



O-93024

Resipientundersøkelse
av Begna, Storelva og
Nordfjorden

ved
Norske Skogindustrier A/S
- Follum Fabrikker

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: 0-93024	Undernr.:
Løpenr.: 3051	Begr. distrib.: Fri

Hovedkontor Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Resipientundersøkelse av Begna, Storelva og Nordfjorden ved Norske Skogindustrier A/S, Follum Fabrikker	Dato: April	Trykket: NIVA 1994
	Faggruppe: Vassdrag	
Forfatter(e): Dag Berge Eli-Anne Lindstrøm Gøsta Kjellberg Torleif Bækken	Geografisk område: Buskerud	
	Antall sider: 45	Opplag: 60

Oppdragsgiver: Norske Skogindustrier A/S - Follum Fabrikker	Oppdragsg. ref.:
--	------------------

Ekstrakt:

Installeringen av kjemisk fellingsanlegg ved avløpet fra Follum Fabrikker har bidratt til markerte bedringer i resipientene. Tilskuddet av forurensninger som Begna fikk på strekningen forbi Follum er redusert med ca 80% for fosfor og 95% for partikulært organisk materiale. TOC er redusert med ca 20%. Renseanlegget har bidratt til at Tyrifjordens fosforbelastning er redusert med 10% noe som allerede etter 2 år ser ut til å ha gitt reduserte mengder. Mht. mengde og fosforkonsentrasjon tilfredsstiller Tyrifjorden nå målsettingen til Tyrifjordutvalget og Vannbruksplanutvalget, og den ligger innenfor beste vannkvalitetsklasse i SFT's klassifiseringssystem. Elvene er imidlertid fortsatt preget av belastning med lettnedbrytbart organisk materiale fra Follum. Begna ovenfor Follum og Randselva var lite forurenset i så måte. Det lettnedbrytbare materialet har først og fremst betydning for elvene, og er ikke noe problem for Tyrifjorden. Bunnfaunaen i Nordfjorden viser tegn på bedring, dvs. tegn på at sedimentasjonen av partikulært organisk materiale har avtatt. Det synes ikke å være noe nevneverdig bidrag av Klebsiella-bakterier fra Follum.

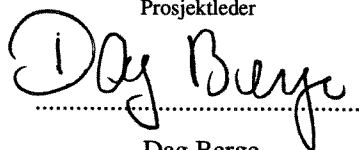
4 emneord, norske

1. Resipientundersøkelse
2. Treforedlingsavløp
3. Vannkjemi
4. Biologi

4 emneord, engelske

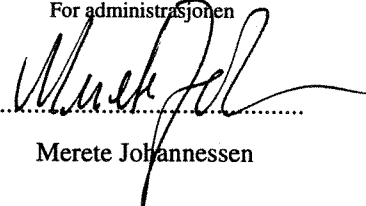
1. Recipient surveillance
2. Kraft mill effluent
3. Water chemistry
4. Biology

Prosjektleder



Dag Berge

For administrasjonen



Merete Johannessen

ISBN-82-577-2514-5

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Oslo

O - 93024

RESIPIENTUNDERSØKELSE

av

BEGNA, STORELVA OG NORDFJORDEN

ved

***NORSKE SKOGINDUSTRIER A/S,
FOLLUM FABRIKKER***

Brekke 29. april 1994

Saksbehandler: Dag Berge
Medarbeidere: Eli-Anne Lindstrøm
Gøsta Kjellberg
Torleif Bækken
Gøran Milbrink (*Univ. Uppsala*)
Ole. A. Sæther (*Univ. Bergen*)
Erling Børdalen (*Follum*)

Forord

Rapporten sammenfatter resultatene fra en resipientundersøkelse i Begna, Storelva, Nordfjorden/Tyrifjorden foretatt i 1993. Oppdragsgiver er Norske Skogindustrier A/S, Follum Fabrikker. Undersøkelsen er pålagt av Statens forurensningstilsyn. Av spesiell interesse var å se om forholdene i resipientene hadde bedret seg etter installeringen av renseanlegg for fjerning av fosfor og partikulært organisk materiale.

Den rutinemessige innsamlingen av kjemi- og bakterieprøver er foretatt av Erling Børdalen, Follum Fabrikker, etter forutgående instruksjon fra NIVA. De fleste av disse analysene er foretatt ved laboratoriet til Buskerud Vann- og Avløpssenter AS (BUVA) i Drammen. Analyser av aluminiumsfraksjoner, samt Klebsiella bakterier er foretatt ved NIVA's laboratorium i Oslo.

Undersøkelsene av bunndyr er foretatt av Torleif Bækken og Gøsta Kjellberg, NIVA. En del av bearbeidelsen av dyregruppen "fjærmygglarver" er foretatt av Professor Ole. A. Sæther, Univ. Bergen, mens deler av bestemmelsene av dyregruppen "fåbørstemark" er foretatt av professor Gøran Milbrink, Univ Uppsala.

Begroingsundersøkelsene fra elvene er gjennomført av Eli-Anne Lindstrøm, NIVA, med assistanse i felt fra Pål Brettum, NIVA.

Bearbeidelse av kjemi-, bakteriologi, samt klorofyll fra elevne og Tyrifjorden er foretatt av Dag Berge, NIVA, som også har vært prosjektleder og sammenstilt de enkelte deler i rapportens form.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært Inge. O. Nergård.

INNHALDSFORTEGNELSE

KONKLUSJON	4
INNLEDNING	5
KJEMISKE UNDERSØKELSER I ELVENE	6
Stasjoner og parametre	6
Kjemieresultater	6
Fosforkonsentrasjoner ved elvestasjonene	7
Fosforutslipp fra Follum Fabrikker	8
Konsentrasjoner av organisk materiale ved elvestasjonene	8
Utslipp av organisk materiale	11
Aluminiumskonsentrasjoner ved elvestasjonene	12
Aluminiumsutslipp fra Follum fabrikker	13
BAKTERIOLOGISKE UNDERSØKELSER I ELVENE	13
BUNNDYRSAMFUNN	15
Bunndyr fra sakteflytende elvestrekninger	18
BEGROINGSUNDERSØKELSER	22
Metode	22
Resultater	24
Konklusjoner fra begroingsundersøkelsen	26
UNDERSØKELSER I TYRIFJORDENS FRIE VANNMASSER	27
LITTERATUR	31
VEDLEGG - PRIMÆRDATA	34

KONKLUSJON

Undersøkelsene viser at fosforutslippene fra Follum Fabrikker etter installering av renselanlegg er sterkt reduserte i forhold til tidligere. Basert på målinger i elva ovenfor og nedenfor fabrikkområdet var tilskuddet elven fikk ca 3 tonn i 1993, mot ca 14 tonn P i 1990/91, tilsvarende en reduksjon på 78%. Tilskuddet av partikulært organisk materiale på strekningen forbi Follum ble redusert enda mer, fra 3020 tonn i 1990 til 168 tonn i 1993, noe som tilsvarer en reduksjon på ca 95%. Tilskuddet av total organisk karbon (TOC) ble redusert med vel 20%. Slik TOC er analysert i denne undersøkelsen representerer det hovedsaklig løst organisk materiale.

Det reduserte fosforutslippet gav utslag i redusert forforkonsentrasjon og algemengde i Tyrifjordens frie vannmasser. Midlere algemengde over sommerhalvåret var 1.8 ug Kl_a/l. Målsettingen til Tyrifjordutvalget og Vannbruksplanutvalget er å komme under 2 ug Kl_a/l, et mål man nå ser ut til å være i nærheten av selv om man tar i betraktning år-til-år variasjoner.

Det kjemiske fellingsanlegget resulterer i et betydelig restutslipp av aluminium. På strekningen forbi Follum fikk elven tilført i størrelsesorden 93 tonn Al per år i 1992/93, mot ca 8 tonn Al/år i 1990. Konsentrasjonsøkningen i elven forbi Follumområdet var 28 ug Al/l i 1993 mot 4 i 90/91. Konsentrasjonen av labilt aluminium, som representerer aluminiumfraksjoner som er skadelig for fisk, ser imidlertid ikke ut til å vise noen dramatisk økning, og vil ikke være noe problem for Begna ved de pH-verdier som råder (6.2-7.2).

Undersøkelse av bunndyr og begroing viser at Begna nedstrøms Follum og ved samløp med Randselva er forurenset av organisk materiale. Situasjonen bedrer seg noe nedover Storelva, som igjen blir dårligere nedstrøms utslipp fra Monserud renselanlegg. Begna ovenfor Follum samt Randselva hadde god vannkvalitet vurdert ut fra bunndyr og begroing, mens i Begna nedstrøms Follum og i Storelva, var vannkvaliteten dårlig basert på biologiske vannkvalitetskriterier. Elven var her preget av organisk utslipp, først og fremst av lettnekbrytbart organisk materiale. Det ble vist ved forrige undersøkelse (Vannbruksplanen) at forekomsten av lettnekbrytbart materiale ikke er av et slikt omfang at det har nevneverdig innvirkning på elvevannets oksygeninnhold, som var høyt på alle stasjoner. Problemet er at spesialtilpassede nedbryterorganismer tar overhånd i det bunnlevende organismsamfunn, ved at de utnytter det lettnekbrytbare materiale som næring. Det oppstår således økologisk ubalanse i dette samfunn, samt estetiske problemer ved lavvann.

Det lettnekbrytbare organiske materialet er ikke noe problem for Tyrifjorden. Her er det først og fremst sedimenterbart partikulært organisk materiale som volder problemer for bunnfaunaen i Nordfjorden. Resultatene fra bunndyrundersøkelsene tyder på at det er skjedd en viss bedring trolig som følge av installeringen av renselanlegget. Bedringen vil her ta lang tid da det er store mengder organisk materiale lagret i Nordfjordens sediment.

INNLEDNING

Follum fabrikker har fått pålegg fra Statens forurensningstilsyn om å gjøre en resipientundersøkelse i Begna, Storelva og Nordfjorden/Tyri-fjorden for å vurdere i hvilken grad utslippene fra fabrikkaneleggene påvirker resipientene i negativ retning og hvorvidt utslippene er større enn de kan tåle. Av spesiell interesse er det å se på i hvilken grad forholdene er blitt bedret etter at Follum installerte kjemisk felling for fjerning av fosfor og partikulært materiale i 1991.

Utslippsforholdene i Hønefossområdet er litt kompliserte idet det er to elver, Begna og Randselva, som løper sammen midt i sentrum av Hønefoss. Herfra og nedover til Tyri-fjorden heter elva Storelva. Follum har sine avløp til Begna rett ovenfor samløpet mellom de to elver, nærmere bestemt til en stor naturlig kulp som heter Molvald. Denne går over i et stilleflytende elveparti demmet opp av dammen til Hønefossen Kraftstasjon noen hundre meter lenger nede. Der Begna kommer ut av kraftstasjonen igjen, er det bare en kort elvestrekning ned til samløpet med Randselva, anslagsvis 100 m. Nedenfor samløpet påvirkes også elva fra de andre aktivitetene i Hønefoss.

Sommeren 1991 tok Follum fabrikker i bruk et nytt renseanlegg som renser fosfor med 80-90% effektivitet. Tilsvarende renseeffektivitet har det også for partikulært organisk materiale.

Man har et godt vurderingsgrunnlag i undersøkelsene som er utført i 1990 og 1991 i forbindelse med Vannbruksplan for Tyri-fjorden hvor blant annet transportberegninger av fosfor og organisk stoff i de ulike elveavsnitt er utført fram til det nye renseanlegget ble tatt i bruk.

Programforslaget er utarbeidet etter kravspesifikasjon fra SFT (mottatt fra Follum 26/10), samt diskusjoner med Follum på møte den 22/10-92.

SFT angir følgende ramme for resipientundersøkelsen:

<u>Vannkjem:</u>	4 elvestasjoner (Vannbruksplan) Vannkjemien på stasjon Busund Bro bør igangsettes nå og tas samtidig med Hoffsfoss og Hønefoss. Stasjonen i Randselva (Hvals-moen) kan startes opp til våren og avsluttes når vannkjem i på de tre andre stasjonene stoppes (september/oktober 1993). Parametervalg som avtalt. Innsjøstasjon (Tyri-fjorden, hovedst. fra Tyri-fj.undersøkelsen)
<u>Biologi - Bunndyr</u>	5-6 stasjoner strømfau-na. 5-6 stasjoner "infauna" (i elvene). 2-3 stasjoner i Nordfjorden (1980-stasjonene)
<u>Biologi - begroing</u>	5-6 stasjoner (inkludert Tyri-fjorden Ty-3)
<u>Mikrobiologi</u>	4 elvestasjoner (som vannkjemien). Stasjonene ved Hønefossen og Busund Bro korrigeres for "klebsiella-bakterier".
<u>Rapportering</u>	Statusrapport skal foreligge 31/12-93. Denne vil danne grunnlag for om supplerende biologiske undersøkelser må gjennomføres.

KJEMISKE UNDERSØKELSER I ELVENE

Stasjoner og parametre

Det er tatt prøver i hht. SFT's kravspesifikasjon ved følgende stasjoner:

Begna ved Hofsfoss
 Begna ved utløp Hønefoss kraftstasjon
 Randselva ved Hvalsmoen
 Storelva ved Busund

Det er analysert på følgende parametre:

Tot-P	Tot-Al
Tot-N	Reaktivt Al
TOC	Illabilt Al
KOF (permanganat)	pH
Farge	Kond
STS	Turb
SGR	

Prøvene er tatt hver måned av prøvetaker fra Follum Fabrikker. Prøvene er i hovedsak analysert ved vannanalyselaboratoriet hos Fylkesmannens Miljøvern avdeling i Drammen.

Kjemieresultater

Vannkvaliteten i Begna er studert ved stasjon ovenfor og nedenfor Follumområdet, hhv. ved Hofsfoss og ved utløp Hønefoss kraftstasjon. På den mellomliggende elvestrekning har utslipp fra Follum fabrikker vært den dominerende forurensningstilførsel. Randselva er studert ved bru ved Hvalsmoen. Foruten en viss bakterieforurensning har denne elva her vært lite forurenset. Vannkvaliteten i Storelva er studert ved Busund bru.

En vanskelighet ved å vurdere undersøkelsens resultater i forhold til tidligere års resultater, er at prøveinnsamlingen ikke har gått over samme tidsperiode ved alle elvestasjonene. Begna ved Hofsfoss og ved utløp Hønefoss kr. stasjon er prøvetatt månedlig fra mai 1992 til og med oktober 1993. Randselva er prøvetatt fra april 1993 til og med oktober 1993, mens Busund er prøvetatt fra november 92 til og med oktober 1993. Halvårsperioden fra april 93 til oktober 93 har man resultater fra alle elvestasjonene. Da disse elvene møtes midt i Hønefoss, beregnes tilskudd fra de ulike sektorer delevis ved summer og differanser ved de ulike elvestasjonene. Vi har multiplisert transportverdiene fra denne felles halvårsperioden med 2 slik at transportverdiene gis som tonn pr. år. Dette er en nokså grov beregningsmetode, men det har vært nødvendig å gjøre det slik for å kunne beregne forurensningstilskuddet til elvene fra ulike avsnitt og å sammenlikne dette med tidligere data. Forurensningstilskuddet fra Follumområdet nå, etter installasjon av renseanlegget, skulle således kunne sammenliknes rimelig bra med tidligere data.

Fosforkonsentrasjoner ved elvestasjonene

Konsentrasjoner av total fosfor fra de 4 elvestasjonene er fremstilt i fig1. Den markerte konsentrasjonsøkningen man tidligere har funnet på strekningen forbi Follum, er nærmest forsvunnet. Konsentrasjonen ved Busund er også lavere enn tidligere, noe som indikerer at utslippene fra Follum tidligere også har hatt betydning her. I nedenstående tabell 1 klassifiseres vannkvaliteten etter SFT's kriterier (Holtan og Rosland 1992).

Tabell 1 Vannkvaliteten i elvene klassifisert etter midlere konsentrasjon av fosfor, SFT's kriterier (Holtan og Rosland 1992) .

Stasjon	Tot-P (middel)	Vannkvalitetsklasse	Vannkval. beskriv.
Begna ved Hofsfoss	6.83	1	god
Begna utl. Hønefoss kr.st.	9.94	2	mindre god
Randselva ved Hvalsmoen	6.79	1	god
Storelva ved Busund	9.08	2	mindre god

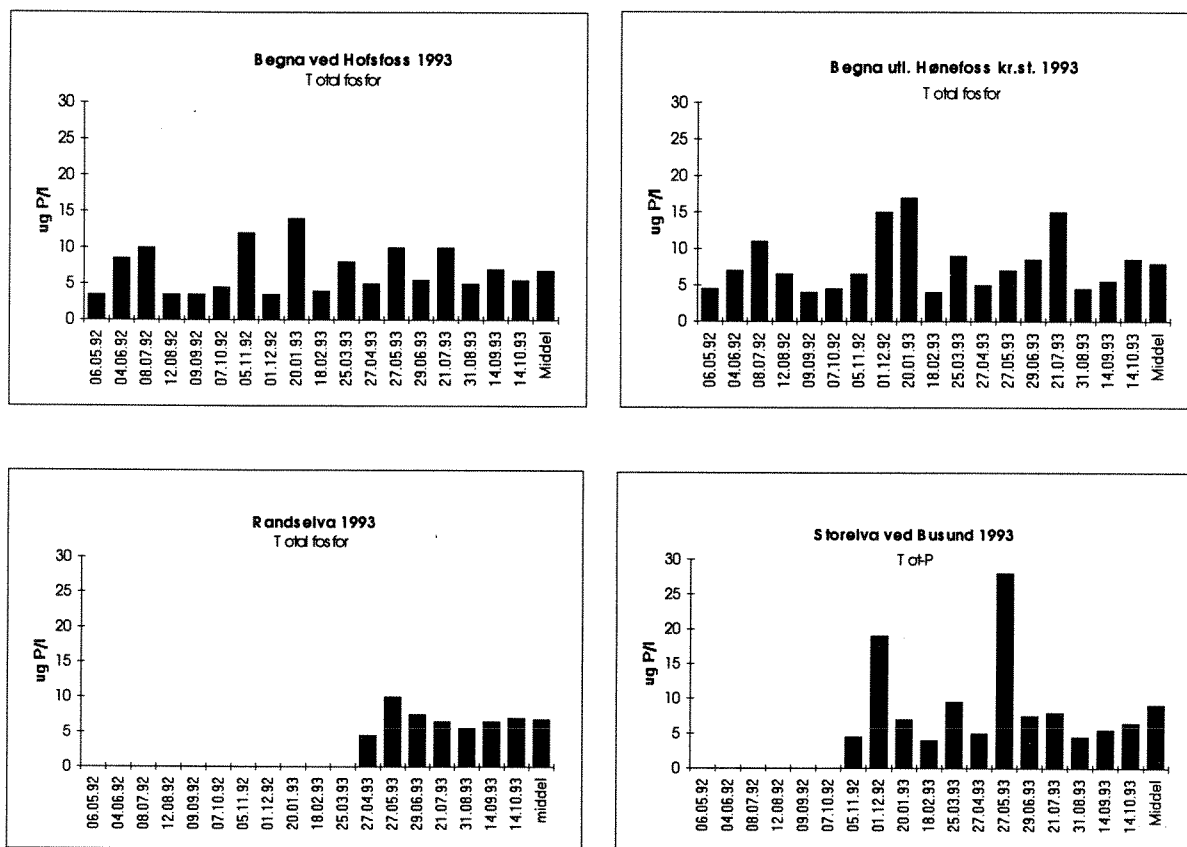


Fig 1. Konsentrasjon av total fosfor ved de ulike elvestasjonene 1992/93

Fosforutslipp fra Follum Fabrikker

Det generelle bildet er at forfortilskuddet fra Follum Fabrikker er kraftig redusert i forhold til tidligere. Fra å ha blitt beregnet ved målinger i elvene ovenfor og nedenfor fabrikken til ca 14 tonn pr. år i 1990/91, ser de nå ut til å være redusert til i størrelsesorden ca 3 tonn, basert på samme beregningsmåte. Dette tilsvarer en reduksjon på ca 80%, se fig 2.

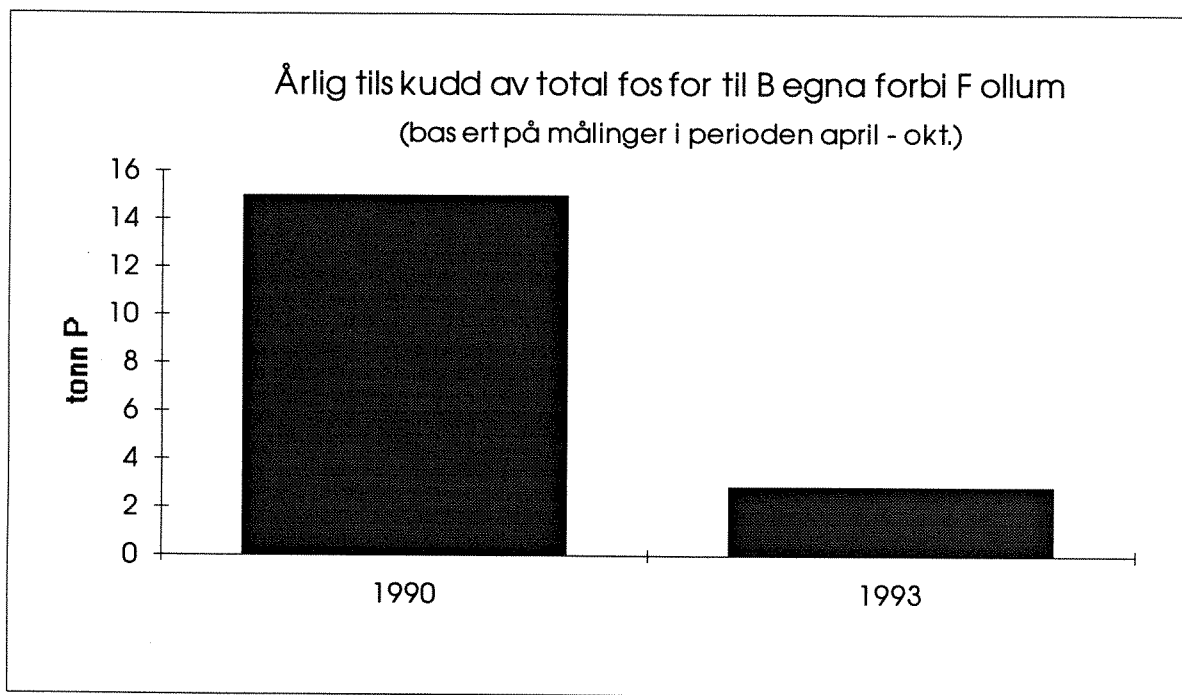


Fig. 2. Årlig tilskudd av total fosfor til Begna forbi Follum før og etter installering av renseanlegg, hhv. 1990 og 1993.

Konsentrasjoner av organisk materiale ved elvestasjonene

Utslipp av organisk materiale er normalt det største problemet i forbindelse med treforedlingsindustri, og sedimentene i Nordfjorden i Tyrifjorden bærer tydelig preg av at det opp gjennom tidene har vært store utslipp av organisk materiale fra treforedlingsindustri. I den senere tid er utslippene blitt betydelig redusert både som følge av prosessendringer, men også som følge av rensetiltak. I 1977 ble det installert et sedimentasjonsanlegg for fibergjenvinning. Dette tok det meste av de store fibrene og visuelt sett gav dette elven en betydelig bedring. Vi har ikke data fra elven som kan brukes til å kvantifisere denne effekten. Undersøkelsene i forbindelse med Vannbruksplanen (Berge 1992) viste at selv om utslippene av organisk materiale var betydelige, resulterte de ikke i nevneverdig oksygenreduksjoner i elvevannet. Hvordan de påvirket biologiske forhold i elvene ble ikke undersøkt den gang.

I 1991 ble det installert et kjemisk fellingsanlegg som var primært rettet mot å fjerne fosfor, men som også har god effekt på fjerning av partikulært organisk materiale. Effekten på løst organisk materiale er dårligere.

Fig.3 og 4 gir konsentrasjoner av hhv. total organisk karbon (TOC) og partikulært organisk materiale ved de ulike elvestasjonene i 1992/93. TOC slik det er analysert her tar først og fremst løst organisk materiale. Det skjer en markert økning av TOC forbi Follum, men konsentrasjonene er likevel moderate.

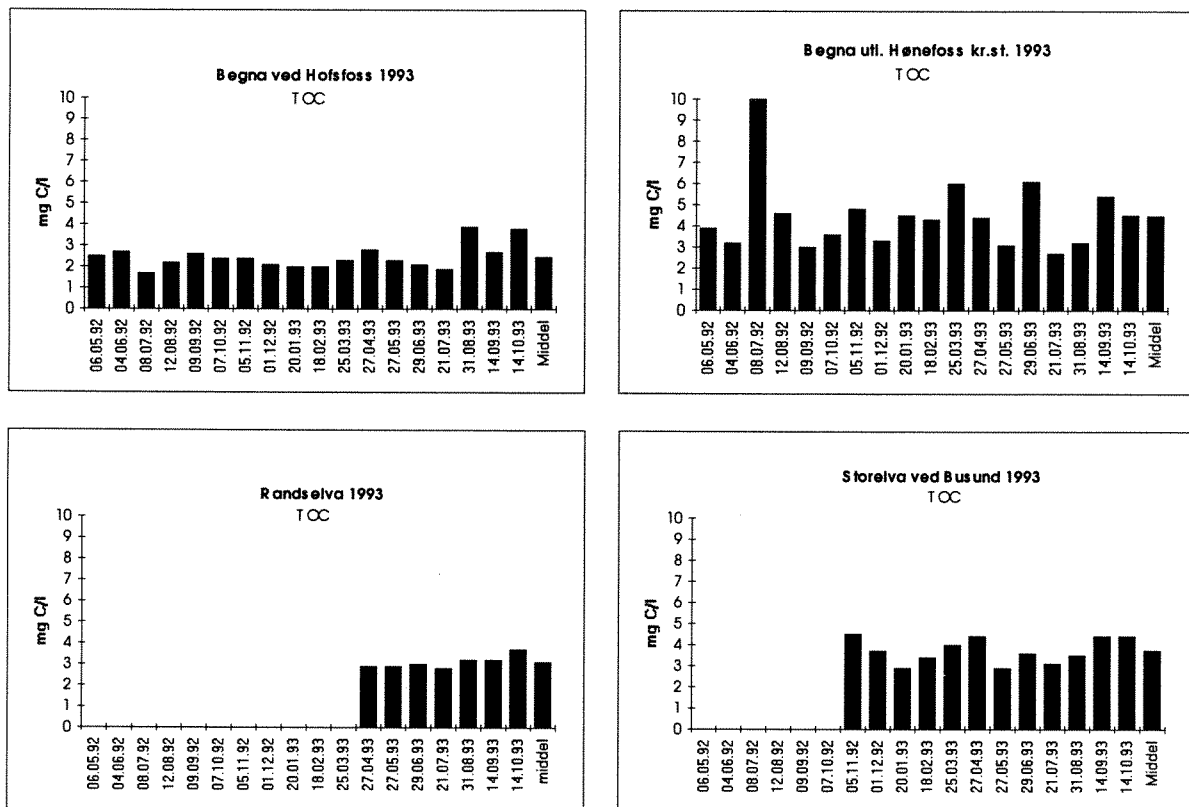


Fig.3. Konsentrasjon av total organisk karbon (TOC) ved de ulike elvestasjoner.

Med hensyn til partikulært organisk materiale er konsentrasjonsøkningen forbi Follum nå nærmest ubetydelig, fra 0.58 til 0.63 mg/l.

I SFT's vannkvalitetskriterier er det laget klassifisering etter innhold av partikler, det skilles ikke mellom uorganisk og organisk. I tabell 2 er således elvevannets totale innhold av partikler sammenliknet med SFT's vannkvalitetskriterier, mens i tabell 3 er elvevannets innhold av TOC sammenliknet med vannkvalitetskriteriene. Det fremgår at elvene kommer rimelig godt ut med hensyn til innhold av partikulært materiale, mens Begna nedstrøms Follum og Storelva ved Busund kommer dårligere ut mht. innhold av totalt organisk karbon (TOC).

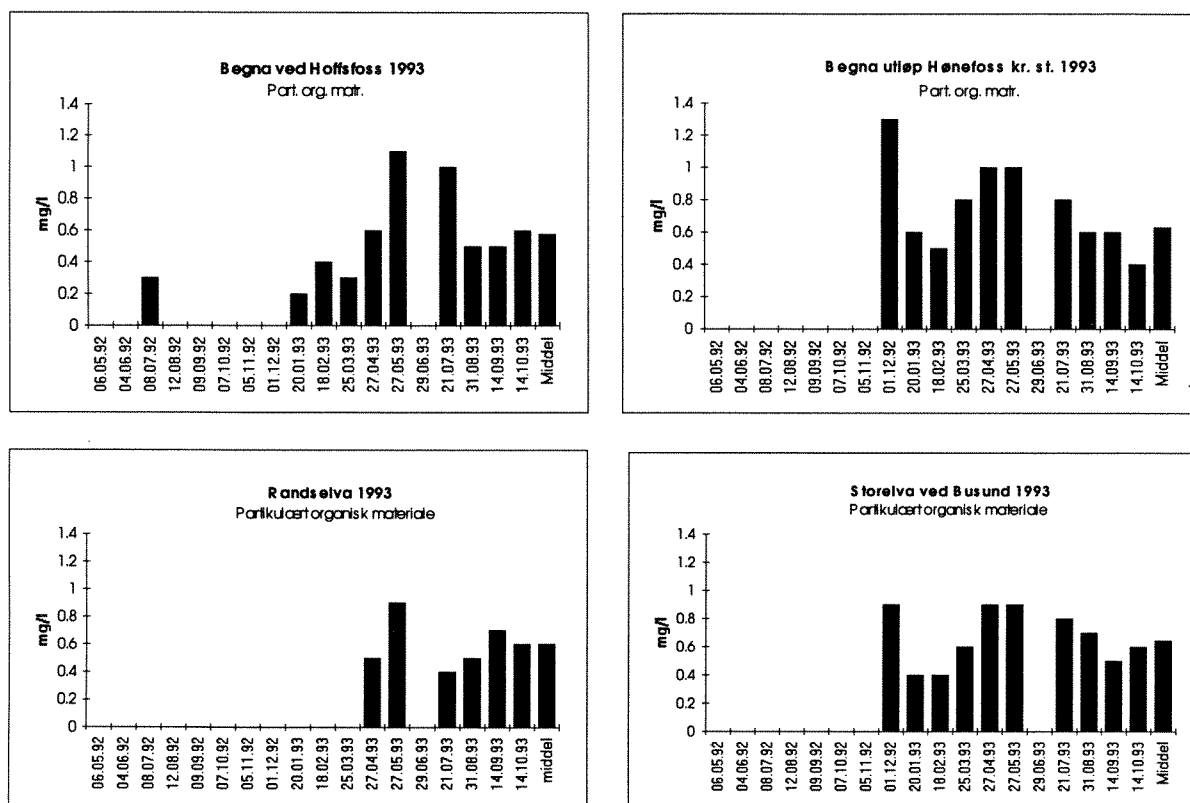


Fig.4. Konsentrasjoner av partikulært organisk materiale ved de ulike elvestasjoner.

Tabell 2 Vannkvaliteten i elvene klassifisert etter midlere konsentrasjon av partikulært materiale, SFT's kriterier (Holtan og Rosland 1992).

Stasjon	STS (middel)	Vannkvalitetsklasse	Vannkval. beskriv.
Begna ved Hofsfoss	1.2	1	god
Begna utl. Hønefoss kr.st.	1.58	2	mindre god
Randselva ved Hvalsmoen	1.58	2	mindre god
Storelva ved Busund	1.74	2	mindre god

Tabell 3 Vannkvaliteten i elvene klassifisert etter midlere konsentrasjon av TOC, SFT's kriterier (Holtan og Rosland 1992).

Stasjon	TOC (middel)	Vannkvalitetsklasse	Vannkval. beskriv.
Begna ved Hofsfoss	2.47	1	god
Begna utl. Hønefoss kr.st.	4.48	3	nokså dårlig
Randselva ved Hvalsmoen	3.10	2	mindre god
Storelva ved Busund	3.73	3	nokså dårlig

Utslipp av organisk materiale

Kontrollanalyser ved renseanlegget på Follum viser en renseseffektivitet på 70-90% mht. fjerning av fosfor og partikulært organisk materiale, mens det har liten effekt på rensing av løst organisk materiale. For fosfor stemte dette noenlunde med det man fant i elva sammenliknet med tidligere resultater. På samme måte som for fosfor har det vært en dramatisk nedgang i utslippet av partikulært organisk materiale, hvor utslippene ble beregnet til 3000 tonn i 1990 og bare 170 tonn i 1993, begge verdier basert på økningen man fant i elva på strekningen forbi Follum. Dette tilsvarer en reduksjon på 95%, fig.5.

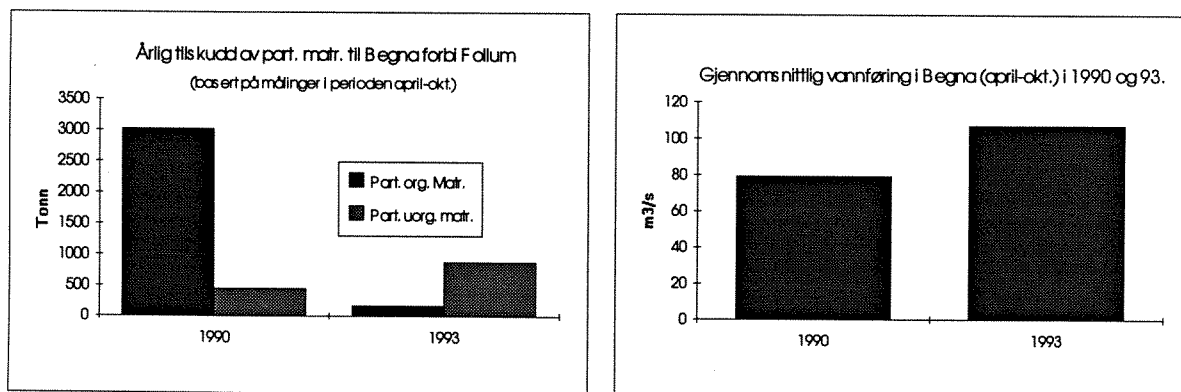


Fig.5. Venstre panel: Årlig tilskudd av partikulært materiale til Begna forbi Follum før og etter installering av renseanlegg, hhv. 1990 og 1993. Høyre panel: midlere vannføring i måleperioden.

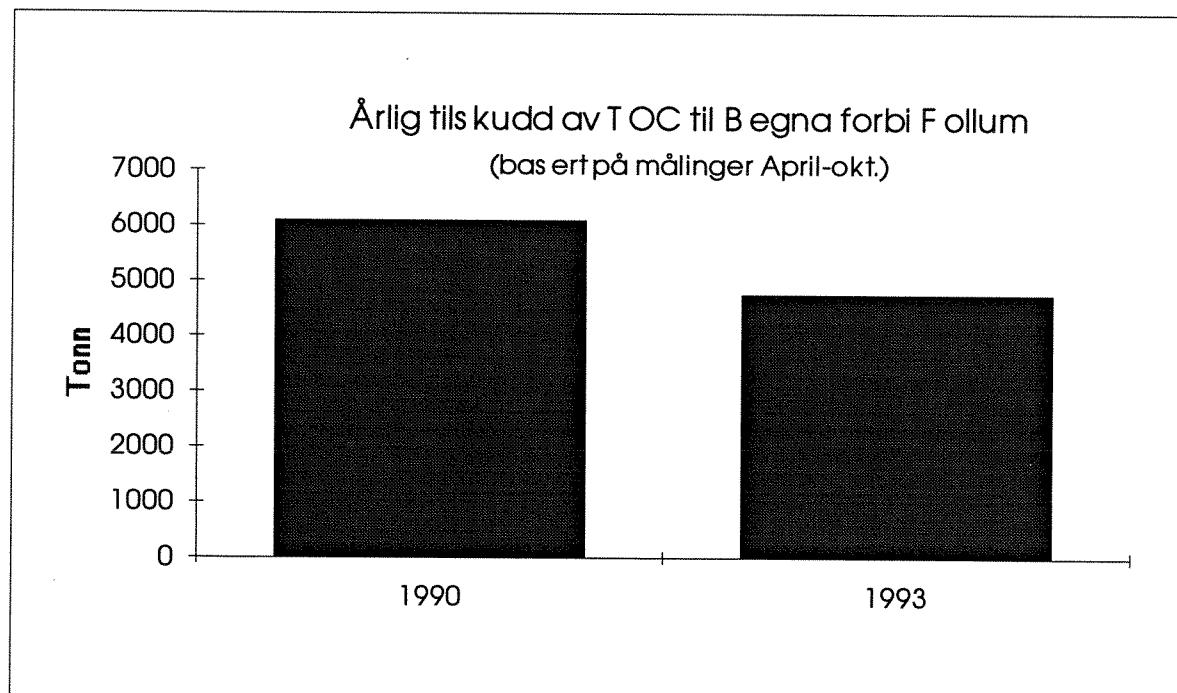


Fig.6. Årlig tilskudd av TOC til Begna forbi Follum før og etter installering av renseanlegg, hhv. 1990 og 1993.

Vannføringen var noe større i måleperioden i 1993 enn i 1990, se fig.5, noe som skulle tilsi en noe større naturlig partikkeltransport i form av erosjonsprodukter. Dette gir seg først og fremst utslag i en noe større transport av uorganiske partikler, noe som også fremgår av figuren.

En så stor reduksjonen i tilførlen av organiske partikler vil resultere i redusert sedimentasjon av organiske partikler i Nordfjorden, og man må forvente på sikt bedre oksygenforhold i sedimentets overflate. Dette gir bedring i forholdene for bunnfaunaen, samt mindre omfang av metandannelse. Rent teoretisk skulle dette også ha positiv betydning mht. kvikksølvforurensning av fisk ved at forholdene for metylering av kvikksølv blir mindre gunstige.

Basert på foreløpige vurderinger av elvekonsentrasjoner ser ikke installeringen av renseanlegget ved Follum ut til å ha virket like effektivt på utslippet av TOC som ligger på 6000 tonn i 1990 og i underkant av 5000 tonn i 1993. En viss reduksjon tyder imidlertid tallene på. TOC analysen slik det er utført her gir først og fremst et mål på løst organisk materiale, fig.6.

Aluminiumskonsentrasjoner ved elvestasjonene

Til felling av fosforet benyttes hovedsaklig aluminiumsulfat. Det skjer i perioder et betydelig restutslipp av aluminium til elva, noe som som tydelig ses på konsentrasjonen i elvevannet, se fig.7.

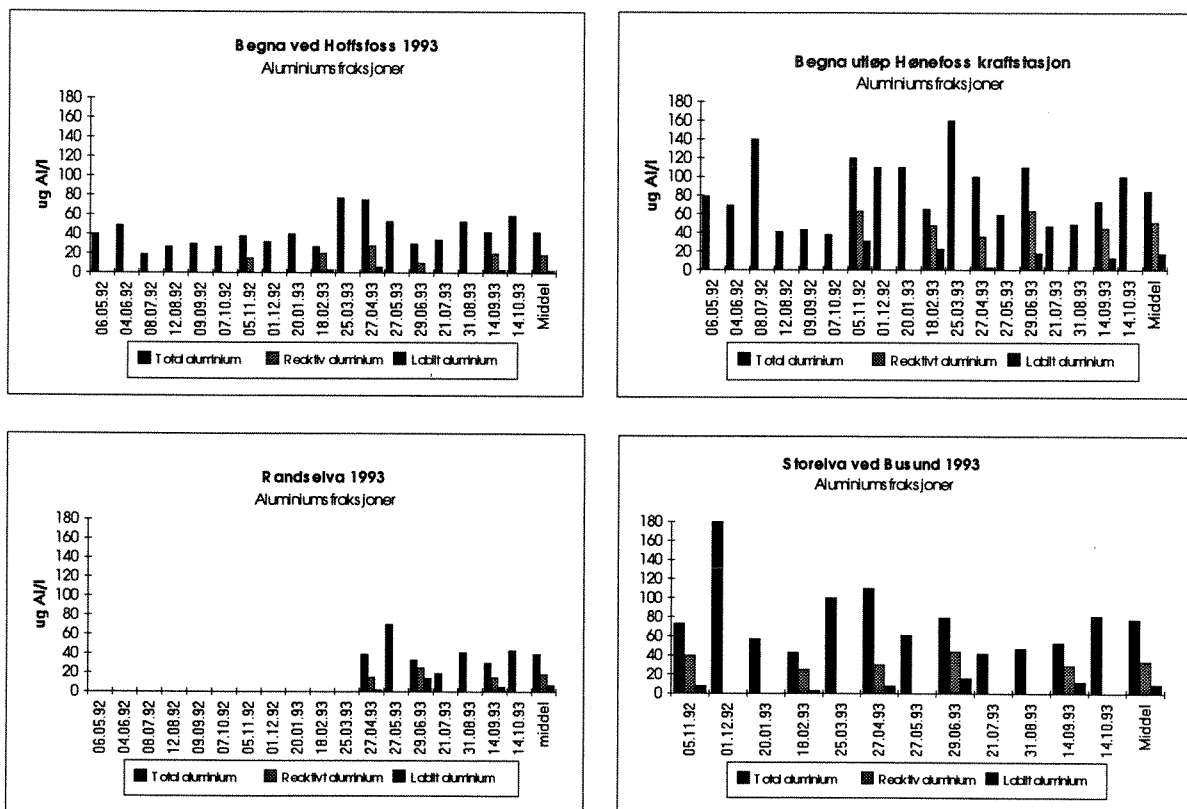


Fig.7. Konsentrasjoner av aluminiumsfraksjoner ved elvestasjonene.

Midlere konsentrasjon av total aluminium økte med ca 28 ug Al/l i 1993 på strekningen forbi fabrikkområdet, mens tilsvarende konsentrasjonsøkning var ca 4 ug Al/l i 1990/91.

Konsentrasjonen av labilt aluminium, som representerer aluminiumfraksjoner som er skadelig for fisk, ser imidlertid ikke ut til å vise noen stor økning, og vil ikke å være noe problem for Begna ved de pH-verdier som råder (6.2-7.2).

Aluminiumsutslipp fra Follum fabrikker

Til felling av fosforet benyttes hovedsaklig aluminiumsulfat. Det skjer i perioder et betydelig restutslipp av aluminium til elva. Beregnet på bakgrunn av endringer i elvekonsentrasjoner forbi fabrikkområdet, ser utslippet ut til å ha øket fra ca 10 tonn per år til ca 90 tonn Al per år, se fig.8.

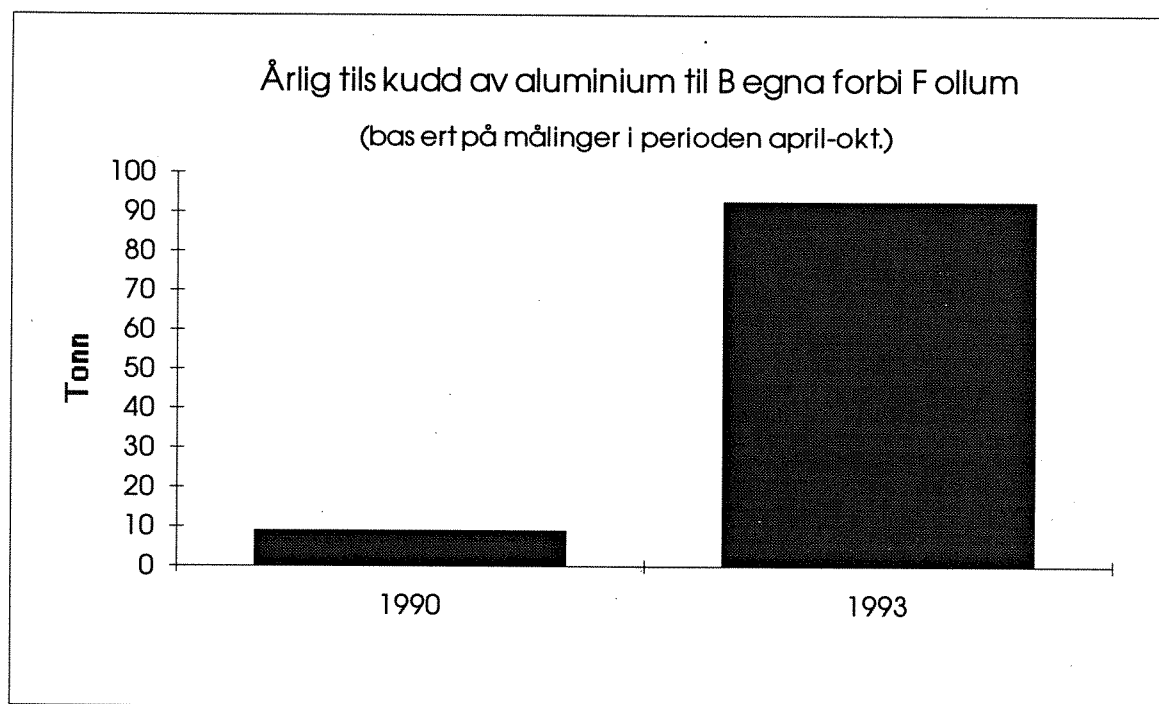


Fig.8. Årlig tilskudd av total aluminium til Begna forbi Follum før og etter installering av rensanlegg, hhv. 1990 og 1993.

BAKTERIOLOGISKE UNDERSØKELSER I ELVENE

Fig.9 viser innhold av termotabile koliforme bakterier (TKB), samt klebsielle bakterier ved elvestasjonene i 1993. Den førstnevnte av disse stammer fra kloakkforurensning. Klebsiellebakterier kan også henstamme fra utslipp fra treforedling, men kommer også fra kloakk.

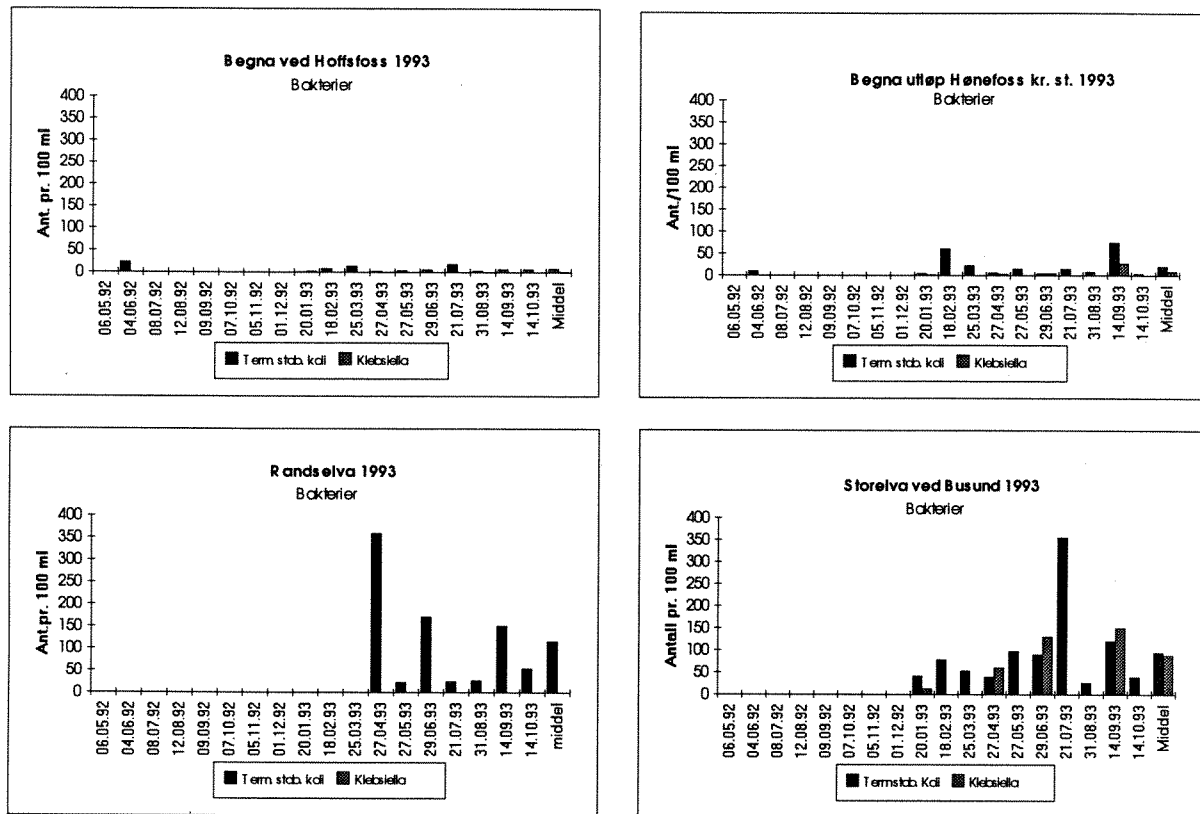


Fig.9 Konsentrasjoner av bakterier ved de ulike elvestasjoner 1992/93.

Midlere konsentrasjon av TKB ved Hofsfoss var svært lik den man fant i 1990/91, hhv. 9 og 8 bakt/100 ml vannprøve. Nedstrøms Follum, ved utløp Hønefoss kr. st. var TKB-konsentrasjonen mye lavere i 1992/93 enn i 1990/91, hhv. 20 og 77 bakt/100 ml. Hvorvidt dette har noe med innstalleringen av renseanlegget å gjøre er uklart. Også ved Busund var de bakteriologiske forholdene bedre i 1993 enn i 1990, mens i Randselva var de noe dårligere. Da det er nokså små bakterietall det er snakk om, vil kun små feil/overløp på kommunalt nett kunne være årsak til de observerte år-til-år forskjeller.

Klebsiella-bakterier ble observert kun på stasjonen nedstrøms Follum og i Storelva. Tilskuddet fra Follum var lite, mens fra Hønefossområdet ellers var Klebsiella-tilskuddet omtrent like stort som termostabile koliforme bakterier. I Begna ved Hofsfoss og i Randselva ble Klebsiella ikke observert.

Tabell 5 Vannkvaliteten i elvene klassifisert etter midlere konsentrasjon av termostabile koliforme bakterier (TKB).

Stasjon	TKB (middel)	Vannkvalitetsklasse	Vannkval. beskriv.
Begna ved Hofsfoss	8	2	mindre god
Begna utl. Hønefoss kr.st.	20	2	mindre god
Randselva ved Hvalsmoen	115	3	nokså dårlig
Storelva ved Busund	94	3	nokså dårlig

BUNNDYRSAMFUNN

I forbindelse med en undersøkelse av utslipp fra Follum fabrikker til Begna, ble effektene på bunndyrsamfunn nedstrøms fabrikken undersøkt.

Bunndyr er en svært heterogen gruppe organismer. Det finnes ekstreme rentvannsarter og arter som er svært tolerante overfor forskjellige typer forurensninger. Basert på kunnskap om forurensningstoleransen til ulike bunndyrarter, er det utviklet mange systeme samt forurensnings- og diversitetsindekser for å vurdere forurensninger i vassdrag ved hjelp av bunndyrsamfunn. De fleste system og indekser er beregnet til bruk først og fremst ved organiske forurensninger. Det legges her spesielt vekt på arter/grupper som er dominante og subdominante innslag i faunaen, samt tilstedeværelse og fravær av gode indikatorarter/-grupper.

Bunndyr fra rasktflytende elvestrekninger.

Det ble samlet inn bunndyr på 6 stasjoner med steinbunn og forholdsvis raskt rennende vann (figur.10.):

- o. Follum: referansestasjon oppstrøms Follum fabrikker.
- Randselva: referansestasjon i Randselva like før samløp med Storelva.
- Follum: umiddelbart nedenfor utløp fra Follum fabrikker.
- Hønef. bru: under Hønefoss bru før samløp med Randselva.
- n. Hønefoss: nedenfor Hønefoss sentrum.
- n. Monserud: nedenfor Monserud renseanlegg.

Bunndyrene ble samlet inn med den såkalte sparkemetoden (Norsk Standard 4818): Bunnsubstratet rotes rundt med den ene foten, det oppvirkede materialet føres av strømmen og opp i en håv plassert på bunnen. Det hele foregår etter en bestemt prosedyre i 3 * 1 minutt. Håven har maskevidde 250 µm.

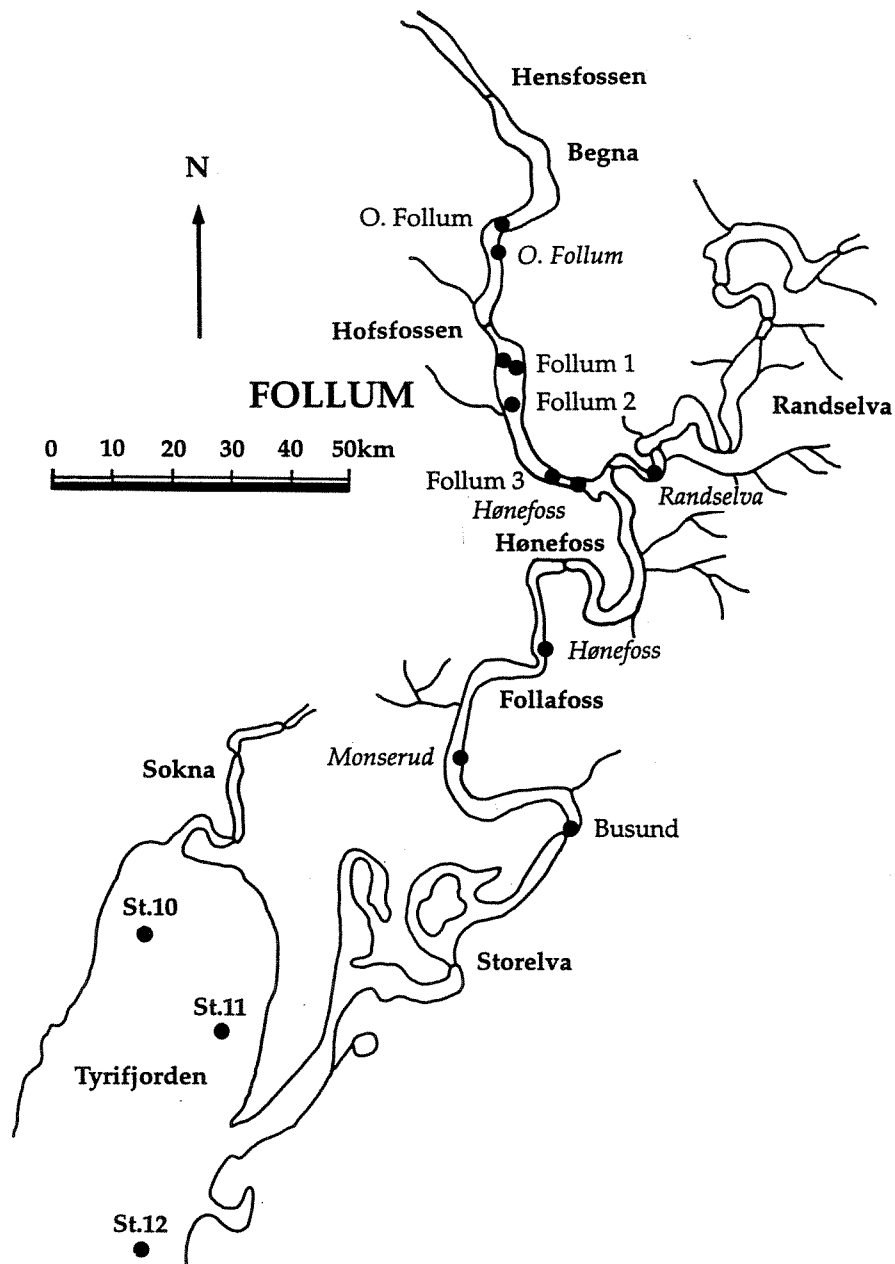


Fig.10 Stasjoner for innsamling av biologisk materiale i elvene og i Nordfjorden.

En mye brukt indeks beregnet på bunndyr i rennende vann er den såkalte BMWP-indeksen (Biological Monitoring Working Party) eller ASPT som er et gjennomsnitt av BMWP (=sumBMWP/antall grupper i vurderingen). Indeksen baserer seg på ulike bunndyrgruppers forurensningstoleranse. Dyrene gis en tallverdi fra 1 til 10, der 1 angir høy toleranse og 10 lav toleranse overfor forurensninger.

Ved bruk av denne indeksen på det foreliggende materialet kommer det klart frem at bunndyrsamfunnet ved Follum og nedstrøms Hønefossen er kraftig påvirket av organisk materiale, se fig.11. Situasjonen bedres etter samtløp med Randselva, men det er en tydelig forverring nedstrøms Monserud rensanlegg.

Kun Randselva og Begna oppstrøms Follum har tilfredsstillende vannkvalitet vurdert etter bunndyrkriterier for strømmende vann.

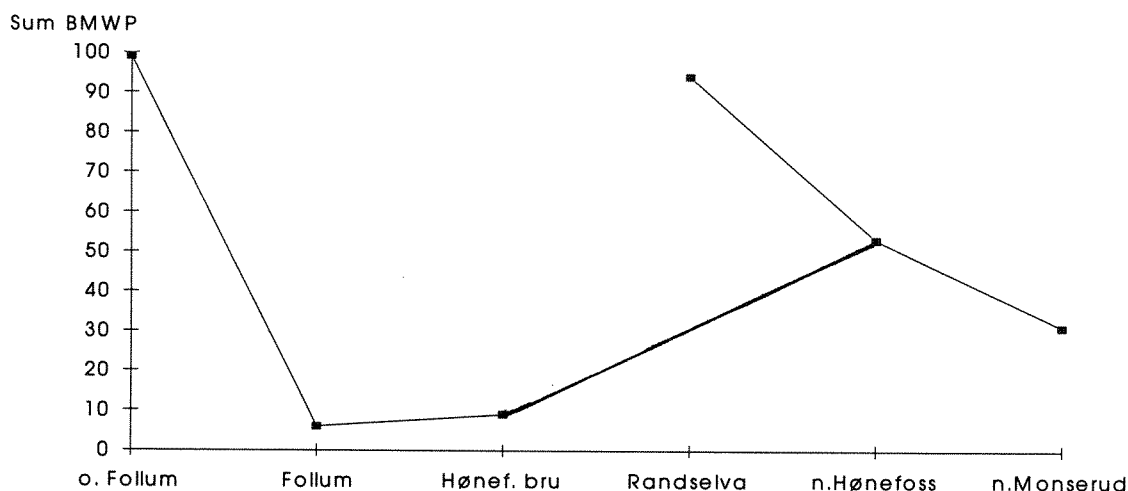


Fig.11 Indeksverdier for BMWP-indeksen brukt oppstrøms og nedstrøms Follum fabrikker og i nederste del av Randselva. Høye verdier viser rentvannsfauna. Beregningene er basert på bunndyrprøver fra 11. og 17. november 1993.

Referansestasjon

Faunaen på referansestasjonen oppstrøms Follum fabrikker var en typisk rentvannsfauna, med mange dyregrupper og et variert innslag av døgnfluer, steinfluer og vårfluer (EPT). Til sammen 13 arter fra disse gruppene ble registrert. Ferskvannsasellen ble også funnet på denne stasjonen. Den er kjent for å forekomme i stort antall på lokaliteter som er betydelig forurenset av organisk materiale, men finnes også ellers i mindre antall (tabell 1, 2 og 3).

Follum fabrikker/Hønefossen

Umiddelbart nedenfor Follum fabrikker var sammensetningen av faunaen radikalt forandret. De fleste gruppene funnet på referansestasjonen var fraværende. Hverken døgnfluer, steinfluer eller vårfluer ble funnet. Grupper som favoriseres ved økt tilgang på organisk materiale, som fåbørstemark, ferskvannsasellen og enkelte fjærmyggarter, var de eneste gjenværende bunndyrgruppene. Den samme tilstanden i bunndyrsamfunnet ble også observert nedstrøms Hønefossen, under brua i Hønefoss sentrum.

Randselva

Bunndyrstasjonen i den nederste delen av Randselva hadde noe forskjellig sammensatt bunndyrsamfunn enn det som ble observert på referansestasjonen i Begna. Dette skyldes forskjellige strømningsforhold på de to stasjonene. Samfunnet var imidlertid variert sammensatt og bar ikke preg av forurensninger. Antall registrerte døgn-,stein- og vårfluer (EPT) var her 12.

Storelva nedstrøms Hønefoss sentrum

Nedenfor Hønefoss sentrum var det en klar bedring i vannkvalitet i forhold til situasjonen ved Follum fabrikker og ved Hønefoss bru, noe som i vesentlig grad skyldes innblanding av den renere Randselva. Bunndyrsamfunnet hadde fått inn flere arter. Dette var imidlertid arter

med betydelig toleranse overfor organiske forurensninger, slike som døgnfluen *Baetis rhodani*. Bunndyrsamfunnet på denne stasjonen er derfor også betydelig preget av organisk forurensning.

Storelva nedstrøms Monserud renseanlegg

Nedstrøms Monserud renseanlegg indikerte bunndyrsamfunnet en økende forurensning. Enkelte grupper som steinfluer og biller forsvant, mens forekomsten av ferskvannsasellen økte. Det er trolig utslipp fra renseanlegget som forårsaker den tiltagende forurensningen på denne stasjonen.

Bunndyr fra sakteflytende elvestrekninger.

Det ble tatt bunndyrprøver fra sakteflytende deler av Begna og Storelva. Prøvene ble samlet inn på 5 stasjoner (se forøvrig fig.10):

- o. Follum referansestasjon oppstrøms Follum, i øvre del av kraftveksdammen ved Hofsfoss.
- Follum 1 umiddelbart nedstrøms utløp fra Follum fabrikker.
- Follum 2 ca 1/3 fra Follum til Hønefossen
- Follum 3 ved "holme" like oppstrøms Hønefossen
- Busund: like oppstrøms Busund bru.

Prøvene ble tatt med Ekman grabb og vasket i sold med maskevidde 500µm. Det ble tatt 5 hugg fra hver stasjon. Disse ble slått sammen til en blandprøve. Fra blandprøven ble det tatt ut en delprøve for analyse. Fåbørstemarkene er artsbestemt av Doc. Gøran Milbrink i Uppsala og fjærmygglarvene av Prof. Ole A. Sæther i Bergen.

En vanlig metode til å karakterisere forurensningstilstanden i løse sedimenter i elver og innsjøer er Milbrinks system basert på forekomsten av forskjellige arter fåbørstemark. Andre metoder er basert på fjærmygglarver, slik som Ågårds system. Denne fjærmyggbaserte metoden er egnet i profundale innsjøsedimenter, men foreliggende undersøkelser har vist at metoden har begrenset gyldighet i Storelva. Dette skyldes at flere av artene i systemet savnes i Storelvas sedimenter. Begge metodene er beregnet på organisk belastning/eutrofiering.

Fiberutslipp og utslipp av oppløst organisk stoff fra Follum gav klare effekter på faunaen også i de strømsvake partiene av elva. Effektene kunne spores helt ned til Busund. Forurensningsfølsomme grupper som mudderlevende døgnfluer (*Ephemera*), biller, vårfluer og muslinger slås helt ut nedstrøms Follum (tabell 6 og 7). Her består faunaen av forurensningstolerante arter innenfor gruppene fåbørstemark, igler, sviknott, fjærmygg samt ferskvannsasellen (*Asellus aquaticus*). Dette er et faunabilde som er typisk for treforedlingspåvirkede elvestrekninger der det fortsatt er til dels god tilgang på oksygen.

Det foregår en tydelig selvrensning mht. organisk materiale nedover i vassdraget. Dette vises på fåbørstemarksamfunnet som fra å være helt dominert av en sikker forurensningsindikator som *Limnodrilus hoffmeisteri* går over til samfunn med økende innslag av *Tubifex tubifex* og *Eiseniella tetraedra*. Milbrinks fåbørstemarkbaserte system for forurensningsvurderinger gir et godt bilde av tilstanden på de fem stasjonene (Fig.12).

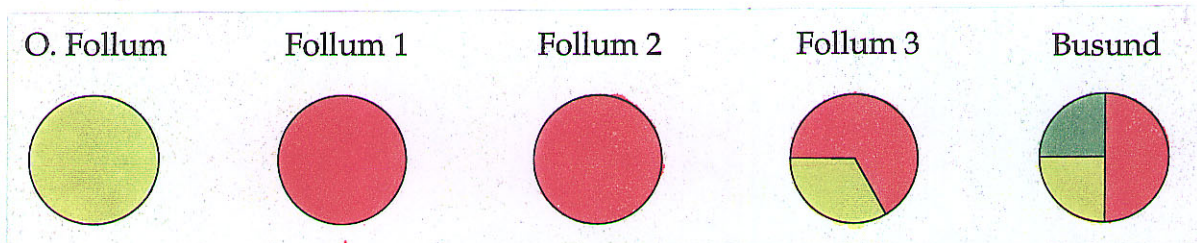
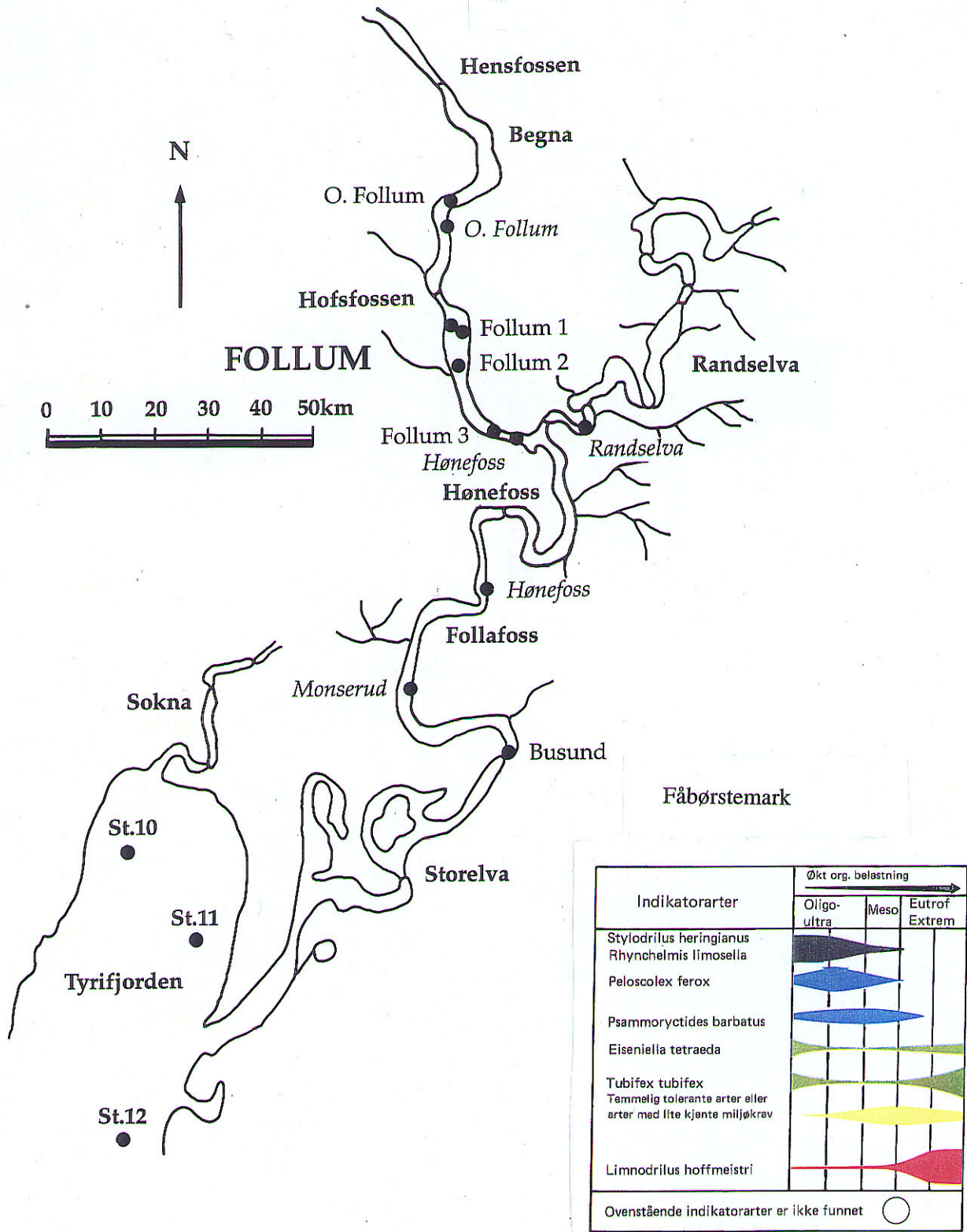


Fig.12. Bunnfaunaen i elvenes sakteflytende partier vurdert etter Milbrinks fábørstemark-baserte vurderingssystem. Innslaget av forurensningsindikerende arter øker nedstrøms Follum.

Ågårds system basert på fjærmygglarver synes ikke å kunne benyttes i Storelva. Noen av artene er likevel forurensningsfølsomme og kan muligens benyttes som rentvannsindikatorer. Vi kan her nevne *Procladius*, *Pagastiella orophila* og *Demicryptochironomus vulneratus*.

Bunndyr i Nordfjord, Tyrifjorden

Det ble tatt bunndyr på tre stasjoner i nordenden av Tyrifjorden. Stasjonene var de samme som ble brukt i 1980 (st10, st11 og st12) (fig.10).

Prøvene ble tatt med Ekman grabb og vasket i et sold med maskevidde 500 µm. Det ble tatt 5 parallelle hugg på hver stasjon. Hver prøve er undersøkt og resultatene foreligger som middeltall og variasjonsbredde. Prøvene ble tatt 4. mai 1993. Fåbørstemarkene er bestemt av Doc. Gøran Milbrink i Uppsala og fjærmygglarvene av Prof. Ole A. Sæther i Bergen. Prøvematerialet ble vurdert etter Milbrinks og Ågårds systemer (se fig.13).

Stasjon 10.

På denne stasjonen kunne det spores en viss bedring siden 1980. Blant annet ble det registrert lavere produktivitet, målt som individantall og biomasse. Det ble også funnet økt diversitet med flere rentvannsindikerende arter. Lokaliteten er likevel fortsatt klart belastet med organisk stoff.

Flere individer av fjærmyggarten *Chironomus muratensis* hadde deformert mentum (munn- del). Dette kan indikere påvirkning av miljøgifter. Typen deformering antyder påvirkning av pesticider, muligens tungmetaller (pers. med. Prof. Ole A.Sæther). Pesticider har aldri vært benyttet ved Follum, slik at denne eventuelle påvirkningen må komme annensteds fra.

Stasjon 11.

Denne lokaliteten var noe vanskeligere å vurdere, men også her syntes belastningen å ha avtatt noe. Det var fortsatt store fibermengder i bunns substratet, men økt artsantall samt redusert individantall og biomasse skulle indikere mindre tilførsler av ny fiber og bedre oksygenforhold. Det ble ikke funnet muslinger i 1993. Årsaken til dette er ikke kjent. Videre hadde flere individer av fjærmyggarten *Chironomus muratensis* defekt mentum i likhet med det som ble funnet på stasjon 10.

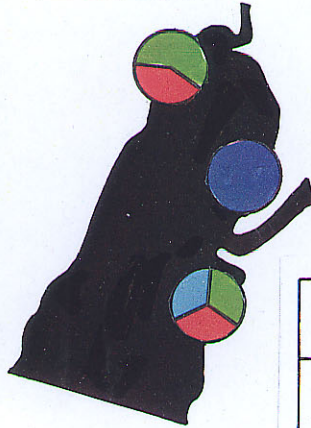
Stasjon 12.

Forholdene på denne stasjonen har også bedret seg og sannsynligvis har tilførselen av nytt fibermateriale minket. Fortsatt var det likevel store fibermengder i bunnsedimentet. Også på denne lokaliteten hadde flere individer av fjærmyggarten *C. muratensis* defekt mentum.

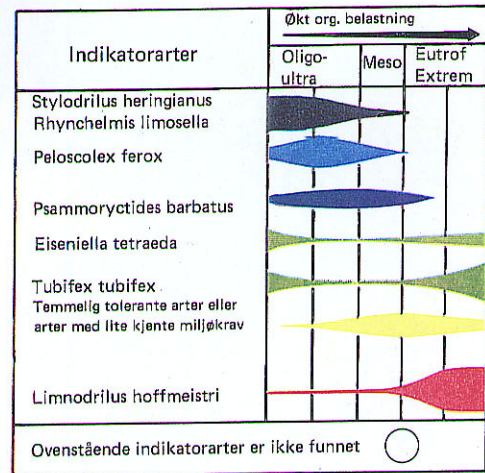
Mai 1980



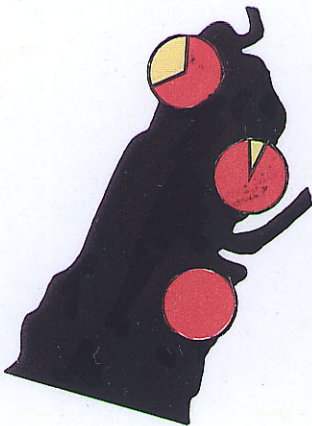
Mai 1993



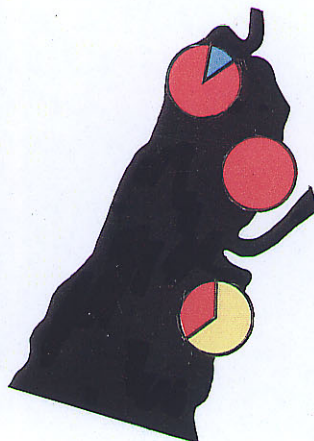
Fåbørstemark



Mai 1980



Mai 1993



Fjærmygglarver

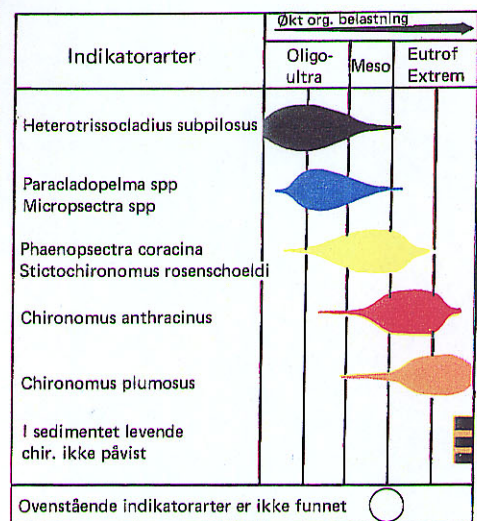


Fig. 13 Bunnfaunaen innerst i Nordfjorden i mai 1980 og mai 1993 vurdert etter Milbrink's fåbørstemark-baserte system (Øverst) og Ågård's fjærmygglarbaserte system (nederst). Øvre del av skalaene utgjøres av rentvannsindikrende arter, og den nedre del av arter som indikerer forurensning med organisk stoff.

BEGROINGSUNDERSØKELSER

Begroing er en fellesbetegnelse for organismesamfunn festet til elvebunnen eller annet substrat- eller de har naturlig tilholdssted nær elvebunnen.

Funksjonelt er det tre typer begroing:

Primærprodusenter:	Alger Moser (Høyere planter regnes ikke med)
Nedbrytere:	Bakterier Sopp
Konsumenter:	Enkle fastsittende organismer f.eks. ciliater, fargeløse flagellater, svamp.

I lite til moderat forurensningsbelastet vann dominerer primærprodusentene. Mineralske salter er viktigste næringskilde for primærprodusentene som øker i mengde ved økt tilførsel av næringssalter. Ved økt tilførsel av løst, lett nedbrytbart organisk stoff øker mengden av nedbrytere. Partikulært organisk stoff medfører økt forekomst av konsumenter. I norske elver utgjør vanligvis primærprodusentene det meste av begroingssamfunnet. Bare i betydelig forurensede elver, dominerer nedbrytere og konsumenter.

På grunn av raske vekslinger i miljøforholdene kan det være vanskelig å få et godt bilde av tilstanden i rennende vann. Fysisk/kjemiske målinger gir bare et øyeblikksbilde og det kreves hyppige målinger for å få et representativt bilde av vannkvaliteten. Begroingssamfunnet derimot vil, ved å være bundet til et voksested, avspeile miljøfaktorene på voksestedet og integrere denne påvirkningen over tid.

Metode

1. Feltobservasjoner/innsamling av prøver

Det velges et sett faste prøvetakingsstasjoner. Hvis mulig legges disse til strykparter - strømhastighet > 25 cm/sek.

Begroing vokser ofte i synlige, visuelt ulike enheter som kan ha form av et gelèaktig brunt belegg (ofte kiselalger), grønne tråder (oftest grønnalger), eller f.eks. mørkegrønne dusker som kan bestå av rød- eller blågrønnalger. Ved feltobservasjonene innsamles disse enhetene, begroingselementene, hver for seg og mengdemessig forekomst av hvert element angis som dekningsgrad. Dekningsgraden vurderes subjektivt ut fra hvor stor prosentdel av tilgjengelig elveleie som dekkes av hvert element:

Dekningsgrad	5:	100-50 %	av	observert	bunnareal	dekket
"	4:	50-20 %	"	"	"	"
"	3:	20-10 %	"	"	"	"
"	2:	10-5 %	"	"	"	"
"	1:	<5 %	"	"	"	"

Der forholdene tillater det, vurderes alle begroingsselementer i hele elvas bredde. I praksis er det ofte bare bunnarealet nær elvebredden som er mulig å observere.

Til en undersøkelse av mikroskopiske alger, i praksis vesentlig kiselalgefunnet, børstes et areal på 5x5 cm av 10 tilfeldig valgte stener rene for begroing. Stenene børstes ned i en plastbakke fylt med ca. 1 liter vann. Materialet blandes og en delprøve tas ut.

2. Laboratorieanalyse

Begroingsprøvene undersøkes først i lupe, deretter i mikroskop. Organismene identifiseres så langt mulig, fortrinnsvis til art. Hver arts mengdemessige betydning innen begroingselementet bedømmes.

3. Tolkning av resultatene

Begroingssamfunnet vurderes på grunnlag av artssammensetning, artsmangfold og de ulike funksjonelle grupperes mengdemessige forekomst.

Det gis en bedømmelse av **tilstandsklasse** basert på **begroingsamfunnet**. Bedømmelsesgrunnlag er beskrevet i tabellen nedenfor, det er vesentlig beregnet på å bedømme virkninger av **næringsalter, løst og partikulært organisk stoff og partikler**. Inndeling i tilstandsklasse samsvarer med system for klassifisering av miljøkvalitet (Holtan & Rosland 1992). For å bedømme virkninger av eksempelvis forurening og miljøgifter benyttes et liknende grunnlag, men litt andre kriterier legges til grunn. Det legges bl.a. mindre vekt på innhold og omsetning av næringsalter og organisk materiale.

Begroingsbasert klassifisering av elvebunnen mht. organisk belastning.

Tilstandsklasse:	I	II	III	IV	V
Betegnelsen:	Lite forurenset og naturlig næringsfattig	Moderat forurenset eller naturlig næringsrik	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset
Begroingsamfunnet:					
Artsantall primærprodusenter:	- Som naturtilstand	- Moderat påvirket/ naturlig næringsrik: Som naturtilstand	- Noe redusert artsantall	- Redusert artsantall	- Få arter
Artssammensetning primærprodusenter:	- Vesentlig forurensnings-ømfintlige arter	- Både forurensnings-ømfintlige og næringskrevende arter	- Vesentlig næringskrevende og forurensnings-tolerante arter	- Bare få forurensnings-tolerante arter	- Bare noen få, svært tolerante arter
Mengde primærprodusenter:	- Sjelden stor forekomst	- Økende mengder, masseforekomst kan opptre	- Masseforekomst vanlig	- Masseforekomst vanlig	- Masseforekomst vanlig
Forekomst nedbrytere og konsumenter:	- Liten nedbrytning av organisk stoff	- Utgjør en liten del av organisme-samfunnet	- Utgjør en markert del av samfunnet	- Samfunnet preget av nedbrytere	- Ofte masseforekomst av nedbrytere
Næringsbalanse:	- God næringsbalanse	- Overskudd av næringsstoffer	- Betydelig overskudd av næringsstoffer	- Stort overskudd av næringsstoffer	- Oftest meget stort overskudd av næringsstoffer

Resultater

Ved en befaring i vassdraget 16. september 1993 ble det samlet begroingsprøver på fem stasjoner (se forøvrig fig.10).

F1:	Begna, oppstrøms Hofsfossen (ca. 200 m oppstrøms demning, på vestsiden, rett etter jernbaneovergang - stilleflytende område)
F2:	Begna, mellom jernbanebru og kraftverksdam (på vestsiden - stilleflytende)
F3:	Begna, nedstrøms Hønefossen før samløp Randselva (under brukar til Hønefossbrua, ca. 100 m nedstrøms bru - jevnt strømmende vann)
F4:	Randselva, før samløp Begna (ca. 50 m nedstrøms bru over Randselva, på vestsiden - jevnt strømmende vann)
F5:	Storelva ved Busund bru (ved brukar, på østsiden - moderat strøm)

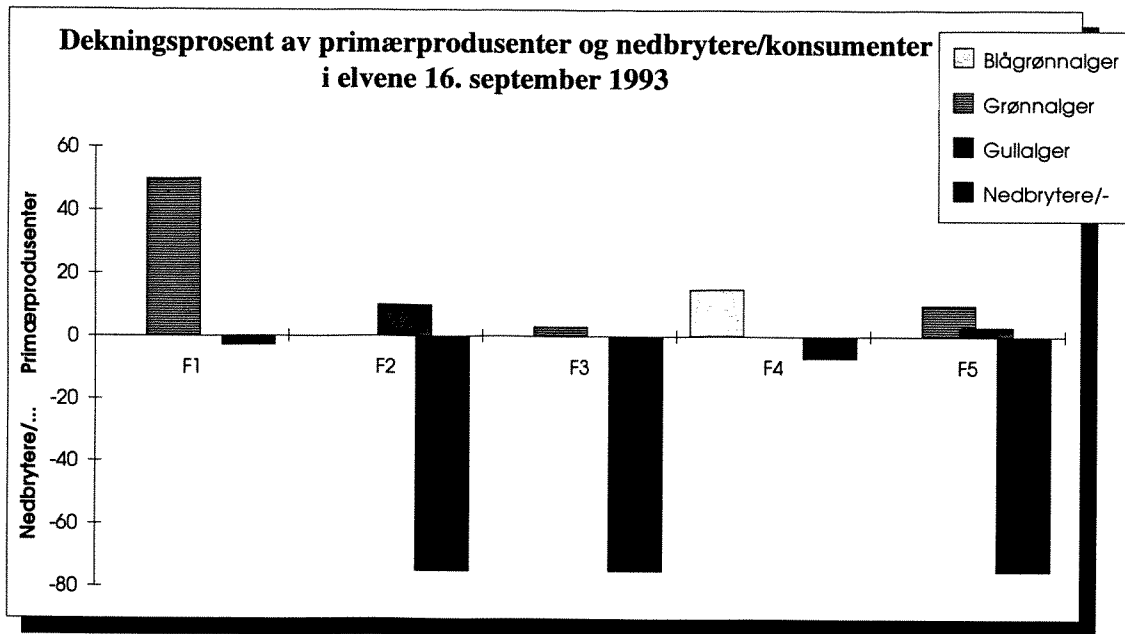
Begroingens artssammensetning i Begna, Randselva og Storelva den 16/9 1993 er vist i primærtabell bakerst i rapporten. Alle begroingsorganismer er anngitt i tabellen.

Ikke på noen stasjon hadde forurensningindikerende primærprodusenter stor forekomst. På referansestasjonen F1 var grønnalger og kiselalger usedvanlig artsrikt representert. Dette gjaldt først og fremst organismer som trives i moderat næringsrikt, nøytralt vann, eks. grønnalgene *Draparnaldia glomerata* og *Mougeotia d* og kiselalgene *Achnanthes minutissima* og *Synedra rumpens*. I Randselva (st. F4) var også kiselalgensammfunnet variert og artsrikt. Her var det innslag av endel arter som trives ved høyere elektrolyttinnhold enn i Begna\Storelva, eks. *Didymosphenia geminata*, *Ceratoneis arcus* og flere arter av slekten *Cymbella*. Bortsett fra en viss forekomst av blågrønnalgen *Tolypothrix distorta* på stasjon F4, var blågrønnalgene usedvanlig dårlig representert på alle stasjoner. På stasjonene F2, F3 og F5 hadde primærprodusentene svært liten betydning.

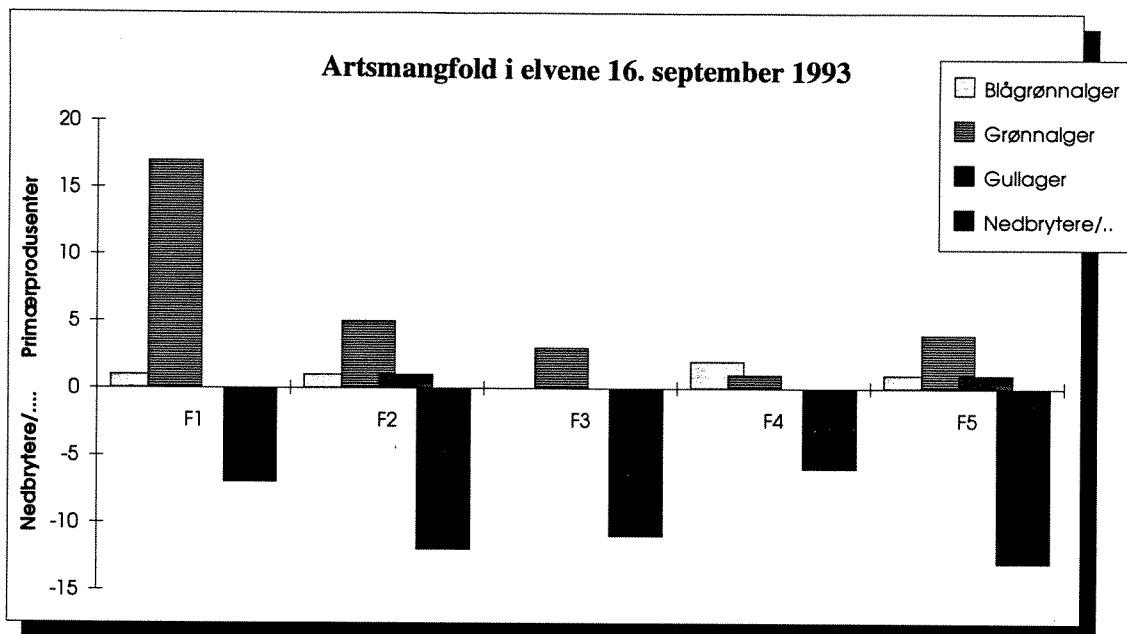
Organismer som bryter ned løst, lett nedbrytbart organisk materiale dannet masseforekomst på stasjonene F2, F3 og F5. Ulike hylsebakterier, bl.a. en jernbakterie, samt aggregater av stavformede bakterier utgjorde hoveddelen av dette. Også prøver fra stasjonen i Randselva, F4, inneholdt endel nedbrytere. Her var det dessuten stor forekomst av noe som liknet fibre. Hvorvidt dette var rester av organiske fibre eller rester av en organisme (muligens gamle kiselalger med slimstilk?) var på grunnlag av den innsamlede prøve ikke mulig å fastslå.

Mengdemessig forekomst av alger (unntatt kiselalger) og nedbrytere/konsumenter er vist i fig.16. Bare organismer som dannet makroskopisk synlige enheter er framstilt. Selv om kiselalgene viste stort mangfold og bidro mengdemessig til begroingen på st. F1 og F4, dannet de ikke noen synlig enhet og er derfor ikke framstilt i fig.16. De ulike organismenes mengdemessige forekomst var noe vanskelig å bedømme fordi elveleiet på noen stasjoner var dekket av et tykt slamliknende belegg bestående av flere arter av nedbrytere/konsumenter.

Referansestasjonen F1 var preget av trådformede grønnalger. Samlet dekket disse ca 50% av elveleiet. Nedbrytere hadde liten forekomst. På stasjonene F2, F3 og F5 hadde nedbrytere (vesentlig bakterier) masseforekomst og dekket sammen med organiske fibre hele elveleiet. Her hadde primærprodusentene liten forekomst. På stasjon F4 dekket ubestemmelige fibre en stor del av elveleiet. Da det ikke er mulig å identifisere er dette ikke framstilt i figuren.



Figur 16 Dekningsprosent av alger (unntatt kiselalger) og nedbrytere/konsumenter i elvene 16/9 1993.



Figur 17 Artsmangfold av alger (unntatt kiselalger) og nedbrytere/konsumenter i elvene 16/9 1993.

Artsmangfold av alger (unntatt kiselalger) og nedbrytere/konsumenter er vist i fig.17. Bare stasjon F1 viste stort mangfold av primærprodusenter, det gjaldt især for de trådformede grønnalgene. Også kiselalgесamfunnet viste usædvanlig stort mangfold på denne lokaliteten, se primærtabell bak i vedlegget. Stort mangfold av kiselalger hadde også stasjonen i Randselva, F4. Selv om det var et vist mangfold av nedbrytere/konsumenter på alle stasjoner var dette klart størst på stasjonene F2, F3 og F5. Særpreget for alle lokaliteter var et artsfattig blågrønnalgесamfunn.

Konklusjoner fra begroingsundersøkelsen

Da begroingsamfunnet på de fem stasjonene var tildels svært forskjellig, vurderes de hver for seg.

F1: Begna oppstrøms Hofsfossen

Prøvene hadde et usedvanlig variert og artsrikt samfunn av trådformede grønnalger og kiselalger. Rentvannsindikerende organismer ble observert sammen med organismer som trives ved litt høyere næringssaltinnhold. Organismer som lever av å bryte ned organisk materiale hadde også spredt forekomst. Dette tilsier en god, men litt næringsrik vannkvalitet.

Tilstandsklasse: II - (Generelt næringsrik)

F2: Begna oppstrøms kraftverksdam Hønefoss

Masseforekomst av nedbrytere tilsier at belastningen med løst, lett nedbrytbart organisk stoff er stor i denne del av Begna. Markert forekomst av ulike partikkelspisere tilsier at det også er en viss tilførsel av partikulært organisk stoff. Tilnærmet fravær av primærprodusenter tilsier dessuten at andre faktorer en generell forurensningsbelastning (i dette tilfelle løst lett nedbrytbart organisk stoff) fullstendig preger forholdene i denne del av Begna.

Tilstandsklasse: V - (Gjelder bare løst lett nedbrytbart organisk stoff)

F3: Begna nedstrøms Hønefossen

Innholdet i begroingsprøven fra denne stasjonen og stasjon F2 var svært likt. Vurdering av tilstandsklasse blir den samme for begge stasjoner.

Tilstandsklasse: V - (Gjelder bare løst lett nedbrytbart organisk stoff)

F4: Randselva før samløp Begna

Et variert og artsrikt kiselalgesamfunn med et lite innslag av forurensningsømfintlige organismer tilsier at forurensningen er moderat. At begroingsamfunnet forøvrig var artsfattig kan imidlertid tyde på en eller annen forurensningsbelastning. Bedømmelse av forurensningstilstand på denne lokaliteten er dessuten vanskelig, pga. stor forekomst av det ikke identifiserte fiberliknende materiale.

Tilstandsklasse: III? - (Usikker bedømmelse av generell belastning)

F5: Storelva ved Busund bru

Begroingsamfunnet på denne lokaliteten hadde mye til felles med stasjonene F2 og F3. Innslaget av primærprodusenter var imidlertid noe større og forekomsten av ulike bakterier ikke fullt så dominerende. Derfor angis belastningen med løst lett nedbrytbart organisk stoff som noe mindre enn på stasjonene F2 og F3.

Tilstandsklasse: IV - (Gjelder vesentlig lett nedbrytbart organisk stoff)

UNDERSØKELSER I TYRIFJORDENS FRIE VANNMASSER

Renseanlegget fjerner i størrelsesorden 6 tonn fosfor av et estimert utslipp på ca 7, basert på bedriftens kontrollmålinger. Basert på målinger i elva synes fosforreduksjonen vel så stor. Renseanlegget medfører at Tyrifjordens totale fosforbelastning, inkludert naturlig bakgrunn, blir redusert med 10%. En så betydelig reduksjon skulle man teoretisk kunne spore både i form av redusert fosforkonsentrasjon ute i de frie vannmasser, og enda tydeligere, i den utviklede algemengde i de frie vannmasser.

Dette er også hva som ble funnet ved fjorårets undersøkelse, se fig.18, 19 og 20. For første gang, med unntak av 1986 da man hadde få og usikre data, har man observert midlere konsentrasjon av alger lavere enn 2 ug klorofyll a per liter. Årets middel konsentrasjon var 1.8 ug Kla/l. Tyrifjordutvalgets og Vannbruksplanutvalgets målsetting var 2 ug Kla/l. Det kan imidlertid være en del år-til-år variasjoner i algemengden, noe som fremgår av figuren.

Tilsvarende bedring ble også observert når det gjelder fosforkonsentrasjonen i de frie vannmasser, se fig.19.

Konsentrasjonen av total nitrogen viser ingen nedgang, men denne har andre hovedkilder enn utslipp fra Follum, dvs. jordbruk, kloakk, atmosfærisk nedfall, se fig.20.

Tabell 11 Vannkvaliteten i Tyrifjorden 1993 klassifisert etter SFT's system.

Parameter	middelverdi	Vannkvalitetsklasse	Vannkval. beskriv.
Klorofyll a	1.8	1	God
Total fosfor	4.4	1	God
Total nitrogen	452	3	Nokså dårlig
Siktedyp	6.2	2	Mindre god

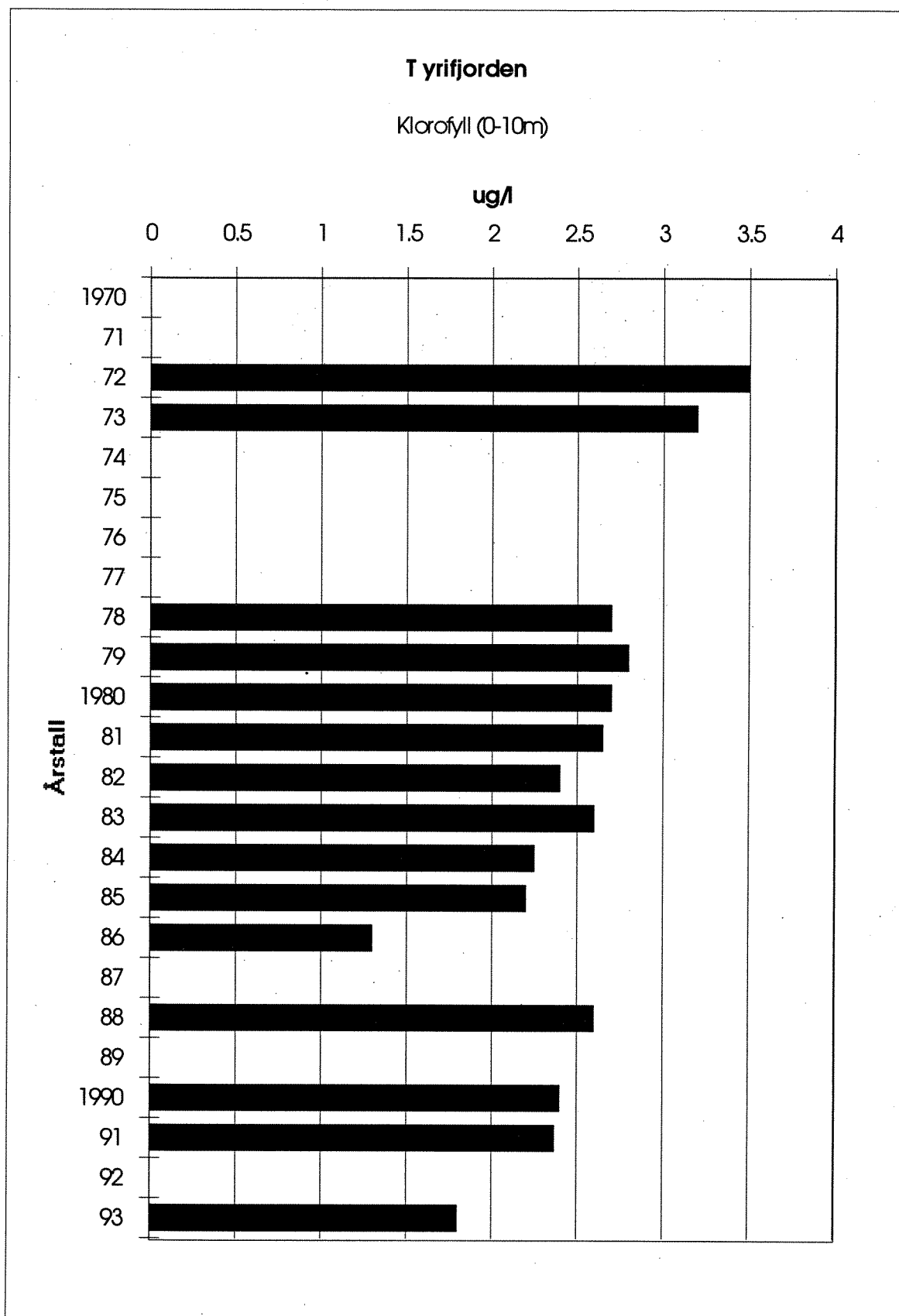


Fig.18 Middelvei av algemengden gitt som klorofyll a i 0-10m sjiktet i Tyrifjordens frie vannmasser i sommerhalvåret ved ulike år.

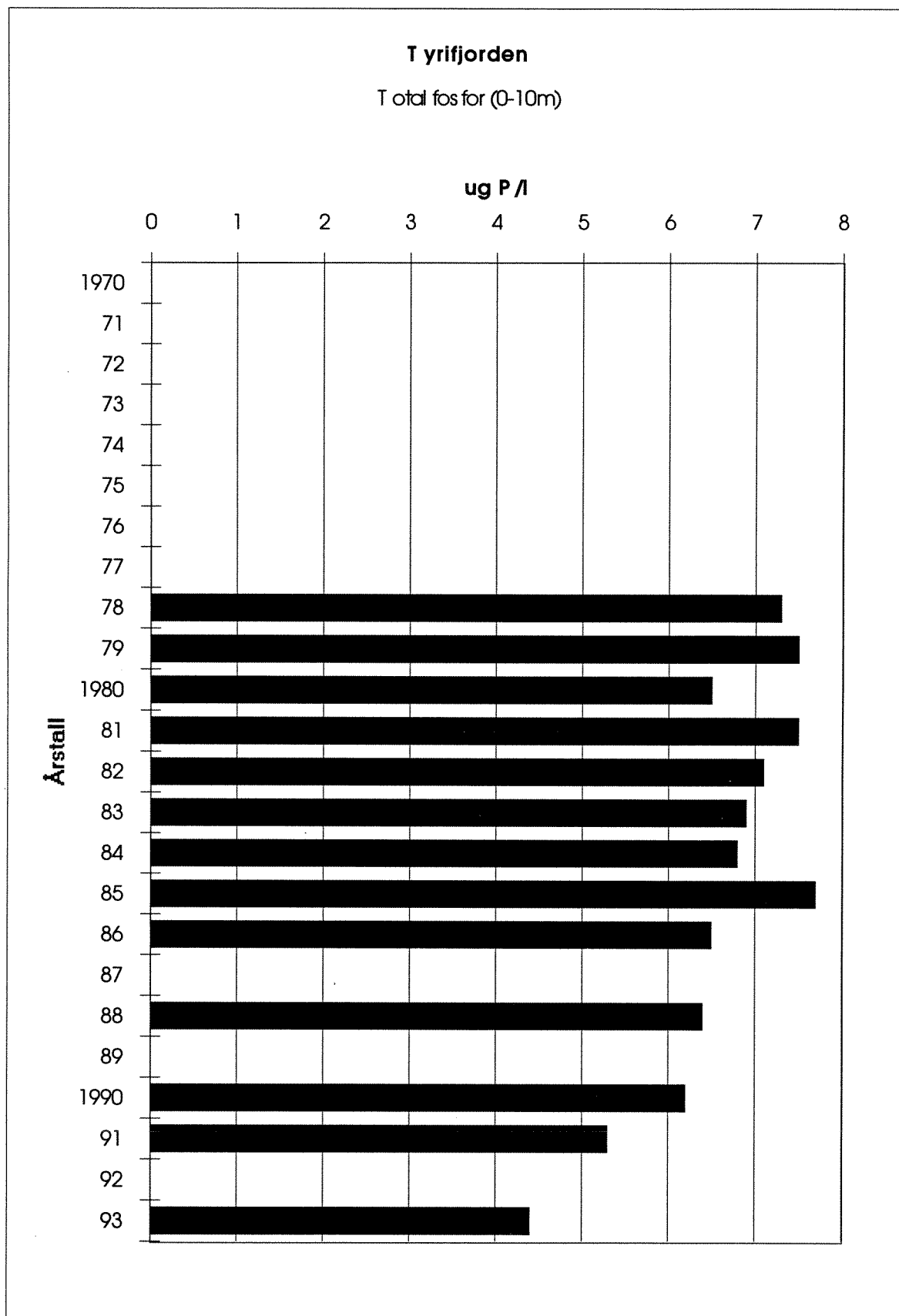


Fig.19 Midlere konsentrasjon av total fosfor i 0-10m sjiktet i Tyrifjordens frie vannmasser i sommerhalvåret ved ulike år.

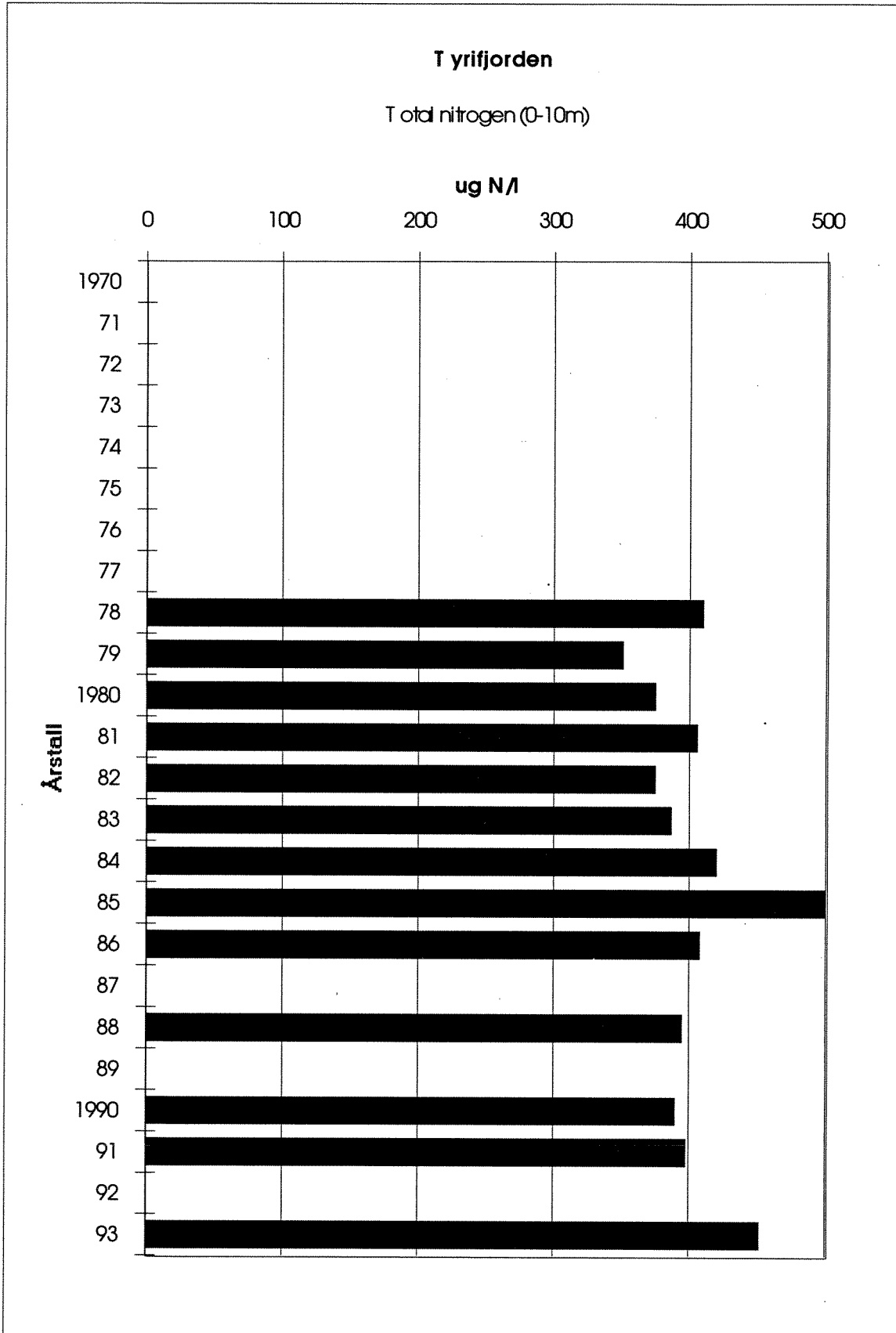


Fig.20 Midlere konsentrasjon av total nitrogen i 0-10m sjiktet i Tyrifjordens frie vannmasser i sommerhalvåret ved ulike år.

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.

- 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 bibliotekstjensten, 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 - PRIMÆRDATA

Tabell 6. Sammensetningen av hovedgrupper i bunndyrsamfunnet på de ulike stasjonene i Begna, Storelva og Randselva ved Hønefoss 93.11.11/17. Antall dyr pr. 3*1 min. sparkeprøve.

	93.11.11. o. Follum	93.11.11. Follum	93.11.17. Hønef. bru	93.11.17. Randselva	93.11.17. n.Hønefoss	93.11.17. n.Monserud
Fåbørstemark	8	80	36	48	176	144
Igler	0	0	0	0	2	0
Snegler	12	0	8	0	0	16
Muslinger	0	0	0	8	0	0
Ferskvannsasell	4	48	48	40	20	64
Vannmidd	24	0	0	12	4	0
Døgnfluer	322	0	0	76	120	56
Steinfluer	24	0	0	12	4	0
Billelarver	8	0	0	20	4	0
voksne	0	0	0	0	4	0
Vårfluer	76	0	0	16	20	56
Knottlarver	16	0	0	96	0	0
Fjærmygglarver	168	416	76	64	240	448
Sum	662	544	168	392	594	784

Tabell 7. Sammensetningen av døgn-, stein- og vårfluefaunaen på ulike stasjoner i Begna, Storelva og Randselva ved Hønefoss 93.11.11./17.. Antall dyr pr. 3*1min sparkeprøve.

	o. Follum	Follum	Hønef.bru	Randselva	n.Hønefoss	n.Monserud
DØGNFLUER						
<i>Baetis niger</i>	280	0	0	8	4	8
<i>Baetis rhodani</i>	16	0	0	40	92	48
<i>Centroptilum luteolum</i>	0	0	0	4	0	0
<i>Heptagenia dalecarlica</i>	0	0	0	4	4	0
<i>H.fuscogrisea</i>	16	0	0	4	8	0
<i>H.sulphurea</i>	12	0	0	0	4	0
<i>Ephemerella mucronata</i>	8	0	0	16	8	0
STEINFLUER						
<i>Isoperla sp.</i>	8	0	0	4	4	0
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	4	0	0	0	0	0
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	8	0	0	8	0	0
<i>Nemoura avicularis</i>	4	0	0	0	0	0
VÅRFLUER						
<i>Rhyacophila nubila</i>	0	0	0	0	0	8
<i>Hydroptila sp.</i>	0	0	0	4	0	0
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	0	0	0	4	0	16
<i>Oxyethira sp.</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	56	0	0	0	0	0
<i>Hydropsyche sp.</i>	4	0	0	0	20	32
<i>Lepidostoma hirtum</i>	0	0	0	4	0	0
<i>Limnephilidae indet.</i>	12	0	0	0	0	0
<i>Athripsodes sp.</i>	4	0	0	0	0	0
<i>Ceraclea sp</i>	0	0	0	4	0	0

Tabell 8. Antall arter i EPT-gruppen (døgnfluer, steinfluer og vårfluer), BMWP og ASPT verdier.

	o. Follum	Follum	Hønef. bru	Randselva	n.Hønefoss	n.Monserud
Antall arter i EPT	13	0	0	12	8	5
Sum BMWP	99	6	9	94	53	31
ASPT= BMWP/# grupper	6,2	2	2,3	6,7	5,3	3,9

Tabell 9. Sammensetningen av bunndyr ved fem lokaliteter i Begna og Storelva ved Hønefoss 11. november 1993. Resultatene er oppgitt som antall /m².

	o.Follum	Follum 1	Follum 2	Follum 3	Busund
Fåbørstemark	400	120	60	120	440
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>		120	60	80	220
<i>Tubifex tubifex</i>					110
<i>Eiseniella tetraedra</i>	400			40	110
Igler		60		40	80
<i>Herpobdella octoculata</i>		60		40	80
Døgnfluer	80				
<i>Ephemera vulgata</i>	80				
Biller	240				
<i>Dryops sp</i>	240				
Vårfluer	240				
<i>Sericostoma personatum</i>	240				
Krepsdyr			60	100	
<i>Asellus aquaticus</i>			60	160	
Harpactidae	-	-	+	++	-
Sviknott	320	60	180	80	40
Fjærmygglarver	1360	180	480	400	400
<i>Arctopelopia cf. barbitarsis</i>		18		100	
<i>Trissopelopia sp</i>	91	18	274		
<i>Procladius (Holotanypus) sp.</i>	544				200
<i>Potthastia longimana</i>					40
<i>Psectrocladius sordidellus gr.</i>					40
<i>Polypedium (Tripodusa) cf. pullum</i>	91	108	137	300	80
<i>Pagastiella orophila</i>	272	18			
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>			69		
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i>	362				
<i>Cryptochironomus sp.</i>		18			
<i>Chironomus fluviatilis type</i>					40
Muslinger	240				
<i>Pisidium sp.</i>	240				
Sum	2880	420	780	800	960

Tabell 10. Bunndyr ved tre lokaiteter (st10, st11, og st12) i Nordfjorden, Tyrifjorden, 4. mai 1993. Resultatene er angitt som middelværdier og variasjonsbredder fra fem parallelle prøver fra samme lokalitet. Antall individer/m².

	st10		st11		st12	
	x	var.	x	var.	x	var
Fåbørstemark	1272	960-1840	24	0-120	32	0-80
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	534				10	
<i>Tubifex tubifex</i>	738				11	
<i>Psammoryctides barbatus</i>			24			
<i>Spirosperma ferox</i>					11	
Fjærmygglarver	248	120-360	376	160-600	152	40-320
<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i>	17		11			
<i>Procladius (Holotanypus) sp.</i>	50		21		29	
<i>Procladius (Psilotanypus) sp.</i>	8					
<i>Monodiamesa bathyphila</i>	8					
<i>Heterotanytarsus apicalis</i>	8				9	
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	8				10	
<i>Psectrocladius sordidellus</i>	8					
<i>Micropsectra sp.</i>	8					
<i>Tanytarsus sp.</i>	8					
<i>Sergentia cf. coracina</i>					38	
<i>Polypedilum (Tripodura) cf. pullum</i>	33		11		19	
<i>Microtendipes cf. pedellus</i>	18		11			
<i>Stictochironomus cf. pictulus</i>			11			
<i>Chironomus cf. muratensis</i>	50		279		19	
<i>Cryptochironomus sp.</i>			21			
<i>Dicrotendipes modestus</i>	8					
<i>Cladopelma lateralis gr.</i>	8					
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i>	8		11		28	
Muslinger	224	80-480	0		0	
Sum individer	1744	1160-2680	400	160-600	184	40-400
Sum biomasse, gram våtvekt	5	3.6-9.2	3.9	1.6-6.4	0.7	0.4-1.2

Tabell 11. Begroingsorganismer i Begna; Randselva og Storelva 16/9 1993.

Begroingsorganismer i Storelva 16/9 1993.					
Stasjon	F1	F2	F3	F4	F5
Blågrønnalger (Cyanophyceae)					
Oscillaz		x		x	xx
Schizotz	x				
Toly dis				3	
Grønnalger (Chlorophyceae)					
Bulbochz	xx				
Drap glo		4			
Closterz	xx				
Cosmariz	xx	x	xx		x
Hyalothz	x				
Moug a(4-8u)	x	xx	xx		xx
Moug a1(10u)		1			
Moug d(23u)		1			
Moug e(30-32u)	xx				
Neidiumz	x				
Oedo a(7-8u)		1			
Oedo b(14-18u)	xx	x			
Oedo c(20-22u)					3
Penium z					xx
Spir sp1(18u)	xx				
Spir c1(35u)	x				
Staurodz	x	x			
Teil exc		x			
Tetraspz			2		
Zygn b(22-23u)	xx				
Uide coc	xx				
Gullager (Chrysophyceae)					
Hydr foe		3			xxx
Kiselalger (Bacillariophyceae)					
Achn exi	x				
Achn lin	x	xx	xx	xx	xx
Ac li;pu	x				
Achn mar	xx	x	x		
Achn mic			x		xx
Achn min	xxxx	xxx	xxxx	xxxx	xxxx
Achnantz	xxx	xxx	x	xx	xx
Anom ser	xx	xx		xx	
Anom vit	xx	xx		xx	
Aula dis	xxx		x		xx
Aulacosz	x	x			
Cera arc				x	
Co pl;li				xx	
Cocconez	xx		x		
Cycl kue	xx	xx	xx		x
Cycl ste					x
Cyclotez (4-5u)	xx				x
Cymb aff				xx	x
Cymb ces	x				x
Cymb del	x				
Cymb gra	x				x
Cymb lan				xx	
Cymb mic	xx	xx	xxx	xx	xxx
Cymb nor				x	
Cy ve;ve	x		xx	xx	

Tabell 11. - forts.

	F1	F2	F3	F4	F5
Cymbellz	xx	xx		x	
Diato vul					xx
Diatomaz					xx
Didy gem				xxxx	
Euno arc				x	
Euno inc	xx				xx
Euno perla		x			
Euno pra	xx				x
Eunotiaz					xx
Gomp pumila?				xx	
Gomphonez				xx	
Frag int		x			xx
Fragilaz	xxx				
Frus rho	x				
Navi cry	xx	xxx	xxx	xxx	xx
Navi pseudoscutiformis	xx		x		
Navi rad	x				
Naviculz					
Nitzschz	xx	xxx	xxx	xx	
Peroniaz	x				
Surirelz		xx	x		
Syne rum	xxx	xxxx	xxx		xxx
Syne uln	xx	x	x	xx	x
Sy ul;da		x			x
Tabe fen	xx	x			xx
Tabe flo	xxxxx	xxx	xxxx		xxxx
Moser (Bryophyta)					
Font ant				2	
Nedbrytere/konsumeter					
Bakt agg	xx	4	4	xxxx	4
Bakt spi					xx
Bakt sta		xxxx	xxxx	xxx	xxxx
Bakt hyl		4	4	xxx	3
Bakt trå	xxx	xxx	xxxx		xxxx
Flag far	xx	xxx	xxx		xx
Fusa aqu			xx		
Jern agg		xxxx	xxx		xxx
Jern sta	xx	xxx	xxx		xx
Jern trå		xxx	xxx		xx
Leptothz		4	3		3
Lept lac		xx			xx
Sopp spo		xx		xx	xx
Cili uid	xx	xxxx	xxx	xx	xx
Ophr ver		1			
Rotatorie				xx	
Annet					
Aggr org		1	3	2	2
Fibre, organisk materiale			3	4	3
Myriophyllum		5		2	
Uide lav				3	

Tallangivels viser organismen % dekning av elveleiet: Organismer som vokser blant disse angis

1:>5% 2: 5-10% 3:10-20%

x: sjelden, xx: sparsom, xxx: vanlig

4:20-50% 5:50-100%

xxxx: hyppig, xxxxx: dominerende

Hofsfoss 92/93. Kjemiretultater.

Dato	Kond mS/m	Turb FTU	Farge-f mg Pt/l	Susp-ts mg/l	Susp-gr mg/l	Susp-gt mg/l	KOF-perm mg O/l	TOC mg C/l	Tot-P ug P/l	Tot-N ug N/l	Tot-AI ug AI/l	Reakt-AI ug AI/l	lllabilt-AI ug AI/l	Labilt-AI ug AI/l	Vannf. m3/s	Term. koll ant/100ml	Klebsiella ant/100ml
06.05.92	2.3	0.5	12	1 <1			2.5	2.5	3.5	290	40				85.4		
04.06.92	2.4	0.46	15	1.8 <1			3.3	2.7	8.5	280	49				111	23	
08.07.92	2.5	0.54	11	1.3	1	0.3	2.7	1.7	10	220	19				15		
12.08.92	2.6	0.55	9	1.5 <1			2.1	2.2	3.5	270	27				40.2		
09.09.92	2.4	0.45	13	1.3 <1			2.7	2.6	3.5	220	30				115		
07.10.92	2.3	0.27	15	1 <1			3.1	2.4	4.5	230	27				78.5		
05.11.92	2.5	0.5	12	1.1 <1			2.6	2.4	12	260	38	15	15	0	42.8		
01.12.92	2.5	0.31	12	<1			2.4	2.1	3.5	270	32				77.8		
20.01.93	2.5	0.29	11	0.6	0.4	0.2	2.7	2	14	280	40				67.8	1	2
18.02.93	2.3	0.36	10	0.6	0.2	0.4	1.8	2	4	260	27	20	17	3	80	8	
25.03.93	2.5	1.7	13	2.6	2.3	0.3	2.5	2.3	8	300	77				55.4	14	
27.04.93	2.4	0.81	20	1.8	1.2	0.6	5.1	2.8	5	290	75	28	22	6	66.4	2	0
27.05.93	2.4	0.49	14	1.2	0.1	1.1	3.1	2.3	10	310	53				158	4	
29.06.93	2.4	0.37	12				2.8	2.1	5.5	260	30	10	10	0	38.7	6	0
21.07.93	2.5	0.41	11	1.5	0.5	1	2.5	1.9	10	260	34				184	18	
31.08.93	2.8	0.46	17	0.7	0.2	0.5	4.7	3.9	5	260	53				81.5	3	
14.09.93	2.4	0.31	16	0.6	0.1	0.5	3.4	2.7	7	260	42	20	17	3	54.8	7	0
14.10.93	2.5	0.43	21	1.2	0.6	0.6	3.9	3.8	5.5	280	59				165	7	
Middel	2.46	0.51	13.56	1.20	0.62	0.58	2.99	2.47	6.83	266.67	41.78	18.60	16.20	2.40	84.29	8.45	0.50

Utløp Hønefoss kraftstasjon 92/93. Kjemiresultater.

Dato	Kond mS/m	Turb FTU	Farge-f mg Pt/l	Susp-ts mg/l	Susp-gr mg/l	Susp-gt mg/l	KOF-perm mg O/l	TOC mg C/l	Tot-P ug P/l	Tot-N ug N/l	Tot-AI ug AI/l	Reakt-AI ug AI/l	Illabilt-AI ug AI/l	Labilt-AI ug AI/l	Term.koli ant/100ml	Klebsiella ant/100ml
06.05.92	2.7	0.68	14	1.5 <1			4.1	3.9	4.5	300	79					
04.06.92	2.6	0.64	16	2 <1			4.4	3.2	7	210	69				10	
08.07.92	5.7	1.4	13	2.3 <1			11	10	11	280	140					
12.08.92	3.8	0.61	10	1.3 <1			5	4.6	6.5	240	41					
09.09.92	2.9	0.45	13	1.4 <1			3.7	3	4	210	43					
07.10.92	2.8	0.29	15	1.2 <1			4.3	3.6	4.5	250	38					
05.11.92	4	0.6	14	1.1 <1			6.5	4.8	6.5	280	120	63	32	31		
01.12.92	4	2.7	14	5.3	4	1.3	3.7	3.3	15	430	110					
20.01.93	3.4	0.68	13	1.3	0.7	0.6	5.2	4.5	17	320	110				5	2
18.02.93	2.9	0.37	12	0.8	0.3	0.5	4.4	4.3	4	270	65	48	25	23	60	
25.03.93	3.3	3.3	15	4.1	3.3	0.8	6.3	6	9	310	160				23	
27.04.93	3.2	1	20	2.2	1.2	1	4.4	4.4	5	310	100	36	33	3	6	3
27.05.93	2.5	0.49	15	1.5	0.5	1	4	3.1	7	300	59				15	
29.06.93	3.2	0.53	14			0	6.4	6.1	8.5	300	110	63	45	18	5	5
21.07.93	2.6	0.4	12	1.7	0.9	0.8	3.3	2.7	15	270	47				15	
31.08.93	2.3	0.43	17	0.8	0.2	0.6	3.5	3.2	4.5	260	49				8	
14.09.93	3.2	0.4	17	0.9	0.3	0.6	6	5.4	5.5	280	73	45	32	13	74	27
14.10.93	2.6	0.41	21	0.9	0.5	0.4	4.8	4.5	8.5	290	100				4	
Middel	3.21	0.85	14.72	1.58	0.88	0.63	5.06	4.48	7.94	283.89	84.06	51.00	33.40	17.60	20.45	9.25

Randselv 93. Kjemiresultater.

Dato	Kond mS/m	Turb FTU	Farge-f mg Pt/l	Susp-ts mg/l	Susp-gr mg/l	Susp-gr mg/l	KOF-perm mg O/l	TOC mg C/l	Tot-P ug P/l	Tot-N ug N/l	Tot-Al ug Al/l	Vannf. m3/s	Reakt-Al ug Al/l	Illablif-Al ug Al/l	Lablif-Al ug Al/l	Term.bakt ant/100ml	Klebstella ant/100ml
06.05.92												32					
04.06.92												65					
08.07.92												20					
12.08.92												15					
09.09.92												65					
07.10.92												65					
05.11.92												33					
01.12.92												33					
20.01.93												65					
18.02.93												65					
25.03.93												65					
27.04.93	5.4	0.5	17	1.2	0.7	0.5	3.3	2.9	4.5	560	39	33	15	13	2	360	0
27.05.93	5.4	2.6	15	3.6	2.7	0.9	3.3	2.9	10	600	70	66				23	
29.06.93	5.2	0.62	15				3.4	3	7.5	510	33	32	25	11	14	170	0
21.07.93	5.1	0.43	14	1	0.6	0.4	3.2	2.8	6.5	540	19	32				25	
31.08.93	5.4	0.67	16	1	0.5	0.5	3.6	3.2	5.5	510	41	78				27	
14.09.93	5.3	0.45	15	0.9	0.2	0.7	3.4	3.2	6.5	520	30	48	15	10	5	150	0
14.10.93	5.4	0.82	18	1.8	1.2	0.6	4.1	3.7	7	550	43	68				54	
middele	5.31	0.87	15.71	1.58	0.98	0.60	3.47	3.10	6.79	541.43	39.29	48.89	18.33	11.33	7.00	115.57	0.00

Busund 92/93. Kjemiresultater.

Dato	Kond mS/m	Turb FTU	Farge-f mg PT/l	Susp-ts mg/l	Susp-gr mg/l	Susp-gt mg/l	KOF-perm mg O/l	TOC mg C/l	Tot-P ug P/l	Tot-N ug N/l	Tot-AI ug AI/l	Vannf. m ³ /s	Reakt-AI ug AI/l	Illabilt-AI ug AI/l	Labilt-AI ug AI/l	Term.koll ant/100ml	Klebsiella ant/100ml
06.05.92																	
04.06.92																	
08.07.92																	
12.08.92																	
09.09.92																	
07.10.92																	
05.11.92	4.6	0.55	14	<1			4.5	4.5	4.5	380	73		40	32	8		
01.12.92	3.1	4.1	13	8.7	7.8	0.9	4	3.7	19	320	180						
20.01.93	4.2	0.44	14	1	0.6	0.4	3.6	2.9	7	430	57					41	13
18.02.93	3.8	0.38	12	0.8	0.4	0.4	3.3	3.4	4	370	43		25	22	3	78	
25.03.93	4.2	2.2	16	3.7	3.1	0.6	4.2	4	9.5	440	100					53	
27.04.93	4	1.4	19	3.3	2.4	0.9	3.3	4.4	5	410	110	99.4	30	22	8	39	60
27.05.93	3.4	1.3	15	2.4	1.5	0.9	3.8	2.9	28	400	61	224				97	
29.06.93	4.1	0.69	14				4.7	3.6	7.5	390	79	70.7	44	28	16	90	130
21.07.93	3	0.47	12	1.5	0.7	0.8	3.2	3.1	8	400	42	216				355	
31.08.93	3.9	0.56	17	1	0.3	0.7	4.2	3.5	4.5	380	47	159.5				26	
14.09.93	4.3	0.84	16	0.9	0.4	0.5	4.6	4.4	5.5	410	53	102.8	29	17	12	120	150
14.10.93	3.5	0.56	21	1.1	0.5	0.6	5.2	4.4	6.5	370	81	233				39	
Middel	3.84	1.12	15.25	1.74	1.10	0.64	4.05	3.73	9.08	391.67	77.17	157.91	33.60	24.20	9.40	93.80	88.25

Tyrifjorden Hovedstasjon 0-10m' dyp. 1993.

Dato	Tot-P	Tot-N	NO3	Kla	S.dyp
	ug P/l	ug N/l	ug N/l	ug/l	m
17.06.93	3	530	280	1.69	6.2
28.06.93	4	500	260	1.9	6.4
08.07.93	4	510	250	1.9	7.5
20.07.93	8	490	270	1.8	6.1
18.08.93	22?..feil!	430	230	2.5	5.9
30.08.93	4	420	220	2.6	5.8
13.09.93	4.5	410	220	1.9	5.8
29.09.93	4.5	410	230	1.4	6
13.10.93	4.5	410	250	1.2	6.1
27.10.93	3.5	410	280	1.2	6
Middel	4.4	452.0	249.0	1.8	6.2

NIVA



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2514-5