

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Oslo

0-8000222

RUTINEUNDERSØKELSER I GLAMA I ØSTFOLD 1978-80

24. mai 1982

Saksbehandler: Lars Lingsten

Medarbeidere: Tor Gamst
Hans Holtan
Marit Mjelde
Bjørn Rørslett
Kai Sørensen
Tor Traaen

For administrasjonen:

Arne Tollan
Lars N. Overrein

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse:
Postboks 333, Blindern
Oslo 3

Brekke 23 52 80
Gaustadalleen 46 69 60
Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-80002 -02
Undernummer:
Løpnummer: 1380
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: RUTINEUNDERSØKELSER I GLÅMA I ØSTFOLD 1978-80	Dato: 24. mai 1982
	Prosjektnummer: 0-8000222
Forfatter(e): Lars Lingsten	Faggruppe: Hydroøkologisk div.
	Geografisk område: Østfold
	Antall sider (inkl. bilag): 87

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

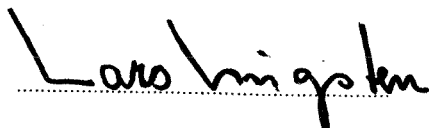
Ekstrakt:

Rapporten omhandler fysisk-kjemiske undersøkelser i 1978-80 i Glåma i Østfold. Det er benyttet to prøvesteder, Solbergfoss og Sarpsfossen. Konduktiviteten er relativt høy og partikkeltransporten er meget stor. I lavlandsflommen kan fosforkonsentrasjonene være meget høye. Tungmetaller forekommer i lave eller i meget lave konsentrasjoner. Stort sett alle målte parametre ved Solbergfoss er noe lavere eller i samme størrelsesorden som ved Sarpsfossen. Klorofyllverdiene viser at det er betydelige alagemengder i Glåma. Undersøkelsen av den høyere vegetasjonen indikerer mesotrofe til eutrofe forhold i de nedre deler av Glåma.

4 emneord, norske:
1. Overvåking
2. Vannkjemi
3. Hydrobiologi
4. Glåma
Rutineundersøkelse 1978-80

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Water chemistry
3. Hydrobiology
4. Glåma
Routine investigation 1978-80

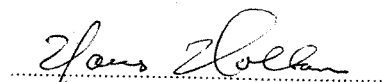
Prosjektleder:



For administrasjonen:



Seksjonsleder:



ISBN 82-577-0495-4



INNHOOLD

	Side
FORORD	2
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	3
1. INNLEDNING	5
2. GLAMA I ØSTFOLD	6
2.1 Geografiske forhold	6
2.2 Befolkning, industri og jordbruk	6
2.3 Klima	6
2.4 Hydrologi	11
3. DE UTFØRTE UNDERSØKELSER	13
3.1 Materiale og metoder	13
3.1.1 Innledning	13
3.1.2 Kjemiske metoder	13
3.1.3 Biologiske metoder	15
3.2 Fysisk-kjemiske forhold	17
3.2.1 Innledning	17
3.2.2 Kommentarer til de ulike fysisk-kjemiske parametrene	17
3.2.3 Generell vurdering av de fysisk-kjemiske forhold i Sarpsfossen, Glåma	30
3.3 Seston, klorofyll, ATP og totalantall bakterier	34
3.3.1 Seston	34
3.3.2 Klorofyll, ATP og totalantall bakterier	34
3.4 Høyere vegetasjon	39
3.4.1 Tidligere undersøkelser	39
3.4.2 Registreringsmetoder og vegetasjonsinndeling	39
3.4.3 Vegetasjonsforholdene i Glåmas nedre deler	41
4. LITTERATUR OG REFERANSER	52
VEDLEGG	53

F O R O R D

Foreliggende rapport presenterer det materialet som er samlet inn i årene 1978-80 fra Glåma i Østfold. Vassdraget var ett av fem pilotprosjekter som ble startet av Miljøverndepartementet gjennom SFT og var et ledd i forberedelsene til et nasjonalt program for overvåking av vannressursene i Norge. Overvåkingen av Glåma i Østfold er i dag en del av programmet "Statlig program for forurensningsovervåking" som finansieres av Statens forurensningstilsyn.

Instituttet vil takke ingeniør Tor Gamst som har hatt ansvaret for prøvetakingen ved Sarpsfossen. Han har også på en meget fortjenestefull måte forbehandlet en del av vannprøvene. Laboratorieleder Kai Sørensen har hatt ansvaret for prøvetakingsopplegget og for metodeutprøving. Sivilingeniør Tor Traaen har bearbeidet og vurdert materialet fra seston, klorofyll, ATP og totalantall bakterier. Avsnittet om høyere vegetasjon er i sin helhet skrevet av cand. mag. Bjørn Rørslett.

Oslo, 24. mai 1982

Lars Lingsten

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Overvåkingen av Glåma i Østfold tok til i 2. halvår 1977 som et pilotprosjekt og er i dag en del av Statlig program for forurensningsovervåking som administreres av Statens forurensningstilsyn. Det er benyttet to prøvesteder, Solbergfoss og Sarpsfossen og det foreliggende materialet er fra 1978-80.

Denne rapporten beskriver vassdragets nåværende vannkvalitet.

Undersøkelsen har omfattet kjemiske, biologiske og hydrologiske forhold.

Rapporten stiller sammen resultater fra de nevnte fagfelt. Av de viktigste resultatene er:

- Vannets pH-verdier varierer omkring nøytralitetspunktet på begge stasjonene og bufferkapasiteten overfor tilførte sure stoffer er god.
- Konduktiviteten, vannets innhold av løste salter, er relativt høy. Konduktiviteten og sammensetningen av saltene er i samsvar med de geologiske forhold i de nedre deler av Glåma.
- Partikkeltransporten er meget stor, hvilket hovedsakelig skyldes erosjon fra de marine avleiringene. Det partikulære materialet er i vesentlig grad av mineralsk opprinnelse (uorganisk), men vannets innhold av lett nedbrytbart materiale er også relativt høyt.
- I lavlandsflommen og ved store nedbørmengder om høsten kan fosforkonsentrasjonene til dels være meget høye. Mesteparten av fosforet er ved slike tilfeller partikulært bundet, men konsentrasjonene av løst fosfor (ikke partikulært bundet) er så høye at det indikerer at Glåma mottar store mengder kloakkvann fra befolkning og industri.
- Vannets innhold av totalnitrogen gjenspeiler at de nedre deler av Glåma drenerer store områder med jordbruksmark. De høyeste konsentrasjonene forekommer ved lavlandsflommen og ved store nedbørmengder om høsten.

- Tungmetallene kobber, sink, krom, kadmium og kvikksølv forekommer i lave eller meget lave konsentrasjoner.
- Stort sett alle målte parametre ved Solbergfoss er noe lavere eller i samme størrelsesorden som ved Sarpsfossen.
- Vannets innhold av seston (tørrstoff) kan i perioder være meget høy; f.eks. ble det i 1979 registrert verdier som tilsvarer en transport på 3500 tonn tørrstoff pr. døgn. Det er ingen entydig sammenheng mellom vannføring og seston.
- Klorofyllverdiene viser at det er betydelige mengder i Glåma. På grunn av et generelt lite erfaringsmateriale for parameteren klorofyll i elvevann, finnes det heller ikke noen normer for bedømmelse av tallene. Hvis man benytter trofiskalaen for innsjøer, vil vannmassene ved Sarpsborg måtte betegnes som mesotrofe.
- Den høyere vegetasjonen i nedre del av Glåma deler vassdraget i tre klart adskilte vegetasjonsregioner:
 - A: Glåmas hovedløp ned til Sarpsborg - Fredrikstad -området. Karakteristisk for området er at vegetasjonsforholdene avspeiler mesotrofe forhold, og tilgroing skjer i lite omfang.
 - B: Glåmas sideløp nedenfor Sarpsborg, med Vinsterflo/Skinnerflo-systemet. Vegetasjonsmessig helt forskjellig fra område A. Det inngår en rekke næringskrevende (eutrofe) arter i både over- og undervannsvegetasjon. Tilgroing skjer i stort omfang.
 - C: Glåmas estuarområder. Hele området er produktivt og preges av store bevoksninger med overvannsvegetasjon. Tilgroing skjer og har i Øra-området et betydelig omfang.

1. INNLEDNING

Det er kryssende interesser for utnyttelse av Glåma. Kommuner, industri og jordbruk ønsker å benytte elven både som vannkilde og resipient for avløpsvann. Det er en rekke vannverk som benytter Glåma som vannkilde. Sarpsborg/Fredrikstad-området er Norges nest største industrikonsentrasjon med mange forskjellige typer av industrivirksomhet. Det foregår også en betydelig jordbruksvirksomhet i de nedre delene av Glåma. Både lokalbefolkning og turister ønsker naturlig nok å utnytte Glåma som rekreasjonsområde.

Den foreliggende rapporten er en sammenstilling av resultatene fra overvåkingsundersøkelsen i Glåma i Østfold for perioden 1978-80, utført etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn.

Av tidligere undersøkelser vil vi henwise til følgende rapporter:

En undersøkelse av Glåma i Østfold, 0-217

Delrapport 1 : Generell del, 26. oktober 1964

" 2 : Kjemiske og bakteriologiske forhold, desember 1969

" 4 : Vannutskifting i estuarområdet, april 1969

" 5 : Sammenfattende del, august 1970.

2. GLÅMA I ØSTFOLD

2.1 Geografiske forhold

Glåma er vårt største vassdrag. Nedbørfeltet er på vel 41.000 km², hvilket utgjør 13 % av Norges samlede areal (figur 2.1).

Berggrunnen, som er en del av det sør-norske grunnfjellområde, består hovedsakelig av gneis og granitt (figur 2.2).

Størsteparten av Glåmas nedbørfelt nedstrøms Øyeren ligger under den øvre marine grense (figur 2.3) og langs vassdragsavsnittet finnes det store marine avsetninger, i de vesentligste leire.

2.2 Befolkning, industri og jordbruk

Det er vel 500.000 mennesker som bor i hele nedbørfeltet, og hovedparten benytter Glåma som resipient. Ca. 100.000 mennesker får drikkevann fra en rekke vannverk som benytter de nedre delene av Glåma som råvannkilde. I tillegg benytter industrien store mengder vann fra Glåma som prosessvann.

Nedre delen av Glåma renner gjennom et av Norges mest industrialiserte områder med mange forskjellige typer av industrivirksomhet.

Naturgrunnlag og bruksstruktur langs nedre Glåma er fordelaktig for kornproduksjon og her er et av landets mest produktive jordbruksområder.

I forbindelse med basisundersøkelse i Singlefjorden - Hvaler er arbeidet i gang med å beregne tilførsler fra Sarpsborg/Fredrikstad-området. En fremdriftsrapport foreligger allerede (NIVA 1981).

2.3 Klima

Klimaet er stort sett maritimt. Årsnedbøren ved Sarpsborg kommer gjennomsnittlig opp i 850 mm.

Figur 2.4 viser lufttemperaturen (månedsmiddel) og figur 2.5 viser månedlig nedbør i perioden 1978-80 for Sarpsborg.

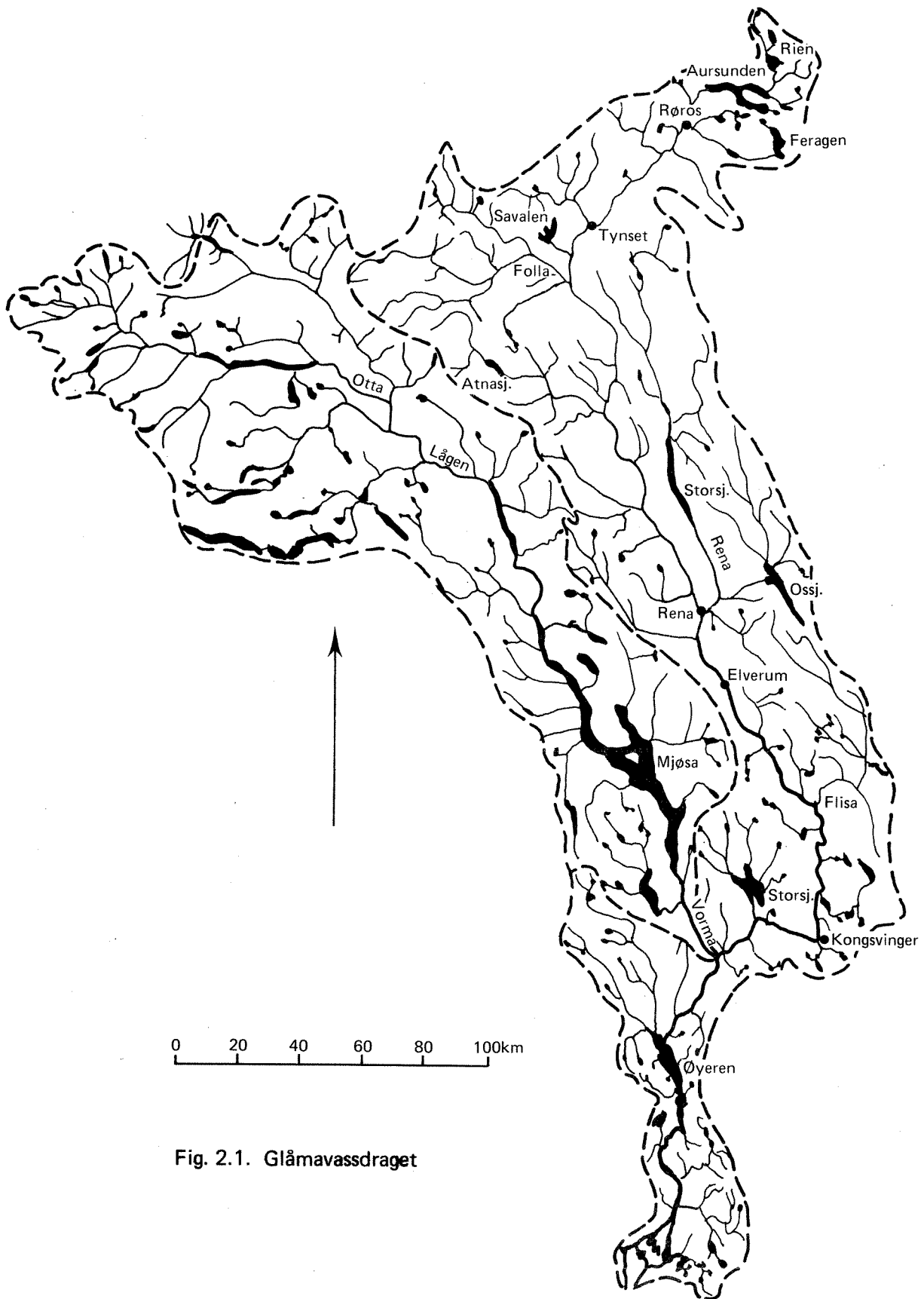


Fig. 2.1. Glåmavassdraget

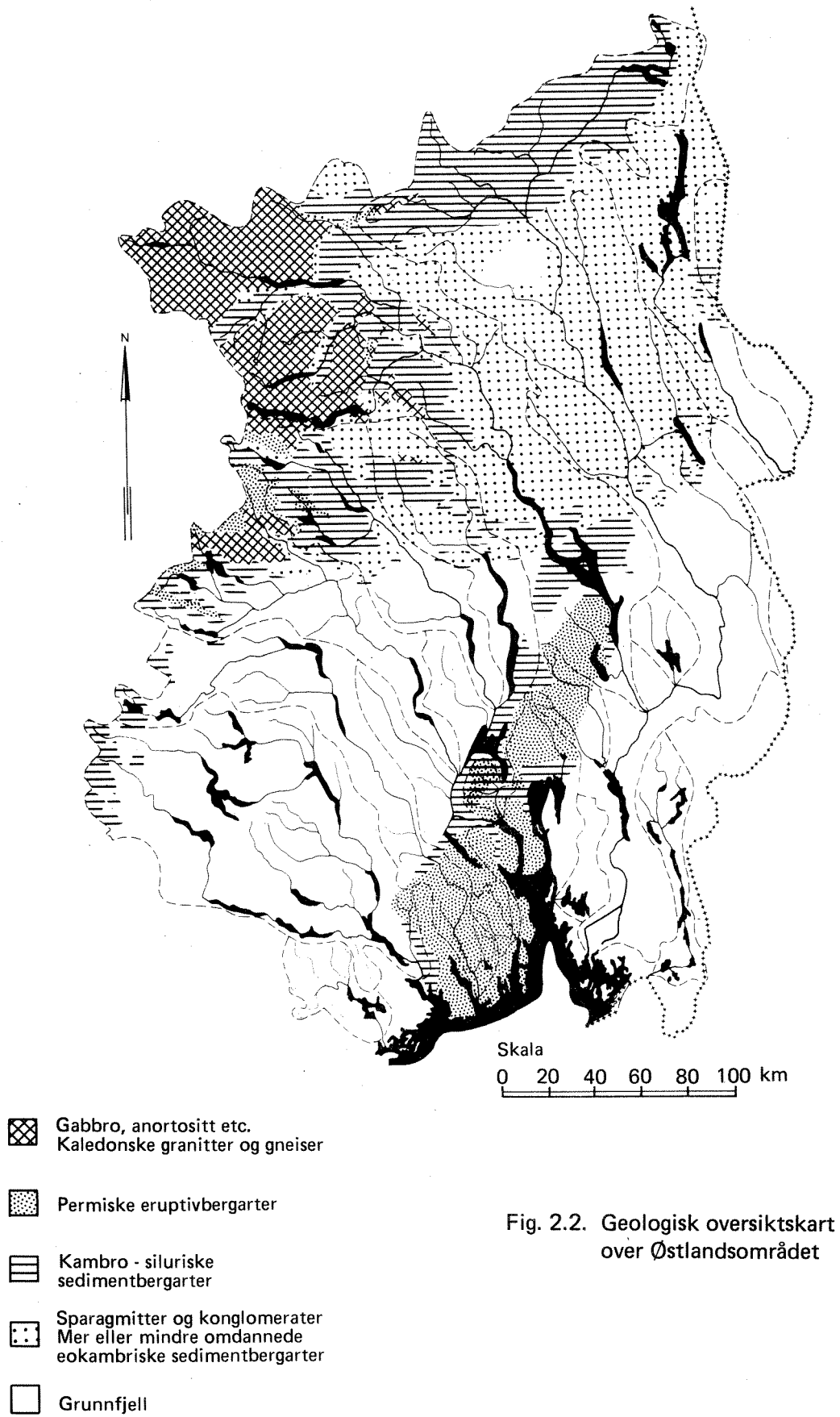


Fig. 2.2. Geologisk oversiktskart
over Østlandsområdet

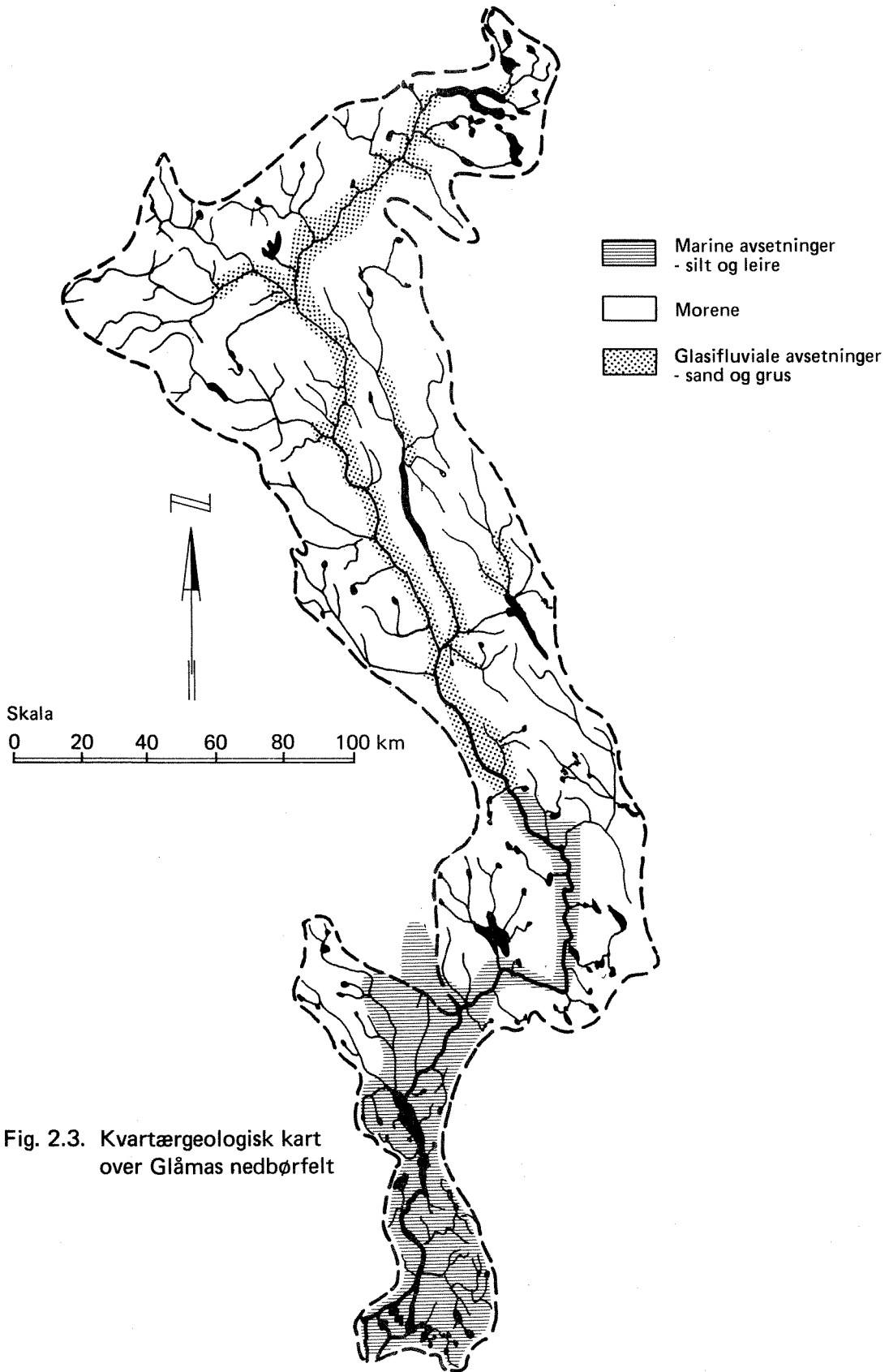
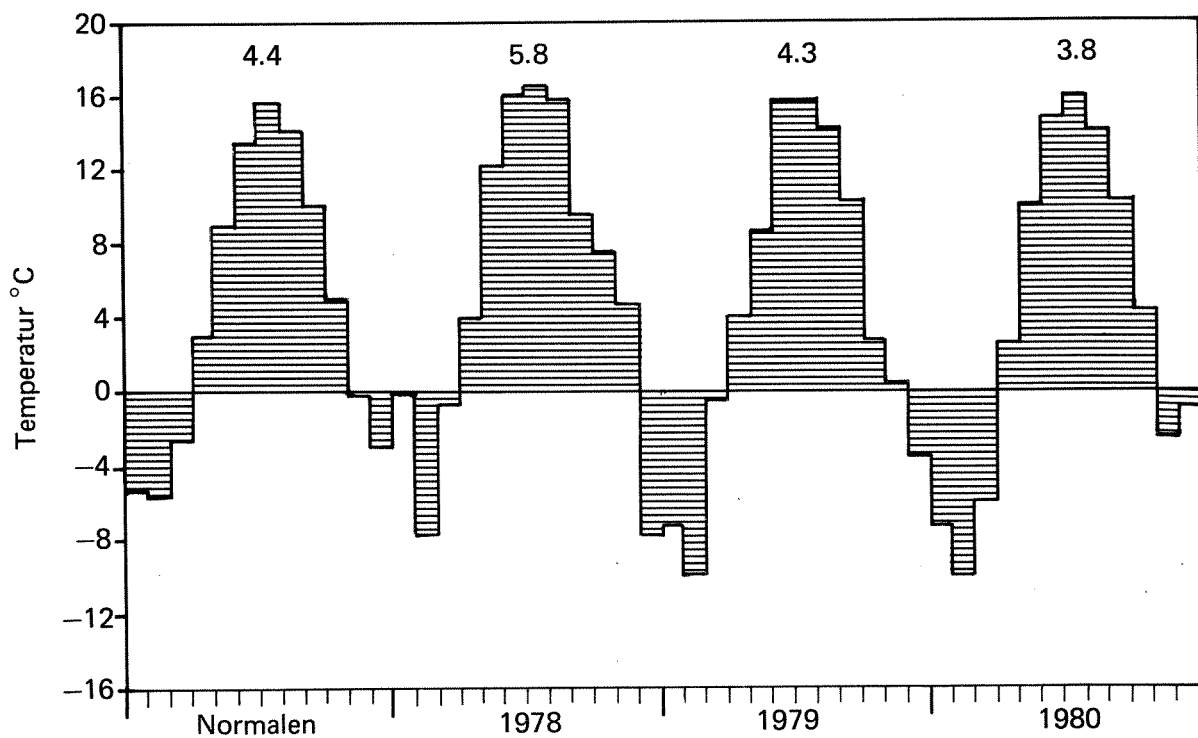
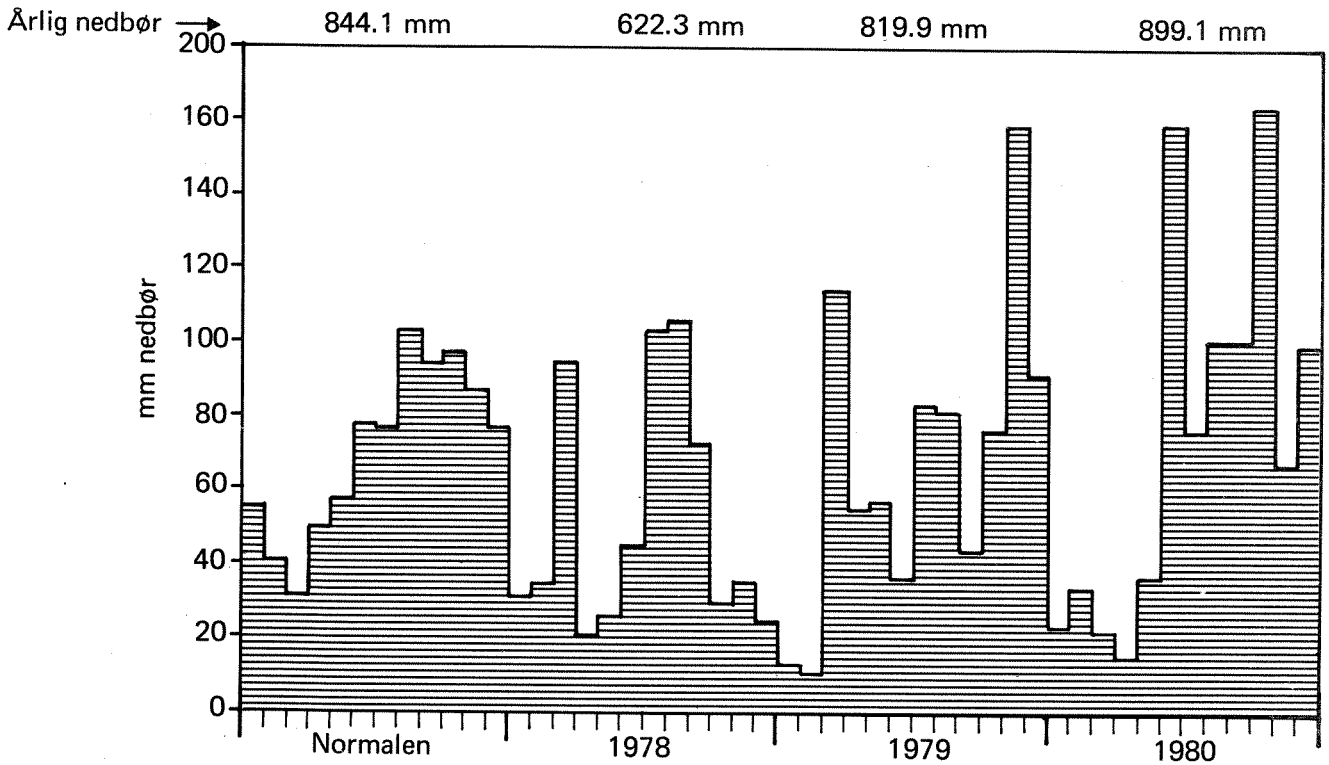


Fig. 2.3. Kwartærgeologisk kart over Glåmas nedbørfelt

Januar 1978 var en svært mild måned, mens februar var kald. Våren 1978 var varmere enn normalt. Mens det var rekordstor nedbør i mars kom det usedvanlig lite nedbør i perioden april - juni. Sommerværet 1978 var vått og kjølig. Nedbøren var under det normale hele høsten og temperaturen var normal eller varmere enn normalen. Det var kaldt og tørt vinteren 1978-79. Det ble satt kulderekord for vinteren mange steder. Våren 1979 var gjennomgående kald og nedbøren var omtrent som normalen. Sommeren og høsten var kaldere enn normalt, mens nedbøren varierte mye. September var usedvanlig tørr. Vinteren 1979-80 var relativt varmere enn i 1978 og 1979. Året forøvrig viste temperaturer omtrent som normalen. Nedbørmengdene i januar-februar var svært beskjedne, mens sommerhalvåret til og med oktober var nedbørrikt.



Figur 2.4 Sarpsborg. Lufttemperatur (månedsmiddel) i perioden 1978-80



Figur 2.5 Sarpsborg. Månedlig nedbør for perioden 1978-80

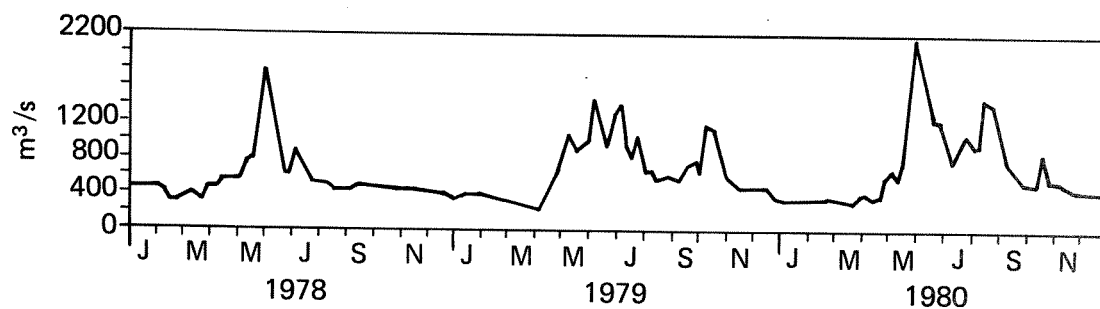
2.4 Hydrologi

Figur 2.6 viser vannføringen ved Solbergfoss 1978-80. I tabell 1 i vedlegget er månedsvannføringen i 1978-80 samt normalvannføringen i perioden 1931-61 listet opp.

Årsvannføringen 1978 var lavere enn normalt ved Solbergfoss. Variasjonen over året var derimot stor. Vannføringen var i perioden januar - april større enn normalt. Dette henger sammen med store nedbørmengder på ettervinteren i nedbørfeltets nordligere deler, kombinert med svært høye lufttemperaturer. Fra vårflommen i april - mai avtok vannføringen og ligger under det normale. Meget lave vannføringer ble målt i august og september (august $467 \text{ m}^3/\text{s}$ mot normalt $832 \text{ m}^3/\text{s}$, september $471 \text{ m}^3/\text{s}$). Resten av året lå vannføringen under det normale.

Årsvannføringen 1979 var noe høyere enn normalt. Fra januar til og med flommen var vannføringen stort sett som normalt. På grunn av til dels store nedbørmengder var vannføringen over det normale fra august til og med desember 1979. I august f.eks., var vannføringen 1190 m³/s mot normalt 832 m³/s.

Årsvannføringen i 1980 var noe lavere enn normalt. Vannføring fram til og med flommen var omtrent normal. I august og september 1980 var vannføringen lavere enn normal, mens vannføringen lå over det normale resten av året.



Figur 2.6 Solbergfoss, Glåma. Vannføringen (ukeverdier) i perioden 1978-80

3. DE UTFØRTE UNDERSØKELSER

3.1 Materiale og metoder

3.1.1 Innledning

Det er benyttet to prøvetakingssteder, Solbergfoss og Sarpsfoss. Prøvene fra Solbergfoss er tatt ved inntaksdammen til kraftverket, mens prøvene fra Sarpsfoss er tatt dels fra den gamle veibrua og dels fra inntakskanalen ved Borregaard. Prøvestedenes plassering er vist i figur 3.1.

Prøvetakingen ved Solbergfoss er foretatt månedlig og som regel av personell fra NIVA. Den videre bearbeidingen (filtrering, ekstrahering og konservering) av prøven er i hovedtrekk foretatt ved NIVAs laboratorier.

Ved Sarpsfoss er det tatt månedlige prøver fram til juni 1978. Samme opplegg som er beskrevet ovenfor ble da benyttet. I juni og juli foregikk det en innkjøring og utprøving av feltrutinene. Fra august 1978 ble en lokal kontakt fra Sarpsborg lært opp til å utføre denne delen av arbeidet. Fra juni 1978 er det tatt ukentlige prøver.

Det ble tatt en blandprøve på ca. 5-10 l pr. gang med en 2-liters vannhenter fra overflaten.

Den forbehandling av prøvene som er utført lokalt har bestått av filtrering til kjemiske parametre, klorofyll, seston (tørrestoff/gløderest) og ekstraksjon av ATP (adenosintrifosfat) og konservering til bakterietellinger. Prøvene ble bearbeidet umiddelbart etter prøvetaking.

De ufiltrede og filtrerte prøvene for kjemisk analyse ble oppbevart kaldt og sendt NIVA med jernbane neste dag, men konserverte prøver, nedfryste filter og ekstrakter ble bragt til NIVA månedlig.

3.1.2 Kjemiske metoder

De kjemiske parametrene har vært pH, konduktivitet, farge, turbiditet, KMnO_4 -forbruk, totalnitrogen, nitrat, totalfosfor ^{x)}, ortofosfat, kalsium, natrium, kalium, magnesium, klorid, sulfat, alkalitet, bly ^{x)}, kobber ^{x)}, krom ^{x)}, kvikksølv ^{x)}, jern ^{x)} og mangan.

x) Analyse på både filtrert og ufiltrert prøve

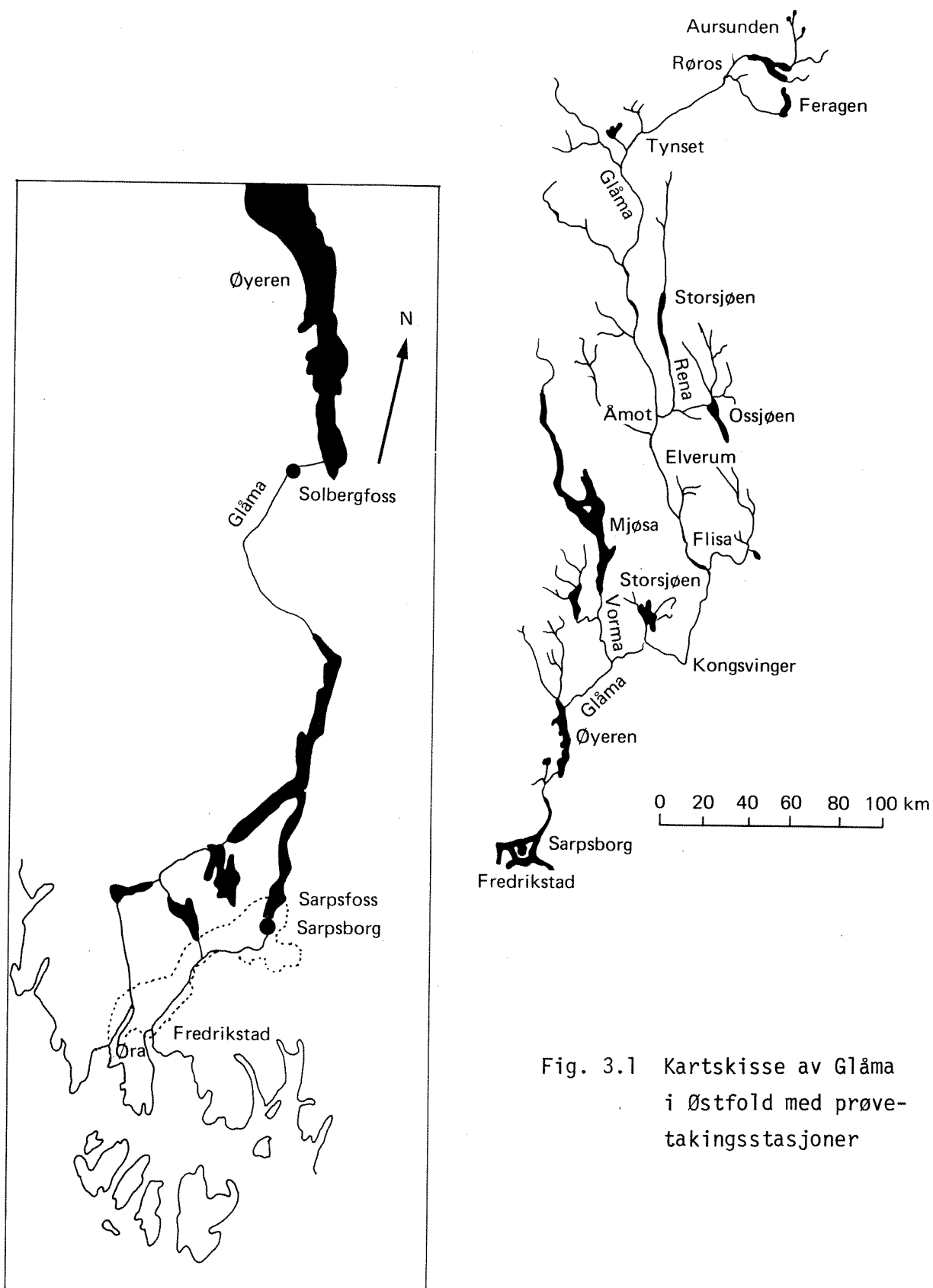


Fig. 3.1 Kartskisse av Glåma i Østfold med prøvetakingsstasjoner

Ufiltrerte prøver ble helt over på 1-liters plastflasker fra blandprøver.

En millipore filteroppsats med glassfiberfilter (GF/C) ble brukt til filtrering av prøver for analyse av filtrert totalfosfor, jern og mangan. Glassfiberfilteret ble vasket gjennom med ca. 500 ml prøvevann innen den filtrerte prøven ble tatt. Prøvene ble oppbevart i 1-liters plastflasker.

Kjemiprøvene er stort sett analysert i henhold til Norsk Standard ved NIVA, bortsett fra kvikksølv som er analysert på Sentralinstitutt for industriell forskning (SI).

Ufiltrerte prøver til analyse av bly, kobber, krom og kvikksølv ble ca. 20 minutter etter prøvetaking helt over fra blandprøven på spesialvaskede tungmetallglass/flasker.

Til filtrering for de samme metallene ble det benyttet en sartorius filteroppsats (plast) og membranfilter (0,2 μm). Membranfilteret ble vasket gjennom med ca. 50-100 ml vannprøve før den endelige prøven ble tatt ut. Prøven ble filtrert direkte ned på de spesialvaskede tungmetallglassene.

3.1.3 Biologiske metoder

ATP

ATP (adenosintrifosfat) er til stede i alle levende celler, men forsvinner raskt når cellene dør. Gjennom å analysere på ATP får en et mål for alt levende frafiltrerbart materiale.

Fra 150 ml til 250 ml vannprøve ble filtrert gjennom en 47 mm millipore membranfilter med en porediameter på 0,45 μm . Filteret ble så raskt som mulig (< 10 sek.) fjernet fra filteroppsatsen og ekstrahert i 10 ml kokende 0,02 M trisbuffer. Etter 5 minutters ekstraksjon ble reagensrørene med trisbuffer avkjølt og nedfrost ved $\pm 20^{\circ}\text{C}$.

Innholdet av ATP ble målt på NIVA i et spesielt ATP-fotometer ved tilsetning av enzymsystemet luciferin/luciferase.

Klorofyll

Alle fotosyntetiserende organismer inneholder klorofyll. Gjennom å måle klorofyll får en et relativt mål for de levende plantecellene i det frafiltrerte materialet.

Fra 0,5 liter til 4 liter vannprøve ble filtrert gjennom et 47 mm glassfiberfilter (GF/C). Filteret nedfryses i en tett plastpose ved $\div 20^{\circ}\text{C}$.

Analysen av klorofyll ble foretatt på NIVA. Filtrene ble ekstrahert i 90 % aceton og ekstraktene ble målt i et FM-3 fluorimeter. Enkelte prøver ble også målt i spektrofotometer. Den fluorimetriske metoden vil ikke skille mellom aktivt og nedbrutt klorofyll a.

Bakterier

En 100 ml sterilisert sovirelflaske ble fylt med ca. 90 ml vannprøve. Prøveflaskene ble konservert med 10 ml 20 % formaldehydoppløsning.

Prøvene ble oppbevart ved $+ 4^{\circ}\text{C}$ inntil de ble fraktet til NIVA for analyse.

Bakterieinnholdet bestemmes ved farging med acridineorange og telling i et epifluorescensmikroskop etter filtrering på et 25 mm membranfilter (0,2 μm) (NIVA 1978).

Seston (tørrstoff/gløderest)

Fra 1 liter til 3 liter vannprøver ble filtrert gjennom et veid 55 mm glassfiberfilter (GF/C). Filteret ble nedfrost til $\div 20^{\circ}\text{C}$ og fraktet til NIVA for analyse. Filtrene ble tint og det totale sestoninnholdet ble bestemt etter 1 times tørking ved 105°C . Den uorganiske (gløderesten) og den organiske (glødetapet) delen ble bestemt etter 1 times gløding ved 480°C .

3.2 Fysisk-kjemiske forhold

3.2.1 Innledning

For Sarpsfossens vedkommende bygger kommentarene til de ulike fysisk-kjemiske parametrene i hovedsak på månedsmidler som er beregnet fra ukeverdier. For Solbergfoss, der det er tatt månedlige prøver, er disse brukt direkte i kommentarene.

De viktigste parametrene er presentert med figurer og tabeller i teksten, mens hovedparten av dataene finnes i vedlegget lengst bak i rapporten.

3.2.2 Kommentarer til de ulike fysisk-kjemiske parametrene

SARPSFOSSEN

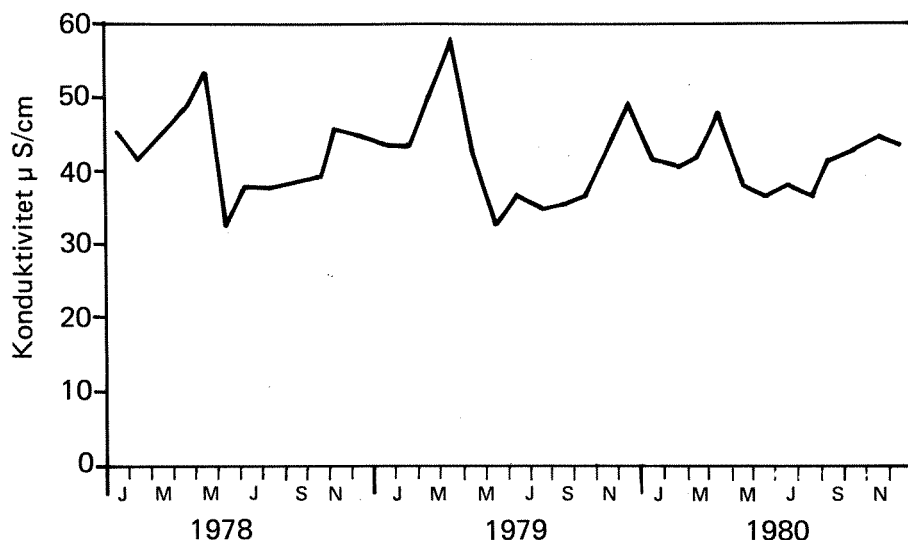
pH og alkalitet

Vannets pH-verdier varierer i området pH 7. Vannets surhetsgrad (pH) er en funksjon av nedbørfeltets geologi og biologiske produksjon (planters og plantep planktonets fotosyntese). Som følge av dette er pH-verdiene noe høyere etter flommen (august-desember) enn før. I flommens begynnelse (lavlandsflommen) stiger pH. Dette skyldes utvasking av basiske stoffer fra de marine leirer. Når høfjellsflommen setter inn synker pH. Vannmassene fra høfjellet er surere. Dette beror i hovedsak på to ting. Glåma drenerer til dels områder med sure bergarter og snømassene har samlet opp sure stoffer fra sur nedbør i løpet av vinteren. De høyeste pH-verdiene er observert om sommeren, hvilket fremfor alt skyldes biologisk produksjon i Øyeren.

Vannets bufferkapasitet (alkalitet) overfor tilførte sure stoffer er god. De høyeste verdiene er målt ved lavvannføring om vinteren, mens de laveste verdiene forekommer under høfjellsflommen.

Konduktivitet

Vannets innhold av løste salter, konduktivitet, varierer mellom ca. 30 og 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



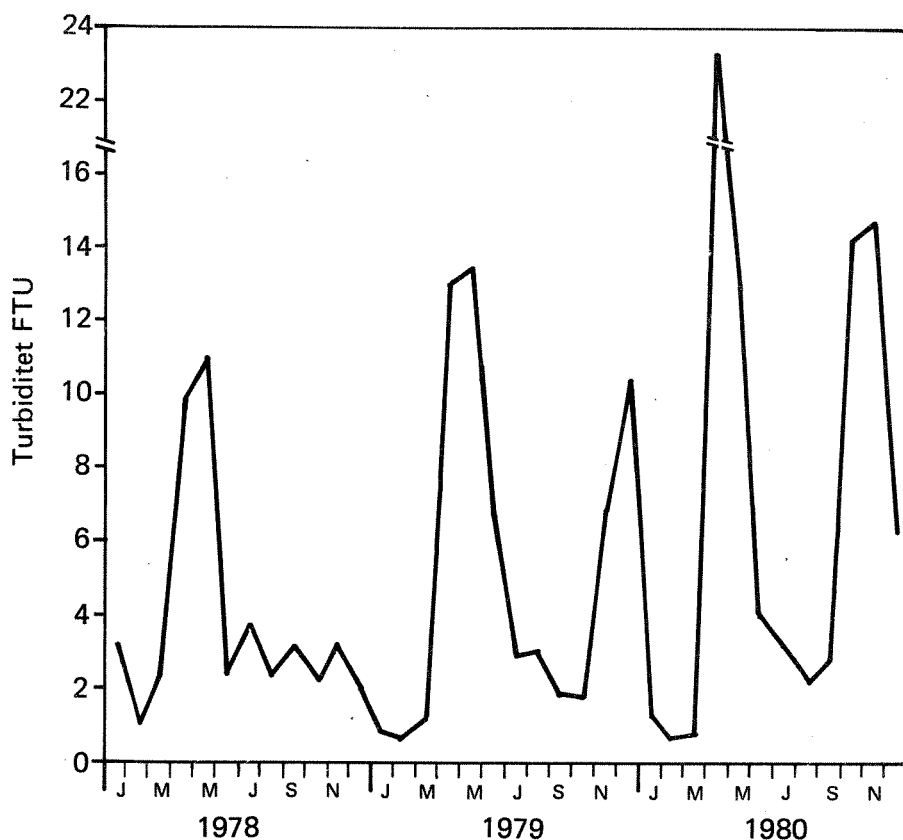
Figur 3.2 Sarpsfossen, Glåma. Variasjon i konduktivitetsverdier (månedsmidler) ($\mu\text{S}/\text{cm } 20^{\circ}$) 1978-80

Om vinteren er konduktiviteten ca. $40\text{--}45 \mu\text{S}/\text{cm}$ for så å stige til $55\text{--}60 \mu\text{S}/\text{cm}$ i begynnelsen av flommen (lavlandsflommen). Det skyldes smeltevannet fra de marine avleiringene som er saltrike. Når det relativt saltfattige smeltevannet fra høyfjellet dominerer vannmassene (høyfjellsflommen), synker konduktiviteten ned mot ca. $30 \mu\text{S}/\text{cm}$ (figur 3.2).

Turbiditet, farge og KMnO_4 -forbruk

Vannets innhold av partikler, turbiditet, er høyt i de nedre delene av Glåma. Det partikulære materiale er i vesentlig grad av mineralsk opprinnelse (uorganisk). Dette avspeiler seg i relativt lavt KMnO_4 -forbruk, sett i forhold til de høye turbiditet- og fargeverdiene.

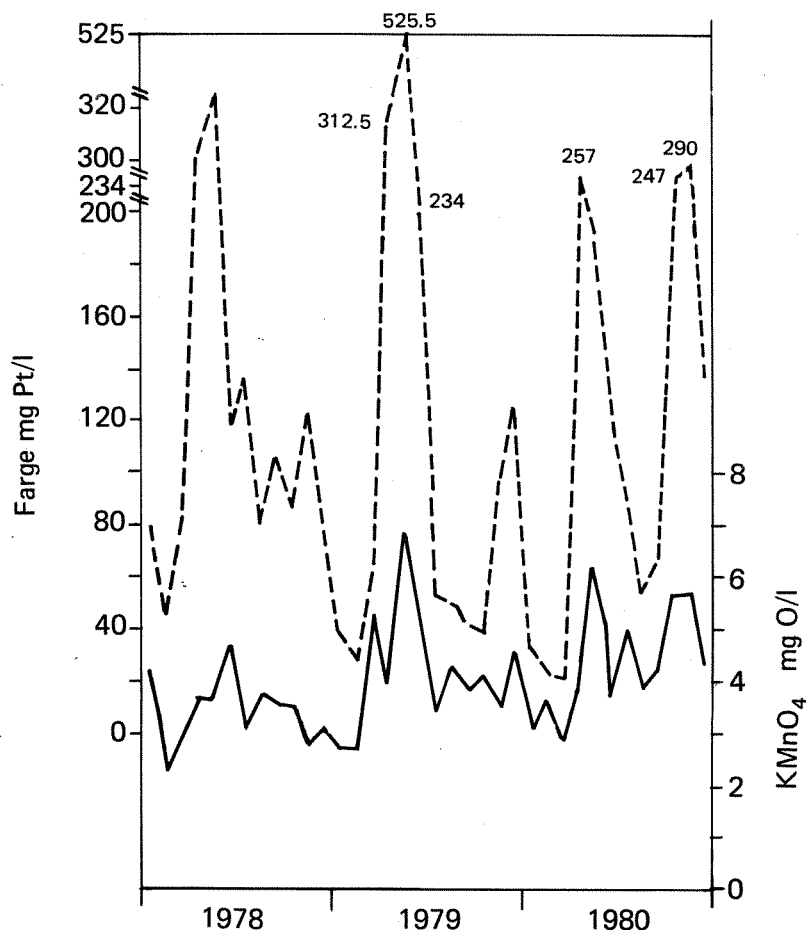
Størsteparten av året varierer turbiditeten mellom 1 og 3 FTU-enheter (figur 3.3). Under flommen øker partikkeltransporten betraktelig og turbiditeten varierer vanligvis da mellom 10 og 20 FTU-enheter. Høye verdier kan også forekomme om høsten i forbindelse med store regnmengder.



Figur 3.3 Sarpsfossen, Glåma. Variasjoner i turbiditetsverdier (FTU) (månedsmidler) 1978-80

Variasjonsmønsteret for vannets farge og KMnO_4 -forbruk er vist i figur 3.4.

Fargen (ufiltrert) som i Glåma i vesentlig grad er betinget av partikkelinnholdet, følger i store trekk kurven for turbiditeten, dvs. høye verdier under lavlandsflom og ved flommer om høsten og følgelig stor utvasking av erosjonsprodukter fra de marine avsetninger, i første rekke jordbruksområder. Vannets innhold av lett nedbrytbart organisk materiale målt som KMnO_4 -forbruk er relativt høyt. Det er betydelige mengder organisk materiale som blir transportert i Glåma.



Figur 3.4 Sarpsfossen, Glåma. Variasjoner i farge og KMnO_4 -forbruk 1978-80. - KMnO_4 -forbruk --- Farge

Næringsalter

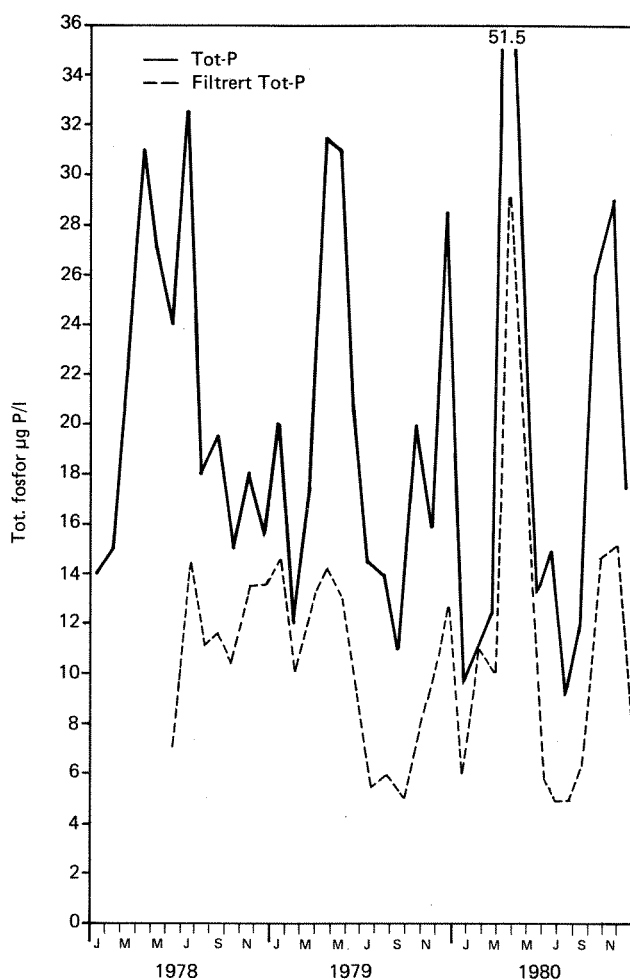
De viktigste næringssaltene for vassdragets plantevekst er nitrogen- og fosforforbindelser. I de aller fleste tilfellene er det fosfor som er den biomassebegrensende faktor.

Totalfosfor og filtrert totalfosfor

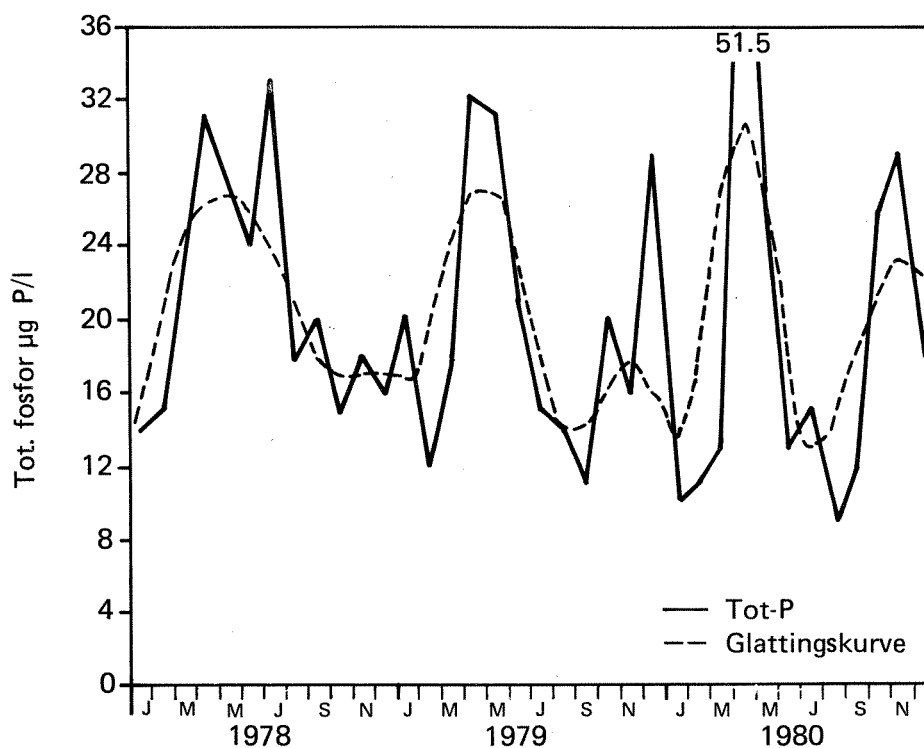
Konsentrasjonen av totalfosfor og filtrert totalfosfor (månedsmidler) er vist i figur 3.5.

Under lavlandsflommen er totalfosforkonsentrasjonen til dels meget høy. Vanligvis ligger konsentrasjonene mellom 25 og 30 $\mu\text{g P/l}$, men enkelte

høyere verdier forekommer. Tilsvarende konsentrasjoner kan også forekomme ved kraftig regn om høsten og milde forvintre, f.eks. 1979 og 1980. Størsteparten av fosforet er i slike tilfeller partikulært bundet. I lavlandsflommen og i flommer om høsten er mengden av partikulært materiale størst (figur 3.3). Det er i første rekke utvasking fra marine avsetninger i nedbørfeltet som gir vannet høyt innhold av partikulært bundet fosfor. Dette fremgår enda mer tydelig gjennom å behandle dataene med en statistisk metode som heter glatting eller konvolvsjonsinterpolering (Rørslett 1982).



Figur 3.5 Sarpsfossen, Glåma. Variasjoner i totalfosfor og filtrert totalfosfor 1978-80



Figur 3.6 Sarpsfossen, Glåma. Totalfosfor (månedsmidler) og glatting av totalfosforverdier 1978-80

Gjennom denne behandling av datamaterialet ser man enda tydeligere en sammenheng mellom høye totalfosforverdier og lavlandsflommen, samt flommer om høsten. Dette skyldes erosjonspartikler fra marine avleiringer.

Ved å filtrere vannprøvene innen analyse av totalfosfor, får man et mål for ikke partikulært bundet fosfor (løst fosfor). En god del av den løste fosforen kan være organisk bundet. Denne løste fraksjon stimulerer i mye høyere grad planteproduksjon enn det partikulært bundne fosforet. Imidlertid kan også det partikulære fosforet stimulere plantevekst. Graden av plantevekststimulering varierer en god del ettersom ikke all fosfor bundet til partikulært materiale er tilgjengelig for biologisk produksjon.

Konsentrasjonene av filtrert totalfosfor er naturlig nok betraktelig lavere enn totalfosfor, særlig under flomsituasjoner når partikkeltransporten er størst. Vanligvis varierer filtrert totalfosfor mellom

5-10 µg/l unntatt flomsituasjoner da verdiene varierer mellom 10 og 15 µg/l (figur 3.5). Disse verdier er høye og indikerer at Glåma mottar store mengder kloakkvann fra befolkning og industri.

Transporten av fosfor i Glåma er vist i tabell 3.1 og figur 3.7. I figur 3.7 er transportverdiene delt opp i ulike perioder, vinter, vår, sommer og høst. Denne oppdelingen i henhold til vannføringen er vist i figur 3.8.

Tabell 3.1 Sarpsfossen, Glåma. Transport av totalfosfor og filtrert totalfosfor (tonn) 1978-80

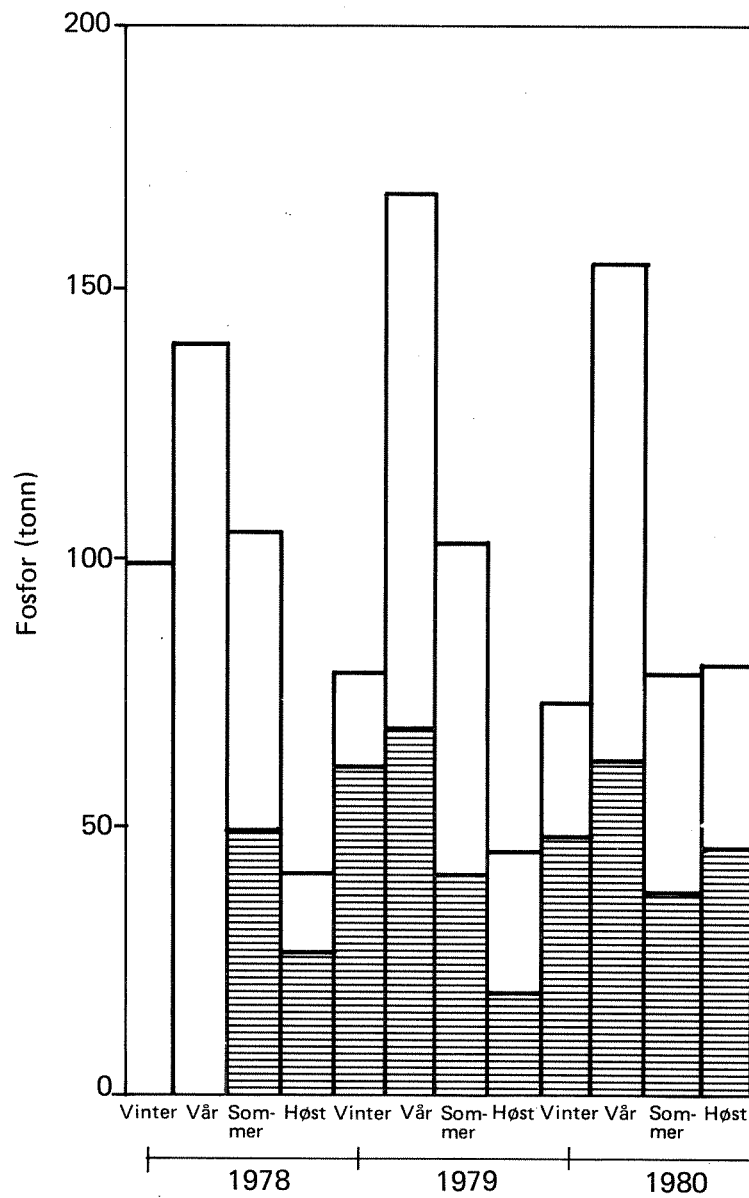
	1978	1979	1980
Tot-P	376	409	400
Filtrert Tot-P	-	188	198

I 1978 var transporten av totalfosfor 376 tonn, mens 409 og 400 tonn ble transportert i 1979 og 1980. De noe høyere verdiene i 1979-80 skyldes i hovedsak den større vannføringen i de to siste årene (figur 3.8).

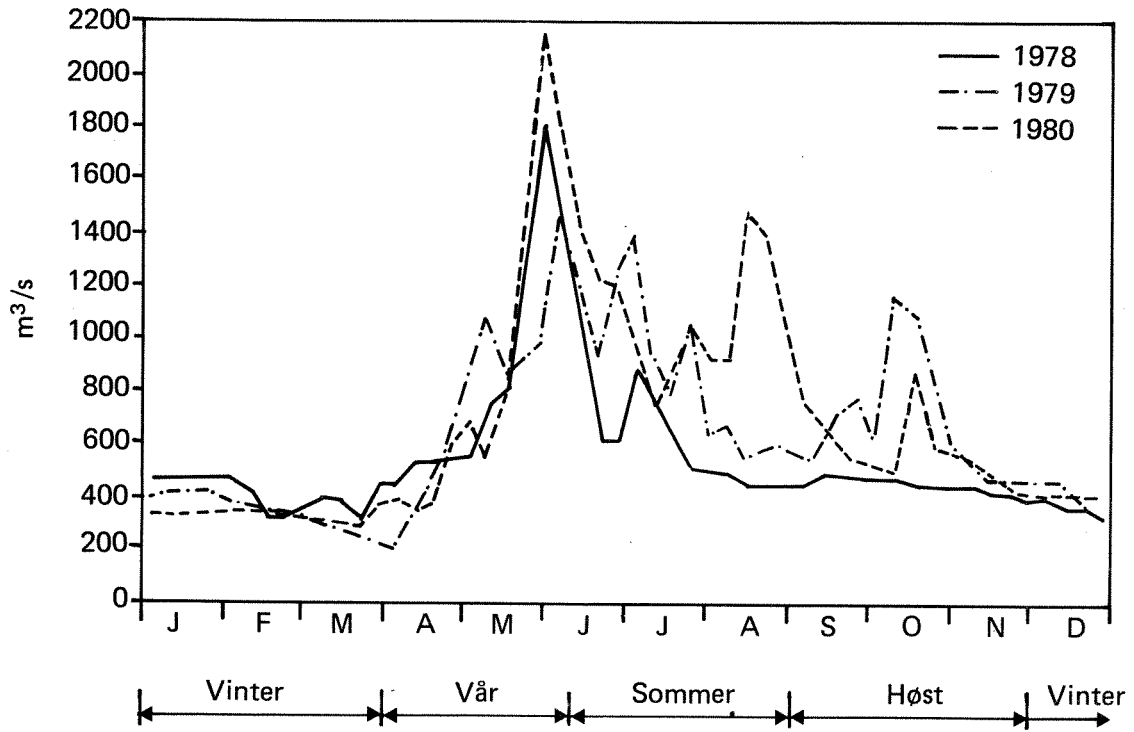
Transporten av filtrert totalfosfor var 188 tonn i 1979 og 198 tonn i 1980. For 1978 var det ikke nok data for en transportberegning. Den filtrerte totalfosforen utgjorde mellom 45 og 50 % av totalfosforen, hvilket er en vanlig fordeling i vassdrag av denne typen.

Til sammenligning kan nevnes at Gøta älv i Sverige med en middelvannføring på ca. 450 m³/s transporterer ca. 300 tonn totalfosfor pr. år, mens Drammenselva med en middelvannføring på ca. 300 m³/s transporterer ca. 150 tonn tot-P/år.

Det er om våren transporten er størst (figur 3.7). Det partikkelbundne fosforet (tot-P - filtr. tot-P) utgjør størsteparten av fosfortransporten om våren. Resten av året utgjør filtrert tot-P halvparten eller mere enn halvparten av det fosfor som transporteres i Glåma.



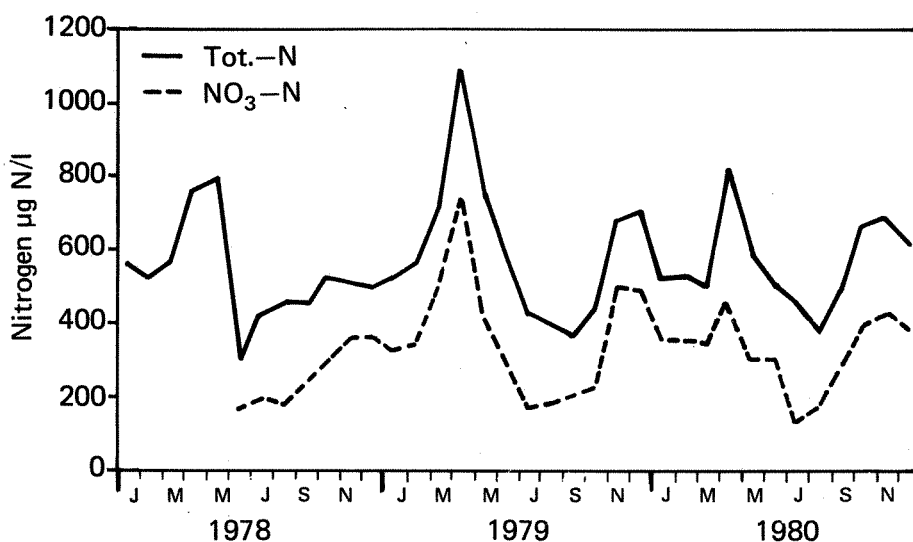
Figur 3.7 Sarpsfossen, Glåma. Transport av totalfosfor og filtrert totalfosfor (skravert) 1978-80. Vinter (1. november - 31. mars), vår (1. april - 15. juni), sommer (16. juni - 31. august) og høst 1. sept. - 31. okt.)



Figur 3.8 Vannføring Solbergfoss 1978-80

Totalnitrogen og nitrat

Vannets innhold av totalnitrogen er i ennå høyere grad påvirket av utvasking fra de marine avleiringer/jordbruksmark). Når erosjonen er størst, f.eks. ved lavlandsflom og store nedbørmengder om høsten, øker konsentrasjonene av nitrogen (figur 3.9).



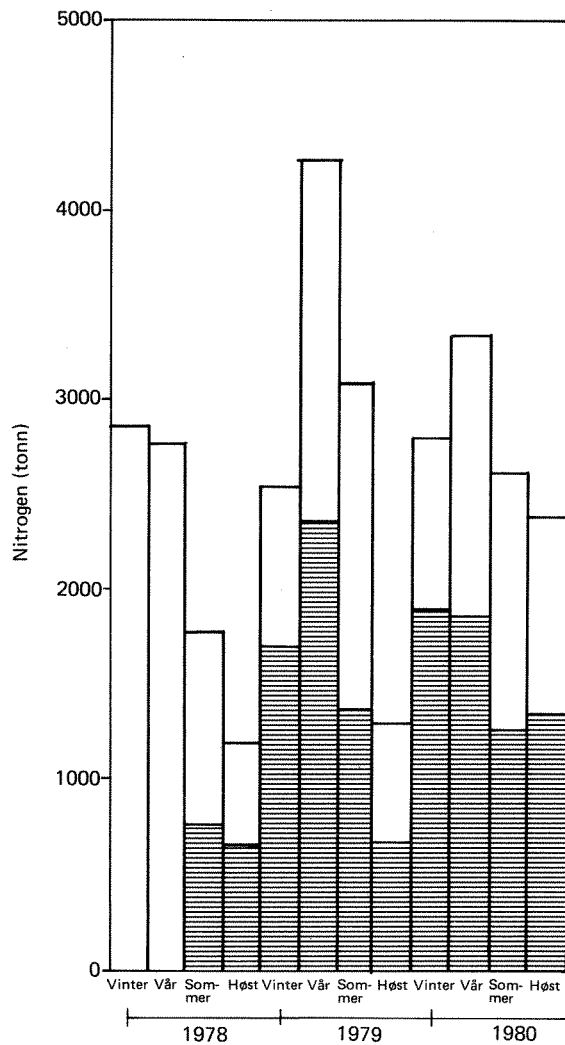
Figur 3.9 Sarpsfossen, Glåma. Variasjoner i totalnitrogen og nitrat (månedsmidler) 1978-80

Totalnitrogenkonsentrasjonene varierer mellom 600 og 1000 µg/l i flomsituasjoner og mellom 400 og 600 µg/l ved lavvannføringsperiodene. Nitratkonsentrasjonene ligger mellom 200 og 400 µg/l ved lavvannføringer, mens konsentrasjonene varierer mellom 500 og 700 µg/l i flomperioder.

Transporten av totalnitrogen og nitratnitrogen er vist i tabell 3.2 og figur 3.10.

Tabell 3.2 Sarpsfossen, Glåma. Transport av totalnitrogen og nitrat (tonn) 1978-80

	1978	1979	1980
Tot-N	8540	11575	11300
Nitrat-N	-	6320	6355



Figur 3.10 Sarpsfossen, Glåma. Transport av totalnitrogen og nitrat-nitrogen (skravert) 1978-80

I 1979 og 1980 ble det transportert ca. 11.500 tonn totalnitrogen, mens det i 1978 ble transportert ca. 8.500 tonn. De høyere transportverdiene i 1979 skyldes fremfor alt stor transport av nitrogen om våren og sommeren. I 1980 var transportene store hele året igjennom (figur 3.10). Transporten av nitrogen er som tidligere nevnt mer avhengig av klimatiske forhold enn transporten av fosfor, f.eks. om vinteren kan store mengder nitrogen bli drenert til Glåma dels som grunnvanntil-sig eller dels som erosjon fra jordbruksområder under mildværperioder om vinteren. Om vinteren er andelen nitrat størst. Dette har sammenheng med at grunnvanntilsiget er prosentvis størst om vinteren.

Gøta älv med en middelvannføring på $450 \text{ m}^3/\text{s}$ transporterer ca. 16.000 tonn totalnitrogen pr. år, mens Drammenselva med en middelvannføring på ca. $300 \text{ m}^3/\text{s}$ pr. år transporterer ca. 3.500 tonn totalnitrogen pr. år.

Makrokomponenter

Ved Sarpsfossen er det relativt høye konsentrasjoner av kalsiumbikarbonat som er det saltet som det er størst mengder av i Glåma. Det er også relativt høye konsentrasjoner av de komponenter (natrium, klorid og sulfat) som har sjøsalt i marine avleiringer som hovedkilde (tabell 3.3). Variasjonene mellom årene er liten, hvilket er normalt i slike vassdrag.

Sammensetningen og konsentrasjonene av makrokomponentene er i samsvar med de geologiske forhold i de nedre delene av Glåma.

Tabell 3.3 Sarpsfossen, Glåma. Makrokomponenter, medianverdier for 1978-80

	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	Natrium mg Na/l	Kalium mg K/l	Sulfat mg SO_4 /l	Klorid mg Cl/l	Alkalitet mekv./l
1978	5,1	0,88	1,45	0,65	5,4	1,9	0,23
1979	5,3	0,85	1,70	0,70	6,1	2,0	0,23
1980	4,9	0,86	1,53	0,78	6,2	2,2	0,23

Tungmetaller

Tabell 3.4 viser middel-, maksimum- og minimumverdier for en del tungmetaller (ufiltrerte). Som tidligere nevnt har vannprøvene for analyse av tungmetaller blitt filtrert. Den filtrerte delen skulle være et mål for den løste fraksjonen av tungmetaller. Vi har hatt betydelige problemer med kontaminering ved selve filtreringen slik at dataene er meget vanskelige å tolke. Filtrerte verdier for jern og mangan er presentert i tabellen, da disse analyser ikke ble kontaminert.

Glåmavannet har et relativt høyt innhold av jern. Dette kan skyldes at vannet er relativt humusrikt, og jern inngår sannsynligvis som en kompleks forbindelse i humusstoffene.

Vannets innhold av mangan er relativt lavt.

Tungmetallene kobber, sink, krom, kadmium og kvikksølv forekommer i lave eller meget lave konsentrasjoner. Undersøkelsen viser at Glåma ved Sarpsfossen ikke er forurenset av disse tungmetaller.

Tabell 3.4 Sarpsfossen, Glåma. Tungmetaller (ufiltrerte) 1978-80

maksimum - minimum
middel

Parameter	1978	1979	1980
Jern, µg Fe/l ufiltr.	<u>300-90</u>	<u>350-65</u>	<u>540-59</u>
	175	147	183
filtr.	<u>95-65</u>	<u>70-40</u>	-
	74	54	
Mangan, µg Mn/l ufiltr.	<u>50-13</u>	<u>39-8</u>	<u>43-2,6</u>
	26	18	19
filtr.	<u>15-6,5</u>	<u>32-7</u>	-
	10	13	
Kobber, µg Cu/l	<u>5,0-2,5</u>	<u>8,5-1,5</u>	<u>5,4-<0,5</u>
	3,8	4,7	2,0
Zink, µg Zn/l	-	<u><10-8</u>	<u>40-2</u>
		9,5	14
Krom, µg Cr/l	<u>1,4-0,5</u>	<u>4-<1</u>	<u>5,9-<0,5</u>
	1,0	1,6	2,2
Kadmium, µg Cd/l	-	<u>0,3-<0,02</u>	<u>0,3-<0,05</u>
		0,23	0,15
Kvikksølv, µg Hg/l	-	-	<u><0,05-0,05</u>
			0,05

3.2.3 Generell vurdering av de fysisk-kjemiske forhold i Sarpsfossen, Glåma

Vannets pH-verdier varierer omkring nøytralitetspunktet, og bufferkapasiteten overfor tilførte sure stoffer er god. Konduktiviteten som er proporsjonal med vannets innhold av løste salter, er relativt høy, noe som er i samsvar med de kvartærgeologiske forhold i de nedre deler av Glåma. Partikkeltransporten er meget stor, hvilket fremfor alt skyldes erosjon fra de marine avleiringene. Det partikulære materialet er i vesentlig grad av mineralsk opprinnelse (uorganisk), men vannets innhold av lett nedbrytbart organisk materiale er også relativt høyt.

Under lavlandsflommen er totalfosforkonsentrasjonen til dels meget høy. Vanligvis ligger konsentrasjonene mellom 25 og 30 µg P/l, men enkelte høyere verdier forekommer. Tilsvarende konsentrasjoner kan også forekomme ved kraftig regn om høsten. Konsentrasjonene av filtrert totalfosfor er naturlig nok betraktelig lavere enn totalfosfor. Vanligvis varierer filtrert totalfosfor mellom 5 og 10 µg P/l, unntatt ved flomsituasjoner da verdiene varierer mellom 10 og 15 µg P/l. Disse verdier er høye og indikerer at Glåma mottar store mengder avløpsvann fra befolkning og industri. Transporten av totalfosfor i Glåma ved Sarpsfossen ligger rundt 400 tonn/år. Man kan anta at en god del fosfor i tillegg blir tilført Glåma nedstrøms Sarpsfossen. Vi vet ikke størrelsen på tilført fosfor fra Sarpsborg/Fredrikstad-området.

Vannets innhold av totalnitrogen gjenspeiler at Glåma drenerer store områder med jordbruksmark. De høyeste konsentrasjonene forekommer ved lavlandsflommen og ved store nedbørmengder om høsten.

Sammensetningen og konsentrasjonene av makrokomponenter er i samsvar med de geologiske forhold i de nedre deler av Glåma. Kalsiumbikarbonat er det dominerende saltet, men det er også relativt høye konsentrasjoner av de komponenter (natrium, klorid og sulfat) som har sjøsalt i marine avleiringer som hovedkilde.

Tungmetallene kobber, sink, krom, kadmium og kvikksølv forekommer i lave eller meget lave konsentrasjoner.

SOLBERGFOSS

Som tidligere nevnt er det tatt prøver månedlig ved Solbergfoss, mens det er tatt ukentlige prøver i lengre perioder ved Sarpsfoss. Dette medfører at en direkte sammenligning tall for tall ikke er mulig. Derimot kan en generell beskrivelse og en generell sammenligning mellom Solbergfoss og Sarpsfossen gjøres.

Medianverdier for de viktigste parametrene er presentert i teksten, mens hele datamaterialet finnes i vedlegget.

pH, konduktivitet, turbiditet, farge og KMnO_4 -forbruk

Vannets pH-verdier er stabile omkring nøytralitetspunktet, og ligger i samme størrelsesområde som ved Sarpsfossen (tabell 3.5).

Vannets innhold av løste salter, målt som konduktivitet, varierer mellom 55 og 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mens medianverdiene varierer mellom 36 og 39 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Vannets innhold av partikler, målt som turbiditet, varierer vanligvis mellom 1 og 5 FTU-enheter, men under flom kan turbiditeten nå opp til 20-30 FTU-enheter.

Konduktiviteten og turbiditeten er noe lavere ved Solbergfoss enn ved Sarpsfossen. Dette er naturlig da innsjøen Øyeren har en utjevnende effekt på partikkeltransporten fra de øvre delene av Glåma. Fargeverdiene (ufiltrert) som også er påvirket av partikkeltransporten er lavere ved Solbergfoss enn Sarpsfossen.

Vannets innhold av lett nedbrytbart organisk materiale målt som KMnO_4 -forbruk er relativt høyt og er i samme størrelsesorden som ved Sarpsfossen.

Tabell 3.5 Solbergfoss, Glåma. Medianverdier for pH, konduktivitet, turbiditet, farge, KMnO_4 -forbruk 1978-80

Parameter	1978	1979	1980
pH	6,95	7,03	6,95
Konduktivitet, $\mu\text{S}/\text{cm } 20^\circ$	38,9	36,7	39,4
Turbiditet, FTU	1,65	2,40	1,70
Farge, mg Pt/l	70,5	54,0	45,0
KMnO_4 -forbruk, mg O/l	3,28	4,13	4,41

Fosfor og nitrogen

Alle fosforfraksjonene er lavere ved Solbergfoss enn ved Sarpsfossen. Medianverdiene for totalfosfor varierer mellom 10 og 15 $\mu\text{g P/l}$ ved Solbergfoss, mens verdiene for totalfosfor varierer mellom 15 og 20 $\mu\text{g P/l}$ ved Sarpsfossen (tabell 3.6). Dette indikerer at relativt store mengder fosfor blir tilført Glåma på strekningen mellom Solbergfoss og Sarpsfossen. Fosforet blir hovedsakelig tilført Glåma fra jordbruksvirksomhet og befolkning.

Nitrogenkonsentrasjonene er også lavere ved Solbergfoss enn ved Sarpsfossen. Sannsynligvis skyldes mesteparten av denne økningen av nitrogen tilsig fra jordbruksområdene ned til Sarpsfossen.

Tabell 3.6 Solbergfoss, Glåma. Medianverdier for fosfor og nitrogen 1978-80

Parameter	1978	1979	1980
Tot-P, $\mu\text{g P/l}$	15,5	15	8,5
Tot-P (filtrert), $\mu\text{g P/l}$	10	8,5	5,5
PO_4 -P, $\mu\text{g P/l}$	<2	6,5	4,0
Tot-N, $\mu\text{g N/l}$	465	480	480
NO_3 -N, $\mu\text{g N/l}$	190	255	315

Makrokomponenter

Glåma ved Solbergfoss har tilnærmet samme eller noe lavere ionesammensetning enn ved Sarpsfossen. Dette er i samsvar med de geologiske forhold i de nedre delene av Glåma.

Kalsium-bikarbonat er det dominerende saltet. Det er relativt høye konsentrasjoner av de ioner (natrium, klorid og sulfat) som har sjøsalt i marine avleiringer som hovedkilde (tabell 3.7). Variasjonene mellom årene er liten, hvilket er normalt i slike vassdrag.

Tabell 3.7 Solbergfoss, Glåma. Makrokomponenter, medianverdier 1978-80

Parameter	1978	1979	1980
Kalsium, mg Ca/l	4,84	5,11	5,30
Magnesium, Mg/l	0,81	0,90	0,95
Natrium, mg Na/l	1,05	1,38	1,53
Kalium, mg K/l	0,72	0,60	0,90
Klorid, mg Cl/l	1,5	1,8	2,4
Sulfat, mg SO ₄ /l	5,0	6,0	6,2
Silisium, mg SiO ₂ /l	2,10	2,75	3,20
Alkalitet, mekv./l	0,23	0,23	0,24

3.3 Seston, klorofyll, ATP og totalantall bakterier

3.3.1 Seston

Seston er bestemt som vekt av frafiltrerbart tørrstoff på GF/C glass-fiberfiltre. Organisk seston er målt som glødetapet, mens uorganisk seston er målt som gløderesten.

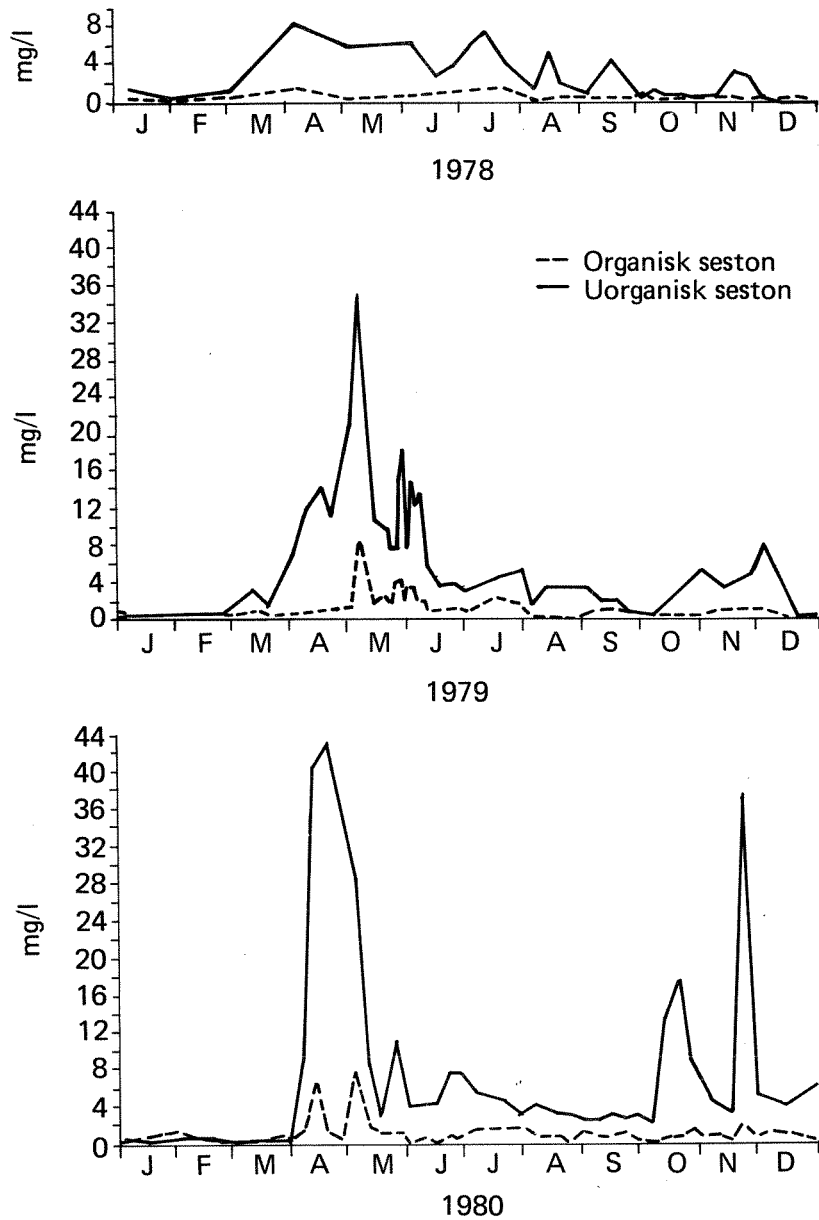
Resultatene for Sarpsfossen i 1978, 1979 og 1980 er vist i figur 3.11. De desidert største sestonkonsentrasjonene opptrer ved stigende lavlandsflom i april - mai. Den uorganiske fraksjonen dominerer mengdemessig og består av leire, silt og finkornet sand. I 1979 og 1980 ble det registrert verdier som tilsvarer en transport på henholdsvis 3500 og 2000 tonn tørrstoff pr. døgn. I første halvår av 1978 var det kun månedlig prøvetaking slik at maksimalverdiene trolig ikke er observert. Lavlandsflommen var også trukket ut i tid, uten noen markert topp. Fjellflommen gir mindre utslag i sestonverdiene, men kan variere. I 1979 var sestonmengden større enn i 1980.

Det er altså ingen entydig sammenheng mellom vannføring og seston. Sestonverdiene er avhengig av hvor vannet kommer fra. Eksempelvis ser vi at sestonverdiene var høye under en moderat lavlandsflom i oktober 1980, mens en betydelig større høylandsflom i august samme året knapt gav merkbare utslag i sestonverdiene. En fjellflom i oktober 1979 gav også små utslag for seston.

Forsøk på å finne en sammenheng mellom organisk seston og biomasseparametre som klorofyll, ATP og bakterier har ikke ført fram. Dette har trolig sin årsak i at organisk seston, i alle fall ved Sarpsfossen, som regel er dominert av alloktont, dødt organisk materiale. Det er trolig bare i enkelte korte perioder om sommeren at levende biomasse kan gi registrerbare bidrag til sestonverdiene.

3.3.2 Klorofyll, ATP og totalantall bakterier

Klorofyll ble bestemt fluorimetrisk som klorofyll a. ATP (adenosin - trifosfat) ble bestemt med luciferin/luciferase-metoden. Totalantall bakterier ble bestemt med direkte-telling etter acridine orange/epifluorescensmetoden.



Figur 3.11 Organisk og uorganisk seston i Glåma ved Sarpsfossen i 1978-80. Første halvår 1978 er det kun månedlig prøvetaking. Dette er trolig årsaken til at ingen sestontopp er registrert våren 1978. Senere er det tatt ukentlige prøver.

Resultatene fra Sarpsfossen i 1978, 1979 og 1980 er vist i figur 3.12.

Klorofyllverdiene viser at det er betydelige algemengder i Glåma. I 1978 ble det registrert over 9 $\mu\text{g/l}$ klorofyll, i 1979 over 12 $\mu\text{g/l}$. I 1980 var registrert maksimalverdi kun 6,5 $\mu\text{g/l}$. Til gjengjeld var klorofyllverdiene jevnt høye hele sommersesongen 1980, uten noen markert topp. For perioden mai til og med oktober var derfor gjennomsnittsverdien omtrent lik i 1979 og 1980, henholdsvis 5,0 og 4,5 $\mu\text{g/l}$. Ulikheten i fordelingen av klorofyll over sesongen i de to årene kan ha sammenheng med at vannføringen gjennomgående var høyere i 1980 enn i 1979. Fordelingen av vannføringen var også ulik de to årene. En relativt høy flomtopp i begynnelsen av mai 1979 kan ha medvirket til at algeutviklingen kom senere i gang enn i 1980. Den relativt lave fjellflommen i 1979 kan ha medvirket til spesielt høy algeproduksjon fra slutten av juni.

På grunn av et generelt lite erfaringsmateriale for parameteren klorofyll i elvevann, finnes det heller ikke noen normer for bedømmelse av tallene. Hvis man i mangel av noe bedre benytter trofiskalaen for innsjøer, vil vannmassene ved Sarpsborg måtte betegnes som mesotrofe. Man må imidlertid være oppmerksom på at algene som gir bidrag til klorofyllmengden både er planktonalger og løsrevet begroing. Spesielt ved raske økninger i vannføring kan løsrevet begroing gi kortvarige, høye klorofyllverdier som kan føre til at trofigraden blir overvurdert. Faren for en slik feilvurdering er imidlertid liten når man har så hyppige prøvetakinger som ved Sarpsfossen. I denne prøveserien er det også samlet inn prøver for kvalitativ algebestemmelse. Utvalgte prøver er planlagt analysert i 1982.

ATP (adenosin -trifosfat) er et tilnærmet mål for levende biomasse. I figur 3.12 fremgår det at det er en god samvariasjon mellom ATP og klorofyll.

I sommerhalvåret er det trolig algene som gir mesteparten av bidraget til ATP. Midtvinters synker forholdstallet mellom klorofyll og ATP til omtrent tredjeparten av somerverdiene (tabell 3.8). Da det er lite trolig at algene øker sitt ATP-innhold vinterstid, kan grunnen være at

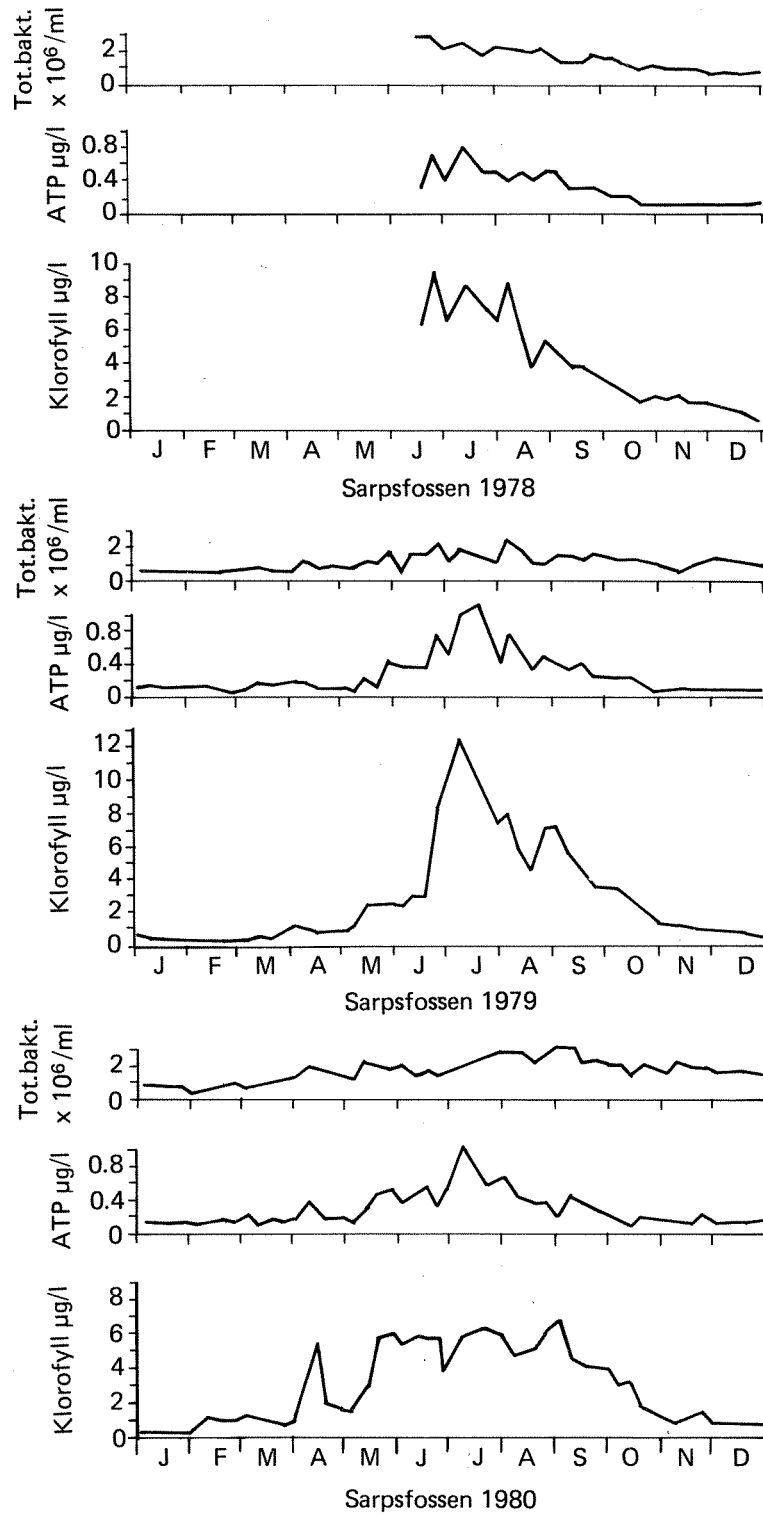
heterotrofe organismer gir et relativt høyere bidrag av ATP. Denne antagelsen sannsynliggjøres fordi forholdstallet mellom total-antall bakterier og ATP gjennomgående er 2 til 4 ganger høyere om vinteren enn om sommeren. Forholdstallet mellom klorofyll og bakterietallet synker med en faktor på omtrent 4 til 5 fra sommer til vinter. Det er derfor gode holdepunkter for at bakteriene utgjør den dominerende del av den aktive biomassen i Glåmavannet om vinteren. Om sommeren dominerer algene, selv om biomassen av bakterier også er større om sommeren enn om vinteren.

Klorofyll, ATP og total-antall bakterier synes å gi en rimelig god karakteristikk av vannmassene ved Sarpsfossen. Dataene gir grunnlag for bedømmelse av mengdemessige forhold mellom autotrofe og heterotrofe organismer. Spesielt i større stilleflytende elver hvor tradisjonelle undersøkelser av benthos-organismer er vanskelig/umulig, kan de nevnte parametre være egnet.

Ved senere rutineundersøkelser kan man trolig utelate ATP. Dette fordi parameteren synes å gi relativt lite tilleggsinformasjon når klorofyll og bakterier er bestemt. Prøver til ATP er også mer komplisert å ta under feltforhold.

Tabell 3.8. Forholdstall mellom klorofyll, ATP og totalantall bakterier i Glåma ved Sarpsfossen.

	Klorofyll ($\mu\text{g/l}$)		Tot.bakt. ($10^6/\text{ml}$)		Klorofyll ($\mu\text{g/l}$)	
	ATP ($\mu\text{g/l}$)		ATP ($\mu\text{g/l}$)		Tot.bakt. ($10^6/\text{ml}$)	
	Vanlige verdier	Gjennomsnitt	Vanlige verdier	Gjennomsnitt	Vanlige verdier	Gjennomsnitt
Sommer	10-15	12	2-6	3,6	2-7	3,6
Forvinter	6-10	8	10-15	14	0,5-1,0	0,8
Midtvinter	2-6	4,5	4-8	6		



Figur 3.12 Klorofyll, ATP og totalantall bakterier i Glåma, Sarpsfossen i 1978-80

3.4 Høyere vegetasjon

3.4.1 Tidligere undersøkelser

De nedre delene av Glåmavassdraget var tidligere svært dårlig undersøkt botanisk. Utløpsområdet ved Fredrikstad er imidlertid noe bedre dekket. Herfra finnes bl.a. to NIVA-rapporter som omhandler den høyere vegetasjonen i Seutelva (Grande m.fl. 1978) og Øra-området (Rørslett 1974). Forøvrig ble det utført et orienterende registreringsarbeid på høyere vegetasjon 1966-67 av NIVA, men disse data er ikke publisert. Bakgrunnsdata for overvåkingsundersøkelsen 1978 er de tilgjengelige observasjoner fra NIVAs rapporter og feltarbeid, supplert med en gjennomgang av samlingene ved Botanisk museum i Oslo. I tillegg er flere lokaliteter som ble dekket 1966-67 besøkt på nytt 1978, for å se om vegetasjonen har forandret seg vesentlig over den siste 10-års perioden.

På bakgrunn av de foreliggende informasjonen kan Glåmas nedre del (nedenfor Øyeren) grovt karakteriseres vegetasjonsmessig. Data er imidlertid ikke fullstendige nok til å fin-analysere de vegetasjonsmessige forskjeller som er observert. Tidsutvikling blir også vanskelig å påvise bare på grunnlag av rent kvalitative data.

3.4.2 Registreringsmetoder og vegetasjonsinndeling

Ved registreringsarbeidet 1966-67 ble det anvendt båt på Glåmas hovedløp ovenfor Sarpsborg. Stikkprøver av høyere vegetasjon ble tatt med en langskaftet rive, vannkikkert og en Ekman-henter. Bunnforholdene i elva var imidlertid lite gunstige for Ekman-Grabben. Elveåvsnitt på ca. 200 meters lengde ble undersøkt og data sammenført til en lokalitet. Registrering i øvrige elveåvsnitt skjedde vesentlig fra land, og en strandstripe på omlag 100 m ble undersøkt. Kontrollregistreringene 1978 skjedde på samme måte, men bare et mindre antall av de eldre lokalitetene ble besøkt.

Registreringene i Seutelva og Øra-området bygger på en kombinasjon av flyfotografering (med IR-falskfarge-film) og stikkprøver i felt. Her ble også drivmateriale systematisk innsamlet og artsbestemt.

Høyere vegetasjon (i vann) er et vidt begrep som omfatter et mangfold av livsformer og systematiske grupper. En forenklet oppdeling etter livsform (og fysiognomi) er:

- isoetider: Kortsquddsarter, oftest med blad samlet i rosett - næringsopptak vesentlig fra bunn. Mange isoetider er ettårige, disse artene er gjerne ytterst småvokste og kalles ofte "pusleplanter" (et særdeles treffende uttrykk). Spesielt de ettårige isoetidene er karakterarter for oversvømningsdelen av strandsonen. Alle arter regnes å være konkurransesvake.
- nymphaeider: Flytebladsplanter, arter med den vesentligste delen av bladmassen utviklet som flyteblad på vannoverflaten. Næringsopptak fra bunnen, muligens også fra omgivende vannmasser. Noen nymphaeider, særlig vanlig tjønnaks (Potamogeton natans), stor nøkkerose (Nymphaea alba) og gul nøkkerose (Nuphar lutea) er vanligst i stillestående eller sakteflytende vann. Andre, deriblant piggeknoopp (Sparganium-artene, forekommer helst i strømmende vann.
- elodeider: Langskuddsarter, undervannsplanter med hovedsakelig undervannsblader. Næringsopptak fra omgivende vann, dessuten i vekslende grad fra bunn. Elodeidene er typiske for mer næringsrike vannmasser (spesielt tjønnaks (Potamogeton) og noen tusenblad (Myriophyllum-arter), men flere arter forekommer gjerne under mer oligotrofe forhold (gjelder f.eks. tusenblad (Myriophyllum alterniflorum), men da mest i strømmende vann).
- lemnider: Flytere, små frittflytende planter med blad på eller like under vannoverflaten. Næringsopptak direkte fra omgivende vannmasser, og stor forekomst av denne gruppen henger alltid sammen med rik næringstilgang. Lemnidene finnes gjerne i stillestående eller meget sakteflytende vann.
- overvannsvegetasjon: Et kollektivbegrep for en heterogen gruppe av arter, som vokser i strandnære områder og har det meste av bladmassen over vann. Gruppen omfatter sterkt akvatiske arter som takrøyr (Phragmites australis = P. communis), dunkjevle (Typha spp.) og

kjempesøtgras (Glyceria maxima) samt mindre utpreget akvatiske arter som sverdlilje (Iris pseudacorus), kattehale (Lythrum salicaria), brønsle (Bidens spp.) etc. Det er ingen felles økologisk faktor som påvirker artene i overvannsvegetasjon, og artene forekommer såvel under oligotrofe som eutrofe forhold.

De mest utpreget akvatiske artene kalles ofte helofytter, men avgrensning mot generelle myr- og sumpplanter er vanskelig.

3.4.3 Vegetasjonsforholdene i Glåmas nedre deler

Glåmas nedre deler, fra Øyeren til Fredrikstad, kan deles opp i flere områder, karakterisert ved sin vegetasjonsutforming:

Område A : Glåmas hovedløp ned til Sarpsborg og Mingevatn.

Preget av lavvokste overvannsarter med lav produktivitet. I strandsonen er det rik forekomst av isoetider. Det er relativt homogene vegetasjonsforhold på denne strekningen.

Område B : Omfatter sideløpene av Glåma, dvs. Visterflo, Skinnerflo og Seutelva. Dette er et frodig område, med en rik og vekslende vegetasjon. Mange næringskrevende undervannsarter finnes her. Tilgroing foregår aktivt, og har nådd svært langt i Seutelva (Grande m.fl. 1978).

Område C : Brakkvannsområdet ved Glåmas utløp, omfatter Østerelva, Øraområdet, Vesterelva og nedre deler av Seutelva. I dette området finnes mange brakkvannsindikatorer, men forøvrig har vegetasjonen store likhetstrekk med område B.

Vegetasjonsforholdene i disse delene av Glåma med sidevassdrag er fremstilt i tabell 3.9 og med figurer i vedlegget. Ialt er det registrert 100 arter, fordelt slik:

Isoetider	:	12	arter
Elodeider	:	22	"
Nymphaeider	:	8	"
Lemnider	:	2	"
Helofytter	:	22	" (+ 34)

Område A.

A1. Glåma fra Solbergfoss til ovenfor Grønnsund

Strandforholdene på denne strekningen er vekslende, fra berg rett ned i vannet til større partier med leire og løsavsetninger. Avsnitt med sterk strøm skifter med roligere, sakteflytende elvedeler. Leirstrender finnes overveiende på de roligere delene, og hadde oftest er rik vegetasjon med isoetider. Særlig fremtredende var nålesivaks (Eleocharis acicularis), evjebrodd (Limosella aquatica) og sylblad (Subularia aquatica). Undervannsvegetasjonen besto hovedsakelig av tusenblad (Myriophyllum alterniflorum), hjertetjønna (Potamogeton perfoliatus) og storvassoleie (Ranunculus peltatus). Dessuten hadde grastjønna (Potamogeton gramineus) stor forekomst ovenfor Vamma. På hele elvestrekningen dannet flotgras (Sparganium angustifolium) utstrakte bestander. Ved siden av forekom pilblad (Sagittaria sagittifolia) sparsomt på de mest stilleflytende elveavsnittene, bare ved Vamma var arten bestand-dannende.

Strandsonasjonen var den typiske for område A, med karakteristiske arter som kvasstarr (Carex acuta), vasspepper (Polygonum hydropiper), nålesivaks (Eleocharis acicularis), hjertetjønna (Potamogeton perfoliatus).

A2. Glåma fra Grønnsund til Furuholmen

Den øvre del av denne strekningen var preget av løsavsetninger, nedover øker innslaget av berg i strandområdene. På leirbanker var det svært rik forekomst av isoetider, nålesivaks (Eleocharis acicularis), kross-evjebloom (Elatine hydropiper) og firling (Crassula aquatica). Denne delen av Glåma utgjør sammen med nedre deler av Nitelva og Nordre Øyeren de rikeste forekomstområdene for isoetider overhodet i Norge.

Undervannsvegetasjonen på denne sakteflytende strekningen skiller seg lite artsmessig fra strekningen ovenfor, men forekomstmengden av artene er betydelig. Fremtredende arter er flotgras (Sparganium angustifolium), tusenblad (Myriophyllum alterniflorum) og hjertetjønna (Potamogeton perfoliatus). Dessuten ble det gjort et interessant funn av brakkvanns-

arten liten vasskrans (Zannichellia palustris var. repens) ved Eidsberg. Dette funnet er isolert fra øvrige kjente innlandsforekomster av arten.

Ellers er forekomstene av den naturaliserte legeplanten kalmusrot (Acorus calamus) nedenfor utløpet av Rakkestadelva verdt å merke seg (jfr. Andreassen, 1964). En liknende utbredelse viser forøvrig den giftige selsnepe (Cicuta virosa), men denne vokser også i område B.

A3. Glåma fra Furuholmen til Sarpsborg

Hele elvestrekningen er preget av liknende forhold som under A1-2. Lokalt forekommer imidlertid grastjønnaks (Potamogeton gramineus) og storvassoleie (Ranunculus peltatus) i større bestander. Kalmusrot (Acorus calamus) vokser spredt i området, knyttet til oversvømningsdelen av strandsonen. På to lokaliteter ble den sjeldne nikkebrønslé (Bidens cernua f. radiata) observert.

A4. Glåma fra Sarpsborg til Fredrikstad

Sporadiske observasjoner ble gjort ved Sannesund, Torp, Greåker og Ringeverven. All undervannsvegetasjon viser sparsom forekomst, eller mangler i dette området. De eneste artene som forekommer i noe omfang er flotgras (Sparganium angustifolium) og hjertetjønnaks (Potamogeton perfoliatus). Det foreligger en rekke eldre funn fra denne delen av Glåma, belagt ved ark i Botanisk Museum, Oslo. Materialet tyder på at vegetasjonsforholdene på denne strekningen tidligere hadde likhetstrekk med elvepartiene ovenfor A1-3. Flere årsaker kan tenkes til utarming av vannvegetasjonen her, så som økende forurensning, skipsfart og utbygging i strandområdene.

A5. Glåma (Mingevatn og Vestvatn)

Mingevatn er preget av tildels bratte, steinete strender, som gir lite gunstige forhold for vekst av høyere vegetasjon. På leirslam mellom stein i strandsonen vokste isoetidearter nokså spredt. Mest iøynefallende var trefelt evjebloom (Elatine triandra), mjukt brasmegras (Isoetes echinospora) og nålesivaks (Eleocharis acicularis). Vestvatn har større grunnområder, som ved feltundersøkelsene 1966 lå mer eller mindre tørrlagte. Isoetidevegetasjonen var her rik, med alle de vanlige artene i

område A representert. Mest fremtredende var nålesivaks (Eleocharis acicularis), krossevjeblom (Elatine hydropiper) og evjesoleie (Ranunculus reptans).

A6. Agårdselva (fra Mingevatn til innløp Visterflo)

Det foreligger få observasjoner fra denne elvestrekningen. Vegetasjonen likner mye på det vanlige i område A, men trefelt evjeblom (Elatine triandra) var mer fremtredende her. Der elva flyter rolig finnes leirbanker med rik isoetidevegetasjon. Ute i elva kan det stundom finnes større bestander med tusenblad (Myriophyllum alterniflorum), storvassoleie (Ranunculus peltatus) og flotgras (Sparganium angustifolium). Takrøyr (Phragmites australis) ble funnet i grøfter, men ikke i selve elva.

Område B.

B1. Visterflo

I Visterflo finnes helofyttvegetasjon i kraftig og artsrik utforming. Dette er karakteristisk for område B, i motsetning til område A. Den dominerende arten er den næringskrevende kjempesøtegras (Glyceria maxima) som former et sammenhengende belte rundt Visterflo, opptil 30 m bredt. Andre høyvokste helofytter finnes, nevnes kan spesielt takrøyr (Phragmites communis) og sjøsivaks (Schoenoplectus lacustris). Mindre fremtredende finnes det en rekke arter innblandet i helofyttbeltet: Mjuksivaks (Eleocharis mamillatus), elvesnelle (Equisetum fluviatile), smal dunkjevle (Typha angustifolia), bred dunkjevle (T. latifolia), vassrøykvein (Calamagrostis canescens), sverdlilje (Iris pseudacorus) kattehale (Lythrum salicaria) med flere.

På grunt vann er isoetidevegetasjonen godt utviklet, med nålesivaks (Eleocharis acicularis) og evjeblom (Elatine)-artene som dominerende arter.

Flytebladvegetasjonen hadde rik forekomst i Visterflo. Mest vanlig var vanlig tjønnaks (Potamogeton natans) men flotgras (Sparganium angustifolium) var stedvis også hyppig forekommende. I nordenden fantes stor nøkkerose (Nymphaea alba) i små mengder, her sammen med trefelt

evjebloom (Elatine triandra)(vanlig), storblærerot (Utricularia vulgaris) og gytjebærerot (U. intermedia).

Flere undervannsarter forekom i store mengder: Hjertetjønna (Potamogeton perfoliatus, tusenblad (Myriophyllum alterniflorum) og storvassoleie (Ranunculus peltatus). Mindre vanlig var kranstusenblad (Myriophyllum verticillatum), klovasshår (Callitriche hamulata) og småvasshår (C. verna). Stedvis kunne hornblad (Ceratophyllum demersum), en næringskrevende art, ha større forekomster.

Vegetasjonsbildet i Visterflo viser meget klart at næringsforholdene er gode på denne lokaliteten.

B2. Elvestrekningen fra Visterflo til innløp Skinnerflo

Helofyttbeltet er kraftig utviklet langs denne strekningen. Den dominerende arten er kjempesøtgras (Glyceria maxima) sammen med spredte bestander av strandrøyr (Phalaris arundinacea) og sverdliilje (Iris pseudacorus). Viktigste arter her var storvassoleie (Ranunculus peltatus) og tusenblad (Myriophyllum alterniflorum). Strømretningen skifter med nedbørforholdene og vannstanden i Visterflo/Skinnerflo.

B3. Skinnerflo

Vannet i Skinnerflo er sterkt leirgrumset. Dette skyldes oppvirkning av leirpartikler fra bunnen, noe som lett skjer ved vindpåvirkning i denne grunne innsjøen. Den dårlige sikten gjør observasjoner i felt vanskelig, men bidrar også til en mer fattig undervannsvegetasjon. Stedvis forekommer likevel f.eks. hjertetjønna (Potamogeton perfoliatus). Ellers finnes endel isoetider på grunt vann, særlig nålesivaks (Eleocharis acicularis), mjukt brasmegras (Isoetes echinospora) og trefelt evjebloom (Elatine triandra).

Helofyttbeltene omkring Skinnerflo er preget av kjempesøtgras (Glyceria maxima), som omgir hele innsjøen. Utenfor står enkelte steder tette belter av sjøsivaks (Schoenoplectus lacustris), hist og her i blanding med kjempepiggnopp (Sparganium ramosum). Beltene av sjøsivaks (Schoenoplectus lacustris) er spesielt godt utviklet ved Seutelvas utløp. Her kommer også takrøyr (Phragmites australis) inn.

B4. Seutelva

Denne elvestrekningen er mer detaljert beskrevet i Grande m.fl. (1978). Her skal bare vegetasjonsforholdene summarisk behandles. Hele Seutelva bærer preg av meget frodig vegetasjon og sterk tilgroing. Dominerende arter er takrøyr (Phragmites australis), elvesnelle (Equisetum fluviale), kjempesøtgras (Glyceria maxima), dunkjevle (Typha)-artene og sjøsivaks (Schoenoplectus lacustris). I åpne kulper finnes en meget frodig nymphaeide- og elodeidevegetasjon. Karakteristiske arter er f.eks. Gul nøkkerose (Nuphar lutea), vanlig tjønnaks (Potamogeton natans), hornblad (Ceratophyllum demersum), blærerot (Utricularia spp.) og tjønnaks (Potamogeton spp.). På slike lokaliteter forekom også pilblad (Sagittaria sagittifolia) rikelig.

Den ytterst frodige vegetasjonen i Seutelva, med stort innslag av næringskrevende arter, avspeiler den rike næringstilgangen på dette elveavsnittet. Totalfosforverdier opptil 850 µg P/l er målt (Grande m.fl. 1978).

Område C.

C1. Nedre del av Seutelva og Vesterelva

Rollen som dominerende art i helofyttbeltet blir her overtatt av takrøyr (Phragmites australis) sammen med smal dunkjevle (Typha angustifolia) og pollsivaks (Schoenoplectus tabernaemontanii). Undervannsvegetasjonen i dette området er frodig utviklet og flere klart eutrofe arter forekommer. Nevnes kan akstusenblad (Myriophyllum spicatum), kranstusenblad (M. verticillatum), hornblad (Ceratophyllum demersum). Dessuten forekommer tjønnaks (Potamogeton)-arter i stedvis stor mengde (særlig hjertetjønnaks (Potamogeton perfoliatus), tildels granntjønnaks (Potamogeton panormitanus)).

I de ytre delene kommer det inn flere klart saltvannspregede arter, eksempelvis havstarr (Carex paleacea), havsivaks (Bolboschoenus maritimus) og saltsoleie (Ranunculus cymbalaria).

C2. Østerelva og Øra-området

Vegetasjonsforholdene er her godt kjent ved tidligere undersøkelser (Rørslett 1974, 1975a, 1975b). Forholdene likner noe på område C1,

men saltvannspreget i vegetasjonen er mer markert. Overvannsvegetasjonen forekommer til dels i svært store mengder, hovedsakelig bestående av takrøyr (Pragmites australis), pollsivaks (Schoenoplectus tabernaemontanii) og havsivaks (Bolboschoenus maritimus). Undervannsvegetasjonen viser en ustabilitet i forekomst, knyttet til de skiftende salinitetsforholdene. Dette gjør seg særlig sterkt gjeldende for hjertetjønnaks (Potamogeton perfoliatus) som i enkelte mer gunstige år kan danne svært store bevokninger i Øra-området (Rørslett 1974, 1975a, 1975b). Andre viktige undervannsarter er granntjønnaks (Potamogeton panormitanus var. *minor*), småhavgras (Ruppia maritima) og skruehavgras (R. spiralis) (ytre deler); stedvis forekommer liten vasskrans (Zannichellia palustris var. *repens*) og akstusenblad (Myriophyllum spicatum). I de mest saltvannspåvirkede delene kommer blæretang (Fucus vesiculosus) og åkgras (Zostera marina) inn som viktige vegetasjonselementer.

Nymphaeider mangler helt i området, og av isoetider forekommer bare brakkvannsformen dvergsvivaks (Eleocharis parvula).

3.4.4 Diskusjon og sammenfatning

Glåmas nedre del kan deles i tre klart adskilte regioner etter den høyere vegetasjonen:

- A. Glåmas hovedløp ned til Sarpsborgområdet. Det videre elveavsnittet ned til Fredrikstad ser ut til å ha hatt den samme vegetasjonsutformingen tidligere, men her er vegetasjonsforholdene sterkt influert av sivilisatorisk påvirkning.

Karakteristisk for område A er

- lavvokste plantesamfunn preger elva. Hovedinnslaget er isoetidene, særlig ettårige former. Undervannsvegetasjon godt utviklet, preget av oligotrofe-mesotrofe arter.
- overvannsvegetasjonen er ikke høyproduktiv.
- vegetasjonsforholdene avspeiler 1) mesotrofe forhold og 2) ustabilitet knyttet til strøm, vannstandsvariasjoner o.l.
- tilgroingsprosesser skjer i lite omfang.

B. Glåmas sideløp nedenfor Sarpsborg, med Visterflo/Skinnerflo-systemet. Vegetasjonsmessig helt forskjellig fra område A:

- Høyvokste helofyttarter er godt utviklet og danner delvis massebestand.
- Overvannsvegetasjonen er svært produktiv.
- Det inngår en rekke næringskrevende (eutrofe) arter i både over- og undervannsvegetasjonen.
- Isoetidene spiller bare en beskjeden rolle.
- Tilgroing skjer i stort omfang. Enkelte elvestrekninger har nådd et siste stadium i overgangen fra vann- til landmiljø.

Endringene har hatt betydelig omfang i tidsrommet 1966-1978.

C. Glåmas estuar-områder er vegetasjonsmessig karakterisert ved forekomst av spesielle brakkvannsformer. Dette estuarområdet omfatter nedre deler av Seutelva, Vester- og Østerelva og dessuten det vidstrakte Øra-området. Hele området er produktivt og preges av store bevoksninger med overvannsvegetasjon. Undervannsvegetasjonen er mer artsfattig enn for område B, men spiller likevel en betydelig rolle i kvantitativ sammenheng. Skiftende hydrografiske forhold, særlig med hensyn på salinitet, skaper ustabile forhold for ferskvannsformene i denne vegetasjonsgruppen (gjelder spesielt den viktige arten hjertetjønna (Potamogeton perfoliatus). Tilgroing skjer og har i Øra-området et betydelig omfang.

Sett i en overvåkingssammenheng kan den høyere vegetasjonen i Glåmas nedre deler ha betydelig interesse. Det er dynamiske prosesser som skjer i vegetasjonens utvikling, og den menneskelige påvirkningen er en viktig faktor i denne sammenheng. Kulturinnflytelsen er særlig merkbar for de aller nederste elveavsnittene (områdene B og C), men gjør seg for såvidt gjeldende i område A også. Her spiller imidlertid det særegne livsmiljøet som en elv gir, en mer dominerende rolle. Spesiell oppmerksomhet kan her rettes mot isoetide-artene. Disse artene er konkurransesvake og regnes for å være alment sårbare ved tiltakende eutrofiering av vannmassene.

Tabell 3.9

Høyere vegetasjon i Glåmas nedre deler, registrert 1966-1978. Bare utpreget akvatiske arter er tatt med, andre arter finnes i 3.10 .

Mengdebetegnelse : + forekommer ++ svært vanlig
(+) usikker forekomst

Art/gruppe	Område											
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	C1	C2
<u>Helofytter:</u>												
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	
<i>Typha angustifolia</i> L.							+	+	+	+	++	
<i>Typha latifolia</i> L.							+	+	+	+	+	
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Iris pseudacorus</i> L.		+	+				+	+	+	+	+	+
<i>Carex acuta</i> L.	++	++	++	+	+	+	+	++	+	+	+	(+)
<i>Carex aquatilis</i> Wahlenb.	+	+	+									
<i>Carex rostrata</i> Stokes	+						+		+	+		
<i>Carex vesicaria</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Carex paleacea</i> Wahlenb.											+	+
<i>Carex vacillans</i> Drej.											+	+
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.)Palla							+	+	++	++		
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (Gmel.)Palla											++	++
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.)Palla											+	++
<i>Eleocharis palustris</i> (L.)R. et S.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Eleocharis mamillata</i> (Lindb.f.)Dörfl.							+			+		
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Phragmites australis</i> (Trin.)Cav. (= <i>P. communis</i> Trin.)							++	+	++	++	++	++
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.)Holmb.							++	++	++	++	+	+
<i>Acorus calamus</i> L.		+	+									
<i>Sparganium ramosum</i> Huds.									+	+	+	
<i>Cicuta virosa</i> L.	+	+	+							+		
<u>Isoetider:</u>												
<i>Isoëtes echinospora</i> Dur.	+	+	+		+	+	+		+			
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.)R. et S.	++	++	++		++	++	++	+	+	+		
<i>Eleocharis parvula</i> (R. et S.)B.N.S.											(+)	+
<i>Juncus bulbosus</i> L.	+											
<i>Ranunculus reptans</i> L.	+	+	+	+	+	+						
<i>Subularia aquatica</i> L.	+	+	+		+	+						
<i>Crassula aquatica</i> (L.)Schönl.	+	+	+		+	+					+	
<i>Elatine hydropiper</i> L. em. Oed.	+	+	+		+	+	++				(+)	
<i>Elatine hexandra</i> (Lapierre)DC.											(+)	
<i>Elatine triandra</i> Schkuhr					+	+	+	+	+	+	(+)	
<i>Peplis portula</i> L.	+	+										
<i>Limosella aquatica</i> L.	+	+	+		+	+						

Tabell 3.10 Observerte arter i oversvømningsdelen av strandsonen, som ikke ble gjenstand for detaljert kartlegging 1966-67

<i>Equisetum arvense</i> L.	<i>Galium uliginosum</i> L.
<i>Equisetum palustre</i> L.	<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	<i>Bidens tripartita</i> L.
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.)PB.	<i>Bidens cernua</i> L.
<i>Poa palustris</i> L.	" " f. <i>radiata</i> Retz.
<i>Calamagrostis canescens</i> (Web.)Roth	
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	
<i>Juncus filiformis</i> L.	
<i>Juncus alpinus</i> Vill.	
<i>Juncus articulatus</i> L.	
<i>Carex nigra</i> (L.)Reich.	
<i>Scirpus silvaticus</i> L.	
<i>Rumex aquaticus</i> L.	
<i>Polygonum amphibium</i> L. (landmodifikasjon)	
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	
<i>Polygonum minus</i> L.	
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	
<i>Caltha palustris</i> L.	
<i>Rorippa islandica</i> (Oed.)Borb.	
<i>Cardamine pratensis</i> L.	
<i>Cardamine amara</i> L.	
<i>Comarum palustre</i> L.	
<i>Lythrum salicaria</i> L.	
<i>Peucedanum palustre</i> (L.)Moench.	
<i>Lysimachia thyrsoflora</i> L.	
<i>Mentha arvensis</i> L.	
<i>Veronica longifolia</i> L.	
<i>Veronica scutellata</i> L.	
" " f. <i>villosa</i> Scop.	
<i>Myosotis laxa</i> Lehm.	
<i>Myosotis palustris</i> L.	
<i>Galium palustre</i> L.	

4. LITTERATUR OG REFERANSER

Grande, M., Rørslett, B. og Kolstad, S. 1978: Undersøkelse av Seutelva i Østfold 1975-77. NIVA-rapport 0-75044.

NIVA 1978, XB-27: Telling av bakterier med epifluorescensmikroskop. Metodebeskrivelse. 7 s.

NIVA 1981, 0-8000303: Basisundersøkelser i Singlefjorden - Hvalerområdet. Delområde: Forurensningstilførsler. Fremdriftsrapport 1980. 47 s.

Rørslett, B. 1982: Glatting av fordelingskurver med hjelp av konvolusjonsinterpolering (in. prp.).

V E D L E G G

Tabell 1. Vannføring ved Solbergfoss. Månedsmidler m³/s

Måned	Normalvannføring 1931-1960	1978	Vannføring 1979	1980
Januar	336	467	341	414
Februar	329	382	337	359
Mars	320	375	317	267
April	451	511	441	427
Mai	1139	991	1049	948
Juni	1282	1037	1462	1212
Juli	1061	683	924	993
August	832	467	1190	607
September	725	471	658	653
Oktober	585	461	614	891
November	451	429	489	492
Desember	386	366	405	448
Årsmiddel	660	554	686	643

Tabell 2. Sarpsfossen, Glåma.

Fysisk-kjemiske analyseresultater 1978

DATE	PH *	KOND MIS/CM	TURB FTU	FARGE MG PT/L	FILTFARGE MG PT/L	KMNO4 MG O/L	ML 0.1N HCL/L	ALK4.5 HCL/L	TOC MG C/L
771103	6.87	43.90	11.00	318.00	89.00	(14.40)		1.87	
771206	7.28	38.70	4.50	139.00	49.00	4.00		2.12	
780109	6.80	45.00	3.10	79.50	26.50	4.30		2.54	
780201	6.84	42.10	0.96	46.00		2.30		2.30	
780301	6.83	45.20	2.40	85.50	26.50	3.10		2.49	
780404	6.69	48.00	9.70	303.00	46.00	3.71		2.42	
780502	6.67	53.30	11.00	323.00	85.50	3.63		2.11	
780605	7.15	30.00	2.30	98.50		7.90		2.23	
780618	7.07	35.20	2.20	112.50	18.50	2.69		2.00	4.30
780625	6.63		2.60	145.00		3.48			4.40
780702	6.39	37.00	2.30	105.50	10.50	2.84		2.23	4.00
780713	6.98	40.00	5.80	197.00	21.50	2.45			3.70
780724	6.40	37.00	3.00	102.00	97.00	3.87			4.60
780801	7.06	38.00	1.80	89.00		3.08		2.38	4.40
780808	7.26	36.50	2.00	72.50		2.13			4.10
780816	7.66	41.00	4.00	120.00	21.50	2.53			3.90
780821	7.02	35.50	1.80	54.50		2.53			3.40
780828	7.36	36.90	2.10	63.50	10.50	8.45			3.20
780905	6.93	36.20	1.40	49.00		2.84		2.40	3.20
780911	7.23	42.50	4.40	124.50	24.00	4.19			3.80
780918	6.90	40.00	3.90	145.00	16.00	3.56			3.50
780925	6.94	36.00	2.50	100.00	37.00	3.56			4.10
781002	6.93	37.00	2.00	92.00		3.56		2.42	5.10
781009	6.95	39.00	2.10	92.00	30.50	3.79			5.10
781016	7.07	37.00	1.50	67.00		3.32			4.60
781023	6.35	43.00	2.60	100.00	33.50	3.56			4.60
781030	7.02	40.50	2.20	84.50	30.50	3.40			3.90
781102	7.12	40.00	2.30	96.00	33.50	3.48		2.28	5.40
781106	7.04	42.00	2.00	88.00		3.40			3.50
781113	7.15	50.50	2.70	122.50	18.00	0.95		2.32	4.00
781120	7.08	49.00	5.20	160.50	46.50	3.16			5.20
781127	7.23	46.00	3.40	141.00	27.50	2.92		2.37	4.30
781204	7.22	46.00	2.90	84.50	33.50	3.08		2.37	4.10
781211	6.99	47.10	1.50	63.50		3.08		2.41	6.40
781218	7.14	41.70	1.60	67.00		3.28		2.30	6.10
MIDDEL	6.98	41.08	3.34	118.03	36.20	3.47		2.29	4.33
ST.AVVIK	0.28	5.07	2.50	69.41	23.92	1.36		0.17	0.81
ST.FEIL	0.05	0.87	0.42	11.73	4.99	0.23		0.04	0.16
ANT.OBS.	35	34	35	35	23	34		19	27

Tabell 3. Sarpsfossen, Glåma.

Fysisk-kjemiske analyseresultater 1979

DATO	PH *	KOND MIS/CM	TURB FTU	FARGE MG PT/L	FILTFARGE MG PT/L	KMNO ₄ MG O/L	ALK _{4.5} ML 0.1N HCL/L	TOC MG C/L
790102	6.91	40.90	0.77	43.50		2.80		3.30
790108	6.84	40.80	0.97	43.50		2.53		5.00
790115	7.05	45.60	0.68	30.50		2.80		5.20
790122	6.93	46.50	0.71	33.50		2.96		4.00
790212	6.91	44.50	0.57	28.50		2.77	2.45	3.20
790219	6.92	44.00	0.57	26.00		2.73		2.70
790226	7.08	44.00	0.52	23.50		2.65	2.43	3.20
790305	7.01	44.60	0.88	34.50		9.80	2.38	3.40
790312	7.02	54.60	0.43	10.10		3.52		4.00
790321	6.96	50.60	2.30	57.00		2.96		3.10
790402	6.80	54.30	7.10	162.00	42.50	3.71	2.31	4.60
790409	6.76	62.80	15.00	404.00	54.00	4.20		4.80
790417	6.62	57.50	14.00	324.00	116.50	4.50		6.10
790423	6.90	57.10	16.00	360.00	36.50	3.45		
790502	6.98	58.70	22.00	568.00	108.50	4.23	2.32	4.90
790507	6.94	57.90	47.00	(2200.0)	183.00	5.21		6.00
790514	6.76	47.10	12.00	390.00	86.50	7.29		8.40
790521	6.70	39.10	6.50	268.00	58.00	6.70		8.00
790523	7.00	38.20	3.10	91.50	50.00	7.33		
790526	6.76	32.80	3.90	162.00	67.00	8.70		
790528	6.85	33.90	7.10	310.50	58.00	8.19	1.08	7.70
790530	6.83	34.90	6.20	214.50	62.50	7.37		
790601	6.83	32.90	9.90	346.00	67.00	7.02		
790603	6.80	33.30	16.00	670.00	97.50	6.70		
790605	6.93	31.50	7.60	143.00	43.00	6.00		5.30
790608	6.66	28.60	4.20	195.00	28.00	4.82		
790611	6.96	30.80	4.40	162.00	22.50	4.51		5.50
790618	7.02	33.00	2.70	73.00	18.00	3.45		4.30
790625	7.42	36.40	2.00	49.00	24.00	3.53		3.20
790702	7.18	39.30	2.90	44.50	18.50	3.21	2.29	3.30
790708	7.21	36.80		67.50		3.06		3.50
790718	7.33	36.60	2.30	42.50	2.30	3.49		4.10
790731	7.17	34.10	3.30	55.50	26.00	4.23	2.36	4.00
790806	7.00	36.10	2.40	44.50	18.50	3.45		3.70
790813	6.97	34.00	2.50	46.50	20.25	3.92		45.00
790820	7.10	34.20	3.00	55.50	32.00	5.25		5.90
790827	7.20	36.20	4.20	55.50	25.00	4.35	2.19	4.00
790903	7.14	34.20	2.30	44.50	26.00	3.84		3.35
790910	6.74	35.60	1.90	45.50		3.72		10.00
790917	6.85	35.10	1.50	38.00		3.95		4.70
790924	6.76	37.50	1.50	40.00		3.64		4.70
791008	6.68	35.50	0.93	30.00		4.03		<0.50
791015	6.83	38.00	2.40	46.50	25.00	4.14	2.26	5.00
791101	6.95	43.60	7.40	107.50	50.00	4.97	2.12	5.40
791105	(6.81)	(54.20)	(120.00)	(1455.0)	(245.00)	(9.42)	(2.15)	(8.00)
791113	7.02	41.90	5.40	83.00	37.00	4.85		6.90
791121	7.03	44.50	7.70	101.50	40.00	<0.50		7.30
791203	7.18	48.00	12.00	131.50	48.00	5.20	2.26	8.10
791220	7.01	50.10	8.80	122.50	44.50	3.87		2.40
MIDDEL	6.95	41.42	6.12	136.71	49.58	4.59	2.20	5.93
ST. AVVIK	0.17	8.57	7.91	150.04	35.97	1.75	0.37	6.58
ST. FEIL	0.03	1.24	1.15	21.89	6.26	0.26	0.11	1.04
ANI. OBS.	48	48	47	47	33	47	12	40

Tabell 4. Sarpsfossen, Glåma.

Fysisk-kjemiske analyseresultater 1980

DATO	PH #	KONDUKTIVITET MIS/CM	TURBIDITET FTU	FARGE MG PT/L	FARGE (FILT- RETT) MG PT/L	KIND4- FORBRUK MG O/L	ALKALINITET (PH 4.5) ML 0.1N HCL	TOTAL ORGANISK KARBON MG C/L
800104	6.92	42.40	1.70	37.25		3.01	2.31	4.10
800117	6.91	41.30	0.96	30.00		3.30		0.20
800124	6.97	41.00	0.37	29.00		3.01		5.80
800201	6.96	39.60	0.73	25.00		5.24	2.33	2.40
800211	6.90	40.30	0.63	23.00		3.28		4.00
800217	6.89	41.40	0.72	25.00		2.99		2.30
800226	6.98	41.50	0.61	23.00		2.89		3.60
800303	6.99	41.40	0.77	22.00		2.36		2.90
800310	7.01	42.90	1.20	18.50		3.18		3.10
800317	6.86	41.30	0.70	24.00		3.22		2.90
800325	6.91	42.60	0.64	21.00		2.95		2.70
800401	6.94	41.00	0.96	30.00		2.63	2.53	2.90
800408	6.92	51.50	9.00	147.50	38.00	4.28		<0.50
800414	6.84	46.00	37.00	385.00	74.00	4.48		8.30
800420	6.93	48.60	34.00	342.50	95.50	5.11		4.10
800428	7.10	50.60	35.00	380.00		4.45		3.90
800505	7.00	48.40	33.00	455.00	92.50	5.32	2.34	5.10
800512	6.78	33.00	7.60	170.00	59.50	8.04		7.00
800519	6.69	32.40	3.30	48.50	45.00	6.19		6.20
800527	7.10	33.40	7.50	94.00		4.96		5.30
800602	7.17	35.70	2.80	52.00		4.21	2.02	4.90
800611	7.01	34.40	3.20	72.50	27.50	4.93		4.30
800616	7.45	34.60	2.90	57.50	22.00	3.23		4.30
800623	6.61	38.60	5.70	120.00	32.00	3.98		9.10
800627	7.09	39.50	5.30	111.50		2.68	2.32	5.30
800707	6.76	34.50	5.50	148.00	42.00	5.74		6.80
800721	7.08	35.40	2.20	59.00	21.00	4.05		4.00
800731	7.29	44.10	2.00	68.50		5.07	2.20	4.60
800808	7.07	34.60	2.20	60.00	23.30	4.72		3.90
800819	7.15	36.40	1.80	49.50		3.42		3.40
800825	7.09	38.90	2.20	52.50	22.00	3.58		3.60
800901	6.94	40.20	2.20	52.50	21.00	3.85	2.38	3.50
800909	6.98	39.30	2.00	52.50		4.43		4.40
800915	7.08	42.50	3.50	75.00	35.00	3.77		4.20
800922	6.96	42.20	3.20	65.00	28.50	3.81		4.30
800929	7.02	43.00	3.10	88.50		5.41	2.41	4.70
801007	7.00	40.30	2.00	60.00		4.71		5.10
801013	6.97	42.00	17.00	226.00	60.00	5.02		4.40
801020	6.88	43.80	24.00	450.00	71.00	6.53		6.70
801027	6.86	43.00	14.00	254.00	79.50	6.34		5.60
801103	6.91	42.70	9.20	200.00	58.00	6.07	2.08	6.30
801110	7.02	42.70	6.30	142.00	60.00	5.54		4.90
801118	6.97	42.40	4.70	109.50	47.00	5.11		5.50
801124	6.90	49.20	39.00	710.00	138.00	6.16		7.10
801201	7.05	41.70	3.80	131.00	50.00	4.56	2.19	4.40
801208	6.79	46.50	7.40	140.00	48.50	4.91		5.30
801215	6.81	42.00	6.00	138.50	40.50	4.33		4.90
801229	6.87	44.00	7.40	140.00	30.50	3.67	2.46	5.20
MIDDEL	6.97	41.14	7.66	129.49	50.44	4.39	2.30	4.80
ST. AVVIK	0.14	4.51	10.63	142.60	27.77	1.22	0.15	1.54
ST. FEIL	0.02	0.65	1.53	20.58	5.34	0.18	0.04	0.23
ANT. OBS.	48	48	48	48	27	48	12	47

Tabell 5. Sarpsfossen, Glåma.
Næringssalter 1978

DATO	TOT-P	TOTP-FIL	PO4-P	TOT-N	NO3-N
	MYG P/L	MYG P/L	MYG P/L	MYG N/L	MYG N/L
771103	19.50		11.00	450.00	
771206	11.50			290.00	
780109	14.00			560.00	
780201	15.00			530.00	
780301	23.00			560.00	
780404	31.00			760.00	
780502	27.00			790.00	
780605	21.00			280.00	
780618	21.00	7.00	6.50	360.00	160.00
780625	31.00	7.00	8.00	270.00	150.00
780702	20.00	11.00	6.00	320.00	190.00
780713	29.00	19.00	7.00	560.00	230.00
780724	48.00	14.00	4.00	390.00	155.00
780801	16.00	12.00	<2.00	460.00	160.00
780808	19.00	14.00	<2.00	480.00	130.00
780816	29.00	11.00	10.00	590.00	250.00
780821	14.00	10.00	6.00	380.00	190.00
780828	12.00	8.00	2.00	360.00	175.00
780905	13.00	9.00		390.00	190.00
780911	25.00	13.00	6.00	500.00	270.00
780918	20.00	12.00	5.50	450.00	220.00
780925	19.00	12.00	5.50	440.00	240.00
781002	14.00	11.00	5.00	520.00	240.00
781009	14.00	9.00	4.50	440.00	290.00
781016	14.00	8.00	5.50	480.00	280.00
781023	18.00	9.00	6.50	620.00	355.00
781030	15.00	15.00	5.00	550.00	340.00
781102	17.00	13.00	7.50	480.00	340.00
781106	17.00	13.00	4.50	460.00	305.00
781113	17.00	12.50	5.50	470.00	320.00
781120	21.00	15.50	7.50	650.00	450.00
781127	17.50	12.50	6.50	460.00	370.00
781204	19.50	11.50	8.50	490.00	350.00
781211	13.50	12.00	4.00	490.00	375.00
781218	14.00		4.50	530.00	345.00
MIDDEL	19.70	11.58	6.10	480.29	261.85
ST. AVVIK	7.32	2.78	1.95	118.01	85.68
ST. FEIL	1.24	0.55	0.39	19.95	16.49
ANT. OBS.	35	26	25	35	27

Tabell 6. Sarpsfossen, Glåma.
Næringsalter 1979

DATO	TOT-P MYG P/L	TOTP-FIL MYG P/L	PO4-P MYG P/L	TOT-N MYG N/L	NO3-N MYG N/L
790102	19.00	19.00	5.50	540.00	320.00
790108	16.50	14.50	6.50	510.00	340.00
790115	29.50	13.00	11.50	490.00	310.00
790122	14.50	11.00	6.00	530.00	320.00
790212	12.00	10.00	4.00	580.00	330.00
790219	11.50		6.00	610.00	330.00
790226	9.00		5.00	470.00	340.00
790305	13.50	10.50	8.00	560.00	355.00
790312	23.00	17.50	13.50	930.00	660.00
790321	16.00	10.50	10.50	660.00	450.00
790402	30.00	18.00	17.00	1000.00	690.00
790409	36.50	14.50	21.00	1200.00	850.00
790417	31.00	9.50	21.00	1160.00	690.00
790423	27.50	13.50	17.00	1000.00	680.00
790502	11.00		5.50	960.00	690.00
790507	65.00	17.00	44.50	1000.00	710.00
790514	27.50	23.00	10.00	740.00	430.00
790521	23.50	9.00	14.50	660.00	340.00
790523	21.00	7.00	11.00	560.00	230.00
790526	32.00	11.00	14.50	610.00	210.00
790528	35.00	11.00	19.00	660.00	300.00
790530	32.00	11.50	19.50	720.00	425.00
790601	25.00	10.50	13.00	700.00	370.00
790603	31.00	10.00	17.50	760.00	450.00
790605	23.50	14.50	11.50	610.00	325.00
790608	17.00	7.50	7.50	470.00	245.00
790611	17.00	8.00	7.50	510.00	255.00
790618	12.50	4.50	4.00	470.00	250.00
790625	19.00	7.00	6.00	480.00	190.00
790702	10.50	4.50	4.50	480.00	260.00
790708	14.50	5.00	3.50	430.00	145.00
790718	15.50	5.00	2.50	330.00	115.00
790731	17.00	6.50	4.00	420.00	130.00
790806	14.00	5.00	3.00	360.00	120.00
790813	13.00	5.00	4.00	380.00	190.00
790820	13.00	5.00	4.50	450.00	215.00
790827	16.00	9.00	7.00	400.00	180.00
790903	11.50	5.00	4.00	400.00	180.00
790910	6.50	4.00	2.50	320.00	190.00
790917	14.50	5.00	5.50	370.00	180.00
790924	10.50	6.50	5.00	360.00	225.00
791008	16.00	8.00	7.00	380.00	205.00
791015	23.50	6.50	17.50	470.00	240.00
791101	15.50	8.00	9.50	500.00	320.00
791113	15.00	10.00	9.50	470.00	350.00
791121	17.00	10.50	10.00	620.00	430.00
791203	21.00	13.50	11.50	680.00	475.00
791220	36.00	11.50	25.00	730.00	470.00
MIDDEL	20.46	9.92	10.38	597.92	348.02
ST. AVVIK	10.25	4.44	7.65	218.31	179.23
ST. FEIL	1.48	0.66	1.10	31.51	25.87
ANT. OBS.	48	45	48	48	48

Tabell 7. Sarpsfossen, Glåma.
Næringsalter 1980

DATO	TOT-P MYG P/L	TOTP-FIL MYG P/L	PO4-P MYG P/L	TOT-N MYG N/L	NO3-N MYG N/L
800104	8.50	6.50	4.50	570.00	
800117	10.50	7.00	8.00	480.00	360.00
800124	9.00	5.00	4.50	520.00	330.00
800201	8.50	6.00	2.50	520.00	350.00
800211	8.50		6.00	490.00	360.00
800217	11.00	7.50	5.50	560.00	360.00
800226	16.50	15.50	6.00	510.00	330.00
800303	17.00	13.50	6.50	480.00	340.00
800310	12.00	8.00	6.50	520.00	345.00
800317	10.00	10.00	5.50	490.00	330.00
800325	10.00	7.50	6.50	510.00	335.00
800401	12.00	11.50	7.50	500.00	305.00
800408	76.00	46.50	63.00	1000.00	425.00
800414	49.00	24.00	48.00	870.00	430.00
800420	63.00	18.00	44.00	850.00	510.00
800428	56.00		36.50	890.00	600.00
800505	53.00	25.50	29.00	850.00	510.00
800512	18.50	8.00	15.50	530.00	255.00
800519	15.50	6.50	4.50	450.00	185.00
800527	19.00	8.00	10.00	470.00	220.00
800602	12.50	5.00	4.50	510.00	310.00
800611	11.00	3.50	4.00	480.00	280.00
800616	10.50	5.00	5.50	440.00	270.00
800623	18.50	8.00	13.50	600.00	320.00
800627	12.50	7.50	7.00	470.00	290.00
800707	18.50	6.50	1.00	460.00	190.00
800721	13.50	5.50	5.00	420.00	150.00
800731	13.00	8.00	2.50	450.00	
800808	11.50	6.50	3.00	380.00	150.00
800819	5.00	4.00	3.50	330.00	150.00
800825	11.00	5.00	3.50	410.00	170.00
800901	12.50	8.00	3.50	470.00	220.00
800909	10.00	6.00	3.50	450.00	230.00
800915	13.50	8.00	5.00	530.00	320.00
800922	12.00	5.00	4.50	490.00	280.00
800929	12.00	6.00	4.00	510.00	300.00
801007	10.50	6.00	3.50	490.00	280.00
801013	29.50	20.50	16.50	650.00	370.00
801020	37.00	20.00	23.00	780.00	460.00
801027	26.00	11.00	12.50	720.00	380.00
801103	19.00	11.00	12.50	650.00	370.00
801110	16.50	8.50	8.50	590.00	340.00
801118	14.00	8.00	8.00	540.00	330.00
801124	62.00	32.50	39.50	920.00	620.00
801201	14.50	6.50	8.00	570.00	360.00
801208	16.50	8.00	10.50	630.00	420.00
801215	18.50	8.00	8.00	600.00	350.00
801229	20.00	11.00	15.00	640.00	370.00
MIDDEL	20.10	10.50	11.65	567.50	329.57
ST.AVVIK	16.45	8.17	13.36	150.98	104.99
ST.FEIL	2.37	1.20	1.93	21.79	15.48
ANT.OBS.	48	46	48	48	46

Tabell 8. Sarpsfossen, Glåma.
Makrokomponenter og jern og mangan 1978

DATO	KALSIUM MG CA/L	MAGNESIUM MG MG/L	NATRIUM MG NA/L	KALIUM MG K/L	ALKALINITET (PH 4.5) ML 0.1N HCL	KLORID MG CL/L	SULFAT MG SO4/L	JERN MG FE/L	JERN (FILT- RERT) MG FE/L	MANGAN MG MN/L	MANGAN (FILT- RERT) MG MN/L	SILISIUM MG SiO2/L
780109					2.54							
780201					2.30							
780301					2.49							
780404					2.42							
780502					2.11							
780605					2.23							
780618	4.24	0.76	1.03	0.65	2.00	1.40	4.30	190.00		29.00		1.50
780625												1.00
780702	4.35	0.36	1.16	0.74	2.23	1.60	5.30	300.00		32.50		1.40
780715												1.80
780724												0.90
780801	5.20	0.81	1.40	0.80	2.33	1.30	5.00	210.00		21.50		0.50
780808												0.40
780816												0.90
780821												1.00
780826												1.10
780905	5.50	0.85	1.40	0.70	2.40	1.30	4.70	90.00		12.90		1.60
780911												1.90
780918												1.70
780925												2.10
781002	4.75	0.90	1.45	0.70	2.42	1.90	5.40	170.00		16.20		2.40
781009												2.50
781016												2.50
781023												2.60
781030												2.60
781102	5.50	0.96	1.65	0.52	2.26	2.10	6.00	195.00		50.00		2.80
781106								145.00		45.00		2.30
781113	5.20	1.00	2.52	0.55	2.32	4.20	6.30	165.00	60.00	34.00	15.00	2.50
781120	5.50	1.00	2.15	0.60		3.40	5.40	140.00	95.00	26.00	15.00	2.30
781127	5.20	0.90	1.70	0.30	2.37	2.40	6.10	215.00		23.00		2.70
781204	5.20	0.88	1.70	0.30	2.37	2.10	6.10	180.00	70.00	15.00	6.50	2.90
781211	5.10	0.92	1.55	0.47	2.41	2.40	6.20	140.00	65.00	13.50	7.00	2.50
781218	5.10	0.92	1.70	0.45	2.30	2.20	6.10	120.00	65.00	14.50	10.00	2.55
MIDDEL	5.16	0.90	1.62	0.57	2.33	2.26	5.66	175.38	75.00	25.62	10.70	1.92
ST.AVVIK	0.26	0.07	0.40	0.16	0.13	0.80	0.70	52.30	12.75	12.10	4.15	0.78
ST.FEIL	0.07	0.02	0.12	0.05	0.03	0.23	0.20	14.51	5.70	3.36	1.85	0.15
ANT.OES.	12	12	12	12	17	12	12	13	5	13	5	27

Tabell 9. Sarpsfossen, Glåma.

Makrokomponenter og jern og mangan 1979

DATO	KALSIUM MG CA/L	MAGNESIUM MG MG/L	NATRIUM MG NA/L	KALIUM MG K/L	ALKALINITET (PH 4.5) ML 0.1N HCL	KLORID MG CL/L	SULFAT MG SO4/L	JERN MYG FE/L	JERN (FILT- RERT)	MANGAN	MANGAN (FILT- RERT)	SILISIUM MG SIO2/L
									MYG FE/L	MYG MN/L	MYG MN/L	
790102								90.00	60.00	13.00	10.50	2.65
790108												2.75
790115								75.00	60.00	12.00	9.50	2.75
790122								90.00	60.00	11.50	9.50	2.65
790212	5.75	0.85	2.25	0.54	2.45	2.00	6.10	90.00	40.00	9.50	7.00	2.60
790219								70.00	40.00	18.50	18.00	2.70
790226	6.25	0.70	2.15	0.56	2.43	2.00	6.10	65.00	45.00	7.50	6.50	2.70
790305	5.10	0.82	1.70	0.47	2.38	2.00	5.90	75.00	55.00	9.75	8.25	2.70
790312												3.00
790321												2.80
790402	5.90	1.20	2.00	0.74	2.31	3.40	7.40	350.00	70.00	38.50	31.50	3.15
790409												3.40
790417												3.30
790423												3.30
790502	6.00	1.30	2.85	0.70	2.32	4.00	0.70	240.00	80.00	48.50	37.50	3.50
790507												3.60
790514												3.60
790521												3.25
790523	5.75			0.66			6.10					
790526	5.42			0.70			5.30					
790528	5.35	0.86	1.40	0.73	1.08	2.40	5.40	710.00	130.00	67.00	33.50	2.85
790530	5.75			0.72			6.20					
790601	5.18			0.67			5.20					
790603	5.26			0.66			5.20					
790605												2.50
790608	3.27			0.70			4.90					
790611												2.35
790618												2.05
790625												1.20
790702	5.00	0.78	1.25	0.72	2.29	1.60	5.70					1.40
790708												0.10
790718												0.20
790731	4.68	0.78	1.10	0.67	2.36	1.40	4.80	170.00		24.00		0.90
790806												1.00
790813												1.30
790820												2.00
790827	4.58	0.76	1.20	0.90	2.19	1.50	6.30	150.00		18.25		1.50
790903												1.30
790910												1.25
790917												1.70
790924												2.00
791008												1.90
791015	5.28	0.82	1.44	0.64	2.26	2.00	5.50					2.20
791101	5.20	1.00	1.57	0.80	2.12	2.60	6.40					3.10
791105	6.51	1.94	3.22	6.04	2.15	11.10	7.70					4.70
791113												2.55
791121												2.85
791203	5.33	1.11	2.05	1.18	2.26	3.30	7.00					2.95
791220												3.60
MIDDEL	5.35	0.99	1.86	0.99	2.20	3.02	6.10	181.25	64.00	23.17	17.18	2.42
ST. AVVIK	0.71	0.34	0.65	1.23	0.35	2.55	1.01	187.34	26.44	18.64	12.22	0.97
ST. FEIL	0.16	0.09	0.18	0.28	0.10	0.71	0.23	54.06	8.35	5.33	3.87	0.15
ANT. OBS.	19	13	13	19	13	13	19	12	10	12	10	43

Tabell 10. Sarpsfossen, Glåma.

Makrokomponenter og jern og mangan 1980

DATO	KALSIUM MG CA/L	MAGNESIUM MG MG/L	NATRIUM MG NA/L	KALIUM MG K/L	ALKALINITET (PH 4.5) ML 0.1N HCL/L	KLORID MG CL/L	SULFAT MG SO ₄ /L	JERN MG FE/L	JERN FILTRET MG FE/L	MANGAN MG MN/L	MANGAN FILTRET MG MN/L	SILISIUM MG SiO ₂ /L
800104	4.92	0.86	1.61	0.75	2.31	2.40	6.70					3.00
800117												2.90
800124												2.70
800201	0.77	0.78	1.41	0.73	2.33	1.90	5.60					2.80
800211												2.70
800217												2.70
800226												2.80
800303												2.70
800310												2.70
800317												2.70
800325												3.10
800401	5.34	0.88	1.65	0.77	2.53	2.10	6.20					3.00
800408												2.90
800414												3.10
800420												3.50
800428												3.40
800505	4.83	1.37	1.86	2.01	2.34	3.10	7.20					3.50
800512												3.40
800519												2.70
800527												2.60
800602	4.70	0.81	1.17	0.80	2.02	1.90	5.00					2.70
800611												2.70
800616												2.20
800623												2.20
800627	4.97	0.82	1.26	0.76	2.32	2.10	5.80					2.10
800707												2.30
800721												1.60
800731	4.64	0.74	1.17	0.62	2.20	1.50	6.00					1.60
800808												1.70
800819												1.20
800825												1.30
800901	4.62	0.80	1.36	0.66	2.36	2.00	5.40					1.30
800909												1.60
800915												2.00
800922												2.00
800929	5.23	0.89	1.44	0.81	2.41	2.20	6.20					2.40
801007												2.40
801013												3.10
801020												3.50
801027												3.50
801103	4.66	0.98	1.64	0.89	2.08	2.90	6.40					3.60
801110												3.80
801118												3.50
801124												4.00
801201	5.30	0.95	1.62	0.78	2.19	2.50	6.20	340.00	<5.00	26.00	0.50	3.50
801208												4.10
801215												3.50
801229	6.02	1.09	1.86	0.92	2.46	2.50	6.50					3.40
MIDDEL	4.67	0.91	1.50	0.87	2.30	2.27	6.10	340.00		26.00	0.50	2.74
ST. AVVIK	1.29	0.17	0.24	0.37	0.15	0.45	0.60					0.73
ST. FEIL	0.37	0.05	0.07	0.11	0.04	0.13	0.17					0.11
ANT. OBS.	12	12	12	12	12	12	12	1	0	1	1	48

Tabell 11. Solbergfoss, Glåma.

Fysisk-kjemiske analyseresultater 1978 og 1979

DATO	PH *	KONDUKTI VITET MIS/CM	TURBID ITET FTU	FARGE MG PT/L	FARGE (FILT- RERT) MG PT/L	KMNO4- FORBRUK MG O/L	ALKALINITET (PH 4.5) ML 0.1N HCL	TOTAL ORGANISK KARBON MG C/L
780109	6.80	40.80	1.60	60.50		3.40	2.36	
780201	6.76	39.20	0.81	13.00		2.30	2.26	
780301	6.94	41.00	1.30	49.00		2.80	2.46	
780404	6.77	49.40	9.70	290.00	37.50	2.92	2.70	
780502	6.75	52.80	13.00	362.50	85.50	4.03	2.10	
780605	7.21	31.10	1.90	95.50		4.27	2.23	
780618	7.17	33.50	2.20	98.50	21.50	2.77	2.03	
780630	6.95	37.00	2.00	72.50		3.40	2.29	
780801	7.12	37.00	1.10	66.50		3.08		
780903	7.36	35.70	1.30	43.00		2.69		
781001	7.07	35.50	1.60	77.00		3.71		
781102	7.06	38.50	1.30	74.00		3.16		
781203	6.89	40.30	1.70	63.50		3.48		
MIDDEL	6.99	39.37	3.08	105.04	48.17	3.23	2.30	
ST.AVVIK	0.19	5.99	3.75	101.69	33.31	0.56	0.21	
ST.FEIL	0.05	1.66	1.04	23.20	19.23	0.16	0.07	
ANT.OBS.	13	13	13	13	3	13	8	0

DATO	PH *	KONDUKTI VITET MIS/CM	TURBID ITET FTU	FARGE MG PT/L	FARGE (FILT- RERT) MG PT/L	KMNO4- FORBRUK MG O/L	ALKALINITET (PH 4.5) ML 0.1N HCL	TOTAL ORGANISK KARBON MG C/L
790106	7.07	39.70	0.82	37.00		2.80	2.52	
790212	7.02	43.50	0.82	26.00		2.65		
790304	7.03	42.00	0.66	18.00		2.69	2.33	
790407	7.09	45.20	2.30	63.00		2.77	2.50	
790426	6.80	54.40	22.00	87.50		3.80		
790522	6.93	36.20	6.20	268.00	89.00	7.84		
790530	6.81	30.70	4.60	162.00	58.00	7.17		
790606	7.05	29.60	4.70	173.00	30.50	5.10	1.50	
790707	7.40	36.40	1.80	67.50		9.60		
790809	6.96	35.40	2.10	42.50	21.30	3.25		
790828	6.92	35.70	2.70	49.00	24.00	4.63		
791007	6.70	33.00	1.20	31.00		3.99		
791106	7.04	37.00	6.50	80.00	42.50	5.08	2.09	
791202	7.14	43.00	6.60	59.00	48.00	4.26		5.30
MIDDEL	7.00	38.70	4.50	83.11	44.76	4.69	2.19	5.30
ST.AVVIK	0.17	6.54	5.49	70.66	23.57	2.14	0.42	
ST.FEIL	0.05	1.75	1.47	18.88	8.91	0.57	0.19	
ANT.OBS.	14	14	14	14	7	14	5	1

Tabell 12. Solbergfoss, Glåma.

Fysisk-kjemiske analyseresultater 1980

DATO	PH *	KONDUKTI VITET MS/CM	TURBID ITET FTU	FARGE IG PT/L	FARGE (FILT- RERT) MG PT/L	KJEMO4- FORBRUK MG O/L	ALKALINITET (PH 4.5) ML 0.1N HCL	TOTAL ORGANISK KARBON MG C/L
800105	6.93	42.00	1.80	36.25		2.74		
800202	6.95	39.40	0.62	22.00		3.01		
800309	6.84	41.30	0.61	21.00		3.14		
800331	6.94	39.30	0.94	27.00		3.03		
800502	6.94	48.90	32.00	430.00	86.00	5.12	2.39	
800606	7.13	35.60	1.30	39.50		3.70		
800707	6.71	32.70	2.80	92.50	37.00	5.27		
800807	7.16	34.00	1.70	49.50		4.76		
800909	7.02	37.90	1.40	40.00		4.75		
801005	6.96	38.00	1.70	56.50		4.86		
801103	6.92	39.80	8.70	162.00	58.00	6.32		
801201	7.11	40.70	4.10	150.00	48.50	4.52	0.00	
801229	6.92	40.50	5.60	119.00	5.60	3.59	2.35	
MIDDEL	6.96	39.24	4.37	95.79	47.02	4.22	1.58	
ST.AVVIK	0.12	4.04	8.48	111.37	29.40	1.09	1.37	
ST.FEIL	0.03	1.12	2.35	30.89	13.15	0.30	0.79	
ANT.OBS.	13	13	13	13	5	13	3	0

Tabell 13. Solbergfoss, Glåma.
Næringsalter 1978-1979

DATO	TOTAL- FOSFOR MYG P/L	TOTAL- FOSFOR (FILTRERT) MYG P/L	ORTO- FOSFAT MYG P/L	TOTAL- NITROGEN MYG N/L	NITRAT- NITROGEN MYG N/L
780109	11.00			480.00	
780201	12.00			460.00	
780301	15.00			490.00	
780404	32.00			710.00	
780502	31.00			770.00	
780605	13.00			270.00	
780618	9.00	4.00	<2.00	340.00	155.00
780630	19.00	10.00	<2.00	310.00	185.00
780801	19.00	11.00	<2.00	360.00	170.00
780903	14.00	7.00	1.50	390.00	190.00
781001	18.00	9.00	2.00	460.00	210.00
781102	15.50	10.50	7.50	470.00	310.00
781203	14.50	14.50	8.50	600.00	350.00
MIDDEL	17.15	9.43	4.88	470.00	224.29
ST.AVVIK	7.02	3.30	3.64	148.94	75.08
ST.FEIL	1.95	1.25	1.82	41.31	28.38
ANT.OBS.	13	7	4	13	7

DATO	TOTAL- FOSFOR MYG P/L	TOTAL- FOSFOR (FILTRERT) MYG P/L	ORTO- FOSFAT MYG P/L	TOTAL- NITROGEN MYG N/L	NITRAT- NITROGEN MYG N/L
790106	21.50	13.00	6.50	500.00	310.00
790212	8.00	8.00	4.00	530.00	325.00
790304	9.50	8.00	6.00	470.00	320.00
790407	16.00	12.50	8.00	600.00	400.00
790426	38.00	16.50	22.00	840.00	620.00
790522	18.50	5.50	10.50	550.00	240.00
790530	22.50	14.50	10.00	520.00	220.00
790606	18.00	9.50	9.00	480.00	220.00
790707	12.00	5.00	2.00	390.00	150.00
790809	9.50	4.50	2.00	260.00	140.00
790828	11.00	5.00	3.00	410.00	210.00
791007	6.50	4.00	1.00	360.00	225.00
791106	15.00	8.50	8.50	300.00	280.00
791202	14.50	9.50	9.00	600.00	400.00
MIDDEL	15.75	8.86	7.25	493.57	290.00
ST.AVVIK	8.08	3.99	5.33	135.74	124.27
ST.FEIL	2.16	1.07	1.42	36.28	33.21
ANT.OBS.	14	14	14	14	14

Tabell 14. Solbergfoss, Glåma.
Næringsalter 1980

DATA	TOTAL- FOSFOR MYG P/L	TOTAL- FOSFOR (FILTRETT) MYG P/L	ORTO- FOSFAT MYG P/L	TOTAL- NITROGEN MYG N/L	NITRAT- NITROGEN MYG N/L
800105	9.00		6.00	530.00	330.00
800202	7.00	5.50	4.00	520.00	340.00
800309	8.00	5.50	3.50	480.00	320.00
800331	8.00	5.50	5.00	480.00	310.00
800502	49.00	15.00	32.00	830.00	500.00
800606	7.00	3.00	2.00	400.00	240.00
800707	13.50	5.50	0.50	450.00	165.00
800807	9.00	4.50	2.00	350.00	130.00
800909	6.50	4.00	1.50	410.00	230.00
801005	7.50	5.00	1.50	460.00	290.00
801103	16.50	8.50	11.50	570.00	330.00
801201	16.00	7.00	9.00	610.00	340.00
801229	14.50	8.00	9.50	550.00	340.00
MIDDEL	13.19	6.42	6.77	510.77	297.31
ST.AVVIK	11.35	3.12	8.34	120.31	92.53
ST.FEIL	3.15	0.90	2.31	33.37	25.66
ANT.OBS.	13	12	13	13	13

Tabell 15. Solbergfoss, Glåma.

Makrokomponenter og jern og mangan 1978, 1979 og 1980

DATO	KALSIUM MG CA/L	MAGNESIUM MG MG/L	NATRIUM MG NA/L	KALIUM MG K/L	ALKALINITET (PH 4.5) ML 0.1N HCL	KLORID MG CL/L	SULFAT MG SO4/L	JERN MYG FE/L	JERN (FILT- RERT) MYG FE/L	MANGAN MYG MN/L	MANGAN (FILT- RERT) MYG MN/L	SILISIUM MG SIO2/L
780109					2.36							
780201					2.26							
780301					2.46							
780404					2.70							
780502					2.10							
780605					2.23							
780618	4.84	0.75	1.06	0.74	2.03	1.40	4.60	150.00		30.00		1.60
780630	4.85	0.86	1.03	0.70	2.29	1.60	5.40	190.00		26.00		1.60
781102												3.00
MIDDEL	4.85	0.81	1.05	0.72	2.30	1.50	5.00	170.00		28.00		2.07
ST.AVVIK	0.01	0.08	0.02	0.03	0.21	0.14	0.57	28.28		2.83		0.81
ST.FEIL	0.00	0.06	0.01	0.02	0.07	0.10	0.40	20.00		2.00		0.47
ANT.OBS.	2	2	2	2	8	2	2	2	0	2	0	3

DATO	KALSIUM MG CA/L	MAGNESIUM MG MG/L	NATRIUM MG NA/L	KALIUM MG K/L	ALKALINITET (PH 4.5) ML 0.1N HCL	KLORID MG CL/L	SULFAT MG SO4/L	JERN MYG FE/L	JERN (FILT- RERT) MYG FE/L	MANGAN MYG MN/L	MANGAN (FILT- RERT) MYG MN/L	SILISIUM MG SIO2/L
790106	5.95	0.90	1.60	0.70	2.52	1.70	6.30	85.00		15.50		2.75
790304	5.00	0.80	1.20	0.39	2.33	1.80	5.60	65.00	40.00	10.00	8.25	2.70
790407	5.60	0.98	1.65	0.60	2.50	2.30	6.60	220.00		20.50		2.80
790606	5.11	0.68	1.01	0.43	1.50	1.40	4.80	190.00		26.50		2.35
791106	5.00	0.94	1.38	0.86	2.09	2.20	6.00	280.00		22.00		3.00
791202												2.85
MIDDEL	5.33	0.86	1.37	0.60	2.19	1.88	5.86	168.00	40.00	18.90	8.25	2.74
ST.AVVIK	0.43	0.12	0.27	0.19	0.42	0.37	0.70	91.15		6.34		0.22
ST.FEIL	0.19	0.05	0.12	0.09	0.19	0.17	0.31	40.76		2.83		0.09
ANT.OBS.	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	1	6

DATO	KALSIUM MG CA/L	MAGNESIUM MG MG/L	NATRIUM MG NA/L	KALIUM MG K/L	ALKALINITET (PH 4.5) ML 0.1N HCL/L	KLORID MG CL/L	SULFAT MG SO4/L	JERN MYG FE/L	MANGAN MYG MN/L	SILISIUM MG SIO2/L	
800502	4.94	1.28	1.81	1.88		2.39	3.10	7.10	690.00	60.00	3.20
801201	5.30	0.93	1.47	0.79		0.00	2.40	6.00	410.00	29.50	3.60
801229	5.67	0.95	1.53	0.90		2.35	2.00	6.20	270.00	21.50	3.20
MIDDEL	5.30	1.05	1.60	1.19		1.58	2.50	6.43	456.67	43.67	3.33
ST.AVVIK	0.37	0.20	0.18	0.60		1.37	0.56	0.59	213.85	31.72	0.23
ST.FEIL	0.21	0.11	0.10	0.35		0.79	0.32	0.34	123.47	16.31	0.13
ANT.OBS.	3	3	3	3		3	3	3	3	3	3

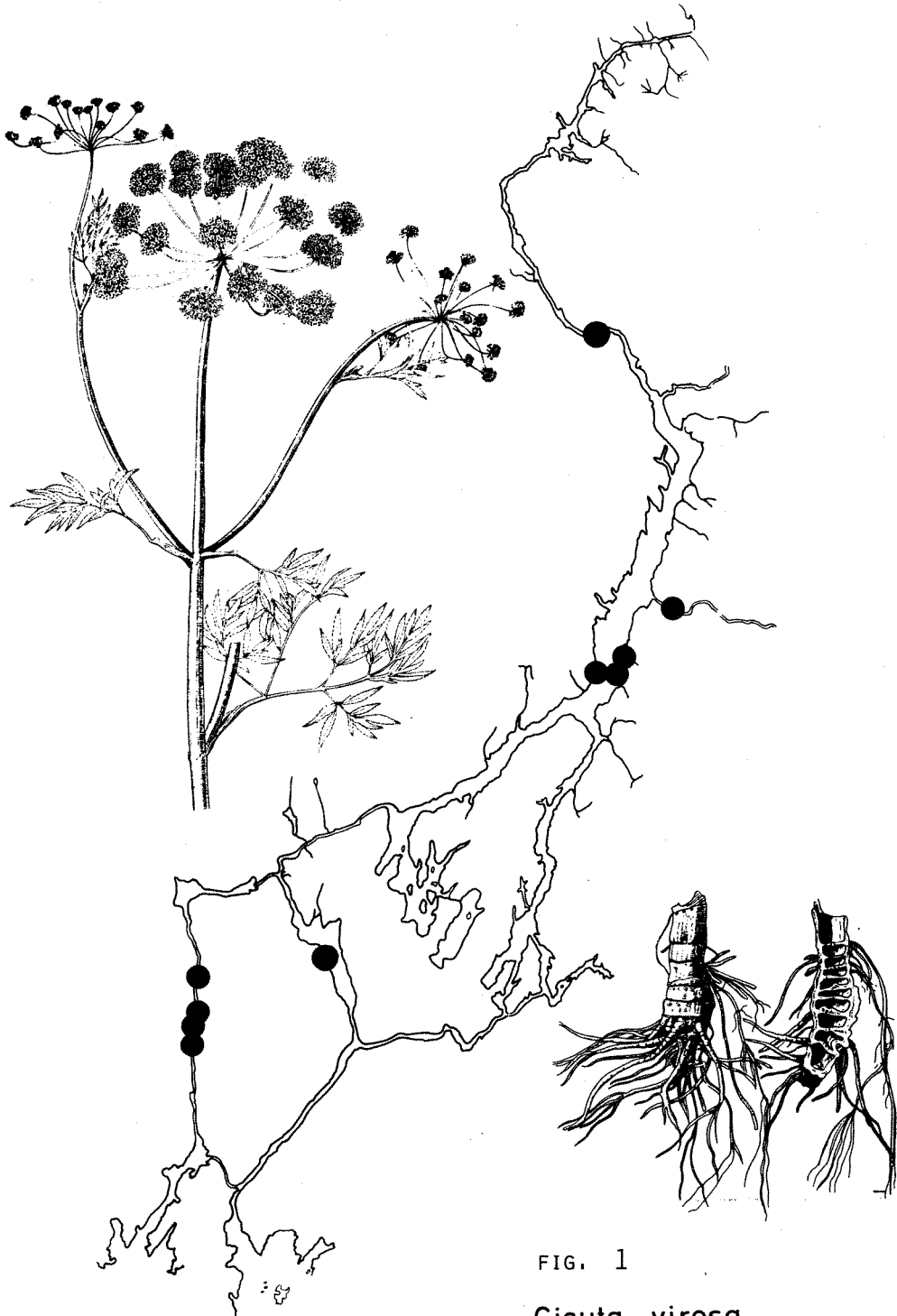


FIG. 1

Cicuta virosa
Selsnepe

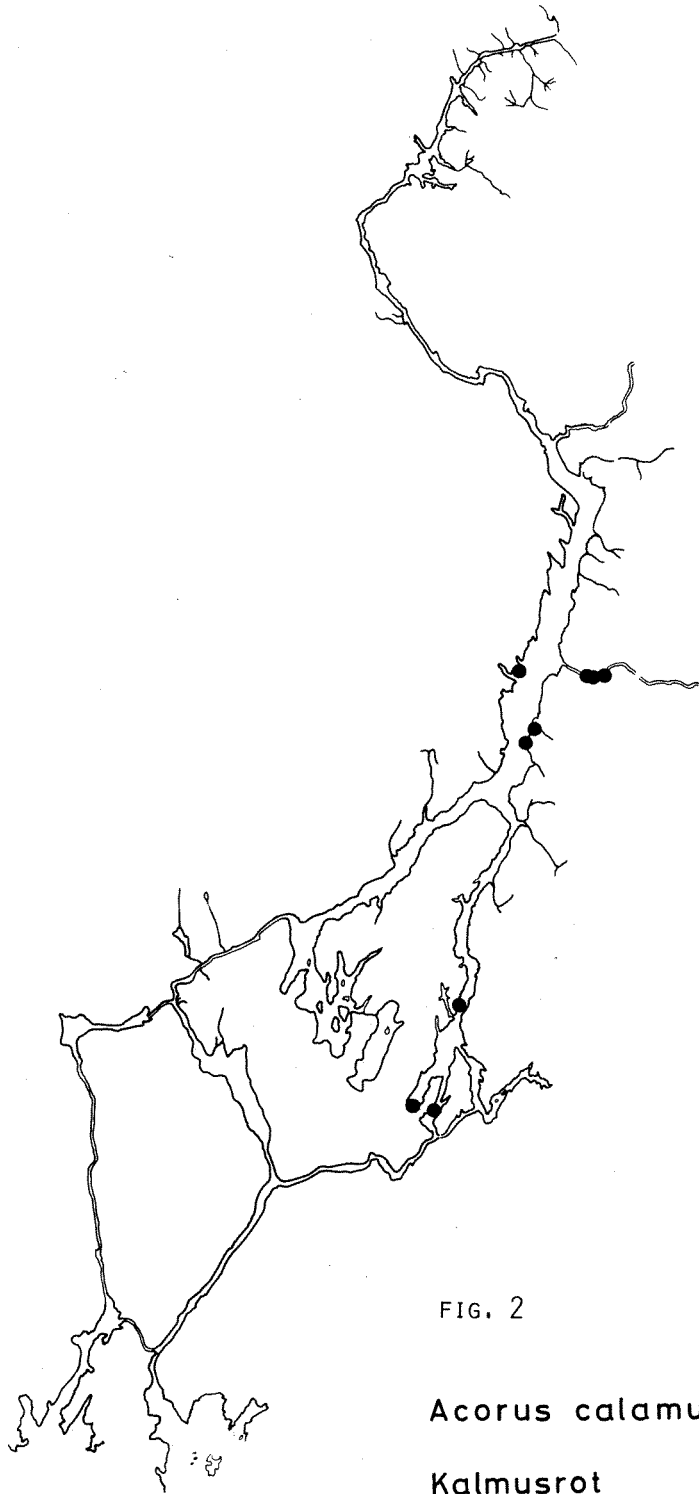


FIG. 2

Acorus calamus
Kalmusrot

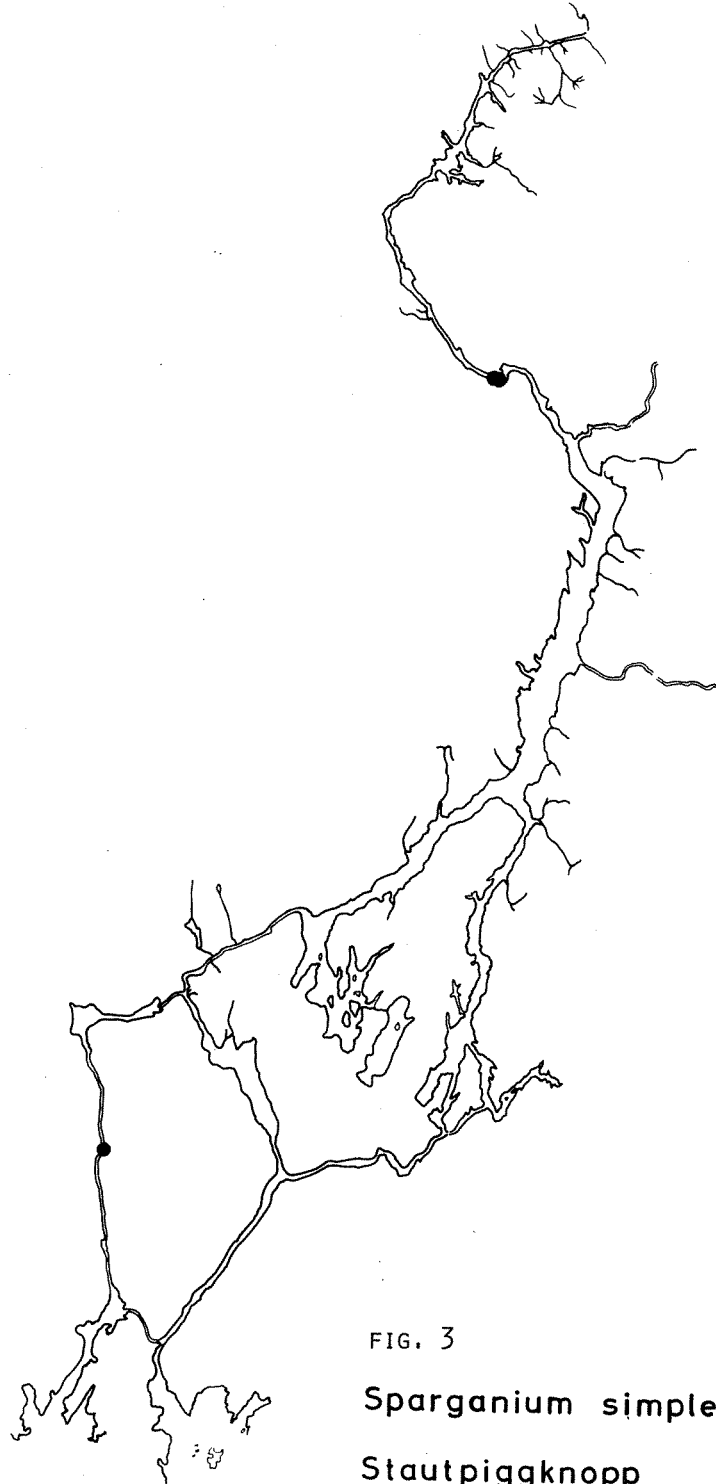


FIG. 3
Sparganium simplex
Stautpiggknopp

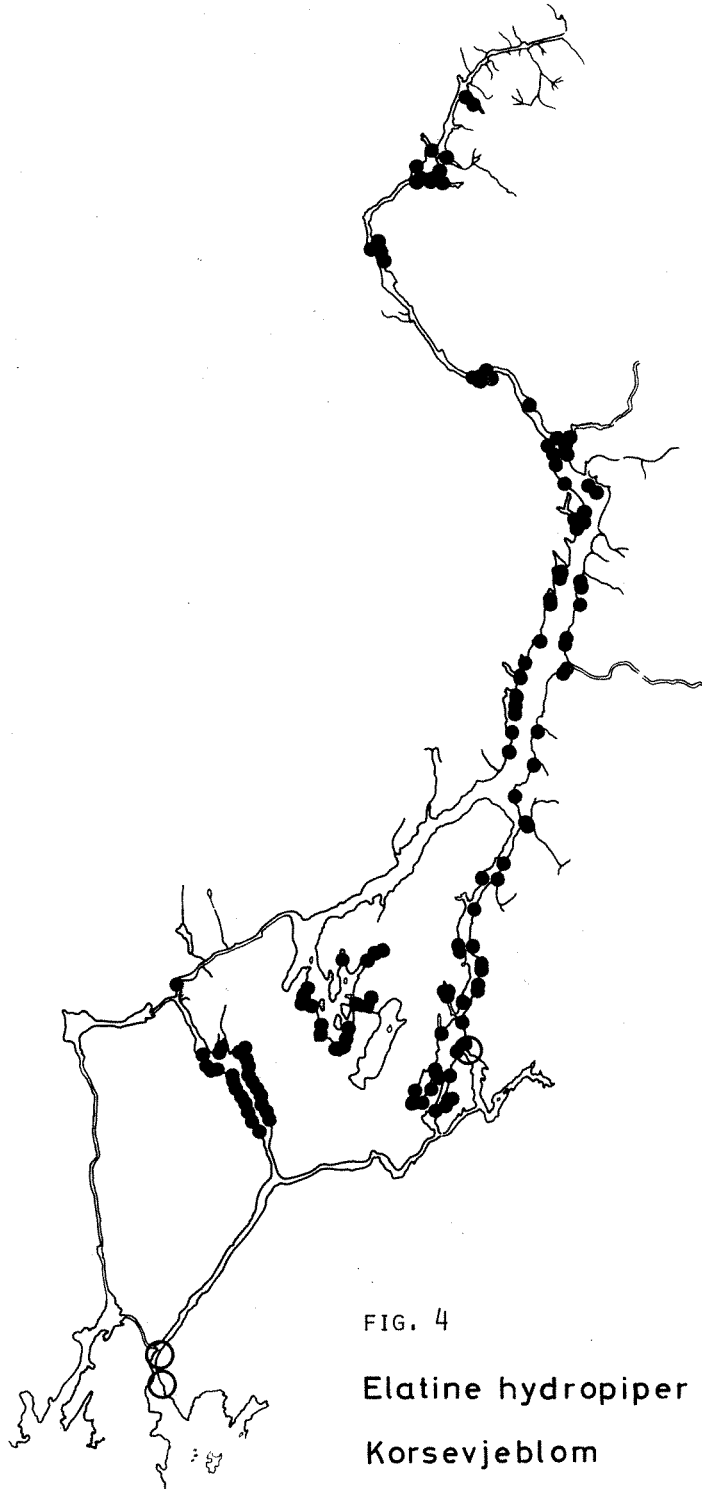
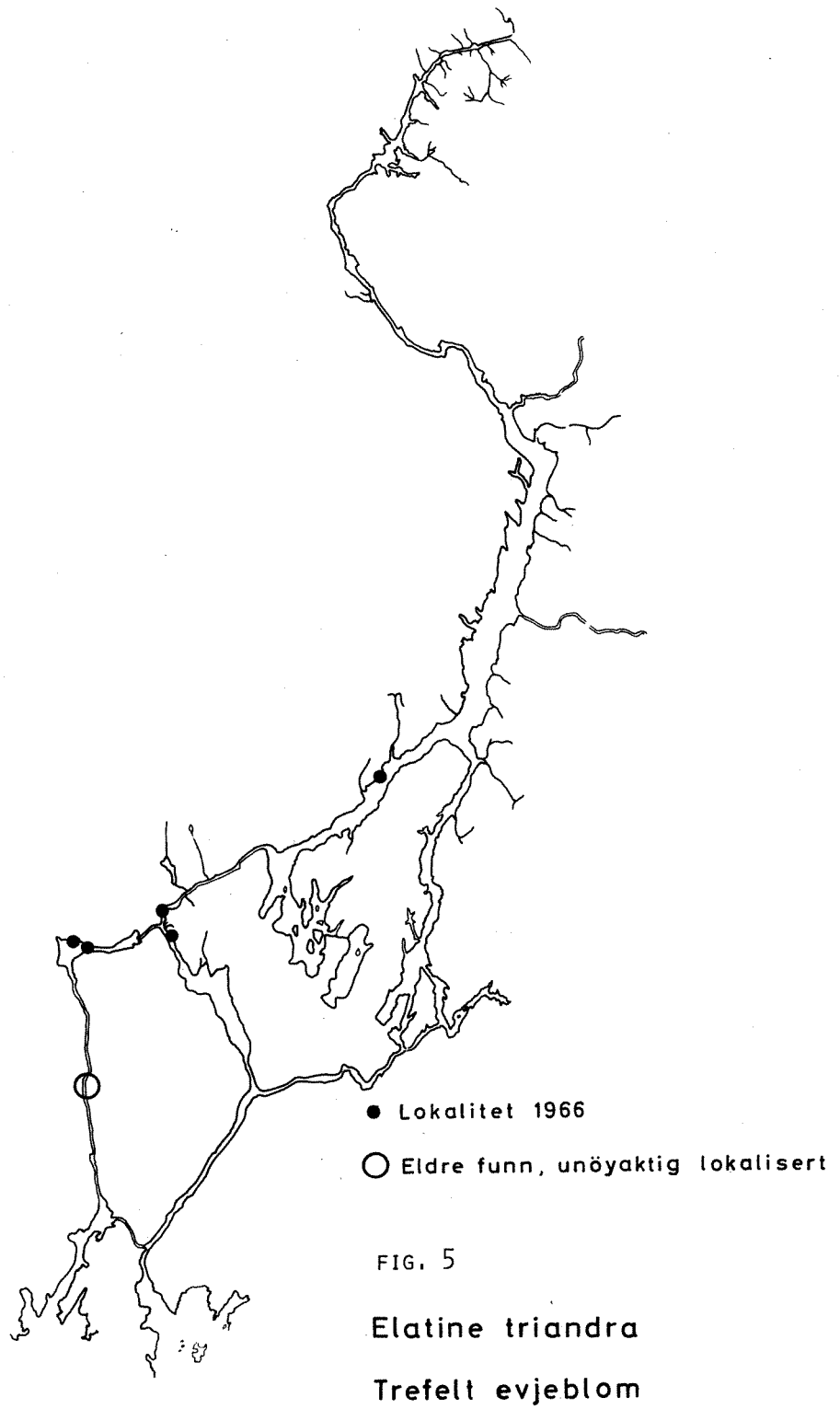


FIG. 4

Elatine hydropiper
Korsevjeblom



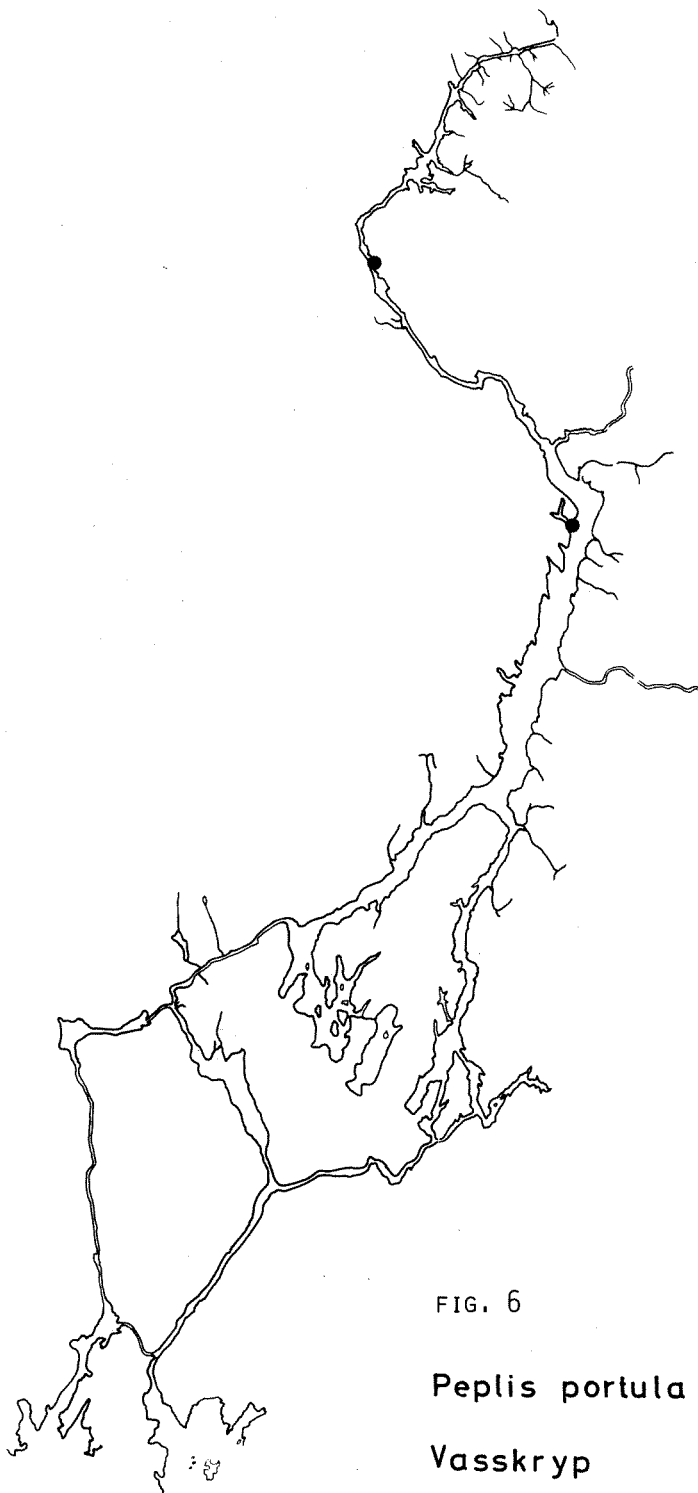


FIG. 6

Peplis portula

Vasskryp

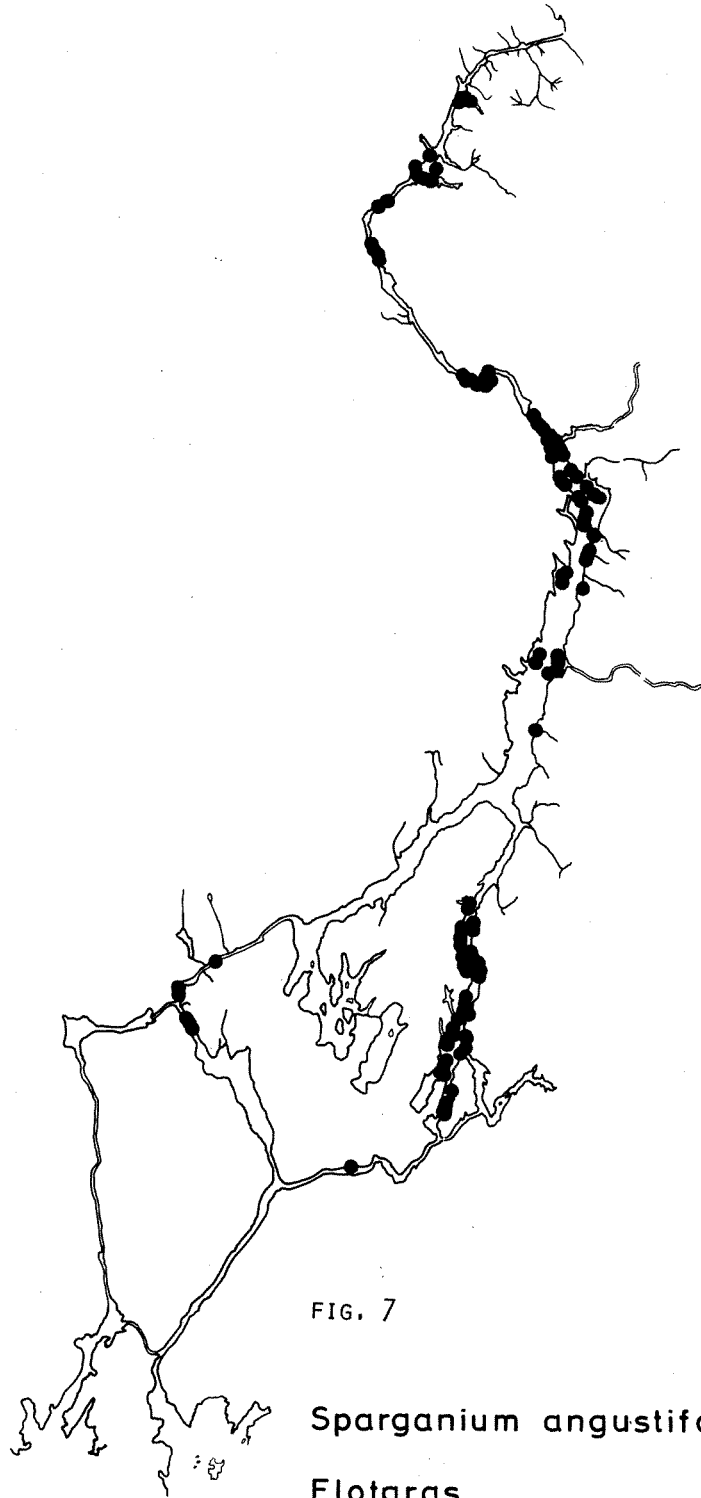
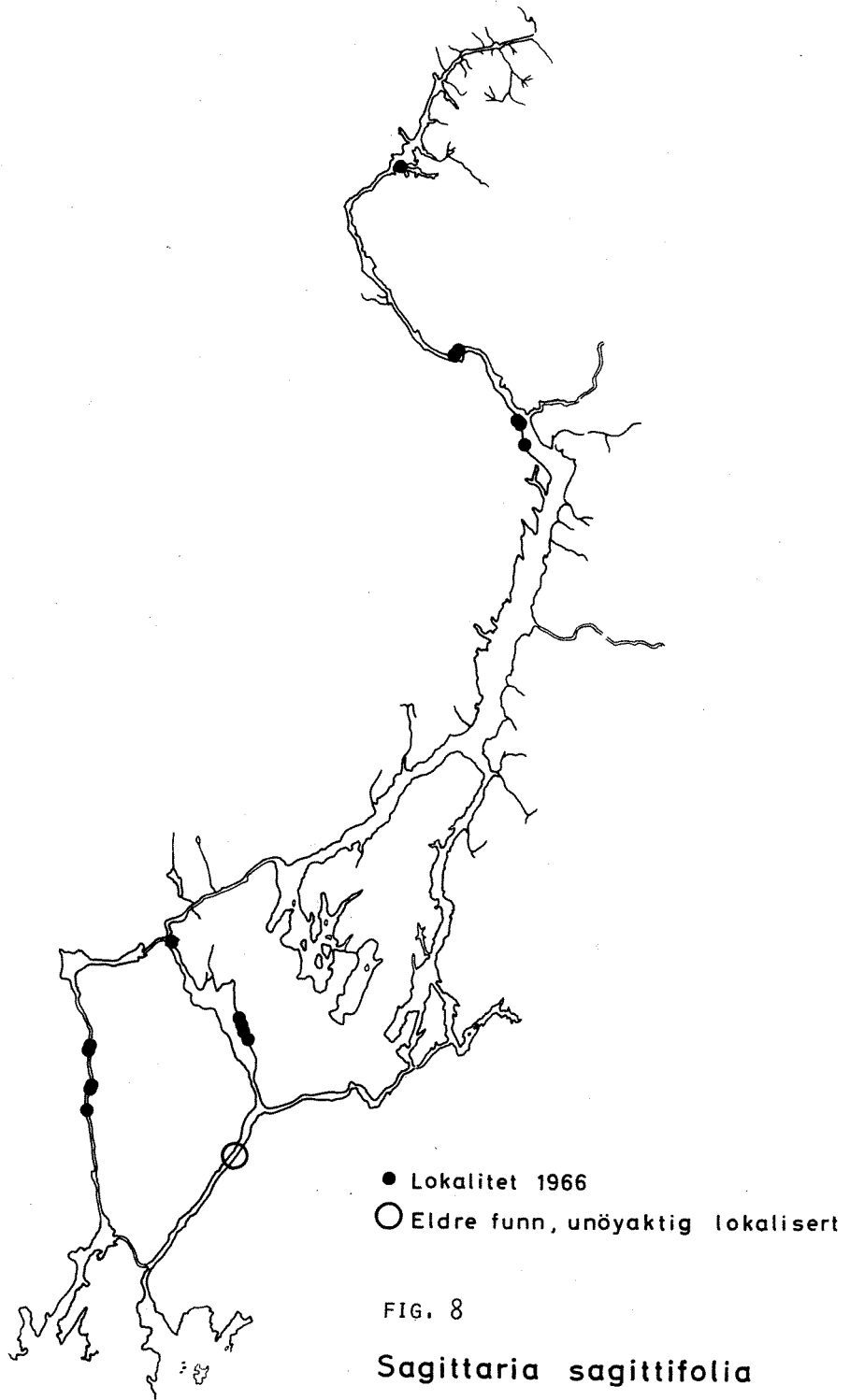
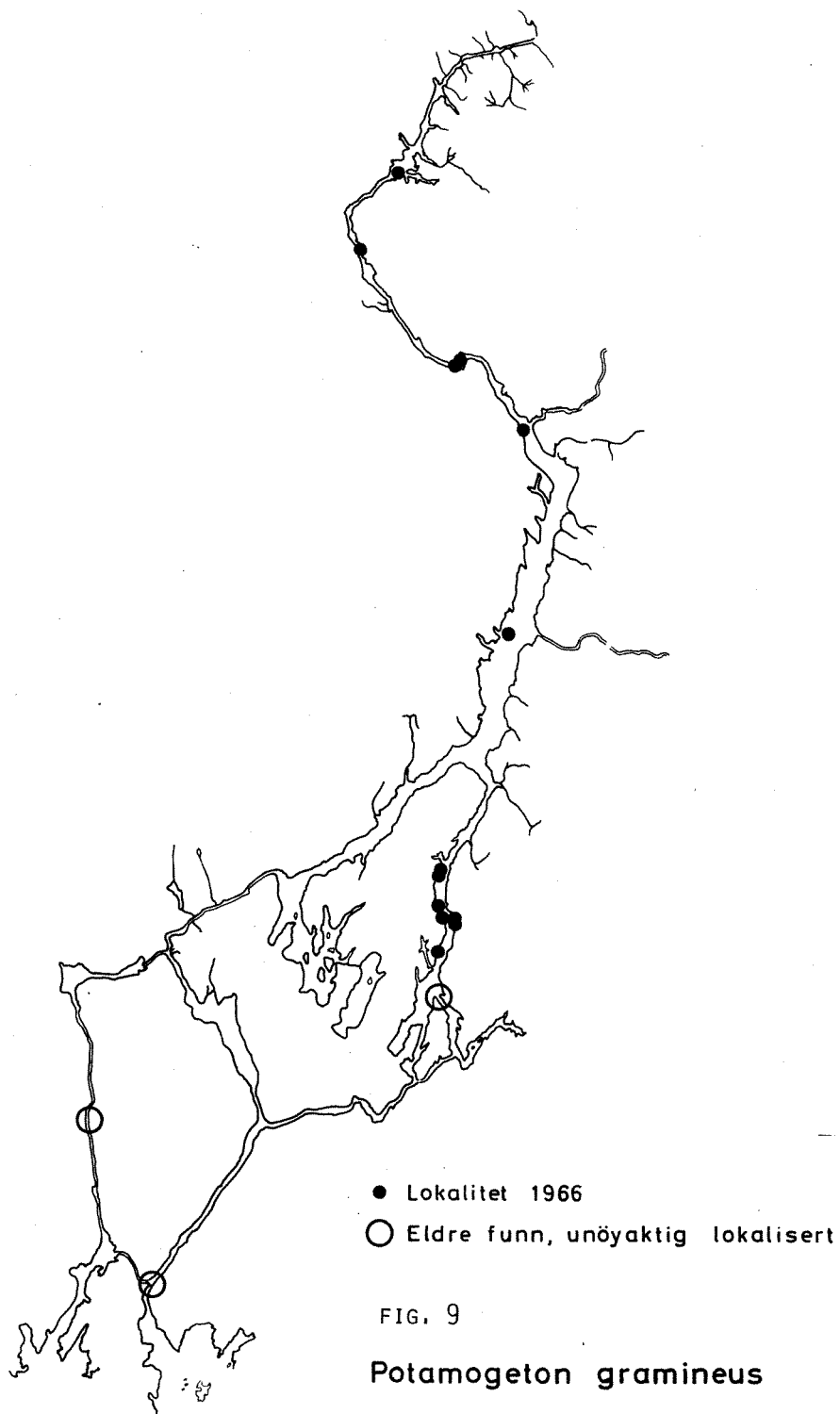
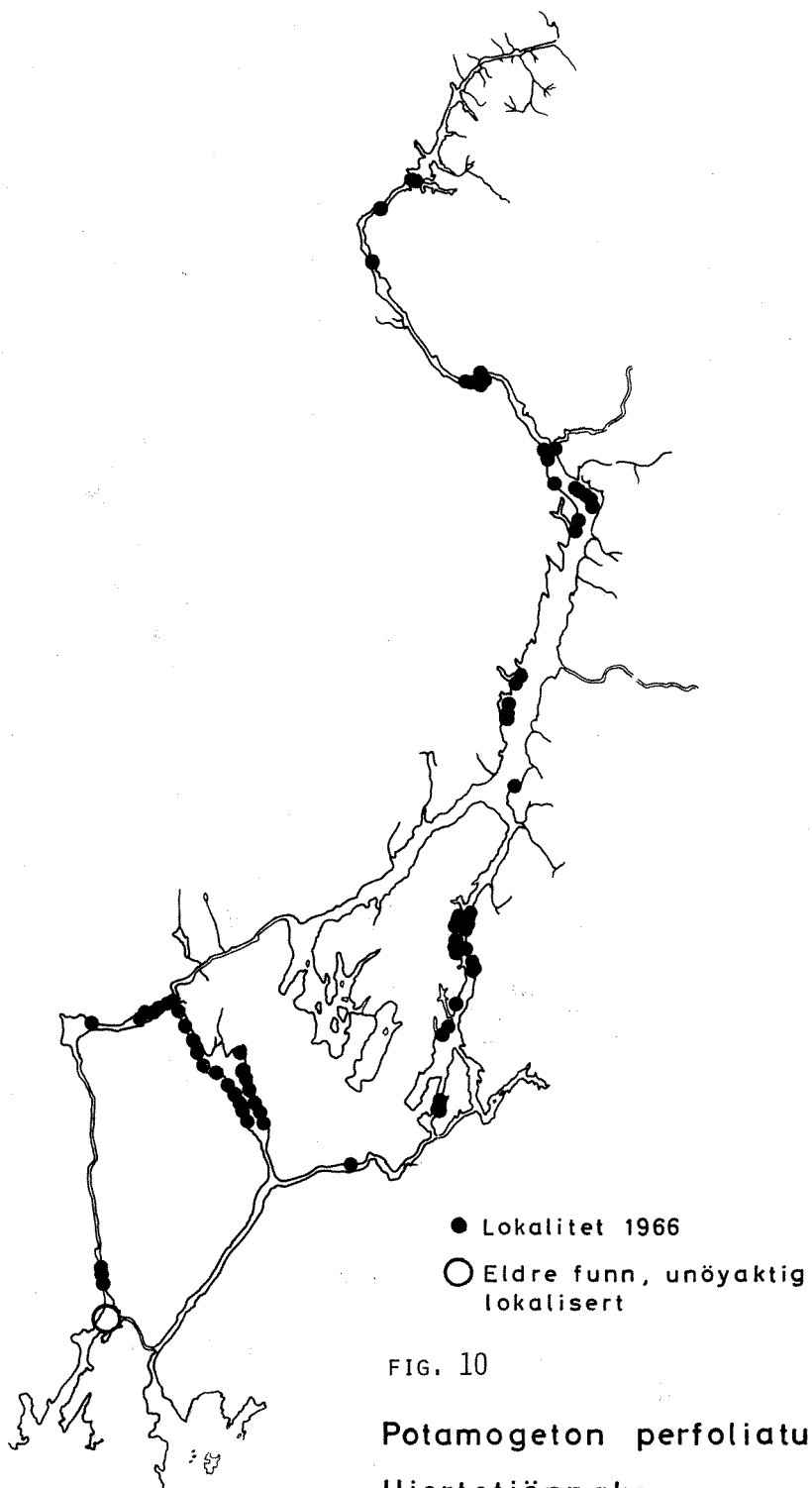


FIG. 7

Sparganium angustifolium
Flotgras







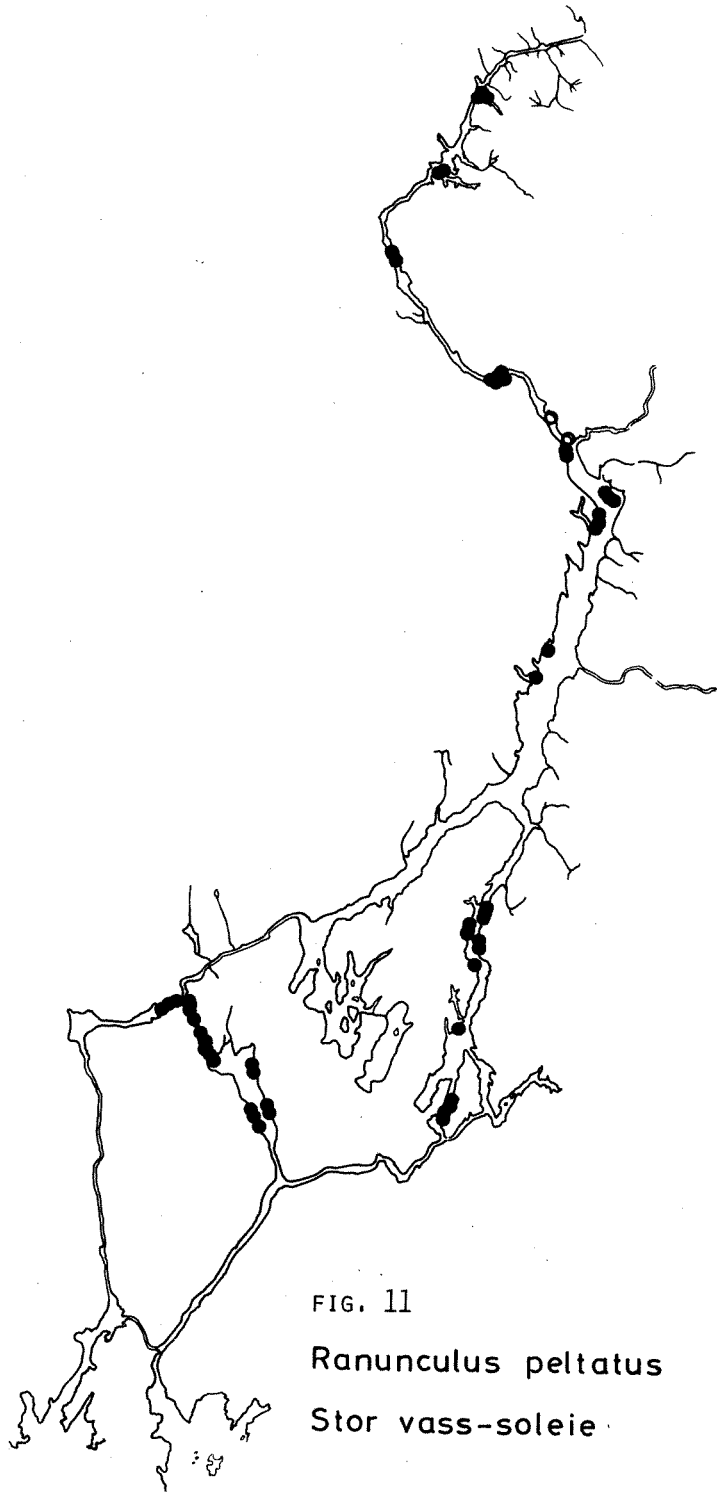


FIG. 11
Ranunculus peltatus
Storvass-soleie

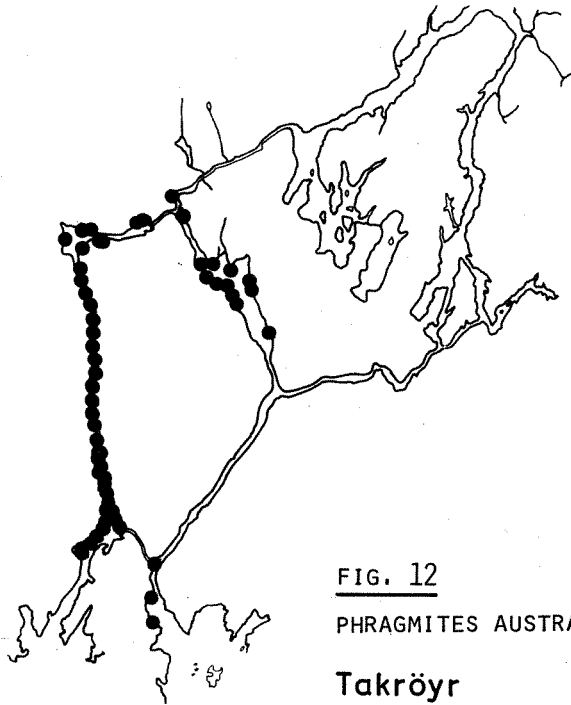


FIG. 12

PHRAGMITES AUSTRALIS

Takröyr

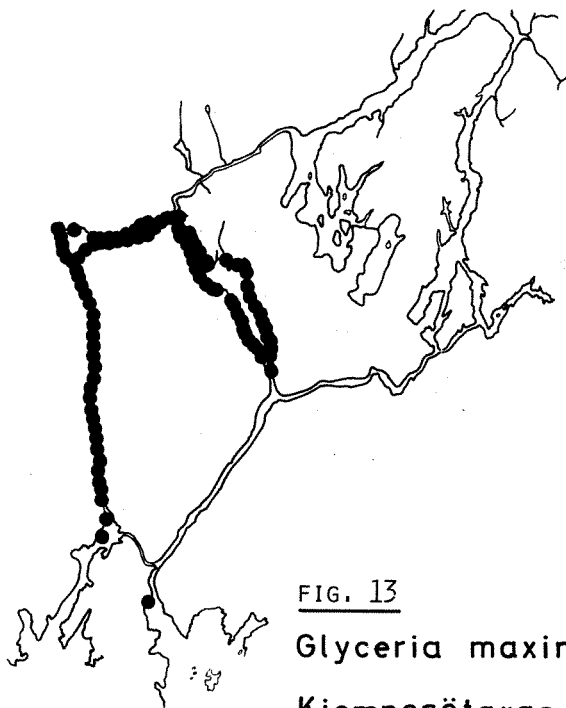


FIG. 13

Glyceria maxima

Kjempesötgras

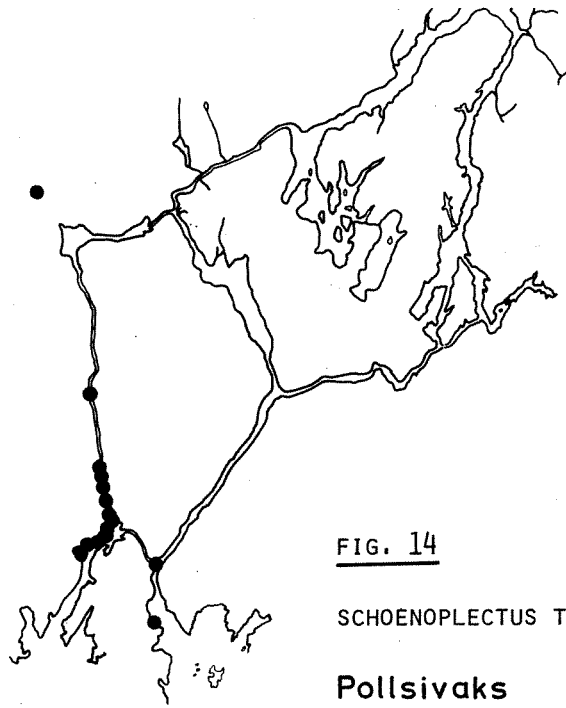


FIG. 14

SCHOENOPLECTUS TABERNAEMONTANII

Pollsivaks

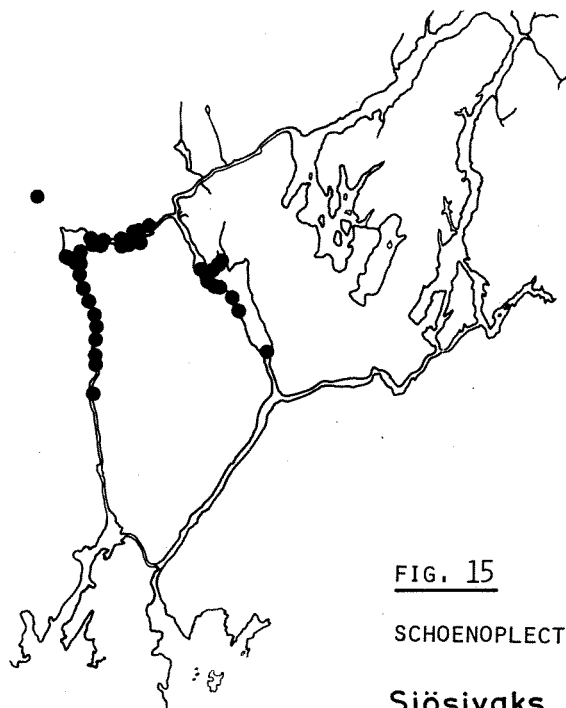


FIG. 15

SCHOENOPLECTUS LACUSTRIS

Sjösivaks

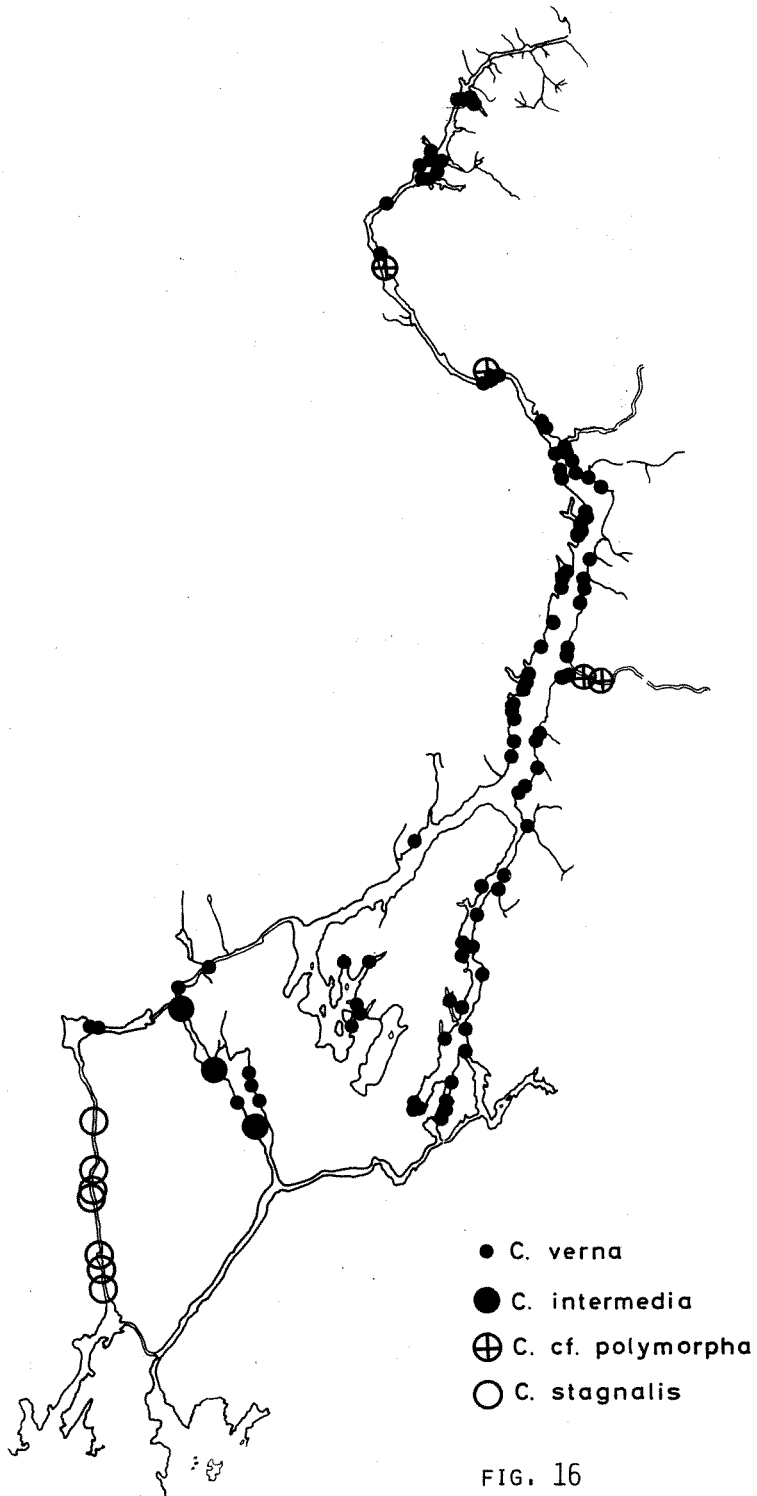


FIG. 16

Callitriche (Vasshår).

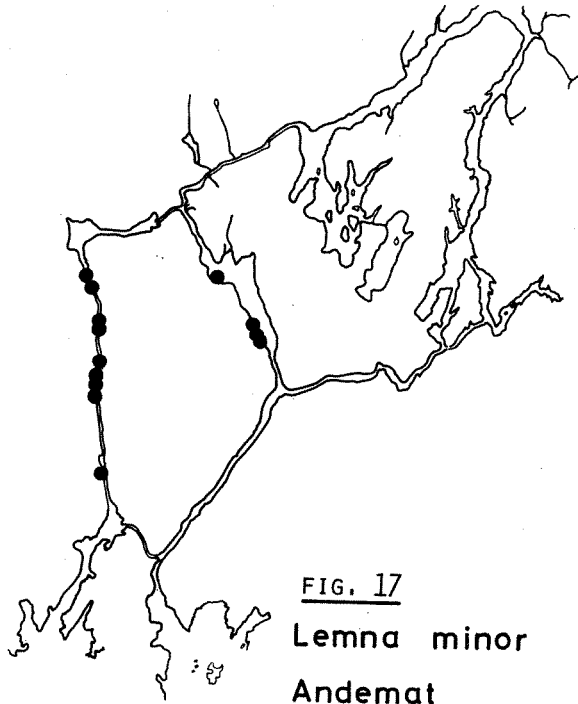


FIG. 17

Lemna minor

Andemat

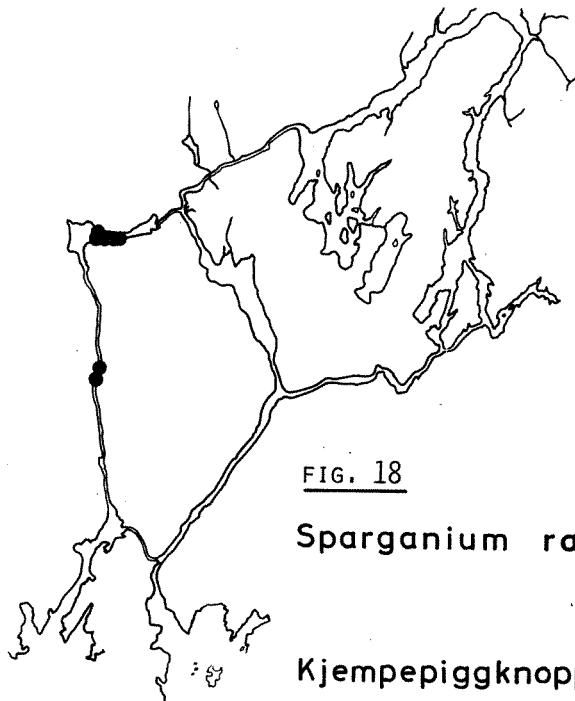
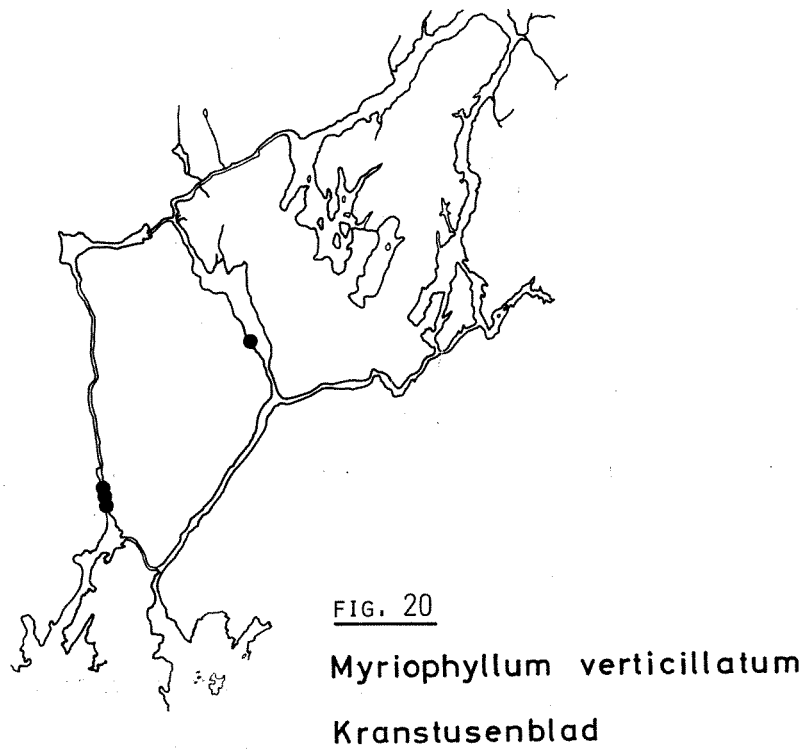
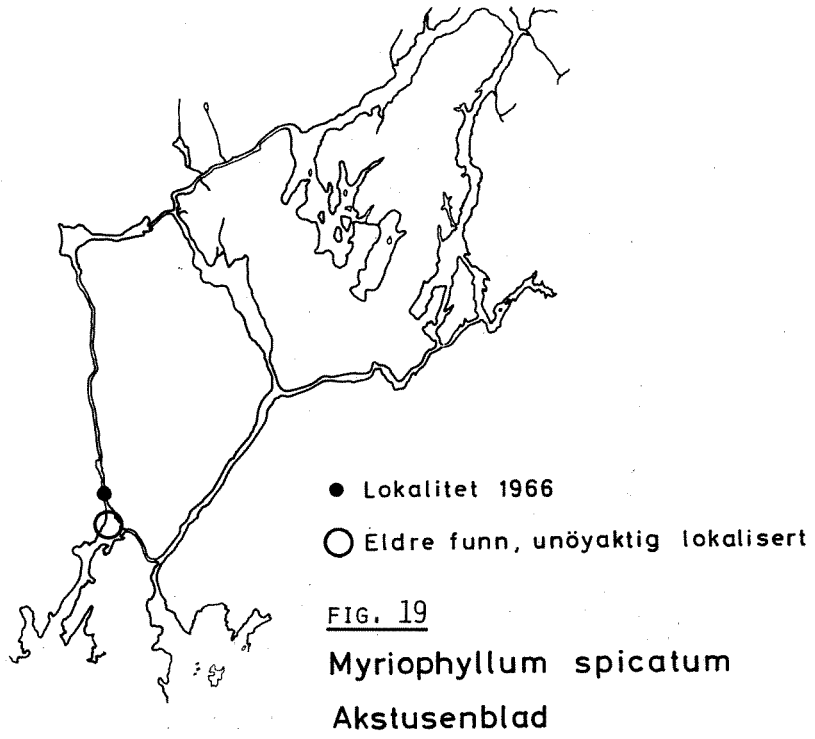


FIG. 18

Sparganium ramosum

Kjempepiggnopp



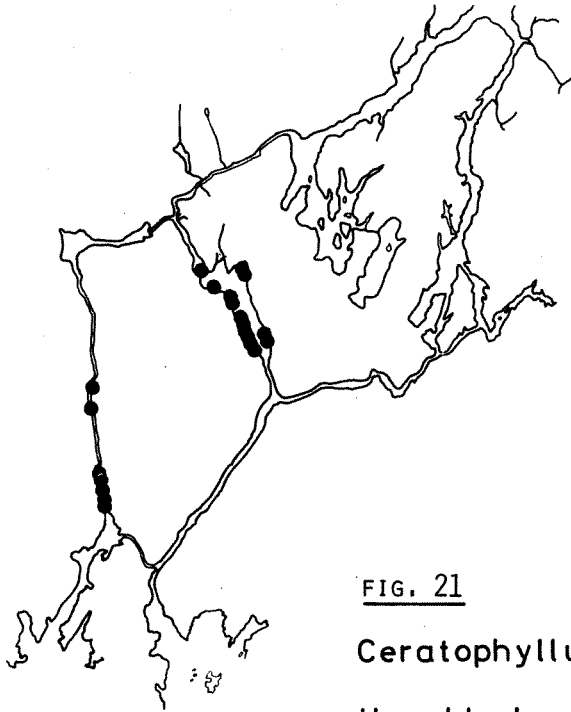


FIG. 21

Ceratophyllum demersum

Hornblad

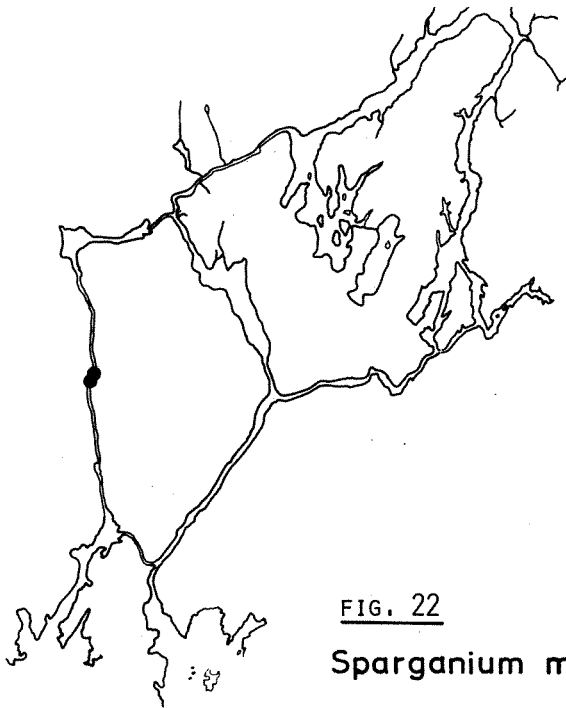


FIG. 22

Sparganium minimum

Småpiggnopp

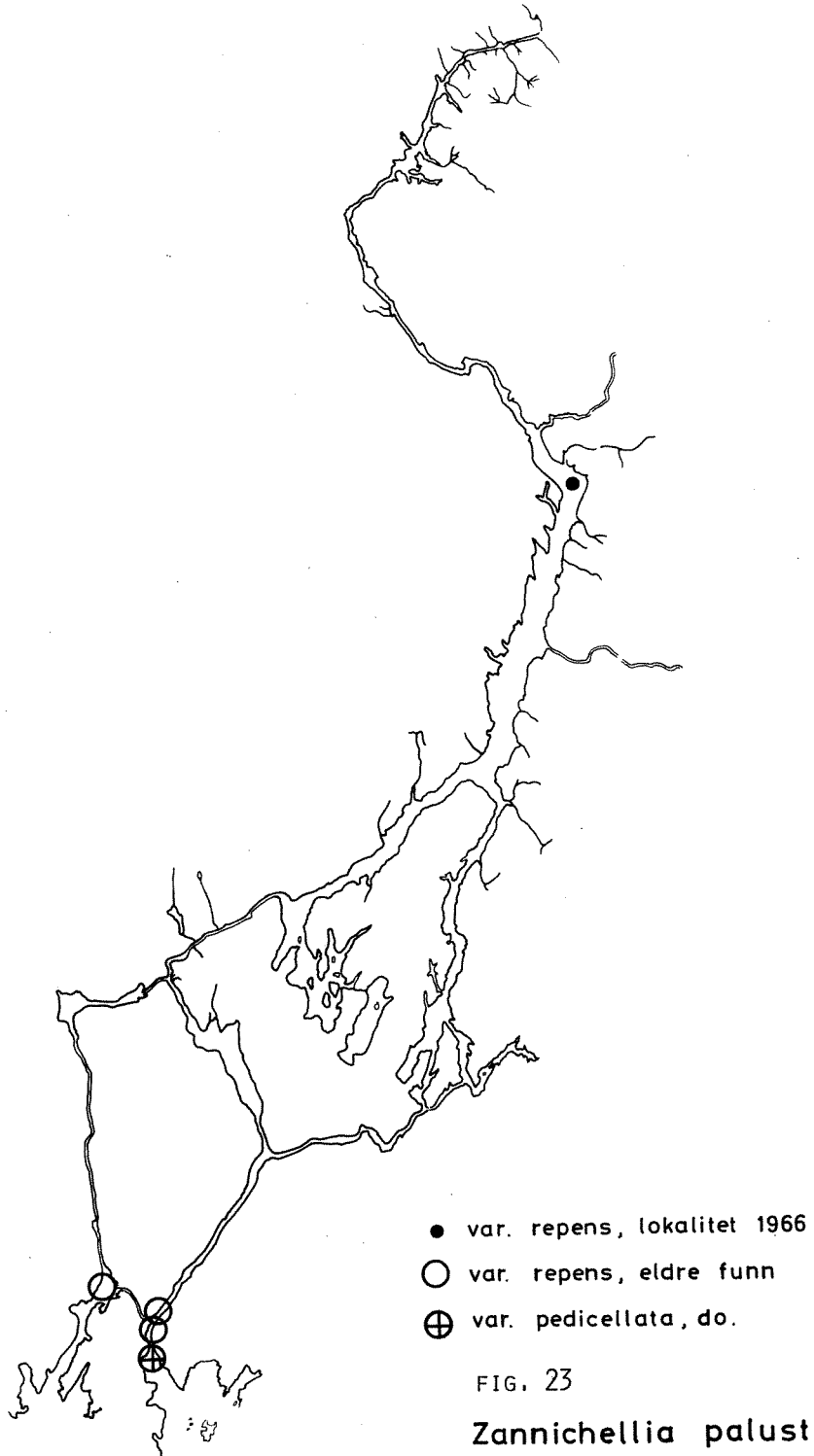


FIG. 23

Zannichellia palustris

Vasskrans



FIG. 24

Myriophyllum alterniflorum
Vanlig tusenblad