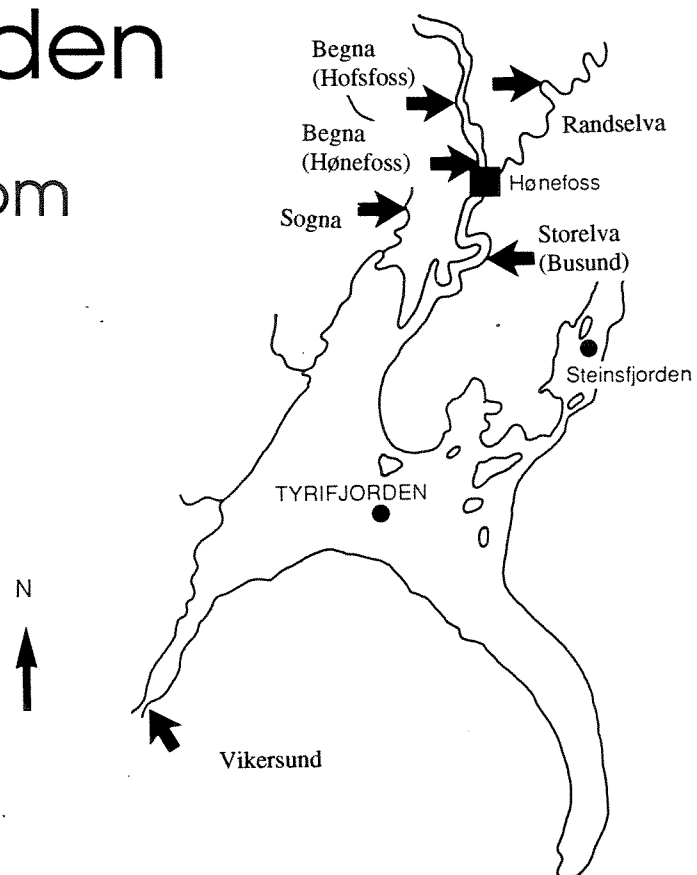





O-90096

# Vannbruksplan for Tyrifjorden

Delutredning om  
forurensnings-  
situasjonen i  
Tyrifjorden og  
Steinsfjorden  
samt i de  
viktigste  
tilløpselvene



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-90096	Undernr.:
Løpenr.: 2731	Begr. distrib.: FRI

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 23 52 80 Telefax (47 2) 95 21 89	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 78 402	<b>Vestlandsavdelingen</b> Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (47 5) 95 17 00 Telefax (47 5) 25 78 90	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	--	--

Rapportens tittel: <b>VANNBRUKSPLAN FOR TYRIFJORDEN: Delutredning om forurensnings-situasjonen i Tyrifjorden og Steinsfjorden, samt i de viktigste tilløps-elvene.</b>	Dato: 18. mai	Trykket: NIVA 1992
Forfatter(e): Dag Berge	Faggruppe: Vassdrag	Geografisk område: Buskerud
	Antall sider: 72	Opplag: 90

Oppdragsgiver: Styringsgruppa for Vannbruksplan Tyrifjorden, Buskerud Fylkeskommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

## Ekstrakt:

Tyrifjorden synes klart å være på bedringens veg mht. eutrofiering. Midlere algemengde i 1990 og 91 var hhv. 2.4 og 2.3 ug Klorofyll a/l, mot ca 3.5 i begynnelsen av 1970-årene. Nedgangen i algemengde i denne perioden er også statistisk signifikant. I Steinsfjorden har det ikke vært noen signifikant nedgang i algemengden over den samme 20-årsperioden. Forholdene fra år til år er svært variable, noe som forårsakes av vasspesten som invaderte fjorden på slutten av 70-tallet. Eutrofisituasjonen synes ikke å ha forverret seg, men den er helt i øvre grense av hva Steinsfjorden kan tåle. En mulig bedring kan kanskje spores i materialet fra det aller siste året. I Hønefossområdet synes nå elvene (Randselva, Begna og Storelva) å motta lite fosfor og organisk stoff fra sanitæravløp sammenliknet med tidligere. De bakteriologiske utslippene var fortsatt betydelige. Utslippene fra Follum-området syntes imidlertid å ha øket som følge av fabrikkens produksjonsøkning. Follum har imidlertid nå bygget et nytt renseanlegg for fjerning av fosfor og part. org. matr. som vil hjelpe på situasjonen. Sogna synes fortsatt å motta en del urensset boligavløp.

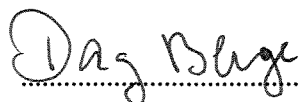
4 emneord, norske

1. Vannbruksplan
2. Eutrofiering
3. Fosfortilførsler
4. Tyrifjorden

4 emneord, engelske

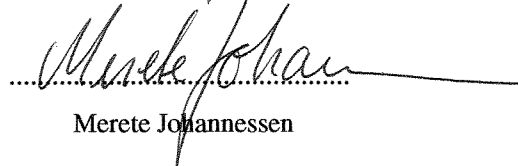
1. Water Use Plan
2. Eutrophication
3. Phosphorus loading
4. Lake Tyrifjord

Prosjektleder



Dag Berge

For administrasjonen



Merete Johannessen

ISBN 82-577-2098-4

## FORORD

Rapporten gir en sammenstilling av det forurensningsbeskrivende materialet som er innsamlet fra Tyrifjorden, Steinsfjorden samt noen tilløpselver i forbindelse med Vannbruksplanen for Tyrifjorden. Styringsgruppa for Vannbruksplanen er oppdragsgiver. Kontaktperson har gjennom hele perioden vært styringsgruppas sekretær, Børre Jakobsen i Buskerud Fylkeskommune.

Undersøkelsen er basert på prøveinnsamling i perioden mai 1990 til november 1991, samt sammenlikning med eldre forurensningsrelevante data fra de samme lokalitetene.

Det limnologiske feltarbeidet på Tyrifjorden og Steinsfjorden er foretatt av Steinar Jensen og Trond Bernisen, Hole kommune, og Lars Olsen, Grete Tollefsen, og Unni Suther, Ringerike kommune. Disse har arbeidet etter opplegg instruert fra NIVA.

Innsamling av prøver fra tilløpselvene er foretatt av Erling Børdalen og Bodil Linnerud, Follum Fabrikker.

De kjemiske analysene fra innsjøene er foretatt ved NIVA's laboratorium i Oslo. Kjemianalysene fra elvene er utført ved Vannanalyselaboratoriet hos Fylkesmannen i Buskerud. De bakteriologiske analysene er foretatt av Næringsmiddeltilsynet i Ringeriksregionen. Planteplanktonmaterialet er artsbestemt og analysert av cand.real. Pål Brettum, NIVA.

Cand.real. dag Berge, NIVA, har vært delprosjektets saksbehandler og står ansvarlig for opplegg, bearbeiding av materiale samt rapportering. Alle medarbeidere takkes for godt samarbeide.

Oslo, april 1992

Dag Berge

## INNHOLDSFORTEGNELSE

KONKLUDERENDE SAMMENDRAG .....	4
Steinsfjorden.....	4
Tyrifjorden .....	5
Tyrifjordens viktigste tilløpselver .....	5
INNLEDNING .....	7
Bakgrunn .....	7
Nedbørfelt.....	7
Geologi i nedbørfeltet .....	9
Klimatiske forhold .....	10
Befolkning .....	10
Innsjømorfometri og Hydrologi.....	10
Reguleringer .....	13
Rekreasjon og fiske.....	14
Drikkevann .....	15
Jordbruksvanning.....	15
Forurensninger.....	15
Tidligere undersøkelser fra Tyrifjorden og Steinsfjorden .....	16
MATERIALE OG METODER VED UNDERSØKELSENE I 1990 OG 1991 .....	17
RESULTATER OG DISKUSJON.....	18
Meteorologiske forhold i undersøkelsesperioden .....	18
Vannføringer.....	19
Eutrofielaterte parametre i Tyrifjorden .....	20
Resultatene fra 1990 og -91 .....	20
Eutrofiutviklingen over tid - trendutvikling .....	22
Eutrofielaterte parametre i Steinsfjorden.....	25
Resultatene fra 1990 og -91 .....	25
Eutrofiutviklingen i Steinsfjorden over tid - trendutvikling .....	28
Bakteriologiske forhold i Tyrifjorden og Steinsfjorden .....	30
Kjemiske observasjoner i elvene .....	32
Partikulært materiale .....	32
Turbiditet .....	32
Kjemisk oksygenforbruk, farge, total organisk karbon og oksygen .....	37
Total fosfor.....	37
Total nitrogen.....	42
Aluminium .....	42
Noen transportverdier fra elvestasjonene.....	45
Fosforkonsentrasjon- og transport i Storelva ved ulike år .....	47
Bakteriologiske resultater fra elvene .....	49
HVOR MYE ER TYRIFJORDENS FOSFORBELASTNING BLITT REDUSERT .....	52
Beregnet reduksjon i fosforbelastning på grunnlag av nedgang i algemengden i Tyrifjorden.....	52
Beregnet P-belastningsreduksjon som følge av kommunale rensetiltak .....	53
LITTERATUR .....	54
VEDLEGG - TABELLER MED PRIMÆRDATA.....	57

## **KONKLUDERENDE SAMMENDRAG**

I forbindelse med arbeidet med Vannbruksplan for Tyrifjorden har NIVA etter oppdrag fra Vannbruksplanutvalget foretatt en oppdaterende undersøkelse av forurensningssituasjonen i innsjøene Tyrifjorden og Steinsfjorden, samt de viktigste tilløpselvene, Begna, Randselva, Storelva og Sogna i 1990 og 1991.

Begge årene var preget av ekstremt lite nedbør. Selv den årvisse vårflommen i Storelva uteble på det nærmeste. Disse unormale meteorologiske forholdene resulterte i liten tilførsel av diffuse forurensninger som f.eks. avrenning fra landbruksarealer, lekkasjer og overløp i kloakksystemene, samt minimal erosjonsaktivitet både i elveleier og terrestriske systemer. Likeledes var det nedtappet vannstand i 1991 som følge av reparasjonsarbeider ved damanlegget i Vikersund. Resultatene må ses på med denne bakgrunn.

### **Steinsfjorden**

Våren og forsommeren 1990 var det en ekstremt høy algeoppblomstring i Steinsfjorden. Denne besto i det alt vesentlige av gullalgene *Uroglena americana* og *Dinobryon sociale*. Den første av disse var nokså sikkert årsaken til den illeluktende grønsken som fløt i land enkelte steder i begynnelsen av juni 1990. Oppblomstringen var imidlertid kortvarig og resten av sommeren var det normale - lave algemengder i Steinsfjorden.

I 1991 var det lite alger i Steinsfjorden sammenliknet med tidligere. Både algetellinger og klorofyllmålinger viste dette. Med unntak av *Oscillatoria rubescens* på våren, var det heller ikke noe bekymringsfullt innslag av blågrønnalger. Den tørre våren og sommeren med liten tilrenning av diffuse forurensninger er nok en av hovedårsakene til dette, men det er også mulig at avkloakkingen av deler av Hole har begynt å gi effekt. Observasjonene av nokså gunstige algeforhold i 1991 var overraskende sett i forhold til de betydelige mengder klager over situasjonen i fjorden som kom fra lokale oppsittere dette året. Årsaken til klagen var trolig at den sterkt nedtappede vannstanden gjorde at vasspesten ble langt mer synlig enn normalt. Store mengder vasspest ble også liggende å råtne på land.

Det var nokså mye fosfor i Steinsfjordens frie vannmasser, som imidlertid ikke gav seg utslag i økt algevekst. Fosforet stammer høyst trolig fra unormalt stor vindgenerert bølgeoppvirvling av bunnslam fra blottlagte strender som følge av den sterke nedtappede vannstand.

De bakteriologiske forhold i Steinsfjordens frie vannmasser var rimelig gode og tilfredsstillende klart helsemyndighetenes krav til godt badevann.

Statistisk trendanalyse av forurensningsrelevante data viser ingen signifikant endring de siste 20 år. Den negative utviklingstendensen i de frie vannmasser man kunne lese fra 1990 resultatene, skyldtes hovedsakelig oppblomstring av de to gullalgeartene som nevnt over.

## Tyrifjorden

Forholdene i Tyrifjordens frie vannmasser var gode både i 1990 og 1991. Over tid viser både algemengde og fosforkonsentrasjon en signifikant nedgang, men den nedadgående tendens har flatet noe ut de seneste år.

Forurensningstilstanden ligger nær opptil Tyrifjordutvalgets målsetting. Målt som fosforkonsentrasjon i innsjøen synes man allerede å være i mål med å ha kommet under 7 µgP/l. Målt som algemengde (klorofyll a) er målet å komme ned i 2.0 ugKla/l. På grunn av år-til-år variasjoner i algemengden er det ikke helt enkelt å fastslå nøyaktig hvor man befinner seg i forhold til målet. Verdiene fra 1990 og 1991 lå på hhv. 2.4 og 2.3 ug/l, mens statistiske trendanalyser indikerer at man ligger på ca 2.2 ugKla/l. Enkelte høye topper i algebiomasse vitner imidlertid om at Tyrifjorden fortsatt er påvirket av næringssaltforurensning. Det nye renseanlegget som er satt i drift på Follum fabrikk, etter at prøvetakingen ved denne undersøkelsen er avsluttet, vil gi ytterligere merkbar bedring på Tyrifjordens hovedvannmasser.

Tilbakeberegner man via modeller, får man at dagens fosforbelastning ligger på ca 62 tonn P/år. Dette er en nedgang på ca 8 tonn P/år siden 1980. Tilknytning av sanitærvløp til kommunale renseanlegg i perioden skulle tilsi en tilsvarende nedgang. Dette stemmer overens med de reduksjoner man finner i fosfortilskuddet i Storelva forbi Hønefoss sentrum sammenliknet med hva man fant under Tyrifjordundersøkelsen (1978-81). Dette er en indikasjon på at de kommunale utslippene nå tas rimelig godt hånd om. Det bør bemerkes at det har vært to eksepsjonelt tørre år som har gitt minimale problemer m.h.t. overløp og lekkasjer fra ledningsnettet.

Den bakteriologiske situasjonen i Tyrifjordens hovedvannmasser var god.

## Tyrifjordens viktigste tilløpselver

Både Randselva og Begna var lite forurenset ovenfor Hønefossområdet. Nedenfor Hønefossområdet har elvene blitt tilført 14 tonn fosfor, 44 tonn nitrogen, 2021 tonn partikulært organisk materiale, 7311 tonn KOF og 4859 tonn TOC, alt beregnet på årsbasis. Under Tyrifjordundersøkelsen (1978-81) var fosfortilførselen på samme strekningen ca 23 tonn pr. år, og det har således vært en betydelig nedgang. Nedgangen skyldes hovedsakelig reduserte utslipp av sanitærvløp.

Det aller meste av fosfor og organisk materiale tilføres elvevannet i Begna forbi Follumområdet. På denne strekningen synes det ikke å ha skjedd noen utslippsreduksjoner. Snarere var det noe høyere transportøkning på her enn under Tyrifjordundersøkelsen. Tilskuddet av fosfor til elva på denne strekningen i 1990/91 ble beregnet til ca 14 tonn P/år (lå mellom 8 og 12 tonn under Tyrifjordundersøkelsen), mens tilskuddet av organisk materiale som KOF var på ca 8000 tonn pr. år, og ca 1900 tonn som partikulært organisk materiale.

Det bør bemerkes at det knytter seg en del usikkerheter til slike elvetransportberegninger. Overvåkingen av selve utslippene fra Follum fabrikk gir ca 7 tonn fosfor pr. år. Etter at prøveinnsamlingen ved dette prosjektet er avsluttet har imidlertid Follum fabrikk satt i drift

et nytt renseanlegg for fjerning av fosfor og partikulært organisk materiale som ganske sikkert vil gi bedringer. Anlegget virker med 70-80% effektivitet mht. til fosforfjerning.

Storelva og Sogna hadde dårlig vannkvalitet mht. innhold av tarmbakterier. De to øverste stasjonene i Randselva og Begna hadde rimelig god bakteriologisk vannkvalitet.

Fosfortransporten målt i Storelva ved Busund var betydelig lavere i 1990/91 enn ved tidligere undersøkelser. Resultatene indikerer at Monserud renseanlegg fungerer bra og tar hånd om det aller meste av sanitæravløpene fra Hønefossområdet. Imidlertid var også vannføringen i elva betydelig lavere enn vanlig, noe som er med på å forklare den lave fosfortransporten (lite erosjon, overløp,mm.).

## **INNLEDNING**

### **Bakgrunn**

Et ledd i arbeidet med vannbruksplan for Tyrifjorden er å foreta en oppdaterende statusundersøkelse av innsjøene Steinsfjorden og Tyrifjorden mht. eutrofiering og bakteriell forurensning, samt et studium av næringssalttilførslene via de største tilløpselvene til Tyrifjorden. Resultatene, sammenstilt med data fra tidligere undersøkelser skulle indikere hvordan forurensningstilstanden ligger an i forhold til målsetningen satt av Tyrifjordutvalget i 1983 (Berge 1983), nå etter at betydelige rens tiltak er iverksatt.

### **Nedbørfelt**

Tyrifjordens nedbørfelt har sine kilder ca 200 km nord-vest for Tyrifjorden. I nord avgrenses nedbørfeltet mot Valdresflya og Jotunheimen, helt i vest av Fillefjell og Tyin. I øst grenser nedbørfeltet mot Mjøsa's nedbørfelt og i vest ligger Hallingdal som drenerer til Krøderen. Skisse over Tyrifjordens nedbørfelt er gitt i fig. 1.

Nedbørfeltet utgjøres vesentlig av 2 store dalfører, nemlig Valdres-Begnadalen og Etnedal-Land-Hadeland. I førstnevnte dalføre renner Begna gjennom innsjøene Vangsmjøsa, Slidrefjorden og Sperillen. Nedenfor Sperillen kalles elva også Ådalselva. I det andre dalføret renner Etna og Dokka sammen ved innløpet av Randsfjorden. Nedenfor Randsfjorden kalles vassdraget Randselva. Disse 2 vassdragene møtes i Hønefoss sentrum og elva kalles Storelva herfra og ned til Tyrifjorden.

Ved samløpet i Hønefoss har Begnavassdraget et nedbørfelt på 4875 km<sup>2</sup>, mens Randselva her har et nedbørfelt på 3717 km<sup>2</sup>. Disse to vassdragene utgjør nærmere 90% av Tyrifjordens nedbørfelt, som totalt er på 9808 km<sup>2</sup>.

Storelva renner ut i Tyrifjordens nordvestre del, Nordfjorden. Her renner også den langt mindre Sogna ut med nedbørfelt på 624 km<sup>2</sup>. Drenering til fjorden utover dette skjer bare via små vassdrag av hvilke Skjærdalselva og Henoa har størst betydning.

Steinsfjorden er forbundet med Tyrifjorden via Kroksundet. Under flomperioder i Storelva stiger vannstanden i Tyrifjorden raskere enn i Steinsfjorden, noe som fører til at det i perioder også kan strømme vann inn i Steinsfjorden fra Tyrifjorden. Steinsfjordens nedbørfelt er på 64 km<sup>2</sup>. Skisse over nedbørfeltet er gitt i fig. 2.



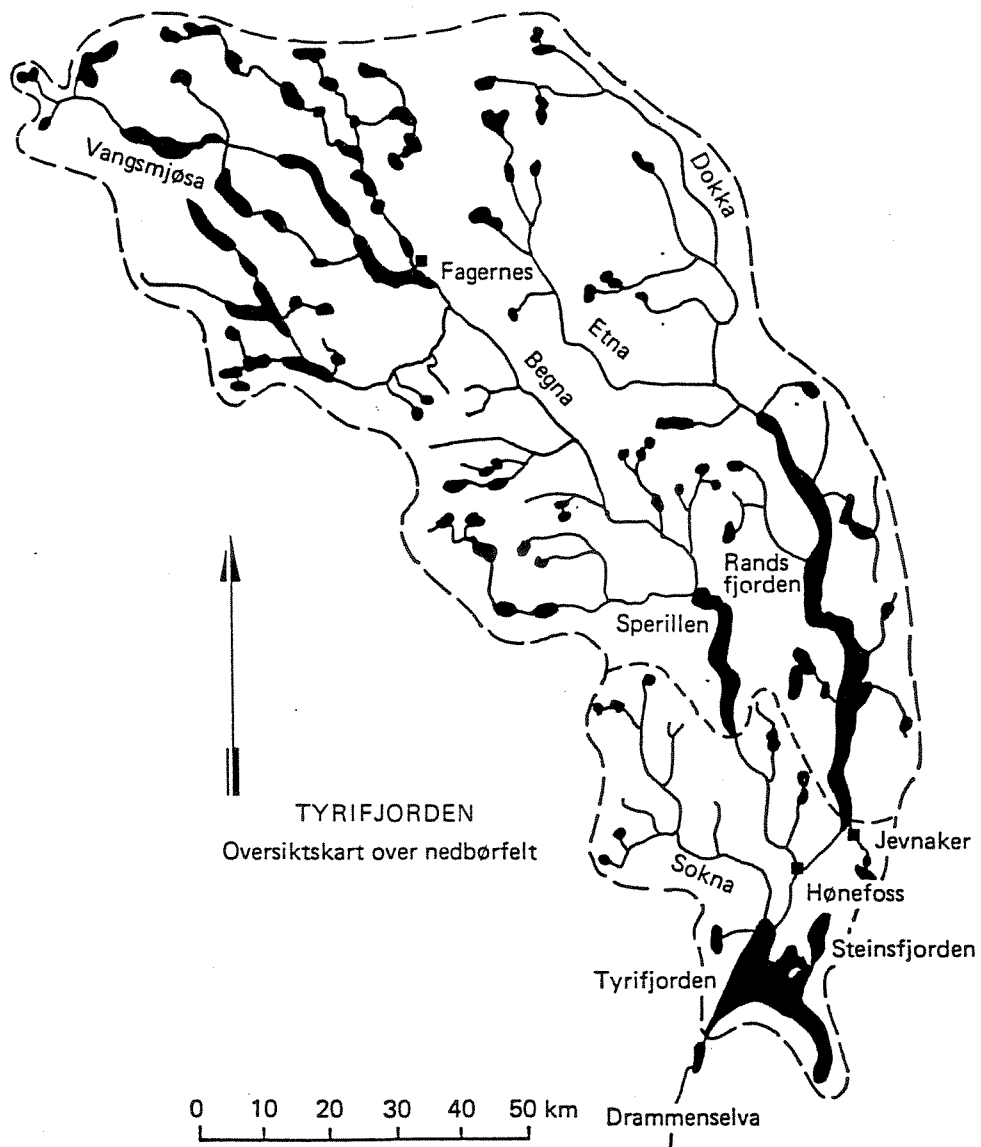


Fig. 1 Skisse over Tyrifjordens nedbørfelt

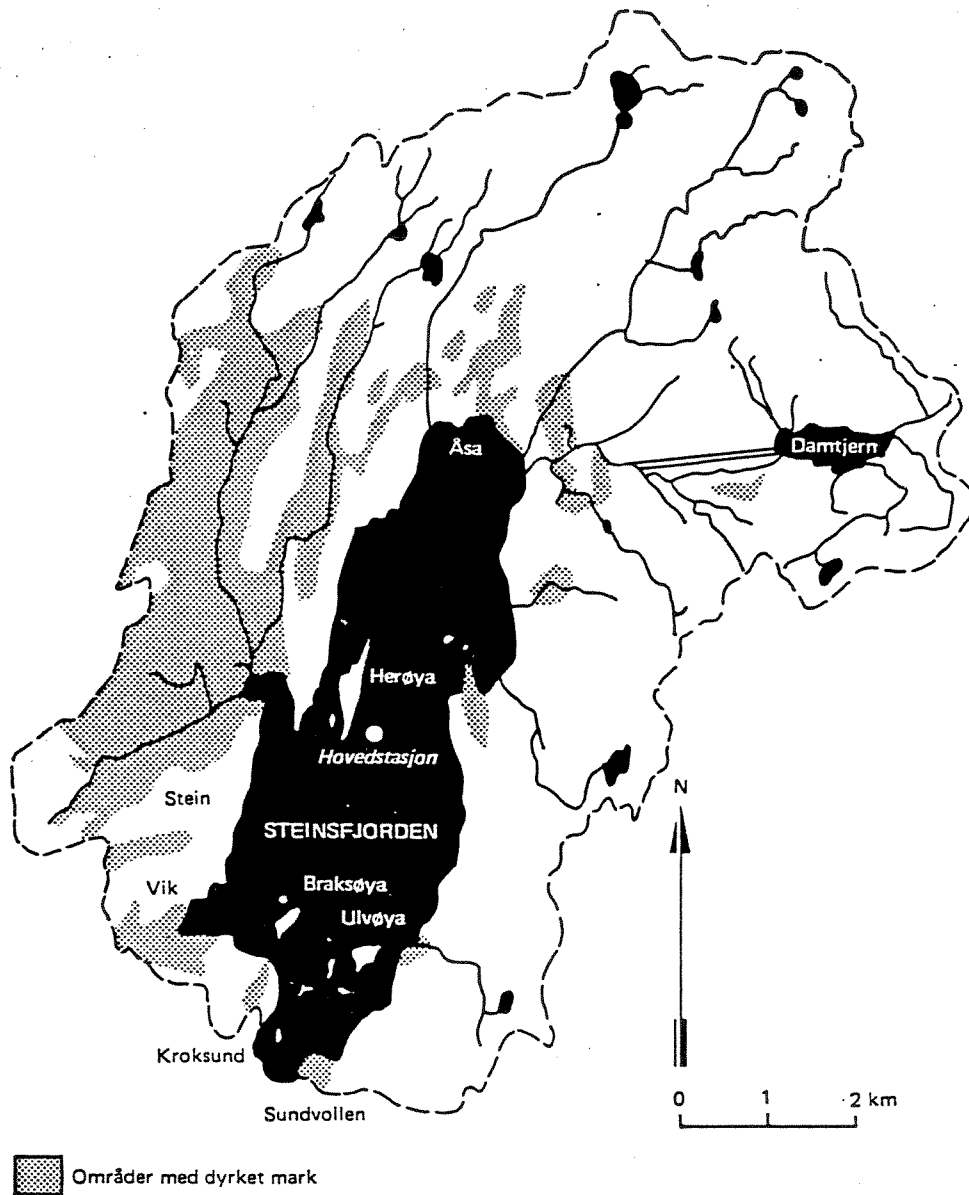


Fig. 2 Skisse over Steinsfjordens nedbørfelt, etter Abrahamsen 1981.

### Geologi i nedbørfeltet

Tyrifjorden ligger i Oslofeltets vestgrense. Øst og nordøst for innsjøen består berggrunnen av kambrosiluriske skifer og kalksteinsformasjoner, samt sandstein og lavabergarter. Kambrosiluriske bergarter kommer også igjen mot syd. Vest- og nordvest siden av Tyrifjorden består vesentlig av grunnfjell. Nordover i nedbørfeltet kommer først et bredt belte med grunnfjell i de midtre deler, mens de nordlige deler har svært blandet geologi. Viktigste er kvartssandstein, Valdressparagmitt og sterkt omdannede kambrosiluriske bergarter.

Løsavsetningene i den nordre delen av nedbørfeltet består hovedsakelig av et tynt lag med morenegrus, mens det i den søndre del er store innslag av marin leire. Her finnes også store ansamlinger av glacifluvialt materiale (sand og grus).

I lokalfeltet rundt Steinsfjorden er det mye kalkrike bergarter. I vest og nordvest, samt øyene Herøya og Braksøya, består berggrunnen vesentlig av kambrosilur. Deler av dette området er dekket av marine løsavsetninger, vesentlig leire. På østsiden og nordøst for Steinsfjorden er de eldre kambrosiluriske bergartene dekket av sandstein avsatt i ferskvann. Disse bergartene strekker seg opp til lavabergartene som dekker toppen av åsen i øst.

## **Klimatiske forhold**

Tyrifjorden ligger 63 m over havet. Området har typisk innlandsklima med kalde vintre og varme somre. Det er relativt lite nedbør i distriktet, særlig rundt Steinsfjorden som ligger i nedbørskyggen til Nordmarka. Middelnedbøren er her bare omlag 400 mm pr. år. På vestsiden av Tyrifjorden er middelnedbøren omlag 600 mm pr. år. Det aller meste av nedbøren kommer om sommeren. Vintrene er forholdsvis snøfattige i innsjøenes nærområder. Sydlige vindretninger er dominerende i sommerhalvåret, mens om vinteren er det mer innslag av nordlige og vestlige vinder.

## **Befolkning**

Totalt bor det ca 80-90.000 mennesker i Tyrifjordens nedbørfelt. I området nedenfor Sperillen og Randsfjorden bor det omlag 32.000 mennesker, vel halvparten av disse bor i Hønefoss og omland. I Steinsfjordens lokalfelt bor det ca 2000 personer. De fleste av tettstedene er tilkoplek kloakkrensaneanlegg.

I tillegg til de fastboende er det betydelig turisme i tilknytning til Tyrifjorden og Steinsfjorden. F.eks. kan det nevnes at det er over 1700 hytter i nærområdet, hvorav 600 bare rundt Steinsfjorden. Det er også flere campingplasser og hoteller rundt innsjøene.

## **Innsjø morfometri og Hydrologi**

Tyrifjorden og Steinsfjorden utgjør tilsammen en sammenhengende vannflate på 135 km<sup>2</sup>, eksklusive øyer. Tyrifjorden alene utgjør 121 km<sup>2</sup> og Steinsfjorden ca 14 km<sup>2</sup>.

Tyrifjorden er en av Norges dypeste innsjøer med maksimaldyp på 295 m og et midlere dyp på 114 m. En dyp renne strekker seg fra Tyristrand og helt ned til Sylling. Dette dypområdet (ofte kalt Holsfjordbassenget) huser det aller meste av vannet i Tyrifjorden. Dyprenna er nesten flat på bunnen, og på strekningen Frognøya - Sylling varierer dypet bare med ca 10 m (285-295). Dybdekart over Tyrifjorden er gitt i fig. 3.

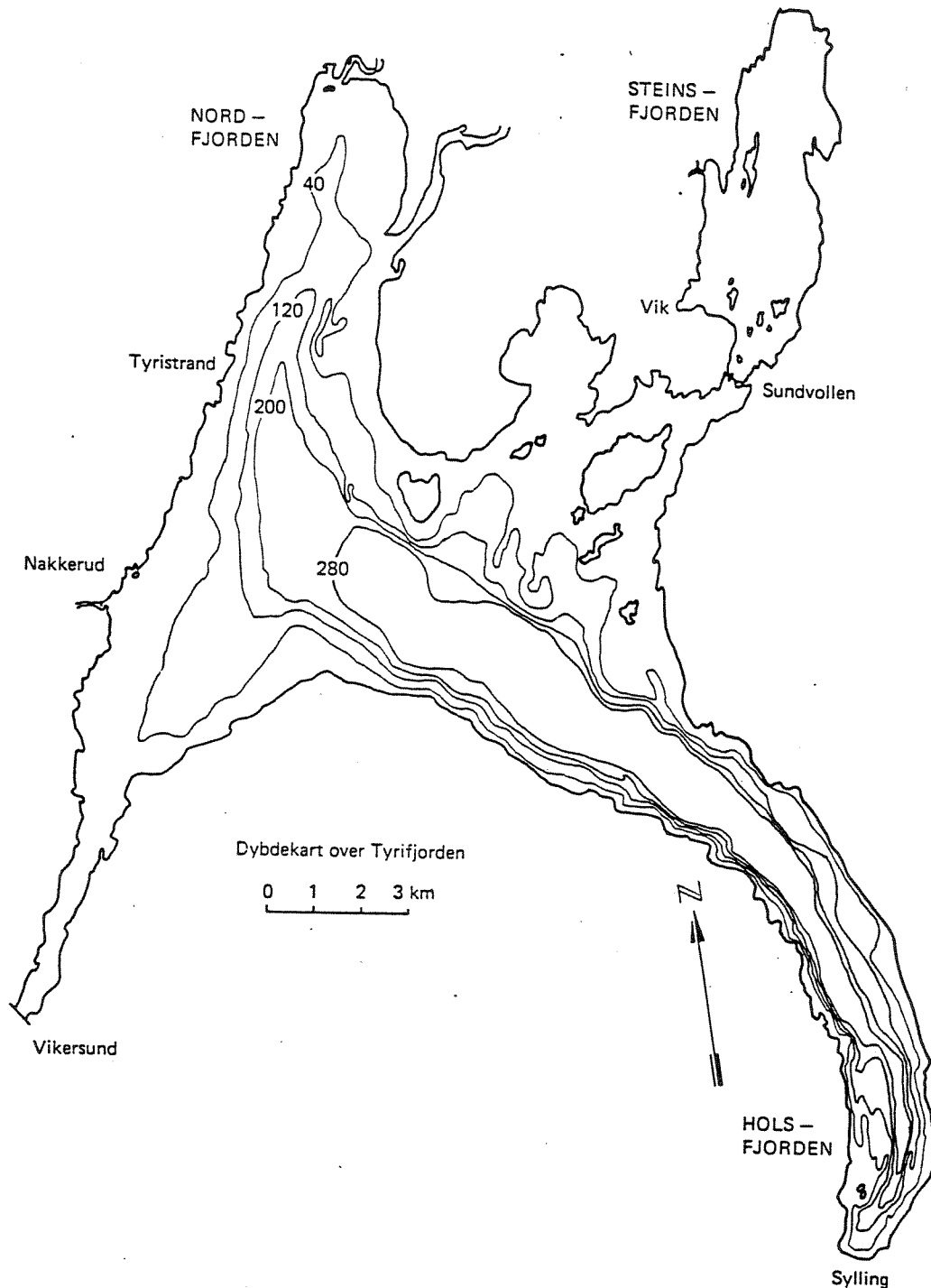


Fig. 3 Dybdekart over Tyrifjorden, etter NVE (Hydrologisk avdeling, 1977).

Steinsfjorden er en relativt grunn innsjø med maksimaldyp på ca 24 m, og et middeldyp på omlag 10 m. En dyprenne på 15-20 m strekker seg langs midten av innsjøen. Steinsfjorden er allikevel dyp nok til å bli termisk sjiktet i sommerhalvåret. Den er imidlertid sterkt vindpåvirket og har derfor en lang høstsirkulasjonsperiode. Steinsfjorden er avsnørt fra Tyrifjorden ved en vegfylling over det grunne Kroksundet. I bruporten er det ca 2.5 m dypt. Dybdekart over Steinsfjorden er gitt i fig. 4.

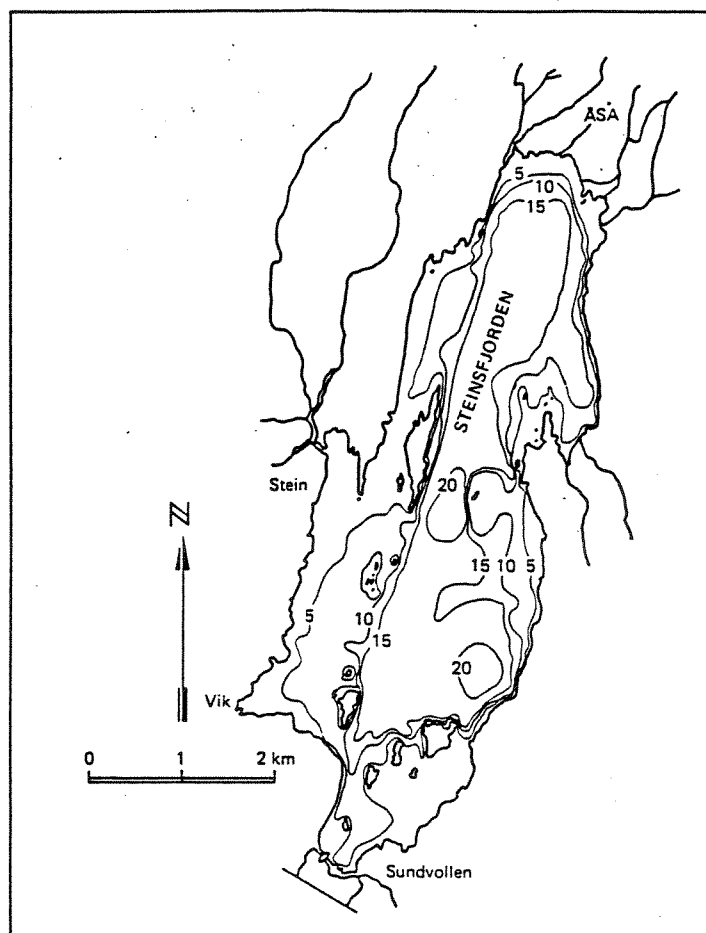


Fig. 4 Dybdekart over Steinsfjorden, etter NVE (Hydrologisk avdeling 1977).

Tyrifjordens volum er  $1386 \times 10^6 \text{ m}^3$  og den midlere avrenning ca  $170 \text{ m}^3/\text{sek}$ . Det vil ta 2.7 år for det innstrømmende vann (elver, bekker, etc.) å fylle bassenget om dette hadde vært tomt. Vi sier at Tyrifjorden har en teoretisk oppholdstid på 2.7 år.

Avrenningen fra Steinsfjordens nedbørfelt er ca  $1 \text{ m}^3/\text{sek}$ , innsjøbassenget er på  $142 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Den teoretiske oppholdstiden blir etter dette 4.6 år. Den reelle oppholdstiden er noe mindre da det periodevis skjer vannutskiftning med Tyrifjorden, både under vårflommen og ved vindrevne strømmer. Vannbruksplanutvalget har satt igang en egen undersøkelse av vannutskiftningen mellom Tyrifjorden og Steinsfjorden og mulighetene for å øke denne (se Berge og Tjomsland 1992).

I tabell 1 er det gitt en sammenstilling av morfometriske og hydrologiske data fra de to innsjøer.

Tabell 1 Morfometriske og hydrologiske data fra Tyrifjorden og Steinsfjorden.

Parameter		Tyrifjorden	Steinsfjorden
Høyde over havet	m	63	63
Areal nedbørfelt	km <sup>2</sup>	9808	63.7
Areal innsjøoverflate (eks. øyer)	km <sup>2</sup>	121.3	13.9
Areal øyer	km <sup>2</sup>	2.74	0.52
Største lengde	km	30	7.9
Største bredde	km	11	2.6
Største dyp	m	295	24
Midlere dyp	m	114	10.2
Vannstandsvariasjoner	m	1-2	1-2
Volum	$\times 10^6 \text{ m}^3$	13830	142
Midlere avløp	$\text{m}^3/\text{s}$	170	1
Årlig avløp	$\times 10^6 \text{ m}^3$	5000	31.5
Teoretisk oppholdstid	år	2.7	4.6

## Reguleringer

Det er betydelige vassdragsreguleringer i Tyrifjordens nedbørfelt, særlig mange er det i Begnavassdraget ovenfor Sperillen. Her omtales bare reguleringer nedenfor Sperillen og Randsfjorden.

I Begna (Ådalselva) er det 4 kraftstasjoner mellom utløp Sperillen og samløpet med Randselva (tabell 2). Det er rene elvekraftverk uten noen magasinering. Bare de gamle fossene er tørrlagte.

I Randselva er det 4 kraftstasjoner (tabell 2). Randsfjorden fungerer som reguleringsmagasin og er regulert med ca 3 m. Randselvreguleringene reduserer gyte- og oppvekstområdene for Tyrifjordørreten. Dette tapet søkes erstattet med stamfiske og utsettinger. Reguleringene har liten forurensningsmessig betydning.

Selve Tyrifjorden er regulert ca 1 m med dam ved Vikersund.

Tabell 2 Oversikt over reguleringer i Begna nedstr. Sperillen og i Randselva.

Kraftverk	Fallhøyde	Gjennomsnittlig årsproduksjon (GWh)
<b>Begna</b>		
Hensfossen kraftstasjon	24	110
Benga "	8	36
Hofsoss "	26	150
Hønefoss "	21	120
<b>Randselva</b>		
Bergerfoss kraftstasjon	6	10
Kistefoss "	11	30
Askerudfoss "	21	70
Viulfoss "	17	60

## Rekreasjon og fiske

Tyrifjorden og Steinsfjorden er viktige lokaliteter mht. rekreasjon. I det lokale nedbørfeltet er det over 1700 hytter hvorav vel 900 ligger i Tyrifjordens nærområde og ca 600 i Steinsfjordens nærområde. Det er flere campingplasser, feriehem og hoteller i nærområdet. I sommermånedene florerer badeliv og båtsport.

Fritidsfiske har også stor betydning. Steinsfjorden er desidert Norges rikeste krepselokaltet. Fisket etter kreps er fritt for alle, og i krepse sesongen (7. aug.-15. sept.) er det hektisk aktivitet langs strendene. Ved fiskets start fiskes det i alt med 10-12000 teiner bare i Steinsfjorden. Dette fisket har også økonomisk verdi for endel lokale oppsittere. Det fiskes ca 185000 kreps pr. år med en førstehåndsverdi på vel en halv million kroner. I Steinsfjorden fiskes det også etter abbor, sik og gjedde, samt en del brasme (krepseagn).

I Tyrifjorden fiskes det særlig etter ørret og sik. Tyrifjorden er viden kjent for sin storvokste ørret, og fisket etter denne har økonomisk verdi for en del lokale beboere. Mest kjent er Breien fisket i Nordfjorden. Storørretfisket foregår vesentlig i mai da ørreten følger krøklas gytevandring inn i Nordfjorden. Bunn garn og dorging er de vanligste fangsformer. Det fiskes 2-3 tonn ørret pr. år i Tyrifjorden. Bestanden av ørret har vært synkende i mange år.

For å styrke storørret-stammen i Tyrifjorden er det satt i gang et utsetningsprogram med mål å sette ut 100 000 to-somrige ørretunger av stedegen stamme. Programmet startet i 1989 og vil pågå ut 1994.

Tyrifjorden har en stor sikbestand, som imidlertid utnyttes dårlig, særlig den pelagiske bestanden. Flytegarnfisket foregår ikke i Tyrifjorden, og siken beskattes bare ved bunn garnfiske og noe under gytevandring i Sogna. Det fiskes 7-8 tonn sik pr. år i Tyrifjorden. Dette kvantum kunne godt vært fordoblet uten at det ville gått ut over bestanden.

Også i Tyrifjorden fiskes det en del abbor, gjedde og brasme, Krepsefiske har her betydelig mindre omfang enn i Steinsfjorden. Det fiskes også noe dypvannsrøye (kolmunn) i Tyrifjorden.

Av andre fiskearter enn de som allerede er nevnt, finnes stingsild, ørekyt, karuss og ål.

## **Drikkevann**

Det er flere vannverk som nytter Tyrifjorden som råvannskilde. Hittil har dette dreid seg om vannforsyning til lokalbefolkningen. Sommeren 1985 ble Akser og Bærum ferdige med et stort nytt drikkevannsuttak fra Holsfjorden (ved Toverud). Av andre større vannverk kan nevnes Hole Vannverk og Sylling Vannverk. På sikt er Holsfjorden potensiell reservevannkilde for større deler av Oslo- og Drammensområdet. Ved flere av de lokale vannverkene har man vært plaget av bakteriell forurensning og det har stadig vært nødvendig å legge inntakene ut på dypere vann. Den fysisk/kjemiske vannkvaliteten i Tyrifjordens hovedvannmasser er meget velegnet til drikkevannsmål.

## **Jordbruksvanning**

Både Tyrifjorden, Steinsfjorden og tilløpselvene benyttes i stor grad til jordbruksvanning. Fra Holsfjorden i Sylling tas det ut suppleringsvann til Lierelva til vanningsformål.

## **Forurensninger**

Tyrifjorden mottar forurensninger både fra industri, jordbruk og kommunal kloakk. De mest bekymringsskapende forurensningseffekter er eutrofiering (overgjødning), kvikksølvforurensning av fisk, samt høyt bakterieinnhold i vannet. En stor del av utslippene er nå redusert ved at alle tettsteder er tilkoplede kommunale kloakkrensingsanlegg, samt at bruk av kvikksølv i treforedlingsindustrien og jordbruk er stanset.

Hønefossområdet er den største forurensningskilde. F.eks. kan det nevnes at vel 85% av fosforutslippene til Tyrifjorden kommer via Storelva, og målinger foretatt i perioden 1978-81 viste at 20-30 tonn P/år ble tilført elva på strekningen forbi Hønefoss. I forbindelse med Tyrifjordundersøkelsen ble det pr. 1981 beregnet at fosfortilførselen til Tyrifjorden var ca 70 tonn fosfor pr. år. Ca 30 tonn av dette ble beregnet å komme fra forurensninger i området nedenfor Sperillen og Randsfjorden. Sanitæravløp fra boligbebyggelse var største bidragsyter.

Industrien tilfører også fjorden betydelige mengder organisk materiale. I 1981 ble det beregnet at de 3 største treforedlingsbedriftene sto for et utslipp av organisk materiale som tilsvarte et oksygenforbruk på 4220 tonn O målt som KOF (kjemisk oksygenforbruk). Forholdene har bedret seg etter dette, bl.a. ved at Follum har bygget nytt renseanlegg med kjemisk felling som ble satt i drift sommeren 1991. Hvordan utviklingen har vært mht. utslipp av fosfor, organisk stoff, og en del andre forurensninger til Storelva, vil bli omhandlet i et av resultatkapitlene.



I tillegg til anrikning av kvikksølv i fiskekjøtt og sediment, registrerte man under Tyrifjordundersøkelsen en svak anrikning av kadmium i sedimentet, likedeles en svak anrikning av organiske mikroforurensninger i fiskekjøtt (stor ørret). Det bør bemerkes at kvikksølvinnholdet i fiskekjøtt har gått betydelig ned etter at utslippene stanset i 1970 (Kfr. sluttrapporten fra Tyrifjordundersøkelsen).

## **Tidligere undersøkelser fra Tyrifjorden og Steinsfjorden**

Tyrifjorden og Steinsfjorden har vært gjenstand for en rekke tidligere undersøkelser. Det har utkommet en bibliografi over vitenskapelige arbeider fra området (Lien 1983) som refererer det aller meste som er gjort fram til 1983. Av disse er det en del som har hatt stor verdi for å vurdere Tyrifjordens og Steinsfjordens utvikling mht. forurensning.

De arbeider som er brukt i denne rapporten gjennomgås kort. Strøm (1932) gjorde etter datidens forhold en meget grundig undersøkelse av Tyrifjorden og Steinsfjorden i 1930. Særlig verdifulle er hans kvantitative plante- og dyreplanktonstudier. NIVA har foretatt en del undersøkelser i 1960-åra (Holtan 1970) og 71 (Langeland 1972, 1974). Langeland (1974) foretok en inngående vurdering av planteplanktonsamfunnets utvikling fra 1930 og fram til 1971 på bakgrunn av tilgjengelig materiale, hvor han fant at planteplanktonandelen hadde øket betydelig i forhold til dyreplanktonet.

Rognerud (1975) gjorde et grundig studium av planteplanktonet og dets produksjon, samt vannkjemi i Tyrifjorden i årene 1972-73. I samme tidsrom foretok Skogheim (1975) en tilsvarende grundig undersøkelse i Steinsfjorden. Her ble også sedimentene undersøkt. Hindar (1981) foretok en grundig undersøkelse av planteplankton, vannkjemi og sedimentasjon i Steinsfjorden 1978 og 1979, mens Abrahamsen (1981) studerte forurensningstilførslene.

Fra 1978-81 ble det utført en rekke studier både i Tyrifjorden og Steinsfjorden i forbindelse med Tyrifjordundersøkelsen. Det har utkommet ca 75 rapporter og publikasjoner med basis i materialet innsamlet i forbindelse med Tyrifjordundersøkelsen. I denne rapporten er det hentet materiale vesentlig fra årsrapportene og fra den sammenfattende sluttrapporten (Berge, red. 1979, 1980, 1981 og 1983). I tiden etter dette har innsjøene vært undersøkt i regi av Statlig program for forurensningsovervåking (Berge, 1983, 1984, 1985 og 1986).

I tillegg er det gjort en rekke undersøkelser i forbindelse med vasspestinvasjonen i Steinsfjorden og problemene som dette har medført (Rørslett og medarb 1986, Berge og medarb. 1989). Det er også foretatt et enkelt overvåkingsopplegg i regi av Fylkesmannens miljøvernavdeling i 1986, samt at innsjøene inngikk i NIVA's landsomfattende eutrofiundersøkelse i 1988 (Faafeng og medarb. 1990).

## MATERIALE OG METODER VED UNDERSØKELSENE I 1990 OG 1991

Det er samlet inn prøver for vannkjemi og planktonanalyse fra innsjøens sentrale basseng 2 ganger pr. måned i sommerhalvåret både i 1990 og 1991. I tillegg er det samlet inn bakteriologiske prøver fra de samme stasjoner en gang pr. mnd.

Prøvene for vannkjemi og plankton besto i blandprøver (0.2-2-4-6m i Steinsfjorden og 1-3-6-9 m i Tyrifjorden), mens bakteriologiske prøver ble tatt fra 6 m i begge innsjøer. Temperatur og siktedyp er målt hver gang i felt. Blandprøvene er analysert for klorofyll a, total fosfor, total nitrogen, samt at prøver for bestemmelse av volum og artssammensetning av planteplanktonsamfunnet er konservert og lagret. Algeprøvene er analysert ved tidspunkt for maks. klorofyll, for å se om det kan være innslag av problemalger. I Steinsfjorden ble planteplanktonet analysert hele sesongen 1991 da det var unormalt mange klager fra lokale oppsittere vedrørende vannkvaliteten i fjorden dette året. De bakteriologiske prøvene er analysert for termostabile koliforme bakterier (44 grader C). Analysene er utført etter Norsk Standard.

I tilløpselvene er det tatt prøver fra Sogna ved bro RV35, fra Randselva ved Hvalsmoen, fra Begna ved Hofsfoss og ved utløp Hønefossen Kraftstasjon, samt fra Storelva ved Busund. Stasjonene hvor prøvene er tatt er vist i fig. 5.

Meteorologiske data fra Ask målestasjon ved Sogna's utløp, er hentet fra Meteorologisk institutt.

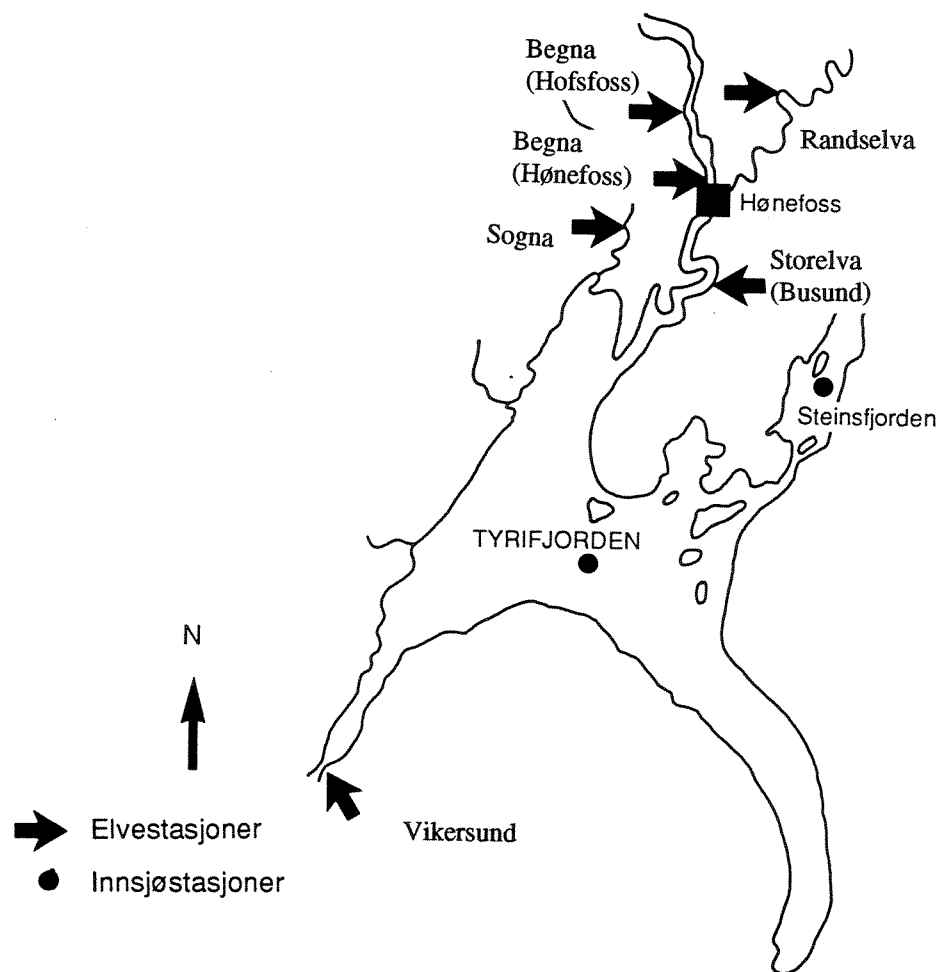


Fig. 5 Prøvetakingsstasjoner som har inngått i undersøkelsesprogrammet

## RESULTATER OG DISKUSJON

### Meteorologiske forhold i undersøkelsesperioden

Endringer i dominerende værforhold fra år til år kan ha stor betydning for en del av de eutrofirelaterte parametrene som er samlet inn i forbindelse med vannbruksplanen. For innsjøer er dette særlig viktig i sommerhalvåret. Dette gjelder både lys, nedbør og temperatur. Opplysninger om nedbørforhold indikerer også graden av skydekke, og for såvidt også om vanntemperatur, da denne ofte blir lav i nedbørrike somre. Ulike innsjøer reagerer forskjellig på endringer i nedbørforhold. I en innsjø med mye direkte kloakkutslipp, som f.eks. Mjøsa før Mjøsaksjonen, vil mye av fortynningsvannet utebli i en tørr sommer og algeveksten vil øke som følge av mer konsentrerte utslipp. I en innsjø med lite direkte utslipp, vil algeveksten ofte bli liten i tørre somre. Tilløpsbekker vil da tørke inn og en mindre del av den diffuse forurensning vil nå fram til vassdraget. Tyrifjorden og Steinsfjorden burde med de saneringstiltak som er gjennomførte, høre med til den siste kategorien.

For enkelhets skyld har vi derfor valgt å karakterisere været ved nedbørsdata fra Ask på Tyrifjordens nordvestre ende, se fig. 6.

1990 var nedbørfattig både med hensyn til årsnedbør og sommernedbør. I sommerhalvåret var mai, august og september svært nedbørfattige. Juni lå omtrent på normalen og juli bare svakt under normalen. Ettersommeren og hele høsten var nedbørfattig. I 1991 var det enda mindre nedbør enn året før både i sommersesongen og året forøvrig.

Noe av det som har vært det største avviket fra det normale har vært mangelen på vårflom, faktisk begge undersøkelsesårene. Dette vil kunne medføre bedre vekstforhold for våroppblomstring av planteplankton. Dette skjedde i Steinsfjorden i mai 1990, se kapittel... I 1991 kom prøvetakingen i gang først ut i juni, slik at hvorvidt det var en kraftig våroppblomstring også da, vites ikke.

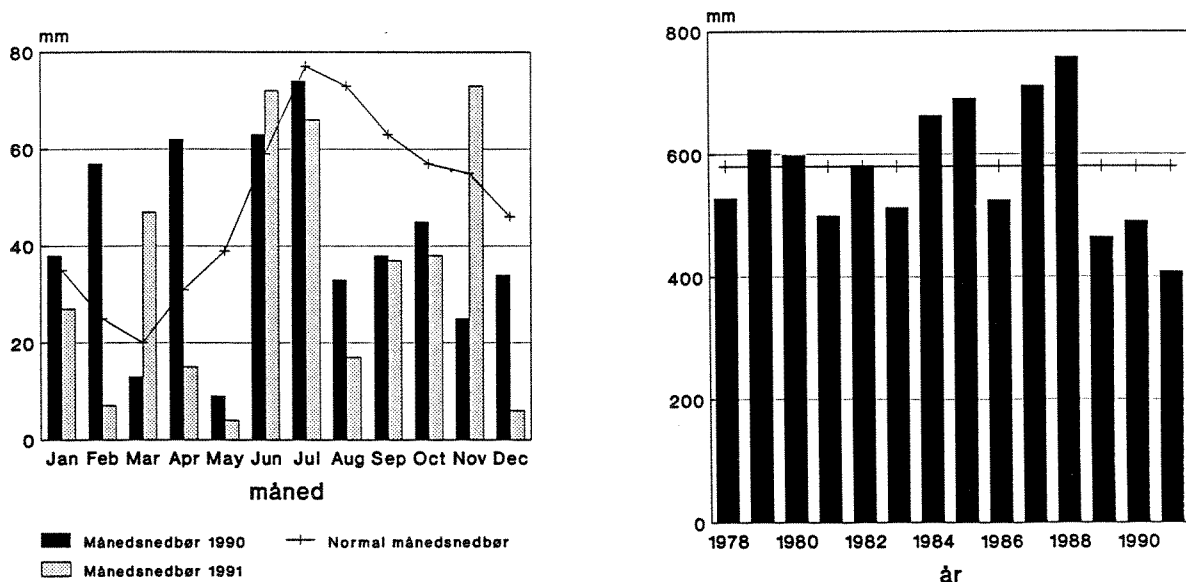


Fig. 6 Nedbørforholdene på Ask meteorologiske stasjon i 1990 og 1991 sammenliknet med tidligere år. Månedsnedbør til venstre og årsnedbør til høyre.

## Vannføringer

I figur 7 har vi ført opp vannføringene ved stasjonene Begna (Hensfoss), Randselva ved Kistefoss, samt beregning av Storelva's vannføring som summen av Begna og Randselva, mens nederst i figuren har vi fremstilt midlere vannføring i Storelva ved de ulike år vi har undersøkelser fra.

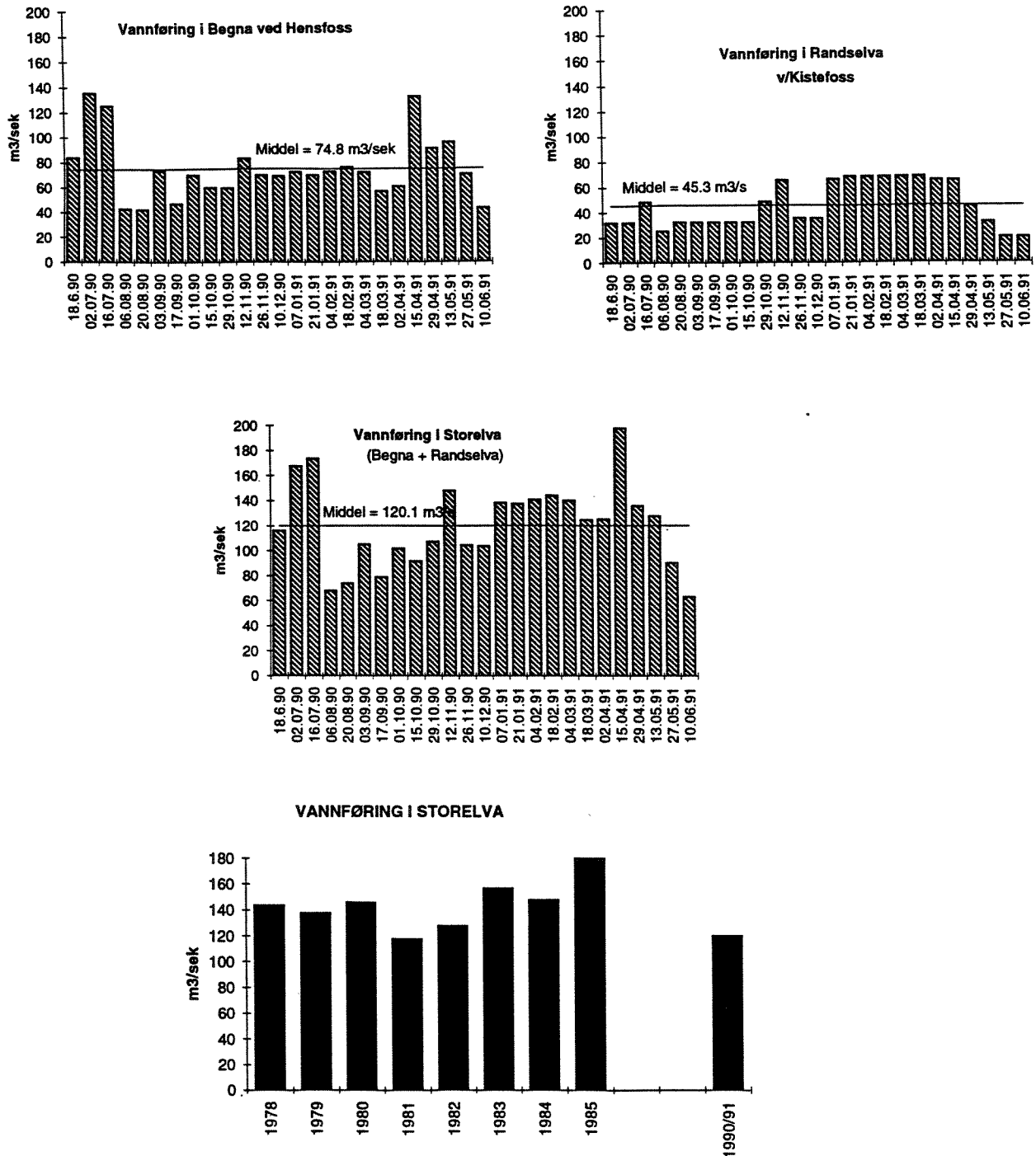


Fig. 7 Vannføring i Begna ved Hensfoss, Randselva ved Kistefoss og Storelva gitt som summen av Begna og Randselva.

1990/91 utmerket seg med meget lav vannføring, midlere vannføring i Storelva var kun 120 m<sup>3</sup>/s, mot 180 m<sup>3</sup>/s i 1985. Det var ingen utpregete flommer, høyeste vannføring i vårt datasett er fra slutten av april 1991 på 197 m<sup>3</sup>/s. Det er vanlig med flom i Storelva i mai og da med vannføringer helt opp i 700-1000 m<sup>3</sup>/s.

Mangelen på flommer kommer av lite nedbør, samt lite snø ifjellet på østsiden av vannskillet. Mangelen på flom i mai kommer hovedsakelig av sistnevnte grunn.

Det tørre været, samt mangel på flommer har betydning for materialtransporten i elvene. Særlig gjelder dette stoffer som frigis ved erosjon, som f.eks. suspendert materiale og fosfor. Utvasking av nitrogen fra jorder og skogsbunn er også mindre i tørre år. Imidlertid er ofte de forurensningene som kommer i tørre år mer biotilgjengelige siden de i mindre grad er knyttet til partikler enn i år med stor erosjon både i nedbørfelt og elveleie.

Det har ikke vært mulig å fremskaffe vannføringsmålinger fra Sogna da målestasjonen ved Garhammarfossen er nedlagt for 10-12 år siden. Vannføring og årlig avløp i undersøkelsesperioden er estimert ut fra tidligere målinger og justert etter avvik i nedbørmengde. Dette gir at middelvannføringen i Sogna i undersøkelsesperioden var 8.6 m<sup>3</sup>/sek som gir årlig avløp på  $270 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{år}$ .

## Eutrofirelaterte parametre i Tyrifjorden

### Resultatene fra 1990 og -91

Fig. 8 viser resultatene fra det innsamlede materialet i 1990 og 91, av hhv. klorofyll a (algemengde), total fosfor og total nitrogen og siktedyp.

Tyrifjorden hadde en god vannkvalitet begge somrene med lite alger, lave fosfor- og nitrogenkonsentrasjoner, og klart fint vann. Begge år var det en topp i algemengden tidlig i juni og en ny topp i august. Dette er et naturlig forløp i "dimiktiske innsjøer", dvs. innsjøer som sirkulerer vår og høst slik som Tyrifjorden.

Klorofyllkonsentrasjonene hadde midlere verdier i sommerhalvåret på 2.4 ug/l i 1990 og 2.37 i 1991. Maksimalverdien var begge år 5 ug/l i augusttoppen. Middelerdiene er lave og vitner om næringsfattige forhold. Målsetningen satt av Tyrifjordutvalget i 1983 var å komme ned i 2.0 ug Kl<sub>a</sub> som middel over sommeren. Fosforverdiene er også lave med middelerdier på hhv. 6.2 ugP/l og 5.3 ugP/l. Nitrogenverdiene er relativt sett noe høyere for å være en såpass oligotrof innsjø som Tyrifjorden.

Selv om gjennomsnittlige algemengde er lav, så vitner den relativt høye augusttoppen på 5 ug/l om at innsjøen fortsatt er noe påvirket av næringsstoffforurensninger.

Det er samlet inn kvantitative algeprøver, men disse er ikke analysert. Det er imidlertid nok så sikkert at algesamfunnet har en balansert artssammensetning ved disse lave næringsnivåene.

Siktedypet varierte fra 5 m til 8.5 m med et middel på 6.2 m. Sammen med de ovennevnte parametrene vitner dette om rentvannsforhold.

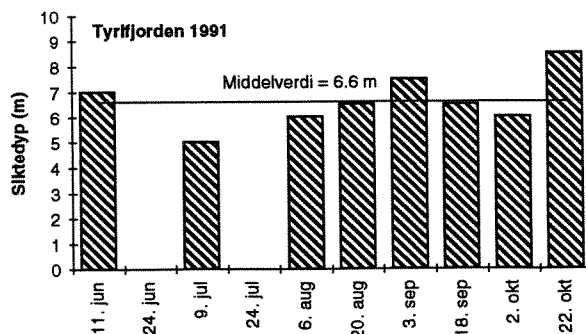
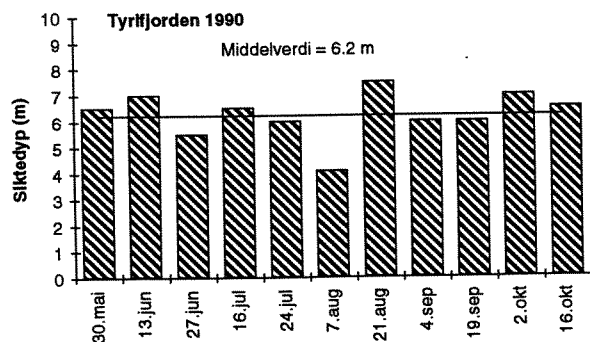
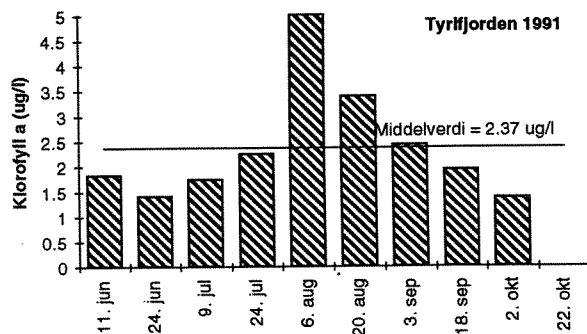
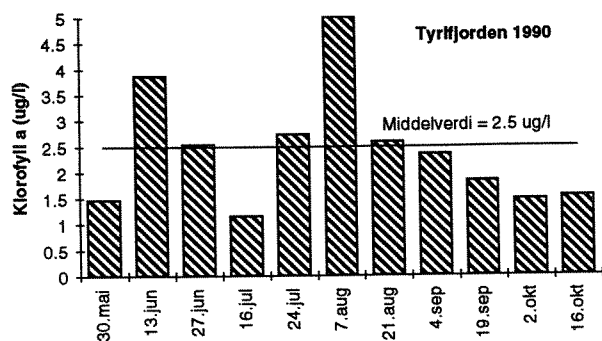
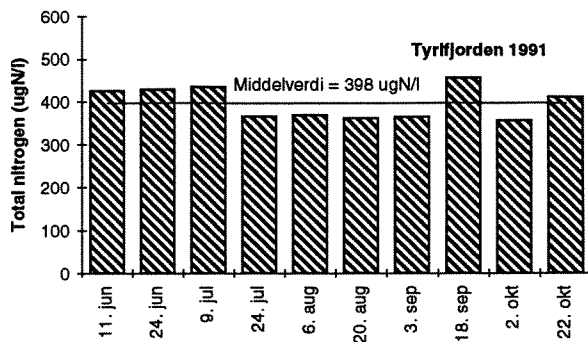
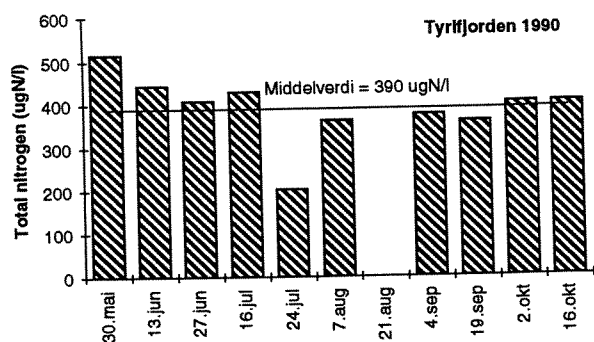
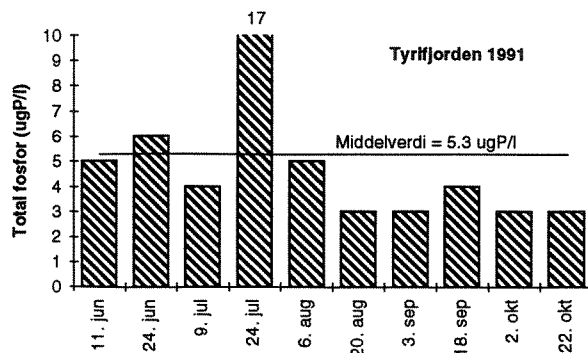
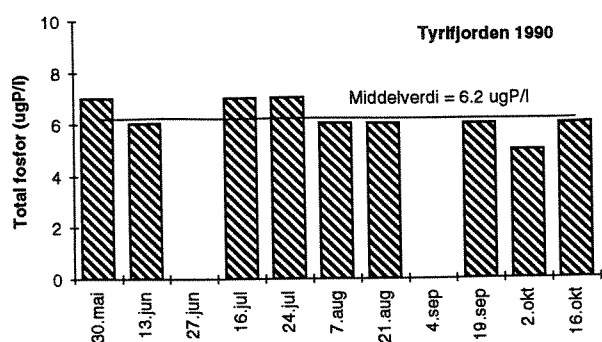


Fig. 8 Limnologiske observasjoner i Tyrifjordens overflatesjikt (0-10 m blandprøver) somrene 1990 og 1991.

## Eutrofiutviklingen over tid - trendutvikling

Figur 9 viser middelverdiene i produksjonssiktet i sommerhalvåret av hhv. klorofyll (algemengde), total fosfor og totalnitrogen i Tyrifjorden for de år vi har observasjoner fra. Man får inntrykk av at det har vært en viss nedgang både i algekonsentrasjon og fosforkonsentrasjon, mens for nitrogen ser det ikke ut til å ha vært noen klar trendutvikling i middelkonsentrasjonen de siste 13 år.

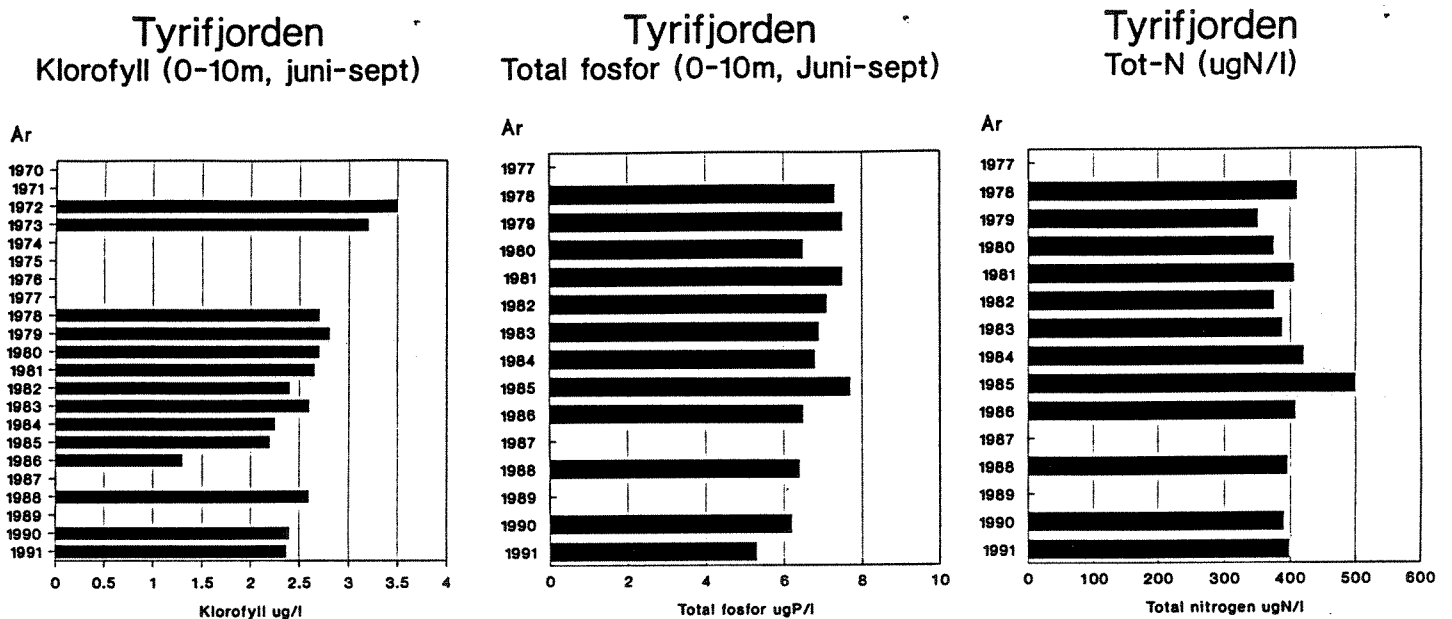


Fig. 9 Middelverdier for algemengde (klorofyll a), total fosfor og total nitrogen i Tyrifjorden i sommerhalvåret for ulike år, blandprøver 0-10 m's dyp.

I figur 10 har vi trukket den "beste rette linje" mellom punktene og gjort en lineær regressjonsanalyse. Denne gir at nedgangen i fosforkonsentrasjon og algekonsentrasjon er signifikant, mens den tilsynelatende økning av nitrogenkonsentrasjon ikke er signifikant.

Tyrifjordens hovedvannmasser må i hovedsak kunne sies å være i stabil økologisk likevekt. Det har skjedd en klar bedring som følge av iverksatte rensetiltak de siste 10-15 år.

Med hensyn til Tyrifjordutvalgets målsetting, som var å komme ned i 2 ug klorofyll pr. liter som middel over sommersesongen, ser det ut til at man ikke er helt i mål enda. Hvor man egentlig står, er vanskelig å si på grunn av naturlige år til år variasjoner. Som det sees har det vært en betydelig spredning i dataene de siste årene. Ut fra fosforkonsentrasjonene ser det ut for at man er i mål, dvs. man holder seg under 7 ugP/l som sommermiddelverdi. Fosforanalyser i dette lave nivået er imidlertid usikre.

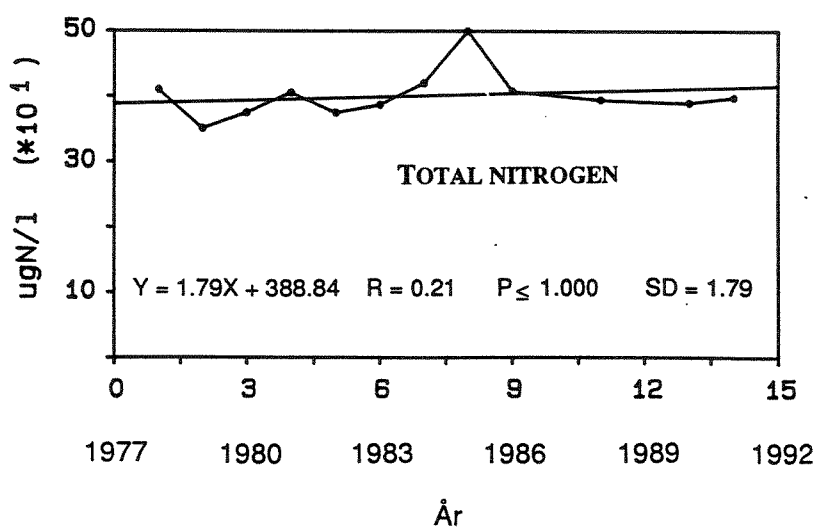
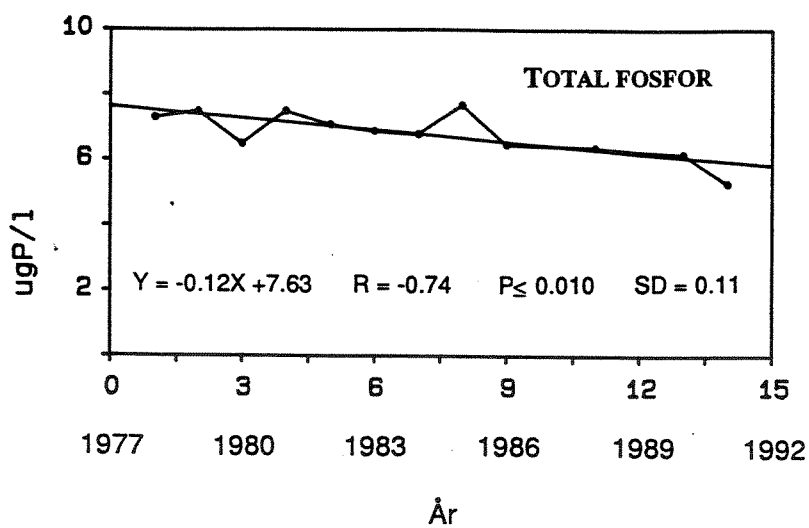
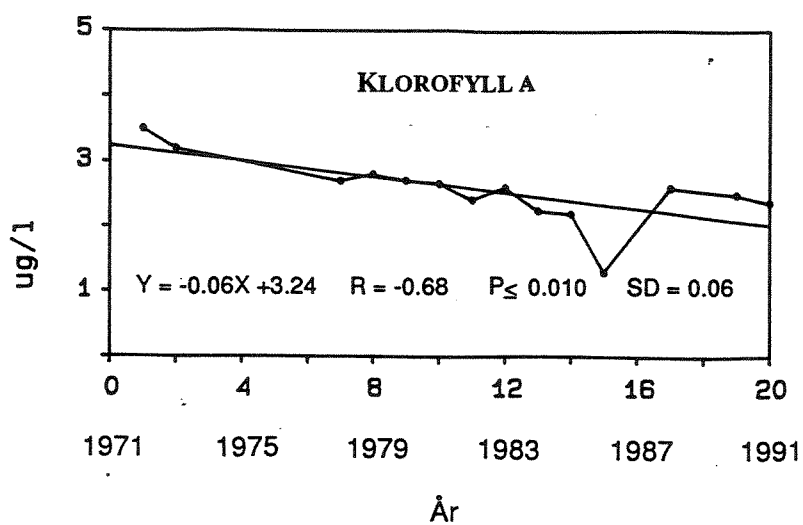


Fig. 10 Lineære trendanalyser (lin.reg.) over middelværdiene av en del eutrofi-relaterte parametre fra Tyrifjordens overflatesjikt de siste 15-20 år.



Algemengde bestemt ved klorofyll er en meget sikker analyse selv ved lave mengder. Problemet med lave mengder løses ved å filtrere mere vann og således få mer alger på filteret som analyseres for klorofyll. Gjør man en logaritmisk trendanalyse (@Rlog, Harward Grafics) får men et bilde som gitt ifig. 11. Denne indikerer at man ligger ca på 2.2 ug klorofyll a pr. liter, dvs. bare svakt over målsettingen. Den statistiske utsagnskraften i denne analysen er imidlertid vanskelig å uttale seg om og det bør påpekes at resultatene fra de 2 siste år var hhv. 2.4 og 2.37 ug Klal/l.

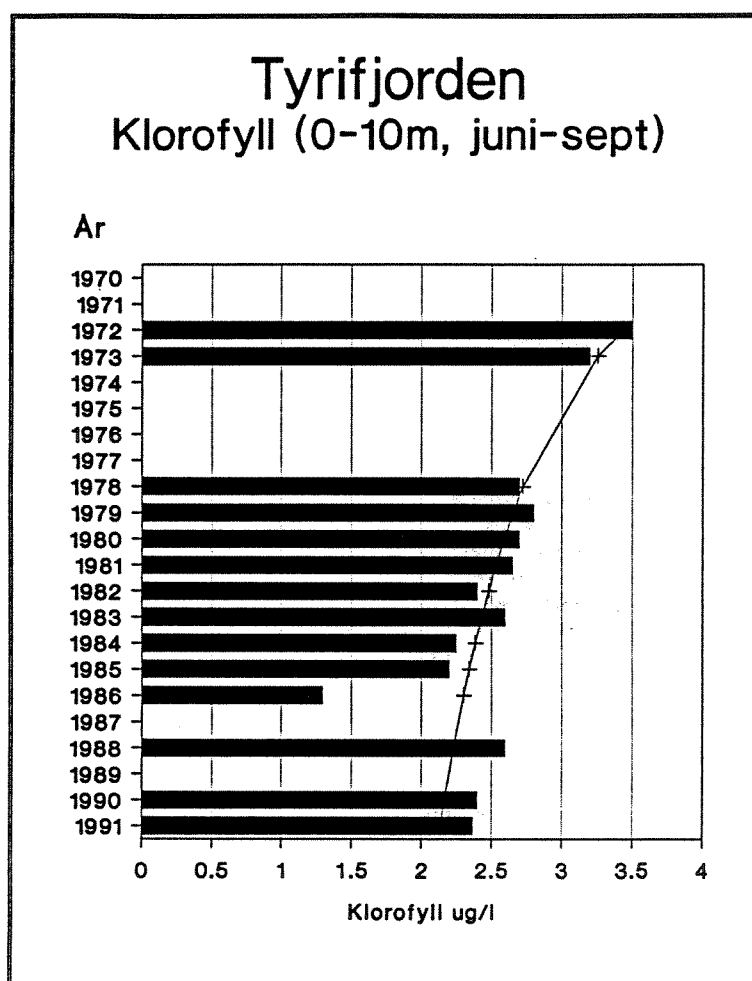


Fig. 11 Logaritmisk trendanalyse av middelverdiene av algemengden i Tyrifjorden de siste 20 år. (@Rlog, Harward Grafics).

## Eutrofirelaterte parametre i Steinsfjorden

### Resultatene fra 1990 og -91

Resultatene fra de limnologiske undersøkelsene i Steinsfjorden somrene 1990 og 91 er ført opp i fig. 12.

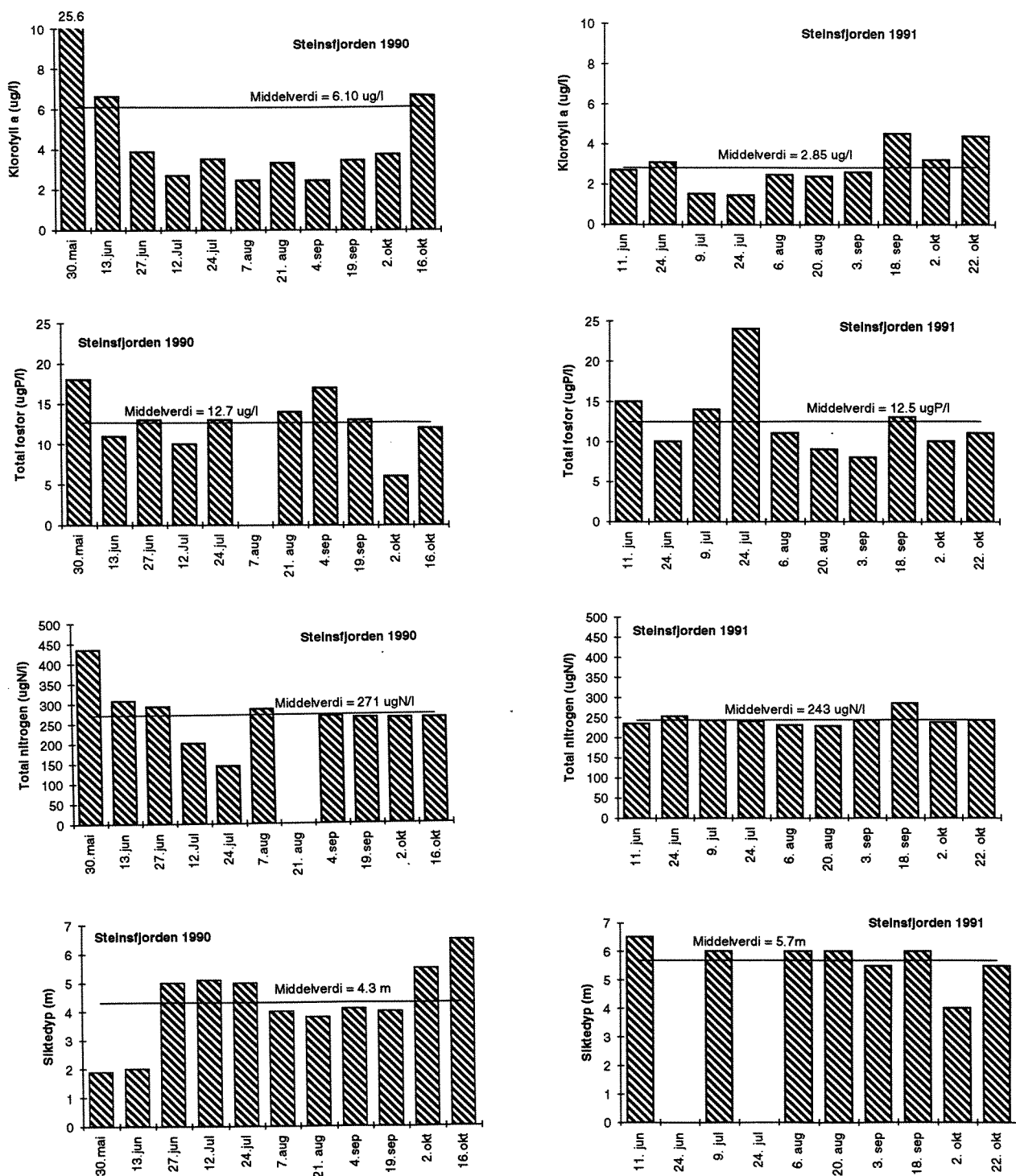


Fig. 12 Middelverdier for algemengde (klorofyll a), total fosfor, totalnitrogen og siktedyp i Steinsfjorden i sommerhalvåret 1990 og 1991 (blandprøver 0-6 m's dyp).

Fosforkonsentrasjonene var nokså like de to år med middelveier på hhv. 12.7 og 12.5 ugP/l i 1990 og 91. Dette er nokså høye verdier til Steinsfjorden å være, og er av en slik størrelsesorden at man kan forvente problemer med innslag av problemalger.

Høye fosfor og nitrogenkonsentrasjoner i mai 1990 ga seg utslag i en kraftig oppblomstring av alger med den høyeste klorofyllverdien som noen gang er observert i Steinsfjorden, 25.6 ug Kla/l. Mangelen på flom i Tyrifjorden pga. snøfattige vintre med resulterende liten innstrømning av fortynnende Tyrifjordvann til Steinsfjorden om våren, er nok en hovedårsak til den kraftige oppblomstringen.

Total nitrogen verdiene var jamt over noe lavere i 1991 enn i 1990 og generelt sett må verdiene karakteriseres som lave. Begge somre var tørre med liten nitrogenavrenning fra det lokale nedbørfeltet, f.eks. fra jordbruksarealer. En forklaring på forskjellen kan være at det var mindre innstrømning av nitrogenrikt vann fra Tyrifjorden i 1991 som følge av den nedtappede vannstand. Middelkonsentrasjonen av Total nitrogen i Tyrifjorden lå på ca 400 ugN/l begge år, mens tot-N konsentrasjonen i Steinsfjorden var hhv. 271 og 243 ugN/l i 1990 og 91.

Målt som middelveier over sommersesongen var det også mye alger i 1990 (6.1 ug kla/l), mens det derimot var lite alger i 1991 med sommermiddel på 2.85 ug kla/l. Den høye middelveier i 1990 er sterkt influert av den kraftige våroppblomstringen i mai dette år. Selv om man utelater denne blir middelveier høyere enn i 1991.

Det var tidlig vår begge år. Spesielt varmt og vint vær var det våren 1990, noe som i tillegg til mangel på vårflom, trolig er hovedårsaken til den store oppblomstringen av gullalgene *Dinobryon sociale* og *Uroglena americana* i slutten av mai/begynnelsen av juni 1990. Både algevolumene (*Dinobryon* med 21.9 millioner celler pr. liter tilsvarende et volum = 3290 mm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> og *Uroglena* med 19.6 millioner celler pr. liter tilsvarende et volum = 2253 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) og klorofyllkonsentrasjonene var svært høye (25.6 ug/l) i denne perioden. Denne oppblomstringen tok imidlertid raskt slutt og resten av sommeren 1990 var det forholdsvis lite alger i Steinsfjorden.

Oppblomstringen avstedkom endel klager fra lokale oppsittere som klaget på vond lukt langs strendene. Selv om det ble benyttet lokale prøvetakere ved undersøkelsen, og NIVA's forskere ikke fikk følge utviklingen i fjorden ved selvsyn, er vi nokså sikre på at disse luktproblemene skyldtes *Uroglena americana* som hadde en biomasse i blandprøven på hele 2253 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Tilsvarende luktproblemer ble forårsaket av den samme algen i Strandefjorden i Valdres sommeren 1990.

I 1991 var det lite alger i Steinsfjorden. Dette er litt bemerkelsesverdig da fosforkonsentrasjonene var relativt høye. En forklaring kan være at fosforet i 1991 i større grad enn vanlig skyldes resuspensjon av sediment som følge av den nedtappede vannstanden. Nedtappingen blottla strender som ellers ikke er utsatt for bøleslagvasking. Fosfor bundet til strandsone-sediment er normalt lite tilgjengelig for algevekst. Det var noe innslag av blågrønnalger først på sommeren slik det pleier i Steinsfjorden, først og fremst representert ved *Oscillatoria cf. rubescens*. Ellers var det kiselalger (Bacillariophyceae) og gullalger (chrysophyceae) som dominerte ut gjennom vekstsesongen. Flere opplysninger om algevolum og artssammensetning er gitt i fig. 13, samt i tabell bak i Vedlegget.

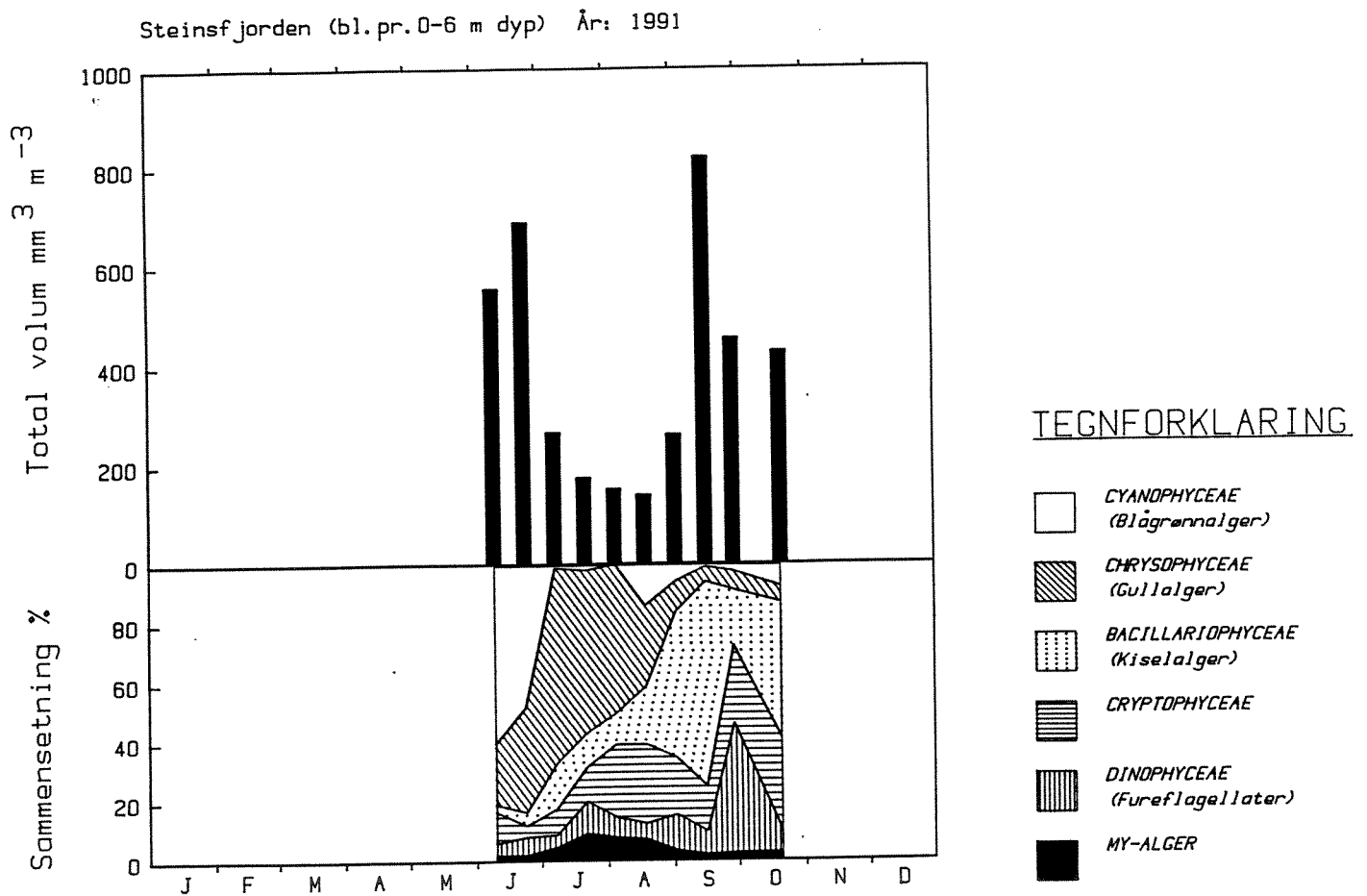


Fig. 13 Algevolum ( $\text{mm}^3/\text{m}^3$ ) og artssammensetning i Steinsfjorden 1991 basert på blandprøver fra 0-6 m's dyp.

Sammenliknes algemengden gitt som klorofyll a med tidligere års resultater (fig. 14) er det klart at det var forholdsvis lite alger i 1991. Resultatene bekreftes av tilsvarende lave algevolum, se fig. 13. Lite alger var det for såvidt i 1990 også om vi ser bort fra den unormalt kraftige oppblomstringen i slutten av mai. Tar vi bort denne var midlere algemengde i 1990  $3.9 \text{ ug kla/l}$  mot  $2.9 \text{ ug/l}$  i 1991. I de tidligere åra har midlere algemengde i Steinsfjorden variert mellom 4 og  $6 \text{ ug kla/l}$ .

Forklaringen på de lave algemengdene ligger i flere forhold:

De meget tørre somrene har medført liten avrenning av diffuse forurensninger fra landbruksområder, samt lite overløp i kloakkledningssystemene.

Den lave vannstanden har nokså sikkert resultert i at vasspesten har ekspandert utover, noe som har resultert i effektiv konkurranse med planktonet om nærings saltene.

Avkloakkering fra Hole har begynt å gi effekter.

### Eutrofiutviklingen i Steinsfjorden over tid - trendutvikling

Fig. 14 viser middelerverdier i produksjonssjiktet over sommersesongen for klorofyll, total fosfor og total nitrogen i Steinsfjorden for de årene vi har data fra, mens fig. 15 gir en statistisk analyse av utviklingen på samme måte som gitt for Tyrifjorden. Det vil si at vi har trukket den best tilpassede rette linje gjennom punktene og ser om denne har en stigende eller fallende tendens. Ved hjelp av lineær regressjonsanalyse finner vi ut om helningen er statistisk signifikant.

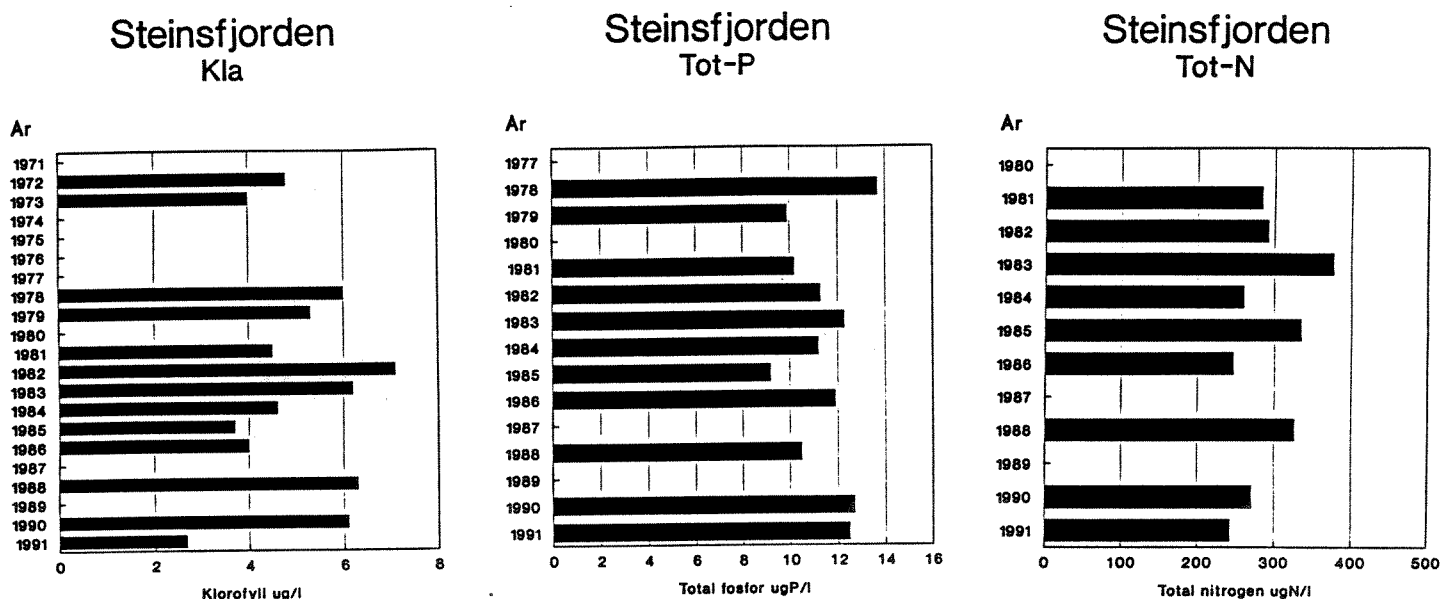


Fig. 14 Middelerverdier for algemengde (klorofyll a), total fosfor og total nitrogen i Steinsfjorden i sommerhalvåret for ulike år, blandprøver 0-6 m's dyp.

Også når man sammenlikner nitrogenkonsentrasjonene ved tidligere års undersøkelser ses det at de to siste års verdier er lave. 1991 verdiene er de laveste man har registrert i hele perioden. Årsaken er som nevnt over hovedsakelig knyttet til liten avrenning fra det lokale nedbørfelt og liten innstrømning av mer nitrogenrikt Tyrifjordvann som følge av fravær av vårflom.

Ingen av de tre parametrene viser noen signifikant økning eller minking. Når alle årenes resultater inkluderes må forholdene heller vurderes som rimelig konstante. I den foreløpige rapporten (Berge 1991) som baserte seg på resultatene fra 1990, ble det påpekt at algemengden viste en oppadgående tendens i Steinsfjorden, men at stigningen ikke var

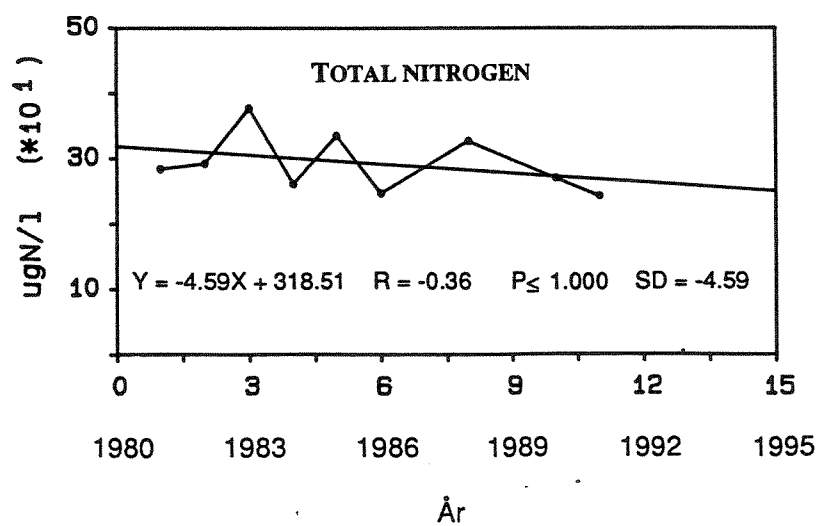
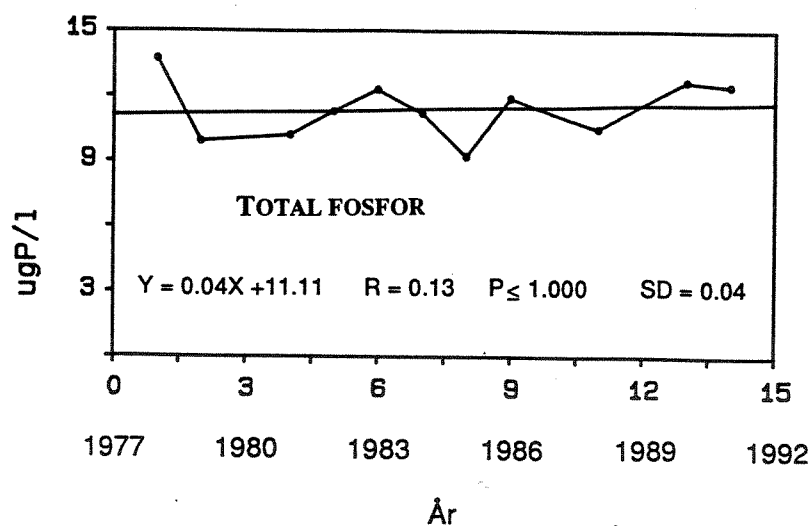
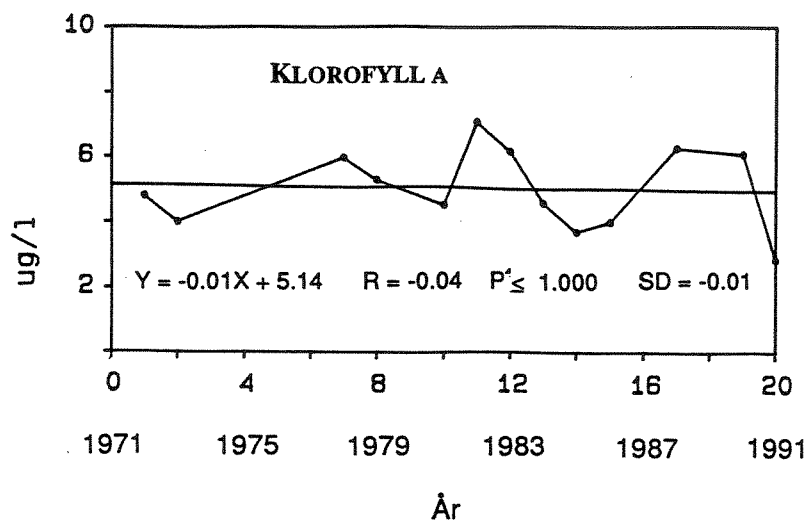


Fig. 15 Lineære trendanalyser (lin.reg.) over middelværdiene av en del eutrofirelaterte parametre fra Steinsfjordens overflatesjikt de siste 15-20 år.

signifikant. Fosfor og nitrogenkonsentrasjonen viste heller ikke den gang noen, hverken synlig eller signifikant, endring. Det ble påpekt at man trengte flere års undersøkelser for å bekrefte eller avkrefte den tilsynelatende økningen i algemengde. Årets resultater avkrefter altså denne, og det viser hvor viktig det er med mer enn ett års undersøkelser når en innsjø forurensningsstatus skal fastlegges.

Svingningene omkring regressjonslinjen viser år-til-år variasjonene, som for Steinsfjorden er særlig store mht. algemengde. Dette har bl.a. sammenheng med helsetilstanden til vasspesten (konkurranse om næringssaltene).

At vasspesten eutrofierer vannmassene i Steinsfjorden kraftig enkelte år er hevet over enhver tvil. Måten det skjer på er som følger: Vasspesten tar det meste av fosforet den trenger fra sedimentet (bunnslammet) ned til ca 15 cm sedimentdyp. Hvert år er det ved slutten av vekstsesongen lagret ca 5 tonn fosfor i vasspestbestandenes plantemateriale. Hvordan det går med vasspesten i løpet av vinteren ser ut til å ha stor betydning for hvor mye alger det skal bli i Steinsfjorden året etter.

Etter milde vintre med lite snø og hvor isen går tidlig, prøver de gamle vasspestbestandene å reise seg opp igjen etter vinteren. Dette greier de bare delvis. De bestandene som greier det, når vannoverflaten allerede i mai/juni. Lenger enn til overflaten kommer imidlertid ikke denne skjøre planten, og bestandene vil da etter en stund råtne ned. Næringsalter fra de råtnende plantene lekker ut til vannet og kommer planktonet til gode.

Andre år har det derimot skjedd et nærmest fullstendig generasjonsskifte om våren ved at de gamle bestandene har blitt liggende på bunnen og ny generasjon har spiret ved skudd ut fra de gamle stenglene. I den første vekstfasen har den nye generasjonen tømt de gamle morplantene for næring. Det ikke den nye bestanden har tatt opp, er blitt bundet opp i sedimentet under den liggende gamle bestanden. Dette ser ut til å skje hyppigst ved sen isgang.

I 1991, hvor forholdene for såvidt skulle ligge tilrette for en vasspestgenerert eutrofiering, førte nedtappingen til at en stor del av vasspesten ble liggende på land og råtne ned der. Tørt vær har gjort at det ikke har skjedd noen særlig avrenning herfra i vekstsesongen.

## **Bakteriologiske forhold i Tyrifjorden og Steinsfjorden**

Resultatene av de bakteriologiske undersøkelsene i Tyrifjorden og Steinsfjorden er gitt i figur 16. Undersøkelsene har kun omfattet termostabile koliforme bakterier. Disse betegnes som ekte tarmbakterier som stammer fra mennesker eller andre varmblodige dyr. I begge innsjøer er prøvene tatt midt i hovedbassenget fra 6 m's dyp. Det vil si at de representerer overflate-lagene. I dyplagene er normalt de bakteriologiske forholdene bedre.

Det var noe mer bakterier i Tyrifjorden enn i Steinsfjorden. Dette har først og fremst sammenheng med de store bakterieforurensede vannmasser som tilføres fjorden via Storelva, se fig. .. Disse bakteriene transporteres hovedsakelig fra Nordfjorden, langs Nakkerudlandet mot utløpet ved Vikersund. Vinddrevne strømmer transporterer imidlertid en god del bakterier sydøstover mot de midtre deler av Holsfjorden. Særlig lengre kommer ikke bakteriene fra Storelva (se Tjomsland og Berge 1983). Det er særlig midtsommers når sjiktningen i vannmassene er stabil at bakteriologisk forurenset vann transporteres så langt ut

som til hovedstasjonen i Tyrifjorden. På forsommeren før innsjøen er sjiktet, dempes de horisontale strømmene og bakteriene kommer ikke så langt syd, se fig. 16.

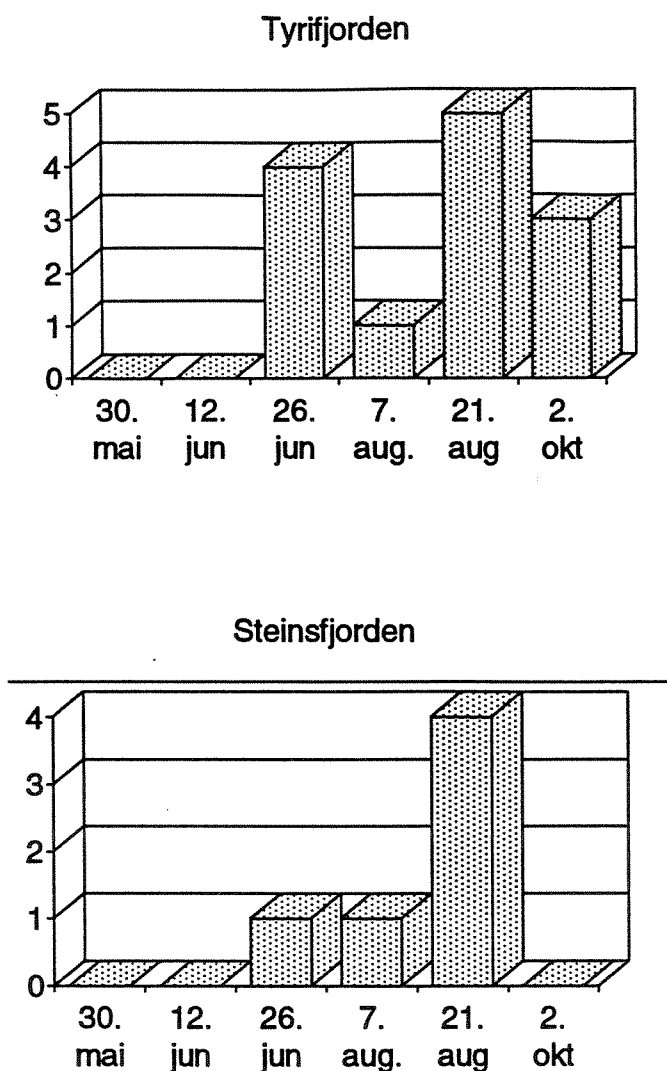


Fig. 16 Forekomst (antall pr. 100 ml) av termostabile koliforme bakterier i Tyrifjorden og Steinsfjordens overflatelag (6 m's dyp).

I Steinsfjorden har man noe av det samme forløpet med hensyn til forekomst av tarmbakterier i de sentrale vannmasser. Bakterieinnholdet er noe lavere, noe som kommer av mindre definerte store punktkilder som f.eks. Storelva i Tyrifjorden. Dessuten er mye av direkteutslippene til Steinsfjorden etter hvert blitt sanert og ført til renseanlegg som drenerer ut av feltet.

Hovedvannmassene i Tyrifjorden og Steinsfjorden kan ikke sies å være sterkt bakteriologisk forurenset. Imidlertid tilfredsstiller de ikke kravet til drikkevann da termostabile bakterier ikke skal være tilstede. Tidligere undersøkelser har vist at dypvannet, særlig i Tyrifjorden, har langt bedre bakteriologisk kvalitet enn oveflatelagene og er velegnet som drikkevann (Kfr. sluttrapporten fra Tyrifjordundersøkelsen, Berge 1983). Også dypvannet kan ha sporadisk innhold av koliforme bakterier i sirkulasjonsperiodene vår og høst.



## Kjemiske observasjoner i elvene

### Partikulært materiale

Resultatene over partikulært materiale er gitt i de 3 figurene, fig. 17, 18 og 19, som viser henholdsvis total mengde partikulært materiale (suspendert tørrstoff, STS), uorganisk fraksjon (suspendert gløderest, SGR) og organisk fraksjon (suspendert glødetap, SGT).

Begna ved Hoffsfoss og Randselva ved Hvalsmoen har lave konsentrasjoner av partikler i vannet. Dette gjelder både organisk og uorganisk materiale. Det er en markert topp tidlig om våren. Toppen bestemmes hovedsakelig av uorganisk materiale og har nokså sikkert sammenheng med snøavsmelting/avrenning fra lokale nedbørfelt hvorav avrenning fra høstpløydde jorder trolig betyr mye.

I Begna skjer det en betydelig økning av suspenderte partikler på strekningen fra Hofsfoss til utløpet av Hønefoss kraftstasjon. Det aller meste av økningen skyldes den organiske fraksjonen og må for en stor del kunne tilskrives utslipp fra Follum fabrikker siden de kommunale utslippene fra dette området ledes til Monserud RA nedenfor Hønefoss.

I Storelva ved Busund ligger konsentrasjonen av partikler omtrent midt imellom Randselva og Begna i Hønefossen, dvs. sistnevnte fortynnes av førstnevnte. Da Busund ligger nedstrøms utløpet fra Monserud RA, som samler og renser kloakken fra Hønefoss, tyder resultatene på at det er lite bidrag herfra til partikkelkonsentrasjonen i elvevannet.

Sogna har de høyeste konsentrasjoner av suspenderte partikler av de undersøkte elvene, med middelvei på 3,85 mg/l og maksimal konsentrasjon på hele 51 mg/l. Det aller meste av dette er uorganisk materiale og skyldes erosjon av jorder og elveleie. Jordbruksarealer er trolig av stor betydning.

### Turbiditet

Turbiditetsmålinene er gitt i fig. 20. Turbiditet gir også et uttrykk for elvevannets innhold av partikler og det som er sagt i foregående kapittel gjelder også denne parameteren. Legg merke til de lave turbiditetene i Begna ved Hoffsfoss, i Randselva og i utløpet av Tyrifjorden ved Vikersund. Som for partikulært materiale skjer det en kraftig økning i turbiditeten mellom Hofsfoss og Hønefossen. Utslipp fra Follum er høyst trolig en hovedårsak.

Sogna har varierende turbiditet, og har enkelte svært høye verdier. Dette kommer av at det er en liten elv som i forhold til de to andre elvene drenerer mer jordbruksarealer og har ikke noen store sedimenteringsbassenger som f.eks. Sperillen og Randsfjorden slik som tilfellet er for Begna og Randselva. Det er derfor naturlig at turbiditeten i en slik elv vil fluktuere mer.

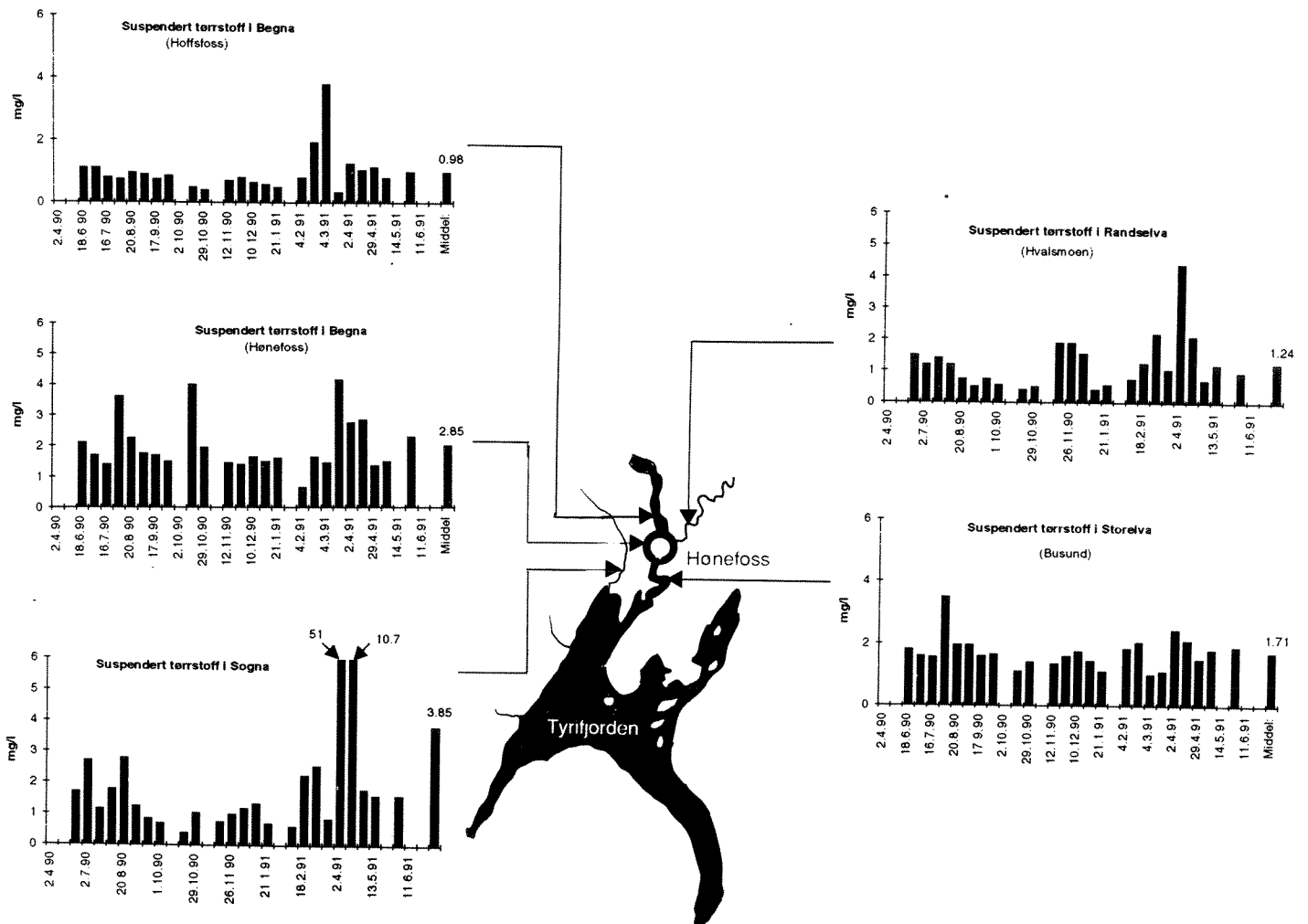


Fig. 17 Konsentrasjoner av partikulært materiale (susp. tørrstoff) i de viktigste tilløpselvene til Tyrifjorden i 1990/91.

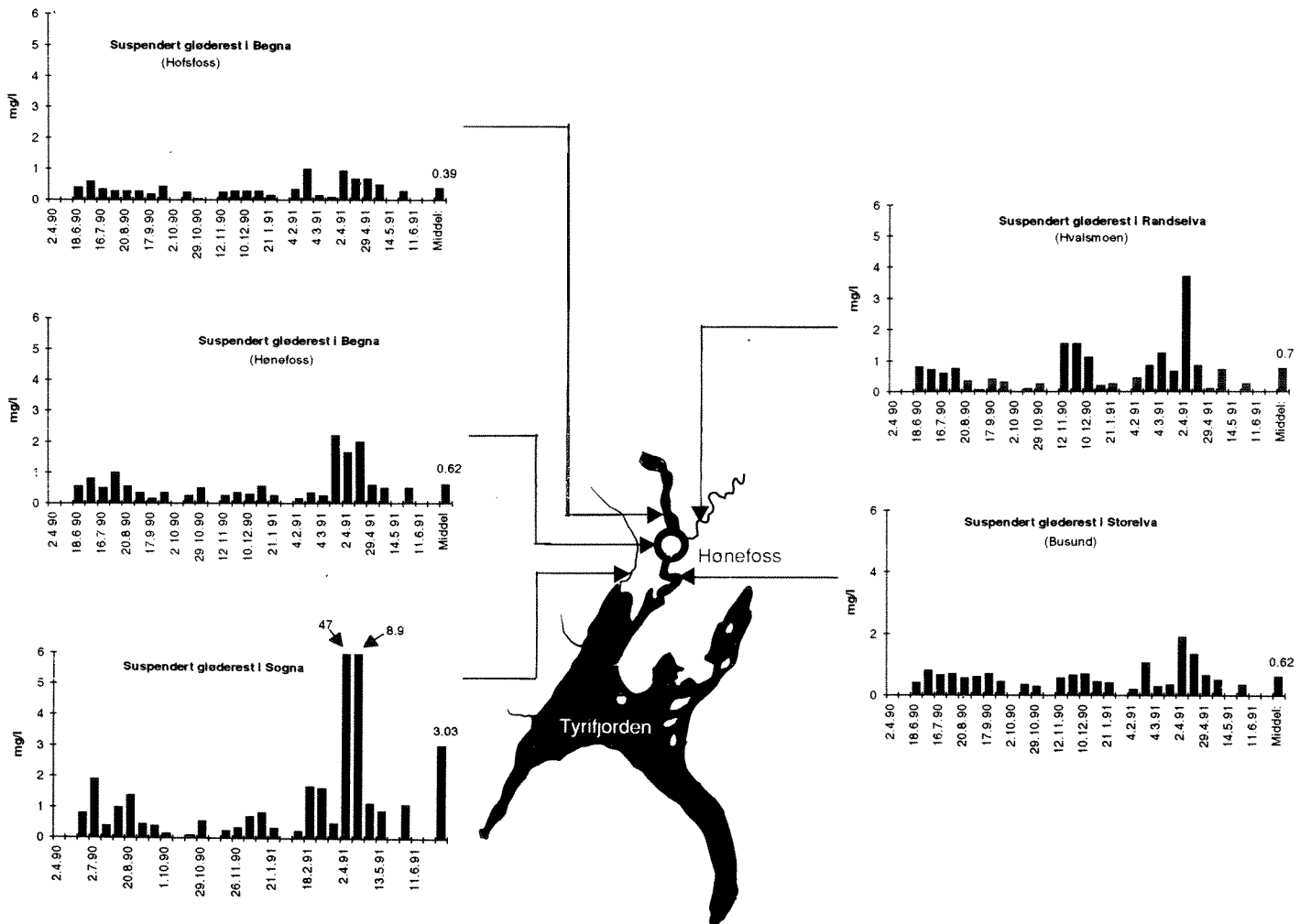


Fig. 18 Konsentrasjoner av partikulært uorganisk materiale (susp. gløderest) i de viktigste tilløpselvene til Tyrifjorden i 1990/91.

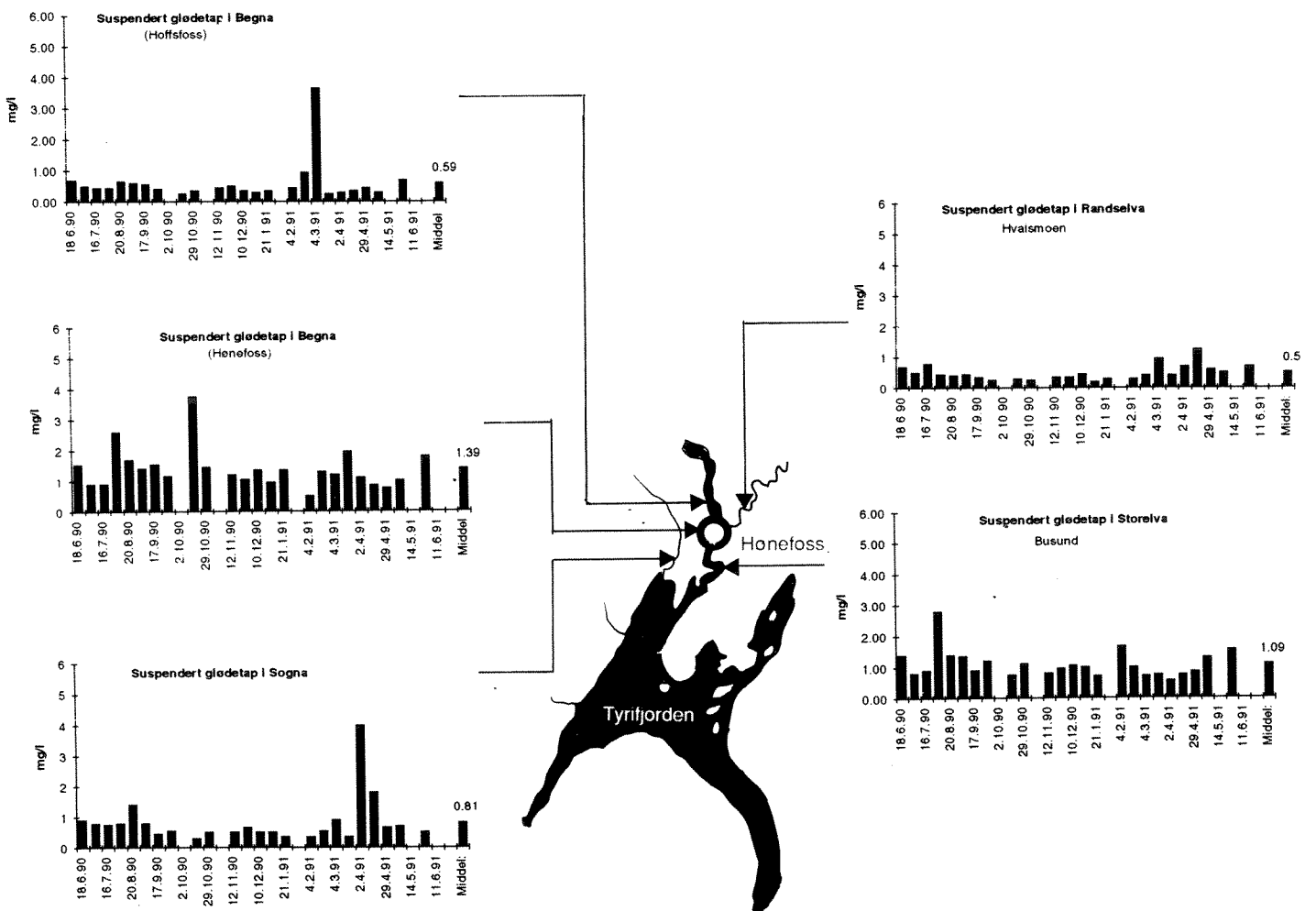


Fig. 19 Konsentrasjoner av partikulært organisk materiale (susp. glødetap) i de viktigste tilløpselvene til Tyrifjorden i 1990/91.

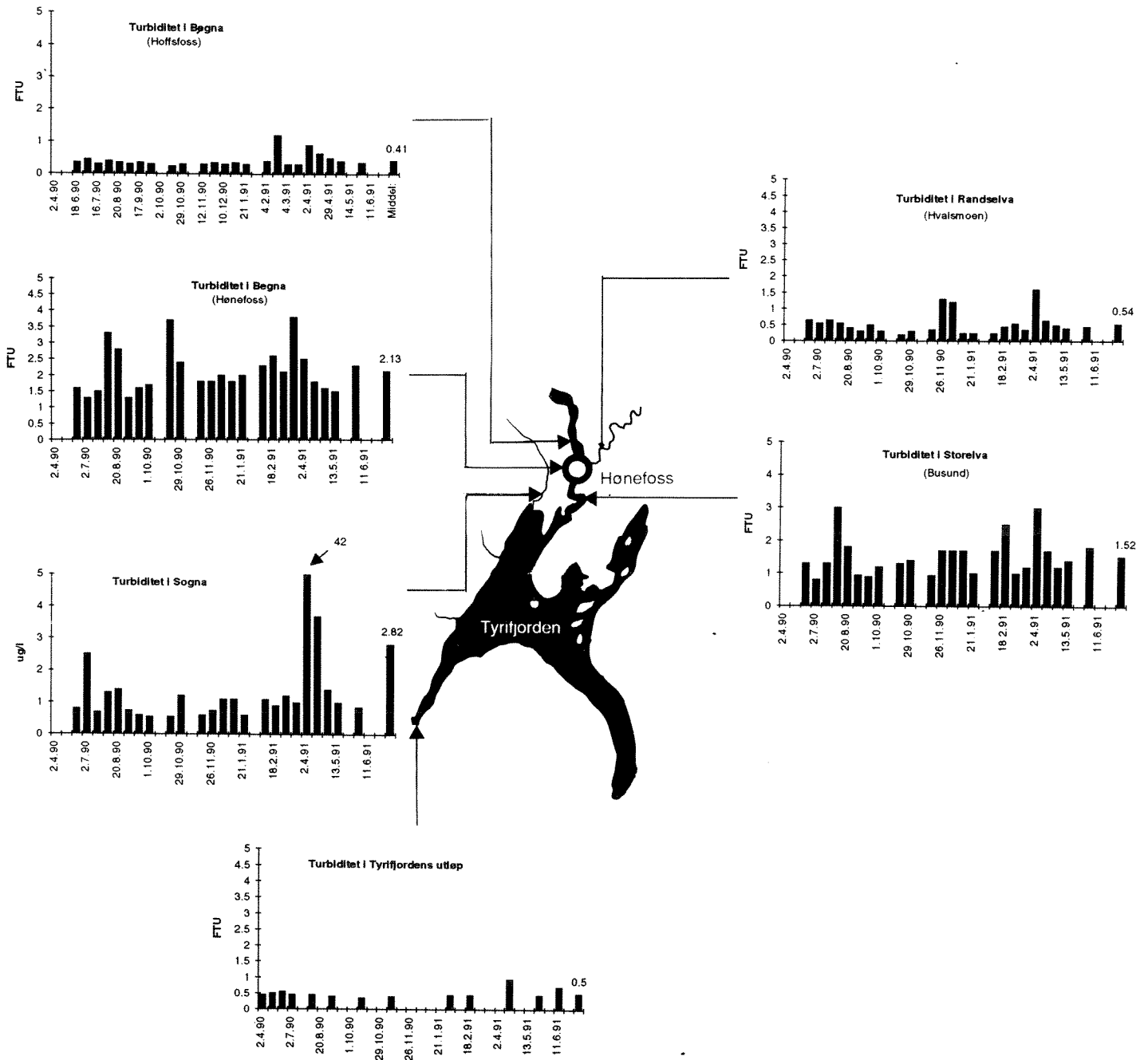


Fig. 20 Turbiditet i de viktigste tilløpselvene til Tyrifjorden i 1990 og 91.

## Kjemisk oksygenforbruk, farge, total organisk karbon og oksygen

Resultatene over kjemisk oksygenforbruk (KOF) og farge er gitt i fig. 21 og 22.

I naturlige vassdrag er det stort sett humusmateriale (brunfarget myr vann) som er bestemmende for kjemisk oksygenforbruk KOF(Mn), mens partikulært organisk materiale oksyderes kun i liten grad med denne analysen. Randselva og Begna ved Hoffsfoss har lave verdier både av KOF og farge. I Begna skjer det nesten en tredobling av KOF på strekningen fra Hoffsfoss til Hønefossen uten at det skjer noen tilsvarende økning i fargen. Dette indikerer at det også er betydelig løst organisk materiale i utslippene fra Follum. I Storelva ved Busund fortynnes Begnavannet av Randselva og verdiene blir liggende omtrent midt mellom de to. Fargen på vannet i Storelva er fortsatt lav og vitner om liten humuspåvirkning.

Sogna har også høyt innhold av kjemisk oksygenforbruk, men her er det nøye samsvar mellom dette og fargeverdiene, noe som viser at det er naturlige humusstoffer som er hovedårsaken til de høye KOF-verdiene.

Oksygenkonsentrasjonen var høy i alle elveprøvene. Dette gjaldt også Begna nedenfor Follum. Til tross for en stor tilførsel av KOF fra fabrikkutslippene har dette liten innflytelse på elvens oksygeninnhold ved utløpet av Hønefossen kraftstasjon og i Storelva ved Busund. Det bør imidlertid bemerkes at det blandes inn nytt oksygen når vannet passerer kraftverksturbinene. Det er derfor trolig at det periodevis er lavere oksygenkonsentrasjoner i det rolige elveavsnittet mellom Molvald og kraftverksdammen, særlig i vintre med islagt elveleie. Likeledes kan det her oppstå lave konsentrasjoner på varme sommerdager i perioder med lavvannsføring. Utover en viss usikkerhet mht. denne korte elvestrekningen kan man med sikkerhet si at utslippene ikke medfører oksygenproblemer i elvene. For ytterligere informasjon om oksygenkonsentrasjoner, se primærtabeller for de ulike elvene bak i vedlegget.

TOC gir noe av det samme bildet som KOF og kommenteres ikke videre utover det. Resultatene er fremstilt i fig. 23.

## Total fosfor

Resultatene over Tot-P er gitt i fig. 24. Også for denne parameteren er det lave verdier øverst i Begna (Hoffsfoss) og i Randselva, samt i Tyrifjordens utløp ved Vikersund. Det skjer en 2.5-dobling av fosforkonsentrasjonen forbi Follum og Molvald fram til Hønefossen. Utslippene fra Follum Fabrikker må ta en hoveddel av skylden for denne økningen. Follum har imidlertid bygget og tatt i bruk et nytt renseanlegg som fjerner fosfor med 70-80% effektivitet, og dette vil redusere økningen på nevnte elvestrekning betraktelig.

Randselva har lave konsentrasjoner av fosfor og synes lite forurenset ved Hvalsmoen. Begna fortynnes noe igjen ved at den møter Randselva i Hønefoss, slik at fosforkonsentrasjonen ved Busund ligger mellom de to. Dette indikerer også at kloakken fra Hønefoss effektivt tas hånd om av Monserud renseanlegg.

I Sogna er det nokså høy fosforkonsentrasjon, særlig i flomperioder. Disse toppene skyldes erosjon både fra elveleie og jordbruksarealer. En god del fosfor tilføres fra bebyggelse langs elva, f.eks. fra tettstedet Sokna. Deler av dette skjer fortsatt ved direkte utslipp. Det at Sogna

også er preget av humus (brunt vann) gjør at den naturlige basiskonsentrasjonen av fosfor trolig ligger litt høyere enn i Randselva og Begna.

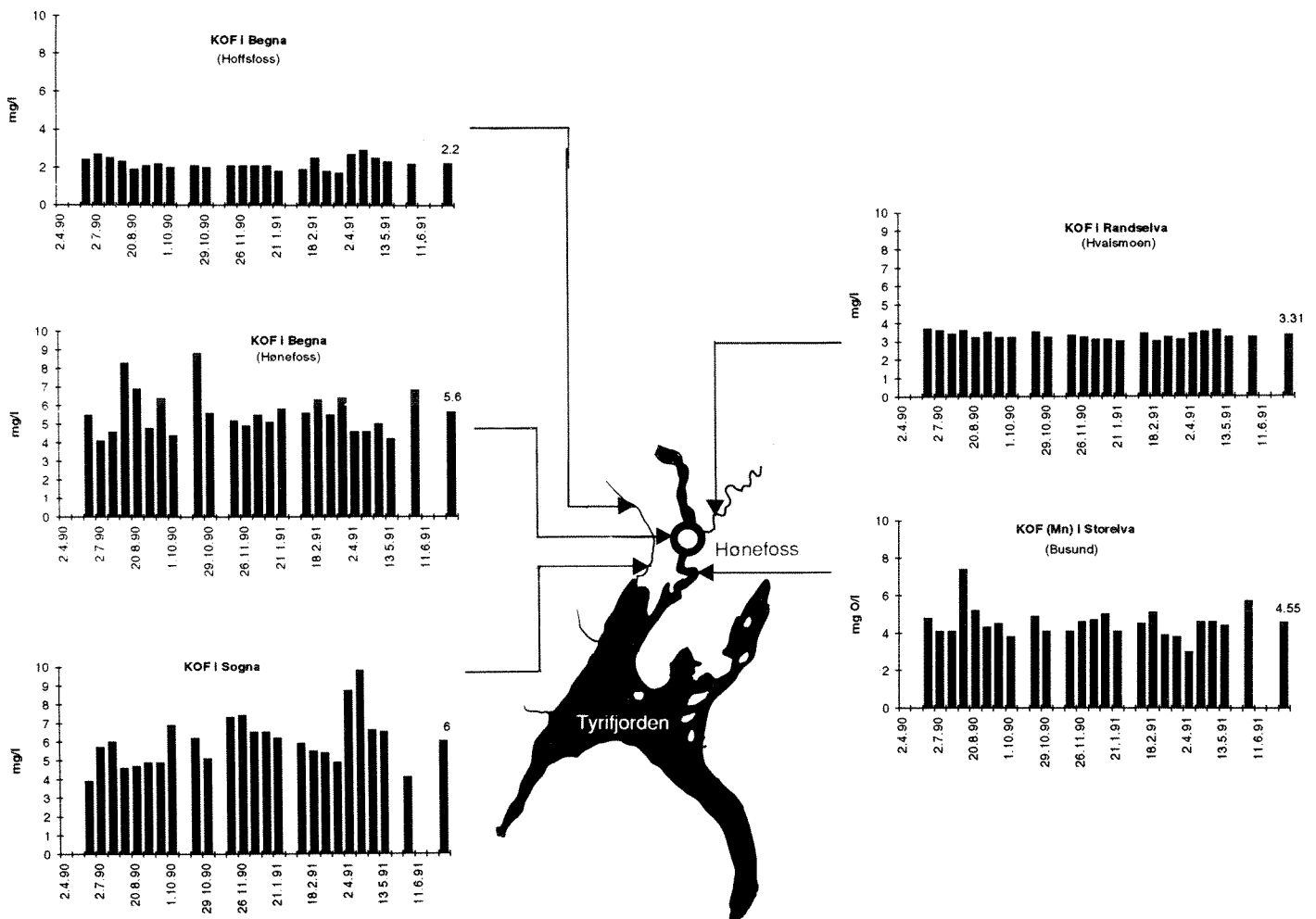


Fig. 21 Kjemisk oksygenforbruk (KOF Mn) i de viktigste tilløpselvene til Tyrifjorden i 1990 og 1991.

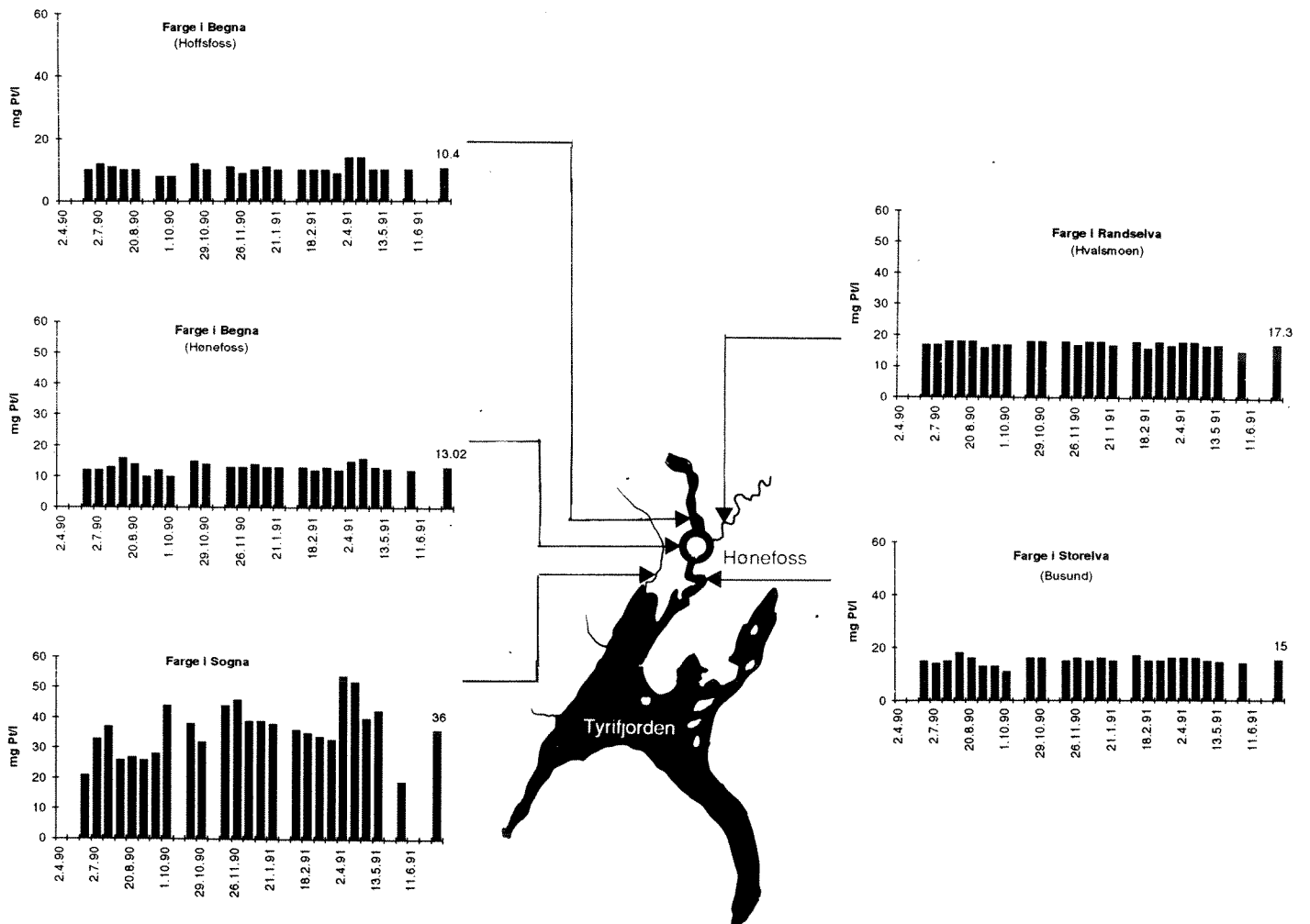


Fig. 22 Vannets fargeverdi i de viktigste tilløpselvene til Tyrifjorden i 1990/91.



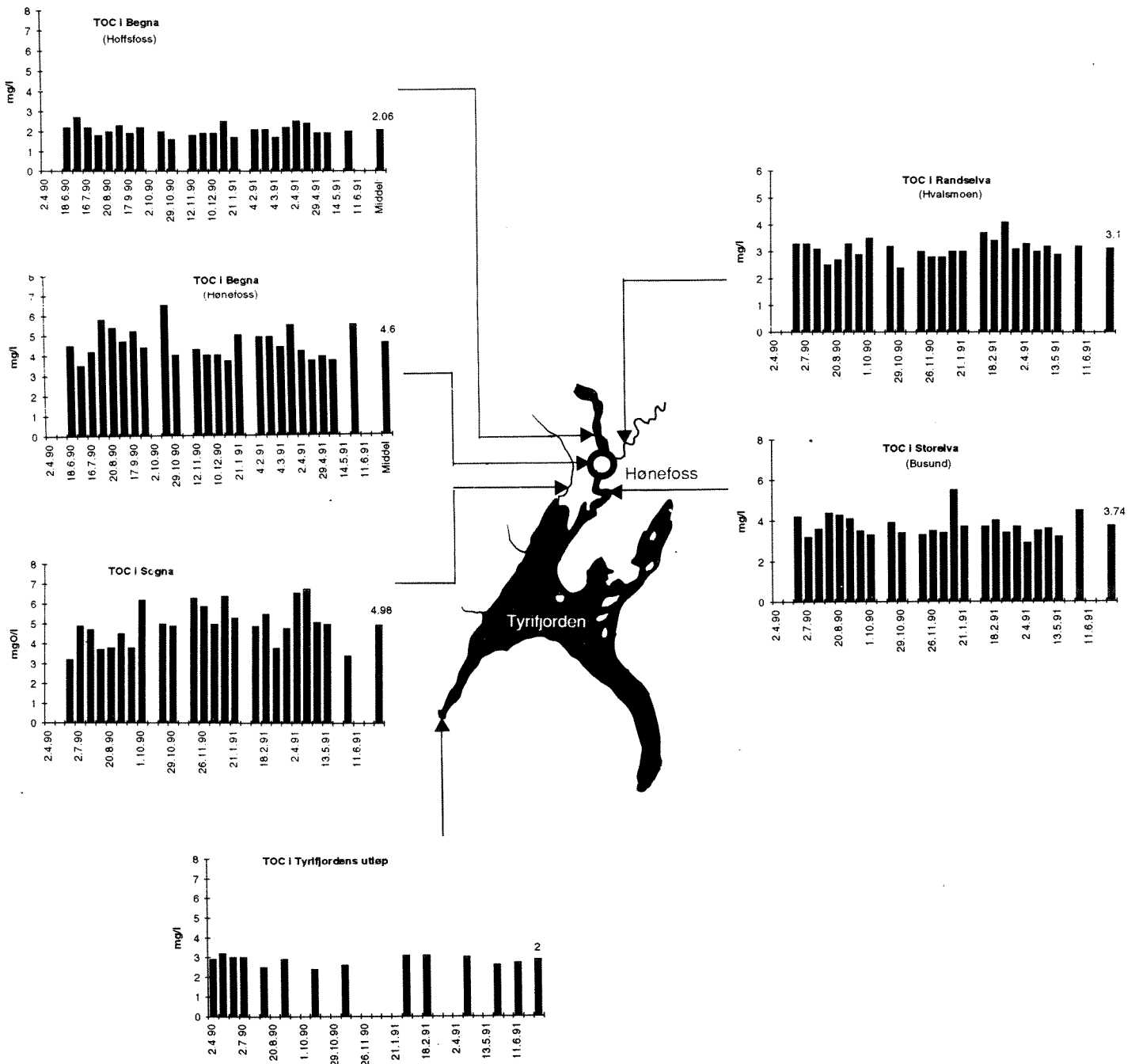


Fig. 23 Konsentrasjoner av total organisk karbon (TOC) i de viktigste tilløpselvene til Tyrifjorden i 1990/91.

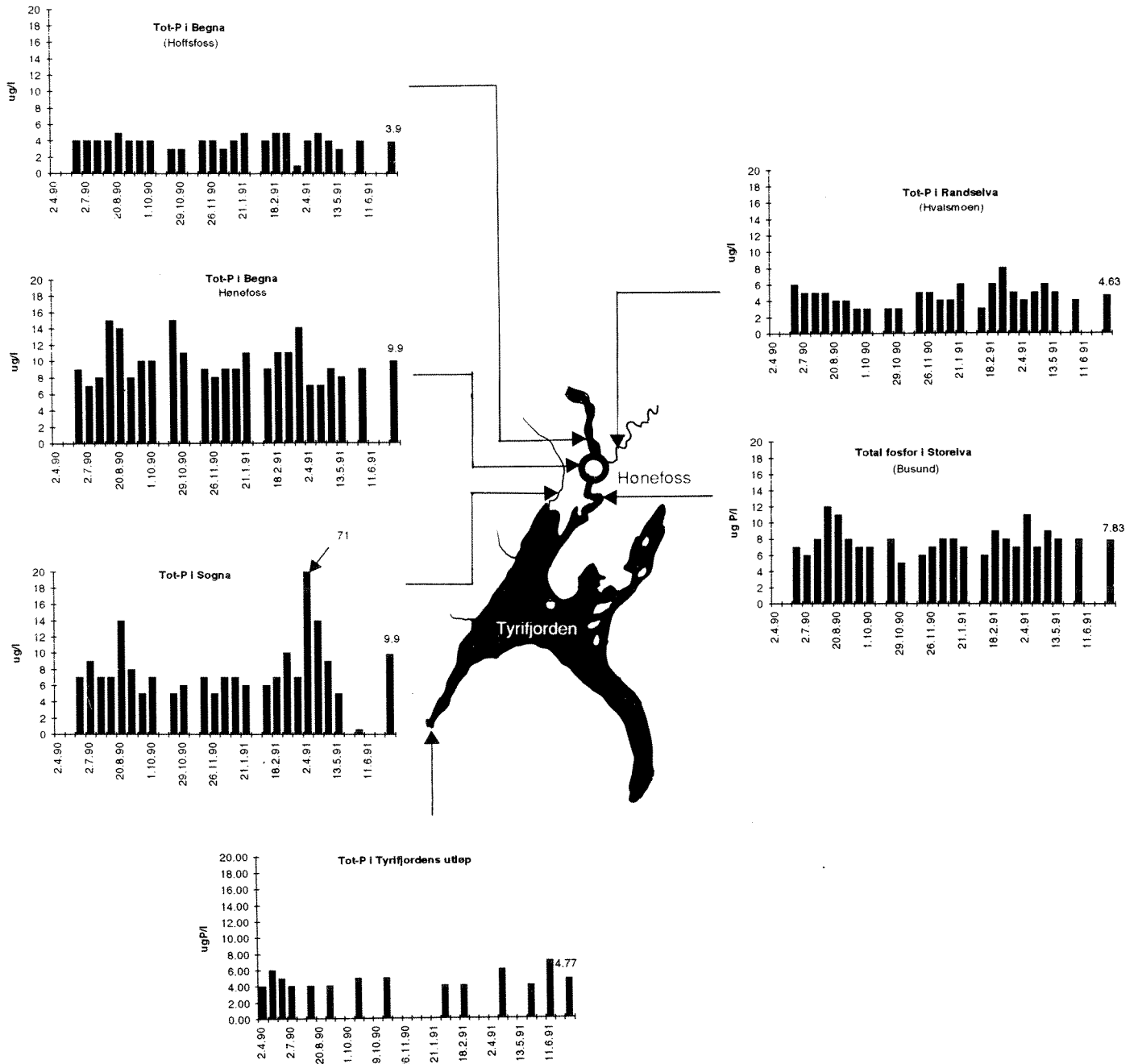


Fig. 24 Konsentrasjoner av total fosfor i de viktigste tilløpselvene til Tyrifjorden i 1990 og 1991.

## Total nitrogen

Resultatene over Tot-N er gitt i fig. 25. Begna ved Hoffsfoss har lave konsentrasjoner av total nitrogen og reflekterer liten grad av nitrogenforurensning. Randselva viser dobbelt så høye nitrogenverdier. Årsaken til dette ligger i det relativt intensive jordbruket og en befolkning på ca 30000 i Hadelandsregionen. Renseanleggene i regionen er effektive (mer enn 90%) mht. fosforfjerning, men har ikke mer en ca 20% effekt mht. nitrogenfjerning.

Det er ikke noen nevneverdig økning i nitrogenkonsentrasjonen på strekningen forbi Follum området i Begna. Den kraftige økningen i fosforkonsentrasjon på samme strekning (se ovenstående avsnitt) uten noen korresponderende nitrogenøkning, bekrefter antakelsen om at det er utslipp fra Follum fabrikk og ikke sanitæravløp som er årsaken til økningen i fosforkonsentrasjonen.

Storelva har en konsentrasjon som ligger omtrent midt mellom Randselva og Begna.

Sogna har en middelkonsentrasjon omtrent som Storelva ved Busund. Konsentrasjonen stiger imidlertid kraftig fra høsten og ut gjennom hele vinteren. Denne stigningen har nokså sikkert sammenheng med avrenning fra jordbruksarealer som følge av at det biologiske opptaket er svært lite om vinteren. Av samme årsak øker også avrenningen fra resten av det terrestriske feltet (dvs. skog og fjell) om vinteren, men denne avrenningen kan ikke frembringe så høye konsentrasjoner som det man observerer i Sogna på vinteren.

Så snart vekstsesongen starter igjen i slutten av april/begynnelsen av mai, faller konsentrasjonene igjen.

## Aluminium

Resultatene fra aluminiumsanalysene er gitt i fig. 26. Det er total aluminium det er analysert på, dvs. aluminium knyttet til leirkolloider og annet erosjonsmateriale (vesentlig uorganisk) er inkludert.

Det skjer relativt lite med aluminiumskonsentrasjonen både i Storelva og Randselva på strekningen forbi Hønefoss. Konsentrasjonene må regnes som lave, bortsett fra noen høye topper som skyldes episoder med slamføring i elvene (erosjon). Man må regne med en viss stigning i aluminiumskonsentrasjonen i Begna på strekningen forbi Follum som følge av restutslipp av fellingskemikalier (Al-sulfat) fra det nye renseanlegget.

I Sogna ligger aluminiumskonsentrasjonene betydelig høyere enn i de andre elvene. Dette har sammenheng med at elven er mer påvirket av erosjonsmateriale enn de andre, samt at den drenerer betydelige forsuringspåvirkede arealer. Som kjent løser sur nedbør ut aluminium fra nedbørfeltets jordsmonn og berggrunn. De høyeste verdiene faller sammen med topper i turbiditet og partikulært uorganisk materiale og skyldes derfor erosjon.

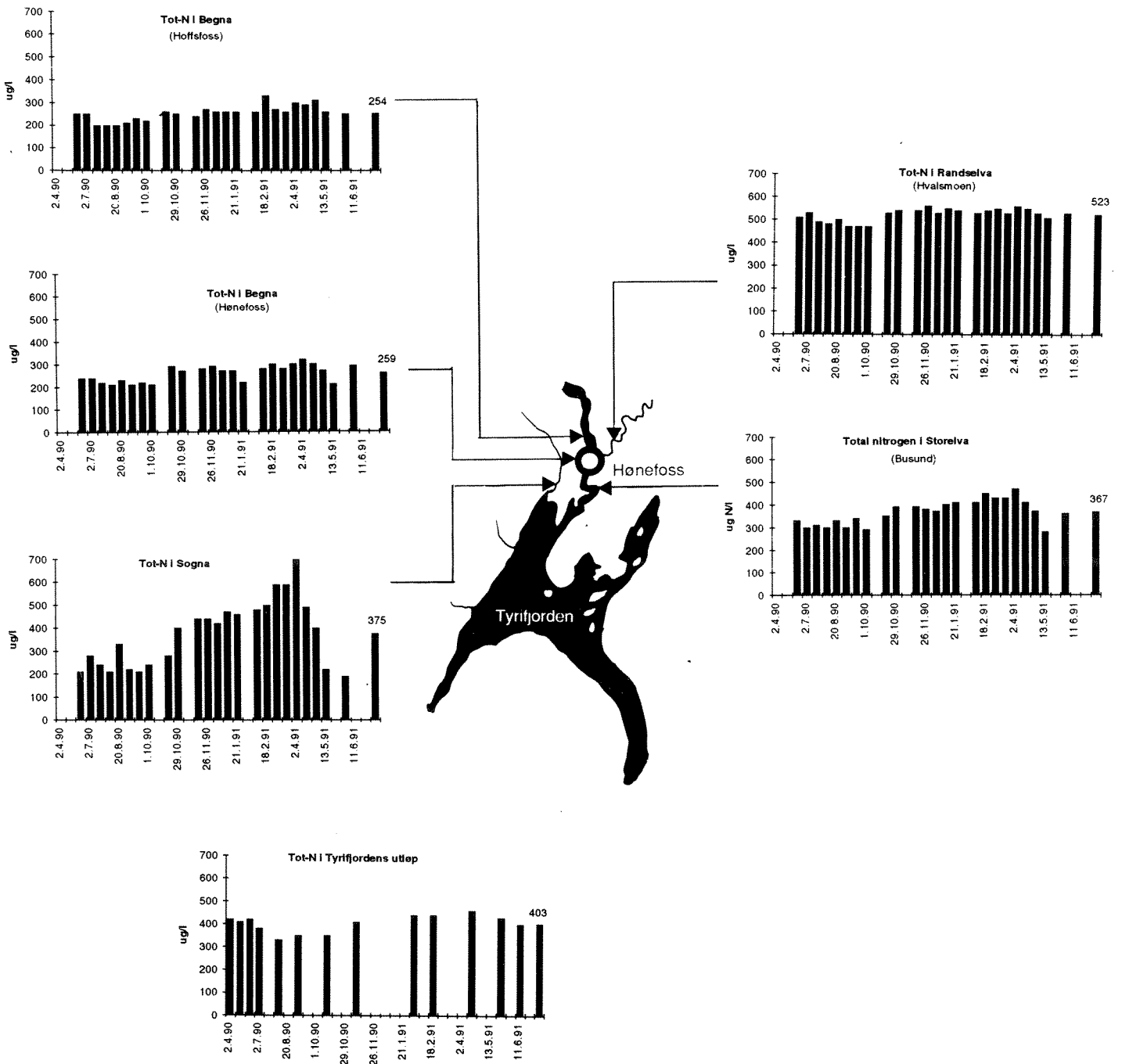


Fig. 25 Konsentrasjoner av total nitrogen i de viktigste tilløpselvene til Tyrifjorden i 1990 og 1991.

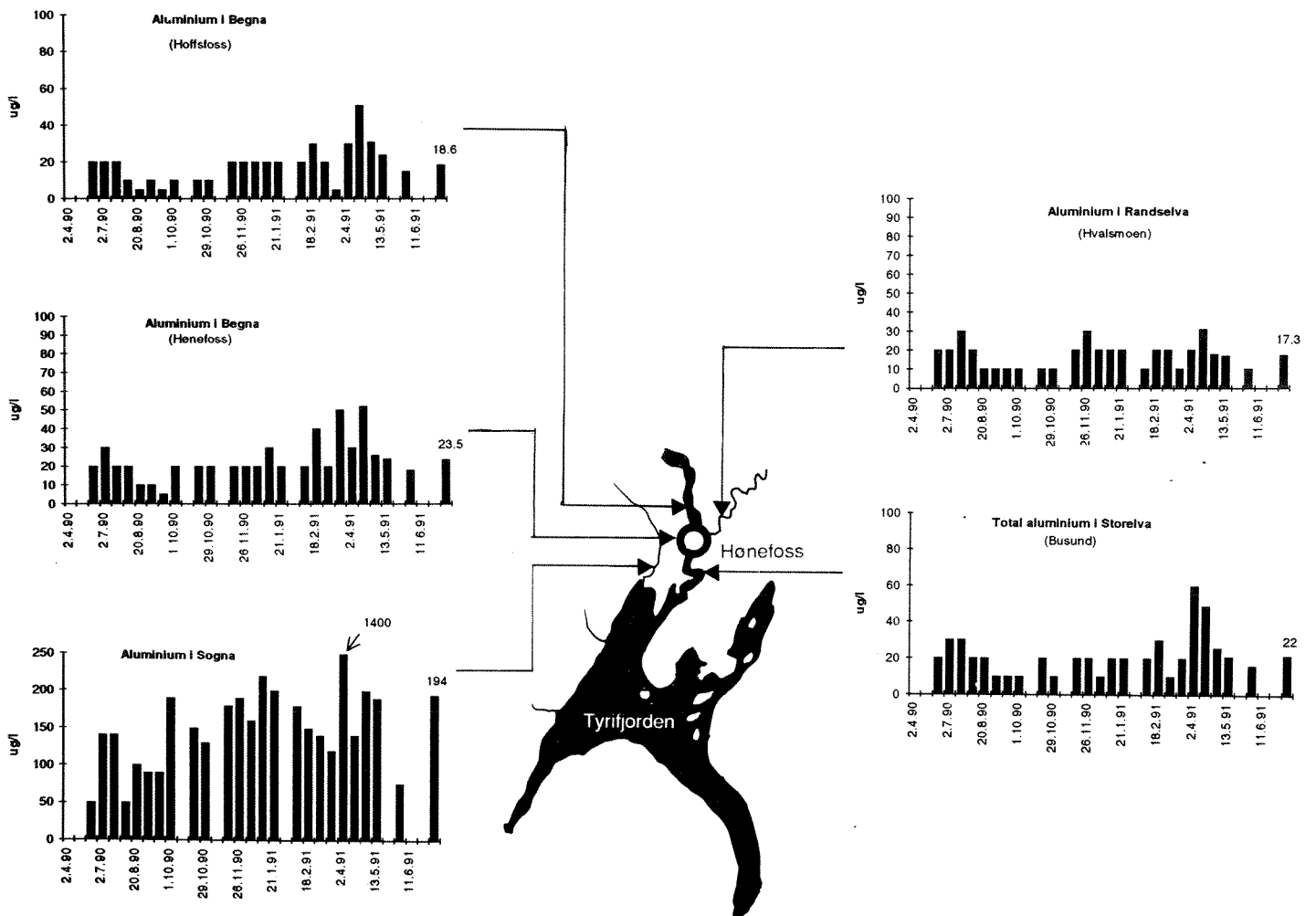


Fig. 26 Konsentrasjoner av total aluminium i de viktigste tilløpselvene til Tyrifjorden i 1990 og 1991.

## Noen transportverdier fra elvestasjonene

Som nevnt tidligere var året juni 90 - juni 91 svært tørt, med liten vannføring i elvene. Dette vil si at det har vært mindre utvasking av diffuse forurensninger som f.eks. fra jordbruksarealer, lekkasjer på kloaknettet etc. enn normalt. I tillegg har det vært mindre erosjonsvirksomhet både i det terrestriske feltet og i elveleiet. Det er derfor vanskelig å sammenlikne de rene tallverdier fra årets undersøkelse med tidligere års resultater uten å ta hensyn til dette.

Transportverdier for en del sentrale forurensningsparametre fra de undersøkte tilløpselvene er gitt i tabell 3.

Tabell 3. Transportverdier for en del sentrale forurensningsparametre i Tyrifjordens tilløpselver 1990/91

Elvestasjon	Tot-P tonn P/år	Tot-N tonn N/år	Susp-GT Tonn/år	KOF tonn/år	TOC tonn/år
Begna (Hofsfooss)	9,25	599	1392	5190	4860
Begna (Hønefoss)	23,4	611	3279	13258	10804
Randselva (Hvalsmoen)	6,6	747	715	4730	4444
Storelva (Busund)	29,7	1390	4128	17231	14163
Sogna (RV35)	2,6	101	219	1623	1345

Som det ble fastslått i kapitlet som omhandlet konsentrasjonene i elvene var Begna ved Hofsfooss og Randselva ved Hvalsmoen lite påvirket av forurensninger. Det er av interesse å gjøre en vurdering av hvor mye forurensende stoffer som tilføres elvene på sin veg gjennom Hønefossområdet, samt å se hvor mye av dette som kommer til Begna forbi Follum-området.

På strekningen fra Hofsfooss til Hønefossen (Follumområdet) tilføres Begna 14 tonn fosfor, 12 tonn nitrogen, 1887 tonn partikulært organisk materiale, 8068 tonn KOF, 5944 tonn TOC, alt beregnet på årsbasis. I perioden hvor Tyrifjordundersøkelsen pågikk, 1978-81, varierte fosfortilførselen fra samme elveavsnittet fra 8-12 tonn fosfor pr. år (Rognerud 1982). Fosforbidraget fra sanitæravløp på den samme strekningen ble den gang beregnet til ca 0.9 tonn P/år. I dag er dette bidraget betydelig mindre.

I henhold til opplysninger fra Follum fabrikker er deres fosforutslipp ca 7 tonn fosfor pr. år, mens beregninger basert på økninger i elvens konsentrasjoner antyder at det er betydelig større. Det er benyttet forskjellige laboratorier ved overvåkingen av selve utslippet (Papirindustriens forskningsinstitutt, PFI) og overvåkingen i elva ovenfor og nedenfor utslippene (Vannanalyaselaboratoriet i Buskerud, Fylkesmannens miljøvernnavdeling), og noe av forskjellen kan skyldes dette. Ved en parallell prøveserie viste de god overensstemmelse ved analyse av utslippet, mens forskjellen var betydelig når det gjaldt å bestemme fosforinnholdet i elvevannet. Hvis feilen er systematisk, skulle det allikevel ikke påvirke den elvebaserte transportberegningen da det er differansen mellom stasjonene ovenfor og nedenfor Follum som ligger til grunn. Som før nevnt vil det nye renseanlegget til Follum redusere deres fosforutslipp med ca 70%, noe som skulle gi seg merkbart utslag i reduserte transportverdier i Begna nedstrøms.

På hele strekningen forbi Hønefossområdet (Busund-(Randselva+Begna)) tilføres elvevannet pr. år totalt ca 14 tonn fosfor, 44 tonn nitrogen, 2021 tonn partikulært organisk materiale, 7311 tonn KOF, 4859 tonn TOC.

Det skal bemerkes at det knytter seg en god del usikkerhet til disse tallene, men det kan allikevel gjøres noen refleksjoner.

En ser at det tilføres svært lite fosfor fra resten av Hønefossområdet utover det som kommer fra Follumområdet. Dette til tross for at stasjonen ved Busund ligger nedstrøms utløpet fra Monserud rensanlegg. På denne strekningen ble elvevannet tilført ca 23 tonn fosfor (varierte fra 21-25 tonn) under Tyrifjordundersøkelsen. Ca 13 av disse tonnene ble den gang beregnet å komme fra sanitærløp. I følge Vannbruksplanens resultater ser det altså ut til at det nærmest ikke tilføres fosfor fra sanitærløp på denne strekningen lenger. Dette indikerer at det forekommer lite lekkasjer og overløp som når elva på denne strekningen, samt at selve rensanlegget virker svært bra. Det kan imidlertid tyde på at utslippene fra Follum har øket noe, noe som i og for seg er naturlig da produksjonen ved fabrikkene også har øket i denne perioden. Etter at innsamlingen av data ved denne undersøkelsen er ferdige har imidlertid Follum satt i drift et nytt rensanlegg som skal fjerne ca 70-80% av fosforutslippet og en betydelig del av det partikulære organiske materialet.

Når det gjelder nitrogen tilføres elvevannet 44 tonn pr. år på strekningen forbi Hønefoss. Bare ca 12 tonn av dette kommer fra Follumområdet, mens resten kommer fra boligkloakk i selve Hønefoss via utløpet fra Monserud RA. Dette rensanlegget har ikke noe trinn for nitrogenfjerning og fjerner neppe mer enn ca 20% med dagens prosess.

Med hensyn til partikulært organisk materiale tilføres elvevannet ca 2000 tonn pr. år forbi Hønefossområdet, hvorav vel 93% kommer fra Follumområdet. En stor del av dette er trefiberfragmenter fra Follum fabrikker, som i liten grad ser ut til å sedimentere i elva (Kfr. Rognerud 1990). Man må regne med at disse sedimenterer i Nordfjorden og belaster dypområdene der. Dette burde vært undersøkt ved sedimentasjonsstudier.

Det er overveiende sannsynlig at den markerte tilførselen av KOF hovedsakelig er løst organisk materiale som stammer fra treforedlingsutslipp fra Follum fabrikker. For det første oksiderer den anvendte analyse for KOF (Permanganat) nærmest bare løst organisk materiale, og for det andre skjer det ingen økning av elvevannets farge på strekningen forbi Follum, noe som hadde vært tilfelle om det hadde naturlige kilder (humus).

Med hensyn til transportverdier i Sogna er det egentlig ikke så mye å kommentere. I forhold til vannføringen er fosfortransporten nokså høye, særlig i perioder med erosjon fra jordbruksarealer, kfr. figurene over fosforkonsentrasjon og suspendert gløderest. Elven er nokså rik på organisk materiale, men dette korresponderer med en høy fargeverdi, slik at det trolig dreier seg i hovedsak om naturlig humusmateriale.

### **Fosforkonsentrasjon- og transport i Storelva ved ulike år**

I fig. 27, 28 og 29 har vi fremstilt middelveidier for konsentrasjoner av hhv. total fosfor, partikulært materiale og total nitrogen. Det partikulære materialet er splittet i organisk og uorganisk fraksjon.

Fosforkonsentrasjonen kan se ut til å ha minket noe gjennom perioden selv om det er endel variasjon fra år til år. Lav vannføring og nedbørintensitet er nokså sikkert en hovedgrunn til den betydelig lavere konsentrasjonen det siste året gjennom at det har vært lite erosjonsaktivitet både fra pløye jorder og i selve elveleiet.

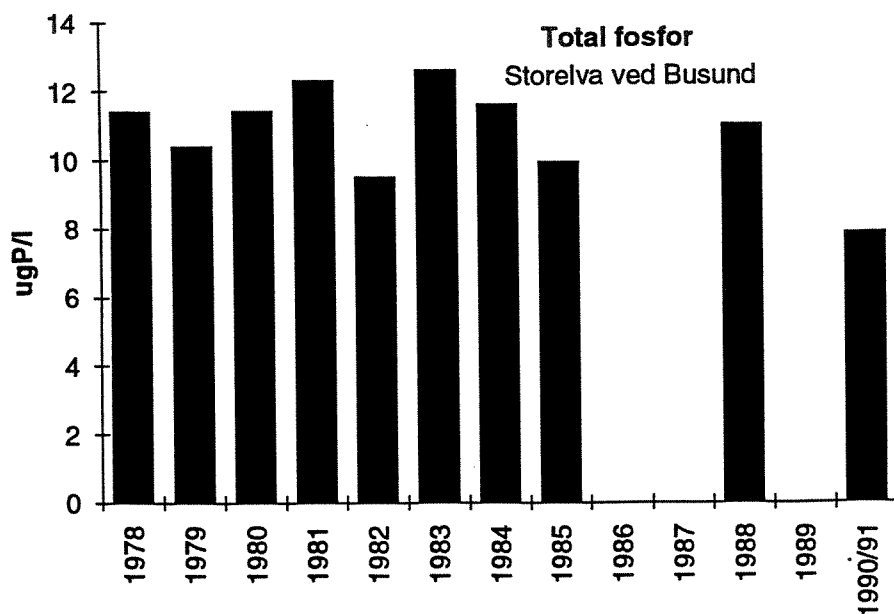


Fig. 27 Middelkonsentrasjonen av total fosfor i Storelva ved Busund for ulike år vi har data fra.

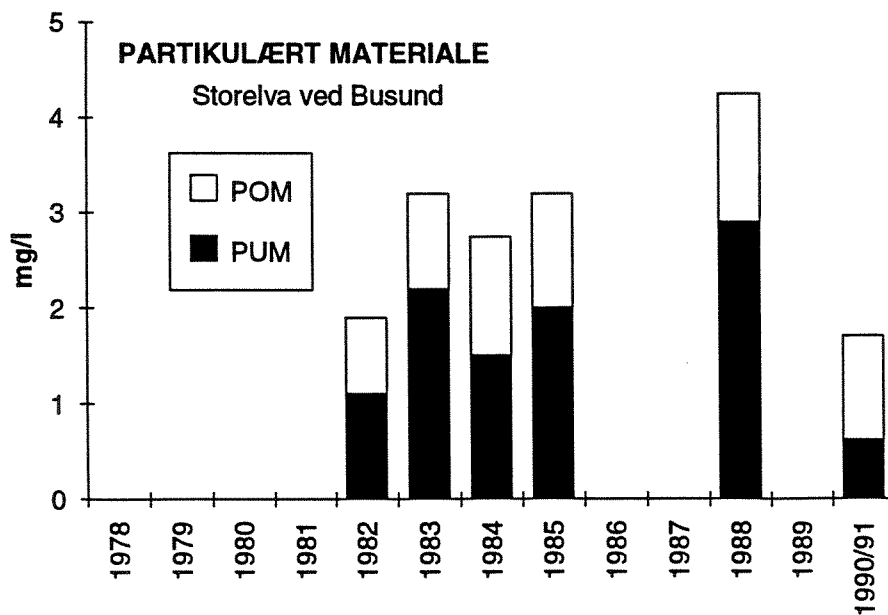


Fig. 28 Middelkonsentrasjoner av partikulært materiale i Storelva ved Busund for de ulike årene vi har data fra. PUM = Partikulært uorganisk materiale, POM = Partikulært organisk materiale.



Resultatene over partikulært materiale viser helt klart at det har vært lite erosjonsmateriale i elva det siste året, se fig. 28. Her fremgår det at PUM = partikulært uorganisk materiale, bare er ca en tredjedel så høy som vanlig i 1990/91. Derimot er den organiske fraksjonen nokså konstant gjennom hele perioden, kanskje noe lavere de 2 første årene vi har data fra.

Total nitrogen viser en klar økning fram til og med 1988. Siste års resultater er imidlertid en god del lavere. Den lave nedbøren det siste året er nok en sterk medvirkende faktor til at utvasking fra f.eks. dyrket mark har vært liten sammenliknet med tidligere år.

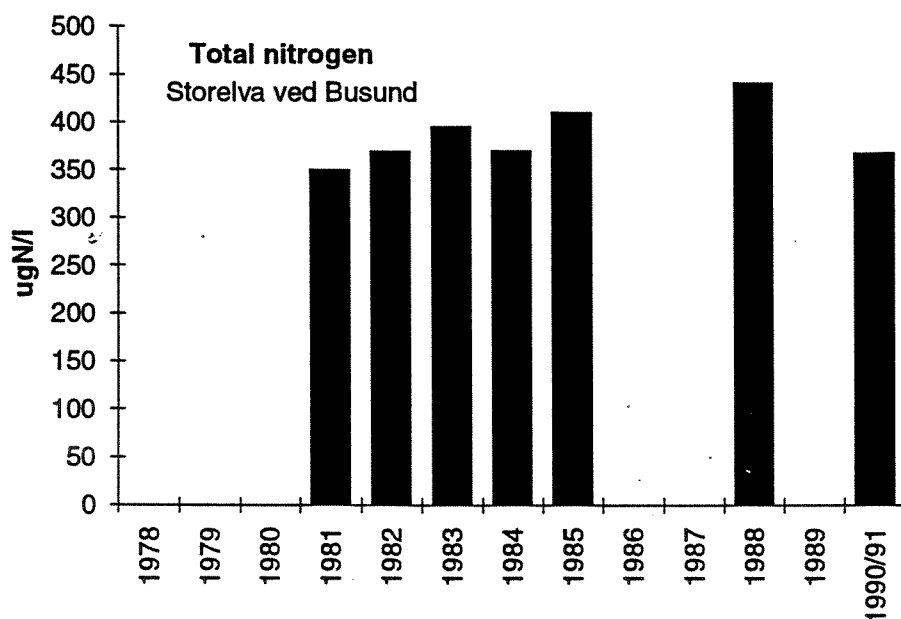


Fig. 29 Middelkonsentrasjoner av total nitrogen i Storelva ved Busund for ulike år vi har data fra.

I fig. 30 har vi fremstilt fosfortransporten ved Busund ved ulike år vi har resultater fra. Fram til 1985 var det ikke mulig å se noen reduksjon i fosfortransporten i Storelva. Det siste året kan tyde på at det har vært en nedgang, men når man tar inn effekten av redusert erosjon som følge av lav nedbør- og flomintensitet det siste året, blir det hele noe usikkert.

Hvordan utviklingen har vært med hensyn til Tyrifjordens fosforbelastning, kan også gjøres gjennom observasjoner av fosfor og planteplankton ute i Tyrifjordens sentrale basseng og tilbakeberegning til fosforbelastning via modeller. Det man kan konkludere med etter elveundersøkelsen er at såvel fosforkonsentrasjonen som fosfortransporten har vært betydelig mindre enn tidligere observert i 1990/91. Det tørre klimaet i denne perioden har bidratt sterkt

til denne nedgangen. Tyrifjorden ligger imidlertid som en integrerende facit, og responderer på tilførselen av algetilgjengelig fosfor over lengre perioder.

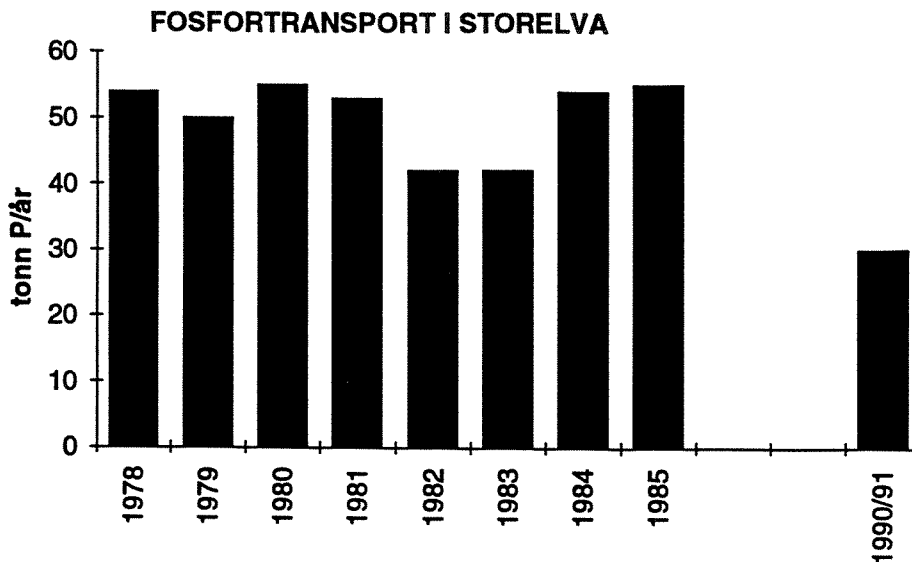


Fig. 30 Fosfortransport i Storelva i de ulike år vi har data fra.

### Bakteriologiske resultater fra elvene

Bakteriologiske prøver fra tilløpselvene er fremstilt i fig. 31. Begna er relativt lite bakterielt forurenset ovenfor Follum (Hofsfoos). Termostabile koliforme bakterier påvises imidlertid ved de fleste prøvetakinger og elven tilfredsstillende således ikke helsemyndighetenes normer for drikkevann. Ved alle prøvetakingstidspunktene var vannkvaliteten tilfredsstillende for bading.

Ved utløpet av Hønefossen kraftstasjon har konsentrasjonene øket klart, men elven er fortsatt moderat bakteriologisk forurenset. Vannkvaliteten er tilfredsstillende for bading ved ca halvparten av prøvetakingstidspunktene. Det forekommer imidlertid episoder med kraftig bakteriell forurensning. Hva disse episodene skyldes er ikke studert. Ved denne stasjonen er det nokså lite bebyggelse som slipper kloakken direkte ut i elven. Et moment som bør nevnes er at det periodevis kan være mye *Klebsiella* bakterier i avløp fra treforedling. Disse bakteriene slår ut på den vanlige testen for termostabile koliforme bakterier hvis man ikke korrigerer for dette. I avløpene fra Saugbruksforeningen i Halden har man ofte hatt store mengder slike bakterier (Ormerod 1984/85). I Storelva er det analysert på *Klebsiella* ved et par anledninger uten at det er funnet noen særlige mengder (Berge 1985). Enkelte *Klebsiella*

bakterier kan være sykdomsfremkallende (luftvegsinfeksjoner), men de fleste er uskadelige for mennesker.

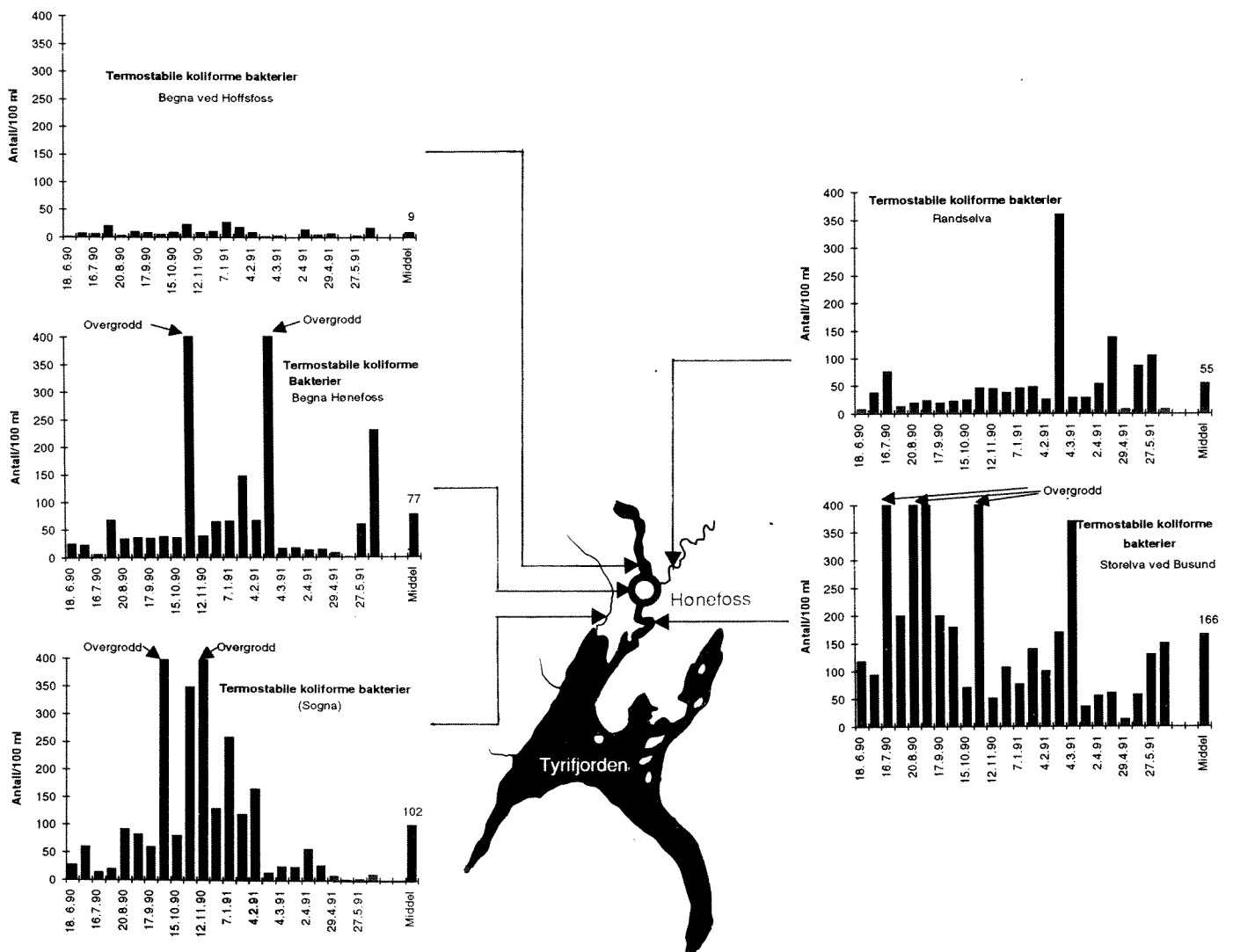


Fig. 31 Bakteriologiske prøver fra Tyrifjordens tilløpselver i 1990 og 1991. Termostabile koliforme bakterier, antall pr. 100 ml.

Randselva ovenfor Hønefoss, ved Hvalsmoen, er også moderat til lite forurenset mht. bakterier, men noe mer forurenset enn Begna ovenfor Follum. Det antas at det hovedsakelig er utslippene fra Jevnaker som påvirker Randselva på denne stasjonen.

Etter samløp i Hønefoss heter elven Storelva herfra og ned til Tyrifjorden. Ved nederste stasjon, Busund, er elva sterkt bakteriologisk forurenset. Denne stasjonen ligger nedstrøms utløpet fra Monserud renseanlegg som samler det meste av kloakken fra Hønefoss. Selv om vannrensingen fjerner fra 80-90% av bakterier i kloakkvannet er det fortsatt store konsentrasjoner som er tilbake. Det kan tenkes at Storelva kan forurense badeforholdene på Onsakervika Camping og Røsholmstranda, som ligger like ved Storelvas munning, under perioder med pålandsvind.

Sogna er også betydelig bakteriologisk forurenset. Langs Sogna ligger det i tillegg til et par tettsteder (Sokna og Veme), en god del enkelthus med utslipp mer eller mindre direkte til elva. Siden det er en liten elv, kan slike små enkeltutslipp gi betydelig bakteriologisk påvirkning.

Det er vanskelig å sammenlikne årets bakteriologiske data med tidligere verdier, da det ikke er foretatt tilstrekkelige fortynninger til å få tall på bakteriekonsentrasjoner over 350 pr. 100 ml. Ved tidligere undersøkelser har grensen for overgrodd gjerne ligget på 16000 bakterier pr. 100 ml.

## **HVOR MYE ER TYRIFJORDENS FOSFORBELASTNING BLITT REDUSERT**

Hvor stor er Tyrifjordens midlere fosforbelastning i dag, og hvordan ligger denne an i forhold til innsjøens resipientkapasitet, er sentrale spørsmål for den handlingsplanen som skal utarbeides i vannbruksplanen. Sentrale målsettinger er at brukerinteressenes krav til vannkvalitet skal sikres, samt at Tyrifjorden skal kunne opprettholdes i god økologisk likevekt i fremtiden.

Under Tyrifjordundersøkelsen ble Tyrifjordens fosforbelastning grundig beregnet ved målinger i elver, bekker, nedbør, punktkilder og diffusavrenning over 4 år til å være ca 70 tonn P/år. Tyrifjordens resipientkapasitet ble beregnet til å være ca 60 tonn P/år etter en grundig faglig diskusjon hvor følgende institusjoner deltok: Norsk institutt for vannforskning, Statens forurensningstilsyn, Buskerud fylkeskommune ved Plan og utb. avd., Statens institutt for folkehelse, Fiskeforskningen (DN), Fiskerikonsulenten for Øst-Norge, Limnologisk avdeling, UiO, Zoologisk avdeling, UiO (kfr. sluttrapporten fra Tyrifjordutvalget, Berge 1983).

Tabell 4. Målte fosfor- og vanntilførsler til Tyrifjorden under Tyrifjordundersøkelsen (1978-1981), fra Rognerud 1982.

Årstall	Fosfortilførsel kg P/år	Vanntilførsel x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /år
1978	72642	5113
1979	67562	4973
1980	73080	5107
1981	66818	4202
Middel	70025	4849

### **Beregnet reduksjon i fosforbelastning på grunnlag av nedgang i algemengden i Tyrifjorden**

Sentralt i utarbeidelsen av målsettingen med å få fosforbelastningen ned 60 tonn P/år var den såkalte RBJ-modellen (Rognerud og medarb. 1979), som er en fosforbelastningsmodell av Vollenweider-typen kalibrert med data fra store norske innsjøer, hvor blant annet Tyrifjorden inngår i kalibreringsmaterialet. Denne modellen tar utgangspunkt i at midlere algemengde over produksjonssesongen (mai-oktober) i 0-10m sjiktet ikke skal overstige 2 ug Kl<sub>a</sub>/l for denne type innsjøer. Denne verdien er også valgt som målsetting for Mjøsa. I henhold til SFT's "Vannkvalitetskriterier for ferskvann" (SFT 1989) tilsvarer dette at innsjøen skal holdes innenfor laveste forurensningsgrad 1: "Lite eller ikke påvisbart avvik fra naturtilstanden".

Modellen foreskriver egentlig at man skal bruke algemengden midlet over perioden mai-oktober. Dataene som er brukt i overvåkingen er fra juni-september. Dette gir noe høyere algemengde enn om mai - oktober hadde vært benyttet. Tar man utgangspunkt i dataene fra Tyrifjordundersøkelsen (1978-81) og bruker algemengde midlet over juni-september istedet

for mai-oktober som input i modellen, resulterte dette i at modellen overestimerte fosforbelastningen med 13.5% i forhold til det som ble målt i elver m.m.

Den midlere algemengden under Tyrifjordundersøkelsen (juni-sept. 1978-1981) var 2.-71 ug kla/l. Brukes denne verdien sammen med midlere vanntilførsel i samme periode ( $4849 \times 10^6 \text{m}^3/\text{år}$ ) til å beregne fosfortilførselen ved hjelp av RBJ-modellen, gir dette en fosfortilførsel på 79453 kg P/år.

Trendanalysen på side .. indikerte at midlere algemengde i produksjonssesongen nå ligger på ca 2.2 ug kla/l i snitt. Brukes dette som input i modellen og reduserer resultatet med 13,5% som over, får vi at fosforbelastningen nå ligger på ca 62 tonn P. Vi har da anvendt et midlere avløp på  $5000 \times 10^6 \text{m}^3/\text{år}$  som vannmengde (NVE Hydrologiske tabeller).

### **Beregnet P-belastningsreduksjon som følge av kommunale rensetiltak**

Renseanleggtilknytningen i Hønefossområdet under Tyrifjordundersøkelsen var ca 10000 pe. I dag er den ca 22000 pe. Hver pe. produserer ca 0.8 kg P/år. Antar vi at renseanlegget virker med ca 80% rensing korrigert for tilføringsgrad, får vi at tilførslene skal være redusert med ca 8000 kg P/år siden Tyrifjordundersøkelsen. Noen nevneverdig økning av befolkningen har ikke skjedd. I tillegg er fiskeoppdrettsanleggene i Tyrifjorden nedlagt. Dette ble beregnet å belaste fjorden med 500 kg P/år. Forutsatt at ingen andre kilder har økt, skulle dette tilsi at dagens belastning er redusert fra 70 tonn P/år til ca 61.5 tonn P/år.

## **LITTERATUR**

- Abrahamsen, H. 1981. Stofftransport til Steinsfjorden 1978-79. Hovedoppgave i limnologi ved Univ. i Oslo.
- Berge, D. 1979 (red). Tyrifjordundersøkelsen - Årsrapport for 1978. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen: 26 sider.
- Berge, D. 1980 (red). Tyrifjordundersøkelsen - Årsrapport for 1979. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen: 46 sider.
- Berge, D. 1981 (red). Tyrifjordundersøkelsen - Årsrapport for 1980. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen: 42 sider.
- Berge, D., 1983 (red). TYRIFJORDEN. Tyrifjordundersøkelsen - sammenfattende sluttrapport. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen: 156 sider.
- Berge, D. 1983. Overvåkingsundersøkelser i Tyrifjorden og Steinsfjorden 1982. Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport O-8000214, 55 sider.
- Berge, D. 1984. Overvåkingsundersøkelser i Tyrifjorden og Steinsfjorden 1983. Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport O-8000214.
- Berge, D. 1985. Overvåkingsundersøkelser i Tyrifjorden og Steinsfjorden 1984. Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport O-8000214.
- Berge, D. 1986. Overvåking av Tyrifjorden og Steinsfjorden 1982-1985. Sluttrapport. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT) Rapport 238/86. NIVA-rapport O-8000214. 73 sider.
- Berge, D. m.flere 1989. Vasspest - Problem og ressurs. Sammenfattende sluttrapport fra vasspestprosjektene. NIVA-rapport O-86238, 32 sider.
- Berge, D. 1990. En enkel vurdering av utviklingen i Tyrifjorden fra 1970-1990 sett i forhold til Tyrifjordutvalgets målsetting. NIVA-rapport O-90017, 12 sider.
- Berge, D. 1991. Enkel oppdaterende undersøkelse av Tyrifjorden og Steinsfjorden. Foreløpig sammenstilling av eutrofibeskrivende data. NIVA-rapport O-90096. 10 sider.
- Berge, D. og B. Rørslett 1980. Vasspest i Steinsfjorden - Problemnotat. Tyrifjordundersøkelsen - Fagrapport nr. 11. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen. 15 sider.
- Berge, D. og T. Tjomsland 1992. Vannbruksplan for Tyrifjorden, delutredning om: Muligheter for vannkvalitetsforbedring i Steinsfjorden gjennom økning av vannutskiftningen. Gjenåpning av Kroksundet, overføring av Storflåtan, heving av sommervannstanden. NIVA-rapport O-92001, trykkes i mai 1992.

- Hindar, A. 1981. Seston og sedimentasjon i Steinsfjorden 1978-79. Hovedfagsoppgave i limnologi ved Univ. Oslo. 193 sider.
- Holtan, H. 1970. Tyrifjorden. En limnologisk undersøkelse 1967-68. NIVA-rapport O-15/64. 140 sider.
- Langeland, A. 1972. Biologiske undersøkelser i Holsfjorden (Tyrifjorden) 1971. NIVA-rapport O-143/70: 55 sider.
- Langeland, A. 1974. Long-term changes in the plankton of Lake Tyrifjord, Norway. *Norw. J. Zool.*, 22: 207-219.
- Lien, R. 1983. Naturvitenskapelig bibliografi for Hole og Ringerike kommuner. Rapport fra bibliotekjenten, Mat. Nat. Fak., Univ. Oslo, 114 sider.
- Ormerod, K. 1984. Testing av Iddefjordens termotolerante coilforme bakterieflora for innhold av termotolerante Klebsiella. NIVA-Rapport O-8000302, 45 sider.
- Ormerod, K. 1985. Bakteriologiske analysemetoder - KLEBSIELLA BAKTERIER - rapport 1/85. NIVA-rapport F-8041902, 28 sider.
- Rognerud, S. 1975. Hydrografi, fytoplankton og primærproduksjon i Holsfjorden 1972-73, samt en sammenlikning med Krøderen, Sperillen og Randsfjorden. Hovedfagsoppgave i Limnologi ved Univ. Oslo, 140 sider.
- Rognerud, S. 1982. Fosforbudsjetter og en fosforbelastningsmodell for Tyrifjorden. Fagrapport nr 15 fra Tyrifjordundersøkelsen. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen.
- Rognerud, S. 1991. Fiberavsetninger i Storelva. NIVA-rapport O-90125 (Lnr. 2529). 21 sider.
- Rognerud, S., D. Berge og M. Johannessen 1979. Telemarksvassdraget. Hovedrapport for undersøkelsene i perioden 1975-1979. NIVA-rapport O-70112(Lnr. 1147). 82 sider.
- Rørslett, B. og D. Berge 1982. Tiltak mot vasspest i Steinsfjorden. Skisse over nødvendig utredningsarbeid og forskningsbehov. NIVA-rapport O-82132, 10 sider.
- Rørslett, B., D. Berge, A.H. Erlandsen, S.W. Johansen og Pål Brettum 1984. Vasspest i Steinsfjorden, Ringerike. Innvirkning på vannkvalitet 1978-83 og behov for tiltak. NIVA-rapport O-82132: 52 sider.
- Rørslett, B., D. Berge og S.W. Johansen. Mass invasion of *Elodea canadensis* in a mesotrophic, South Norwegian lake - Impact on water quality. *Verh. Int. Verein. Limnol* 22: 2920-2926.
- Rørslett, B., D. Berge and S.W. Johansen, 1986. Lake enrichment by submersed macrophytes. A Norwegian whole Lake experience with *Elodea canadensis*. *Aquatic botany*, 26: 325-340.



Skogheim, O.K. 1975. Steinsfjorden. En undersøkelse av hydrografi, sedimenter, fytoplankton og primærproduksjon i 1972-73. Hovedfagsoppgave i Limnologi ved Univ. Oslo: 148 sider + 63 i vedlegg.

Strøm, K.M. 1932. Tyrifjord. A limnological study. Norske Vid. Ak. Oslo Skrifter, I, Mat. Nat. Kl. 1932 (3): 1-84.

**VEDLEGG - TABELLER MED PRIMÆRDATA**

Tabell P Månedlige nedbørsummer ved Ask på Ringerike i 1990 og 1991. Opplysninger fra Meteorologisk institutt.

Måned	1990	1991	Normal
	mm/mnd	mm/mnd	mm/mnd
Jan	38	27	35
Feb	57	7	25
Mar	13	47	20
Apr	62	15	31
Mai	9	4	39
Jun	63	72	59
Jul	74	66	77
Aug	33	17	73
Sep	38	37	63
Okt	45	38	57
Nov	25	73	55
Des	34	6	46

Tabell P Årsnedbør fra Ask meteorologiske stasjon (Ringerike) for ulike år. Opplysninger fra Meteorologisk institutt.

År	Årsnedbør	Normal
	mm/år	mm/år
1978	528	580
79	608	
1980	598	
81	500	
82	582	
83	513	
84	663	
85	690	
86	525	
87	711	
88	758	
89	465	
1990	491	
91	409	

Tabell P Vannføringsdata for Begna, Randselva og Storelva 1990 og 1991.

Dato	Begna	Randselva	Sorelva	Begna	Randselva	Storelva
	v/Hensfoss	v/Kistefoss	sum B+R	middel	middel	middel
	m3/s	m3/s	m3/s			
18.6.90	84	32	116	74.8	45.3	120.1
02.07.90	135.5	32	167.5	74.8	45.3	120.1
16.07.90	125.5	48	173.5	74.8	45.3	120.1
06.08.90	43.1	25	68.1	74.8	45.3	120.1
20.08.90	42	32	74	74.8	45.3	120.1
03.09.90	73	32	105	74.8	45.3	120.1
17.09.90	46.8	32	78.8	74.8	45.3	120.1
01.10.90	69.7	32	101.7	74.8	45.3	120.1
15.10.90	59.4	32	91.4	74.8	45.3	120.1
29.10.90	59.2	48	107.2	74.8	45.3	120.1
12.11.90	83	65	148	74.8	45.3	120.1
26.11.90	69.5	35	104.5	74.8	45.3	120.1
10.12.90	68.7	35	103.7	74.8	45.3	120.1
07.01.91	72	66	138	74.8	45.3	120.1
21.01.91	69.4	68	137.4	74.8	45.3	120.1
04.02.91	72.4	68	140.4	74.8	45.3	120.1
18.02.91	76	68	144	74.8	45.3	120.1
04.03.91	72	68	140	74.8	45.3	120.1
18.03.91	56.6	68	124.6	74.8	45.3	120.1
02.04.91	60.2	65	125.2	74.8	45.3	120.1
15.04.91	132.4	65	197.4	74.8	45.3	120.1
29.04.91	90.5	45	135.5	74.8	45.3	120.1
13.05.91	95.5	32	127.5	74.8	45.3	120.1
27.05.91	70	20	90	74.8	45.3	120.1
10.06.91	43	20	63	74.8	45.3	120.1

Tabell P Analysedata fra Steinsfjorden i 1990. Blandprøver fra 0-6m.

**Analysedata fra Steinsfjorden 1990**

Dato	30.mai	13.jun	27.jun	16.jul	24.jul	7.aug	21. aug	4.sep	19.sep	2.okt	16.okt
Klorofyll a ug/l	25.6	6.61	3.86	2.69	3.51	2.46	3.34	2.46	3.47	3.75	6.68
Total fosfor ugP/l	18	11	13	10	13		14	17	13	6	12
Total nitrogen ugN/l	435	306	293	200	143	285		267	263	261	261
Siktedyp (m)											
Middelverdi Kla	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
Middelverdi Tot-P	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
Middelverdi Tot-N	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271

Tabell P Middelverdier for en del eutrofirelaterte parametre i Steinsfjorden fra de år vi har data fra. Blandprøver fra 0-6m.

År	Klorofyll ug/l	Tot-P ugP/l	Tot-N ugN/l
1970			
71			
72	4.8		
73	4		
74			
75			
76			
77			
78	6	13.7	
79	5.3	9.9	
80			
81	4.5	10.2	284
82	7.1	11.3	292
83	6.2	12.3	377
84	4.6	11.2	261
85	3.7	9.2	335
86	4	11.9	247
87			
88	6.3	10.5	327
89			
90	6.1	12.7	271
91	2.7	12.5	243



Tabell P Analysedata fra Tyrifjorden i 1991. Blandprøver fra 0-10 m's dyp.

**Analyseresultater fra Tyrifjorden 1991.**

Dato	11. jun	24. jun	9. jul	24. jul	6. aug	20. aug	3. sep	18. sep	2. okt	22. okt
Total fosfor ugP/l	5	6	4	17	5	3	3	4	3	3
Total nitrogen ugN/l	426	429	435	366	369	362	365	456	356	411
Klorofyll a (ug/l)	1.83	1.4	1.74	2.24	5	3.39	2.42	1.93	1.37	
Siktedyp (m)	7		5		6	6.5	7.5	6.5	6	8.5
Middelverdi Tot-P	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
Middelverdi Kla	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
Middelverdi Tot-N	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398
Middelverdi siktedyp	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6

Tabell P Middelverdier for en del eutrofirelaterte parametre i Tyrifjorden for de år vi har data fra. Blandprøver fra 0-10m.

År	Klorofyll ug/l	Tot-P ugP/l	Tot-N ugN/l
1970			
71			
72	3.5		
73	3.2		
74			
75			
76			
77			
78	2.7	7.3	410
79	2.8	7.5	351
1980	2.7	6.5	375
81	2.65	7.5	406
82	2.4	7.1	375
83	2.6	6.9	387
84	2.25	6.8	420
85	2.2	7.7	500
86	1.3	6.5	408
87			
88	2.6	6.4	395
89			
1990	2.4	6.2	390
91	2.37	5.3	398

Tabell P      Kvantitative planteplanktonprøver fra Steinsfjorden, fortsettelse.....

Bacillariophyceae (Kiselalger)										
Asterionella formosa	5.3	4.6	26.5	-	1.2	12.8	111.3	495.6	5.8	6.4
Cyclotella cf. glomerata	.4	1.5	1.6	2.1	-	1.9	1.4	1.9	3.3	19.6
Cyclotella comta	.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclotella comta v. oligactis	-	8.0	2.7	4.8	1.2	-	-	-	-	1.5
Fragilaria crotonensis	.7	13.2	5.5	8.8	12.1	5.5	13.2	51.7	17.6	17.6
Melosira ambigua	-	2.2	.9	.3	-	1.7	-	2.6	2.2	52.4
Melosira italica v. tenuissima	1.1	-	-	-	-	-	-	1.7	43.0	69.6
Nitzschia gracilis	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-
Synedra acus v. angustissima	2.1	.7	.7	.7	.7	1.4	-	2.8	1.4	2.8
Synedra sp. (l=40-70)	3.2	.3	-	.2	.2	1.0	-	1.1	1.9	18.0
Synedra ulna	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-
Tabellaria fenestrata	-	-	1.8	1.2	-	-	1.6	5.7	6.0	4.2
Sum .....	13.4	30.5	39.6	18.0	15.4	25.4	127.6	562.9	82.3	192.1
Cryptophyceae										
Cryptomonas erosa	-	-	-	-	-	-	-	22.3	3.2	10.1
Cryptomonas erosa v. reflexa (Cr.refl.?)	7.7	.8	2.2	2.2	7.6	8.1	12.7	27.0	42.9	23.2
Cryptomonas marssonii	-	.6	3.0	2.1	1.3	1.0	1.1	1.3	8.0	8.0
Cryptomonas sp. (l=20-22)	6.4	-	-	-	3.6	-	12.7	12.7	19.1	44.5
Cryptomonas sp. (l=24-28)	2.8	2.4	3.6	1.2	6.0	4.0	4.8	5.6	9.2	16.4
Katablepharis ovalis	6.7	1.2	3.2	3.3	7.2	4.8	1.7	.7	1.2	.7
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	34.7	19.5	11.0	9.0	8.5	13.3	16.1	44.2	33.2	28.5
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	-	2.0	-	-	2.3	4.0	.5	8.0	-	-
Sum .....	58.3	26.5	22.9	17.9	36.4	35.1	49.6	121.7	116.8	131.3
Dinophyceae (Fureflagellater)										
Ceratium hirundinella	-	6.0	-	-	-	-	6.0	25.0	138.0	12.0
Gymnodinium cf. lacustre	.9	-	2.1	2.1	.9	1.9	-	-	-	.9
Gymnodinium cf. uberrimum	3.0	-	-	4.8	4.8	4.8	-	9.6	7.2	-
Gymnodinium helveticum f. achroum	2.6	-	-	-	-	-	-	4.8	4.0	16.0
Gymnodinium sp. (l=15-16)	-	-	1.9	-	-	-	-	-	-	-
Peridiniopsis edax	-	-	-	1.9	-	-	-	-	-	-
Peridinium inconspicuum	-	1.2	-	-	1.2	-	-	-	-	-
Peridinium palustre	16.0	34.4	6.6	8.0	-	-	25.2	24.0	36.0	-
Peridinium sp. (l=15-17)	-	-	-	-	3.0	-	-	-	-	-
Peridinium willei	-	-	-	-	-	-	-	-	9.0	-
Sum .....	22.5	41.6	10.6	16.8	9.9	6.7	31.2	63.4	194.2	28.9
Euglenophyceae										
Trachelomonas volvocina	-	-	-	-	-	.7	-	-	-	-
Sum .....	-	-	-	-	-	.7	-	-	-	-
Mv-alger										
Sum .....	10.6	13.6	12.4	14.6	11.7	9.6	8.9	16.4	11.1	12.0
-----										
Total .....	555.7	689.3	265.1	174.2	150.8	138.5	259.9	819.6	454.5	427.7
=====										



Tabell P Kvantitative planteplanktonprøver fra Steinsfjorden (blandprøve 0-6m) sommeren 1991. Volum mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.

GRUPPER/ARTER	Dato=>	910611	910625	910709	910723	910806	910820	910903	910917	910930	911022
<b>Cyanophyceae (Blågrønnalger)</b>											
Anabaena circinalis	-	-	-	-	2.8	.3	1.4	9.2	8.8	4.0	9.2
Aphanothece sp.	-	-	-	-	-	-	9.9	5.2	.4	-	-
Gomphosphaeria lacustris	-	-	-	.6	-	.6	-	-	.3	-	-
Oscillatoria agardhii	-	49.9	3.2	-	-	-	6.8	-	.3	7.4	10.4
Oscillatoria cf. rubescens	333.6	280.8	-	-	-	-	-	1.6	-	-	12.8
Sum .....	333.6	330.7	3.2	3.4	.3	18.8	16.0	9.8	11.4	32.4	
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>											
Ankyra lanceolata	-	-	-	-	-	-	-	-	.5	2.4	.8
Closterium acutum v. variable	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.1
Cosmarium depressum	-	-	-	.5	-	-	-	-	-	-	-
Crucigeniella rectangularis	-	-	-	.2	-	-	-	-	-	-	-
Dictyosphaerium pulchellum	-	-	-	-	-	-	1.4	-	-	-	-
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	.4	-	-	-	-	.2	-	-	.6	1.7	.4
Eudorina elegans	-	-	-	-	-	-	1.9	-	2.2	4.1	1.1
Gloeotila pulchra	-	-	-	-	-	-	1.6	-	-	-	-
Kirchneriella obesa	-	-	-	.1	.5	-	-	-	-	-	.2
Monoraphidium dybowskii	.9	.5	.5	.2	-	.5	-	-	-	.2	.5
Mougeotia sp. (b=4)	.3	-	2.1	15.4	2.2	.5	-	-	-	-	-
Oocystis parva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.7	1.3
Oocystis submarina v. variabilis	1.4	.6	.8	.5	-	.8	-	-	-	-	-
Paulschulzia pseudovolvox	-	-	-	-	-	-	-	.4	.3	.3	2.5
Scenedesmus ecoris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-
Sphaerocystis schroeteri	-	-	.3	.5	-	-	-	-	-	-	.9
Tetraedron minimum v. tetralobulatum	-	-	-	-	-	-	-	.3	.3	.3	.8
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	-	-	-	-	-	-	-	.5	-	-	-
Sum .....	3.0	1.1	3.6	17.3	2.9	6.6	-	4.5	10.7	8.5	
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>											
Aulomonas purdyi	-	-	-	-	-	-	-	-	.1	-	-
Bitrichia chodatii	-	.3	.3	.3	1.3	.3	-	.3	-	-	-
Chrysidiastrum catenatum	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6	-	-
Chrysochromulina parva	13.9	17.5	10.9	26.4	24.8	3.5	5.0	6.2	4.9	2.5	
Chrysococcus minutus	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Craspedomonader	.3	-	2.4	-	1.0	-	2.2	2.1	-	-	-
Cyster av Dinobryon spp.	-	-	.9	-	-	-	-	-	-	-	-
Dinobryon divergens	7.3	-	-	-	-	.2	-	.2	1.0	-	-
Dinobryon sociale	.9	-	-	-	-	.4	.4	1.7	1.3	-	-
Epipyxis polymorpha	-	-	-	-	-	-	.8	-	-	-	-
Løse celler Dinobryon spp.	1.9	-	-	-	-	-	-	2.2	-	-	-
Mallomonas spp.	-	-	-	-	2.3	2.7	2.5	2.0	-	-	2.0
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	4.1	1.7	6.9	2.7	4.3	3.8	1.6	1.6	1.1	1.1	
Små chrysomonader (<7)	23.0	10.0	17.6	20.0	18.9	16.5	8.6	10.2	9.3	8.3	
Spiniferomonas sp.	.3	-	-	.2	-	-	-	-	-	-	-
Store chrysomonader (>7)	1.7	8.6	8.6	8.6	10.3	7.8	4.3	8.6	10.3	8.6	
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ubest.chrysophyceae	-	-	-	-	-	-	.1	-	-	-	-
Ubest.chrysophyceae (d=6-7)	16.7	167.0	90.9	27.8	-	-	-	-	-	-	-
Uroglena americana	43.9	39.0	34.1	-	11.3	.6	1.1	-	-	-	-
Sum .....	114.3	245.3	172.7	86.1	74.2	35.7	26.7	40.7	28.0	22.4	

Fortsettelse neste side.

Tabell P Kjemiske observasjoner i Randselva ved Hvalsmoen i 1990 og 1991.

Dato:	Al	Farge	KOF	Tot-P	Tot-N	Turb.	Susp.ts	Susp.gr	TOC	O	Susp. gt
	ug Al/l	mg Pt/l	mg O/l	ug P/l	ug N/l	FTU	mg/l	mg/l	mg O/l	mg O/l	mg/l
2.4.90											
2.5.90											
18.6.90	20	17	3.7	6	510	0.65	1.5	0.8	3.3	9.3	0.7
2.7.90	20	17	3.6	5	530	0.55	1.2	0.7	3.3		0.5
16.7.90	30	18	3.4	5	490	0.65	1.4	0.6	3.1		0.8
6.8.90	20	18	3.6	5	480	0.55	1.2	0.75	2.5		0.45
20.8.90	10	18	3.2	4	500	0.4	0.75	0.35	2.7		0.4
3.9.90	10	16	3.5	4	470	0.3	0.5	0.05	3.3		0.45
17.9.90	10	17	3.2	3	470	0.5	0.75	0.4	2.9		0.35
1.10.90	10	17	3.2	3	470	0.3	0.55	0.3	3.5		0.25
2.10.90											
15.10.90	10	18	3.5	3	530	0.2	0.4	0.1	3.2		0.3
29.10.90	10	18	3.2	3	540	0.3	0.5	0.25	2.4	10.5	0.25
5.11.90											
12.11.90	20	18	3.3	5	540	0.35	1.9	1.55	3		0.35
26.11.90	30	17	3.2	5	560	1.3	1.9	1.55	2.8		0.35
10.12.90	20	18	3.1	4	530	1.2	1.55	1.1	2.8		0.45
7.1.91	20	18	3.1	4	550	0.25	0.4	0.2	3		0.2
21.1.91	20	17	3	6	540	0.25	0.55	0.25	3		0.3
28.1.91											
4.2.91	10	18	3.4	3	530	0.25	0.75	0.45	3.7	12.3	0.3
18.2.91	20	16	3	6	540	0.45	1.25	0.85	3.4		0.4
4.3.91	20	18	3.2	8	550	0.55	2.2	1.25	4.1	11.1	0.95
18.3.91	10	17	3.1	5	530	0.35	1.05	0.65	3.1		0.4
2.4.91	20	18	3.4	4	560	1.6	4.4	3.7	3.3		0.7
15.4.91	31	18	3.5	5	550	0.65	2.1	0.85	3		1.25
29.4.91	18	17	3.6	6	530	0.5	0.7	0.1	3.2		0.6
13.5.91	17	17.2	3.2	5	510	0.4	1.2	0.7	2.9	11.5	0.5
14.5.91											
10.6.91	10	15	3.2	4	530	0.45	0.95	0.25	3.2		0.7
11.6.91											
Middel:	17.33	17.34	3.31	4.63	522.50	0.54	1.24	0.74	3.11	10.94	0.50

Tabell P Kjemiske observasjoner i Begna ved Hoffsfoss i 1990 og 1991.

Dato:	Al	Farge	KOF	Tot-P	Tot-N	Turb.	Susp.ts	Susp.gr	TOC	O	Susp. gt
	ug Al/l	mgPt/l	mg O/l	ug P/l	ug N/l	FTU	mg/l	mg/l	mg O/l	mg O/l	mg/l
2.4.90											
2.5.90											
18.6.90	20	10	2.4	4	250	0.35	1.1	0.4	2.2	9.9	0.70
2.7.90	20	12	2.7	4	250	0.45	1.1	0.6	2.7		0.50
16.7.90	20	11	2.5	4	200	0.3	0.8	0.35	2.2		0.45
6.8.90	10	10	2.3	4	200	0.4	0.75	0.3	1.8		0.45
20.8.90	5	10	1.9	5	200	0.35	0.95	0.3	2		0.65
3.9.90	10		2.1	4	210	0.3	0.9	0.3	2.3		0.60
17.9.90	5	8	2.2	4	230	0.35	0.75	0.2	1.9		0.55
1.10.90	10	8	2	4	220	0.3	0.85	0.45	2.2		0.40
2.10.90											
15.10.90	10	12	2.1	3	260	0.25	0.5	0.25	2		0.25
29.10.90	10	10	2	3	250	0.3	0.4	0.05	1.6	10.2	0.35
5.11.90											
12.11.90	20	11	2.1	4	240	0.3	0.7	0.25	1.8		0.45
26.11.90	20	9	2.1	4	270	0.35	0.8	0.3	1.9		0.50
10.12.90	20	10	2.1	3	260	0.3	0.65	0.3	1.9		0.35
7.1.91	20	11	2.1	4	260	0.35	0.6	0.3	2.5		0.30
21.1.91	20	10	1.8	5	260	0.3	0.5	0.15	1.7		0.35
28.1.91											
4.2.91	20	10	1.9	4	260	0.4	0.8	0.35	2.1		0.45
18.2.91	30	10	2.5	5	330	1.2	1.95	1	2.1		0.95
4.3.91	20	10	1.8	5	270	0.3	3.8	0.15	1.7	10.9	3.65
18.3.91	5	9	1.7	1	260	0.3	0.35	0.1	2.2		0.25
2.4.91	30	14	2.7	4	300	0.9	1.25	0.95	2.5		0.30
15.4.91	51	14	2.9	5	290	0.65	1.05	0.7	2.4		0.35
29.4.91	31	10	2.5	4	310	0.5	1.15	0.7	1.9		0.45
13.5.91	24	10	2.3	3	260	0.4	0.8	0.5	1.9	12.1	0.30
14.5.91											
10.6.91	15	10	2.2	4	250	0.35	1	0.3	2		0.70
11.6.91											
Middel:	18.58	10.39	2.20	3.92	253.75	0.41	0.98	0.39	2.06	10.78	0.59

Tabell P Kjemiske observasjoner i Begna ved Hønefoss bru (utløp Hønefoss kraftstasjon) i 1990 og 1991.

Dato:	Al	Farge	KOF	Tot-P	Tot-N	Turb.	Susp.ts	Susp.gr	TOC	O	Susp. gt
	ug Al/l	mg Pt/l	mg O/l	ug P/l	ug N/l	FTU	mg/l	mg/l	mg O/l	mg O/l	mg/l
2.4.90											
2.5.90											
18.6.90	20	12	5.5	9	240	1.6	2.1	0.55	4.5	9.6	1.55
2.7.90	30	12	4.1	7	240	1.3	1.7	0.8	3.5		0.9
16.7.90	20	13	4.6	8	220	1.5	1.4	0.5	4.2		0.9
6.8.90	20	16	8.3	15	210	3.3	3.6	1	5.8		2.6
20.8.90	10	14	6.9	14	230	2.8	2.25	0.55	5.4		1.7
3.9.90	10	10	4.8	8	210	1.3	1.75	0.35	4.7		1.4
17.9.90	5	12	6.4	10	220	1.6	1.7	0.15	5.2		1.55
1.10.90	20	10	4.4	10	210	1.7	1.5	0.35	4.4		1.15
2.10.90											
15.10.90	20	15	8.8	15	290	3.7	4	0.25	6.5		3.75
29.10.90	20	14	5.6	11	270	2.4	1.95	0.5	4	9.9	1.45
5.11.90											
12.11.90	20	13	5.2	9	280	1.8	1.45	0.25	4.3		1.2
26.11.90	20	13	4.9	8	290	1.8	1.4	0.35	4		1.05
10.12.90	20	14	5.5	9	270	2	1.65	0.3	4		1.35
7.1.91	30	13	5.1	9	270	1.8	1.5	0.55	3.7		0.95
21.1.91	20	13	5.8	11	220	2	1.6	0.25	5		1.35
28.1.91											
4.2.91	20	13	5.6	9	280	2.3	0.65	0.15	4.9	11.3	0.5
18.2.91	40	12	6.3	11	300	2.6	1.65	0.35	4.9		1.3
4.3.91	20	13	5.5	11	280	2.1	1.45	0.25	4.4	10.6	1.2
18.3.91	50	12	6.4	14	300	3.8	4.15	2.2	5.5		1.95
2.4.91	30	15	4.6	7	320	2.5	2.75	1.65	4.2		1.1
15.4.91	52	16	4.6	7	300	1.8	2.85	2	3.7		0.85
29.4.91	26	13	5	9	270	1.6	1.35	0.6	3.9		0.75
13.5.91	24	12.4	4.2	8	210	1.5	1.5	0.5	3.7	11.8	1
14.5.91											
10.6.91	18	12	6.8	9	290	2.3	2.3	0.5	5.5		1.8
11.6.91											
Middel	23.54	13.02	5.62	9.92	259.17	2.13	2.01	0.62	4.58	10.64	1.39

Tabell P Kjemiske observasjoner i Storelva ved Busund i 1990 og 1991.

Dato:	Al	Farge	KOF	Tot-P	Tot-N	Turb.	Susp.ts	Susp.gr	TOC	O	Susp. gt
	ug Al/l	mg Pt/l	mg O/l	ug P/l	ug N/l	FTU	mg/l	mg/l	Mg O/l	mg O/l	mg/l
2.4.90											
2.5.90											
18.6.90	20	15	4.8	7	330	1.3	1.8	0.4	4.2	9.1	1.40
2.7.90	30	14	4.1	6	300	0.8	1.6	0.8	3.2		0.80
16.7.90	30	15	4.1	8	310	1.3	1.55	0.65	3.6		0.90
6.8.90	20	18	7.4	12	300	3	3.5	0.7	4.4		2.80
20.8.90	20	16	5.2	11	330	1.8	1.95	0.55	4.3		1.40
3.9.90	10	13	4.3	8	300	0.95	1.95	0.6	4.1		1.35
17.9.90	10	13	4.5	7	340	0.9	1.6	0.7	3.5		0.90
1.10.90	10	11	3.8	7	290	1.2	1.65	0.45	3.3		1.20
2.10.90											
15.10.90	20	16	4.9	8	350	1.3	1.1	0.35	3.9		0.75
29.10.90	10	16	4.1	5	390	1.4	1.4	0.3	3.4	10.3	1.10
5.11.90											
12.11.90	20	15	4.1	6	390	0.95	1.35	0.55	3.3		0.80
26.11.90	20	16	4.6	7	380	1.7	1.6	0.65	3.5		0.95
10.12.90	10	15	4.7	8	370	1.7	1.75	0.7	3.4		1.05
7.1.91	20	16	5	8	400	1.7	1.45	0.45	5.5		1.00
21.1.91	20	15	4.1	7	410	1	1.1	0.4	3.7		0.70
28.1.91											
4.2.91	20	17	4.5	6	410	1.7	1.85	0.2	3.7	12	1.65
18.2.91	30	15	5.1	9	450	2.5	2.05	1.05	4		1.00
4.3.91	10	15	3.9	8	430	1	1	0.3	3.4	11.5	0.70
18.3.91	20	16	3.8	7	430	1.2	1.1	0.35	3.7		0.75
2.4.91	60	16	3	11	470	3	2.45	1.9	2.9		0.55
15.4.91	49	16	4.6	7	410	1.7	2.1	1.35	3.5		0.75
29.4.91	26	15	4.6	9	370	1.2	1.5	0.65	3.6		0.85
13.5.91	21	14.4	4.4	8	280	1.4	1.8	0.5	3.2	11.6	1.30
14.5.91											
10.6.91	16	14	5.7	8	360	1.8	1.9	0.35	4.5		1.55
11.6.91											
Middel:	21.75	15.10	4.55	7.83	366.67	1.52	1.71	0.62	3.74	10.90	1.09

Tabell P Kjemiske observasjoner i Sokna ved bro RV35 i 1990 og 1991.

Dato:	Al	Farge	KOF	Tot-P	Tot-N	Turb.	Susp.ts	Susp.gr	TOC	O	Susp. gt
	ug Al/l	mg Pt/l	mg O/l	ug P/l	ug N/l	FTU	mg/l	mg/l	mg O/l	mg O/l	mg/l
2.4.90											
2.5.90											
18.6.90	50	21	3.9	7	210	0.8	1.7	0.8	3.2	8.7	0.9
2.7.90	140	33	5.7	9	280	2.5	2.7	1.9	4.9		0.8
16.7.90	140	37	6	7	240	0.7	1.15	0.4	4.7		0.75
6.8.90	50	26	4.6	7	210	1.3	1.8	1	3.7		0.8
20.8.90	100	27	4.7	14	330	1.4	2.8	1.4	3.8		1.4
3.9.90	90	26	4.9	8	220	0.75	1.25	0.45	4.5		0.8
17.9.90	90	28	4.9	5	210	0.6	0.85	0.4	3.8		0.45
1.10.90	190	44	6.9	7	240	0.55	0.7	0.15	6.2		0.55
2.10.90											
15.10.90	150	38	6.2	5	280	0.55	0.4	0.1	5		0.3
29.10.90	130	32	5.1	6	400	1.2	1.05	0.55	4.9	11.2	0.5
5.11.90											
12.11.90	180	44	7.3	7	440	0.6	0.75	0.25	6.3		0.5
26.11.90	190	46	7.4	5	440	0.75	1	0.35	5.9		0.65
10.12.90	160	39	6.5	7	420	1.1	1.2	0.7	5		0.5
7.1.91	220	39	6.5	7	470	1.1	1.35	0.85	6.4		0.5
21.1.91	200	38	6.2	6	460	0.6	0.7	0.35	5.3		0.35
28.1.91											
4.2.91	180	36	5.9	6	480	1.1	0.6	0.25	4.9	12.9	0.35
18.2.91	150	35	5.5	7	500	0.9	2.25	1.7	5.5		0.55
4.3.91	140	34	5.4	10	590	1.2	2.55	1.65	3.8	11.1	0.9
18.3.91	120	33	4.9	7	590	1	0.85	0.5	4.8		0.35
2.4.91	1400	54	8.7	71	700	42	51	47	6.6		4
15.4.91	140	52	9.8	14	490	3.7	10.7	8.9	6.8		1.8
29.4.91	200	40	6.6	9	400	1.4	1.8	1.15	5.1		0.65
13.5.91	190	42.4	6.5	5	220	1	1.6	0.9	5	10.7	0.7
14.5.91											
10.6.91	76	19	4.1	0.6	190	0.85	1.6	1.1	3.4		0.5
11.6.91											
Middel:	#####	35.98	6.01	9.86	375.42	2.82	3.85	3.03	4.98	10.92	0.81

Tabell P Kjemiske observasjoner fra Tyrifjordens utløp ved Vikersund i 1990/91.

Dato:	Al	Farge	KOF	Tot-P	Tot-N	Turb.	Susp.ts	Susp.gr	TOC	O
	ug Al/l	mg Pt/l	Mg O/l	ug P/l	ug N/l	FTU	mg/l	mg/l	mg O/l	mg O/l
2.4.90				4.00	420	0.45			2.9	
2.5.90				6.00	410	0.5			3.2	
18.6.90				5.00	420	0.55			3	
2.7.90				4.00	380	0.45			3	
16.7.90										
6.8.90				4.00	330	0.45			2.5	
20.8.90										
3.9.90				4.00	350	0.4			2.9	
17.9.90										
1.10.90										
2.10.90				5.00	350	0.35			2.4	
15.10.90										
29.10.90										
5.11.90				5.00	410	0.4			2.6	
12.11.90										
26.11.90										
10.12.90										
7.1.91										
21.1.91										
28.1.91				4.00	440	0.45			3.1	
4.2.91										
18.2.91				4.00	440	0.45			3.1	
4.3.91										
18.3.91										
2.4.91										
15.4.91				6.00	460	0.95			3	
29.4.91										
13.5.91										
14.5.91				4.00	430	0.45			2.6	
10.6.91										
11.6.91				7.00	400	0.7			2.7	
Middel:				4.77	403.08	0.50			2.85	

Tabell P Bakteriologiske analyseresultater fra elvestasjonene i Sokna, Begna, Randselva og Storelva 1990 og 1991. Termostabile koliforme bakterier 44 grader C. (antall pr 100 ml).

NB: Overgrodd er byttet ut med 400

Dato	Songa	Begna (Hofs foss)	Begna (Hønefoss bru)	Randselva (Hvals moen)	Storelva (Busund)
18. 6.90	28	1	25	8	118
2. 7.90	60	7	23	38	94
16.7.90	14	6	6	76	400
6.8.90	20	21	68	13	200
20.8.90	92	3	34	20	400
3.9.90	83	10	36	24	400
17.9.90	60	8	35	20	200
1.10.90	400	5	38	23	180
15.10.90	81	9	36	25	70
29.10.90	350	24	400	46	400
12.11.90	400	9	39	45	51
26.11.90	130	11	65	38	107
7.1.91	260	28	66	46	76
21.1.91	120	18	147	48	140
4.2.91	166	9	67	26	100
18.2.91	14	2	400	360	170
4.3.91	26	3	16	29	370
18.3.91	24	0	17	29	35
2.4.91	57	14	13	54	55
15.4.91	27	5	14	138	60
29.4.91	9	7	8	8	13
13.5.91	2	0	1	87	57
27.5.91	3	3	60	105	130
10.6.91	11	17	230	8	150
Middel	101.54	9.17	76.83	54.75	165.67



Tabell P Middelverdier av en del kjemiske vannkvalitetsparametre i Tyrifjordens tilløpselver i 1990 og 1991.

**Tilløpselver til Tyrifjorden 1990/91. Middelverdier.**

	Al	Farge	KOF	Tot-P	Tot-N	Turb.	STS	SGR	TOC
	ug/l	mgPt/l	mgO/l	mgP/l	ugN/l	FTU	mg/l	mg/l	mg/l
Begna (Hoffsfoss)	18.6	10.4	2.2	3.92	254	0.41	0.98	0.39	2.06
Begna (Hønefoss)	23.5	13.02	5.62	9.92	259	2.13	2.85	0.62	4.58
Randselva	17.3	17.3	3.31	4.63	523	0.54	1.24	0.74	3.11
Storelva (Busund)	21.8	15.1	4.55	7.83	367	1.52	1.71	0.62	3.74
Sokna (RV35)	194	36	6.01	9.9	375	2.82	3.85	3.03	4.98
Utløp Tyrifjord				4.77	403	0.5			2.85

Tabell P Midlere vannføring og årlig fosfortransport i Storelva ved de ulike undersøkelsesår.

År	Middelvannføring	Midlere P-kons	Årlig P-transport	
	m <sup>3</sup> /sek	ugP/l	tonn P/år	
1978		144	54	
1979		138	50	
1980		146	55	
1981		118	53	
1982		128	42	
1983		157	42	
1984		148	54	
1985		180	55	
1990/91		120	30	

---

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo  
ISBN 82-577-2098-4