryptomonas marssonii</i>							12	16.2	16	20.2	37	48.6
<i>Cryptomonas</i> sp. (l=15-18)			50	22.4					2	1.0		
<i>Cryptomonas</i> spp. (l=24-28)			6	12.5					11	21.8	17	34.3
<i>Katablepharis bvalis</i>	2	0.1	40	4.0	34	3.1	25	2.5	25	2.5	42	3.7
<i>Rhodomonas lacustris</i>			3	0.5	22	2.7	206	27.7	230	28.8	104	13.0
Ubest. cryptophycé (l=17-18)	5	3.0			22	14.2	31	20.2			45	29.3
<u>DINOPHYCEAE</u> (fureflagellater)												
<i>Gymnodinium</i> cf. <i>lacustre</i>			168	58.9			19	6.5				
<i>Gymnodinium</i> sp. (13x15)			9	9.8			9	9.8				
<i>Peridinium inconspicuum</i>			0.4	0.9								
Ubest. dinoflagellat			96	19.3					9	1.9	5	0.7
µ-alger	710	7.1	5943	59.4	4785	47.9	3265	32.7	3576	35.8	3302	33.0
TOTAL VOLUM		27.7		344.4		196.7		423.1		198.0		228.3

TABELL X. ANALYSERESULTATER AV KVANTITATIVE PLANTEPLANKTONPRØVER FRA FARRIS 1982. BLANDPRØVER 0-10 M DYP.

Antallet gitt i 10³ celler / Liter. Volumet gitt i mm³/m³.

* Antallet gjelder kolonier.

ARTER	16. MARS		26. MAI		21. JUNI		19. JULI		23. AUGUST		20. SEPTEMBER	
	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.
<u>CYANOPHYCEAE</u> (blågrønnalger)												
* Gomphosphaeria lacustris												
* Merismopedia tenuissima					37	1.8	327	15.5	638	30.3	409	4.7
<u>CHLOROPHYCEAE</u> (grønnalger)												
Carteria sp.									44	6.5	19	3.4
Chlamydomonas spp.									3	0.5		
* Dictyosphaerium pulchellum v. minimum					8	0.5						
Elakatothrix gelatinosa					69	1.4	11	0.3				
Gloeocystis sp.									6	1.6		
Gyromitus cordiformis												
Monoraphidium minutum			6	0.5	30	2.5	20	1.7			25	2.1
Oocystis submarina v. variabilis			14	0.4	352	10.6	170	5.1	51	1.5	67	2.0
Paramastix conifera	2	0.4										
Scenedesmus denticulatus											2	0.4
Scourfieldia cf. cordiformis	14	0.4	11	0.3	11	0.3						
* Sphaetocystis schroeteri											5	3.6
Tetraedron minimum								3	0.6			
Ubest. coccoide grønnalger (Chlorella sp.)					69	3.4	62	3.1	51	2.6		
Ubest. ellipsoidiske grønnalger							25	3.4	17	2.3	48	6.5
Ubest. grønn flagellat			53	6.1	14	0.9	47	4.7	25	2.9		
Ubest. spindelformet grønnalger	5	0.3	11	0.7	44	2.6	98	5.9	33	2.0	5	0.3
<u>CHRYSOPHYCEAE</u> (gulalger)												
Bitrichia chodatii							8	0.8	19	1.9	6	0.6
Chrysoikos skujai			125	6.2								
Craspedomonader			6	0.4					107	7.0	95	6.2
Cyster av chrysophyceer	3	0.3	25	2.5	45	3.2	23	2.3	9	1.1		
Dinobryon borgei					33	0.8	48	1.2	25	0.6	20	0.5
Dinobryon crenulatum			20	3.0	12	1.9	3	0.5			3	0.5
Dinobryon divergens					6	0.9	4	0.6				
Dinobryon korschikovii									2	0.2		
Dinobryon suecicum					16	0.7	5	0.2			3	0.1
Kephyrion spp.			61	3.0	44	2.2	17	0.9	42	2.1	14	0.7
Mallomonas akrokomos							3	0.8				
Mallomonas sp. (1-21)			6	6.9								
Phaeaster aphanaster			114	17.0			6	0.7	31	4.7		
Pseudokephyrion sp.					2	0.1						
Spiniferomonas sp.			6	0.7			47	4.7	16	1.6	47	5.4
Små chrysomonader	193	12.5	483	31.4	279	18.1	1062	69.0	311	20.2	431	28.0
Store chrysomonader	12	4.0	118	38.5	20	6.6	75	24.3	40	13.2	39	12.7
Uroglena cf. americana			86	9.8					244	30.6	36	4.1
Ubest. chrysomonade (d=5-6)	31	3.1	37	4.3	19	1.9						
Ubest. chrysophyce							14	0.9	3	0.2	11	0.7
<u>BACILLARIOPHYCEAE</u> (kiselalger)												
Cyclotella sp. (d=8-10)			5	1.3	3	0.8	2	0.4				
Cyclotella cf. comta (d=14-16)					8	10.3	23	30.9			30	23.7
<u>CRYPTOPHYCEAE</u>												
Cryptomonas marssonii					8	10.9			19	24.3	17	25.7
Cryptomonas sp. (1-16-18)	3	2.0	3	2.0					11	13.1	9	6.1
Cryptomonas spp. (1-24-28)							5	9.3			2	3.1
Katablepharis ovalis	2	0.1	60	5.5	28	2.5	34	3.1	16	1.4	22	2.0
Rhodomonas lacustris (rv. nannoplantica)	47	5.8	198	29.7	46	6.3	114	15.3	61	6.1	140	14.0
Ubest. cryptophyce (1-17-18)					5	3.0	6	4.0	14	9.1		
<u>DINOPHYCEAE</u> (fureflagellater)												
Gymnodium cf. lacustre	3	1.1	44	13.1	2	0.5	11	3.8			23	7.0
Gymnodium sp. (13x15)					3	3.3			3	3.3		
Ubest. dinoflagellat			3	0.8					30	5.9	12	2.5
µ-alger	810	8.1	1944	19.4	2193	21.9	2280	22.8	2616	26.2	2941	29.4
TOTALVOLUM		38.1		203.5		119.9		237.6		223.0		215.5

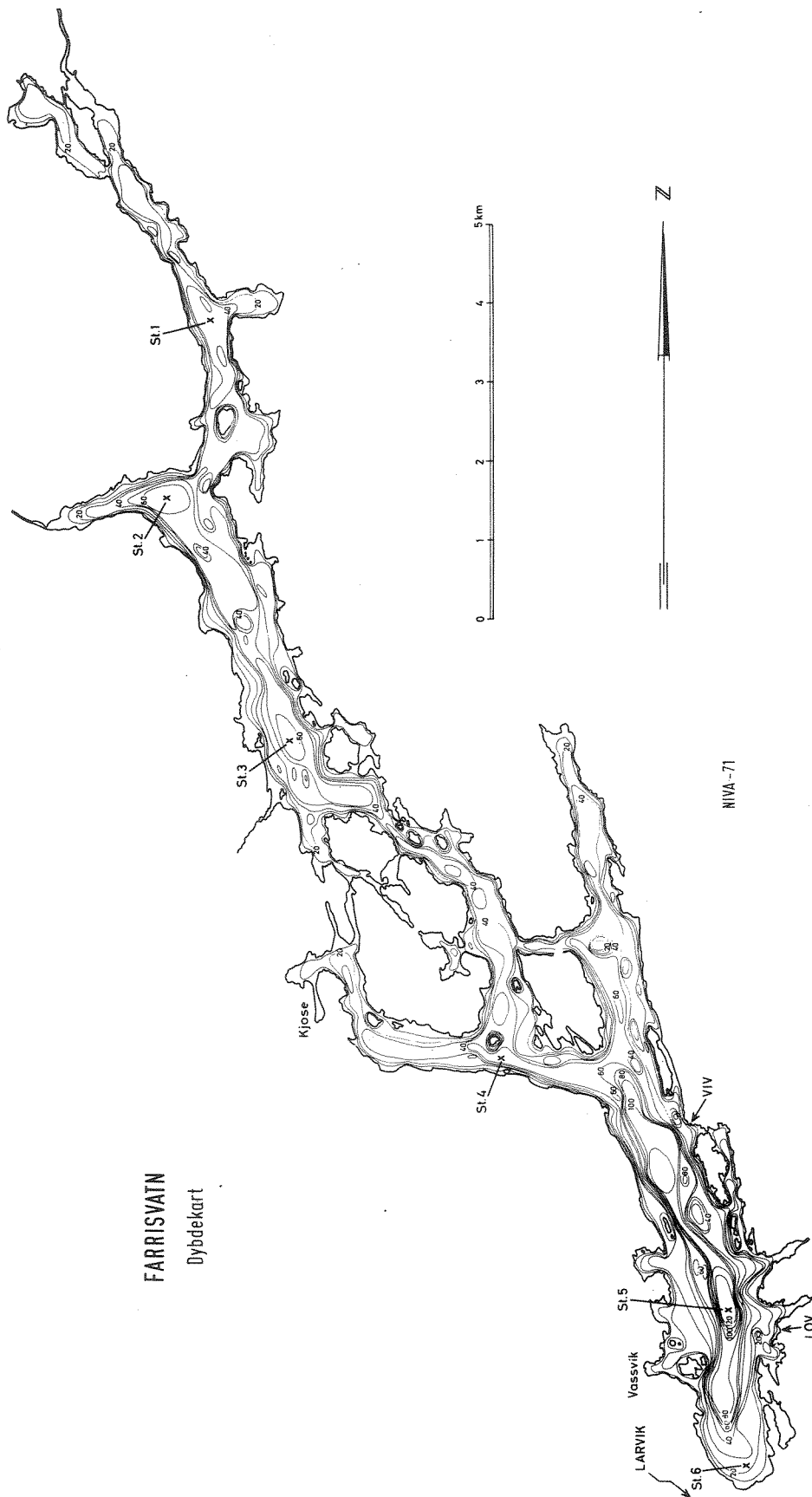


Fig. I. Stasjon i regi av overvåking - nr. 5

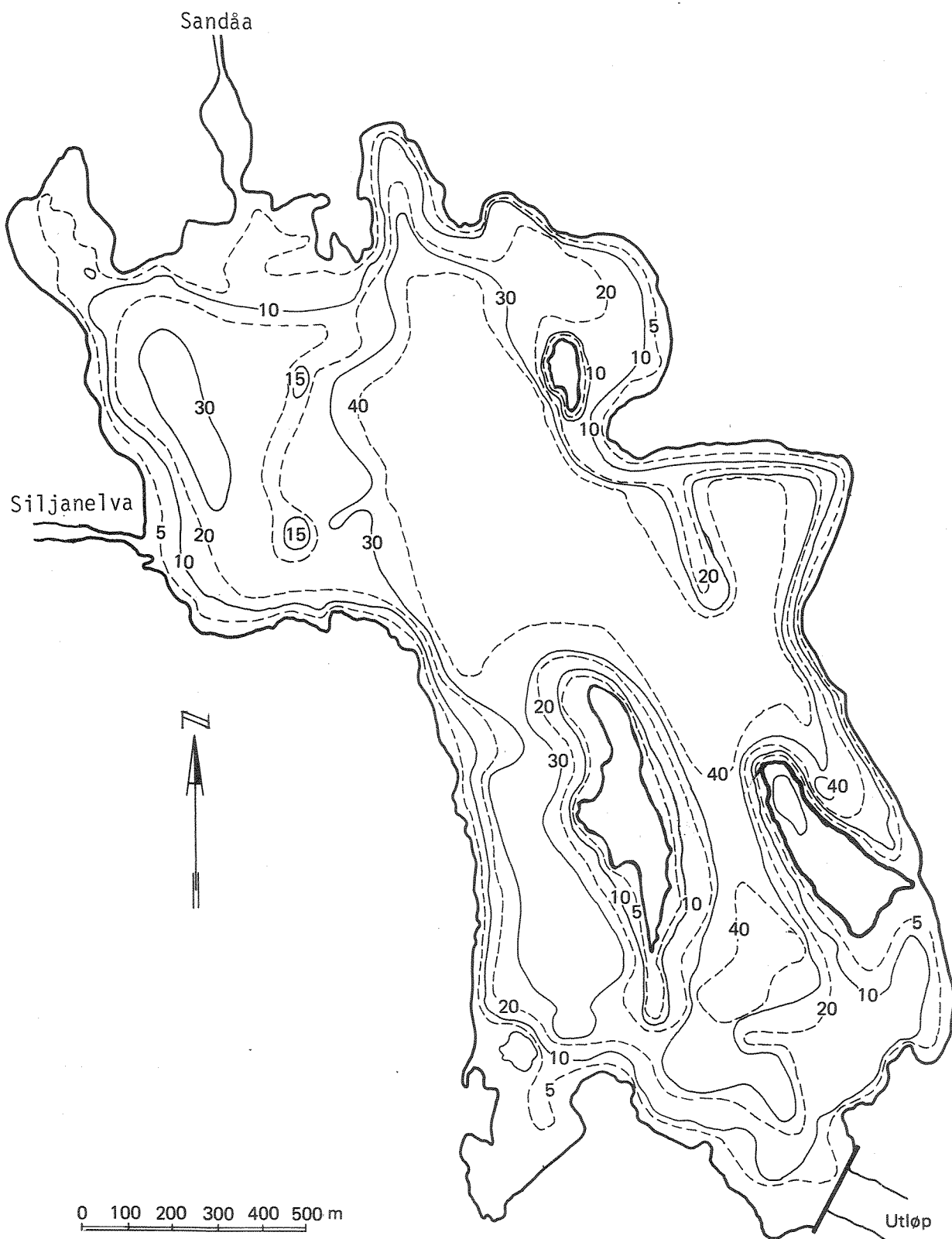


Fig. II. Gorningen. Dybdekart.
Opploddet 13/10 1981

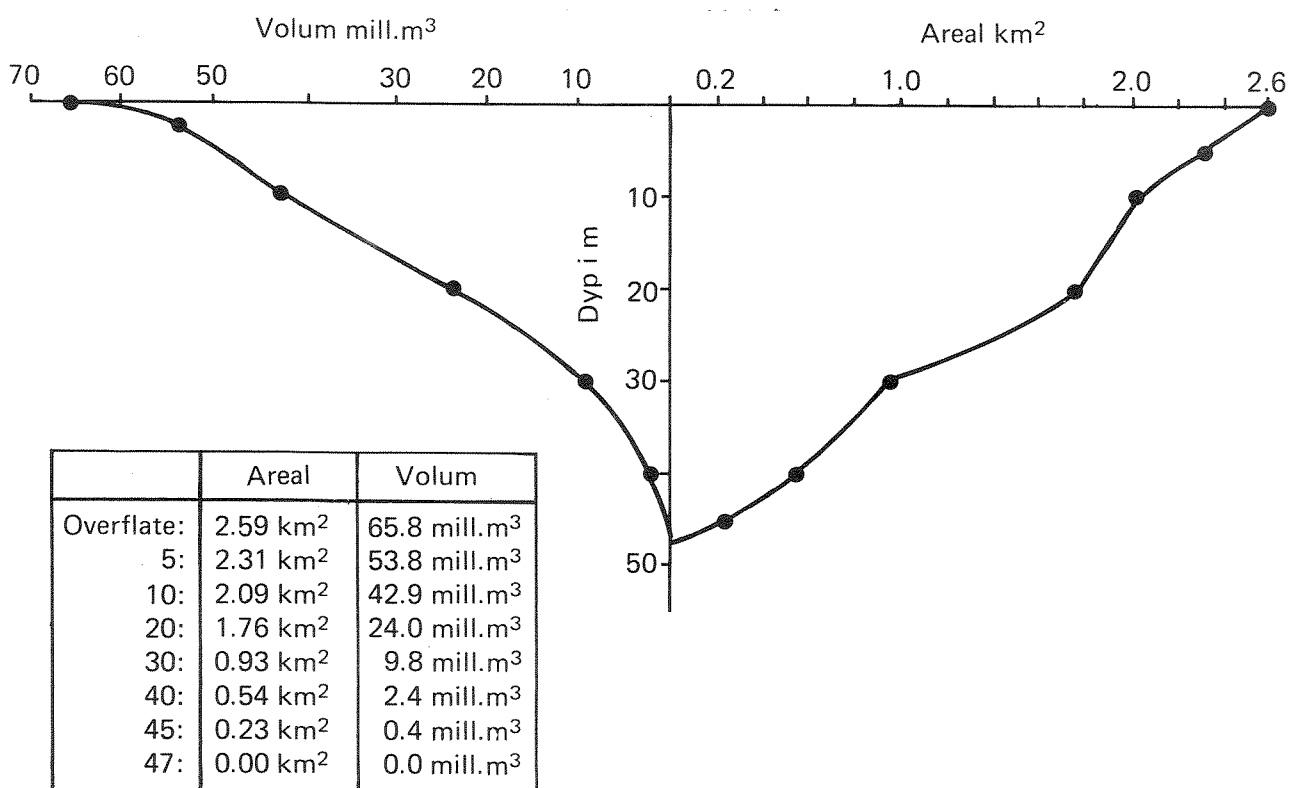


Fig. III. Gorningen. Volum og arealkurve