

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

O-130/76

UTREDNING OM BEGROINGSFORHOLD OG VANNKVALITET
FOR ØSTERDALSSKJØNNET

Vassdragsstrekningen fra Stai til samløp med Rena.
Undersøkelsene i vegetasjonsperioden 1977.

Blindern, 20. november 1977

Saksbehandler: Olav Skulberg

Medarbeider: Jozsef Kotai

Instituttssjef: Kjell Baalsrud

FORORD

I brev fra Sorenskriveren i Nord-Østerdal datert 18. august 1976 ble undertegnede oppnevnt som sakkyndig for Østerdalsskjønnet angående Glåma sør for Høyegga dam. Under prosedyremøte på Koppang 9. februar 1977 ble det besluttet å utføre en orienterende undersøkelse av aktuelle elvestrekninger for å belyse vassdragsreguleringens innflytelse på vannkvalitet og begroingsforhold. Etter drøftelse med de fiskerisakkyndige - fiskerikonsulent Trygve Løkensgard og cand.real. Reidar Borgstrøm - ble det utarbeidet et undersøkelsesprogram. Synspunkter ble innhentet fra Glommens og Laagens Brukseierforening om programmet, spesielt når det gjaldt muligheter for praktisk hjelp ved gjennomføring av arbeidet med undersøkelsen.

I brev fra Sorenskriveren i Nord-Østerdal datert 10. mai 1977 ble undertegnede av Nord-Østerdal/Sør-Østerdal herredsrett gitt i oppdrag å foreta en orienterende undersøkelse i samsvar med det fremlagte program.

Undersøkelsen er gjennomført ved Norsk institutt for vannforskning. Jeg har hatt et faglig samarbeid med kjemiker Jozsef Kotai og cand.real. Leif Malme i utførelsen av oppgaven.

Blindern, 20. november 1977

Olav Skulberg

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	3
1. INNLEDNING	7
2. UNDERSØKELSENS GJENNOMFØRING OG ANVENDTE METODER	8
Undersøkelse av vannkjemi	10
Observasjoner av alger og høyere vegetasjon	10
Seston og algedrift	12
Vekstforsøk med testalger	12
3. OBSERVASJONER OG RESULTATER	13
Begroing og algedrift	13
Moser og vegetasjon av karplanter	24
Resultater av vekstforsøk	28
Hydrokjemiske forhold	29
4. DISKUSJON AV VANNKVALITET OG BEGROINGSFORHOLD	33
Bakgrunn	33
Begroingsforholdene før og etter regulering	35
Miljøfaktorer og algeutvikling	37
Temperatur	37
Strømforhold	38
Kjemiske forhold	41
Tilgroing med høyere vegetasjon	48
Konsekvenser for vassdraget og bruksinteressene	49
5. SAMMENFATTENDE VURDERING	52
6. HENVISNINGER	53

TABELLFORTEGNELSE

	Side:
1. Kjemiske analysemetoder benyttet ved undersøkelsen	10
2. Algeforekomst i begroingsprøver 1977	14-15
3. Algeforekomst på lokaliteter med ulike strømforhold	17-18
4. Vektbestemmelse av begroingsmengde på steiner 1977	21
5. Algeforekomst i seston, håvtrekkprøver 1977	22-23
6. Registreringer av høyere planter og moser	25-26
7. Stasjonsbetegnelser ved registrering av høyere planter og moser 21. - 23. juli 1977	27
8. Resultater av vekstforsøk med alger	29
9. Aritmetiske middelerverdier av hydrokjemiske analyse- resultater i tiden 13. april - 6. oktober 1977	30
10. Aritmetiske middelerverdier for hydrokjemiske analyse- resultater i perioden juli-oktober 1977	43
11. Hydrokjemiske data for Glåma i tiden 1966-1971	44

FIGURFORTEGNELSE

	Side:
1. Undersøkelsesområdet med observasjonssteder	9
2. Sammenheng mellom strømningsforhold og dominerende vegetasjon	20
3. Minimum-, maksimum- og aritmetiske middelerdier i tiden juli-oktober 1977. Kalsium. Spesifikk el. ledn.evne 20°C	32
4. Minimum-, maksimum- og aritmetiske middelerdier i tiden juli-oktober 1977. Nitrogenkomponenter. Fosforkomponenter.	34
5. Vannføring ved Høyegga (Barkald) og Stai vannmerke i perioden mai-oktober 1977	40
6. Beregnet fordeling av vannføringsbidrag til vassdraget 29. april 1977	42
7. Beregnet fordeling av bidrag med fosforforbindelser til vassdraget 29. april 1977	46
8. Beregnet fordeling av bidrag med nitrogenforbindelser til vassdraget 29. april 1977	47
9. Fiskegarn trekkes opp av Glåma (Opphus - 23. september 1977)	51
10. Hele garnet var sterkt tilslammet	51
11. Avsetningene på garnet besto hovedsakelig av trådformige alger	51

1. INNLEDNING

Oppgaven denne utredning behandler, er presisert som en undersøkelse av begroingsproblemer og vannkvalitet i Glåma på strekningen fra Stai bru til samløpet med Rena. Siktepunktet er å gi en vurdering av de virkninger som reguleringen av Savalen og Fundi samt Rendalsoverføringen kan ha for begroingsforholdene og vannkvaliteten i Glåma. Erstatningsmessige skader og ulemper ved eventuelle endrede forhold som skyldes overføringen og reguleringene skal spesielt belyses (Sorenskriveren i Nord-Østerdal, 10. mai 1977).

Forandringer i vannføring etter delvis overføring av Glåma til Rendalen medfører nye strømforhold og vannstandsvekslinger i vassdraget sør for Høyegga. Fortynningsmuligheter for forurensninger er redusert. Den relative betydning av grunnvannets andel i vannmassene har tiltatt. Dette kan ha ført til kvalitative forandringer i vannets kjemiske sammensetning. Det er vanlig erfaring fra andre gjennomførte vassdragsreguleringer at slike forandringer gir forutsetninger for tiltakende utvikling av begroinger, sly og grønnske (Skulberg 1974).

Algebegroing gjør seg gjeldende i alle vassdrag, og algenes stoffproduksjon er en viktig andel av primærproduksjonen som utgjør naturgrunlaget for bl.a. fiskeavkastning. Forandringer i algebegroingens karakter og øket forekomst av alger har imidlertid konsekvenser for et vassdrags økologiske forhold og kan gi praktiske ulemper. Fiskeribiologiske interesser kan bli influert på uheldig måte - bl.a. vanskeligheter for utøvelse av fisket. Vassdragsstrekninger kan få nedsatt anvendelighet i sammenheng med rekreasjonsmessige interesser. En algedrift i vassdraget kan gjøre seg gjeldende.

De fiskerisakkyndiges undersøkelser har gitt klare indikasjoner på at en betydelig algebegroing kommer til utvikling på enkelte vassdragsstrekninger i Glåma sør for Høyegga (Løkensgard og Borg-

strøm 1976). Det var behov for å undersøke disse forhold nærmere for å avklare omfanget av begroinger i vassdraget, årsakene til eventuell masseforekomst av alger og de praktiske og andre konsekvenser for vassdraget dette kunne innebære.

Med denne bakgrunn ble en orienterende undersøkelse utført i vegetasjonsperioden 1977.

2. UNDERSØKELSENS GJENNOMFØRING OG ANVENDTE METODER

De tidligere utførte undersøkelser av Glåma i Østerdalen har gitt holdepunkter om vassdragets naturforhold og forurensningspåvirkning (NIVA 1967, NIVA 1973). Det var nødvendig å bruke dette kunnskapsgrunnlag i sammenheng med vurderingene av resultatene av de nye observasjoner. I en viss utstrekning ble derfor de tidligere undersøkelser medbestemmende for valg av enkelte lokaliteter og for parametre og observasjoner som ble benyttet.

Undersøkelsen har omfattet befaringer med feltobservasjoner på utvalgte lokaliteter, regelmessig innsamling av vannprøver og begroingsmateriale på faste stasjoner i vassdraget og laboratorieundersøkelser. På kartskissen i figur 1 er det gitt en oversikt over lokalitetenes geografiske beliggenhet og undersøkelsesvirksomhet som har foregått.

Befaringene ble gjennomført i april, juli og september for å kunne observere forholdene ved ulike vannføringssituasjoner og under de forskjellige utviklingsstadier av begroing i vegetasjonsperioden. Lokalitetene ble valgt ut til nærmere undersøkelse ut fra erfaringene fra de fiskeribiologiske undersøkelser (Løkensgard og Borgstrøm 1976) og observasjoner under feltbefaring i april 1977 av vassdragsstrekningen Høyegga - samløp Rena. I det følgende blir det gitt opplysninger om fremgangsmåter og metoder som ble anvendt.

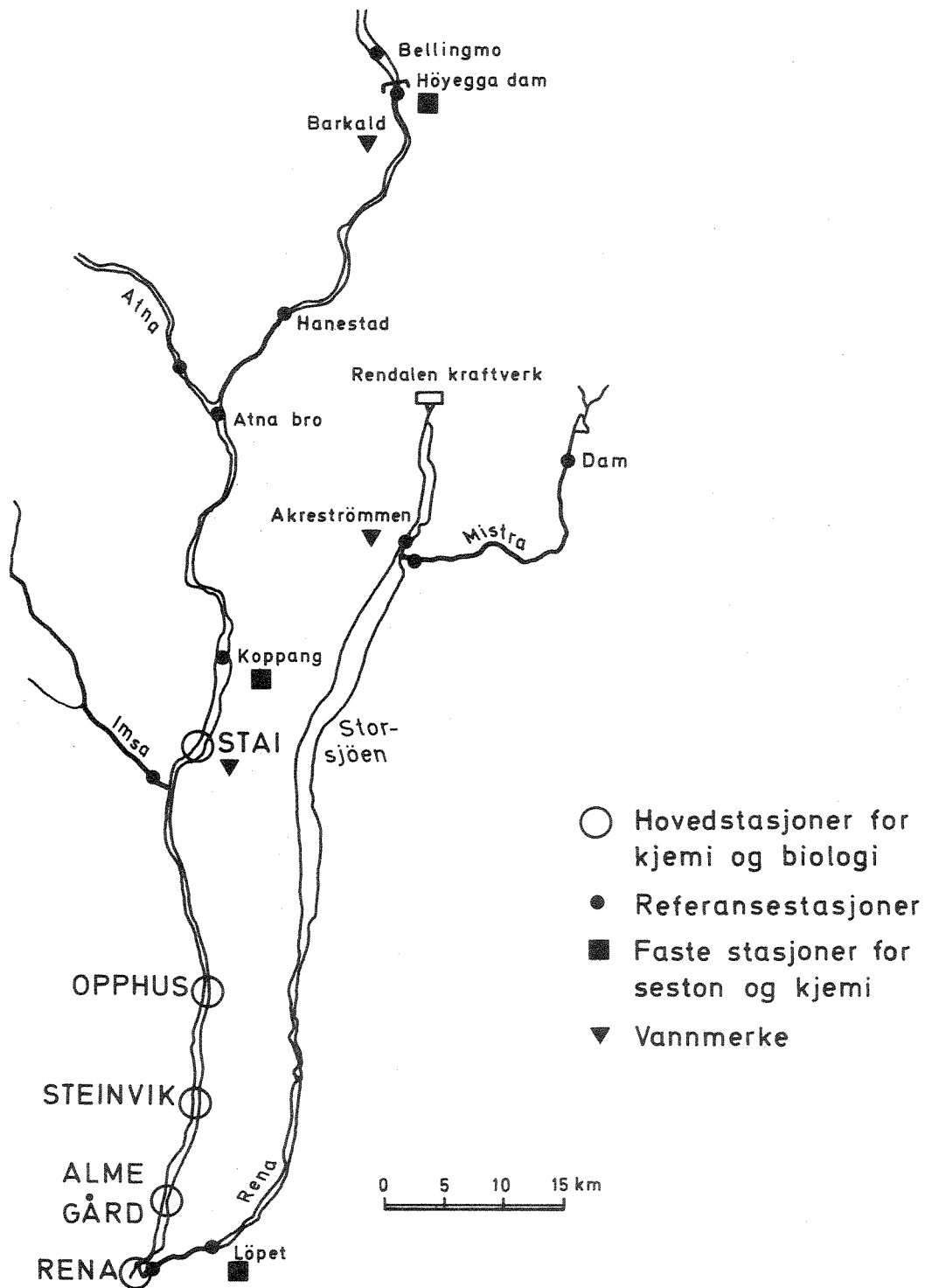


Fig.1 Undersøkelingsområdet med observasjonssteder

Undersøkelse av vannkjemi

Det ble innsamlet vannprøver på tre faste stasjoner i undersøkelsesperioden. Prøvetaking fant sted 9 ganger i tidsrommet mai-oktober. I forbindelse med det biologiske feltarbeid ble det gjort prøvetaking for kjemiske analyser av forholdene i vannmassene på lokaliteter hvor observasjoner av algeforekomst ble foretatt. De kjemiske analyser omfattet komponentene pH, el.ledn.evne (konduktivitet), farge, turbiditet, KMnO_4 , Cl, SO_4 , tot.N og tot.P. Analysene ble utført ved instituttets kjemiske laboratorium i Oslo. De rutinemessige metoder som ble benyttet er angitt i tabell 1.

Tabell 1. Kjemiske analysemetoder benyttet ved undersøkelsen.

FAKTOR	ANGIVELSE	REFERANSE
Surhetsgrad	pH	Norsk Standard, NS 4720
Konduktivitet	$\mu\text{S}/\text{cm}$	Norsk Standard, NS 4721
Fargetall	mg Pt/l	Norsk Standard, NS 4722, C
Turbiditet	JTU	Norsk Standard, NS 4723
Permanganattall	mg O/l	Norsk Standard, NS 4732
Klorid	mg Cl/l	NIVA, A. Henriksen
Sulfat	mg SO_4 /l	NIVA, Henriksen et al. 1974
Total nitrogen	μg N/l	NIVA, M.P. Stainton
Total fosfor	μg P/l	NIVA, M.P. Stainton

Observasjoner av alger og høyere vegetasjon

Ved prøvetakingen av biologisk materiale ble det forsøkt å gjøre innsamlingene fra utsnitt av lokaliteter som var så godt som mulig overens-

stemmende med hensyn til strømforhold og eksponerthet. Det var imidlertid vanskelig å finne slike steder på så mange stasjoner, da elvestrekningenes topografiske forhold varierer på de ulike avsnitt. Innenfor rammen av opplegget begrenset feltarbeidet seg til å gjelde de kvantitativt viktigste organismsamfunn. Hovedvekten av undersøkelsen ble lagt på beskrivelsen av algeforekomst og høyere vegetasjon.

Under feltarbeidet ble det innsamlet prøver som representerte de kvantitativt viktigste organismsamfunn på bunnen og de frittstrømmende vannmassers innhold av organismer og partikulær substans. Prøvene ble ved innsamlingen delvis undersøkt i levende tilstand og deretter fiksert i nøytralisert formalin. I laboratoriet ble prøvene bearbeidet videre etter de rutinemessige kvalitative metoder med subjektiv vurdering av kvantitativ forekomst.

Innsamling av materiale fra bunnens organismsamfunn (begroingsamfunn, Skulberg 1974) er i mange tilfeller så vanskelig at tilfredsstillende prøver for kvantitativ bestemmelse av organisme-forekomst ikke blir oppnådd. For å avhjelpe dette noe ble det på aktuelle lokaliteter innsamlet steiner med fastsittende alger som representerte henholdsvis mye, middels og lite begroing. Disse steinprøvene ble så anvendt til vektmessig bestemmelse av algeforekomst knyttet til overflater.

Når det gjelder den høyere vegetasjon (moser og blomsterplanter) er det utarbeidet artslister for de enkelte lokaliteter og gjort vurdering av deres mengdemessige forekomst og utviklingstilstand.

Metoder og arbeidsmåte ved de biologiske undersøkelser er tidligere beskrevet (Skulberg 1959).

Seston og algedrift

Seston er en fagbetegnelse for vannets innhold av partikler som lar seg sile ut. Det består av organiske og uorganiske partikler og organismer. Observasjoner av seston ble utført på stasjonene Høyegga, Sundfloen og Løpet. Tilnærmet daglige observasjoner ble utført i tidsrommet mai-oktober. Variasjoner i partikkelinnholdet i vannmassene med vannføring og meteorologiske forhold ble fulgt.

Det ble foretatt observasjoner av algedrift på vassdragsstrekningene i sammenheng med de biologiske befaringene. Ved prøvetakingen av materiale ble det benyttet en planteplanktonhåv (25 μ m - åpningsdiameter 30 cm). På utvalgte observasjonssteder med tilnærmet samme strømbetingelser ble det gjort innsamling av 5 minutters varighet. Det innsamlede materiale er undersøkt ved mikroskopisk analyse (Lindstrøm et al. 1975).

Vekstforsøk med testalger

Det er gjort innledende vekstforsøk for å bedømme vannmassenes vekstegenskaper for alger.

Bruk av alger som testorganismer i kulturforsøk ved undersøkelser av eutrofiering har lenge vært benyttet ved Norsk institutt for vannforskning. Algene representerer en vesentlig andel av primærproduzentene i vassdragene. En økt algevekst er gjerne nøye knyttet til utviklingen mot eutrofe forhold gjennom belastning med plantenæringsstoffer. Tilgangen på biologisk anvendelige næringsstoffer er en hovedfaktor som bestemmer mengden av algevekst på en lokalitet (Fogg 1965).

I forsøkene med Glåma-vann er grønnalgen *Selenastrum capricornutum* Printz anvendt (Skulberg 1967, Källqvist 1973).

3. OBSERVASJONER OG RESULTATER

Begroing og algedrift

I tabell 2 er det gitt en sammenstilling av resultatene fra bearbeidingen av begroingsprøvene som ble innsamlet under de biologiske befaringer av vassdraget. Det ble gjort en kvalitativ analyse av algene som inngikk i begroingene og samtidig ble de enkelte artenes mengdemessige forekomst i prøvene vurdert. Ved denne subjektive bedømmelse av kvantitativ forekomst ble skalaen nedenfor benyttet.

Betegnelse for forekomst i prøven:	Kvantitets- gruppe:
Tilstede	+
Sjelden	1
Sparsom	2
Vanlig	3
Hyppig	4
Dominant	5

Glåma-vassdraget har en artsrik og frodig vegetasjon av begroingsalger. Mer enn 60 arter ble identifisert under den biologiske analyse av begroingsprøvene. En grundigere systematisk bearbeiding ville ha øket dette antall betydelig. Det var særlig algeklassene grønnalger (*Chlorophyceae*) og diatomeer (*Bacillariophyceae*) som hadde de fleste artene i begroingssamfunnene. Stor mengdemessig betydning hadde imidlertid et mindre utvalg av arter. Vanlig forekommende alger med stor forekomst på de fleste strekninger var:

Grønnalger

Zygnema sp.
Ulothrix zonata
Microspora amoena

Tabell 2. Algeforekomst i begroingsprøver 1977
 x Islagt lokalitet - prøver ikke innsamlet.
 Kvantitetsangivelse - se side 13

Gruppe/art	Stasjon	Bellingmo 29/4 21/7 20/9	Hanestad 29/4 21/7 20/9	Sundfloe 29/4 22/7 20/9	Strai x29/4 22/7 21/9	Opphus 29/4 24/7 21/9	Alme 29/4 24/7 22/9	Atna x29/4 24/7 20/9	Imse x29/4 24/7 21/9	Ucløp 29/4 23/7 21/9	Mistra 29/4 23/7 21/9	Dam 29/4 23/7 21/9
CYANOPHYCEAE												
Lyngbya Agardh sp.				1	1	4 1 3	+	1		1 1		2 2
Nostoc cf. verrucosum Vauch.												
Oscillatoria Vaucher sp.	+ 1 1 1	1		2 2	1 2	1 1 1	1					
Oscillatoria cf. bornetii Zukal				1								
Phormidium autumnale (Ag.) Gom.				3 4	1 3	4 3 3	3 1 1					
Scytonema Ag. sp.			+ 1				+					
Stigonema mamillosum (Lyngb.) Ag.	1		+				1	1	1 +			
CHLOROPHYCEAE												
Bulbochaete Agardh sp.	1		1	1 1		1 1	1 1	1 1	1			
Closterium Nitzsch spp.				1	2 2	2	1 +					
Cosmarium Corda spp.	1		2 1 1	1 1 1	1 2	2	1		1			1 1
Cosmarium undulatum Corda				1	1	+				1		1 1
Draparnaldia glomerata (Vauch.) Ag.			1	1				2 1		3 2		4 3
Microspora amoena (Kütz.) Rab.			1 1 2	1 2		1 4 4	1		1 1	1		3
Mougeotia Agardh spp.	2		1	1		1 1 1	1 1 1		1 1			1 1
Oedogonium Link sp.			2 3	4		1	1	2 1	1			1 4
Scenedesmus obliquus (Turp.) Kütz.				2 3	1 2							
Scenedesmus Meyen spp.					2 3	2						
Spirogyra Link spp.			1 1	2		1		1		3		1
Staurastrum alternans Breb.												
Staurastrum apiculatum Breb.					1 1	1 1						
Staurastrum Meyen spp.	1		1			3						1 1
Stigeoclonium tenue Kütz.				2 3	1 2	2 2	1		1			1 1
Ulothrix zonata Kützing	2 2 2	2 3 4	4 4 4	4 3 3	1 +	3 4 4	4 2 2	3 2	4 2	4 3		4 2
Ulothrix Kützing spp.		1 2	3 1	1 1	+	2 1 1	1 1 1	1	1 1	1		
Vaucheria De Candolle sp.				2		1						
Zygnema Agardh sp.	1 1	4 5	5 5	5 5	2 3	4 5	2 3	3 2	+	1 2		

Tabell 2 (forts.) Algeforekomst i begroingsprøver 1977
 x Islagt lokalitet - prøver ikke innsamlert.
 Kvantitetsangivelse - se side 13

Gruppe/art	Stasjon	Bellingmo		Hanestad		Sundfloeen		Stai		Opphus		Alme		A:na		Insa		Utløp		Mistra		Dam
		29/4	21/7	20/9	29/4	21/7	20/9	29/4	22/7	20/9	29/4	24/7	21/9	29/4	24/7	20/9	29/4	24/7	21/9	29/4	23/7	
BACILLARIOPHYCEAE																						
Achnanthes Bory spp.		1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1					1
Amphora ovalis Kütz.							1	2														
Ceratoneis arcus Kütz.		1	2		2-3	1	2	3	1	2	3	2	1	1	1	1	3	2	3-4	1		
Cymbella cf. affinis Kütz.		1			1			1	1	1		1										
Cymbella Agardh spp.							3	2	2			1										
Diatoma elongatum Agardh		2			2	1	2	1	1	1	1	1					1					
Didymosphenia geminata (Lyngb.) M. Schmidt		3	2		1	3	2	1	3	+		1										
Eunotia arcus Ehrenb.									2	1		1					1					
Fragilaria construens Ehrenb.		2					1					1										
Fragilaria Lyngbye sp.					1				1	1	1	1					1				1	1
Gomphonema olivaceum (Lyngb.) Kütz.					1		1	1				1										
Gomphonema Agardh spp.		1	1	2	2		2	1	1	2		1							2		1	1
Meridion circulare Ag.					2		2		1			1							2		1	1
Navicula Bory spp.		1	1	1	1				2	3	3	1	2	2					2			
Nitzschia palea (Kütz.) Smith		2	3		1	1	2	4	2	3	1	2	2						2			
Nitzschia Hassal spp.					1	1	2															
Pinnularia cf. brevicostata Cleve									2	3												
Pinnularia viridis (Nitzsch.) Ehrenb.									1	2												
Pinnularia Ehrenberg sp.									1	1												
Synedra ulna (Nitzsch.) Ehrenb.		1	1		2	3	1	1	1	3	1	+	1	1					1			1
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.								1	1													1
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.		2	2	2	2-3	2	2	3	3	2	1	3	1	1	2	1	2	1	3	2	1	3
CHRYSOPHYCEAE																						
Hydrurus foetidus (Vill.) Trev.		3	1		4		4			1		1							3			
RHODOPHYCEAE																						
Batrachospermum Roth. sp.													1									1
Chantrania chalybea var. leibleinii (Kütz.) Roth					1																1	
Lemanea fluviatilis (L.) Ag.		1	3	4	3	1	2	3	1	2	1	1	5	5	3						4	4

Diatomeer

Tabellaria flocculosa

Ceratoneis arcus

Didymosphenia geminata

Gulalger

Hydrurus foetidus

Rødalger

Lemanea fluviatilis

Det er for få observasjoner til å beskrive algenes periodisitet i begroingssamfunnene, men ut fra eksisterende kjennskap til artene kan enkelte forhold nevnes. Begroingsalgen *Hydrurus foetidus* har masseforekomst på en rekke lokalitet om ettervinteren og våren. Grønnalgen *Ulothrix zonata* har en tidlig oppblomstring i mai og juni. Det er vanlig høy vannstand på denne tid, og når vannstanden synker danner algebegroingene med *Ulothrix zonata* et papirliknende belegg som ligger tilbake på elvebredden (meteorpapir). Senere på sommeren - når flommen har kulminert - blir det en frodig utvikling av grønnalgen *Zygnema*. Diatomeen *Didymosphenia geminata* har gjerne størst forekomst om våren og i høstmånedene, mens rødalgen *Lemanea fluviatilis* er tilstede hele året med særlig frodig utvikling om ettersommeren og høsten.

En rekke faktorer (fysiske, kjemiske og biologiske) er medbestemmende for hvilke arter som kommer til utvikling i begroingssamfunnene på de enkelte lokaliteter. Avhengig av forholdene kan det være like stor forskjell i algevegetasjon mellom vokseplasser innenfor samme lokalitet som mellom lokaliteter i ulike områder av vassdraget. Strømningsforholdene er særlig avgjørende for algevegetasjonen som kommer til utvikling. Noen observasjoner på lokaliteter nedstrøms Stai ved ulike strømforhold viser dette (tabell 3). På lokaliteten Evenstad flyter Glåma med rolige elvestrekninger, det er relativt stille strøm og elvebunnen er preget av sedimenter med sand. Over sedimentene dannet

Tabell 3. Algeforekomst på lokaliteter med ulike strømforhold
 Prøvene innsamlet 25. september 1977.
 Kvantitetsangivelse - se side 13

Begroingstype, strømforhold og lokalitet Gruppe/art	Påvekstaiger på høyere vegetasjon. Stille strøm. Evenstad	Algebegroing på sediment- overflate (sand). Stille strøm. Evenstad	Algebegroing på stein- overflate. Strømmende vann. Smedstua
CYANOPHYCEAE			
Aphanocapsa delicatissima W. et G.S. West	3	1	
Oscillatoria Vaucher sp.	1	1	2
Oscillatoria cf. bornetii Zukal	1		
Phormidium Kützing sp.	3	2	1
Pseudanabaena Lauterborn sp.	1	1	
CHLOROPHYCEAE			
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs		1	
Arthrodesmus incus (Breb.) Hass.		1	
Bulbochaete Agardh sp.		1	2
Chlamydomonas Ehrenberg sp.		3	+
Closterium Nitzsch sp.			1
Cosmarium Corda spp.		2	2
Cosmarium undulatum Corda		1	
Desmidium Agardh sp.		1	
Gymnozyga moniliformis Ehrenb.		1	
Hyalotheca dissiliens (Smith) Breb.		1	
Mongeotia Agardh spp.	1	3	
Netrium (Näg.) Itzigs et Rothe sp.		2	
Oedogonium Link sp.		2	3
Pediastrum boryanum (Turp.) Menegh.	1	1	
Pediastrum tetras (Ehr.) Ralfs.		1	
Quadrigula closterioides (Bohl.) Printz		1	
Scenedesmus Meyen spp.		3	
Scenedesmus obliquus (Turp.) Kütz.		1	2
Scenedesmus quadricauda (Turp.) Breb.		1	
Selenastrum bibrainum Reinsch		1	
Spirogyra Link spp.	1	3	
Spondylosium planum Wolle (West & West)	1	2	1
Staurastrum Meyen spp.		1	1
Staurastrum apiculatum Breb.	1		
Staurastrum brebissonii Arch.		1	
Staurastrum cingulum (West & West) G.M. Smith		1	
Ulothrix Kützing spp.			1
Ulothrix zonata Kützing		1	3
Zygnema Agardh sp.		1	5-4

Tabell 3. (forts.) Algeforekomst på lokaliteter med ulike strømforhold
 Prøvene innsamlet 25. september 1977.
 Kvantitetsangivelse - se side 13

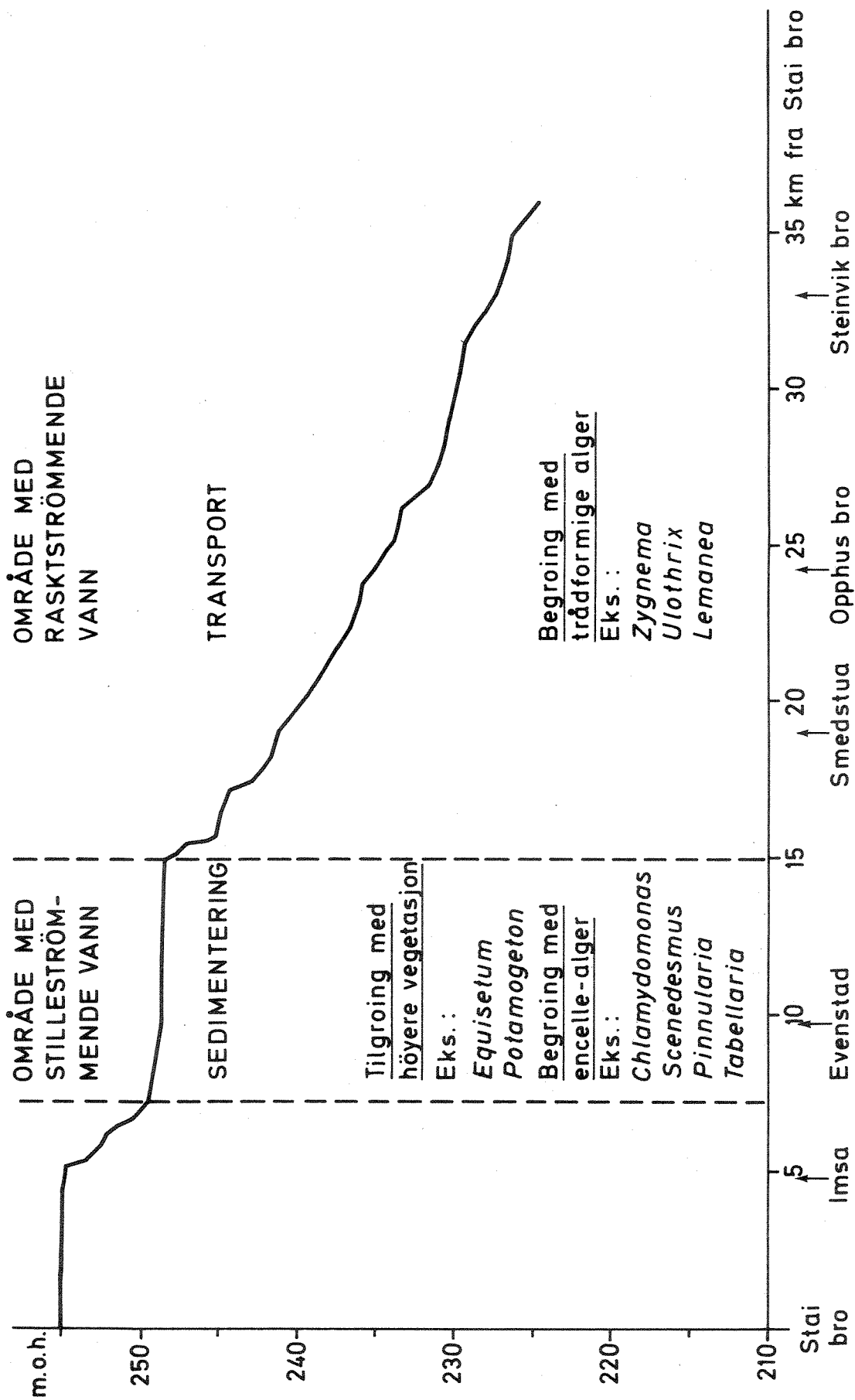
Begroingstype, strømforhold og lokalitet Gruppe/art	Påvekstalger på høyere vegetasjon. Stille strøm. Evenstad	Algebegroing på sediment- overflate (sand). Stille strøm. Evenstad	Algebegroing på stein- overflate. Strømmende vann. Smedstua
BACILLARIOPHYCEAE			
Achnanthes Bory spp.	1		
Amphora ovalis Kütz.		1	
Caloneis Cleve sp.		1	
Ceratoneis arcus Kütz.	1	1	2
Cymatopleura solea (Breb.) Smith		1	
Cymbella cf. affinis Kütz.	1		
Diatoma elongatum Agardh.		1	2
Didymosphenia geminata (Lyngbye) M. Schmidt		1	
Fragilaria Lyngbye spp.	1	2	
Gomphonema Agardh spp.	2		
Gomphonema olivaceum (Lyngbye) Kütz.	1	1	
Navicula Bory spp.	1		1
Nitzschia Hassal spp.	2	1	1
Nitzschia cf. palea (Kütz) Smith		1	
Pinnularia Ehrenberg spp.	1	3	
Surirella Turpin spp.		2	
Surirella ovata Kütz.		1	
Synedra ulna (Nitzsch.) Ehr.	2		2
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.	1	1	
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	4	3	2
ANDRE KLASSER			
Batrachospermum Roth. sp.			2-3
Dinobryon Ehrenberg spp.		2	1
Dinobryon cylindricum Imh.		2	1
Lemanea fluviatilis (L.) Ag.			4
Pseudokephyrion undulatum (Klehn) Pagcher		1	
Synura uvella Ehr.		3	1

algevegetasjon en nærmest sammenhengende begroingsflate. Det var en rekke encellede, benthiske arter som særlig var fremtredende i disse organismesamfunn (f.eks. grønnalger av slektene *Scenedesmus* og *Chlamydomonas* og diatomeer av slektene *Tabellaria* og *Pinnularia*). Et visst innslag av planktoniske alger gjorde seg også gjeldende (med flagellater som *Synura uvella* og *Dinobryon cylindricum*). Algevegetasjonen på lokaliteten Smedstua var vesentlig ulik. På grunn av fallforholdene danner Glåma på denne elvestrekning strykpartier, og vannmassene har markert strømming. Fastsittende, trådformige alger dominerte begroingssamfunnene. Karakteristiske arter var grønnalger (f.eks. *Zygnema* sp. og *Ulothrix zonata*) og rødalger (f.eks. *Lemanea fluviatilis*) (figur 2).

Det er vanskelig å beskrive den mengdemessige forekomst av alger på de enkelte lokaliteter. Metodiske problemer ved feltundersøkelsene er betydelige, og det forutsetter at et omfattende arbeid kan gjennomføres som det ikke var anledning til i denne sammenheng. Resultater av vektbestemmelser av begroingsmengde på steinoverflater er stilt sammen i tabell 4. Det er nødvendig å betrakte disse verdiene for begroingsmengde bare som eksempler på hvor store algemengder som kan være tilstede på steinoverflater i vassdraget. Disse resultatene kan ikke benyttes som representative for hvor stor algemengde som var tilstede på de aktuelle vassdragslokaliteter ved prøvetakingen.

Samtidig med prøvetakingen av begroing ble det på flere lokaliteter samlet inn materiale av seston i de frie vannmasser. Forekomsten av alger i sestonprøvene viste at det hovedsakelig var løsreven vegetasjon fra begroinger som forårsaket drift i vannmassene. De fleste algearter som ble funnet i begroingsprøver, ble også funnet i sestonprøver (tabell 5). Det ble observert stor algedrift i vassdraget, spesielt var dette tilfelle ved prøvetakingen i september. På enkelte vassdragsavsnitt (bl.a. stasjonene Bellingmo, Sundfloen og Alme gård) ble det funnet trådbakterier av gruppen Chlamydothricaceae (artene *Cladothrix dichotoma* Cohn og *Sphaerotilus natans* Kg.). Dette har direkte sammenheng med kloakkvannsutslipp og forurensning med organisk stoff i vassdraget.

Fig.2 Sammenheng mellom strømningsforhold og dominerende vegetasjon



Tabell 4. Vektbestemmelse av begroingsmengde på steiner 1977
 Tørrvekt organisk materiale på steinoverflate, g/m².

Observasjoner	28.-29. april			21.-23. juli			20.-22. september		
	Lite	Middels	Mye	Lite	Middels	Mye	Lite	Middels	Mye
Lokalitet									
Hanestad				28,3	30,7	35		94,4	
Atna bro					48,8				
Koppang	<1	1	10,6		16,5		25,9	28,4	52,6
Smedstua							100	130	150
Opphus	16	29	37				32,8	43,6	78,1
Alme gård					34,8				
Atna				<1	17	66,7	7,2	10	39,5
Imsa					34				
Mistra (Dam)							21,8	75,6	162,7
Mistra (Utløp)	<1	1	1,9					78,4	94,4

Tabell 5 (forts.). Algeforekomst i seston, håvtrekkprøver 1977.
Kvantitetsangivelse - se side 13

Stasjon Gruppe/art	Bellingmo			Hanestad			Sundfloen			Stai		Opphus			Alme		Atna			Imsa		Mistra		
	29/4	21/7	20/9	29/4	21/7	20/9	29/4	22/7	20/9	22/7	21/9	29/4	22/7	21/9	22/7	22/9	29/4	21/7	20/9	22/7	21/9	Ut1.	Dam	
BACILLARIOPHYCEAE																								
Achnanthes Bory spp.				2							1							1						
Asterionella formosa Hass.	2	1	+	1			1			2		1	1							1				
Ceratoneis arcus Kütz.	3	1	3	3	1		3	1		1		3	1		1		2	1	1	2	1			
Cymbella Agardh spp.		1		2													1							
Diatoma elongatum Agardh												1												
Didymosphenia geminata (Lyngbye) M. Schmidt													+							2	2			
Fragilaria Lyngbye sp.	2		1	1	1					1	2			1										
Fragilaria virescens Ralfs							1																	
Gomphonema Agardh spp.				1				1				1						1	1					
Melosira Agardh sp.		+	+										+											
Meridion circulare Ag.	+			3				+				1					2			1				
Nitzschia sigmoidea (Ehr.)W. Smith																						+	1	
Pinnularia Ehrenberg sp.			1																			1		
Surirella Turpin sp.													+									1		
Synedra Ehrenberg sp.						2																		
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenb.		1	2	3	1	2	3	2	1	2	1	3	2	2	2	1	2	1	1	3	1			
Tabellaria fenestata (Lyngb.)Kütz.			1	1						1		1	1							1		1	1	
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	1			2	2		2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1		3	2	
Tabellaria sp.																							1	
Ubestemte pennate diatomæer						3			3	2		3		2	3				3					
CHRYSOPHYCEAE																								
Dinobryon cylindricum Imhof																			1					
Dinobryon divergens Imhof			1																		1			
Dinobryon cf. sertularia Ehr.																								
Hydrurus foetidus (Vill.)Trév.	3			1			1					1			1		+							
Synura uvella Ehr.								+													+			
RHODOPHYCEAE																								
Batrachospermum Roth sp.																					2			
Lemanea fluviatile (L.) Ag.				2	3		2			+		1	1		2				1	1	3	2	1	

For den praktiske utøvelse av fiske er det særlig algedrift av trådformige alger som gir opphav til vanskeligheter (Løkensgard et al. 1976). Noen observasjoner fra området ved Stai i september 1977 kan beskrive dette forholdet. Et fiskegarn med maskeåpningsvidde 27 mm og trådtykkelse 0,2 mm som hadde stått 12 timer i vannmassene i hovedelva var helt tilslammet av materiale fra algedrift. Den mikroskopiske undersøkelsen av materialet viste at det hovedsakelig var grønnalgen *Zygnema* sp. og *Ulothrix* spp. som var fanget opp av garnet (se side 51).

Moser og vegetasjon av karplanter

Observasjonene omfattet vegetasjonen knyttet til strandområdene og elvebunnen. Det ble registrert 77 arter av karplanter og 8 arter av moser (tabell 6). Lokaltetene som inngikk i feltundersøkelsen er angitt i tabell 7.

Det undersøkte området hadde gjennomgående forholdsvis sparsom mosevegetasjon. Enkelte arter kunne likevel på noen lokaliteter ha betydelig forekomst. Dette gjaldt særlig *Fontinalis dalecarlica*, *Fontinalis antipyretica* og *Hygrohypnum ochraceum*. Et fremtredende trekk var at vannmoser hadde større mengdemessig betydning i Glåma oppstrøms Høyegga sammenliknet med elvestrekninger i Atna-Koppang området. På elvestrekningen nedstrøms Stai var det en tiltakende forekomst med vannmoser i vassdraget. Disse forhold er hovedsakelig i overensstemmelse med tidligere observasjoner (NIVA 1967).

Også for karplantenes vedkommende gjelder at det var en gjennomgående sparsom forekomst på den aktuelle del av vassdraget. Det var de stilleflytende elveavsnitt som hovedsakelig hadde vegetasjon av denne type. En klar sammenheng mellom sedimentenes utforming og utviklingen av vegetasjonen ble funnet. Sonasjonen som var utviklet i strandområdene var forårsaket av vannstandsvekslinger. Karplantevegetasjonen har derfor betydning når det gjelder å forstå

Tabell 6 (forts.) Registreringer av høyere planter og moser 1977

+ Observert forekomst. Stasjonsbetegnelse - se side 27

Stasjon Art	Glåma ved Atna		Glåma ved Koppang				Glåma ved Stai			Glåma ved Opphus		Glåma ved Alme		Alme	Imsa
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Potamogeton alpinus								+			+				
P. gramineus					+										
Ranunculus peltatus								+							
R. reptans	+			+			+	+							
R. trichophyllus															
Rorippa palustris			+	+			+	+			+				
Rumex acetosa	+														
R. acetocella	+														
R. longifolius	+			+											
Salix daphnoides v. norvegica	+	+				+		+							
S. glauca	+					+									
S. hastata						+									
S. lapponum														+	
S. nigricans	+					+									
S. pentandra						+									
S. triandra						+									
Saxifraga aizoides		+													
Scirpus palustris						+									
Sedum rosea	+														
Silene vulgaris	+		+												
Solidago virgaurea	+	+													
Sparganium sp.						+				+					
Urtica dioica				+											
Valeriana sambucifolia	+													+	
Vicia cracca	+														
Viola palustris	+													+	
BRYOPHYTA															
Brachythecium rivulare		+													
Ceratodon purpureus		+													
Dichelyma falcatum										+			+		
Drepanocladus exannulatus													+		
Fontinalis antipyretica								+		+					
Philonotis fontana		+													
Pohlia albicans															+
Schistidium agassizii										+	+	+	+	+	+

Tabell 7. Stasjonsbetegnelser ved registrering av høyere planter
og moser 21. - 23. juli 1977

1. Samløp Atna-Glåma, vestsida
2. Samløp Atna-Glåma, østside
3. Glåma ved Koppang bro
4. Glåma ved kloakkutslipp, Koppang
5. Glåma ved Koppang, samløp kloakk-elv
6. Glåma ved sandøy, Koppang
7. Glåma ved Stai bro, vestsida
8. Glåma ved Stai bro, østside
9. Glåma nord for Stai bro, grunnvannssig
10. Glåma nedstrøms Opphus bro
11. Glåma nedenfor Opphus jernbanestasjon
12. Glåma ved Alme gård
13. Glåma nedstrøms Alme gård
14. Atna ved Stenbakken bro
15. Imsa oppstrøms bro

virkingen av de endrede mønster for veksling av vannføring og vannstand i vassdraget.

Noen planter med utpreget mengdemessig betydning på enkelte stilleflytende områder var:

<i>Equisetum fluviatile</i>	-	elvesnelle
<i>Juncus filiformis</i>	-	trådsiv
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	-	tusenblad
<i>Potamogeton alpinus</i>	-	rusttjønnaks
<i>Potamogeton gramineus</i>	-	grastjønnaks
<i>Sparganium</i> sp.	-	piggknopp

Bestandene av disse arter viste delvis utviklingsforhold som tydet på nyetablering på lokalitetene. Begynnende tilgroingstendenser ble påvist på lokale områder i Koppang-Stai området og Stai-Opphus området.

Det kan nevnes at kransalgen *Nitella* cf. *opaca* Agardh stedvis dannet tette undervannsenger på elvebunnen i stilleflytende partier av vassdraget.

Resultater av vekstforsøk

Det ble gjort vekstforsøk med testalger i vannprøver innsamlet 21.-23. juli 1977. Hovedresultatene for vekstforsøkene er stilt sammen i tabell 8.

Tabell 8. Resultater av vekstforsøk med alger

Lokalitet	Celleut- bytte $n \cdot 10^6$	Fosforkompo- nenter $\mu\text{g P/l}$	Spes. el. ledn. evne 20°C $\mu\text{S/cm}$
Bellingmo	5	7	45
Hanestad	20	8	39
Koppang	4	6	28
Stai	15	8	33
Opphus	8	6	32
Alme gård	9	9	31

Celleutbyttet ved disse vekstforsøkene var små, og tallene er be-
heftet med usikkerheter. Vekstutbyttet er av den størrelsesorden
som man finner i vannforekomster hvor nedbørfeltet er dominert av
skog- og fjellområder (Skulberg 1977). I hvilken grad de høyere
verdier som ble funnet henholdsvis ved Hanestad og Stai skyldes
lokale påvirkninger, er ikke avklart.

Tilsetningsforsøk med plantenæringsstoffer med de samme vannprøver
ga indikasjoner på at fosfor var begrensende blant kjemiske vekst-
faktorer. Dette er i overensstemmelse med de lave konsentrasjoner
som ble påvist av fosfor-forbindelser i vannmassene. Videre under-
søkelser er imidlertid nødvendige for å belyse problemstillinger
knyttet til begrensende stoffer for algevegetasjonen.

Hydrokjemiske forhold

Aritmetiske middelverdier for kjemiske analyseresultater for perioden
13. april - 6. oktober 1977 er stillt sammen i tabell 9.

Den spesifikke elektrolytiske ledningsevne (konduktivitet), som er
tilnærmet proporsjonal med vannets innhold av salter, var $64,2 \mu\text{S/cm}$

Tabell 9. Aritmetiske middelværdier av hydrokjemiske analyseresultater i tiden 13/4 - 6/10 1977.

Lokaliteter	pH	Spes. el. ledningsevne µS/cm 20°C	Harge	Turbiditet JTU	Fosfor komp. µg P/1	Ortofosfat µg P/1	Nitrogen komp. µg N/1	Nitrat µg N/1	Kjemisk oks. forbr. Dikr. tall	Kjemisk oks. forbr. Perm. tall	Klorid mg Cl/1	Sulfat mg SO ₄ /1	Magnesium mg Mg/1	Kalsium mg Ca/1	Jern µg Fe/1
Glåma v. Bellingmo bro	7,4	64,2	44	1,2	16	<2	280	18	8,0	2,3	1,6	8,7	1,4	8,5	
" Høyegga dam	7,2	55,2	37	1,4	10	<2	216	28	8,3	2,5	1,3	7,8	1,2	10,6	95
" Hanestad bro	7,4	61,1	24	0,6	8	<2	228	10	6,1	2,2	1,4	7,8	1,1	7,6	
Atna	7,1	19,1	15	0,4	4	<2	140	15	3,9	1,6	0,5	2,2	0,3	1,8	
Glåma v. Atna bro	7,3	21,5	4	0,1	<2		110			0,7	0,4	3,2			
" Sundfloen bro	7,1	38,1	22	0,5	8	<2	148	14	5,1	1,7	1,0	5,3	0,7	5,2	60
" Stai bro	7,2	49,6	39	0,9	10	<2	235	<10	6,0	2,6	1,3	6,0	0,8	4,9	
Imsa	7,3	26,7	21	0,2	5	<2	80	<10	8,3	2,4	0,4	3,3	0,3	4,3	
Glåma v. Opphus bro	7,2	41,1	27	0,7	8	<2	205	15	9,6	2,4	1,0	5,2	0,7	5,1	
" Steinvik bro ^x	7,2	34,8	11	0,2	2	<2	100	15	13,2	1,0	0,8	4,1	0,7	5,5	
" Alme gård	7,3	33,5	19	0,4	6	<2	105	20	7,6	2,3	0,8	4,1	0,7	5,0	

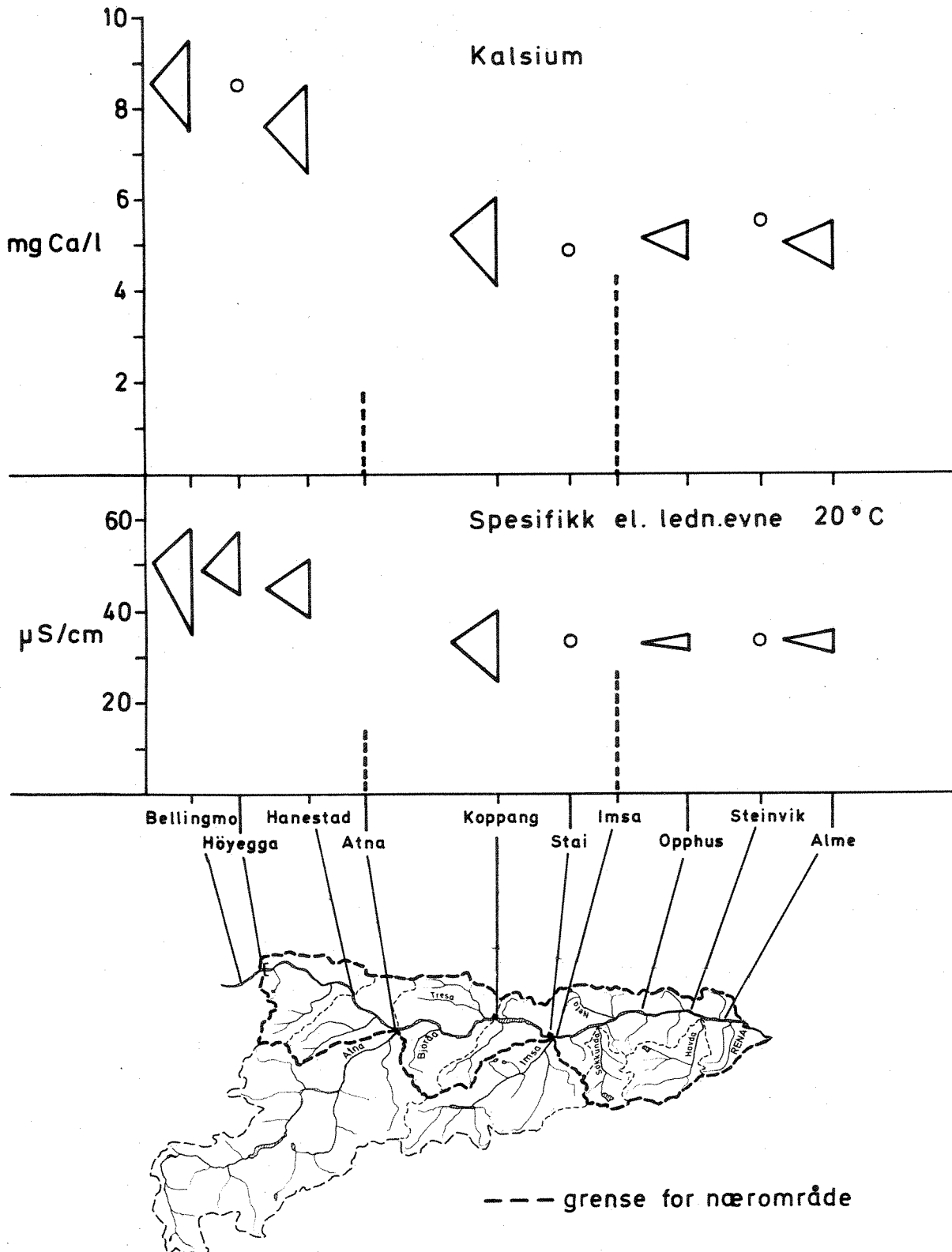
^xEn observasjonsserie.

ved Bellingmo. Saltene tilføres vannet med nedbøren, gjennom erosjonsprosesser i nedbørfeltet og ved forurensninger. I det aktuelle nedbørfelt er det særlig de løse jordlagenes beskaffenhet sammen med berggrunnens geologiske egenskaper som er bestemmende for vannets ionesammensetning. Saltinnholdet og særlig kalkinnholdet er viktig for vannets bufferevne. Kalsium er dessuten av spesiell biologisk interesse fordi flere vannplanter og alger er avhengige av vannets Ca-innhold for å kunne eksistere.

Ved å følge variasjoner i vannets saltinnhold fremkommer holdepunkter for å forstå vassdragets kjemiske stoffomsetning. Vanmassene i Atna var elektrolyttfattige - middelvei 19,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ - og medførte lave verdier for elektrolytter i hovedvassdraget etter samløpet. Ved Sundfloen bro var middelveien 38,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ for elektrolytisk ledningsevne. Videre nedstrøms i vassdraget var det en tendens til økende verdier for elektrolytisk ledningsevne. Men sidevassdrag som førte elektrolyttfattig vann gir utslag, og ved Alme gård var den elektrolytiske ledningsevne 33,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i aritmetisk middel. Elektrolyttinnholdets hovedkomponenter - særlig kalsium, magnesium og sulfat - varierte hovedsakelig parallelt med den elektrolytiske ledningsevne (fig. 3).

Vannets surhetsgrad (pH) reguleres i de fleste tilfeller av buffersystemet $\text{CO}_2 - \text{HCO}_3 - \text{CO}_3$ (karbondioksyd - bikarbonat - karbonat - systemet). Når karbondioksydverdien (CO_2) øker, avtar pH-verdien, og vannet blir surere. Ved at karbondioksyd (CO_2) forbrukes ved algenes og vannplantenes assimilasjon skjer det en relativ økning av bikarbonat (HCO_3) og karbonat (CO_3)-verdiene; pH øker samtidig som oksygen (O_2) frigjøres. Ved organismenes respirasjon og i en viss utstrekning ved nedbrytning av organisk materiale forbrukes oksygen, og karbondioksyd frigjøres; pH avtar. Surhetsgraden henger også sammen med vannets saltinnhold. Jo høyere saltinnholdet er, jo mer buffret er vannet og dette medfører høyere og stabilere pH-verdier. I de aktuelle vanntyper som er noe påvirket av organisk materiale (humus) spiller dessuten humussyrene en viktig rolle for vannets surhetsgrad. De aritmetiske middelveier for surhetsgrad var for alle stasjoner høyere enn 7 (variasjonsområde pH 7,1-7,4).

Fig.3 Minimum-, maksimum- og aritmetiske middelværdier i tiden juli-oktober 1977



Plantenæringsstoffene (bl.a. fosfor- og nitrogenforbindelser) spiller en avgjørende rolle i vassdragets biologiske stoffomsetning. Økning av næringssalttilførselen har i mange vassdrag gitt gjødslingseffekter som medfører redusert brukbarhet av vannforekomstene i praktisk sammenheng. Vassdragets økologiske balanse kan lett forstyrres ved forurensning med gjødselstoffer. Dette vil resultere i tiltakende begroing og masseforekomster av organismer i vannmassene. Kjennskapet til de hydrokjemiske forhold med hensyn til konsentrasjoner og konsentrasjonsendringer av fosfor- og nitrogenforbindelser er derfor særlig viktige forutsetninger for hydrobiologiske vurderinger.

Minimum-, maksimum- og aritmetiske middelveidier for fosfor- og nitrokomponenter i vassdraget er fremstilt i figur 4. Som det fremgår var det lave konsentrasjoner av disse plantenæringsstoffer i vannmassene i Glåma på den undersøkte strekning. Dette gjaldt for alle stasjoner.

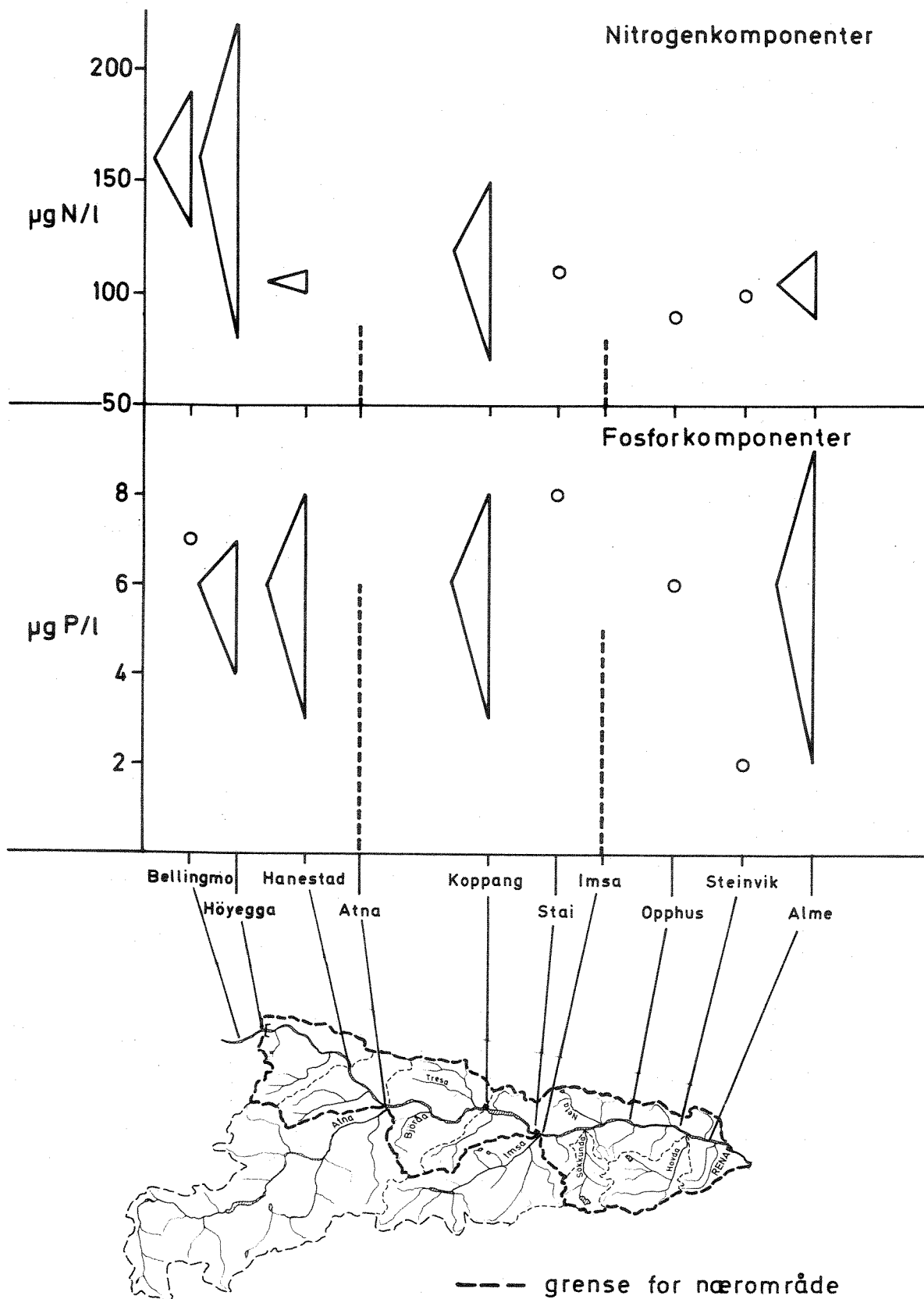
4. DISKUSJON AV VANNKVALITET OG BEGROINGSFORHOLD

Bakgrunn

Reguleringen av Savalen og Fundin samt Rendalsoverføringen (i fortsettelsen betegnet reguleringen) innebærer at vannføring, strømforhold, vannstand og temperatur er blitt forandret på vassdragsstrekningen fra Høyegga dam til samløp med Rena (Glommen og Laagens Brukseierforening et al. 1977). Dette har konsekvenser for kjemiske og biologiske forhold. Vannkvaliteten i vassdraget blir forandret og organismsamfunnene reagerer med artsmessige og mengdemessige forandringer. Direkte og indirekte kan dette medføre økologiske skadevirkninger og gi problemer for vassdragets mangesidige bruk i praktisk sammenheng i dag og i fremtiden.

Det naturlige plante- og dyreliv utgjør i seg selv en ressurs i vassdraget som det er nødvendig å verne om. Dette er grunnlaget for den

Fig.4 Minimum-, maksimum- og aritmetiske middelværdier i tiden juli-oktober 1977



biologiske produksjon som bl.a. fører fram til fisk. Algevegetasjonen er en positiv faktor i denne sammenheng. Samtidig gjennomfører organismesamfunnene ved sine livsprosesser et stoffskifte som er en viktig del av vassdragets selvrensningsevne. Organismesamfunnenes forekomst og mengdemessige utvikling har konsekvenser for vannkvalitet og vassdragets brukbarhet til ulike formål.

Det er en primær hensikt med vassdragsundersøkelsen å fremskaffe et kunnskapsgrunnlag for å kunne bedømme disse forhold. Problemstillingen er stor og sammensatt, det er selvklaart at det er en begrenset tilnærming som er gjort med de orienterende undersøkelser i 1977. Med et beskjedent grunnlag av resultater og observasjoner blir denne diskusjon om vannkvalitet og begroingsforhold gjennomført.

De nye reguleringer i vassdraget ble tatt i bruk til følgende tider:

Dammen på Fundin	-	12. mai 1970
Savalen kraftverk	-	4. september 1971
Rendalen kraftverk	-	27. juni 1971

Dette innebærer at det er kort tid siden de nye miljøfaktorer tok til å virke i vassdraget. Det vil ennå tildels ikke være utviklet tilstander og forhold som kan få betydning for vassdraget og vannmassenes bruk på vassdragsstrekningen som betraktes. Naturprosessene som inngrepene påvirker er til en viss grad også av langtidskarakter. Dette gjelder f.eks. vegetasjonsutviklingen på strender og i vassdraget. Med hensyn til begroingssamfunnene med alger er det grunn til å regne med at de nå hovedsakelig har funnet sin nye utfoldelse i vassdraget.

Begroingsforholdene før og etter regulering

De tidligere undersøkelser av algebegroing på den aktuelle elvestrekning i Glåma var av beskjedent omfang - en prøvetakingsserie

og noen spredte observasjoner (NIVA 1967, Skulberg 1970). Imidlertid er algevegetasjonen som blir observert under en prøvetaking resultat av utvikling og vekst gjennom tiden som har gått forut. Algevegetasjonen uttrykker hvordan summen av miljøfaktorer gjennom et lengre tidsrom setter seg sammen og gir biologiske virkninger. Det er følgelig grunn til å gå ut fra at de foreliggende resultater er representative for hvordan begroingsforholdene var i vassdraget på den tiden undersøkelsene ble utført.

Det karakteristiske for Glåma er at det kan utvikles frodige begroinger på lokaliteter hvor forholdene ligger tilrette. På elvestrekningen av Glåma ved Atna ble det f.eks. i 1967 observert en artsrik algevegetasjon med stor mengdemessig forekomst (NIVA 1967, side 47-48 og 64). Gjennomgående gjelder det at det er de samme arter av alger som inngikk i begroingene dengang som ble observert under feltundersøkelsene i 1977. Det samme resultat fremkommer ved en sammenlikning mellom algeforekomsten i sestonmateriale fra den aktuelle elvestrekning i 1967 og 1977. Det har altså ikke skjedd noen betydelig endring i den kvalitative sammensetning av algevegetasjonen som følge av de nye vannføringsforhold.

Når det gjelder den mengdemessige utvikling av begroing, er sammenlikningsgrunnlaget for en bedømmelse ikke godt. Observasjonene i 1967 ble ikke gjort med siktepunkt å beskrive algenes biomasse på lokalitetene. Imidlertid er det gjort notater ved feltundersøkelsen som gir holdpunkter for en vurdering. Det kan fremheves at observasjonene både i 1967 og 1977 ble gjort av samme person (Olav Skulberg). Av dette fremgår at det særlig er utstrekningen av områder med stor forekomst av begroingsalger som har endret seg. Først og fremst gjelder det at mulighetene for etablering av begroing med fastsittende alger synes å være større under de rådende forhold og at begroingssamfunn med stor biomasse nå preger lengre vassdragsstrekninger sammenliknet med tidligere. Dette gjelder for hele elveavsnittet fra Høyegga til samløp med Rena.

Det er viktig å påpeke at det er produksjonen av alger på de enkelte vassdragssavsnitt før og nå som egentlig burde sammenliknes for å forstå forandringen reguleringen innebærer. Observasjoner fra tidligere som muliggjør dette foreligger ikke. Det kan nevnes at det er vanskelig å bestemme denne produksjon som setter seg sammen av bl.a. algene som finnes på lokaliteten, bidraget til algedriften i vassdraget og det som blir beitet opp av plantespisende bunndyr. Produksjonen av alger i et vassdrag kan altså endre seg uten at det behøver komme til tydelig uttrykk i forandring av algebiomasse på en lokalitet.

Miljøfaktorer og algeutvikling

Det er en rekke miljøfaktorer som kontrollerer utviklingen av alger i et vassdrag (Hynes 1970). Til de viktigste hører temperatur, lys, strømforhold, substrat, vannkjemi og beiting av dyr. Algene har en vekslende utvikling gjennom årstidene og med meteorologiske betingelser. Vassdragsreguleringen med overføring av vann til Rendalen vil direkte og indirekte ha konsekvenser for så godt som alle de nevnte miljøfaktorer og deres innbyrdes sammenheng. I det følgende skal temperatur, strømforhold og vannkjemi omtales.

Temperatur. Om vinteren (fra midten av november) vil vannets temperatur i hovedstrømmen av Glåma stabilisere seg mellom 0 - 1°C og ny stigning i temperaturen vil falle sammen med en vannføringsøkning i vårløsningen (i april). Som følge av grunnvannstilsig fra løsavsetningene i nedbørfeltet til vassdraget, og gjennom bekkesystemer, vil lokale påvirkninger av vanntemperaturen gjøre seg gjeldende (Boe 1977). Jo mindre elvas vannføring er, dess større andel utgjør grunnvannet i blandingsforholdet, og dess høyere temperatur får blandingsvannet om vinteren.

Etter forsommerflommen (medio juli) vil det være en tendens til øket temperatur i hovedvannmassene i Glåma etter gjennomføring av de nye vannføringsforhold. I grunne vannsamlinger i vassdraget med liten

gjennomstrømning kan det på solrike sommerdager bli betydelig oppvarming av vannmassene.

Temperaturen virker på alle fysiologiske prosesser til algene, og en temperaturøkning innenfor visse grenser fører i alminnelighet til større omsetningshastighet. Høyere temperatur gir derfor algene gjennomgående større produksjonshastighet.

Strømforhold. Det er utvilsomt endringene i strømforhold som er den viktigste årsak til forandringene i vegetasjonsutviklingen med alger som er observert på den aktuelle strekning i Glåma.

Den gjennomgripende betydning som vannhastighet og turbulens har for begroingsforholdene i elver har lenge vært kjent (Ruttner 1962). Dette kommer til uttrykk i formuleringen om at strømmende vann virker fysiologisk næringsrikere sammenliknet med stillestående vannmasser. Strømmende vann gir betingelser hvor algene har et relativt raskere stoffskifte, høyere oksygenforbruk og mer effektivt opptak av plante-næringsstoffer (Hynes 1970). Endringer i strømforhold vil slå markert ut med forandringer i algebegroingens mengdemessige forekomst.

Vassdragsreguleringene har medført at alle vanlige forekommende vannføringer på den aktuelle elvestrekning er redusert, og at de middelstore flommene i hovedvassdraget har avtatt. Dette innebærer en rekke konsekvenser for mulighetene som algevegetasjonen har til utvikling. Det er nødvendig å vurdere dette ut fra algevegetasjonens sesongmessige opptreden i vassdraget som delvis er bestemt av årstidsvekslinger og hydrologiske forhold. Vi kan naturlig skille mellom fire perioder gjennom året med hensyn til algeutvikling.

Lavvannsperiode om vinter, mørk del	:	November - februar
Lavvannsperiode om vinter, lys del	:	Mars - april
Flomperiode	:	Mai - medio juli
Lavvannsperiode om sommer og høst	:	Medio juli - november

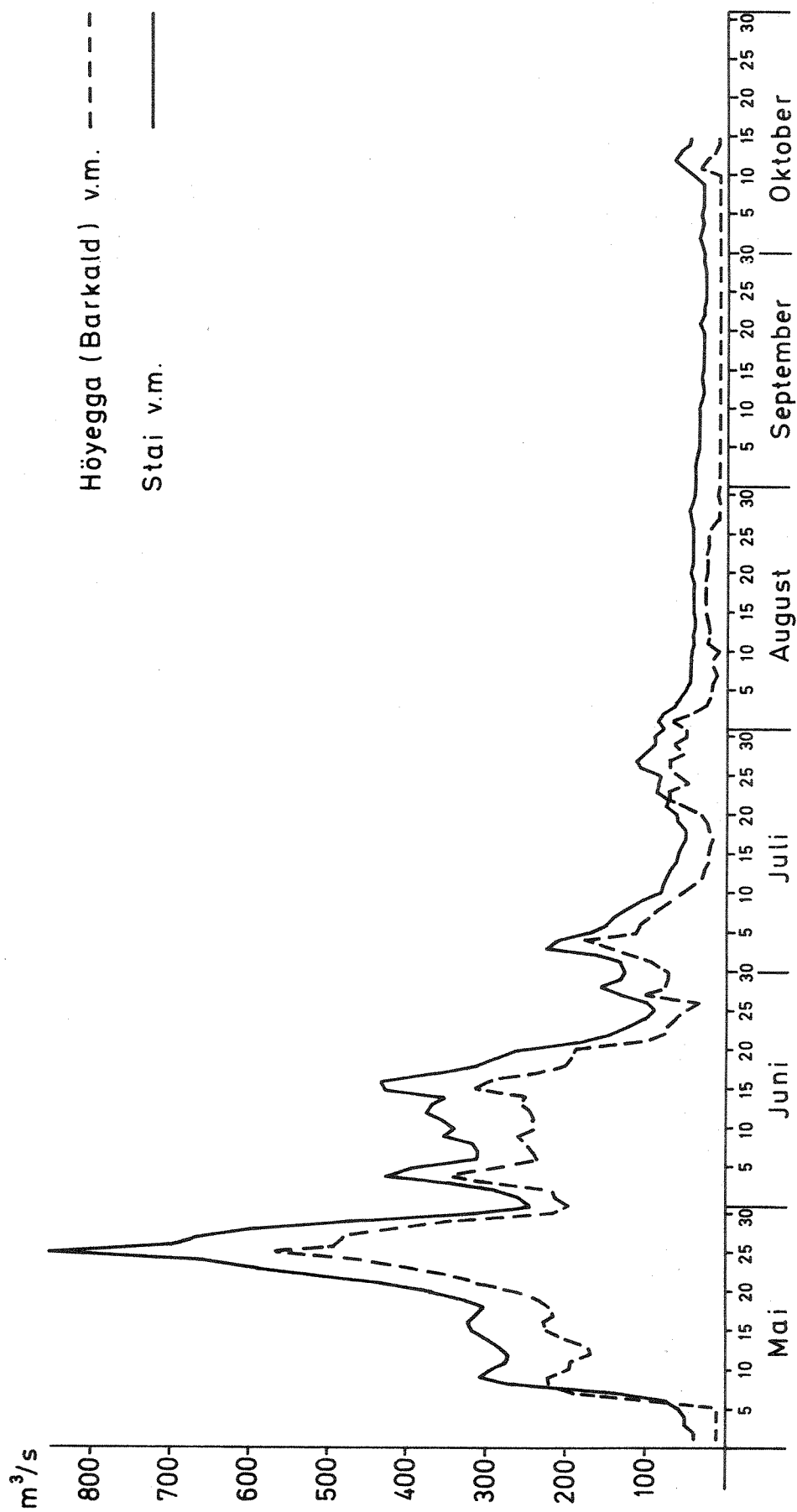
Den frodigste algevegetasjon i Glåmavassdraget er gjerne utviklet om ettervinteren og i lavvannsperioden om sommeren og høsten. I hovedtrekkene vil forholdene med hensyn til algebegroing ikke være nevneverdig endret som følge av reguleringen under flomperioden. Det er derfor lavvannsperioden i den lyse del av vinteren og i lavvannsperioden om sommer og høst som har størst interesse for denne vurdering.

Når det gjelder reguleringens innvirkning på de hydrologiske forhold, vises til foreliggende beskrivelser (Ræstad 1976, Ræstad et al. 1977). For lavvannsperiodene gjelder det i hovedtrekkene at det har funnet sted en reduksjon av alle vanlig forekommende vannføringer og en utjevning av vannføring med betydelig reduksjon av middelstore flommer i hovedvassdraget. I figur 5 er det laget en grafisk fremstilling av hvordan vannføringsforholdene var i perioden mai - oktober 1977 for vannmerkene Høyegga og Stai. Kurveforløpene illustrerer den utjevne effekt som reguleringen har medført, særlig tydelig for august og september.

To hovedmomenter peker seg ut som viktige for forståelsen av hvordan algevegetasjonen blir påvirket av endringene i hydrologiske forhold. Reguleringen innebærer for det første en mer jevn vannføring og for det andre (samtidig) en jevnere vannstand. Inngrepet har etablert det vi kan kalle en "renneeffekt" i vassdraget. Ved vekslende vannføring og vannstand i vassdraget (uregulert tilstand) blir den biologisk aktive sone i vassdraget ustabil og tidsbegrenset innenfor vegetasjonsperioden. Ved jevn vannføring og vannstand i vassdraget (regulert tilstand) blir den biologisk aktive sone i vassdraget stabil og vedvarende innenfor vegetasjonsperioden. Dette medfører at den regulerte tilstand gir langt bedre forutsetninger for utvikling av algevegetasjon sammenliknet med uregulert tilstand.

Reduksjonen i vannføring under lavvannsperiodene innebærer at forholdet mellom begroingsoverflate og vannvolum tiltar. Forutsatt samme tilgang på plantenæringsstoffer vil dette gi en høyere kon-

Fig.5 Vannføring ved Høyegga (Barkald) og Stai vannmerke i perioden
mai - oktober 1977



sentrasjon av algedrift i vannmassene sammenliknet med forholdene ved større vannføring.

For at den fastsittende algevegetasjon skal utvikle lange algetråder, er laminære strømforhold gunstige. Områder i vassdraget med slike strømforhold tiltar med mindre vannføring. Turbulent strøm gir bevegelse i vannet som medfører mekanisk påkjenning av algetrådene og dermed tendens til løsrivning. Med økende vannføring (øket vannhastighet) oppstår mer turbulent strøm. Dette har samtidig betydning for erosjonsaktivitet i bunnmassene. Algene finner vanskelig utviklingsmuligheter når bunnssubstratet er i bevegelse.

Tilsammen innebærer disse faktorer at de nye strømforhold som reguleringen har gitt begunstiger algevegetasjonen.

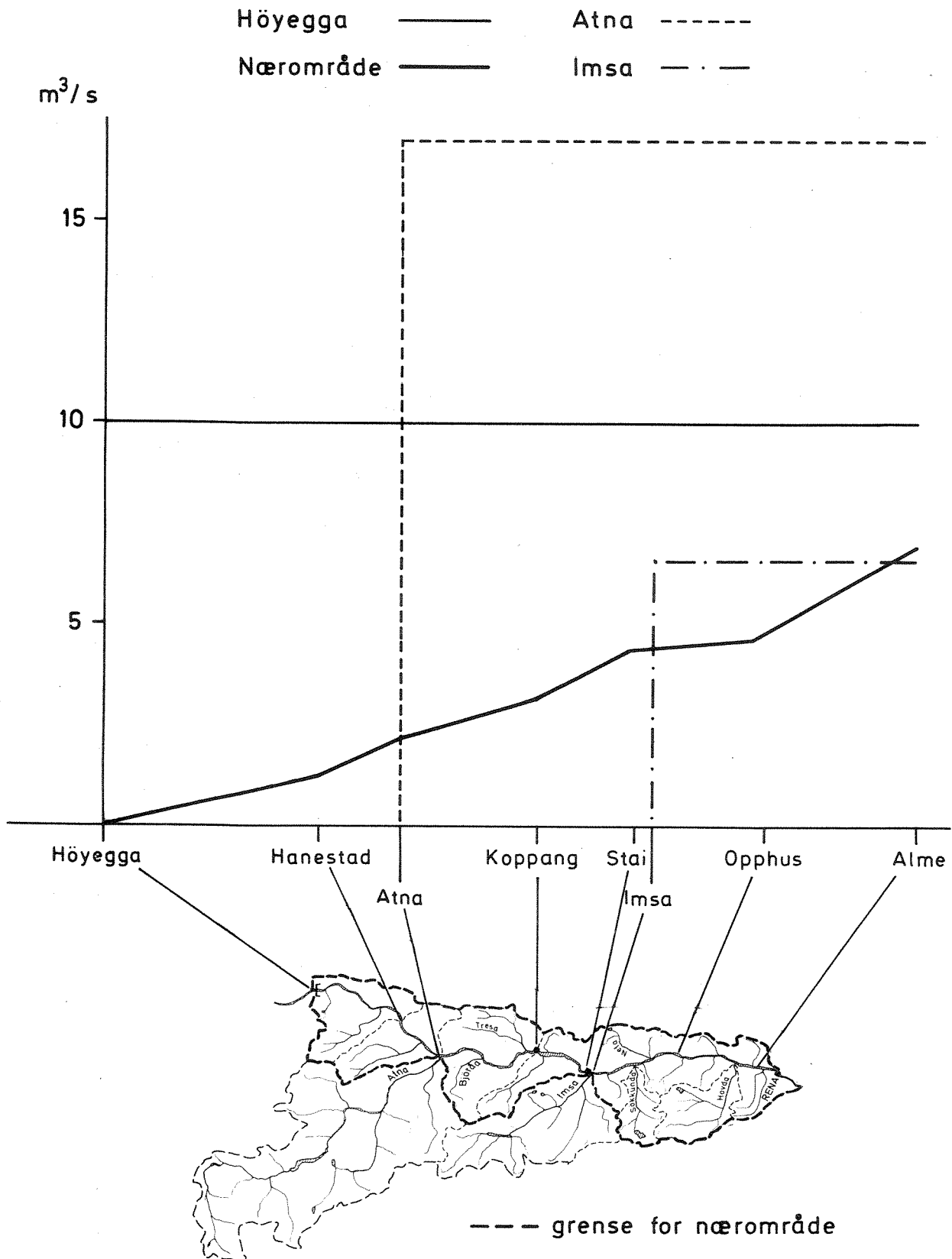
Kjemiske forhold. I tabell 10 er aritmetiske middelværdier for hydrokjemiske analyseresultater fra lavvannsperioden om sommeren og høsten stilt sammen.

Vannmassene i Glåma har en rekke gode egenskaper som vekstmedium for alger. Vannet har lite partikkelinnhold, surhetsgraden ligger høyere enn nøytralt punktet og forholdet mellom nitrogen og fosforkomponenter er egnet. Det er imidlertid lave konsentrasjoner av plantenæringsstoffer, og det er derfor det strømmende vanns eutrofierende virkning som gir utslag i de frodige algebegroinger.

Reguleringens innvirkning på vassdragets hydrokjemiske tilstand angår hovedsakelig tre forhold. Det gjelder innflytelse på fortynningsgrad, grunnvannspåvirkning og forurensningsbelastning. I det følgende blir det gjort en drøftelse av plantenæringsstoffenes forhold.

Hydrokjemiske data fra Glåma i tiden 1966-1971 (før regulering) er stilt sammen i tabell 11. Det fremgår at konsentrasjonene av plantenæringsstoffer bare har forandret seg i liten grad etter at reguleringen ble gjennomført. Derimot har forholdet mellom bi-

Fig. 6 Beregnet fordeling av vannføringsbidrag til vassdraget 29/4 1977



Tabell 10. Aritmetiske middelværdier for hydrokjemiske analyseresultater i perioden juli - oktober 1977.

Lokaliteter	pH	Spes. el. ledningsevne	Farge	Turbiditet	Fosfor komp.	Ortofosfat komp.	Nitrogen komp.	Nitrat	Kjemisk oks. Forbr. Dikr. tall	Kjemisk oks. Forbr. Perm. tall	Klorid	Sulfat	Magnesium	Kalsium
		$\mu\text{S}/\text{cm}$ 20°C	mg Pt/l	JTU	$\mu\text{g P/l}$	$\mu\text{g P/l}$	$\mu\text{g N/l}$	$\mu\text{g N/l}$	mg O/l	mg O/l	mg Cl/l	mg SO_4 /l	mg Mg/l	mg Ca/l
Glåma v. Bellingmo bro	7,3	51,5	34	0,8	7	<2	160	18	8,0	2,1	1,2	5,6	1,4	8,5
" Høyegga dam	7,2	49,0	29	1,2	6	<2	161	28	8,3	2,2	1,0	4,0	1,2	10,6
" Hanestad bro	7,4	45,0	19	0,5	6	<2	105	<10	6,1	1,7	1,0	5,2	1,1	7,6
Atna	7,2	13,8	11	0,3	6	<2	85	15	3,9	1,7	0,4	1,8	0,3	1,8
Glåma v. Atna bro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" Sundfloen bro	7,0	32,8	22	0,4	6	<2	119	14	5,1	1,9	0,8	4,5	0,7	5,2
" Stai bro ^x	7,3	33,5	38	0,7	8	<2	110	<10	6,0	2,9	0,8	3,8	0,8	4,9
Imsa	7,3	26,7	21	0,2	5	<2	80	<10	8,3	2,4	0,4	3,3	0,3	4,3
Glåma v. Opphus bro	7,2	33,5	22	0,5	6	<2	90	15	9,6	2,0	0,8	3,9	0,7	5,1
" Steinvik bro ^x	7,2	34,8	11	0,2	2	<2	100	15	13,2	1,0	0,8	4,1	0,7	5,5
" Alme gård	7,3	33,5	19	0,4	6	<2	105	20	7,6	2,3	0,8	4,1	0,7	5,0

^xEn observasjonsserie.

Tabell 11. Hydrokjemiske data for Glåma i tiden 1966-1971.

Lokaliteter	pH	Spes. el. ledningsevne	Farge	Turbiditet JTU	Fosfor komp. µg P/1	Ortofostat µg P/1	Nitrogen komp. µg N/1	Nitrat µg N/1	Klorid mg Cl/1	Sulfat mg SO ₄ /1	Kalsium mg Ca/1	Magnesium mg Mg/1	Kjemisk oks. Perm.
Bellingmo	7,3	62	18	1,5	11	5	253	93	1,3	5,8	8,3	1,4	1,8
"	7,4	49											
"	7,3	65	17	0,3	20		125						2,7
Barkald	6,6	66	16	0,1	7	3	235	110	1,0	7,2	10,2	1,3	2,1
Oppstrøms Atna	7,0	61	10	2,2	16	2	140	50	1,4	6,3	7,7	1,3	2,4
"	7,7	52	18	3,5	7	3	125	5	1,1	4,4	7,7	1,2	1,6
"	6,8	20	7	0	3	2	160	90	0,4	3,0	2,4	0,4	2,7
Koppang	7,4	45	16										
"	7,1	53	21	0,2	8		150						3,0
Stai	6,7	25	10	2,5	17	2	247	47	1,1	5,1	6,5	1,1	2,9
"	7,3	44	16										
Opphus	7,3	47	23	1,1	8	5	189	59	1,0	5,2	6,0	1,1	1,9
"	7,3	45	15	2,3			47	7	0,9	3,9	6,4	1,0	1,5
"	6,6	52	16	0,1	5	2	200	110	0,8	5,6	7,6	1,1	2,7
"	7,1	47	20	0,2	5		205						4,1
Alme gård	6,9	42	40	1,1	10	8	220	50	1,0	5,6	5,2	1,0	6,5

dragene med stoffer fra de ulike deler i nedbørfeltet endret seg. Noen viktige momenter skal nevnes. Atnas fortynnende virkninger er nå større enn tidligere. Men samtidig er vannføringen i hovedvassdraget redusert og dette gir samlet dårligere fortynningsmuligheter i Glåma (figur 6). Dette gjelder særlig fra Koppang og videre nedstrøms. I figur 7 og figur 8 er det gjort grafiske fremstillinger av beregnede bidrag med henholdsvis fosfor- og nitrogenforbindelser til vassdraget. Beregningene er basert på de observerte forhold i Glåma 29. april 1977. Før reguleringen ble gjennomført betydde fjernområdet det vesentlige for det mengdemessige innhold av plantenæringsstoffer (fosfor- og nitrogenforbindelser) i vassdraget. Etter reguleringen går forandringen mot at nærområdet kan gi det betydeligste bidrag til innholdet av disse stoffer i elvevannet. Nærområdets bidrag kommer til vassdraget gjennom grunnvann, overflateavrenning og direkte utslipp (f.eks. kloakkavløp). Det er grunn til å anta at andelen av biologisk aktive fosfor- og nitrogenforbindelser dermed har øket som følge av reguleringen. Erfaring fra andre vassdrag og eksperimentelle undersøkelser viser at selv små konsentrasjonsøkninger av biologisk aktive fosfor- og nitrogenforbindelser i vannmassene kan stimulere algevegetasjonen i betydelig grad.

Det er behov for å gå nærmere inn på disse forhold og videreføre de eksperimentelle undersøkelser for å komme fram til sikre konklusjoner.

Fig.7 Beregnet fordeling av bidrag med fosforforbindelser til vassdraget 29/4 1977

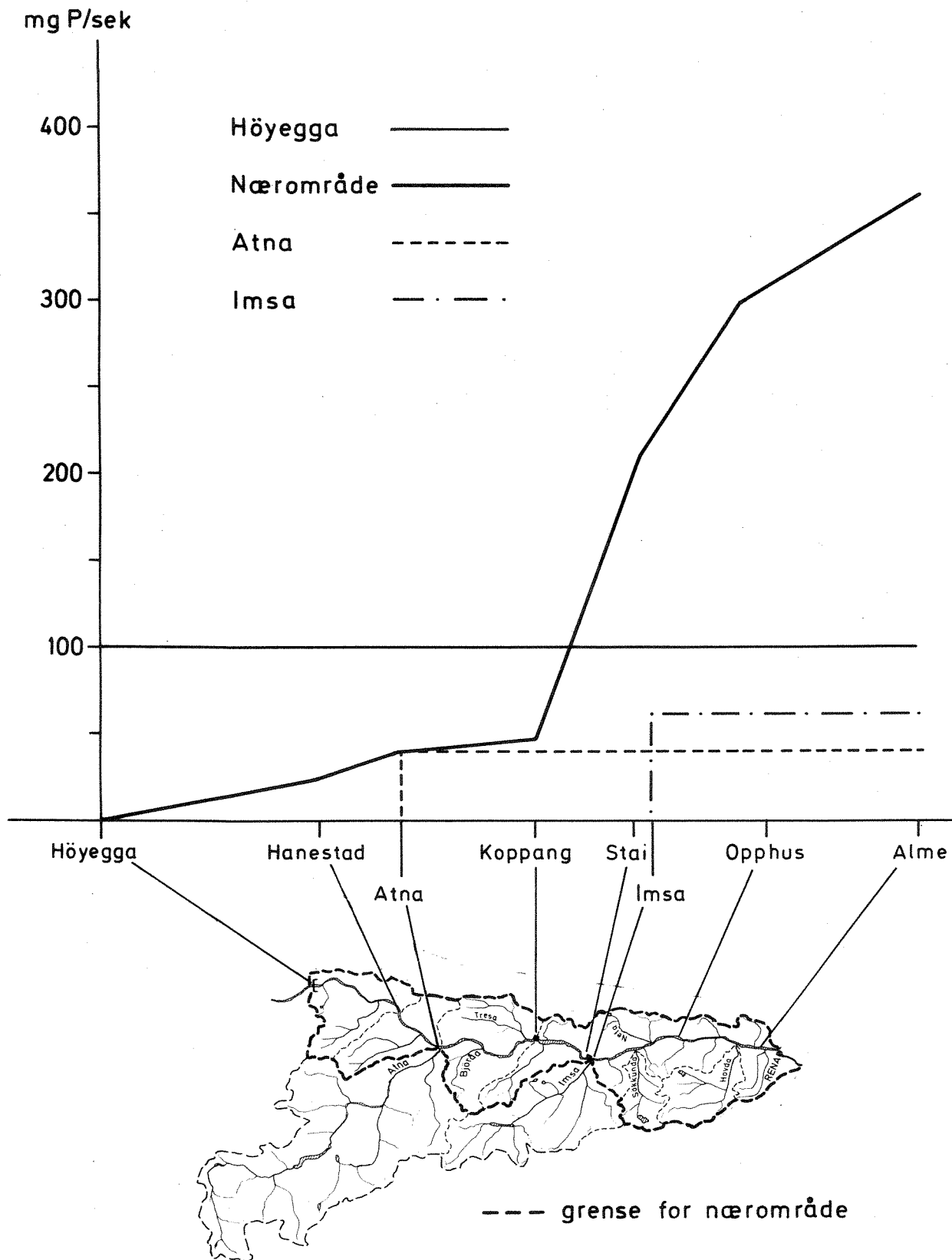
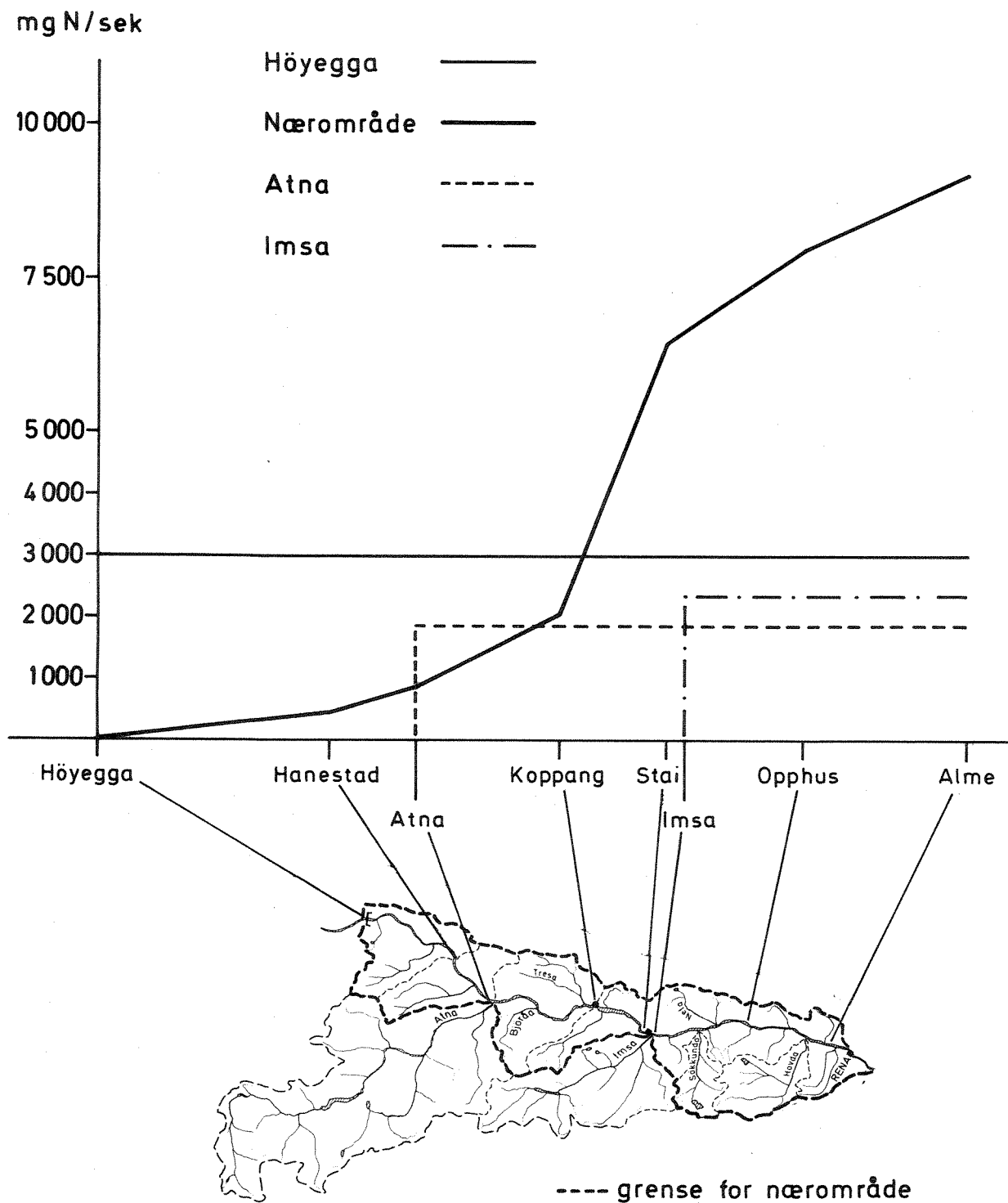


Fig.8 Beregnet fordeling av bidrag med nitrogenkomponenter til vassdraget 29/4 1977



Tilgroing med høyere vegetasjon

Inngrepene i vannføring og vannstandsvekslinger har konsekvenser for vegetasjonen av høyere planter på stilleflytende deler av Glåma. Slik vegetasjon er særlig tilstede på den aktuelle elvestrekning i Stai-området og en etterfølgende vassdragsdel nedstrøms Imsa. Det er her påvist en tydelig tendens til tilgroing i lokale områder.

Det er ennå for tidlig å se hvordan denne utvikling vil bli og det omfang tilgroingen vil få. Den mindre vannstand og vannføring i store deler av vegetasjonsperioden vil fremme en slik tilgroingsprosess. De store flommene i Glåma vil ikke bli vesentlig redusert, og deres opprenskende virkning vil fortsatt gjøre seg gjeldende. Dette vil motvirke tendensen til tilgroing. På den annen side er alle vanlig forekommende vannføringer redusert, og det samme gjelder de middelstore flommene i vassdraget. Dette vil være til fordel for etablering av høyere vegetasjon.

Frost og iserosjon er faktorer med stor betydning for vegetasjonsutviklingen (Skulberg 1974). Vannplantene stopper vanligvis veksten senhøstes og danner overvintringsorganer som kan være rotstokker, rotknoller, vinterknopper eller andre omdannede skuddspisser. Det som vi vanligvis betrakter som selve planten, råtner som regel fullstendig bort. Overvintringsorganene er oftest motstandsdyktige mot frost og direkte innefrysing i is, om de ikke blir tørrlagt i dvaleperioden. Tørrlagte overvintringsorganer drepes lett av frost, men kan beskyttes av et tilstrekkelig lag snø. Ettårige kortskuddsplanter overvintrer i frøstadiet og tåler sterk frost.

Isens virkning på vannvegetasjonen er hovedsakelig av mekanisk art. En kraftig iserosjon vil kunne fjerne alle overvintringsorganer unntatt

de som ligger dypest i bunnsedimentene. Det kan også dannes iskiler og issjikt i bunnen, som river de flerårige plantenes rotsystemer i stykker. Ved flom fjernes vanligvis de løsrevne skudd- og rotsystemer som ikke lenger har en forankring med røtter.

I følge utredningen om isforholdene (Boe 1977) vil isgangen bli mindre enn før regulering, og vassdraget føre mindre mengde sarr og iskoss på elvestrekningen nedstrøms Stai. Dette kan indikere at høyere vegetasjon vil få bedre utviklingsmuligheter i og med reguleringen.

Det er en nøye sammenheng mellom erosjon, sedimentering og utvikling av høyere vegetasjon (Sundborg 1977). En økning i sedimentert materiale kan ventes på den aktuelle elvestrekning og Glåmas eroderende virkning vil ventelig avta (Ræstad et al. 1977). Disse forhold begunstiger etablering av høyere vegetasjon. Samtidig vil fremveksten av høyere vegetasjon begunstige sedimenteringsprosessene og virke endrende på strømforholdene. Det er grunn til å understreke at dette er utviklingsforløp som strekker seg over lang tid.

Konsekvenser for vassdraget og bruksinteressene

Kunnskapene om forholdene på vassdragsstrekningen fra Høyegga til samløp Rena er foreløpig ikke tilstrekkelige til å muliggjøre en konkret behandling av de økologiske konsekvenser som reguleringen har medført. Noen generelle holdepunkter kan nevnes. Endringer i fysiske og kjemiske faktorer har gitt nye miljøbetingelser på vassdragsstrekningen. Dette kommer bl.a. til uttrykk i forandringer i algebegroingenes forekomst og utvikling. Den høyere vegetasjonen gjennomløper forandringer med begynnende tilgroingsprosesser i stilleflytende områder. Disse forhold viser at nye biologiske systemer er under utvikling i vassdraget med de ringvirkninger dette medfører for vannkvalitet og brukerinteresser.

Forandringer i vassdragets algevegetasjon betyr endringer i næringskjedene som fører frem til fisk. Hvordan dette arter seg og vil slå ut i den aktuelle sammenheng er ikke undersøkt.

Sammenheng mellom algebegroing og innflytelse på gyteplasser for fisk er en viktig problemstilling. Det er regnet med at utvikling av vegetasjon som medfører at den opprinnelig stein- og grusbunnen blir tildekket, ødelegger lokalitetene som fullgode gyteplasser (Dannevig 1966, Andersen 1976). Imidlertid savnes direkte undersøkelser som belyser forholdet.

En økning av algebegroingen i et vassdrag vil medføre en større transport av organismer og organiske partikler med vannmassene. Dette gjør vannet mindre egnet til mange formål. Algevegetasjonen kan direkte redusere kvaliteten for drikkevannsformål. Indirekte kan algene medføre en påvirkning av vannets lukt og smak som er uheldig for vannets bruk til drikkevann (Berglind et al. 1977).

Begroingen av grønske gir mange ulemper. Stor algevegetasjon gjør at vannet virker mindre tiltrekkende for ferie- og fritidssysler. Muligheter for å bruke badeplasser kan bli redusert eller ødelagt. Fisket blir influert på en uheldig måte. Det kan bli umulig å bruke garn og annen redskap på grunn av algemattene som fester seg til dem. Fotografierne (fig. 9, 10 og 11) på side 51 viser hvordan dette kan arte seg på den aktuelle elvestrekningen av Glåma.

Løsrevne flak av begroingene flyter med vannmassene og fester seg i varegrinder og andre innretninger i vassdraget. Dette medfører økt arbeid med opprensning og tilsyn. Alle disse forhold er uønskede konsekvenser for de allsidige funksjoner et vassdrag har.

Også tilgroing med høyere vegetasjon kan lage ulemper av forskjellig karakter. Dette er imidlertid virkninger som først vil merkes i tiden som kommer.

Hygieniske sider ved reguleringsvirkningene i vassdraget er ikke utredet. De foretatte undersøkelser gir imidlertid indikasjoner på en bakteriologisk forurensning i vassdraget som trenger nærmere belysning.



Fig. 9. Fiskegarn trekkes opp av Glåma etter å ha stått 12 timer i ellevannet.
(Opphus - 23. september 1977)



Fig. 10. Hele garnet var sterkt tilslammet.

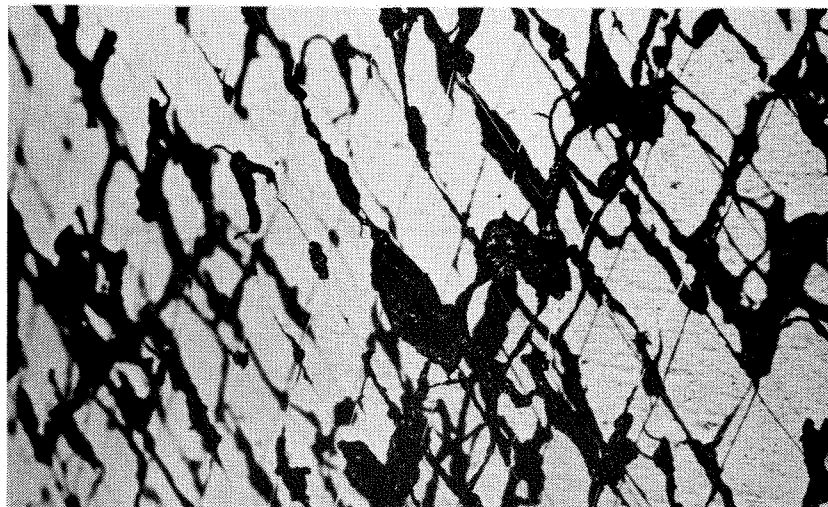


Fig. 11. Avsetningene på garnet besto hovedsakelig av trådformige alger.

5. SAMMENFATTENDE VURDERING

De følgende vurderinger av innvirkningene av reguleringen av Savalen og Fundin samt Rendalsoverføringen på begroingsforhold og vannkvalitet er basert på tidligere undersøkelser (NIVA 1967, NIVA 1973) og orienterende undersøkelser i vegetasjonsperioden 1977. Det er et beskjedent og ufullstendig grunnlag av observasjoner fra et kort tidsrom som ligger til grunn for bedømmelsen.

1. Det er påvist relativt små kvalitative forandringer i algebegroingen som følge av reguleringsinngrepet. Derimot har utstrekningen av områder med frodig algebegroing tiltatt betydelig.
2. Trådformige alger er en vesentlig andel av driftmateriale. Det er i områdene med rasktstrømmende vann at disse algene først og fremst utvikler seg. Viktige arter er grønnalger (f.eks. Zygnema sp. og Ulothrix zonata) og rødalger (f.eks. Lemanea fluviatilis).
3. Algesamfunnenes utvikling og forekomst indikerer betydelige økologiske forandringer i vassdraget etter reguleringsinngrepet. Virkningene av dette for vassdraget er diskutert, men klare konklusjoner er ikke trukket. Det foreligger for få holdepunkter til å kunne bedømme positive og negative konsekvenser av algeutviklingen for fiskeproduksjonen.

Den store algebegroing på den aktuelle elvestrekning medfører uønskede konsekvenser for vassdragets bruk i flere sammenhenger. Vassdragsstrekningen får nedsatt anvendelighet i sammenheng med rekreasjonsmessige interesser. Lukt- og smakspåvirkning av ellevannet kan gjøre seg gjeldende. Løsriving av begroingsalger medfører en drift i vannmassene som forårsaker praktiske ulemper bl.a. oppstår problemer for utøvelsen av fiske.

4. *Årsakene til økningen i forekomst av algebegroing etter reguleringsinngrepet står i sammenheng med endret vanntemperatur, nye strømforhold og påvirkninger av vannkvalitet. Særlig viktig i årsaksforholdet er det at reguleringen innebærer en mer jevn vannføring og samtidig en jevnere vannstand. Denne "renneeffekt" gir den biologisk aktive sone i vassdraget en stabil og vedvarende tilstand innenfor vegetasjonsperioden. Forholdet mellom begroingsoverflate og vannvolum har tiltatt og gir en høyere konsentrasjon av algedriftmateriale i vannmassene sammenliknet med situasjonen før reguleringsinngrepet.*
5. *Vannkvaliteten er endret i vassdraget på den aktuelle elvestrekning. Før reguleringsinngrepet betydde fjernområdet det vesentlige for det mengdemessige innhold av plantenæringsstoffer (fosfor- og nitrogenforbindelser) i vassdraget. Etter reguleringsinngrepet går forandringen mot at nærområdet kan gi det betydeligste bidrag til innholdet av disse stoffer i elvevannet. Nærområdets bidrag kommer til vassdraget gjennom grunnvann, overflatevann og direkte utslipp (f.eks. kloakkavløp). Det er grunn til å anta at andelen av biologisk aktive fosfor- og nitrogenforbindelser dermed har øket som følge av reguleringen. Det er behov for å belyse disse forhold nærmere.*
6. *Det er påvist en tilgroingstendens med høyere vegetasjon på elvestrekninger med stilleflytende vann. Fremveksten av høyere vegetasjon vil begunstige sedimenteringsprosessene og virke endrende på strømforhold og dermed erosjonsprosessene i vassdraget. Det er innledet et utviklingsforløp som vil strekke seg over lang tid. Tilgroing med høyere vegetasjon kan lage praktiske ulemper for bruken av vassdraget. Som forholdene var i 1977, gjorde slike ulemper seg lite gjeldende.*
7. *Reguleringsinngrepets betydning for hygieniske forhold i vassdraget er ikke utredet. Det ble påvist en transport av trådbakterier som følger organisk forurensning (eks. kloakkvannsutslipp) i vannmassene på den aktuelle elvestrekning nedstrøms Koppang.*

6. HENVISNINGER

Andersen, C.: Regulerings innvirkning på dyreliv i vann og vassdrag. Ottan, Nr. 92-93, 1976.

Berglind, L. og Krogh, T.: En innledende undersøkelse av luktstoff fra blågrønnalgeoppblomstring i vassdragssystemet Mjøsa-Glåma. Teknisk ukeblad, in press.

Boe, C.A.: Østerdalsskjønnet. Rendalsoverføringens virkning på isforholdene i Glomma mellom Stai bru og Hovda. Utredning for skjønnsretten, Bodø, 11. november 1977.

Dannevig, G.: Auren og det sure vann på Sørlandet. Jeger og fisker, pp. 388-393, 1966.

Fogg, G.E.: Algal cultures and phytoplankton ecology. Madison 1965.

Glommens og Laagens Brukseierforening og K/L Opplandskraft: Østerdalsskjønnet. Del 0. Glomma fra Høyegga dam til Stai bru. Underskjønn avhjemlet 1. juli 1977. Elverum 1977.

Henriksen, A. og Bergmann-Paulsen, I.M.: An automatic method for determining sulfate in natural soft water and precipitation. Vatten, vol. 30, pp 187-192, 1974.

Hynes, H.B.N.: The ecology of running water. Liverpool 1970.

Källqvist, T.: Algal assay procedure (bottle test) at The Norwegian Institute for Water Research. Nordic symposium on algal assays in water pollution research, Oslo 1972. Proceedings. Helsinki, NORDFORSK, 1973.

Lindstrøm, E-A. og Skulberg, O.: Sestonobservasjoner i sammenheng med praktiske vannundersøkelser. Metoder, fremgangsmåter og eksempler på resultater. Norsk institutt for vannforskning, Blindern 1975.

Løkensgard, T. og Borgstrøm, R.: Østerdalsskjønnet - Glåma mellom Høyegga og Stai bru. Utredning om fisket etter oppdrag fra Nord-Østerdal herredsrett, Oslo november 1976.

Norsk institutt for vannforskning: Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster. Del 2. Glåma. (Red. Olav Skulberg). Vannforsyning og avløpsforhold i Østlandsfylkene. Utredning for Østlandskomiteén 1967. Blindern, desember 1967.

Norsk institutt for vannforskning: Glåma i Hedmark. Undersøkelser i tidsrommet 1966-1972 (Red. Hans Holtan). Blindern, november 1973.

Ruttner, F.: Grundriss der Limnologie. 3. neubearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin 1962.

Ræstad, E.: Sak 1334. Østerdalsskjønnet. Strekningen Høiegga-Imsa. Hydrologiske forhold. Stabekk, 26. august 1976.

Ræstad, E. og Østvold, E.: Sak 1334. Østerdalsskjønnet. Strekningen Stai - samløp Hovda. Hydrologiske forhold. Stabekk, 19. september 1977.

Skulberg, O.: Biologiske metoder ved forurensningsundersøkelser. Norsk institutt for vannforskning, Blindern 1959.

Skulberg, O.: Algal cultures as a means to assess the fertilizing influence of pollution. Int. Conf. Wat. Pollut. Res., 3, Munich 1966. Vol. 1. Wash., Water Pollution Control Federation, 1967.

Skulberg, O.: Glåma i Østerdalen - påvirkninger av biologiske forhold. Vann, 4, 1970.

Skulberg, O.: Begroing i norske vassdrag, virkninger av regulering. Norsk institutt for vannforsknings årbok 1973. Oslo 1974.

Skulberg, O.: Østerdalsskjønnet - undersøkelsesprogram angående begroingsproblemer og vannkvalitet. NIVA, O-130/76, Blindern, 19. april 1977.

Skulberg, O.: Some observations on red-coloured species of *Oscillatoria* (CYANOPHYCEAE) in nutrient-enriched lakes of southern Norway. Norwegian Institute for Water Research, A2-31. Blindern, August 5th 1977.

Sorenskriveren i Nord-Østerdal: Østerdalsskjønnet - Glåma fra Stai bru til samløpet med Rena. Brev, Tynset, 10. mai 1977.

Sundborg, Å.: Älv, kraft, miljö. Vattenkraftutbyggnadens miljöeffekter. Naturgeografiska institutionen, Uppsala universitet och Statens naturvårdsverk, Stockholm. Motala 1977.