

# Forurensningssituasjonen i Glåma

Av Hans Holtan

Hans Holtan er cand.real fra Universitetet i Oslo i 1961 med limnologi som hovedfag. Han er leder for Vassdragsseksjonen ved Norsk institutt for vannforskning.

*Foredrag holdt på møte i Norsk Forening for Vassdragspleie og Vannhygiene 13. mai 1976.*

Glåmavassdragets nedbørfelt (41 767 km<sup>2</sup>) utgjør hele 13 % av Norges samlede landareal. Både de naturgitte og de kulturbetingede forhold varierer sterkt innenfor dette store området. Dette kommer klart til syne gjennom elvas tilstand og vannkvalitet.

## Berggrunn og vegetasjonsforhold

I Røros-området og i Nord-Østerdalen ned til Alvdal er store deler av nedbørfeltet bygd opp av sterkt omdannede kabrosiluriske sedimentbergarter. (Holtan 1973.) Her forekommer til dels store kisleforekomster (Røros, Følldal).

Berggrunnen i midtre Østerdalen fra Alvdal til Rena-området består stort sett av sparagmittforekomster (sandsten). Fra Åstaområdet til samløpet Vorma tilhører Glåmas nedbørfelt det sørøstnorske grunnfjell-

området, som består av gneiser og gneisgranitter.

Berggrunnen i Gudbrandsdalslågens nedbørfelt varierer fra næringsrik skifer til magre gneisgranittiske bergarter (Holtan 1975). Berggrunnen i selve Gudbrandsdalen består i vesentlig grad av sterkt omdannede sandstensbergarter, særlig i de sentrale og nordlige deler av dalen.

I strøkene rundt de sentrale deler av Mjøsa er det kambrosiluriske sedimentbergarter som består av svart, svovelholdig skifer, leirskifere og lys kalksten.

Nedbørfeltet fra samløp med Vormen til utløp ved Fredrikstad består hovedsakelig av grunnfjell. Berggrunnen er dekket av sand og grusavleiringer. I dalførene i nord ligger store løsmasser av innsjøsedimenter og elveavleiringer med sand og grus. Løsavsetningene i de sydlige lavreliggende områder er preget av marine avsetninger.

Ca. 14 000 km<sup>3</sup>, eller ca. 34 % av vassdragets totale nedbørfelt er dekket med skog. Østerdalføret (37,8 %

skog) er i denne sammenheng av større betydning enn Lågen-dalføret (21,1 % skog). I begge dalfører utgjør skogen en stadig større del av nedbørfeltet jo lenger sydover man kommer. I Østerdalføret begynner f.eks. skogen å spille en dominerende rolle når man kommer sydover Storelvdal mot Stai-Rena-området. Samtidig blir også myrområdenes andel av nedbørfeltet større.

## Hydrologi

Årsnedbøren i Glåmavassdragets nedbørfelt varierer sterkt. I de vestlige høyfjellsområder er den midlere årsnedbør over 1 000 mm, i Lesja-Skjåk-området er det en årsnedbør på 250—300 mm, mens man i Østerdalen har en årsnedbør som varierer innenfor området 400—750 mm. Mjøsa, som i dag er regulert 3,6 m, har en utpreget, utjevneende innvirkning på vannføringsforholdene i Vorma. Magasineringsmulighetene i Østerdalsvassdraget er mindre, og derfor er vannføringsvariasjonene her betydelig større. Lengre nede virker Øyeren utjevneende på elvens vannføring. Utløpet fra Øyeren er utvidet med tanke på å dempe flomskadene i Øyeren-området.

I Glåmavassdraget varierer vannføringen etter følgende mønster:

En stor og årviss vårflom, forholdsvis stor vannføring om sommeren, en mindre og mer tilfeldig høstflom og endelig en lavvannsperiode om vinteren. Normalt kan vårflommen i Glåma deles i to — nemlig en lavlandsflom tidlig på våren (snøsmelting i lavlandet) og en høyfjellsflom, som normalt setter inn i månedsskiftet mai—juni. Lavlandsflommen har van-

ligvis ingen utpreget kulminasjon i hovedvassdraget, men går jevnt over i den egentlige vårflom som er forårsaket av snøsmelting i høyfjellet. Vårflommen opptrer ofte med to kulminasjoner, idet Østerdalsflommen kommer før Gudbrandsdalsflommen, som forsinkes gjennom Mjøsa. Inntreer de to flommene av én eller annen grunn samtidig, eller de blir langvarige, kan flommen i hovedvassdraget og Øyeren bli særlig stor. Den midlere vannføring i tidsrommet 1955—1964 ved Solbergfoss var 658 m<sup>3</sup>/s. Under flomsituasjoner stiger vannføringen ofte til over 3 000 m<sup>3</sup>/s. Under vårflommen i 1789 var vannføringen 4 700 m<sup>3</sup>/s.

I elvemunningen — estuarområdet — oppstår det på grunn av tetthetsforskjellen mellom ferskvann og sjøvann en lagdelingssituasjon med ferskt vann i overflaten og salt vann i dypere lag.

Under spesielle lavvannssituasjoner kan saltvannet trenge seg langs bunnen helt opp til Sarpsborg. I flomperioder, derimot, trenger saltvannet seg i liten grad oppover elven. Disse forhold er av en viss interesse ved bruk av elven som resipient for avløpsvann. Ved utslipp av avløpsvann i sjøvannssjiktet kan det nemlig oppstå forurensningseffekter oppstrøms utslippet.

## Reguleringsinngrep

Glåmavassdraget har helt siden slutten av forrige århundre vært benyttet for produksjon av elektrisk kraft. Kuråsfossanlegget (I) kom i drift i 1896, Følldal verk Kraftstasjon 1906, Skjerstadfoss Kraftverk 1910, og Osfallet Rena Kraftselskap 1914

osv. Dette av såkalte elvekraftverk som i liten grad medfører store reguleringer og oppdemninger.

I den senere tid er det bygd kraftverk som representerer langt større naturinngrep. Vinstraverkene har f. eks. medført nesten tørrlegging av elven Vinstra nedenfor Olstappen. Tesseverkene har medført overføring av vann fra Sjoas nedbørfelt til Tessevatn, Savalen er blitt betydelig regulert (4,7 m) i forbindelse med bygging av Savalen Kraftverk. Savalenreguleringen innbefatter også bygging av et nytt magasin, Fundinmagasinet, i Einundas nedbørfelt.

I 1971 ble Rana kraftverk satt i drift. Derved ble det gitt mulighet til å overføre maks. 55 m<sup>3</sup>/s fra Høyegga i Glåma til Rendalen. Påbudt minstevannføring nedenfor inntaksstedet i Glåma er 10 m<sup>3</sup>/s.

Det foreligger nå planer om regulering av Rien, Feragen og Tolgafallene. Ved siden av de lokale effekter disse reguleringer forårsaker, vil de bl.a. medføre muligheter for overføring av større vannmengder til Rena.

Det er nå under bygging elvekraftverk ved Bingsfoss, Fundifoss og Braskereidfoss.

Endelig foreligger det planer for et omfattende reguleringsinngrep i Jotunheimen hvorved Gudbrandsdalslågens midlere sommervannføring vil minske med ca. 100 m<sup>3</sup>/s (fra ca. 450 til 350 m<sup>3</sup>/s), mens vintervannføringen ved øst mot øst-alternativet blir tilsvarende større (ved øst mot vest-alternativet vil vintervannføringen bli litt mindre enn nå).

Alle disse reguleringsinngrep vil bety en betydelig endring i vann-

føringsvariasjonene i vassdraget. I områder hvor vannføringen blir sterkt nedsatt, blir resipientforholdene vesentlig forringet, gyte- og oppvekstmulighetene for fisk blir vanskeliggjort osv. I innsjøsystemer som f.eks. Mjøsa, vil lavere sommervannføring bety høyere algeproduksjon (dårligere fortynningsmuligheter) hvorved eutrofieringsutviklingen blir stimulert. Overføringen av vann fra Glåma til Rena har bl.a. medført endret vannkvalitet og høyere planteproduksjon i Storsjøen. Vassdraget nedstrøms Storsjøen og Mjøsa er i betydelig grad preget av utviklingen i disse innsjøer. Dessuten vil en lavere sommervannføring bety en svakere resipient på denne årstid (produksjonsperioden) også i de nedre deler av vassdraget. I positiv retning kan man nevne de flomdempende effekter et reguleringsinngrep betyr. Ved siden av at en flomreduksjon betyr mindre skader på hus og eiendommer langs vassdraget, vil man samtidig i noen grad hindre at eventuelle forurensningsstoffer som finnes langs elven, blir tilført vassdraget.

## Befolkning — bosetting

Befolkningstettheten og befolkningstettheten i de forskjellige deler av nedbørfeltet går frem av tabell 1. Bosettingsmønsteret er noenlunde likt i begge dalfører — spredt jordbruksbebyggelse med større og mindre tettsteder innimellom. I områdene rundt Mjøsa og langs de nedre deler av vassdraget (nedenfor Elverum—Eidsvoll), er befolkningstettheten størst. Dette har betydning for forurensningssituasjonen i Glåma i Østfold, idet nærliggende forurensnings-

Tabell 1. Arealfordeling og befolkning i Glåmavassdragets nedbørfelt.

| Elv   | St.                      | Tot. areal<br>km <sup>2</sup> | % skog | % jordbruk | Antall<br>pers. | Pers./km <sup>2</sup> |
|-------|--------------------------|-------------------------------|--------|------------|-----------------|-----------------------|
| Vorma | Svanfoss                 | 17 294                        | 21,1   | 6,0        | 205 000         | 12                    |
| Glåma | Fundifoss                | 20 670                        | 37,8   | 2,8        | 93 000          | 4,5                   |
| Glåma | Solbergfoss              | 40 127                        | 32,2   | 4,7        | 398 000         | 10                    |
| Glåma | Utløp                    | 41 767                        | 34,0   | 5,0        | 518 000         | 12                    |
| Glåma | Vormsund—<br>Solbergfoss | 2 163                         | 66,9   | 12,8       | 100 000         | 46                    |
| Glåma | nedstrøms<br>Øyeren      | 1 640                         | 42,2   | 27,3       | 120 000         | 79                    |

kilder har større virkninger enn fjerne.

Avløpsvannet fra disse kilder når Glåma dels ved direkte utslipp i hovedvassdraget, dels ved utslipp til sidevassdrag og dels ved diffuse tilførsler. Kloakkrensaneanleggenes effektivitet er sterkt varierende, og avløpsproblemene er over alt løst på en mer eller mindre tilfeldig måte. Ved siden av en stadig økende belastning nedover i vassdraget, skaper kloakkvannsutslippene betydelig lokale ulemper f.eks. ved Røros, Tynset, Elverum Vinstra, Mjøsaområdet, Lillestrømområdet osv.

### Industri.

Både i Østerdalen og Gudbrandsdalen er det relativt få store industribedrifter med utslipp av forurenset vann. Det finnes en del meierier, sagbruk, sponplatefabrikker, og ved Tynset og Otta finnes slakterier. Det foreligger foreløpig ingen oppgave over utslippenes størrelse.

Rundt Mjøsa er det en rekke større bedrifter innen treforedling, nærings-

middel- og metallurgisk industri o.l. Fosforutslippet fra disse bedrifter representerer henimot 100 tonn fosfor pr. år.

I Lillestrøm-området er det flere forskjelligartede bedrifter, men belastningens størrelse er ikke kjent.

Ved Røros og Følldal—Hjerkinn er det betydelig gruvevirksomhet. Skadevirkningene av tilsig og utslipp fra slike aktiviteter er i første rekke av lokal karakter. Kunnskapene om i hvilken grad gruveområder påvirker våre store vassdrag er mangelfulle, men vi må anta at de nevnte fjerntliggende gruvene har liten innflytelse på Glåmas vannkvalitet i Østfold.

Nedstrøms Øyeren er industrien knyttet til byene Sarpsborg, Fredrikstad og deres nabokommuner, men også i Askim, Mysen og Rakkestad har industrien en viss betydning. Av treforedlingsbedrifter kan nevnes A/S Borregaard, Greåker Cellulosefabrikk A/S, Tune. Noen andre bedrifter som har stor betydning i forureningsssammenheng er DE-NO-FA Lilleborg fabrikker (spisefett og

fórmel), Titan Co. A/S (ilmenitt), Unger Fabrikker (sulfonsyre), alle Fredrikstad, Norsk Fett og Limindustri, Onsøy, Norsk lettmetall A/S, Askim, A/S Askim Gummivarefabrikk, Askim m.fl.

### Jord- og skogbruk.

I de nedre deler av vassdragets nedbørfelt — områdene rundt Mjøsa, Vorma og Glåma nedstrøms Elverum — spiller jord- og skogbruk en betydelig rolle hva arealutnyttelse angår. Nedstrøms Øyeren er hele 27 % av nedbørfeltet oppdyrket, mens over 42 % er skogkledd. Den prosentvise andel av jord- og skogbruksareal oppstrøms Øyeren er henholdsvis 4,7 og 32,2 %.

Det er en rekke aktiviteter innenfor disse næringer som er forurensningsskapende. Jordbruks/skogbruksarealenes topografi og beliggenhet i forhold til vassdraget er av stor betydning. I de mer sentrale jordbruksområder er korndyrkingen den vanligste driftsmåte, mens husdyrhold er mest vanlig i de perifere områder. Ved siden av forurensningstilførsler fra førsiloer, halmlutningsanlegg, utette gjødselkjellere osv., vil betydelige mengder gjødselstoffer bli tilført vassdraget i form av erosjonsmateriale fra de marine områder (leireområder) i den sydlige del av feltet.

Skoggjødsling og moderne skogsdrift (f.eks. snauhugst) er også forurensningsskapende aktiviteter som fremmer eutrofiutviklingen i vassdrag. Hva dette kan bety for forurensningssituasjonen i Glåma er ikke undersøkt.

### Vassdragets vannkvalitet og forurensningstilstand

Den fysisk-kjemiske vannkvalitet i Glåmavassdraget er i vesentlig grad betinget av de naturgitte forhold. Vannets innhold av salter varierer med nedbørfeltets bergartstyper og løsavsetningenes opprinnelse og sammensetning.

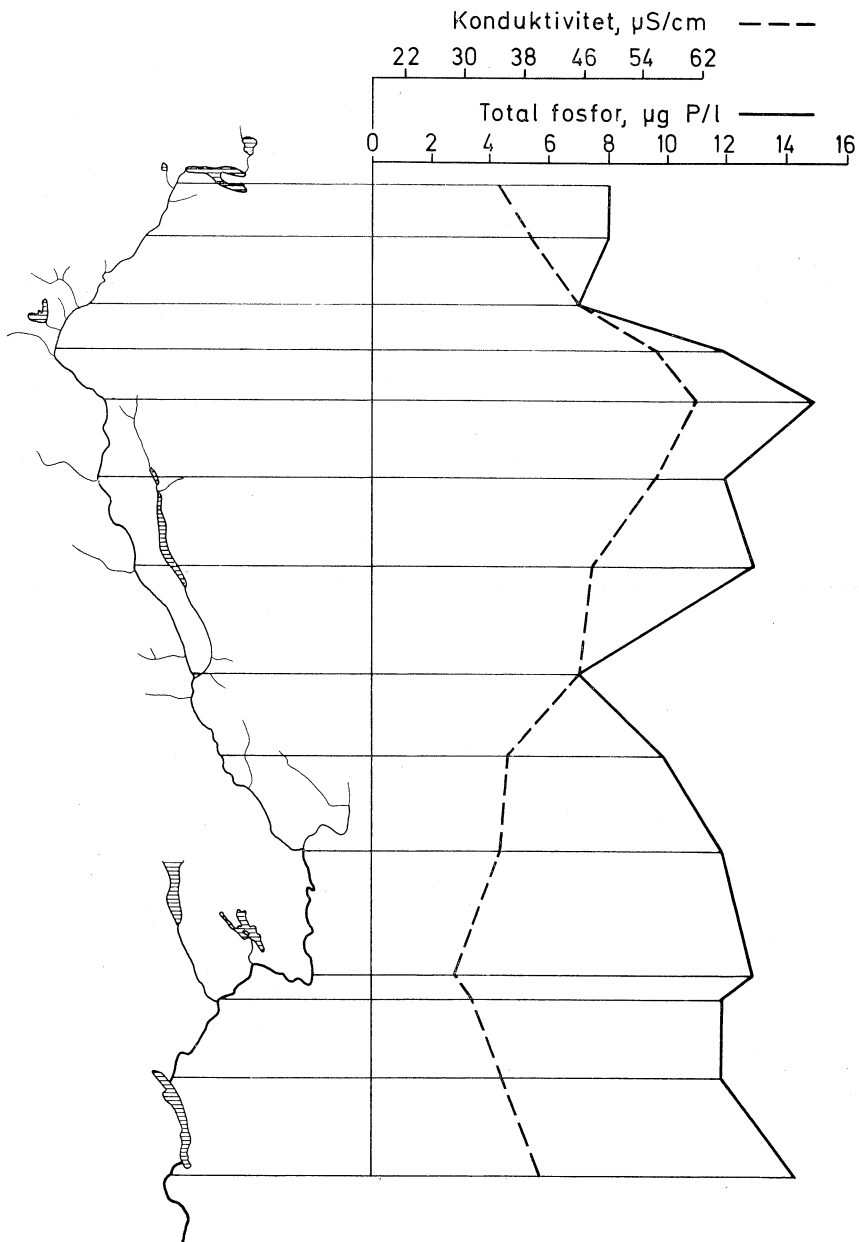
I Glåma øker saltholdigheten fra Aursunden til Barkald tilsvarende en konduktivitetøkning fra 30  $\mu\text{S}/\text{ca. } 70 \mu\text{S}/\text{cm}$  (Fig. 1). Dette skyldes at den kambrosiluriske bergartstypes andel av nedbørfeltet stadig blir større. De harde bergartstypene lenger nedover avgir i mindre grad salter og følgende avtar saltholdigheten. Oppstrøms samløp Vorma er konduktiviteten vel 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . (Fig. 1)

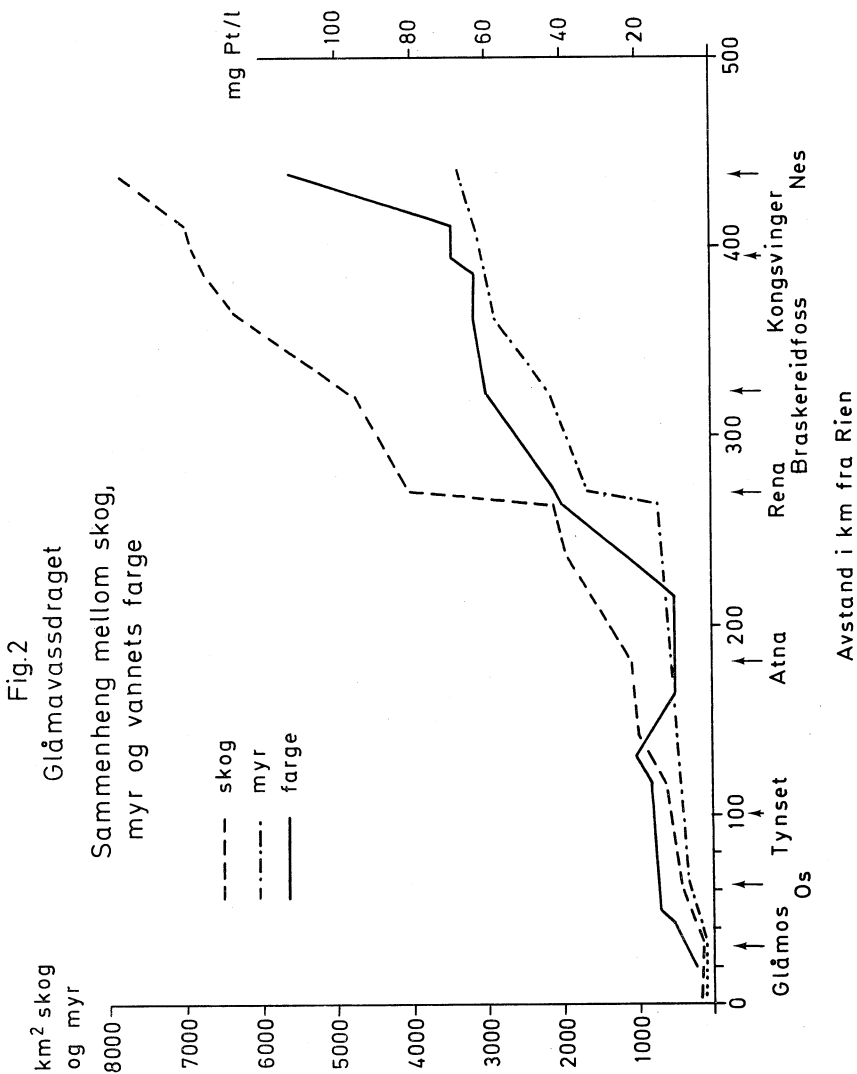
I henhold til nedbørfeltets geologi er vannet i Gudbrandsdalslågen meget saltfattig, særlig i kildeområdene. Bl.a. på grunn av økende kambrosiluriske bergartsinnslag i nedbørfeltet øker saltholdigheten nedover vassdraget. Særlig gjelder dette Mjøsområdet. Vannets konduktivitet øker fra ca. 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ved Lillehammer til ca. 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$  i Vorma.

Tilsvannet til Glåma nedstrøms Vormsund har til dels høyt innhold av salter (Holtan 1971). Disse vannmengder er imidlertid relativt sett for små til å øke saltholdigheten nevneverdig videre nedover hovedvassdraget.

Fra Aursunden og nedover mot Koppang—Stai-området har Glåmavannet et relativt lavt innhold av fargestoffer og organisk materiale (fargeverdi  $< 20 \text{ mg Pt}/\text{l}$ ). Videre nedover øker konsentrasjonen av

Fig.1 Konduktivitet og fosforkonsentrasjoner i Glåma





slike komponenter gradvis, og like før samtløp med Vormå er fargeverdiene til sine tider  $>100$  mg Pt/l. Denne kvalitetsendring har sammenheng med tilførsel av humusbelastet vann

fra myr og skogområder. Fig. 2 viser at det er en god korrelasjon mellom vannets fargeverdi og skog- og myr-arealenes størrelse. Tilførslene av humusstoffer varierer i betydelig grad

over året avhengig av bl.a. avrenningsforhold, årstider o.l.

Lågen er i relativt liten grad påvirket av humusvann og følgelig er den organiske belastning her lavere enn i Glåma. Algeproduksjonen i Mjøsa vil imidlertid til sine tider medføre betydelig organisk stofftransport via Vorma.

Middelverdien for vannets tørrstoffinnhold er noe høyere i Glåma (3,9 mg/l) enn i Vorma (3,5 mg/l). Den organiske partikulære stofftransporten er imidlertid av samme størrelsesorden (vel 8 000 tonn/år) i de to vassdrag.

Om sommeren transporterer Otta og Lågen store mengder breerodert materiale. Dette materiale har stor betydning som vekstbegrensende faktor i selve vassdraget såvel som i nordlige deler av Mjøsa (mindre lys-tilgang m.m.). På grunn av sedimentering i Mjøsa innvirker det partikulære materiale i uvesentlig grad på vannkvaliteten i Vorma—Glåma.

Under flomsituasjoner f.eks. om våren og høsten blir vassdraget nedenfor den marine grense tilført erosjonsmateriale (leire) fra de marine avsetninger. Man må anta at den moderne jordbruksbedrift (åkerbruk) i vesentlig grad har medført en økning av erosjonsaktiviteten.

Tørrstoffets konsentrasjonsverdier øker omtrent proporsjonalt med vannføringen i Vorma og i Glåma oppstrøms samløp Vorma, men ved vedvarende flom avtar tørrstoffverdiene relativt raskt. Særlig nedstrøms Øyeren øker turbiditetsverdiene raskt ved en begynnende vårflom (fig. 3). Turbiditetsverdiene synes å nå maksimum før flommen kulminerer, og

ved vedvarende flom avtar igjen partikkelinnholdet. Dette har sammenheng med at hovedtyngden av erosjonsmateriale tilføres under avsmeltingen i de sydlige og lavereliggende områder (bl.a. leireområdene). Når høyfjellsflommen kommer, vil den også grave ut og føre med seg erosjonsmateriale fra elveleiet, men tilførselen av slikt materiale fra de lavereliggende jordbruksområder vil være mindre når avsmeltingen i lavlandet er over. Øyeren tjener for øvrig som et sedimenteringsbasseng for tilført partikulært material fra områdene nord for og rundt innsjøen. Men likevel er den partikulære materialtransport i Glåma i Østfold meget høy under avsmeltings- og flomperioder.

Av tabell 2 går det frem at næringssaltkonsentrasjonene (middelverdier) er betydelig høyere i Vorma (12,3  $\mu\text{g P/l}$  og 379  $\mu\text{g N/l}$ ) enn i Glåma ved Fundifoss (9,6  $\mu\text{g P/l}$  og 275  $\mu\text{g N/l}$ ). Tilsvarende verdier i Glåma ved Askim er 14,3  $\mu\text{g P/l}$  og 362  $\mu\text{g N/l}$ . De årlige transportverdiene er angitt i tabell 3. På bakgrunn av disse verdier bidrar Vorma ved samløp Vorma—Glåma med ca. 57 % fosfor og ca. 61 % nitrogen (av total transport), og følgelig er Glåmas andel 43 % fosfor og 39 % nitrogen.

Fra Bingsfoss til utløp Øyeren øker næringssaltinnholdet med 120 tonn eller 40 % fosfor og 1 020 tonn eller 15 % nitrogen. Fig. 3 viser at det er betydelige variasjoner i konsentrasjonsverdiene over året. Konsentrasjonene er høyest om våren under lavlandsflommen — noe som må sees i sammenheng med transporten av ero-

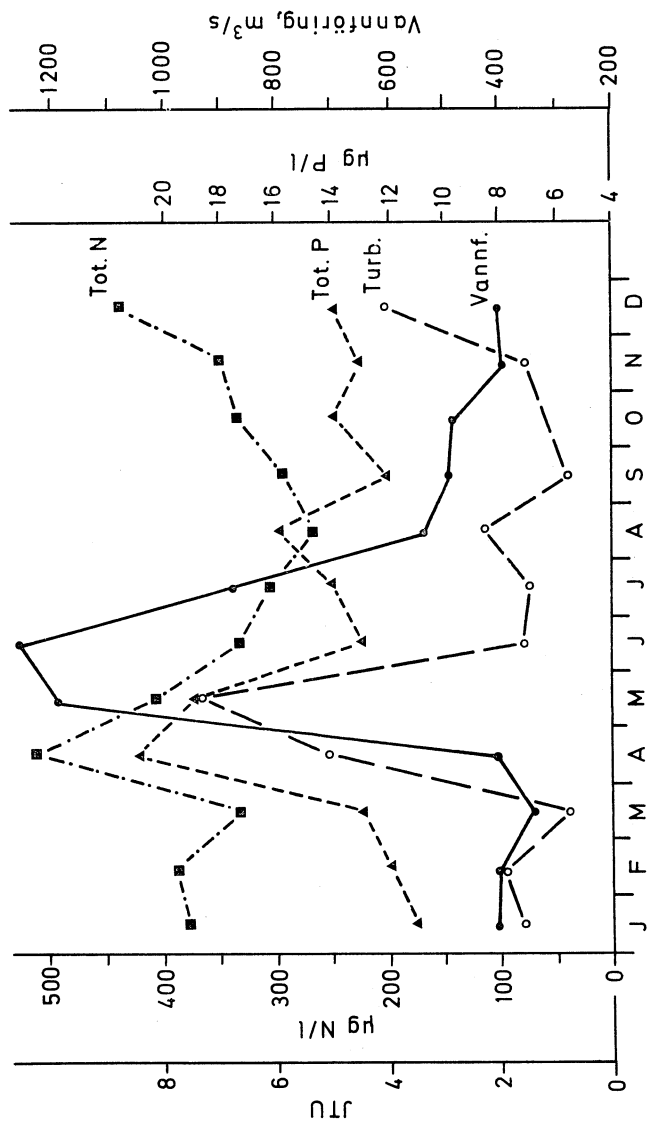


Fig.3

Glåma v/Askim

Vannføring – turbiditet – tot. P – tot. N. Middelværdier 1969 – 1973

En obs. pr. mnd.



Tabell 2. Vorma — Glåma. Kjemiske parametre.

| Sted               | Konduktivitet<br>$\mu\text{S}/\text{cm}$ | Tørrstoff<br>$\text{mg}/\text{l}$ | Total<br>fosfor<br>$\mu\text{g P}/\text{l}$ | Total<br>nitrogen<br>$\mu\text{g N}/\text{l}$ |
|--------------------|--|-----------------------------------|---|---|
| Vorma * . . . . .  | 39,4                                     | 3,5                               | 12,3  | 379   |
| Glåma, Fundifoss * | 34,6                                     | 3,9                               | 9,6   | 275   |
| Glåma, Bingsfoss * | 38,3                                     | 4,0                               | 10,1  | 330   |
| Glåma, Askim **    | 40                                       | —                                 | 14,3  | 362   |

\* Middelerverdier 1974. \*\* Middelerverdier 1969—1973.

Tabell 3. Materialtransport. Tonn/år.

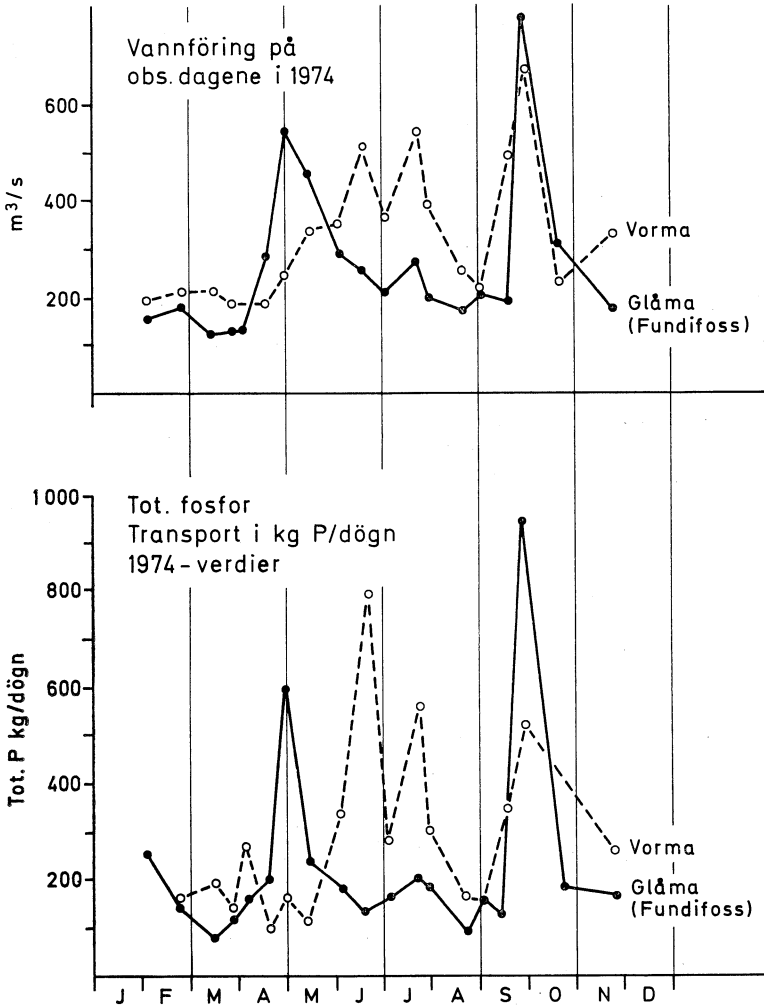
| Sted               | Total<br>fosfor | Total<br>nitrogen | Nitrat | Tørr-<br>stoff | Gløder | Tot. N/<br>NO <sub>3</sub> |
|--------------------|-----------------|-------------------|--------|----------------|--------|----------------------------|
| Vorma *            | 106             | 3370              | 1160   | 33370          | 25000  | 2,9                        |
| Glåma, Fundifoss * | 79              | 2165              | 407    | 44760          | 36640  | 5,8                        |
| Glåma, Bingsfoss * | 168             | 5630              | 1800   | 81384          | 60770  | 3,1                        |
| Glåma, Askim **    | 300             | 6650              | 3730   |                |        | 1,8                        |

\* 1974. \*\* Tonn/år middelerverdi 1969—1973.

Tabell 4. Fosfor og nitrogen tilførsel (kg/ha/år) fra Glåmas nedbørfelt.

| Elv                                       | Stasjon   | Tot. P | PO <sub>4</sub> -P | Forhold<br>PO <sub>4</sub> -P/Tot.P | Tot. N | Nitrat |
|---|-----------|--------|--------------------|-------------------------------------|--------|--------|
| Lågen (1974)                              | Fåberg    | 0,035  |                    |                                     | 1,22   |        |
| Vorma (1974)                              | Svanfoss  | 0,061  | 0,020              | 0,32                                | 1,95   | 0,67   |
| Glåma (1974)                              | Fundifoss | 0,038  | 0,011              | 0,29                                | 1,05   | 0,20   |
| Glåma (1974)                              | Bingsfoss | 0,047  | 0,011              | 0,23                                | 1,48   | 0,47   |
| Glåma (1969—<br>1973)                     | Askim     | 0,075  | 0,030              | 0,40                                | 1,65   | 0,93   |
| Elveavsnitt<br>fra Bingsfoss<br>til Askim |           | 0,555  | 0,355              | 0,64                                | 4,76   | 8,92   |

Fig.4 Vannføring og fosfortransportverdier i Vormå og Glåma



sjonsmateriale (Fig. 4). I løpet av månedene mai—juni er næringssalttransporten (både N og P) i Glåma ved Askim mellom 35 og 40 % av den totale årstransport.

Forholdet mellom transportert total nitrogen og uorganisk nitrogen ( $\text{NO}_3$ ) er svært forskjellig for de ulike nedbørfelter. Områdene som har størst innslag av jordbruksarealer avgir relativt sett betydelig større mengder nitrater enn total nitrogen. I avrenningsvannet fra skogområdene har det organiske nitrogenet den største dominans. Undersøkelser i Sverige har vist tilsvarende resultater (Ahl 1975) (Tot N/ $\text{NO}_3$  : 1,2 ved dominans av dyrket mark og 4,3 ved dominans av skogmark). Fønomenet har i vesentlig grad sammenheng med gjødsling i jordbruket.

Arealtapet for både fosfor og nitrogen er forskjellig i de forskjellige områdene avhengig av arealutnyttelse og virksomheten i nedbørfeltet (tabell 4). Verdiene stemmer godt overens med arealtapet fra tilsvarende områder i Sverige (Ahl 1975). Arealtapet av næringssalter er 3—4 ganger høyere i de nedre deler enn lenger nord i nedbørfeltet. Forskjell i befolkningstetthet og industrivirkosomhet er til dels årsak til dette, men økt tilførsel av erosjonsmateriale fra de marine områder er antagelig den viktigste årsak.

Fysisk-kjemiske og biologiske undersøkelser har vist at forholdene i Glåma fra Øyeren til Sarpsborg er sterkt preget av vassdraget ovenfor innsjøen. Det er relativt lite tilsig av vann fra det lokale nedbørfelt, og det er kort oppholdstid på vannmassene på strekningen fra Solbergfoss til

Sarpsfossen. Forurensningstilførslene fra den lokale industri og bebyggelse er moderat (fosfor og nitrogentilførselen  $<10\%$  av de totale tilførsler), men avløpene er ført inn i Glåma på en tilfeldig måte, og derved kan det oppstå betydelige lokale problemer (Arnesen 1968).

Vannkvaliteten i Øyeren og i vassdraget oppstrøms Øyeren blir derfor bestemmende for den generelle tilstand i vassdraget nedstrøms innsjøen.

Nedenfor Sarpsfossen er Glåma sterkt belastet med forurensninger fra bebyggelse og industri. Undersøkelser har vist at organisk stoff utgjør en viktig del av forurensningsbildet. Hovedtilførselen av organisk stoff kommer fra treforedlingsindustrien. Det store antall enkeltutslipp av kommunalt kloakkvann gir mange muligheter for lokale ulemper i tillegg til at kommunale utslipp også bidrar til den generelle forurensning. I den nåværende situasjon er det rimelig å anta at plantenæringsstoffene spiller en rolle for forurensningsvirkningene, men lokale ulemper av estetiske og hygienisk art er av størst betydning.

Hvalerøyene utenfor Glåmas munning er et viktig ferie- og rekreasjonsområde. Vannkvaliteten rundt øyene er i høy grad avhengig av kvaliteten i Glåmas vannmasser. Problemstillinger som er viktige i denne sammenheng og som bør bli gjenstand for undersøkelser, er bl.a. virkningen av plantenæringsstoffer og betydningen av de mange industriutslipp i Glåmas nedre del, samt utskiftnings- og fortynningsmekanismer i fjordsystemet.

#### LITTERATUR

- Ahl, I.* (1975). Närsaltkällor — en översikt. Eutrofiering. 10. nordiske symp. om vattenf. 1974. Nordforsk publ. 1975:1.
- Arnesen, R. T.* (1969). En undersøkelse av Glåma i Østfold. Del 2. NIVA-rapport O-217. 1969.
- Holtan, H.* (1971). Fysisk-kjemiske undersøkelser i Leirelva, Romerike. Grundförbättring, 24, 1071:1.
- Holtan, H.* (1973). Glåma i Hedmark. NIVA-rapport 0-138/70. Des. 1973.
- Holtan, H. & al.* (1975). Gudbrandsdalslågen, Mjøsa, Vormå. Resipientundersøkelser i forbindelse med planlagte vassdragsreguleringer 1974—1975. NIVA-rapport 0-151/73. Okt. 1975.