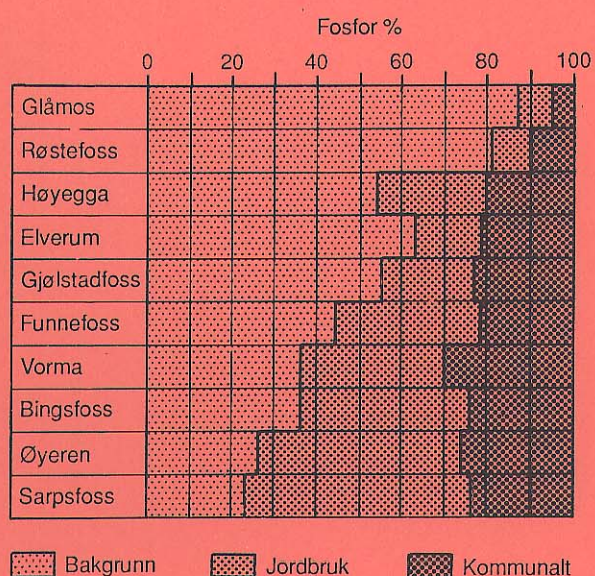


O-90083/90156

# Forurensningene i Glomma i 1989 - 1990

Forurensningsbudsjett, forurensningsgrad,  
vurderinger og prognoser



# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 89	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 43 033	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752 Telefax (065) 78 402	<b>Vestlandsavdelingen</b> Breiviken 5 5035 Bergen-Sandviken Telefon (05) 95 17 00 Telefax (05) 25 78 90
--	---	--	--

Prosjektnr.: 90083 90156
Undernummer:
Løpenummer: 2546
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  Forurensningene i Glomma 1989-1990. Forurensnings- budsjett, forurensningsgrad, vurderinger og prognoser.	Dato: Februar 1991
Forfatter (e):  Hans Holtan	Prosjektnummer:
	Faggruppe: Vassdrag
	Geografisk område: Glomma
	Antall sider (inkl. bilag): 65

Oppdragsgiver: SFT Handlingsplan Glomma, MD	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:  Rapporten beskriver vannkvalitetstilstand og stofftransport i Glomma i 1989-1990. Forurensningstilførslene til vassdraget er teoretisk beregnet. Retensjons- (effekt-) koeffisienter for ulike elvestrekninger er beregnet (målt). Vannkvalitet, forurensningsbelastning og vannets egnethet for bruk er klassifisert for de ulike elvestrekninger. Prognoser for forurensningstilstanden i år 2000 er utarbeidet.
---

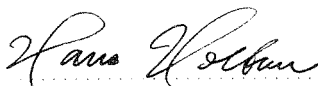
4 emneord, norske:

1. Glomma
2. Forurensningsbudsjett
3. Stofftransport
4. Klassifisering

4 emneord, engelske:

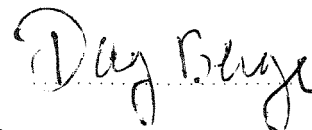
- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder:



Hans Holtan

For administrasjonen:



ISBN 82-577-1861-0

**NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING**

**FORURENSNINGENE I GLOMMA I 1989-1990**

**Forurensningsbudsjett, forurensningsgrad,  
vurderinger og prognoser**

**Februar 1991**

## FORORD

Denne utredning er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) som en del av prosjektet "Handlingsplan Glomma".

"Handlingsplan Glomma" og Statens forurensningstilsyn (SFT) har vært oppdragsgivere og finansiert prosjektet.

Forurensningsbudsjettene er basert på rapporter fra fylkeskommunene i Hedmark, Akershus og Østfold. Det har vært nødvendig med mindre justeringer og tilpasninger av dette materialet.

Einar Jystad, som er diplomkandidat ved Institutt for Vassbygging ved Norges Tekniske Høyskole (NTH), har som del av sitt diplomarbeid, laget en modell på regneark, for å beregne forurensningstilførsler og transport i vassdraget.

Vi takker for oppdraget og retter en spesiell takk til prosjektlederen for Handlingsplan Glomma, Ivar Helleberg og overingeniør Erik Hauan, SFT, for godt samarbeide og givende diskusjoner.

Oslo, 20. februar 1991

Hans Holtan

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

<u>Seksjon</u>	<u>Side</u>
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	3
1.1 Sammendrag	3
1.2 Konklusjon	4
2. INNLEDNING	6
3. FORURENSNINGSPROBLEMER I GLOMMA OG ÅRSAKEN TIL DISSE	7
4. HOVEDKILDER FOR OG TILFØRSEL AV FOSFOR OG NITROGEN TIL GLOMMA	8
5. FOSFOR- OG NITROGENTRANSPORTEN I GLOMMA	13
5.1 Vannføring og vannføringsvariasjoner	13
5.2 Målte konsentrasjoner av fosfor og nitrogen i Glomma i 1988	15
5.3 Spredning og retensjon av fosfor og nitrogen i Glomma	21
5.3.1 Generelt	21
5.3.2 Retensjons/spredningskoeffisienter	22
5.3.2.1 Retensjon av fosfor i innsjøer	22
5.3.2.2 Retensjon av fosfor i elver	23
5.3.2.3 Retensjon av nitrogen i innsjøer	24
5.3.2.4 Retensjon av nitrogen i elver	25
5.3.3 Effektkoeffisienter for fosfor og nitrogen i Glomma	25
5.4 Transport av fosfor og nitrogen i Glomma	28
5.5 Variasjoner i transport	34
6. ORGANISK STOFF	36
7. PARTIKULÆRT MATERIALE	37

<u>Seksjon</u>	<u>Side</u>
8. TUNGMETALLER	38
9. BAKTERIER OG VIRUS	44
9.1 Generelt	44
9.2 Spredning/inaktivering av tarmbakterier	44
9.3 Analyseresultater fra Glomma	45
10. Begroing/algevekst/høyere vegetasjon	49
11. FORURESNINGSGRAD, VANNKVALITETSTILSTAND OG EGNETHET	52
12. GLOMMA. FORURESNINGSUTVIKLINGEN FREM TIL 2000	58
12.1 Forurensningsprognose og prognoseforutsetninger	58
12.2 Forurensningssituasjonen i Glomma i år 2000	59
13. LITTERATUR	64

## 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

### 1.1 Sammen drag

Med bakgrunn i de senere års overvåkingsresultater er forurensnings-situasjonen og forurensningstransporten i Glomma beskrevet.

I regi av fylkeskommunene i Hedmark, Akershus og Østfold er det utarbeidet fylkesrapporter om forurensningstilførsler ut fra data om forurensningsproduksjon og teoretiske tilføringskoeffisienter. Dataene fra fylkesrapportene er sammenstilt for hele Glommavassdraget.

Med forankring i tilførselsdataene, data om vannføring og beregnet/antatt retensjon er det laget en modell (matrise) for teoretisk beregning av transporten av fosfor og nitrogen i vassdraget. Transportverdiene er fordelt på hovedkilder. Modellen er verifisert mot transportverdier beregnet ut fra de senere års måleresultater. Tas det hensyn til usikkerhetene som ligger både i de teoretiske data og måleresultatene, er det en rimelig god overensstemmelse mellom beregnet og målte (normalår) transportverdier.

Glommavannet har et betydelig innhold av organisk stoff som har sin opprinnelse i skog og myrområder, men tilførsler via ulike typer avløpsvann har også en viss betydning.

I Tynset-Alvdal området samt i de nedre deler av Glomma er det under flomperioder, særlig om våren, betydelig transport av partikulært materiale som tilføres som erosjonsprodukter fra landområder - særlig jordbruksområder.

Gruveområdene i de øvre deler av nedbørfeltet medfører betydelige tilførsler av tungmetaller. Konsentrasjonene avtar nedover i vassdraget etter hvert som fortynningsvann gjør seg gjeldende.

Det er utarbeidet en spredning/inaktiveringsmodell for tarmbakterier og virus. Bakterieinnholdet varierer og kan lokalt medføre betydelige problemer.

Generell vannkvalitet, forurensningsgrad og vannets egnethet for bruk er klassifisert i henhold til retningslinjer gitt i Vannkvalitetskriterier for ferskvann (SFT 1989).

Med bakgrunn i generell kunnskap om samfunnsutviklingen er det laget

en prognose for forurensningssituasjonen i Glomma i år 2000.

## **1.2 Konklusjon**

Aursunden - Glåmos: Innsjøen og elveavsnittet er næringsfattig og lite forurensset. Tungmetallinnholdet er lavt, men dog ikke kl. 1. Vannkvaliteten egnet til de fleste formål. Ved eventuell drikkevannsforsyning må vannet desinfiseres.

Aursunden - Røstefossen: Orva er sterkt forurensset av tungmetaller fra gruveområder. Det samme er tilfelle med Håelva som nedstrøms Røros dessuten er betydelig forurensset av kloakkvann. Dette virker inn på de økologiske forhold i elva og vannets egnethet for praktisk bruk er sterkt redusert.

Røstefossen - Høyegga: Vassdragsavsnittet kan betegnes som moderat til markert forurensset (kl. 2 - kl. 3) både med hensyn til virkning av næringsalter, organisk stoff og tungmetaller. Lokalt nedstrøms punktutslipp gjør forurensningene seg mest gjeldende. I Tynset - Alvdalområdet tilføres elva enkelte år betydelige mengder partikulært materiale og næringsalter under vårflommen. Dette medfører bl.a. at vannets egnethet for bruk (drikkevann) blir sterkt redusert.

Høyegga - Rena: På strekningen mottar elva flere store sideløp som er lite forurensset. Vannkvaliteten i hovedelva blir derfor gradvis bedre bortsett fra lokalt nedstrøms punktutslipp, f.eks. Koppang. (Ca 40% av årlig vannføring ved Høyegga overføres til Rena kr.v.).

Rena - Storsjøen: Vannkvaliteten i Øvre Rena kan betegnes som moderat forurensset. Dette som følge av forurensningstilførsler fra Øvre Rendalen (jordbruk, kloakk) så vel som fra Glomma. Storsjøen er lite til moderat forurensset og vannkvaliteten er egnet til de fleste bruksformål. Vannkvaliteten i nedre Rena (nedstrøms Storsjøen) er også lite til moderat forurensset.

Rena - Elverum: Tilførsel av kloakkvann og industrielt avløpsvann medfører at vannkvaliteten nedstrøms Rena kan betegnes som moderat forurensset. Tilførsel av til dels sterkt humuspåvirket avrenningsvann fra myr og skogområder nedsetter vannets brukskvalitet til f.eks. drikkevann.



Elverum - Gjølstadfossen: Generelt sett er vannkvaliteten i hovedvassdraget moderat forurenset, men lokalt nedstrøms punktutslipp av kloakkvann og avrenning fra jordbruket avviker vannkvaliteten markert fra naturtilstanden (kl. 3). Vannet er ikke egnet som drikkevann uten omfattende behandling (kl. 3). Forurensningene nedsetter også vannkvaliteten i rekreasjonsmessig sammenheng (kl. 2).

Gjølstadfossen - Funnefoss: Forurensningstilførslene på strekningen medfører at vannkvalitetstilstanden generelt sett må betegnes som mindre god. Vannkvaliteten oppstrøms og nedstrøms Kongsvinger er ikke vesentlig forskjellig. Dette gjelder både næringssalter, organisk stoff og tungmetaller. Påvirkning av partikulært materiale blir gradvis mer markert.

Oppstadåa er surere og mer rik på humusstoffer og næringssalter enn Glomma. Storsjøen i Odalen kan betegnes som moderat forurenset.

Vorma: Vannkvaliteten er preget av vannkvaliteten i Mjøsa, men det tilføres betydelige mengder forurensninger fra det lokale nedbørfelt. Elva er i perioder sterkt slamførende. Vannet kan betraktes som moderat forurenset (kl. 2).

Funnefoss - Bingsfoss: Generelt sett er vannet også på denne strekningen moderat forurenset (kl. 2) med gjødselsstoffer og organisk materiale. I perioder, særlig om våren, er vannet sterkt belastet med partikulært materiale. Det nedsetter bl.a. vannets egnethet til f.eks. drikkevann (omfattende behandling må til), badevann etc. Generell vannkvalitetstilstand = kl. 3.

Øyeren: Vannet i Øyeren er til tider (våren) sterkt belastet med partikulært materiale. Med hensyn til eutrofiering og virkning av organisk stoff hører innsjøen til forurensningsklasse 2 - moderat forurenset. Generell vannkvalitetstilstand, kl. 3-4.

Øyeren-Sarpsfossen: Elven er til tider sterkt slamførende og markert belastet med næringssalter. Forurensningsgrad og generell vannkvalitetstilstand = kl. 3. Vannet kan ikke brukes som drikkevann uten meget omfattende behandling.

## 2. INNLEDNING

Hovedmålet med utredningen har vært å

- lage et forurensningsbudsjett for Glomma med hensyn til næringsalter, tungmetaller og mikrobiologisk belastning.
- beregne forurensningstransporten på 10 utvalgte punkter i vassdraget:
  - Aursunden eller Glåmos
  - Røstefoss
  - Høyegga/Bellingmo
  - Elverum
  - Gjølstadfoss
  - Funnefoss/Ullern kirke
  - Vorma v/Svanfoss
  - Bingsfoss/Rånåsfoss
  - Øyeren
  - Sarpsfoss
- bestemme forurensningsgrad og vurdere vannkvalitetens egnethet for ulike bruk.
- vurdere forurensningsutviklingen frem mot år 2000.

### 3. FORURENSNINGSPROBLEMER I GLOMMA OG ÅRSAKEN TIL DISSE

I henhold til en rekke tidligere undersøkelser er forurensningsproblemene i Glommavassdraget i første rekke knyttet til begroing og algevekst, transport av erosjonsmateriale (partikler), tungmetaller og høyt innhold av tarmbakterier og virus.

Årsaken til dette er å søke i utslipp av kommunalt avløpsvann og avrenning fra dyrket mark. Dette stimulerer det biologiske produksjonsgrunnlag og medfører tilførsler av tarmbakterier. Jordbruksvirksomheten har også ført til økte tilførsler av erosjonsmateriale etter hvert som åkerarealene har økt på bekostning av eng/husdyrhold (Holtan 1990). Tungmetalltilførslene stammer i første rekke fra nedlagte gruver i de øvre deler av elvens nedbørfelt. I de sydligere områder kan det forekomme utslipp av industrielt avløpsvann.

Vannføringen i Glomma varierer i betydelig grad over året. Flomvannføring særlig vår og høst, medfører betydelig utvasking av erosjonsmateriale - vannet blir grått. I flomperiodene tilføres vassdraget betydelige mengder flytende gjenstander og søppel, f.eks. plastgjenstander, emballasje o.l.

Vassdraget drenerer store myr- og skogsarealer. Resultatet av dette er stor tilførsel av organisk stoff (humusstoffer). Særlig nedstrøms Rena er vannet sterkt brunfarget.

De viktigste kilder til sykdomsfremkallende bakterier og virus er kommunalt avløpsvann og til en viss grad husdyrgjødsel. Forurensningene er størst i enkelte sideelver og nedstrøms tettsteder som Tynset, Alvdal, Rena, Elverum, Kongsvinger, Lillestrøm osv.

Glomma fører til tider med seg betydelige mengder søppel, sagflis og annet rask som kan være til betydelig sjenanse for den praktiske bruken av elva.

I den følgende beskrivelse og diskusjon av forurensningsproblemene, blir hovedvekten lagt på tilførsel og transport av fosfor, nitrogen og partikulært materiale. Dette fordi vi antar at disse stoffer skaper de største problemene i Glomma. Dessuten antas tilførslene av disse stoffer til havområdene utenfor å være av vesentlig betydning for begroing og algevekst.

#### 4. HOVEDKILDER FOR OG TILFØRSEL AV FOSFOR OG NITROGEN TIL GLOMMA

I tilknytning til "Handlingsplan Glomma" har de 3 berørte fylkeskommuner Hedmark (med Røros), Akershus og Østfold utarbeidet teoretiske forurensningsbudsjetter for hver sin del av Glomma (Østlandskonsult 1990, Avløpssambandet Nordre Øyeren 1989, Østlandskonsult 1990).

I henhold til oppdraget har vi, med bakgrunn i fylkesrapportene, beregnet tilførslene av fosfor og nitrogen til ulike deler av vassdraget. Resultatene er gitt i tabell 4.1

Tabell 4.1 Tilførsel av fosfor og nitrogen (fordelt på hovedkilder) fra ulike deler av Glommas nedbørfelt. Benevning tonn/år.

Område	Total fosfor, tonn/år				Total nitrogen tonn/år			
	Komm.	Bakgr.	Jordbruk	Sum	Komm.	Bakgr.	Jordbruk	Sum
Aursunden	0.3	5.2	0.5	6.0	3.0	93.2	23.1	119.3
Glåmos-Røstefoss	1.8	3.7	1.6	7.1	15.3	108.5	32.5	156.3
Røstefoss-Høyegga	6.2	16.5	8.3	31.0	79.7	445.9	346.0	871.6
Høyegga-Elverum	11.4	36.6	6.4	54.4	163.4	1097.0	253.5	1513.9
Elverum-Gjølstadfoss	8.9	12.6	10.4	31.9	83.8	423.5	527.2	1034.5
Gjølstadfoss-Funnefoss	8.8	10.1	6.4	25.3	120.5	353.3	320.0	793.8
Vorma (lokalt)	7.1	4.3	9.8	21.2	45.0	125.8	194.6	365.4
Vorms./Funn.-Bingsfoss	10.1	4.4	34.5	49.0	108.1	120.3	680.0	908.4
Bingsfoss-Øyeren utl.	42.4	12.4	50.8	105.6	576.6	354.5	1011.7	1942.8
Øyeren-Sarpsborg	17.0	9.2	68.0	94.2	102.0	215.0	1099.0	1416.0
Sum	114	115	196.7	425.7	1297.4	3337.0	4487.6	9122.0

Som det går fram av tabell 4.1 og fig. 4.1 og 4.2 er bidragene som skyldes menneskelig aktiviteter relativt sett beskjedne i de nordlige deler av feltet, men øker på sydovert. Tilførslene av kommunalt avløpsvann og avrenning fra jordbruket gjør seg likevel markert gjeldende på strekningen Røstefossen - Høyegga. Nedstrøms Elverum dominerer tilførslene av fosfor og nitrogen fra menneskelige aktiviteter - den naturlige bakgrunnsavrenning er relativt sett beskjedne.

Fosfor- og nitrogentilførselen til Glomma fordelt på hovedkilder og kommuner er vist i figurene 4.3 og 4.4.

Hovedkildenes prosentvise andel av de totale tilførsler av fosfor og nitrogen er vist i tabell 4.2.

Tabell 4.2 Hovedkildenes prosentvise andel av tilførslene fra de enkelte områder.

Elveavsnitt	Fosfor			Nitrogen		
	Komm.	Bakgr.	Jordbruk	Komm.	Bakgr.	Jordbruk
Aursunden-Glåmos	5	87	8	3	78	19
Glåmos-Røstefoss	25	52	23	10	69	21
Røstefoss-Høyegga	20	53	27	9	51	40
Høyegga-Elverum	21	67	12	10	73	17
Elverum-Gjølstadfoss	28	40	32	8	41	51
Gjølstadfoss-Funnefoss	35	40	25	15	45	40
Vorma (lokalt)	33	20	46	12	34	53
Vorms./funn.-Bingsfoss	21	9	70	12	13	75
Bingsfoss-Øyeren utl.	40	12	48	30	18	52
Øyeren-Sarpsfoss	18	10	72	10	14	76
<b>Totalt</b>	<b>26.8</b>	<b>27.0</b>	<b>46.2</b>	<b>14.2</b>	<b>36.6</b>	<b>49.2</b>

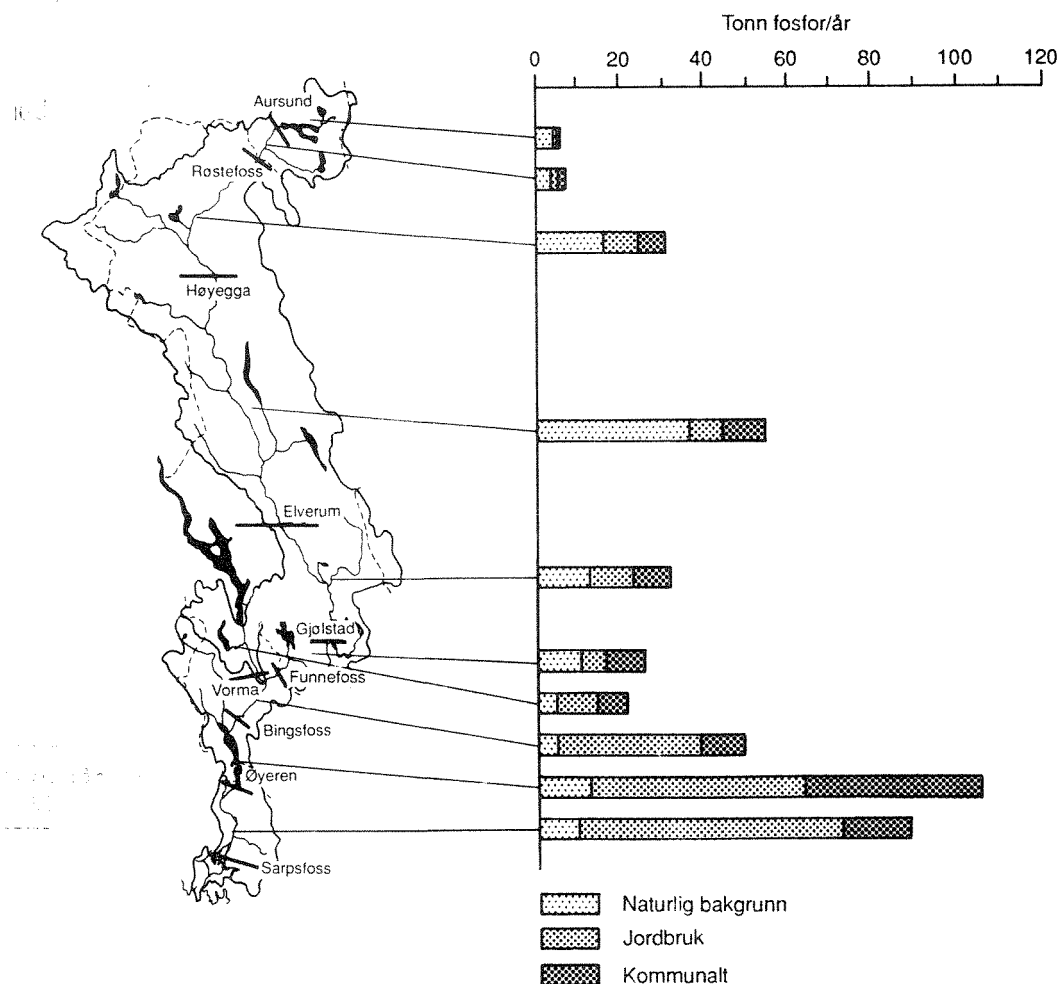


Fig. 4.1 Tilførsler av fosfor til ulike deler av Glomma - fordelt på hovedkilder. Benevning tonn/år.

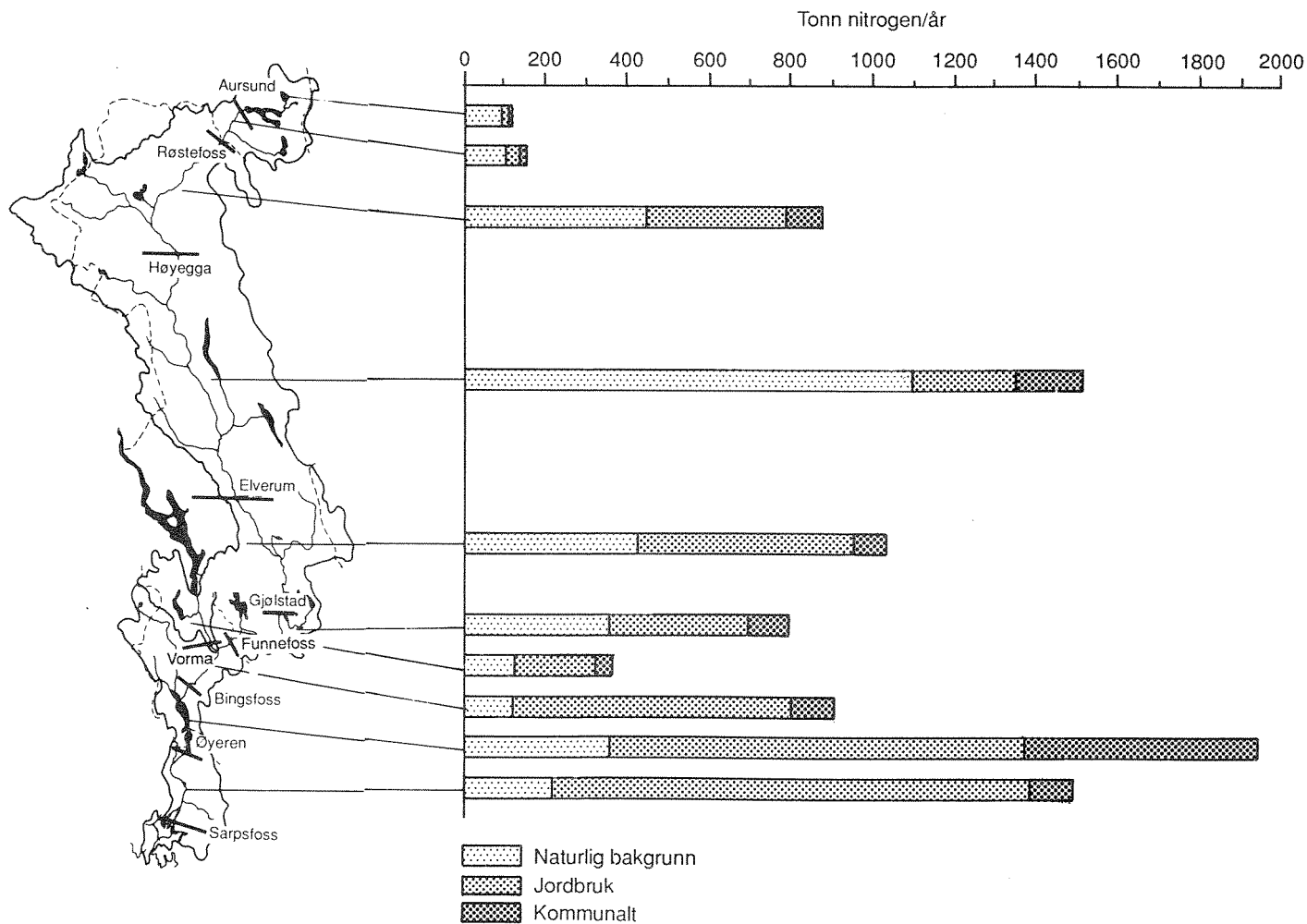


Fig. 4.2 Tilførsler av nitrogen til ulike deler av Glomma - fordelt på hovedkilder. Benevning tonn/år.

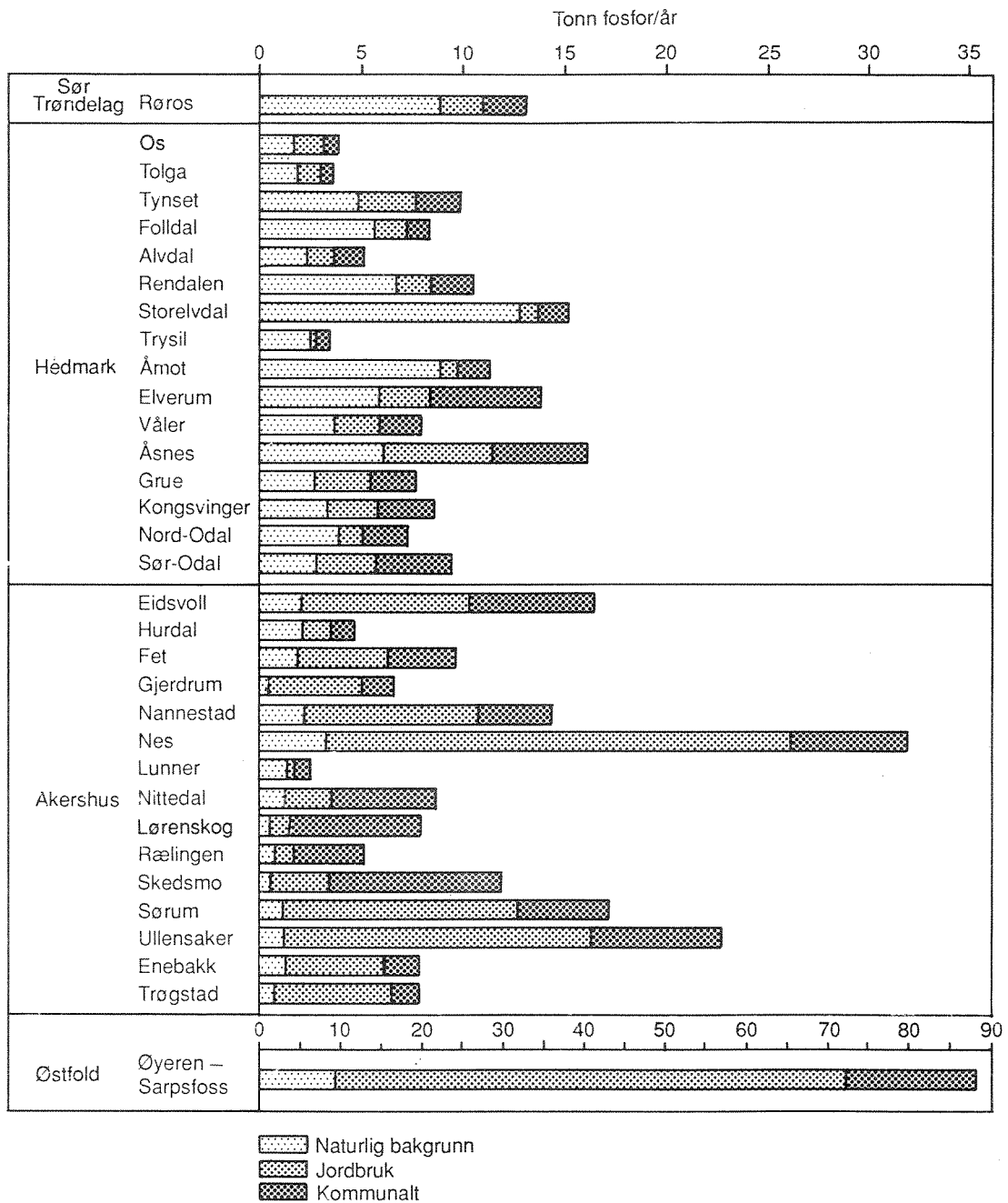


Fig. 4.3 Fosfortilførsel til Glomma fordelt på hovedkilder og kommuner.

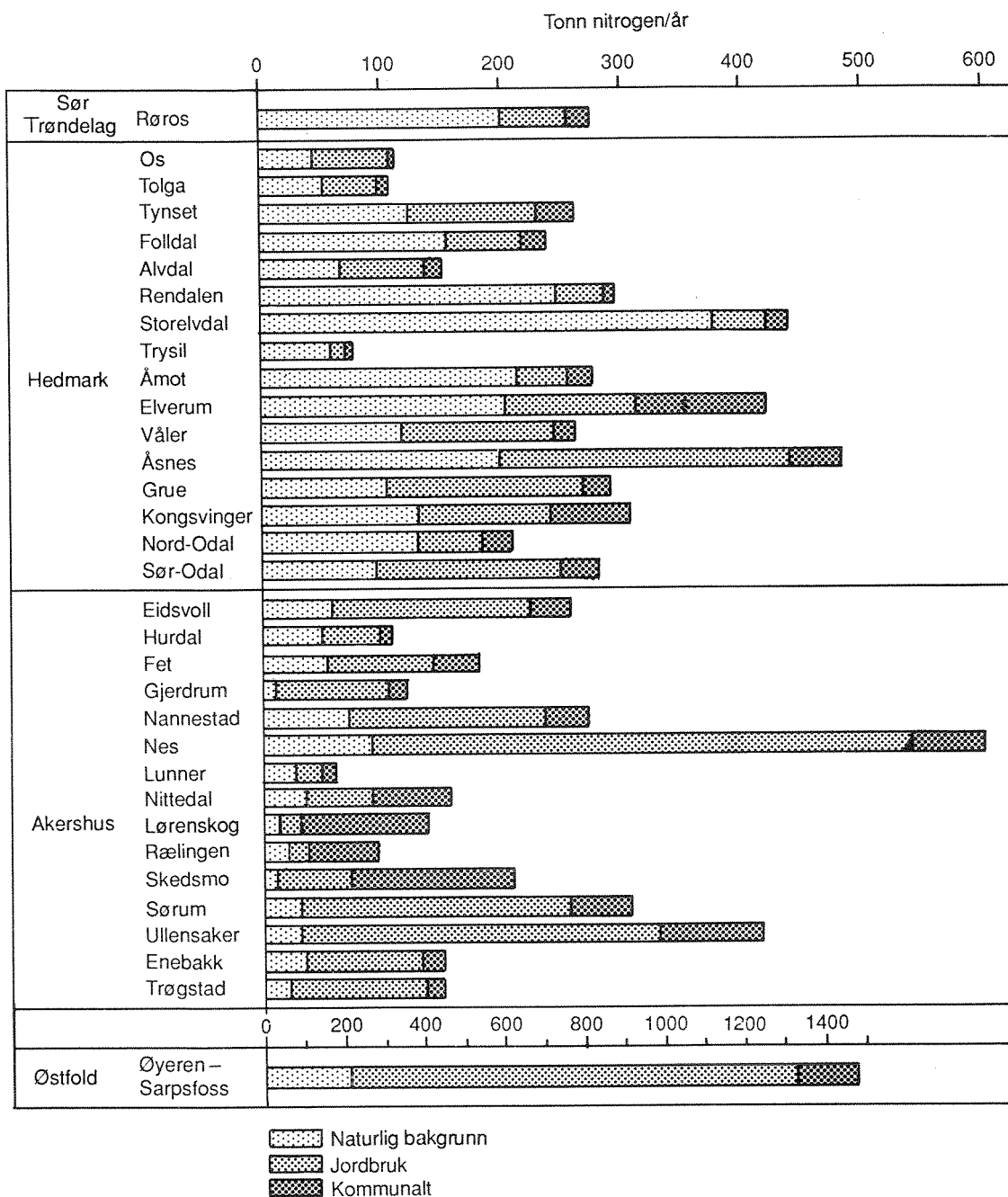


Fig. 4.4 Nitrogentilførsel til Glomma fordelt på hovedkilder og kommuner.



## 5. FOSFOR- OG NITROGENTRANSPORTEN I GLOMMA

Stofftransporten og konsentrasjon av stoffer i vassdrag bestemmes primært av vannføring/vannføringsvariasjoner og tilførsler. Sekundært vil retensjon (tilbakeholdelse) og inaktivering innvirke.

### 5.1 Vannføring og vannføringsvariasjoner

Glommens og Laagens Brukseierforening måler vannføringen på en rekke steder i Glomma. Fig. 5.1 viser månedsvannføringen midlet over årene 1978-1989 på noen av stasjonene. De midlere årsverdier er stiplet og verdiene angitt.

I Glomma oppstrøms samløp Vorma er vannføringen høyest (flomtopp) i mai. I Vorma inntreffer flomtoppen i juni, slik at flomvannføringen nedstrøms samløpet får en noe lengre varighet. Både regionale variasjoner i snøsmeltingen samt en viss magasineffekt i Mjøsa er årsak til forskyvelsen i tid.

Snøsmeltingen og lokale regnskyll i lavlandet, har størst betydning med hensyn til tilførsler av erosjonsmateriale. Normale høyfjellsflommer kan medføre fortykning. Spesielle høye flomvannføringer som medfører at store områder oversvømmes, medfører utvasking av betydelige stoffmengder fra landområdene.

Tabell 5.1 er et eksempel på hvordan måneds- og årsvannføringer under et bestemt år kan avvike fra de normale vannføringer. I 1988 var de midlere månedsvannføringer høyere enn normalt bortsett fra i november og desember. Spesielt var den midlere vannføring i september høy dette år.

Tabell 5.1 Vannføringsvariasjoner (månedsmidler) ved Solbergfossen i et normalår 1978-89 og i 1988 (m<sup>3</sup>/sek).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅR
Normalår 1978-89	465	406	357	488	1300	1336	859	785	688	769	556	474	707
1988	545	533	395	496	1816	1534	938	928	1520	810	517	384	869

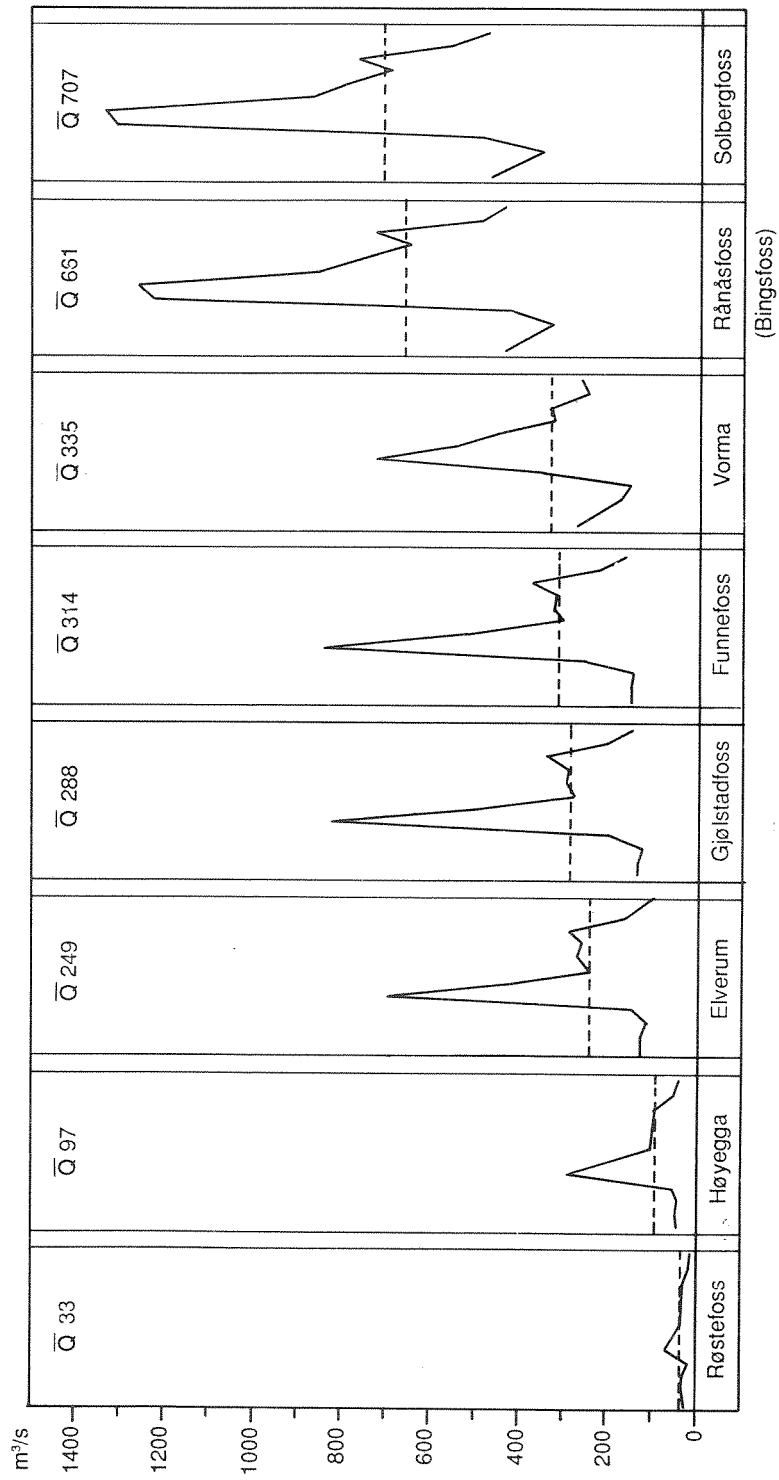


Fig. 5.1 Glomma. Månedsvannføring midlet over årene 1978-1989. (Glommens og Laagens Brukseierforening). Årsmiddelverdiene er stiplet og angitt for hvert målested.

## **5.2 Målte konsentrasjoner av fosfor og nitrogen i Glomma i 1988**

Stoffkonsentrasjon er bestemt av stofftilførsler og tilgjengelige vannmengder.

Variasjoner i månedsvannføring og konsentrasjon av fosfor og nitrogen ved Høyegga/Billingmo, Elverum, Gjølstadfoss og Funnefoss/Ullern kirke i 1988 er vist i fig. 5.2, 5.3, 5.4 og 5.5. Fig. 5.6 viser daglige vannføringsvariasjoner ved Sarpsfossen samt de målte konsentrasjoner av fosfor og nitrogen. Bortsett fra om våren da den første avsmelting i lavlandet medfører store tilførsler av næringsrikt vann (fig. 5.6), følger variasjonene i konsentrasjon og vannføring i store trekk hverandre, men konsentrasjonsøkninger kommer ofte i forkant av vannføringstoppen. Konsentrasjonene er høyest når vannføringen begynner å øke. Normale flommer fra de høyereliggende områder av feltet virker fortynnende. Spesielt høye flommer medfører oversvømmelser og utvasking av stoffer. Situasjonen ved Høyegga i mai er et eksempel på dette. Flommen hadde tydeligvis medført betydelig utvasking av bl.a. gjødselstoffer fra de lavereliggende elvesletter som i betydelig grad er jordbruksarealer (husdyr).

Aritmetriske middelveier og variasjonsbredde for fosfor og nitrogen på ulike steder i Glomma er vist i fig. 5.7 og 5.8. Grenser for tilstandsklasser (SFT 1989) er også tegnet inn.

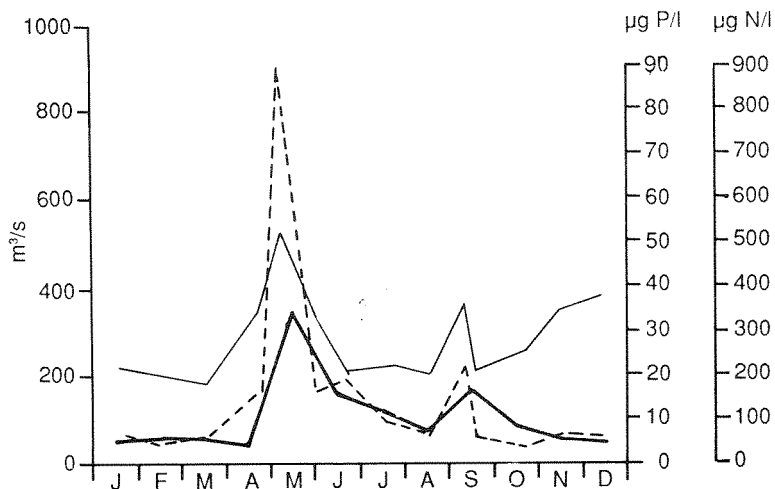


Fig. 5.2 Høyegga/Belingmo 1988. Vannføring, m<sup>3</sup>/s.  
Konsentrasjon av fosfor og nitrogen i µg/l.

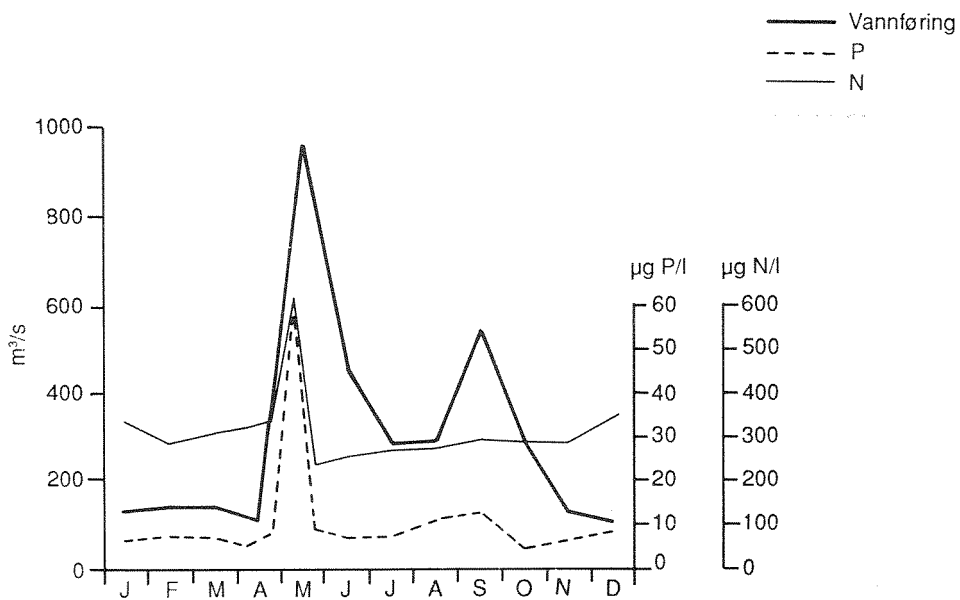


Fig. 5.3 Elverum 1988. Vannføring, m<sup>3</sup>/s.  
Konsentrasjon av fosfor og nitrogen i µg/l.

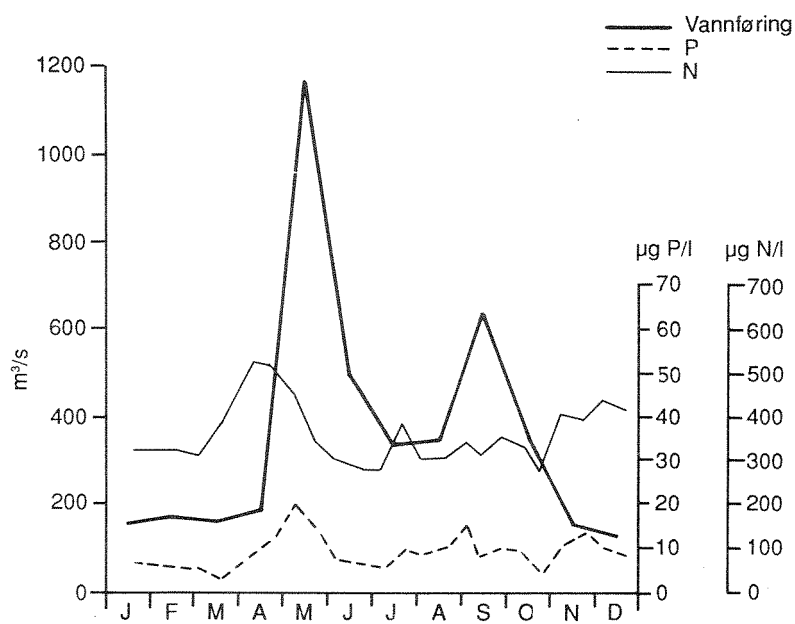


Fig. 5.4 Gjølstadfoss 1988. Vannføring, m<sup>3</sup>/s.  
Konsentrasjon av fosfor og nitrogen i µg/l.

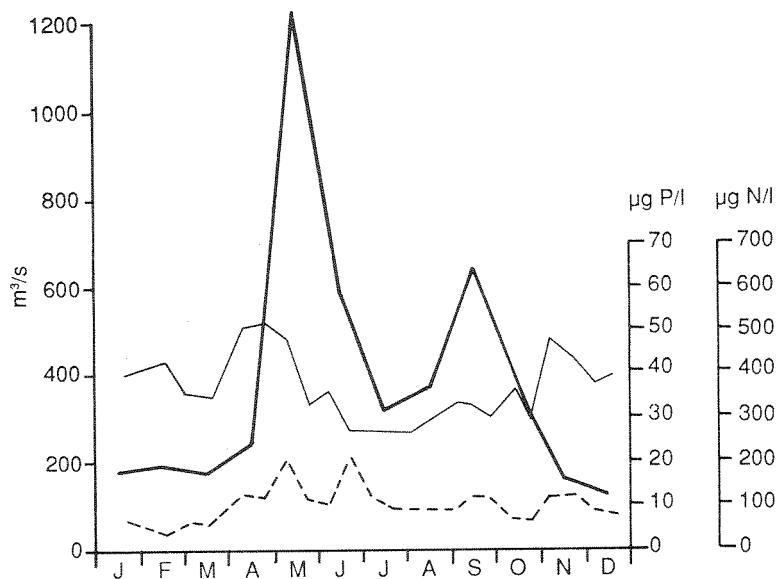


Fig. 5.5 Funnefoss/Ullern kirke 1988. Vannføring, m<sup>3</sup>/s.  
Konsentrasjon av fosfor og nitrogen i µg/l.

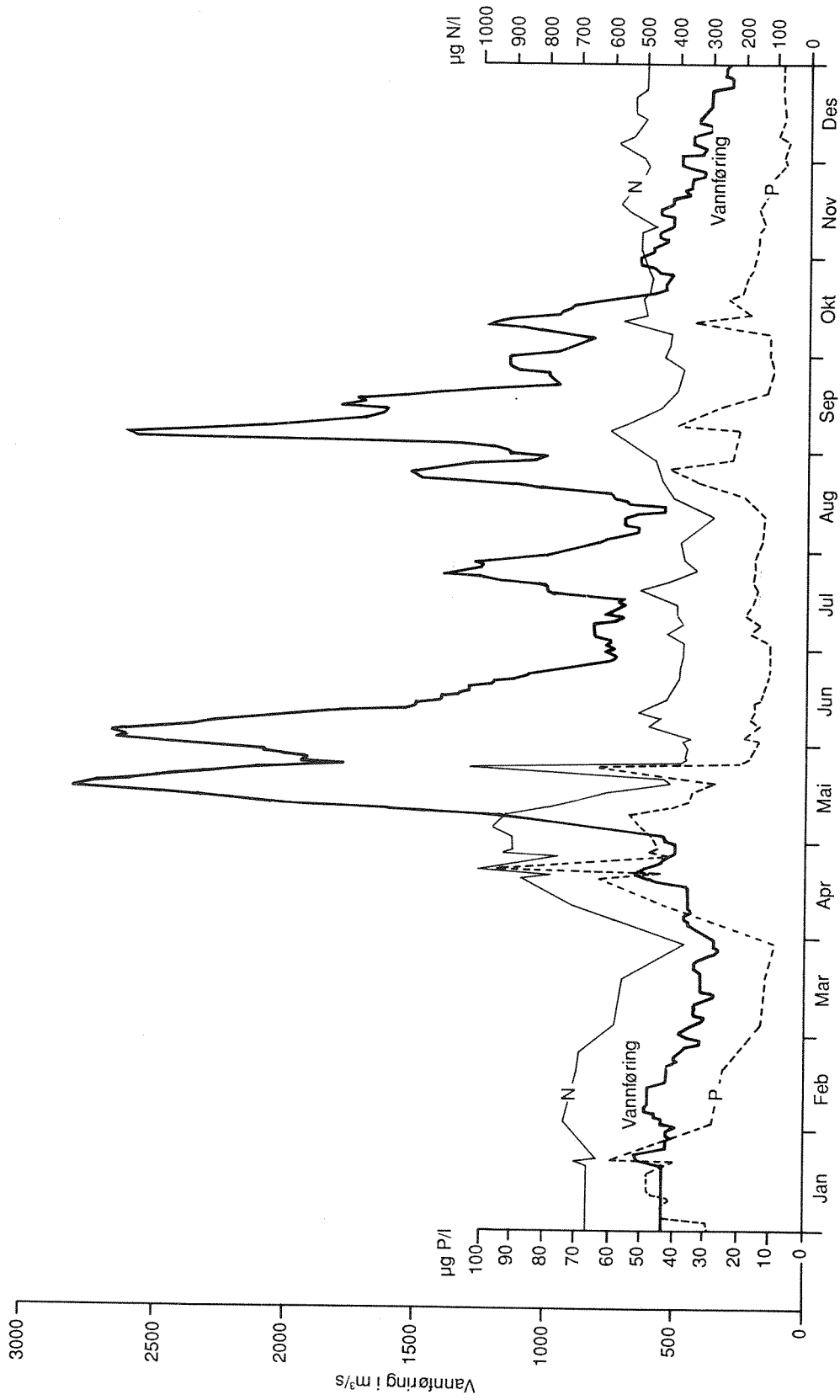


Fig. 5.6 Sarpsfossen, 1988. Vannføringer i m<sup>3</sup>/s. Konsentrasjon av fosfor og nitrogen i µg/l.

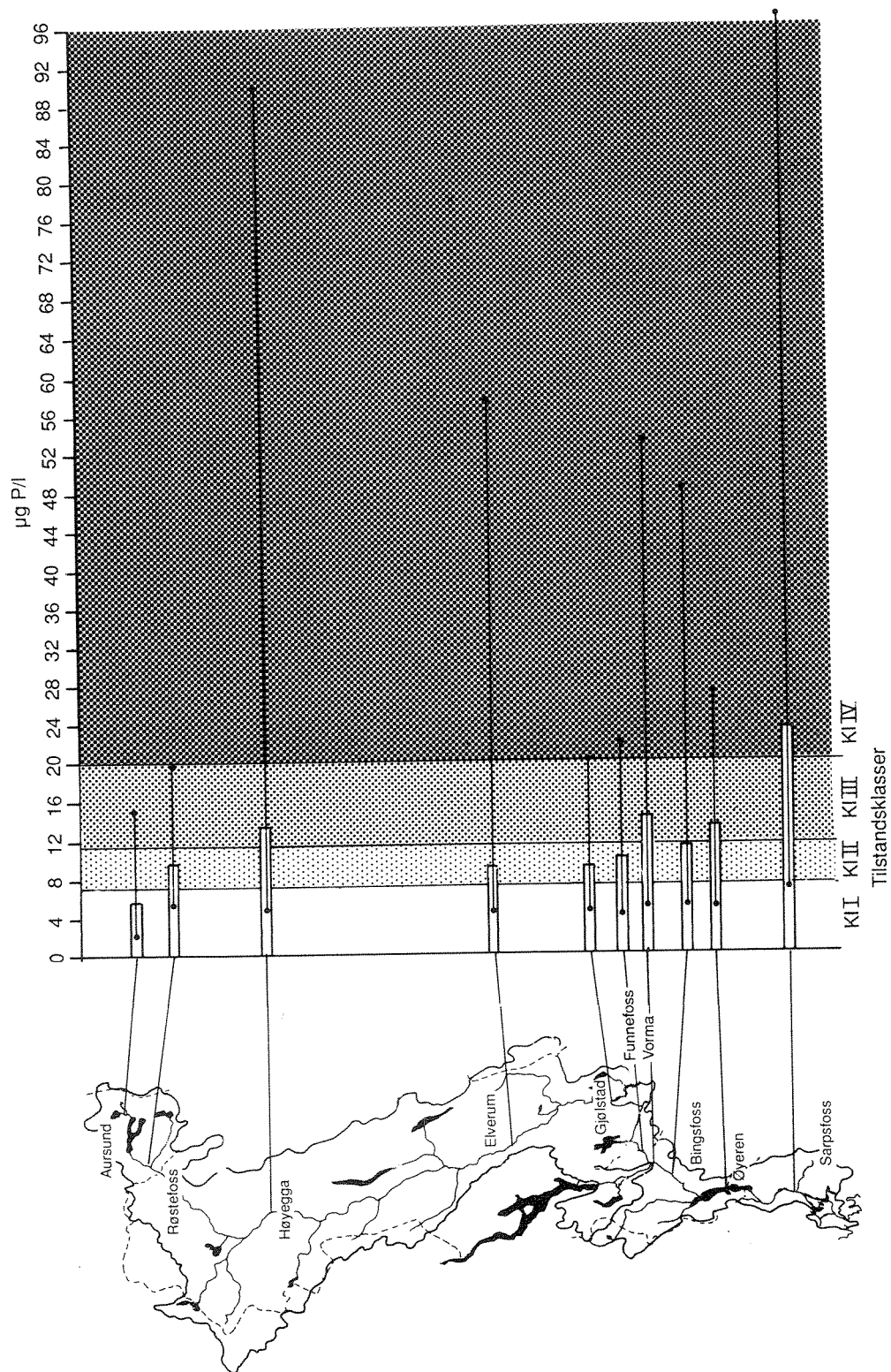


Fig. 5.7 Fosforkonsentrasjon i Glomma 1988.  
Maks., middel og min.verdier i µg P/l.

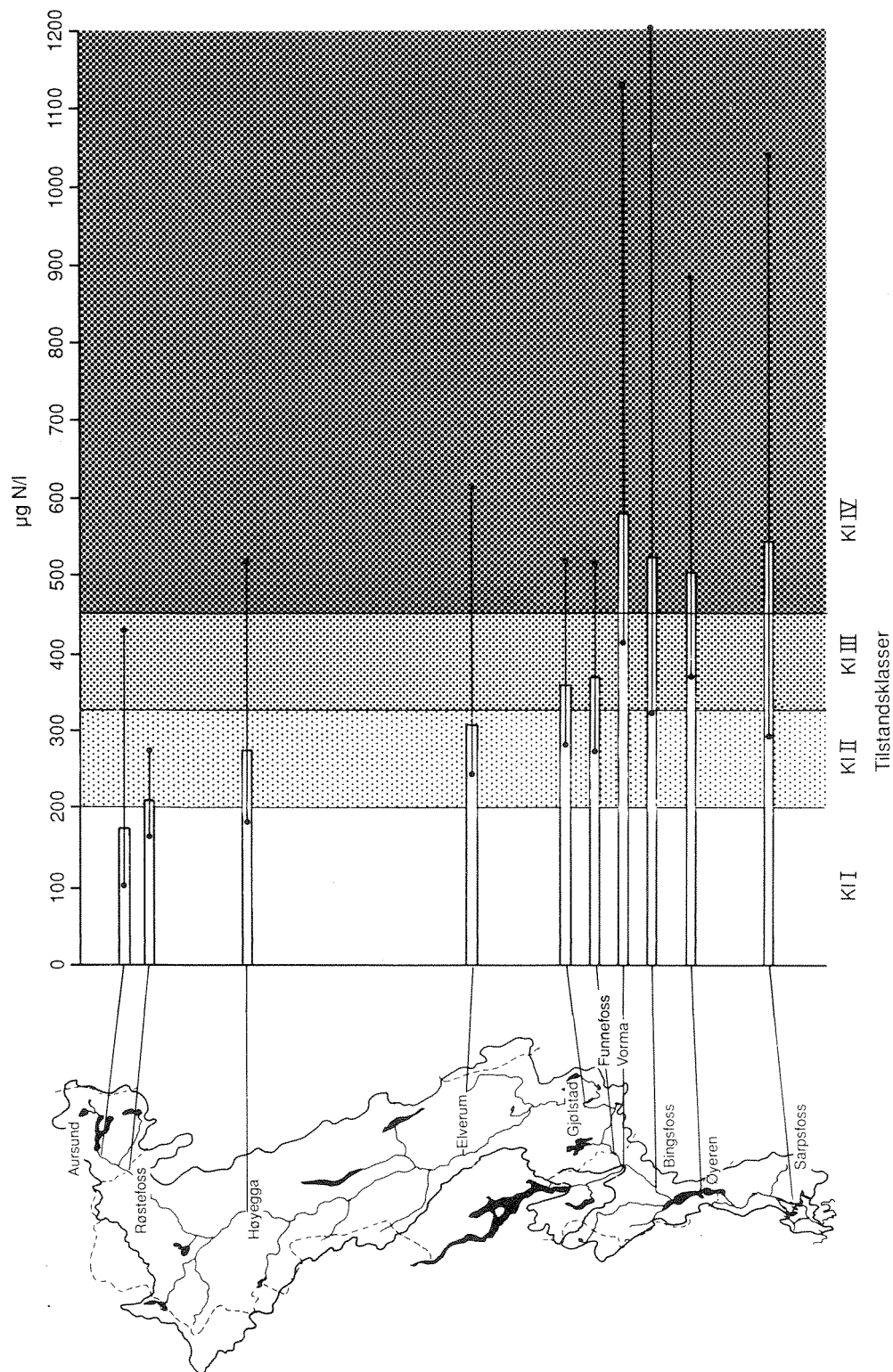


Fig. 5.8 Nitrogenkonsentrasjon i Glomma 1988.

Maks., middel og min.verdier i µg N/l.



### 5.3 Spredning og retensjon av fosfor og nitrogen i Glomma

#### 5.3.1 Generelt

I et geologisk tidsperspektiv dannes elvedaler ved at vannet på sin vei fra fjell til fjord graver, eroderer og transporterer materiale mot stadig lavere nivåer. Erosjonseffekten som avhenger av grunnforholdene, er vanligvis størst i brattlendt terreng mens stoffene avsettes (ihvertfall temporært) i flatere terreng og det dannes elvesletter eller deltaer. Innsjøer, tjern, dammer og loner virker som sedimentasjonsfeller.

Erosjons- og sedimentasjonseffekten varierer med jordsmonn og grunnforhold i avrenningsområdet, vannmengder (nedbør) og vannhastighet slik som vist i fig. 5.9.

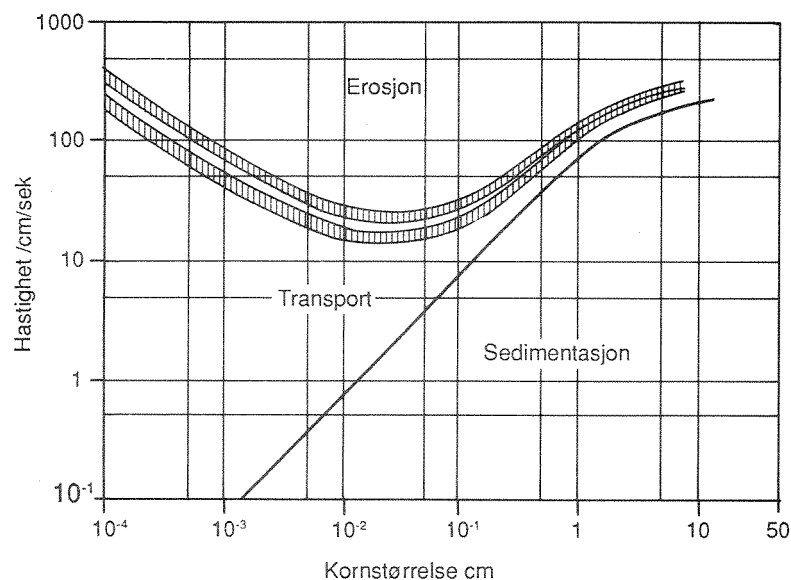


Fig. 5.9 Hjulstrøms diagram for sedimentasjon (etter Roseth 1989).

### 5.3.2 Retensjons/spredningskoeffisienter

#### 5.3.2.1 Retensjon av fosfor i innsjøer

Larsen og Mercier (1975 og 1976) kom, på bakgrunn av et stort erfaringsmateriale, frem til at retensjonen,  $R_p$ , for fosfor i innsjøer var en funksjon av vannets teoretiske oppholdstid i innsjøen. Denne funksjon er senere modifisert og tilpasset norske innsjøer, både dype og grunne (Rognerud et al. 1979 og Berge 1987). Med forankring i disse modeller kan retensjonen av totP i relasjon til den teoretiske oppholdstid i innsjøer fremstilles som vist i fig. 5.10.

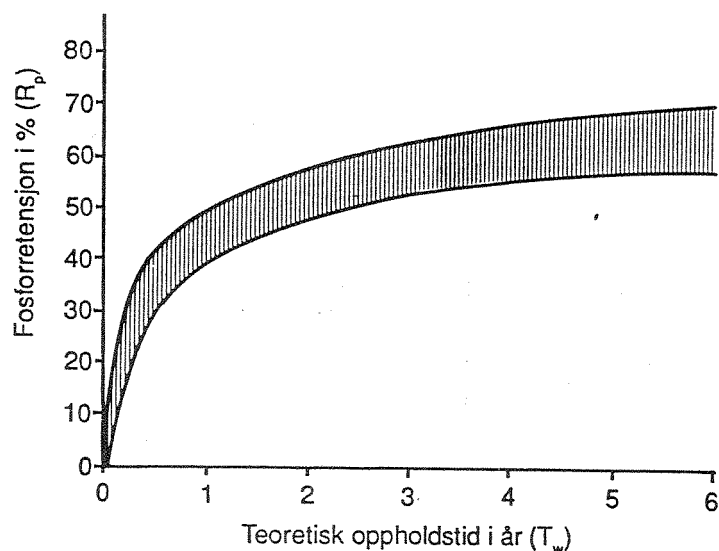


Fig. 5.10 Kurve for bestemmelse av fosforretensjon i innsjøer.

Retensjonen (sedimentasjon) av fosfor i innsjøer i Glommavassdraget blir i henhold til fig. 5.10 følgende:

	<u>Retensjon</u>	<u><math>T_w</math>=teoretisk oppholdstid</u>
Aursunden:	50%	0.9 år
Lomnesjøen:	15%	0.02 "
Storsjøen i Rendal:	60%	2.6 "
Løpsjøen:	15%	0.02 "
Mjøsa:	65%	5.6 "
Øyeren:	19%	0.05 "

### 5.3.2.2 Retensjon av fosfor i elver

I motsetning til i innsjøer er det i elver en kontinuerlig og omfattende stoffutveksling mellom vannmassene, ulike typer organismer og bunnsedimentene. Variasjoner i vannføring og vannhastighet spiller i denne sammenheng en stor rolle. Stoffer som sedimenterer i lavvannsperioder resuspenderer og fraktes videre ved høye vannføringer. Vi antar imidlertid at det i stilleflytende partier, løner og reguleringsdammer over tid kan være en viss netto retensjon av fosfor. Ved oversvømmelse kan partikulært materiale avleires på elvesletter. Biologiske opptak og adsorpsjon vil medføre et gradvis avtak eller inaktivering av fosforet, slik at den biologiske tilgjengelighet avtar. Det er imidlertid hverken i Glomma eller i andre vassdrag utført spesielle studier for å belyse hva en eventuell slik inaktivering betyr.

P.g.a. det regionalt varierende strømningsmønster (hurtig- og sakteflytende) i en elv, vil tilbakeholdelse av stoffer variere. Bruk av varierende retensjonskoeffisienter vil medføre et meget omfattende arbeide (gjetninger). Vi har derfor i våre beregninger av fosfortransporten i Glomma antatt en retensjonsprosent på 0.1 pr. km elvestrekning i middel. Den inverse retensjonskoeffisienten eller effektkoeffisienten kan beregnes ved:

$$E_{p,elv} = \left(1 - \frac{p}{100}\right)^n$$

hvor  $E_{p,elv}$  = effektkoeffisienten (belastning - retensjon i %)  
 p = retensjonsprosenten pr. km  
 n = antall km elvestrekning

Det er store usikkerheter knyttet til denne beregningsmåte, og vi vil anbefale at det iverksettes forskning for å verifisere riktigheten av denne hypotese.

### 5.3.2.3 Retensjon av nitrogen i innsjøer

Retensjon av nitrogen i innsjøer er lite undersøkt og det er ikke utviklet noe modellverktøy som kan anvendes i denne sammenheng.

Måleresultater fra en del innsjøer på Østlandet gir følgende verdier for retensjon ( $R_{N0}$ ).

Tyrifjorden:	ca 9%
Mjøsa:	ca 8% i 1976, ca 15% i 1977
Storsjøen i Rendalen:	ca 9%
Femunden:	ca 3%
Ossjøen:	ca 4%
Aursunden:	ca 5%
Øyeren:	ca 4%

Sammenholder vi disse verdier med retensjonen av fosfor, finner vi at  $R_{N0} \approx 0.2 R_p$

hvor  $R_{N0}$  = retensjonskoeffesient for N i dype, lite prod. innsjøer  
 $R_p$  = " " " " P i tilsvarende innsjøer

Ved å beregne retensjon av nitrogen,  $R_{N0}$ , på denne måten, får vi følgende resultat for innsjøer i Glommavassdraget:

Lomnessjøen:	ca 4%
Storsjøen Rendalen:	ca 12%
Løpsjøen:	ca 4%
Mjøsa:	ca 13%
Øyeren:	ca 4%

I mer produktive innsjøer hvor denitrifikasjonsprosessen gjør seg gjeldende, øker verdien av  $R_N$  i varierende grad, avhengig av eutrofieringstilstanden, men foreløpig vil vi foreslå følgende verdier:

$$R_{Ne} \text{ (eutrofe innsjøer)} = 0.2 R_p + 0.2$$

$$R_{Nm} \text{ (mesotrofe innsjøer)} = 0.2 R_p + 0.1$$

#### **5.3.2.4 Retensjon av nitrogen i elver**

I lite produktive norske elver, som f.eks. Glomma, kan vi på årsbasis se bort fra retensjon av nitrogen på elvestrekninger. Om sommeren blir nitratinholdet i elva redusert pga. biologisk opptak i planter. Om høsten og vinteren når plantene dør eller løsrives, blir det temporært bundne nitrogenet på nytt frigitt og fraktet videre.

I sakteflytende elver, f.eks. jordbruksbekker med høyt innhold av organisk stoff og lavt oksygeninnhold, kan et visst nitrogentap finne sted pga. denitrifikasjon. Med forankring i litteraturen kan vi anta at nitrogen-tapet i denne type vannforekomster varierer fra 0 til ca 30%. I selve Glomma (elvepartiene) vil vi se bort fra retensjon av nitrogen.

#### **5.3.3 Effektkoeffisienter for fosfor og nitrogen i Glomma**

Den biologiske betydning eller effekt av et utslipp betraktes her som differansen mellom utslippsmengde og retensjon på strekningen fra utslippsstedet og til det aktuelle sted. Med bakgrunn i retensjons- og spredningsbetraktningene i kap. 5.3.2, er effektkoeffisientene for total fosfor og total nitrogen på ulike strekninger i Glomma gitt i tabell 5.2 og 5.3.

Effekten (transporten) på et bestemt sted i vassdraget av et bestemt utslipp høyere oppe, beregnes som produkt av utslippsmengden og den aktuelle effektkoeffisient. Slippes det f.eks. ut ett tonn fosfor ved Røros, vil 540 kg av dette nå frem til Elverum og 340 kg til Sarpsfoss.

Ved beregning av effektkoeffisientene er det tatt hensyn til at ca 40% av årsvannføringen ved Høyegga overføres til Rendalen.

Tabell 5.2 Total fosfor. Effektkoeffisienter. Tilbakeholdelse i elv  
satt til 0.1% fosfor pr. km.

\* Retensjonen i Mjøsa gjelder belastningen ovenfor.

	Røros	Røstefoss	Tynset	Alvdal	Høyegga	Åkerstrømmen	Storsjøen	Løpsjøen	Koppang	Rena	Elverum	Kongsvinger	Skarnes	Funnefoss	Mjøsa	Vormsund	Fetsund	Øyeren	Sarpsfoss	
Røros	1																			
Røstefoss	0.97	1																		
Tynset	0.92	0.95	1																	
Alvdal	0.90	0.93	0.99	1																
Høyegga	0.87	0.90	0.96	0.97	1															
Åkerstrømmen	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	1														
Storsjøen	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.40	1													
Løpsjøen	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.32	0.82	1												
Koppang	0.49	0.51	0.55	0.56	0.57	----	----	----	1											
Rena	0.47	0.49	0.52	0.53	0.54	----	----	----	0.95	1										
Elverum	0.54	0.56	0.59	0.60	0.61	0.31	0.80	0.97	0.92	0.97	1									
Kongsvinger	0.48	0.50	0.53	0.54	0.55	0.28	0.71	0.87	0.82	0.87	0.89	1								
Skarnes	0.47	0.49	0.52	0.53	0.54	0.27	0.69	0.85	0.80	0.85	0.87	0.98	1							
Funnefoss	0.46	0.48	0.51	0.52	0.53	0.26	0.67	0.83	0.78	0.83	0.84	0.96	0.98	1						
Mjøsa															0.35					
Vormsund															0.34	1				
Fetsund	0.45	0.47	0.49	0.50	0.51	0.25	0.65	0.81	0.76	0.81	0.82	0.93	0.95	0.97	0.33	0.97	1			
Øyeren	0.36	0.38	0.40	0.41	0.41	0.20	0.53	0.66	0.61	0.66	0.66	0.75	0.77	0.80	0.27	0.80	0.81	1		
Sarpsfoss	0.34	0.36	0.38	0.39	0.39	0.19	0.50	0.63	0.58	0.63	0.63	0.71	0.73	0.76	0.26	0.76	0.77	0.95	1	

Tabell 5.3 Total nitrogen. Effektkoeffisienter. Tilbakeholdelse i elv satt til 0%.

\* Retensjon i Mjøsa gjelder belastning ovenfor.

	Røros	Røstefoss	Tynset	Alvdal	Høyegga	Åkerstrømmen	Storsjøen	Løpsjøen	Koppang	Rena	Elverum	Kongsvinger	Skarnes	Funnefoss	Mjøsa	Vormsund	Fetsund	Øyeren	Sarpsfoss	
Røros	1																			
Røstefoss	1	1																		
Tynset	1	1	1																	
Alvdal	1	1	1	1																
Høyegga	1	1	1	1	1															
Åkerstrømmen	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	1														
Storsjøen	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.88	1													
Løpsjøen	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.86	0.96	1												
Koppang	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	----	----	----	1											
Rena	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	----	----	----	1	1										
Elverum	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.86	0.96	1	1	1	1									
Kongsvinger	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.86	0.96	1	1	1	1	1								
Skarnes	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.86	0.96	1	1	1	1	1	1							
Funnefoss	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.86	0.96	1	1	1	1	1	1	1						
Mjøsa															0.87					
Vormsund															0.87	1				
Fetsund	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.86	0.96	1	1	1	1	1	1	1	0.87	1	1			
Øyeren	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.82	0.92	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.84	0.96	0.96	1		
Sarpsfoss	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.82	0.92	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.84	0.96	0.96	0.96	1	

#### 5.4 Transport av fosfor og nitrogen i Glomma

Forurensningstransporten ved de ulike punkter basert på beregningsresultatene (modifisert) som er fremkommet ved arbeide på fylkesnivå er vist i tabell 5.4. Tilførslene er fordelt på hovedkildene: kommunale utslipp, bakgrunnsavrenning fra skog og fjell og avrenning fra jordbruket.

Transportverdiene basert på målinger i 1988 ved de samme punkter er vist i samme tabell, 5.4. For beregning av disse verdier er det brukt tidsveide middelverdier.

I 1988 var vannføringen i Glomma ca 20% høyere enn normalt. 1988-verdiene er derfor forsøkt "normalisert", dvs. tilpasset normalvannføringen. Disse resultater er også gitt i tabell 5.4.

De totale transportverdier, beregnet, målt og "normalisert" er satt opp i fig. 5.11 og 5.12. Aursunden og Røstefossen er ikke med i figuren pga. at datamaterialet herfra er av eldre dato. Ved normalisering av fosforverdiene i Vorma og ved Bingsfossen, er det tatt hensyn til Mjøsas utjevne innvirkning. I Øyeren er de normaliserte verdier beregnet ut fra midlere sommerklorofyll og fosforkonsentrasjon i innsjøen. Det antas at klorofyllverdiene gir de beste resultater, bl.a. fordi en større del enn normalt av fosforet i Øyeren er partikulært bundet og følgelig i liten grad biologisk tilgjengelig.

Ut fra figurene 5.11 og 5.12 ser det ut til å være relativt god overensstemmelse mellom transporten basert på teoretiske tilførselsberegninger og "normaliserte" måleresultater. Dette betyr bl.a. at vi kan anvende effektkoeffisientene (tab. 5.2 og 5.3) for å beregne/anslå hvor stor del (størrelsesorden) de teoretisk beregnede utslipp langs vassdraget har for transportverdiene lengre nede. I tabell 5.5 er andelen som kommer frem til Sarpsfossen av fosfor- og nitrogenutslippene på ulike vassdragsstrekninger, beregnet.



Tabell 5.4 Forurensningstransport forbi ulike punkter i Glomma i 1988  
Teoretiske beregninger og målinger. Beregninger tonn/år.

Sted	Kommunalt		Bakgrunn		Jordbruk		Totalt		Målte verdi		Obs. år	Normaliserte måleverdier	
	P	N	P	N	P	N	P	N	Fosfor	Nitrogen		Fosfor	Nitrogen
Belastn. Aursunden	0.3	3.0	5.2	93.2	0.5	23.1	6.0	119.4					
Utl. Aursunden	0.2	2.8	2.6	84.3	0.2	20.9	3.0	108	3.7	112	1980	3.7	112
Røstefossen	1.9	22	6.2	204	1.7	60	9.9	286	12.3	240	1984	12.3	240
Høyegga/Bellingen	7.2	98	19.7	648	9.3	402	36.2	1148	44.7	846	1988	36.8	677
Elverum	14.0	253	42.2	1665	10.6	620	66.8	2538	92.5	2803	1988	74	2242
Gjølstadfoss	21.1	337	50.1	2089	19.8	1147	91.0	3573	100.7	4188	1988	80.6	3350
Funnefoss/Ullern	28.8	457	58.0	2444	43.8	1467	130.6	4368	120.2	4600	1988	92.2	3680
Vorma	31.5	723	37.7	1916	36.2	2650	105.4	5289	192*	7412*	1988	150.0	5930
Bingsfoss/Rånåsfoss	66.0	1243	99.0	4450	112.5	4566	277.5	10259	316	13507	1988	252.8	10800
Belastn. Øyeren	112.7	1873	112.4	4835	208.3	5809	433.4	12517					
Øyeren, målt ANØ									641	15411		456.0	12330
Sarpsfossen	106.3	1949	99.1	4857	229.7	6700	435.1	13506	674	15785	1988	519	12628

Kommentarer: De målte transportverdier er forsøkt normalisert i henhold til normal vannføring.

Videre blir det regnet med at en stor del av fosfortilførselen til Øyeren under vårflom er partikulært bundet og sedimenterer raskt. Fosforkonsentrasjonen i innsjøen gir belastning på 584 tonn P/år. Ut fra klorofyllverdiene en belastning på 456 tonn P/år.

\* ANØ-tall (transporten ut av Mjøsa v/Minnesund var i henhold til NIVA-verdier for Mjøsa: 129 tonn fosfor og 6678 tonn nitrogen).

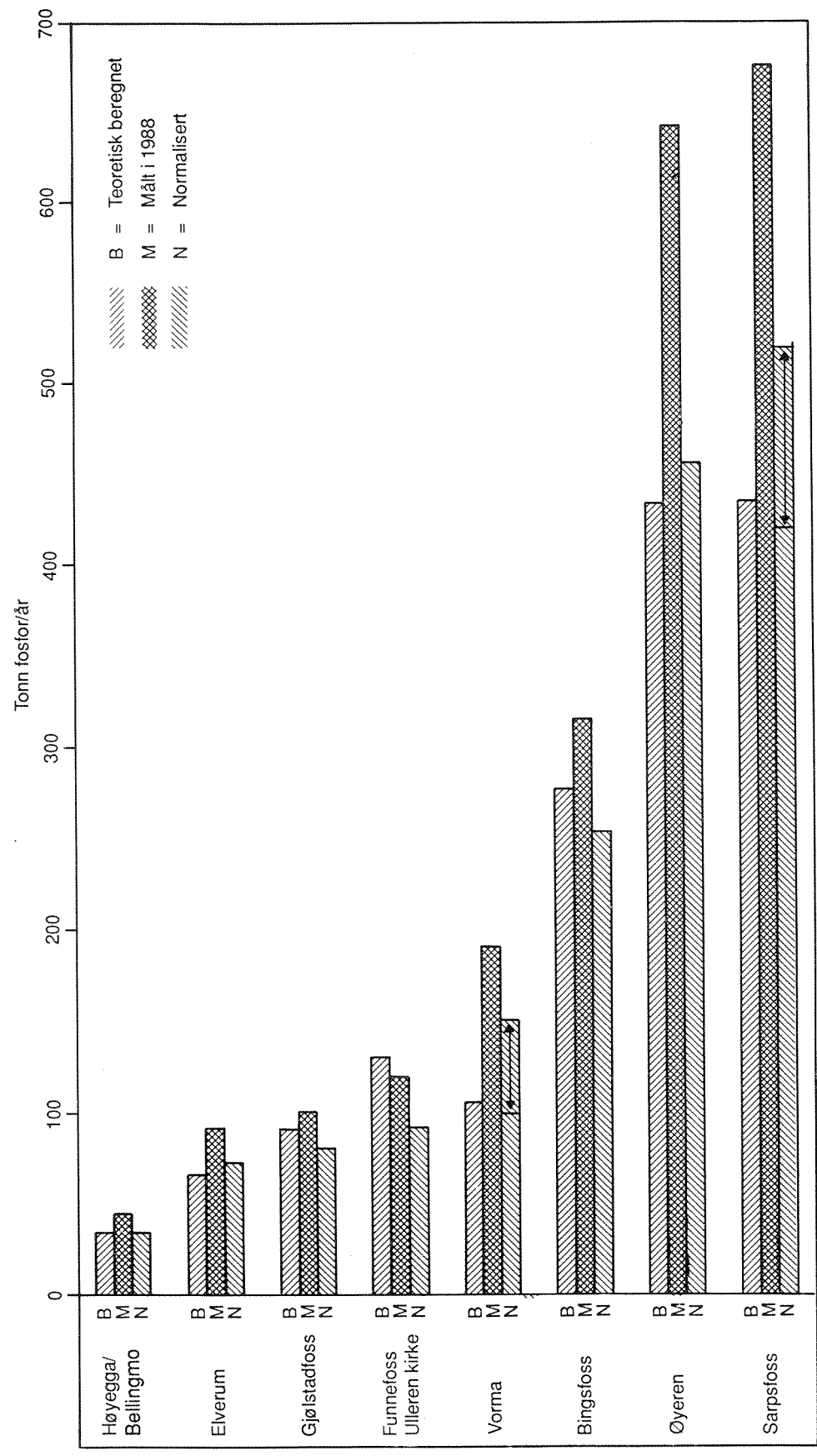


Fig. 5.11 Fosfortransport i Glomma i tonn/år.

B = teoretisk beregnet

M = Målt i 1988

N = Normalisert

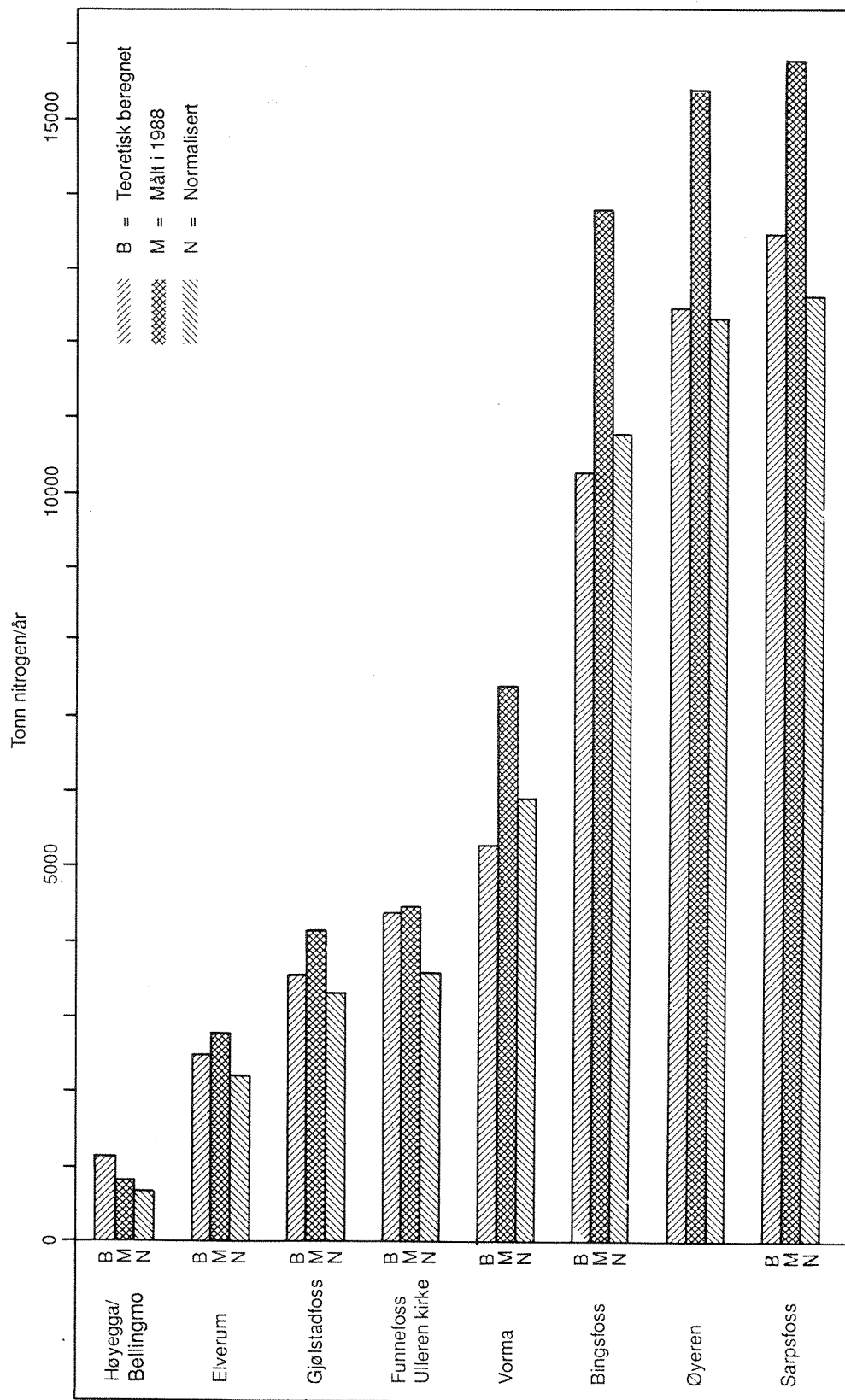


Fig. 5.12 Nitrogentransport i Glomma i tonn/år

B = teoretisk beregnet

M = Målt i 1988

N = Normalisert

Tabell 5.5 Årstransport ved Sarpsfoss og tilbakeholdelse i Glomma av utslipp på ulike elvestrekninger.

Elveavsnitt	Fosfor, tonn/år		Nitrogen, tonn/år	
	Tilf. Sarpsf.	Holdes tilbake	Tilf. Sarpsf.	Holdes tilbake
Aursunden, utløp	1.0	2.0	106	13
Glåmos-Røstefoss	2.6	4.5	139	17
Røstefoss-Høyegga	12.1	18.9	776	96
Høyegga-Elverum	36.8	17.6	1453	61
Elverum-Gjølstadfoss	22.6	9.3	993	41
Gjølstadfoss-Funnefoss	19.2	6.1	762	32
Mjøsa*	98	31.0	4709	211
Vorma (lokalt)	16.1	5.1	351	14
Funnefoss-Bingsfoss	37.7	11.3	872	36
Bingsfoss-utl. Øyeren	81.3	24.3	1865	78
Øyeren-Sarpsfoss	94.2	0	1416	0
SUM	421.6	130.1	13442	599

\* Basert på målinger i Mjøsa (dvs. utløp Mjøsa)

Av tabellen går det frem at ca 23% av den totale fosfortilførselen til vassdraget utenom Lågen og Mjøsa, holdes tilbake i vassdraget. Ca 4% av nitrogentilførselen holdes tilbake. Taes tilførselene til Lågen og Mjøsa med, blir tilsvarende retensjon ca 37% og ca 9% for henholdsvis fosfor og nitrogen. Retensjonen får stadig mindre betydning for tilførselene til fjordområdene dess nærmere elvens utløp man kommer.

De ulike kilders fosfor- og nitrogenbidrag i % av transportverdiene er vist i tabell 5.6 og figur 5.13.

Tabell 5.6 De ulike kilders (kommunale, bakgrunn, jordbruk) bidrag i % av total belastning/transport.

Område	Fosfor (% av total)			Nitrogen (% av total)		
	Komm.	Bakgr.	Jordbruk	Komm.	Bakgr.	Jordbruk
Belastn. Aursunden	5	87	8	3	78	19
Glåmos	5	87	8	3	78	19
Røstefoss	10	81	9	8	71	21
Høyegga/Bellingmo	20	54	26	9	56	35
Elverum	21	63	16	10	66	24
Gjølstadfoss	23	55	22	9	58	32
Funnefoss/Ulleren	22	44	34	10	56	34
Vorma	20	36	34	14	36	50
Bingsfoss	24	36	40	12	43	45
Belastning Øyeren	26	26	48	15	39	46
Sarpsfoss	24	23	53	14	36	50

De naturlige bidragene er av størst betydning for transporten av næringsalter i de øverste deler av vassdraget. Etterhvert nedover i vassdraget øker betydningen av kommunalt avløp og avrenning fra jordbruk.

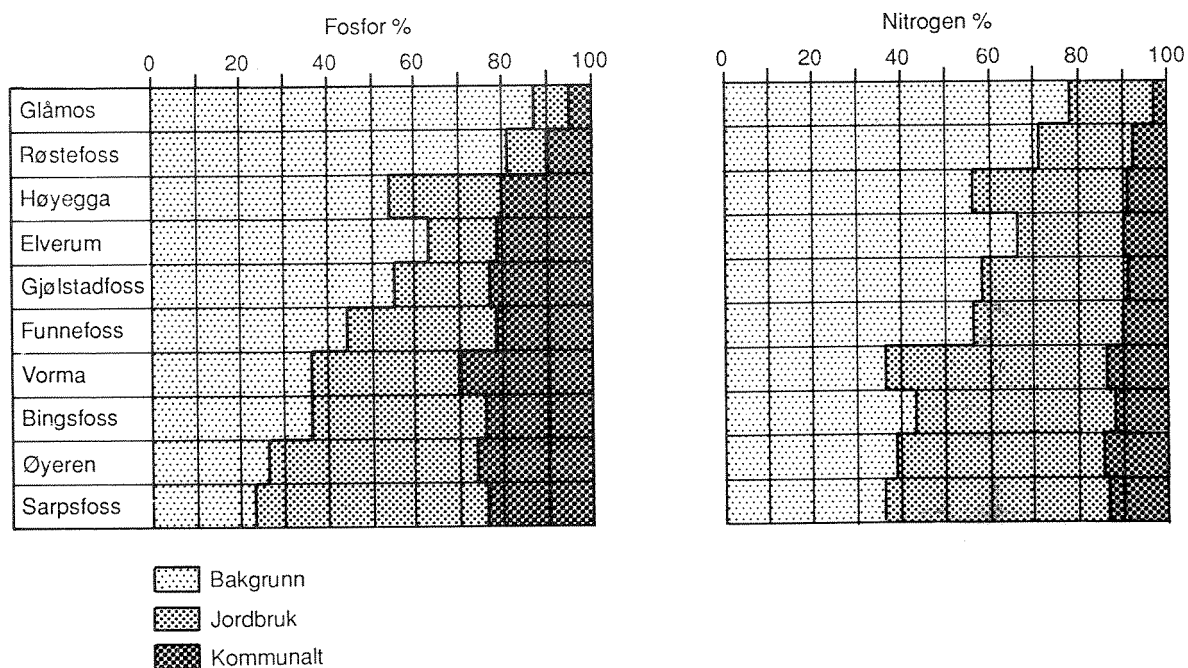


Fig. 5.13 Glomma. Ulike kilders prosentvise andel av den totale transport av fosfor og nitrogen.

### **5.5 Variasjoner i transport**

Som beskrevet i rapport 0-89248 "Glommavassdraget. Forurensningsutvikling - Tidstrender" (NIVA 1990) i denne serie, er det i Glomma store variasjoner i stofftransporten fra år til år og i løpet av året. Dette skyldes variasjoner i vannføring, nedbør, klima og sesongbetonte aktiviteter i nedbørfeltet.

Tilførsler fra boliger og kloakkrenseanlegg er relativt stabile, men pga. overløp, lekkasjer, utspylinger o.l. er det også en viss variasjon i tilførslene fra slike kilder.

De sesongbetonte aktiviteter i landbruket, som gjødslingsrutiner, siloslått osv, medfører store variasjoner i tilførsler både av fosfor og nitrogen. Snøsmelting og høye vannføringer medfører erosjon og utvasking av gjødselstoffer fra elvebreddene og lavereliggende områder.

Variierende tilførsler medfører varierende konsentrasjoner av fosfor og nitrogen i elvevannet, slik det er illustreret i figurene 5.2 til 5.6.

Månedlige transportverdier for fosfor og nitrogen ved Sarpsfossen er vist i fig. 5.14. De høyeste transportverdier forekommer vår og høst, mens de laveste forekommer om vinteren (i 1988).

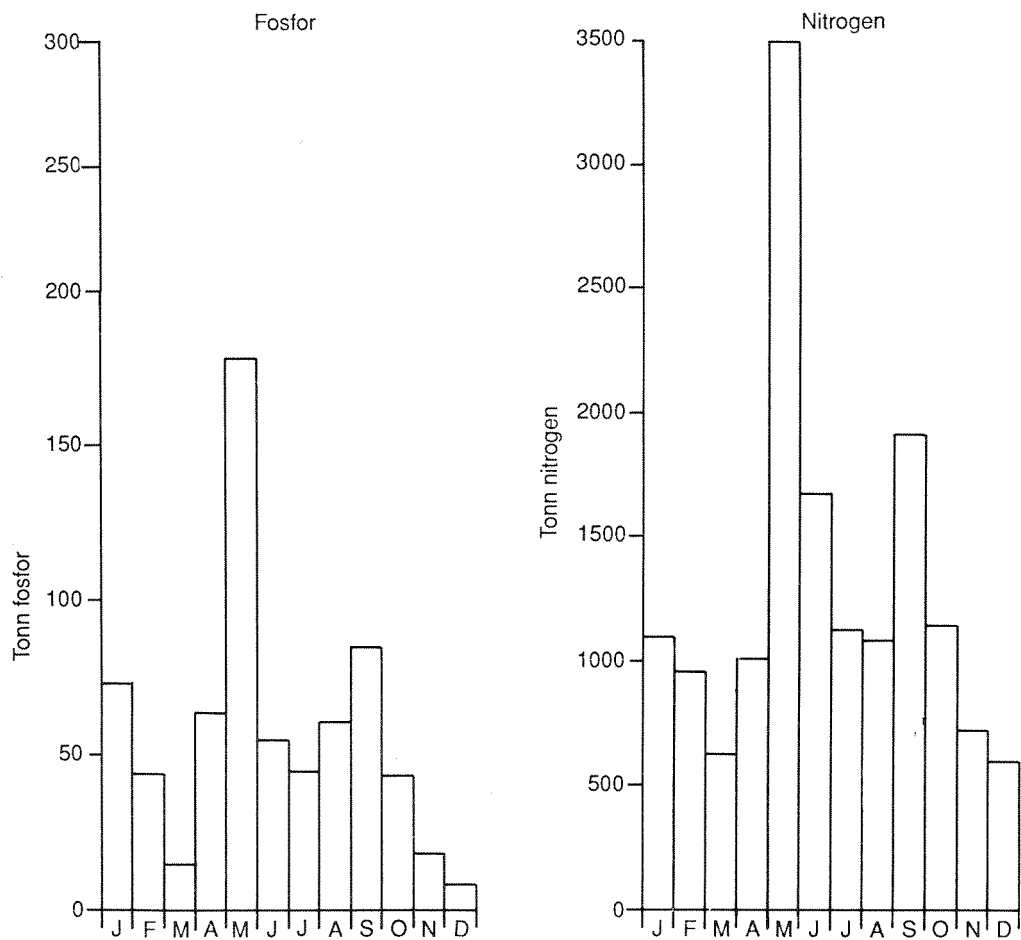


Fig. 5.14 Månedlig transport av fosfor og nitrogen ved Sarpsfoss i 1988.

## 6. ORGANISK STOFF

Vannets innhold av organisk stoff er målt som kjemisk oksygenforbruk (kalium permanganatmetoden,  $COD_{Mn}$ ).

Tabell 6.1 viser aritmetriske middelveier samt variasjonsbredde for  $COD_{Mn}$  over året.

Tabell 6.1 Middelveier og variasjonsbredde for kjemisk oksygenforbruk på ulike steder i Glomma. Benevning mg O/l.

Sted	Aretn. middel	Variasjonsbredde	År	Antall obs.
Glåmos	2.0	0.8 - 3.2	1978-1980	31
Røstefossen	3.0	2.0 - 4.6	1984	13
Bellingmo	3.3	1.2 - 10.2	1986	16
Åsta bruk	5.2	2.4 - 9.8	1988	14
Elverum	5.6	2.9 - 10.6	1988	14
Gjølstadfossen	5.2	2.8 - 8.7	1987	20
Ullern kirke	5.0	3.6 - 7.3	1987	20
Vorma	2.7	2.0 - 4.9	1978-1980	28
Rånåsfoss	3.8	1.4 - 8.4	"	30
Solbergfoss	4.2	2.7 - 6.3	1980	13
Sarpsfoss	3.9	2.3 - 7.8	1983	35

Selv om verdiene stammer fra forskjellige år, gir de likevel et klart bilde av belastningen. De høyeste verdier gjelder avsnittet fra Rena til samløp Vorma. Dette har sammenheng med at tilførselen av humusstoffer fra myr og skogområder er spesielt stor på denne strekningen. F.eks. var middelveien for  $COD_{Mn}$  i sideelven Flisa hele 9.6 mg O/l ved undersøkelsen 1978-1980. Den store humustilførselen vil i vesentlig grad maskere eventuelle utslipp av organiske stoffer via kommunalt avløpsvann, industri etc.

Humusstoffer er tungt nedbrytbare og vi antar at en liten del blir biologisk omsatt eller sedimenteres underveis til havet. At konsentrasjonen avtar nedover vassdraget, skyldes i vesentlig grad fortykning spesielt fra Mjøsa via Vorma. Retensjonen er sannsynligvis tilnærmet null.



## 7. PARTIKULÆRT MATERIALE

Tabell 7.1 viser vannets innhold av partikler målt som turbiditet på ulike steder i Glomma.

Tabell 7.1 Turbiditetsverdier fra Glomma. ( ) = uten ekstremverdier.

Sted	Aretn. middel	Variasjonsbredde	År	Antall obs.
Glåmos	0.4	0.1 - 1.8	1978-1980	31
Røstefoss	0.9	0.5 - 2.2	1984	13
Bellingmo	3.5 (0.7)	0.3 - 33.0	1986	15
Åsta bruk	1.0	0.3 - 4.5	1988	14
Elverum	1.0	0.4 - 5.9	1988	14
Gjølstadfoss	1.2	0.5 - 3.0	1987	18
Ullern kirke	1.3	0.4 - 2.9	1987	20
Vorma	1.5	0.3 - 8.9	1978-1980	28
Rånåsfoss	2.5	0.4 - 17.0	1978-1980	32
Solbergfoss	4.9	0.6 - 32.0	1980	13
Sarpsfoss	8.5 (2.8)	1.0 - 72.0	1983	35

Middelverdiene for vannets innhold av partikler øker nedover i vassdraget og spesielt er verdiene høye nedstrøms Øyeren. Variasjonsbredden viser at det på enkelte steder til tider er målt meget høye verdier. Dette gjelder særlig Bellingmo, Rånåsfoss, Solbergfoss og Sarpsfoss. Årsaken er å finne i store tilførsler av erosjonsmateriale, særlig om våren.

Grøvere mineralske partikler som tilføres innsjøer og mer stilleflytende partier, sedimenterer raskt og vil på elvepartier eventuelt transporteres videre langs bunden (bedload). Mer finfordelt materiale transporteres i vannmassene.

Avløpssambandet Nordre Øyeren (ANØ), fant ved målinger av suspendert stoff i 1988 at den partikulære materialtransporten ved Funnefoss og Bingsfoss var henholdsvis 42.500 og 110.400 tonn pr. år. I 1987 var tilsvarende verdier ca 62.000 og 155.000 tonn. Den totale materialtransporten ved Sarpsfossen ble på bakgrunn av observasjoner fra 1986-1987 beregnet til ca 360.000 tonn pr. år.

## 8. TUNGMETALLER

I de øvre deler av Glommas nedbørfelt, spesielt i Rørosområdet og Follidal, finnes en rekke nedlagte gruver, som har vært drevet på kobber og sinkholdige sulfidmalm. En gruve på Hjerkin er fortsatt i drift.

NIVA har som oppdrag fra flere oppdragsgivere mer eller mindre regelmessig siden slutten av 60-årene undersøkt avrenningsvannets forurensningstilstand og innhold av tungmetaller. Det foreligger således en rekke årsrapporter som behandler den lokale forurensningssituasjonen.

Tungmetallinnholdet i selve Glomma fra Røros til Øyeren ble undersøkt ved NIVAs store Glommaundersøkelse 1978-1980 (Lingsten, 1982). I forbindelse med Statlig program for forurensningsovervåking, er vannets innhold av tungmetaller ved Røstefossen og Bellingmo blitt undersøkt i tidsrommet 1980-1986 (Rognerud m.fl. 1987). Nedre Romerike vannverk (NRV) undersøkte i 1988 bl.a. vannets innhold av tungmetaller ved Hammeren (Bingsfoss) (Vannbruksplanutvalget 1989). Ved Sarpsfossen ble vannets innhold av tungmetaller undersøkt i 1983 (Lingsten 1984) og i 1986/1987 (Lingsten og Sæbø 1987). Oppdragsgiver var SFT.

Datamaterialet er blitt samlet inn over en lang tidsperiode. Varierende klima og avrenningsforhold samt at prøvene er blitt analysert ved flere laboratorier, skaper betydelig usikkerhet ved tolkning av resultatene. Midlere konsentrasjoner og årstransportverdier er vist i tabell 8.1 og 8.2. I figurene 8.1 og 8.2 er midlere konsentrasjon og variasjonsbredde gitt for de ulike parametre. Figurene 8.3 og 8.4 viser årsvariasjonene for kobber, sink og kadmium ved Røstefoss og Bellingmo i 1983.

### **Diskusjon - kommentarer:**

I henhold til Arnesen (1989) tilføres Glomma via Orva fra Nordgruvefeltet på Røros årlig:

321 tonn sulfat  
6.7 tonn kobber  
24 tonn sink

Tilførslene via Håelva fra syd (øst) i gruvefeltet er ikke beregnet.

Midlere konsentrasjon i 1978-1980 (5-6 prøver) var 21.5 µg Cu/l, 93.6 µg Zn/l og 2.93 µg Pb/l. På bakgrunn av disse konsentrasjonsverdier og spesifikk avrenning på 14 l/s·km<sup>2</sup>, tilføres Glomma via Håelva pr. år:

ca 5.5 tonn kobber  
ca 24 tonn sink  
ca 0.75 tonn bly

Tabell 8.1 Glomma. Tungmetaller, konsentrasjoner, middelverdier. 1978-1988, µg/l, Δ=1983, \*=1978-1980.

\*\* Analyseverdier til dels under deteksjonsgrensen.

Sted	År	Jern	Mangan	Kobber	Sink	Bly	Kadmium
Glåmos	1978-1980	38	8	5.1	25	1.0	
Røstefoss	1984	145	15	18.0	50	1.1*	0.18
Billingmo/Høyegga	1985-1986	118*	16*	11.1	23	1.3*	0.16
Elverum	1978-1980	224	23	3.2	13	0.8	
Gjølstadfoss	"	262	37	4.7	15	1.0	
Funnefoss	"	200	25	3.7	10	0.8	
Vorma	"	86	8	3.9	10	0.8	
Bingsfoss	1988	180	10	2.6	10	0.9*	<0.14
Øyeren		-	-	-	-	-	
Sarpsfoss	1986-1987	297Δ	25Δ	2.6	31	0.7Δ	0.121**

Tabell 8.2 Glomma. Tungmetaller - transportverdier. Tonn/år.

\* = 1978-1980, Δ=1983, \*\* Analyseverdier under deteksjonsgrensen.

Sted	Jern	Mangan	Kobber	Sink	Bly	Kadmium
Glåmos 1978-1980	24	5	3.2	16	0.6	
Røstefoss 1984	165	17	20.4	57	1.1*	0.204
Bellingmo/Høyegga 1983	364*	49*	30.8	64	4.0*	0.444
Elverum 1978-1980	1686	173	24.1	98	6.0	
Gjølstadfoss	2372	335	42.5	136	9.0	
Funnefoss 1978-1980	1720	215	31.8	86	6.9	
Vorma 1978-1980	885	82	40.1	103	8.2	
Bingsfoss 1978-1980	4711	261	68	249	16.5	
Sarpsfoss 1986-1987	6744Δ	568Δ	78	930	15.2Δ	≤3**

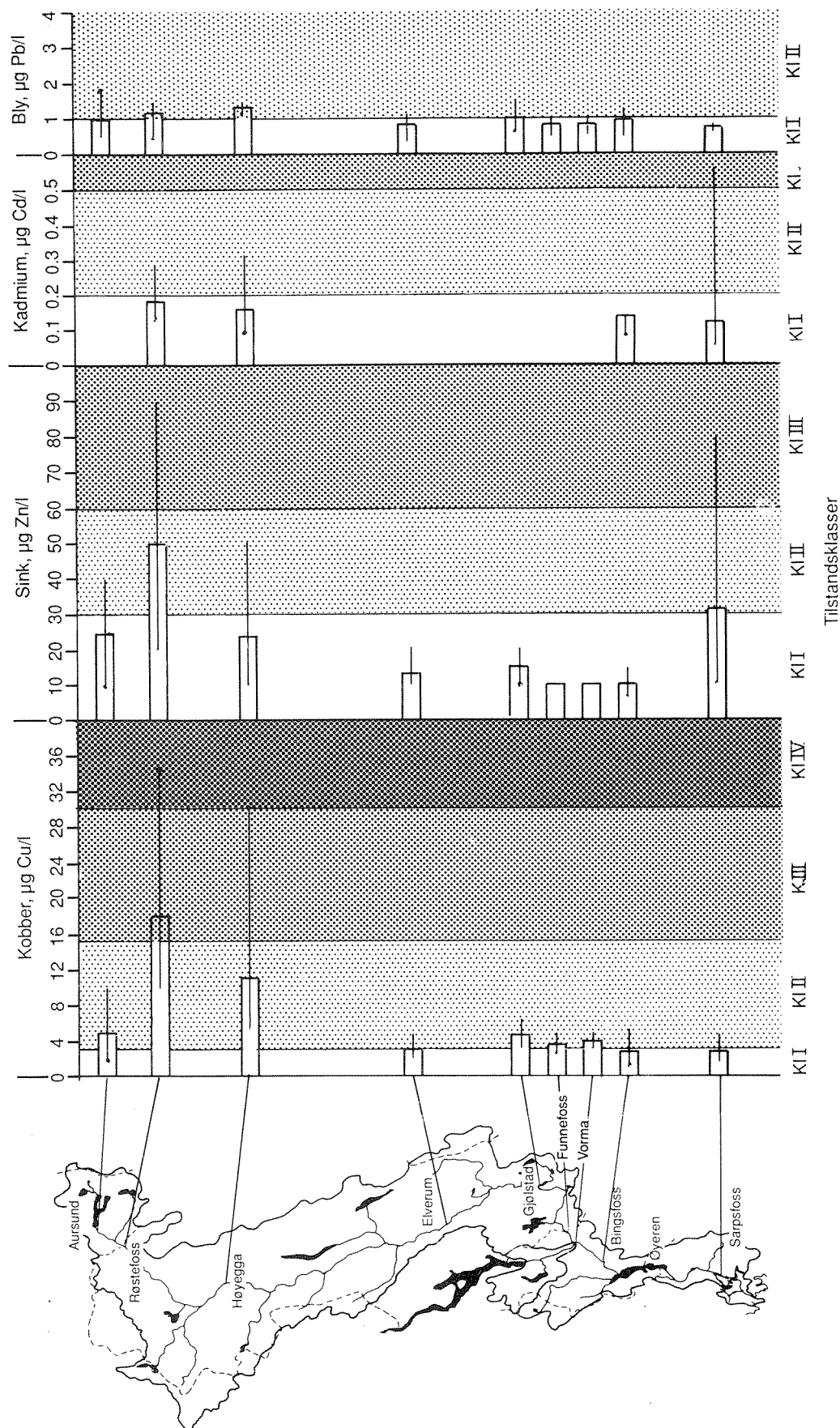


Fig. 8.1 Glomma. Konsentrasjoner av tungmetaller i  $\mu\text{g/l}$  i 1980-årene. Middel-, min- og maksverdier.

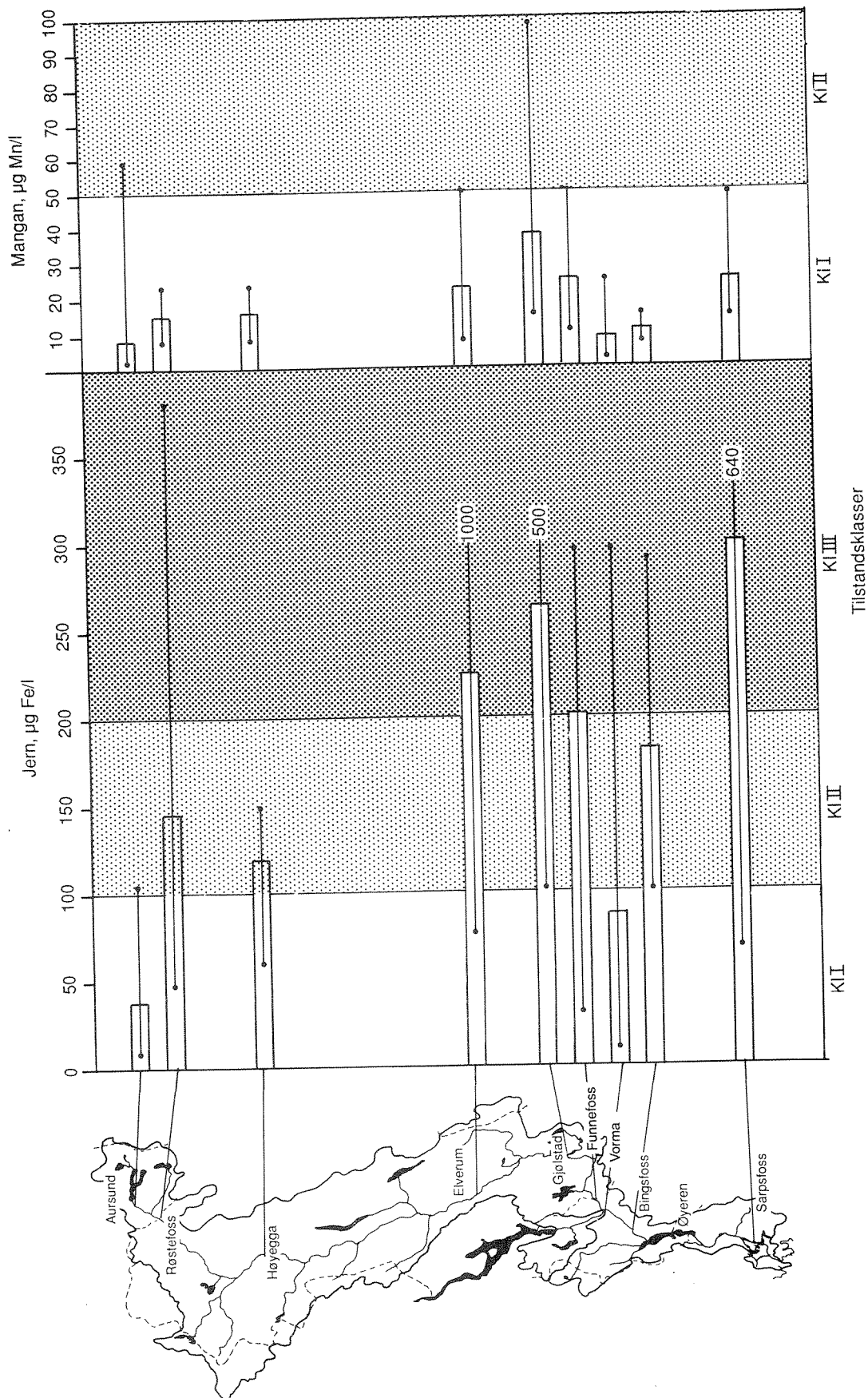


Fig. 8.2 Glomma. Konsentrasjoner av jern og mangan i µg/l. Middell-, min- og maksverdier.

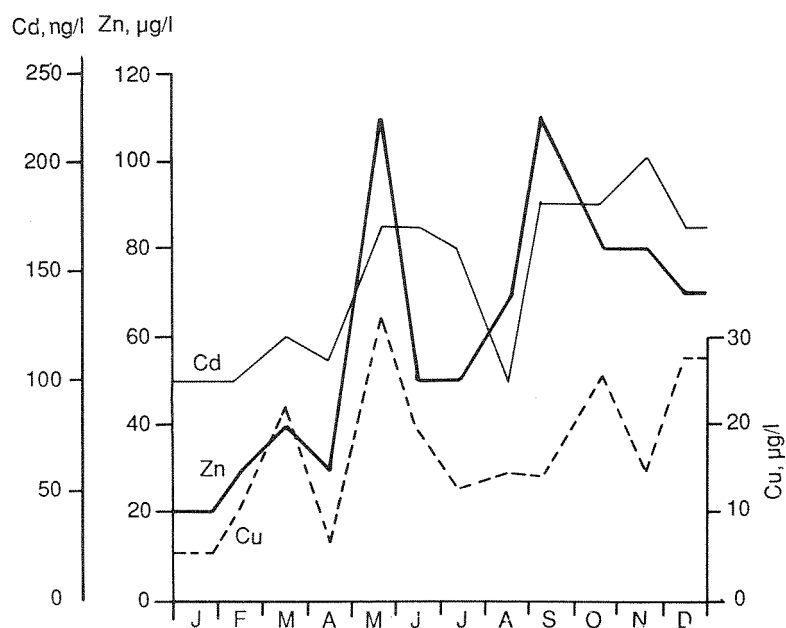


Fig. 8.3 Sink (Zn)-, kobber (Cu)- og kadmium (Cd)-konsentrasjoner ved Røstefoss 1983.

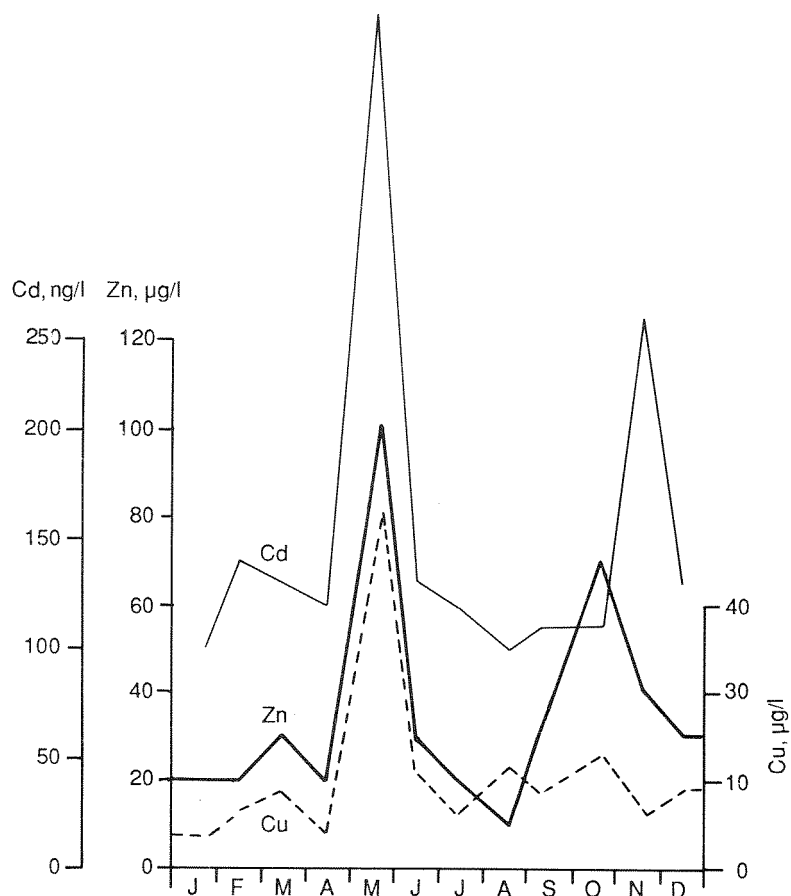


Fig. 8.4 Sink (Zn)-, kobber (Cu)- og kadmium (Cd)-konsentrasjoner ved Bellingmo 1983.

Med bakgrunn i måleresultater og spesifikk avrenning (13 l/s·km<sup>2</sup>) ble Glomma i 1978-1980 og i 1984 tilført via Folla:

Metall	1978-1980	1984
Kobber, tonn/år	ca 8.6	6.6
Sink, "	ca 41	25.2
Bly, "	ca 1	

Det forekommer nedlagte gruver utenom de nevnte sideelvers nedbørfelt. Dessuten er berggrunnen relativt kisholdig i dette området. Dette gjenspeiles i de beregnede transportverdiene i Glomma (tabell 8.2), som gjennomgående er noe høyere enn de beregnede tilførsler fra gruveområdene.

Avhengig av vannføringen varierer konsentrasjonene i løpet av året (fig. 8.3 og 8.4). Tilførslene (utfaskingen) og konsentrasjonene er gjennomgående størst under vår- og høstflom. Dette gjelder kobber og sink som er de største problemstoffer i Øvre Glomma, men også bly og kadmium. Ved siden av kobber og sink tilføres vassdraget også betydelige mengder jern fra gruveområdene.

Nedstrøms "gruveområdene" og etter hvert som mindre metallforurensede tilsig fortynner, avtar konsentrasjonene av kobber, sink (fig. 8.1), mens vannets innhold av jern og til dels mangan øker (fig. 8.2). Dette har sin årsak i at jern er komplekst bundet til humusstoffer samt at erosjonsmateriale fra løsavsetningene også inneholder jernforbindelser.

Sinkkonsentrasjonene ved Sarpsfossen er høye sammenlignet med konsentrasjonsverdiene oppstrøms Øyeren. I hvilken grad dette skyldes utslipp av forurensninger, har vi ingen mulighet for å vurdere. Prøvetakingen og analysemetodenes presisjon må også taes i betraktning.

Akershus fylkeskommune (1989) opplyser at det bl.a. finnes en del metallbearbeidende industri i Akershus fylke, men det gis ingen opplysninger om utslippsstoffer og mengder. Vi vil derfor anbefale at det iverksettes undersøkelser med sikte på å kartlegge kilden for utslipp av tungmetaller, spesielt langs de nedre deler av vassdraget.

## 9. BAKTERIER OG VIRUS

### 9.1 Generelt

De viktigste kildene til bakterier og virus er kommunalt avløpsvann og til en viss grad husdyrgjødsel. Denne type forurensning medfører fare for smitte både ved bading og ved bruken av vannet som drikkevann uten tilfredsstillende vannbehandling. Helsemyndighetene stiller også strenge krav til vann som brukes til vanning av bær og grønnsaker som anvendes til mat uten behandling. Vannet skal da ha drikkevannskvalitet.

### 9.2 Spredning/inaktivering av tarmbakterier

Reduksjon av vannets innhold av tarmbakterier er avhengig av lys, temperatur, sedimentering og biologisk inaktivering. Undersøkelser (Berglund og Ormerod, 1979) har vist at overlevingssevnen til fekale coliforme bakterier er høyest ved 10°C. Ved denne temperatur forløper inaktiveringen omtrent som vist på fig. 9.1.

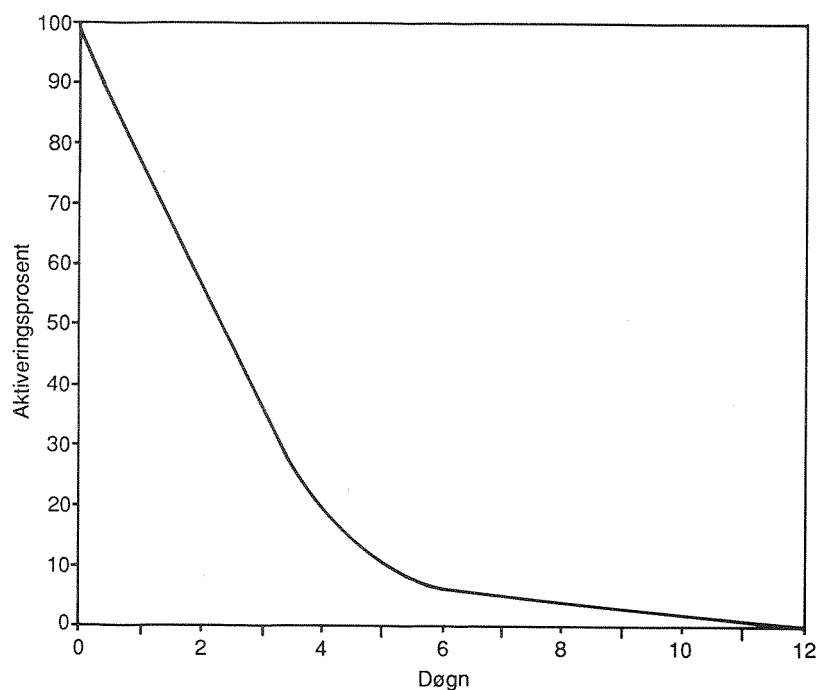


Fig. 9.1 Inaktivering av fekale coliforme bakterier i ferskvann ved 10°C (etter Berglund og Ormerod 1979).



Med bakgrun i denne kurve har vi laget en sprednings/inaktiveringsmodell for Glomma som vist i tab. 9.1. For å beregne transporten/mengden på et bestemt sted multipliseres ovenforliggende utslippsmengder (eller måleresultater) med tilhørende effektkoeffisient.

### **9.3 Analyseresultater fra Glomma**

De bakteriologiske forhold ble undersøkt på noen stasjoner i Glomma i Hedmark i 1988 (tab. 9.2 og fig. 9.2) i forbindelse med overvåkingsundersøkelsene. Prøvene er analysert ved Næringsmiddelaboratoriet i Hedmark. I 1990 ble de bakteriologiske forhold undersøkt på en rekke stasjoner i hele Glomma. Statens institutt for folkehelse hadde etter oppdrag fra Handlingsplan Glomma, ansvaret for denne undersøkelsen. Resultatene er gitt i tabell 9.2 og fig. 9.2.

Generelt sett varierer de bakteriologiske forhold både i tid og rom. Vannet i Glomma er bakteriologisk sett ikke anvendelig som drikkevann uten desinfisering - utløp Aursunden er muligens et unntak. I sommermånedene (badesesongen) er vannet tilfredsstillende for friluftsbad på de fleste steder. Nedstrøms kloakkutslipp/tettbebyggelse er dette ikke tilfelle. Som nevnt i kap. 9.2 medfører fortynning og inaktivering at bakterieinnholdet raskt avtar nedstrøms tettstedene.

Tabell 9.1 Fekale koliforme bakterier (44°C). Effektkoeffisienter.  
\* Effekten av utslipp til Mjøsa.

	Røros	Røstefoss	Tynset	Alvdal	Høyegga	Åkerstrømmen	Storsjøen	Løpsjøen	Koppang	Rena	Elverum	Kongsvinger	Skarnes	Funnefoss	Mjøsa	Vormsund	Fetsund	Øyeren	Sarpsfoss	
Røros	1																			
Røstefoss	0.75	1																		
Tynset	0.30	0.54	1																	
Alvdal	0.23	0.45	0.85	1																
Høyegga	0.10	0.25	0.60	0.70	1															
Åkerstrømmen	0.05	0.10	0.40	0.50	0.75	1														
Storsjøen	0	0	0	0	0	0.01	1													
Løpsjøen	0	0	0	0	0	0	0.50	1												
Koppang	0.04	0.05	0.20	0.30	0.50	----	----	----	1											
Rena	0.01	0.02	0.08	0.10	0.20	----	----	----	0.55	1										
Elverum	0	0.01	0.05	0.05	0.10	0	0.30	0.70	0.35	0.70	1									
Kongsvinger	0	0	0	0	0.01	0	0.05	0.10	0.05	0.10	0.20	1								
Skarnes	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.01	0.05	0.10	0.80	1							
Funnefoss	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0.05	0.60	0.80	1						
Mjøsa															0.10					
Vormsund															0.01	1				
Fetsund	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.35	0.55	0.70	0	0.70	1			
Øyeren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.05	0.10	0	0.10	0.30	1		
Sarpsfoss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10	0.50	1	

Tabell 9.2 Glommavassdraget. Termotolerante analyseresultater (E-coli) 1990. Benevning antall pr. 100 ml. prøver.

Undersøkelser 1990:

Sted	Variasjonsbredde	Aritmetrisk middelverdier	Antall prøver
Utløp Aursunden	0-7	1.8	4
Røstefossen	0-144	74	4
Høyegga	<10-32	15	7
Nedstr. Rena	15-20	18	2
" Elverum	10-17	14	2
Gjølstadfossen	1-110	44	8
Funnefoss	8->300	115	10
Vorma (Svanfoss)	4-58	23	10
Bingsfoss	<2-72	28	11
Øyeren	0-13	4	7
Oppstr. Sarpsfoss	0-47	13	10
Nedstr. "	6-360	77	10
Undersøkelser 1988 - månedlige prøver:			
Høyegga	4-90	15.9	14
Åsta bru	8-130	24.6	14
Strandfossen	13-345	91.1	6
Skjefstadfossen	8-130	53.9	14
Eidsfossen	13-1600	163	14

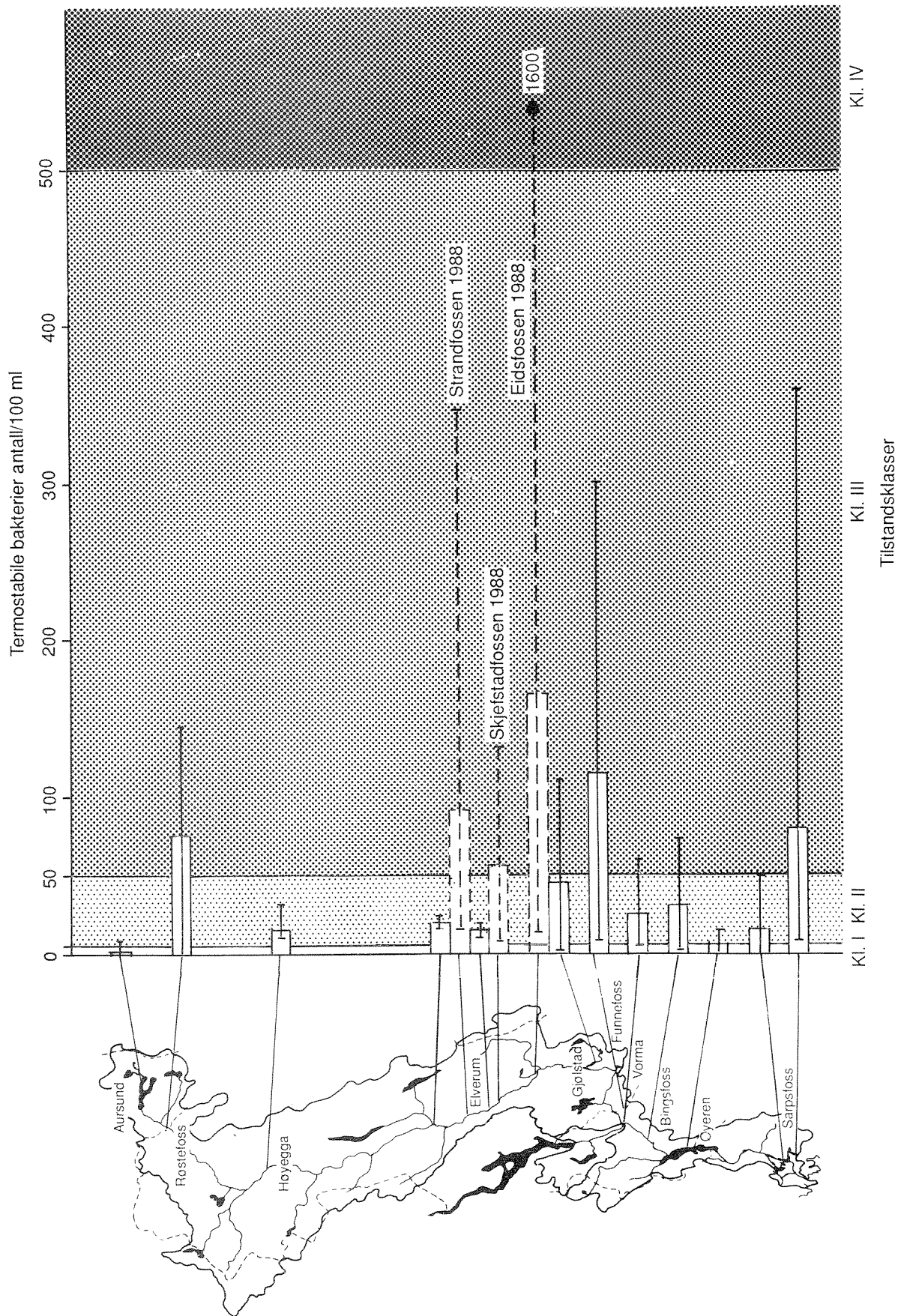


Fig. 9.2 Termotolerante bakterier, antall/100 ml 1990. Middell, min.- og maks.

## 10. Begroing/algevekst/høyere vegetasjon

Denne vurdering er forankret i en undersøkelse i Glomma 1978-1980 (Lingsten og Holtan 1981) samt diverse undersøkelser av de nedre deler.

Forekomsten av begroing og høyere vannvegetasjon varierer i betydelig grad nedover i Glomma. Dette som følge av varierende vannhastighet, dybde, bunnsubstrat, næringstilbud o.l. Varierende klimatiske og hydrologiske forhold fra år til år synes å ha mindre betydning.

Tilførsel av næringssalter og organisk stoff stimulerer og forandrer begroingen. Rent lokalt nedstrøms utslipp kan det forekomme betydelige forekomster av begroingsorganismer - også heterotrofe organismer (bakterier og sopp).

Sammensetningen av den høyere vegetasjonen varierer endel langs vassdraget. Noen av variasjonene skyldes en gradvis utskiftning av nordlige arter med mer typiske lavlandsformer. Andre variasjoner kan føres tilbake på egenskaper ved Glomma-vassdraget selv: strykparter og hurtigflytende strekninger gir mindre gunstige vekstvilkår enn sakteflytende strekninger. Særlig frodig vannvegetasjon finnes på strekningen Tynset - Høyegga, dessuten Rena - Eidsfoss og Vormsund - Øyeren og nedstrøms Øyeren. På disse strekningene er vekstvilkårene gode for under- og overvannsvegetasjon, med næringstilgang fra bosetting, landbruk o.l. kombinert med sakteflytende vannmasser og finkornet substrat.

Følgende vurdering av begroingen baserer seg på undersøkelser som ble gjennomført i 1978-1980:

- Glåmos:  
Begroingsvegetasjonen er usedvanlig rik og velutviklet. Om vinteren er det et variert samfunn bestående av blågrønnalger, grønnalger og kiselalger. Vår og høst, når vannet er kaldt, dominerer kiselalgene, mens grønnalgene er mest fremtredende om sommeren.

- Røstefossen:  
Begroingen her er preget av kraftig mosevegetasjon. Om våren forekommer gulalgen (Hydrurus foetidus), mens grønnalger og tildels rødalger dominerer om sommeren. Begroingens sammensetning indikerer at vannet inneholder forhøyede konsentrasjoner av plantenæringsstoffer.
- Bellingmo:  
Her er elva preget av slamavsetninger som hemmer utviklingen av begroing, men i områder med noe sterkere strøm er det en del begroing. Høyere planter og moser preger de stilleflytende partier. Blågrønnalger, grønnalger og gulalger forekommer. Renaoverføringen medførte redusert vannføring nedstrøms Høyegga. Dette har bevirket bedre vekstforhold enn tidligere, spesielt på de stilleflytende partier.
- Elverum:  
Her er det en velutviklet mosevegetasjon og dominans av trådformede grønnalger. Om våren forekommer gulalger og grønnalger. En viss forekomst av trådformede bakterier indikerer tilførsel av lett nedbrytbart organisk materiale.
- Gjølstadfoss:  
Begroingssamfunnet domineres av samme arter som nevnt for Elverum. Betydelige mengder blågrønnalger er observert nedstrøms kloakkutslipp.
- Funnefoss:  
Begroingssamfunnet består av svært mange algearter. Dette indikerer en næringsrik vanntype.
- Vorma:  
I stilleflytende deler forekommer store mengder plantkonalger som er transportert fra Mjøsa. Ellers forekommer strømsterke fastsittende algearter.

- Rånåsfoss:  
Begroingen består stort sett av samme arter som ved Funnefoss.
- Øyeren:  
Planteplanktonet i Øyeren er stort sett gjennom hele produksjonssesongen dominert av næringskrevende kiselalger, men blågrønnalger forekommer, spesielt på sensommeren. I 1988 var midlere klorofyllkonsentrasjon over sommeren  $3.3 \mu\text{g kl}/\text{l}$ . Klorofyllverdiene synes å ha avtatt i løpet av de senere år.
- Sarpsfossen:  
På de stilleflytende partier forekommer store mengder planktonalger som er transportert fra Øyeren. Store mengder høyere vegetasjon og begroingsorganismer forekommer.

## **11. FORURENSNINGSGRAD, VANNKVALITETSTILSTAND OG EGNETHET**

Klassifiseringen bygger på modellverktøyet som er beskrevet i Vannkvalitetskriterier for ferskvann (SFT 1989).

Observasjonsdata fra 1988 er lagt til grunn for klassifiseringen. Bakteriedataene stammer i vesentlig grad fra undersøkelser i 1990. Resultatene er gitt i tabellene 11.1, 11.2 og 11.3 og fig. 11.1.

### **Kommentarer:**

- Ved klassifisering av eutrofiering, er det lagt vekt på den kunnskap vi sitter inne med når det gjelder begroing og algevekst.
- Klassene for jordvanning gjelder vanning av åker og eng. Ved vanning av bær og grønnsaker som spises uten forbehandling (koking), bør vannet tilfredsstillende normene for drikkevann.
- Egnetheten for fiskeoppdrett er hele veien satt i kl. 4. Dette fordi denne type virksomhet medfører betydelig forurensningspåvirkning.

Vassdraget som sådan er derfor vurdert som ikke egnet for fiskeoppdrett selv om vannets kvalitet på de fleste steder er tilfredsstillende.

Ser vi bort fra de konflikter forurensningene skaper for andre brukerinteresser, er vannkvalitetens egnethet for fiskeoppdrett kl. 1-2 fra Aursunden til samløp Vormå og kl. 3-4 nedstrøms dette samløp (partikler).



Tabell 11.1 Glomma. Klassifisering av forurensningsgrad i 1988.

\* Utslagsgivende tungmetall anmerket.

Virkningstype	Glåmos	Røstefoss	Høyegga/ Bellingmo	Elverum	Gjølstadfoss	Funnefoss Ullern kirke	Vorma v/Svanfoss	Bingsfoss	Øyeren	Sarpsfossen
Eutrofiering	1	2	2-3	2	2	2-3	2-3	2-3	2	3-4
Virkning av org. stoff	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Forsuring	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Giftvirkning*	22	31	21	21	23	23	21	1	1	1
Virkning av part. materiale	1	1	2	1	2	2	2	2	3	4
Mikrobiol. belastninger	1	3	2	2	3	3	3	3	2	2

1 Cu 2 Cu,Pb 3 Cu,Pb,Cd

Tabell 11.2 Glomma. Klassifisering av vannkvalitetstilstand i 1988.

Virkningstype	Glåmos	Røstefoss	Høyegga/ Bellingmo	Elverum	Gjølstadfoss	Funnefoss Ullern kirke	Vorma v/Svanfoss	Bingsfoss	Øyeren	Sarpsfossen
Eutrofiering	1	2	3	2	2	3	2	3	3	4
Virkning av org. stoff	1	2(-3)	2	3	3	3	2	3(-4)	3	3
Forsuring	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Giftvirkning*	22	31	23	2	2	2	21	1	1	24
Virkning av part. materiale	1	2	4	2(-3)	3	3	3	3	4	4
Mikrobiol. belastninger	1	3	2	2	3	3	3	3	2	2

1 Cu 2 Cu,Pb 3 Cu,Pb,Cd 4 Zn

Tabell 11.3 Glomma. Klassifisering av vassdragets/vannkvalitetens egnethet 1988

\* A: bær, grønsaker, B: åker og eng.

\*\* Parentesen gjelder båttype.

Virkningstype	Glåmos	Røstefoss	Høyegga/ Bellingmo	Elverum	Gjølstadfoss	Funnefoss Ullern kirke	Vorma v/Svanfoss	Bingsfoss	Øyeren	Sarpsfossen
Drikkevann	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3(4)
Jordvanning*	1	A=4; B=1	A=3; B=1	A=2; B=1	A=2; B=1	A=3; B=1	A=3; B=1	A=3, B=1	A=3; B=1	A=3; B=1
Friluftsbad	1	2	1	2	2	2	2	2	2	3
Båtsport **	2(C)	2(C)	1-2(C)	1(B, C)	1(B, C)	1(B, C)	1(B, C)	1(B, C)	2(A)	2(A) 1(BC)
Fiskeoppdrett	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Sportsfiske	1	3	1-2	1	1-2	2	2	2	2	2

Fig. 11.1 Klassifisering av vannkvalitetstilstand

Klasse: ■ I ■ II ■ III ■ IV

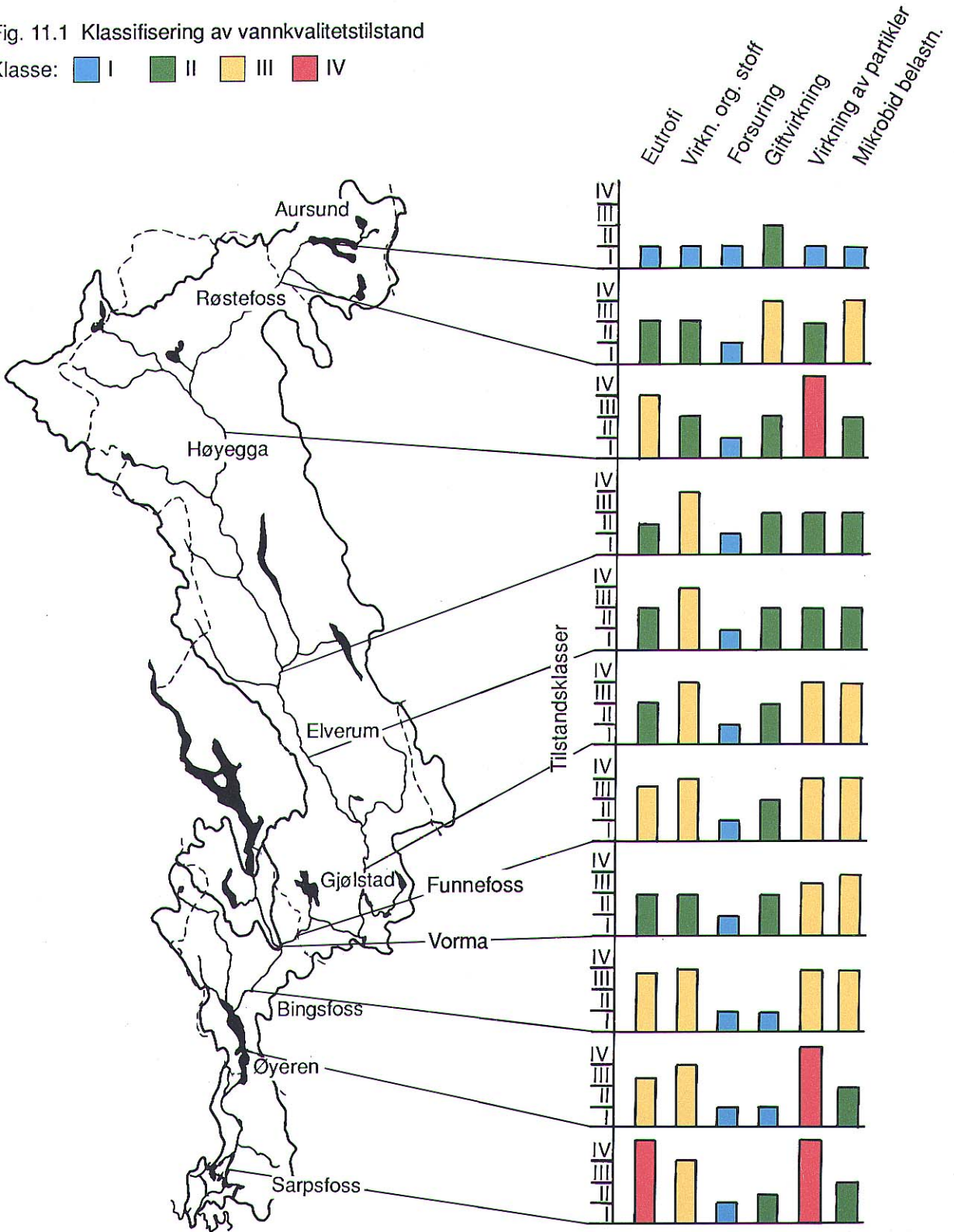


Fig. 11.2 Klassifisering av forurensningsgrad

Klasse: ■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4

Eutrofi  
Virkn. org. stoff  
Forsuring  
Giftvirknig  
Virkning av partikler  
Mikrobid belastn.

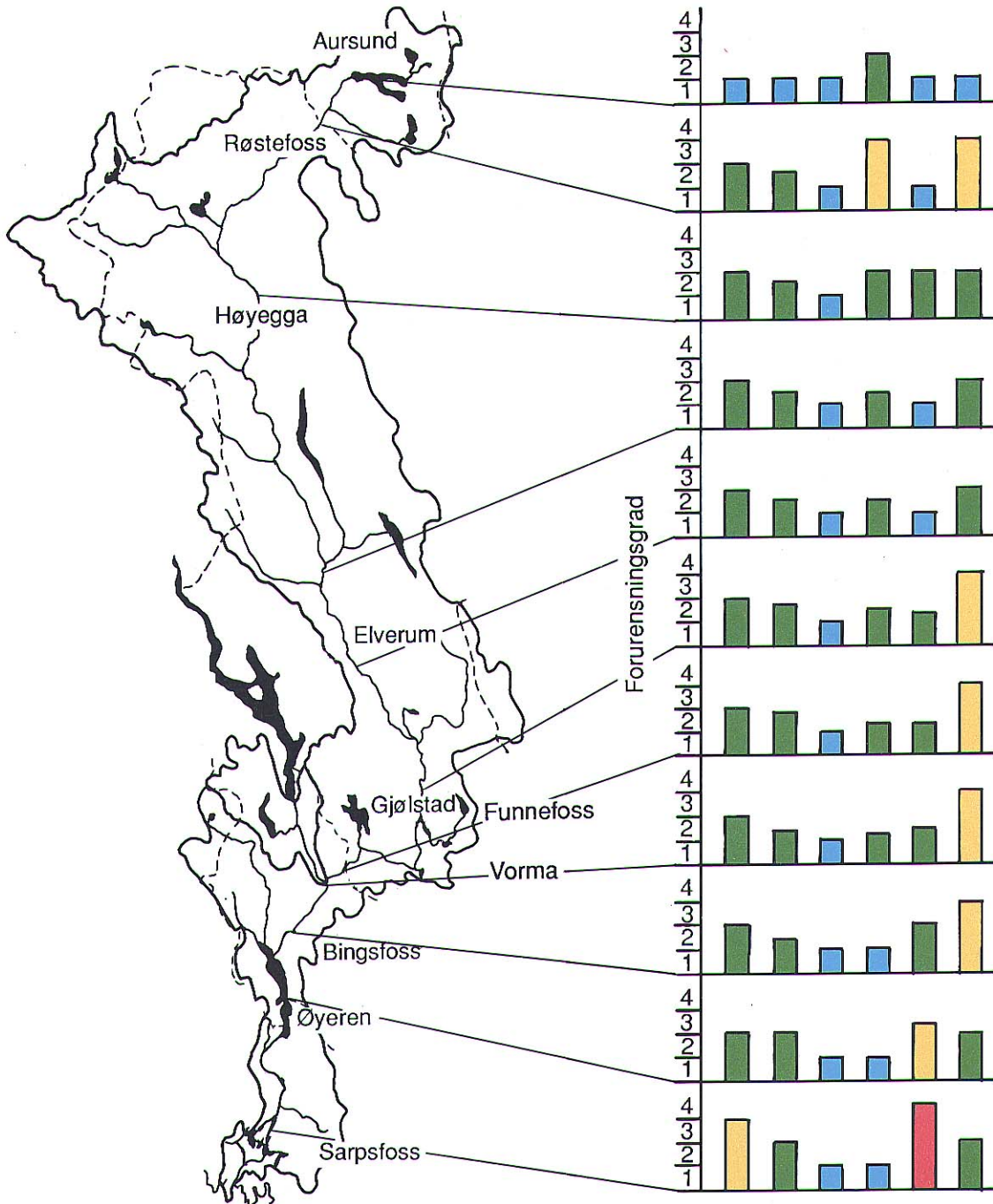
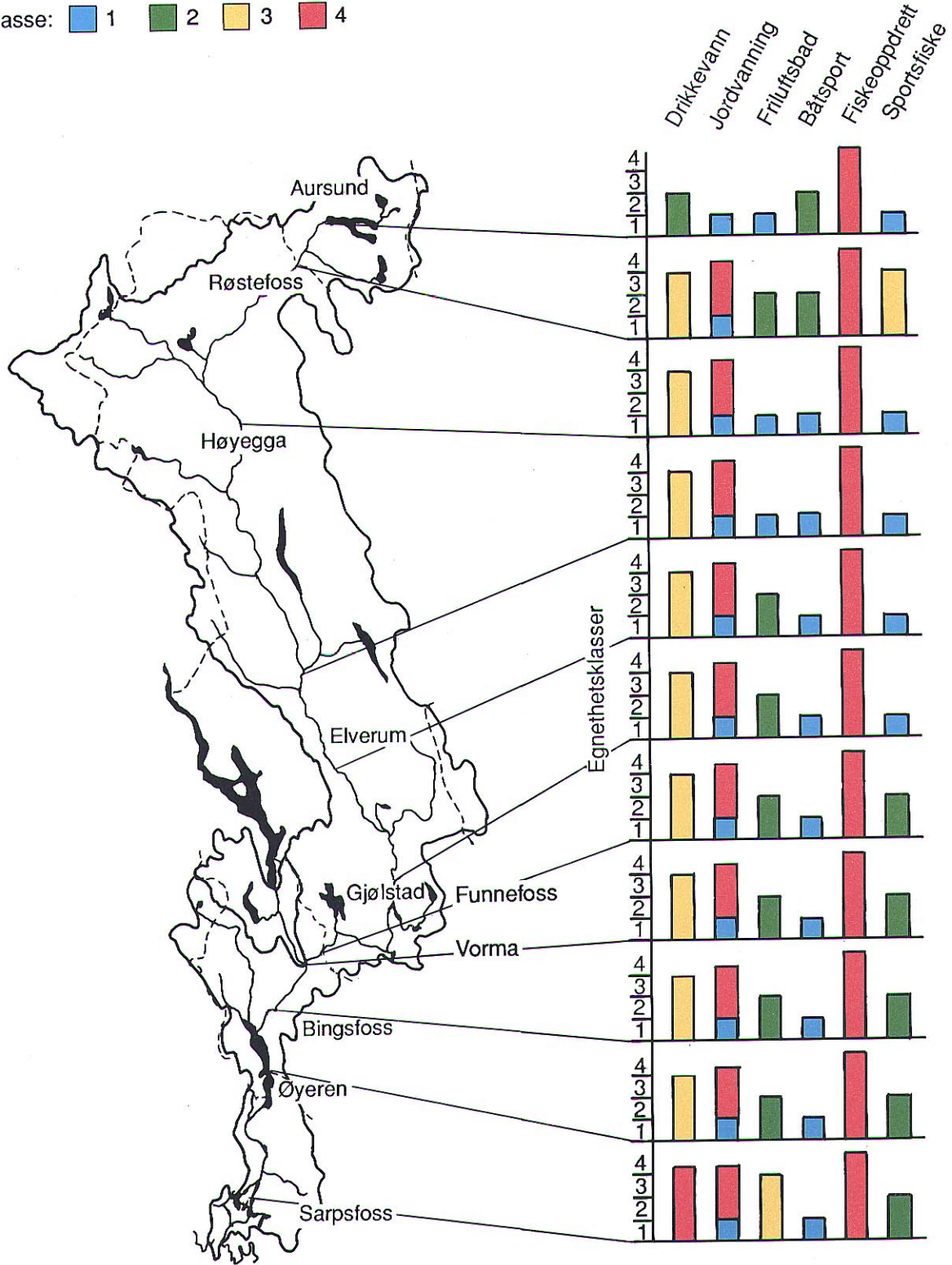


Fig. 11.3 Klassifisering av egnethet

Klasse: 1 (blue) 2 (green) 3 (yellow) 4 (red)



## **12. GLOMMA. FORURENSNINGSUTVIKLINGEN FREM TIL 2000**

### **12.1 Forurensningsprognose og prognoseforutsetninger**

En forurensningsprognose går ut på å forutsi endringer i vassdragets forurensningstilstand når forurensningstilførslene endres.

I de følgende prognosebetraktninger blir det vurdert hvordan en antatt utvikling i nedbørfeltet influerer uten at det gjennomføres spesielle tiltak for å redusere belastningen.

Prognosen er forankret i:

- kunnskap om sammenhengen mellom forurensningstilførsler og forurensningstilstand
- kunnskap om resipientens eksisterende forurensningstilstand som er beskrevet i kapitlene foran
- utviklingsprognose med hensyn til forurensende aktiviteter i nedbørfeltet.

Utviklingen i forurensningsbelastning er imidlertid avhengig av gjeldende forurensningspolitikk og den generelle utvikling innenfor de ulike sektorer i samfunnet.

Aspekter innenfor samfunnsutviklingen som har størst relevans for vannkvalitet i Glomma er:

- Befolkningsutvikling og bosetting. Fremskrivningsprognoser utarbeidet av Statistisk Sentralbyrå (SSB) er lagt til grunn.
- Landbruk. Her er utviklingslinjene som har avtegnet seg i den senere tid forsøkt ført videre.
- Industri og aquakultur. Det foreligger ingen klare signaler om vesentlige endringer innenfor disse næringer.
- Samferdsel og reiseliv. Reiselivsnæringen er i vekst og på dette felt vil det sannsynligvis bli en viss utvikling.



## 12.2 Forurensningssituasjonen i Glomma i år 2000

Tilførslene av kommunalt avløpsvann til Glomma er i løpet av de siste 10-15 år blitt betydelig redusert. Dette skyldes at det er bygd kloakkrenseanlegg for de fleste tettsteder som Røros, Tynset, Alvdal osv. Mjøsaksjonen og bygging av renseanlegg på Romerike, f.eks. RA2, har redusert forurensningstilførslene til nedre deler av Glomma. Forbud mot fosfor i vaskemidler trekker i samme retning.

Frem til midten av 80-årene økte forurensningstilførslene fra jordbruket gradvis. Dette skyldes økt forbruk av gjødsel og endrede jordbearbeidingsmetoder og rutiner. I de siste 5-6 årene har fosforinnholdet i handelsgjødselen avtatt og er nå nede på 1960-nivået. Tilførselen av nitrogen via handelsgjødsel øker fortsatt noe fra år til år, men økningen har avtatt vesentlig.

### Prognose for befolkningsutvikling

Med hensyn til endringer i folketall vil vi henvise til Statistisk Sentralbyrå: Statistiske årbøker og fylkeshefter. Folketallet for år 2000 er fremskrevet og forutsetter konstant fertilitet + flyttekomponent (tab. 12.1.).

Tabell 12.1 Befolkningsantall i 1980-1989 og fremskrevet for år 2000 for områder som drenerer til Glomma.

Område	1980	1989	2000
Røros	5369	5333	5535
Hedmark (Glomma)	91689	90623	99778
Mjøsas nedbørfelt	203370	204101	212287
Akershus	164643	180716	193241
Østfold (Sarpsfoss)	60429	62239	72005

Økte aktiviteter i et område vil normalt avspeile seg i økt befolkningstilvekst. F.eks. kan virksomheter som iverksettes i forbindelse med OL på Lillehammer medføre en raskere økning i befolkningsantallet i Mjøsas nedbørfelt i kommende 10-årsperiode enn normalt. I de deler av Hedmark som drenerer til Glomma kan økt reiselivsaktivitet medføre en viss endring i befolkningsantallet i løpet av kommende 10-årsperiode. En eventuell storflyplass på Gardermoen kan medføre en raskere økning i folketallet på Romerike enn antydnet.

Antar vi at utbyggingen av kommunale avløpsanlegg holder tritt med endringen i befolkningsantallet, vil endringen i transporten av fosfor og nitrogen ved Sarpsfoss som følge av befolkningsøkningen (tab.12.1) bli som følger:

- Fra Røros og Hedmark (Østerdalen): ingen vesentlig endring
- Fra Mjøsas nedbørfelt: ca 100 kg fosfor og ca 18 tonn nitrogenøkning
- Fra Akershus: ca 1 tonn fosfor og ca 70 tonn nitrogenøkning
- Fra Østfold: ca 170 kg fosfor og ca 10 tonn nitrogenøkning

Ved disse beregninger har vi antatt en renseeffekt for fosfor på 90% og for nitrogen på 15%. Retensjon i vassdraget er medregnet.

#### Prognose for industriutviklingen

Eventuell nyetablering av industri antar vi vil bli pålagt meget strenge restriksjoner med hensyn til utslipp av forurensninger. I hvilken grad forurensningsutslipp fra eksisterende industri kan reduseres, har vi ingen formening om. Antar vi at tempoet i industrietableringen vil gå i samme tempo som i siste tiårsperiode og at man stadig etterstreber en forbedring av forurensningsbegrensende tiltak, vil forurensningstilførslene neppe øke i kommende tiårsperiode.

Forurensningsbegrensende tiltak i forbindelse med gruveforurensningene i de øvre deler av Glomma, vil i noen grad redusere vannets innhold av tungmetaller både lokalt og for hele Glomma.

#### Prognoser for forurensningstilførsler fra landbruket

Forurensningstilførsler i forbindelse med skogbruket endres sannsynligvis lite i kommende 10-årsperiode.

I løpet av perioden 1969 til 1979 (resultatet av jordbrukstelingen i 1989 foreligger ikke ennå) ble størrelsen av jordbruksarealene i Glommas nedbørfelt endret slik tabell 12.2 viser.



Tabell 12.2 Jordbruksarealer i Glommas nedbørfelt i 1969 og 1979.  
Benevning i km<sup>2</sup>.

Område	1969			1979		
	Totalt	Åker	Eng	Totalt	Åker	Eng
Røros	20.6	0.3	20.3	21.4	0.3	21.1
Hedmark	529.3	293.9	235.4	563.9	375.9	188.0
Mjøsas nedbørfelt	832.1	502.2	329.9	876.6	528.3	348.3
Akershus	506.7	289.9	216.8	526.9	414.0	112.9
Østfold	373.0	234.7	138.3	378.0	321.2	56.8
Sum	2261.7	1321.0	940.7	2366.8	1639.7	727.1

Endringer i jordbrukspolitikken de senere år har antakelig medført at bl.a. tilveksten av jordbruksarealer har vært liten i perioden 1979-1989. Med den usikkerhet som for tiden knytter seg til EØS/EF-medlemskap, vil antakelig tilveksten av jordbruksarealer neppe øke vesentlig i perioden frem til år 2000. Det er mulig åkerandelen økte noe i enkelte områder fra 1979 til 1989, men i middel var endringene sannsynligvis små. Vi antar at fordelingen åker-eng vil endre seg lite også i kommende 10-årsperiode. EF-medlemskap eller ikke vil neppe få noen større innflytelse på jordbruksdriften i 1990-årene. Ut fra disse betraktninger antar vi at jordbruksarealenes størrelse samt fordeling åker-eng vil bli omtrent som i 1979.

Tilførselen av fosfor og nitrogen til jordbruksarealene via handelsgjødsel endret seg fra 1980 til 1989 stort sett som vist i tabell 12.3. (data fra SSB).

Tabell 12.3 Tilførsel av fosfor og nitrogen til jordbruksarealer via handelsgjødsel i 1980 og 1989. Tonn/år.

Område	Fosfor		Nitrogen	
	1980	1989	1980	1989
Røros	62	41	225	229
Hedmark	1635	1071	5922	6034
Mjøsas nedbørfelt	2719	1781	9200	9380
Akershus	1537	1007	6208	6326
Østfold	910	596	3294	3357

Som det går frem av tabellen avtok fosforinnholdet i handelsgjødsel med ca 35% i perioden fra 1980 til 1989. Nitrogeninnholdet økte svakt i samme periode. Vi er ikke kjent med om og i hvilken grad ytterligere reduksjon vil finne sted frem til år 2000.

Det føres nå en kampanje for å redusere avrenningen fra jordbruksområder. Det er foreløpig store usikkerheter med hensyn til effekten av de ulike tiltak. Det er også store usikkerheter knyttet til tempoet i gjennomføringen av tiltak (vårpløying, endret jordbearbeidingspraksis, vegetasjonssoner langs vassdrag osv.).

En annen usikkerhet som melder seg er hvilke ekstratiltak som vil bli iverksatt for å oppfylle Nordsjøavtalen.

#### Prognose for tilførsler fra skog og fjell (bakgrunn):

Fosforavrenningen fra skog og fjell vil neppe endre seg vesentlig frem til år 2000, nitrogenavrenningen kan muligens øke noe. Dette beror på i hvilken grad luftforurensningene fra kontinentet endres.

#### Konklusjon

Dersom det ikke iverksettes ekstraordinære tiltak antar vi at transporten av fosfor og nitrogen ved Sarpsfossen i år 2000 vil bli omtrent som vist i tabell 12.4.

Tabell 12.4 Transport av fosfor og nitrogen ved Sarpsfossen i 1988 og år 2000. Tonn/år.

Aktivitet/kilder	Fosfor		Nitrogen	
	1988	2000	1988	2000
Kommunalt avløp innbef. industri	106	107	1949	2050
Jordbruk innbefattet fiskeoppdrett	230	225	6700	6500
Bakgrunn fra skog og fjell	99	99	4857	5000
<b>Totalt</b>	<b>435</b>	<b>431</b>	<b>13506</b>	<b>13550</b>

Vi antar at tilførslene fra landbruket vil avta noe både pga. lavere innhold av fosfor og nitrogen i handelsgjødselen samt at det fra landbrukshold er registrert stor interesse for å redusere tilførslene. Eventuelle spesielle tiltak i forbindelse med Nordsjøavtalen er ikke vurdert her.

Med bakgrunn i betraktningene ovenfor er det uten ekstraordinære tiltak liten grunn til å tro at forurensningssituasjonen i Glomma vil endre seg vesentlig i kommende 10-årsperiode. Utbedringen av kloakkrenseanlegg og andre forurensningsbegrensende tiltak vil kunne ha store positive virkninger rent lokalt, men for Glommas hovedvannmasser vil de antakelig ha mindre betydning. Dette beror på hvor omfattende tiltakene er.

### 13. LITTERATUR

- Akershus fylkeskommune, 1989. Vannbruksplan Vormå - Glomma - Øyeren. Rapport nr. 3. Forurensningsregnskap og budsjett 1985-1995. Romerike ANØ, Des. 1989.
- Arnesen, R.T., 1989. Vannforurensning i Nordgruvefeltet, Røros. NIVA-rapport 87043, 1.nr. 2207, 23 sider.
- Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. NIVA-rapport 0-85110, 1.nr. 2001. 45 sider.
- Berglind, L. og K. Ormerod, 1979. Påvisning av fekale forurensninger i vann. NIVA-rapport XK-20, 1.nr. F363. 52 sider.
- Larsen, D.P. and H.T. Mercier, 1975. Lake phosphorus loading graphs: an alternative. Working Paper Series No. 174, US EPA, Las Vegas, Nev.
- Larsen, D.P. and H.T. Mercier 1976. Phosphorus retention capacity of lakes., J. Fish. Res. Board Can., 33 (8): 1742-1750.
- Lingsten, L. 1982. Glåma i Hedmark. Delrapport 1978-1980. Vannkjemi og planteplankton. NIVA-rapport 0-78045, 1.nr. 1436. 150 sider.
- Lingsten, L. 1984. Rutineundersøkelser i Glomma i Østfold 1983. NIVA - overvåkingsrapport 144/84, 1-nr. 1678, 24 sider.
- Lingsten, L. og H. Holtan 1981. Glåma i Hedmark. Hovedrapport. Undersøkelser i tidsrommet 1978-1980. NIVA-rapport 0-78045, 1-nr. 1304. 115 sider.
- Lingsten, L. og H.V. Sæbø, 1987. Pilot study on riverine inputs to marine water. NIVA-rapport 0-86201 datert 15.10.87. 37 sider.
- Rognerud, S., D. Berge og M. Johannessen, 1979. Telemarksvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-1979. NIVA-rapport, 0-70112, 1.nr. 1147, 82 sider.
- Rognerud, S., G. Kjellberg, R. Romstad og M. Mjelde, 1987. Overvåking av Øvre Glåma. Sluttrapport for undersøkelsen 1984-86. NIVA - overvåkingsrapport nr. 284/87, 1.nr. 2017, 58 sider.

Roseth, R. 1989. Bekkers evne til selvrensing. Situasjonsrapport. Jordforsk - Kontraktnr. 465/89, 42 sider.

SFT, 1989. Vannkvalitetskriterier for ferskvann. SFT, TA-630. 350 sider.

Statistisk Sentralbyrå: Diverse statistiske årbøker og fylkeshefter.

Vannbruksplanutvalget, Akershus, 1989. Vannkvalitet - overvåking. Vorma - Glomma - Øyeren, Vannbruksplan. RxINRU, 14.8.1989. 173 sider.