

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern
Oslo 3

Rapportnummer: 0-8000214
Undernummer:
Løpenummer: 1577
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Overvåkingsundersøkelser i Tyrifjorden og Steinsfjorden 1982 Overvåkingsrapport 116/83	Dato: 15/12-83
Forfatter(e): Dag Berge	Prosjektnummer: 0-8000214
	Faggruppe: Hydroøkologisk div.
	Geografisk område: Buskerud, SØ-Norge
	Antall sider (inkl. bilag): 47

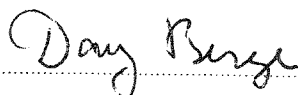
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Målsetning: Undersøkelsene har først og fremst tatt sikte på å beskrive tilstand og utvikling m.h.t. eutrofiering i de to innsjøer.
Utført : I innsjøene er det gjort studier av vannkjemi og planteplankton, samt noe bakteriologi. Den største tilførselselva, Storelva, er undersøket for næringssalter og tarmbakterier.
Resultater: I Tyrifjorden og Storelva har det vært bedring å spore i 1982. Høyst trolig er dette resultater av iverksatte rensetiltak. Både konsentrasjonen av fosfor og planteplankton var lavere enn ved tidligere undersøkelser etter 1970. I Steinsfjorden har utviklingen gått i den andre retningen i det det i 1982 var mer alger enn det som er registrert tidligere. Dette skyldes trolig fosforfrigjøring fra råtnende vasspestbestander.

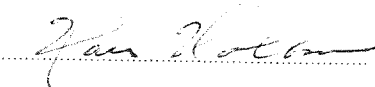
4 emneord, norske: Statlig program
1 Overvåkingsrapport 116/83
2 Tyrifjorden og Steinsfjorden
3 SØ-Norge
4 Eutrofiering
Undersøkelser 1982

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Lake Tyrifjord and L. Steinsfjord
3. SE-Norway
4. Eutrophication

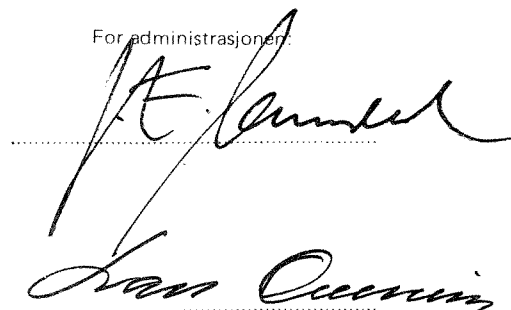
Prosjektleder:



Divisjonssjef:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-0728-7

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

oslo

OVERVÅKINGSUNDERSØKELSER I TYRIFJORDEN OG STEINSFJORDEN

1982

Statlig program for forurensningsovervåking

Brekke 15/12-83.

Saksbehandler: Dag Berge

Medarbeidere : Stein Johansen
(UiO)

May Rostad Sæther
(Fylkesm. Buskerud)
Pål Brettum

For administrasjonen: J. E. Samdal
Lars N. Overrein

FORORD

Den foreliggende rapport omhandler resultatene fra overvåkingsundersøkelsene i Tyrifjorden og Steinsfjorden 1982. Undersøkelsen inngår i Statlig program for forurensningsovervåking, et landsomfattende program som administreres av Statens forurensningstilsyn.

Undersøkelsene er koordinert med vasspestundersøkelsene i Steinsfjorden, og overvåkingsresultatene inngår som en nødvendig del for å vurdere vasspestens effekt på økosystemet.

Undersøkelsen er ledet av cand. real. Dag Berge (NIVA) som også har skrevet rapporten, og sammen med avd. ing. May Rostad Sæther (Fylkesmannen i Buskerud, miljøvernadv.) og cand. mag. Stein Johansen (UiO) stått ansvarlig for feltarbeidet.

De kjemiske analysene er hovedsakelig utført ved Fylkesmannen i Buskerud, Analyselaboratoriet, de bakteriologiske analysene er utført hos byveterinæren i Drammen, mens de biologiske analysene er utført ved NIVA. Analysene av planteplanktonet er utført av cand. real. Pål Brettum (NIVA).

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

<u>Seksjon</u>	<u>Side</u>
1. KONKLUSJONER.	1
2. INNLEDNING	3
2.1 Områdebeskrivelse	3
2.1.1 Vassdraget fra kilde til utløp.	3
2.1.2 Geologi i nedbørfeltet	5
2.1.3 Klimatiske forhold.	6
2.1.4 Befolkning.	6
2.1.5 Morfometriske og hydrologiske trekk ved Tyrifjorden	6
2.2 Vannbruk og forurensninger	9
2.2.1 Reguleringer.	9
2.2.2 Rekreasjon og fiske.	10
2.2.3 Drikkevann.	11
2.2.4 Forurensninger.	11
2.3 Andre undersøkelser fra området.	12
2.4 Målsetting og overvåkingsprogram.	13
2.4.1 Målsetting.	13
2.4.2 Overvåkingsprogram.	13
3. RESULTATER OG DISKUSJON	15
3.1 Nedbørforhold.	15
3.2 Storelva.	16
3.2.1 Vannføring.	16
3.2.2 Vannkjemi - Næringssalter - Klorofyll.	16
3.2.3 Bakteriologi.	18
3.3 Tyrifjorden.	18
3.3.1 Siktedyp og vannkjemi.	18
3.3.2 Planteplankton.	20
3.3.3 Bakteriologi.	20
3.4 Steinsfjorden	21
3.4.1 Temperatur.	21
3.4.2 Siktedyp	22
3.4.3 pH.	24
3.4.4 Oksygen.	24
3.4.5 Næringssalter.	26
3.4.6 Planteplankton i Steinsfjorden.	27
3.4.6.1 Klorofyll a	27
3.4.6.2 Volum og sammensetning.	29
3.4.6.3 Planteplanktonets primærproduksjon.	30
3.4.7 Vasspestsituasjon og undersøkelser omkring denne.	32
4. LITTERATURREFERANSER	36
5. VEDLEGG (Primærdata)	37

1. KONKLUSJONER.

1. Storelva. Storelva er sterkt bakteriologisk forurenset og tilfredsstillende ikke helsemyndighetenes krav hverken til ubehandlet drikkevann eller badevann. Den senere tids sanering av kloakkutslipp synes å ha hatt liten effekt med hensyn til reduksjon av elvevannets bakterieinnhold.

Med hensyn til fosfortransport synes det å ha vært en viss bedring, da verdiene fra 1982 var lavere enn for samtlige av årene i Tyrifjordundersøkelsen (1978-81). En bedring på dette området er forventet da ca 3000 pe. fra Hønefossområdet er tilkopledd Monserud kloakkrensning i denne perioden. Den observerte fosforkonsentrasjonen i 1982 gir imidlertid et for positivt inntrykk av bedringen, noe som hovedsakelig skyldes den lave vannføringen dette året.

2. Tyrifjorden. Det var mindre alger i Tyrifjorden i 1982 enn på mange år, og det kan se ut som om saneringstiltakene i nærområdene har begynt å gi effekter. Fosforkonsentrasjonene var også lavere.

De bakteriologiske forholdene på 50 m dyp sentralt i Holsfjorden var gode. Det er ikke mulig å si noe om utviklingen over tid pga. for lite materiale.

3. Steinsfjorden. Vasspesten syntes å ha nådd et foreløpig biomassemaksimum midtsommers 1982. Vel 3,6 km² (= 26%) av bunnarealet hadde vasspest. Kun en liten del av strendene er nå fri for vasspest. På ettersommeren tok de eldste bestander til å løsne og råtne. Dette førte til en økning av næringsstoffs-konsentrasjonene og planteplanktonproduksjonen, og man hadde på sensommeren store mengder blågrønnalger, først og fremst Anabaena flos-aqua.

Planktonisk primærproduksjon (mai-15.des) var i 1982 på hele 115gC/m²år. Dette er klart innenfor det eutrofe området. Det ser ut som om vasspestens helsetilstand (alder) er avgjørende for om den virker eutrofierende eller oligotrofierende på selve vannmassen i Steinsfjorden. Stort innslag av gamle bestander (dels råtnende materiale) fører til frigivelse av fosfor til vannet og planktonproduksjonen øker. Unge rasktvoksende bestander, derimot, ser ut til å konkurrere med planteplanktonet om næring, og i år med stort innslag av slike bestander ser det ut til å bli lite alger.

Før vasspesten innstiller seg på et "steady state" nivå, vil Steinsfjordens vannkvalitet være svært ustabil. Når steady state nivået er nådd, vil trolig innsjøens produktivitetsnivå bli noe høyere enn i dag pga. at tidligere sedimentbundet fosfor mobiliseres ved rotopptak i vasspesten og senere frigivelse til vannet når vasspesten råtner. Det er foreløpig uklart om vasspesten i Steinsfjorden vil gå nevneverdig tilbake av seg selv, eller om høsting må startes i stor målestokk. Foreløpig synes det mer aktuelt å høste deler av bestander

for å få en pekepinn på effekten av en storskalahøsting.

2. INNLEDNING

2.1 Områdebeskrivelse

2.1.1 Vassdraget fra kilde til utløp.

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 Tyn. I øst grenser nedbørfeltet mot Mjøsas nedbørfelt og i vest ligger Hallingdal som drenerer til Krøderen. Skisse over nedbørfeltet er gitt i figur 1.

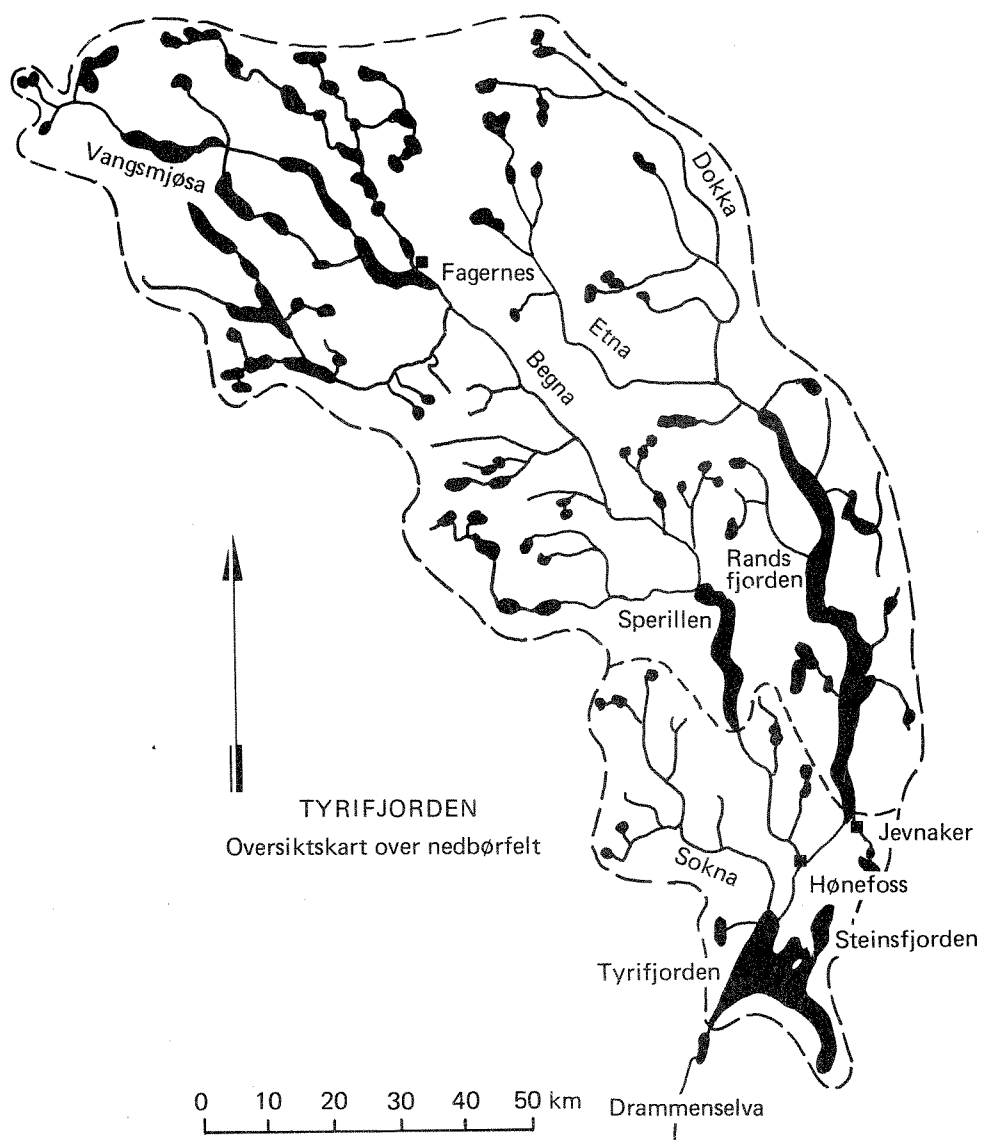


Fig.1 Skisse over Tyrifjordens nedbørfelt.

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 Adalselva. I det andre dalføret renner Etna og Dokka sammen ved innløpet Randsfjorden. Nedenfor Randsfjorden kalles vassdraget Randselva. Disse to vassdragene møtes i Hønefoss sentrum og elva kalles Storelva herfra og ned til Tyrifjorden. Ved samløpet har Begnavassdraget et nedbørfelt på 4875 km², mens Randselva her har et nedbørfelt på 3717 km². Disse to vassdragene utgjør nærmere 90% av Tyrifjordens nedbørfelt, som totalt er på 9808 km².

Storelva renner ut i Tyrifjordens nordvestre del, Nordfjorden. Her renner også den langt mindre Sokna ut med nedbørfelt på 624 km². 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 også i perioder kan strømme vann inn i Steinsfjorden fra Tyrifjorden. Steinsfjordens nedbørfelt er på 64 km². Skisse over nedbørfeltet er gitt i figur 2.

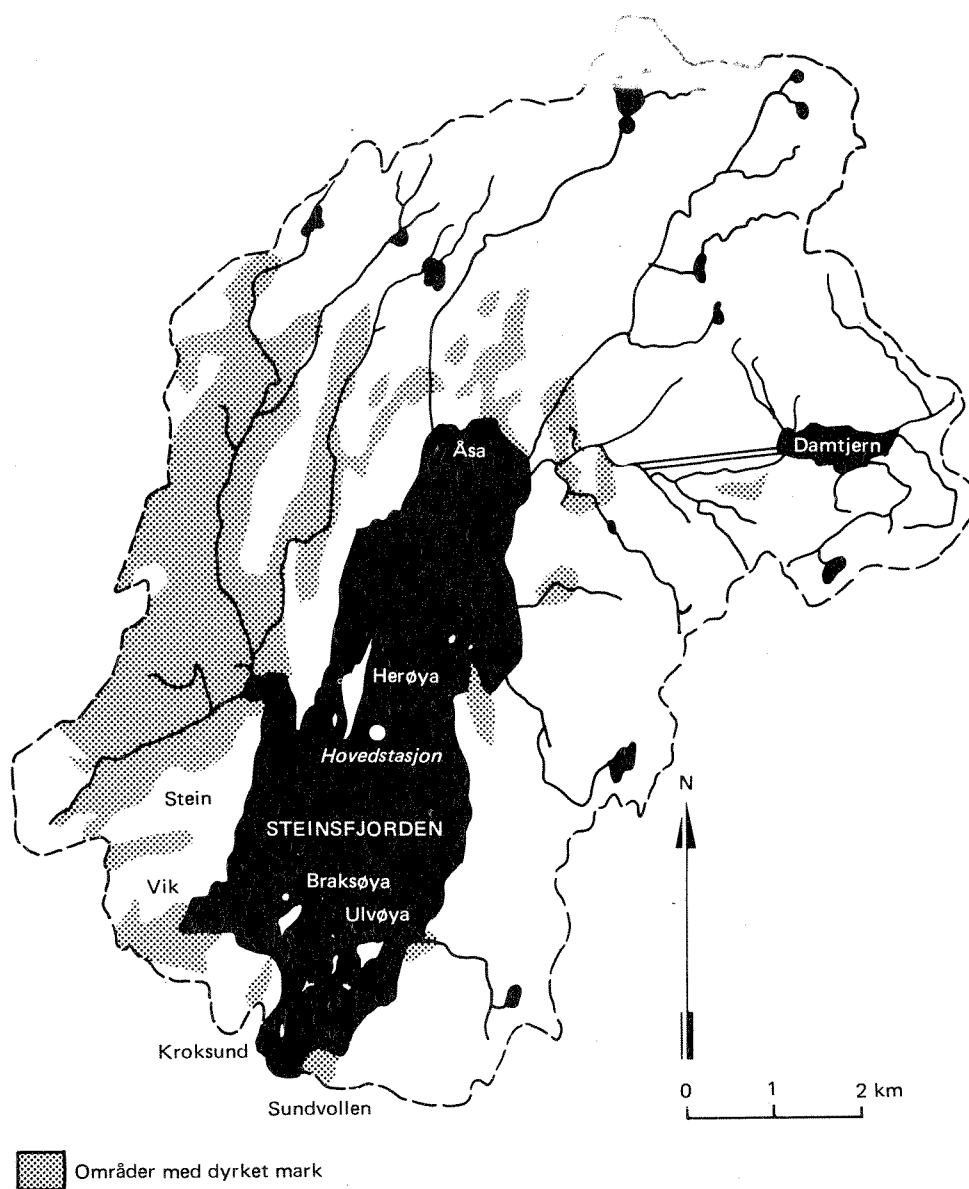


Fig.2 Skisse over Steinsfjordens nedbørfelt, etter Abrahamsen (1981).

2.1.2 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 nordvestsiden 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. Viktigst 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 glasi - fluvialt 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 bergarter dekket av sandstein avsatt i ferskvann. Disse bergartene strekker seg opp til lavabergartene som dekker toppen av åsene i øst.

2.1.3 Klimatiske forhold.

Tyrifjorden ligger 63m 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 400mm pr. år. På østsiden av Tyrifjorden er middelnedbøren omlag 600mm 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.

2.1.4 Befolkning.

Totalt bor det ca 80-90000 mennesker i Tyrifjordens nedbørfelt. I området nedenfor Sperillen og Randsfjorden bor det omlag 32000 mennesker, vel halvparten av disse bor i Hønefoss og omland. I Steinsfjordens lokalfelt bor det ca. 2000 personer. De fleste tettsteder er tilkoplede 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 langs innsjøene.

2.1.5 Morfometriske og hydrologiske trekk ved Tyrifjorden og Steinsfjorden.;

Tyrifjorden og Steinsfjorden utgjør tilsammen en sammenhengende vannflate på 135 km², eksklusiv øyer. Tyrifjorden alene utgjør 121 km² og Steinsfjorden ca. 14 km².

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 Tyrstrand 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 (285-295m). Dybdekart over Tyrifjorden er gitt i figur 3.

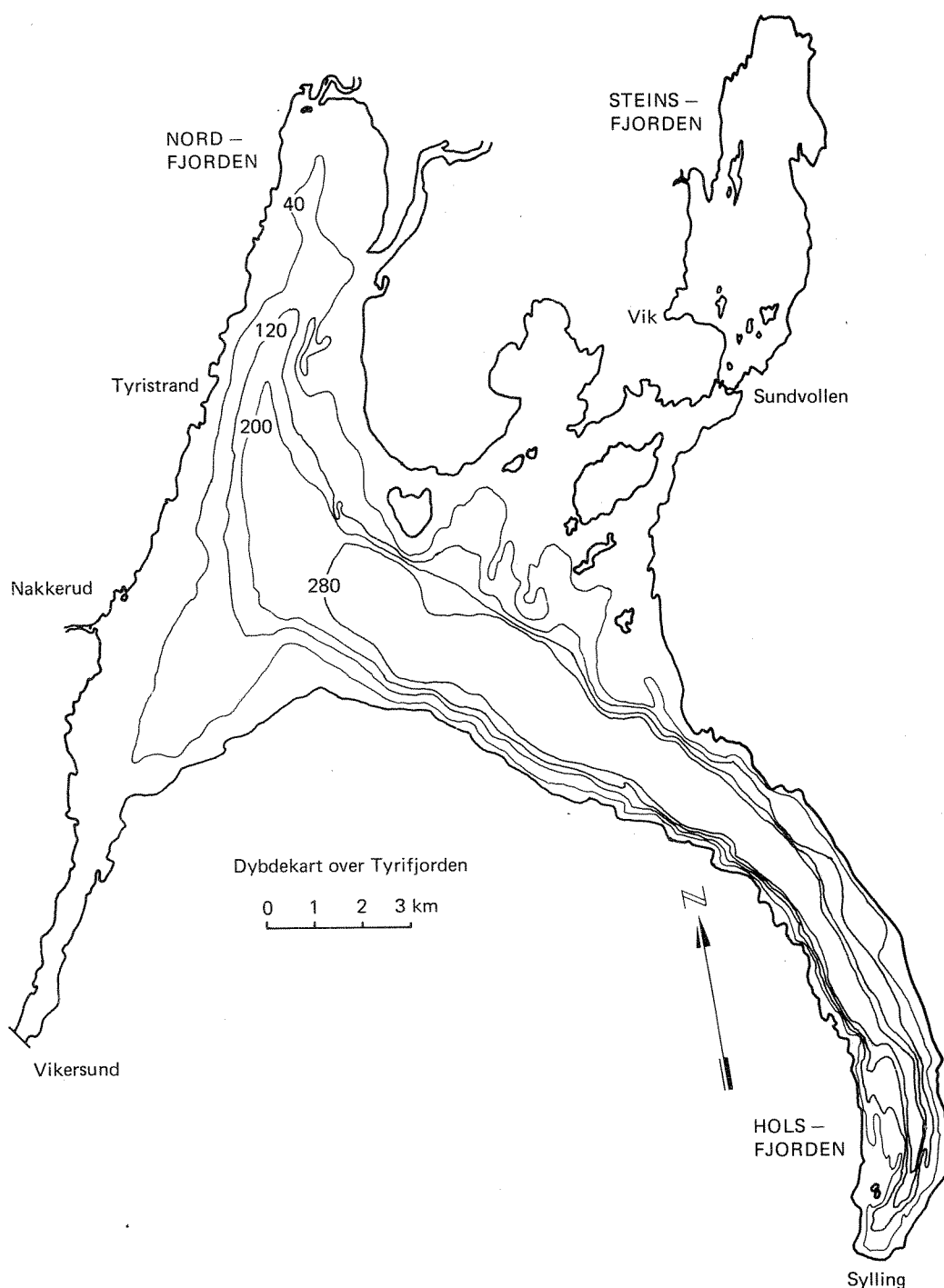


Fig.3 Dybdekart over Tyrifjorden, etter NVE (hydrologisk avd.) 1977.

Steinsfjorden er en relativt grunn innsjø med maksimaldyp på ca. 24m, og middeldyp på omlag 10m. En dypprenne på 15-20m dyp 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. 2,5m dypt. Dybdekart over Steinsfjorden er gitt i fig. 4.

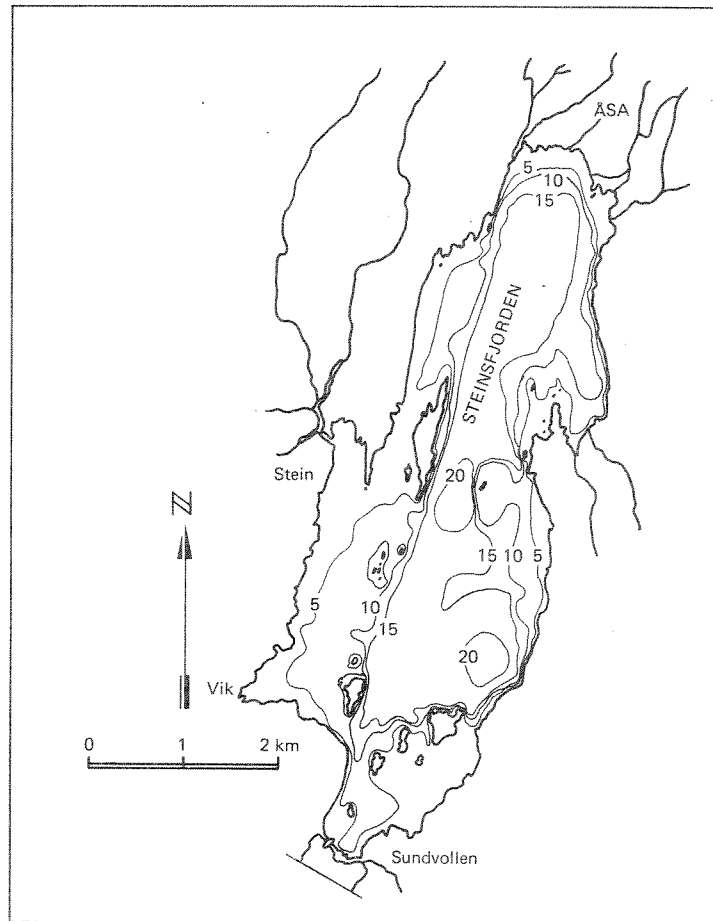


Fig.4 Dybdekart over Steinsfjorden, etter NVE (Hydrologisk avd.) 1977.

Tyrifjordens volum er $13830 \times 10^6 \text{ m}^3$ 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 opp 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 $147 \times 10^6 \text{ m}^3$. Den teoretiske oppholdstiden blir etter dette 4,6 år. Den reelle oppholdstiden er nok noe mindre da det periodevis skjer vannutskiftninger med Tyrifjorden.

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

Tab. 1 Morfometriske og hydrologiske data fra Tyrifjorden og Steinsfjorden.

		Tyrifjorden	Steinsfjorden
Høyde over havet	m	63	63
Areal nedbørfelt	km ²	9808	63,7
Areal innsjøoverflate (uten øyer)	km ²	121,3	13,9
Areal øyer	km ²	2,74	0,52
Største lengde	km	30 ¹⁾	7,9
Største bredde	km	11 ²⁾	2,6
Største dyp	m	295	22
Midlere dyp	m	114	10,2
Vannstandsvariasjoner	m	1-2	1-2
Volum	m ³	13830·10 ⁶	142·10 ⁶
Midlere avløp	m ³ /s	170	1
Årlig avløp	m ³	5000·10 ⁶	31,5·10 ⁶
Teoretisk oppholdstid (vannutskiftning)	år	2,7	4,6

1) Sylling - Soknas munning

2) Nakkerud - Utvik

2.2 Vannbruk og forurensninger

2.2.1 Reguleringer.

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

I Begna 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 her som reguleringsmagasin og er regulert med ca 3 m.

Randselvregruleringene reduserer gyte- og oppvekstområdene for Tyrifjordørreten. Dette tapet søkes erstattet med stamfiske og utsetninger. Reguleringene har liten forurensningsmessig betydning.

Tab. 2 Oversikt over reguleringer i Begna (nedstr. Sperillen) og i Randselva.

Kraftverk		Fallhøyde	Gjennomsnittlig årsproduksjon
Begna	Hensfossen kraftstasjon	24 m	110 GWh
	Bægna "	8 m	36 GWh
	Hoffsfoss "	26 m	150 GWh
	Hønefoss "	21 m	120 GWh
Randselva	Bergerfoss "	6,4 m	10 GWh
	Kistefoss "	11 m	30 GWh
	Askerudfoss "	20,7 m	70 GWh
	Viulfoss "	17,3 m	60 GWh

Selve Tyrifjorden er regulert ca 1m med dam ved Vikersund. Denne moderate regulering synes å ha liten økologisk og forurensningsmessig betydning.

2.2.2 Rekreasjon og fiske.

Tyrifjorden og Steinsfjorden er viktige lokaliteter mht. rekreasjon. I det lokale nedbørfelt 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 sommer månedene florerer badeliv og båtsport.

Fritidsfiske har også stor betydning. Steinsfjorden er desidert Norges rikeste krepselokalitet. Fisket etter kreps er fritt for alle, og i den korte krepsesesongen (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 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(krepsagn).

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

Tyrifjorden har en stor sikbestand, som imidlertid utnyttes dårlig, særlig den pelagiske bestanden. Flytegarfniske foregår ikke i Tyrifjorden, og siken beskattes bare ved bunnгарnfiske og noe under gytevandring i Sokna. Det fiskes ca 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 fanges også sporadisk eksemplarer av dypvannsrøye (kolmunn) i Tyrifjorden.

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

2.2.3 Drikkevann.

Det er flere vannverk som nytter Tyrifjorden som råvannskilde. Hittil har dette dreid seg om vannforsyning til lokalbefolkningen. Nå arbeides det imidlertid med et stort drikkevannsuttak fra Holsfjorden (ved Toverud) som i første rekke skal forsyne Asker og Bærum. 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.

2.2.4 Forurensninger.

Tyrifjorden mottar forurensninger både fra industri, jordbruk og kommunal kloakk. De mest bekymringsskapende forurensningseffekter er eutrofiering, kvikksølvforurensning av fisk, samt høyt bakterieinnhold i vannet. En stor del av utslippene er nå reduserte ved at alle tettsteder er tilkoplede kommunale kloakkrensaneanlegg, samt at bruk av kvikksølv i treforedlingsindustrien og jordbruk er stanset. Hønefossområdet er den største forurensningskilde. F.eks. kan det nevnes at ca 90% av fosforutslippene til Tyrifjorden kommer via Storelva, og ca. 20 - 30 tonn P/år tilføres elva på strekningen forbi Hønefoss. Totalt tilføres Tyrifjorden ca. 70 tonn P/år (total fosfor). Tar man hensyn til dagens iverksatte renseanordninger, er forforbidraget fra menneskelig aktivitet i områdene nedenfor Sperillen og Randsfjorden beregnet som det fremgår av tabell 3.

Tabell 3. Fosfor som er beregnet å nå Tyrifjorden fra forurensning fra menneskelig aktivitet i områdene nedenfor Sperillen og Randsfjorden.

Sanitæravløp	18800 kgP/år
Jordbruk	7600 kgP/år
Fiskebruk	500 kgP/år
Industri	5000 kgP/år
<u>Tilsammen</u>	<u>31900 kgP/år</u>

Etter dette skulle den naturlige bakgrunnsbelastningen på Tyrifjorden være ca. 40 tonn P/år. Beregningene over hvor mye av de produserte forurensningene som når fjorden, er imidlertid usikre.

Industrien tilfører også fjorden betydelige mengder organisk materiale, vesentlig i form av trefibre. Fra de 4 største treforedlingsbedrifter er dette beregnet å utgjøre 123000 p.e. pr. år.

I tillegg til anrikning av kvikksølv i sediment og i fiskekjøtt, har man også registrert en svak anrikning av kadmium i sediment og anrikning av organiske mikroforurensninger i fiskekjøtt (stor ørret).

Det bør bemerkes at kvikksølvinnholdet i fiskekjøtt har gått betydelig ned etter at utslippene stanset opp i 1970.

2.3 Andre undersøkelser fra området.

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

De arbeider som er brukt i denne rapport 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 i 1970 og 71 (Langeland 1972, 1974). Langeland (1974) foretok en vurdering av planktonsamfunnenes utvikling fra 1930 og fram til 1971 på bakgrunn av alt tilgjengelig materiale. Rognerud (1975) gjorde et grundig studium av planteplanktonet og dets produksjon, samt vannkjemi i Tyrifjorden i årene 1972-73. I samme tidsrom 1972-73 foretok Skogheim (1975) en tilsvarende grundig undersøkelse av Steinsfjorden. Her ble også sedimentene undersøkt. Hindar (1981) foretok en grundig undersøkelse av planteplankton og vannkjemi og sedimentasjon i Steinsfjorden 1978 og -79. Fra 1978 - 81 har det blitt utført en rekke undersøkelser både i Tyrifjorden og Steinsfjorden i forbindelse med Tyrifjordundersøkelsen. Hittil har det utkommet 28 rapporter fra Tyrifjordutvalget og flere er under utarbeidelse. Blant annet gjelder dette en sammenfattende sluttrapport som er ventet ved årskiftet. Totalt er det utkommet 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.

I tillegg gjøres det nå flere undersøkelser i Steinsfjorden vedr. vasspestproblematikk. Dette blir behandlet lenger bak i kapittel 3.4.7.

2.4 Målsetting og overvåkingsprogram.

2.4.1 Målsetting.

Målsettingen er først og fremst å holde utviklingen av vannkvaliteten i Tyrifjorden under oppsikt, slik at man i tide kan sette i verk nødvendige tiltak for å stanse en eventuell uheldig utvikling. I tillegg vil materialet gi informasjon om effekten av allerede iverksatte rensertiltak og av tiltak som er under gjennomføring.

I Steinsfjorden vil resultatene også bli brukt for å studere vasspestens innvirkning på planktonvekst og fosfordynamikk i de fri vannmasser.

2.4.2 Overvåkingsprogram.

Programmet omfatter 3 stasjoner, en sentralt i Tyrifjorden og en sentralt i Steinsfjorden, og en i nedre del av Storelva, se figur 5.

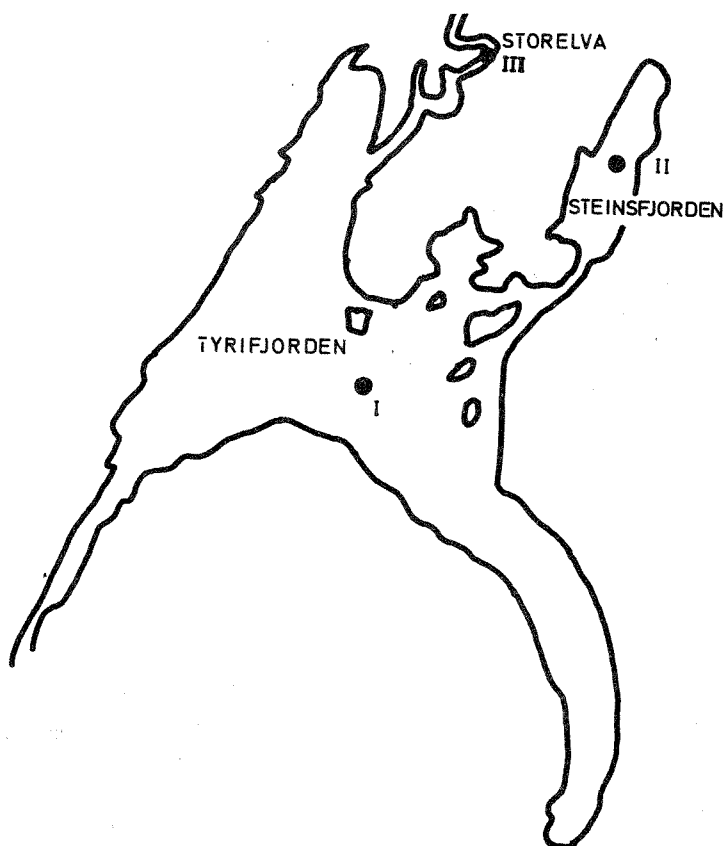


Fig.5 Stasjoner som inngår i overvåkingsprogrammet.

I Tyrifjorden gjøres fysisk/kjemiske studier og planteplanktonstudier i overflatelagene, samt bakteriologiske undersøkelser på 50m dyp. I Storelva analyseres vannprøvene på næringssalter og bakterier. I

Tyrifjorden tas det månedlige prøver i sommerhalvåret, mens det i Storelva tas månedlige prøver hele året.

I Steinsfjorden kjøres et noe mer omfattende program grunnet problemene med vasspesttilgroingen. Det tas prøver hver 14. dag i sommerhalvåret, samt at det gjøres observasjoner under is ved slutten av vinterstagnasjonen (siste halvdel av mars). Det tas kjemiprøver gjennom hele vannsøylen, mens det gjøres et grundig studium av planteplanktonet og dets produksjon i overflatelagene (0-12m).

3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Nedbørforhold.

Endrede værforhold kan ha betydning for å vurdere år til år variasjoner i en del parametre som vanligvis inngår i vannundersøkelser. Ulike innsjøer reagerer på forskjellige måter. I en innsjø med mye direkte kloakkutslipp, som feks. Mjøsa før Mjøsaksjonen, vil mye av fortynningsvannet utebli i en tørr sommer og algeveksten vil øke som følge av de 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 frem til vassdraget.

Tyrifjorden og Steinsfjorden burde med de saneringstiltak som er gjennomførte, høre til den siste kategorien. Det bør bemerkes at man i løpet av de fire årene Tyrifjordundersøkelsen har pågått, ikke har greidd å påvise noen tydelige utslag i planktonproduksjonen som kan være forårsaket av endrede værforhold fra år til år. Dette er bl.a. forhold som kan belyses gjennom langsiktige undersøkelser som det gis mulighet for i Statlig program for forurensningsovervåking.

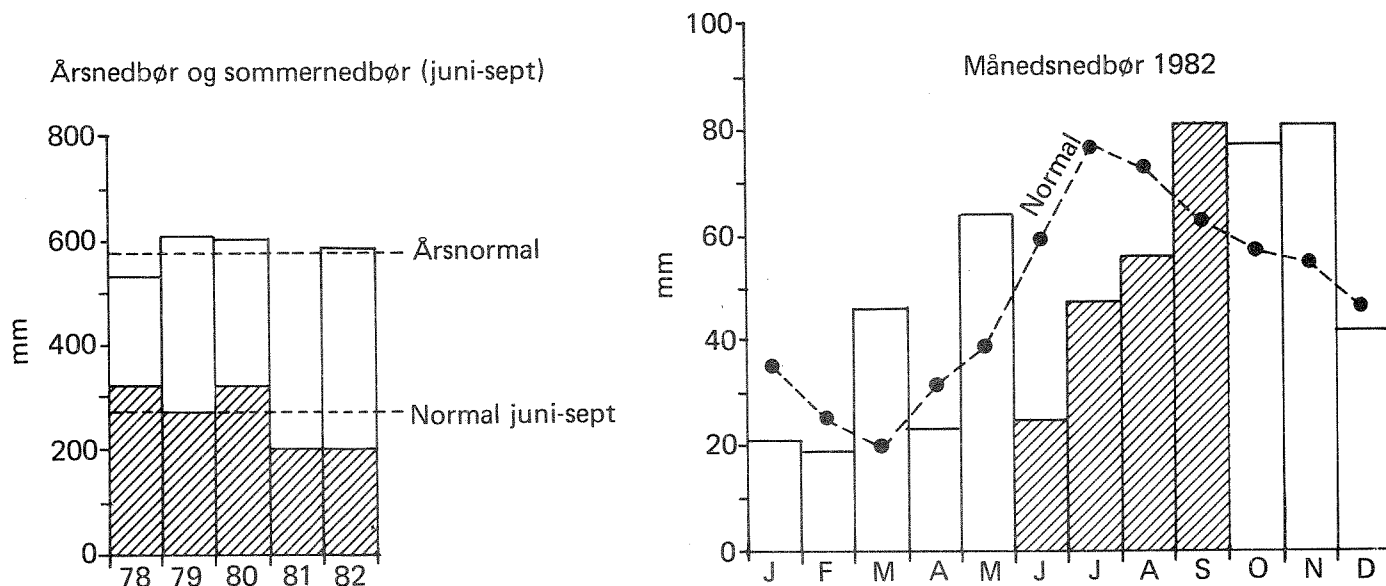


Fig.6 Nedbørdata fra Ask meteorologiske målestasjon, Tyrifjordens østside.

I fig.6 er det fremstilt nedbørdata fra Ask målestasjon på østsiden av Nordfjorden. Årsnormalen ligger her på ca 600mm og det meste av nedbøren kommer som regn i perioden mai-november. Betrakter vi perioden juni-september, som er den mest intensive vekstperioden for planteplanktonet, ser vi at 1982, og forsåvidt 1981, har noe lavere nedbør enn normalen. Spesielt mye nedbør var det høsten 1982. På årsbasis var 1981 et normalår.

3.2 Storelva.

3.2.1 Vannføring.

Da det ikke finnes noen målestasjon for vannføring i Storelva, har vi her summert vannføringene i Randselva (Kistefoss) og Begna (Killingsstryken). Randselva og Begna renner som kjent sammen i Hønefoss og danner Storelva. Egentlig burde det legges til et lite tillegg for restfeltet, men da dette blir under 5%, har vi ikke brydd oss om det her. Månedlige middelvannføringer i Storelva er gitt i fig. 7, mens resultatene fra Begna og Randselva er gitt i tabell bak i vedlegget.

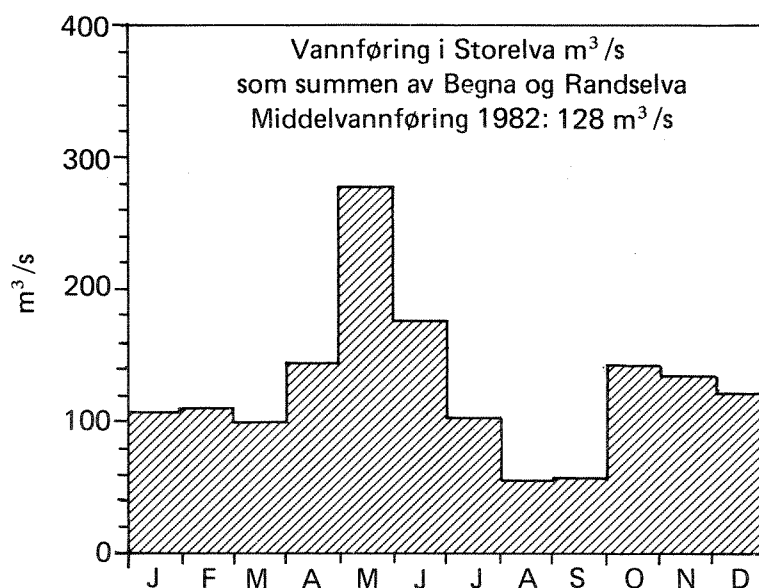


Fig.7 Vannføring i Storelva, månedsmidler m³/s, målt som summen av Begna og Randselva.

Middelvannføringen i Storelva i 1982 var 128 m³/sek, noe mindre enn 4-årsmiddelet fra Tyrifjordundersøkelsen, 136 m³/sek. Det storstilte vannføringsmønsteret er noenlunde som normalt med en markert flom i mai/juni og en mindre flom i høstmånedene. Det var ingen sommerflom av betydning i 1982. Hyppigheten av flommer har stor betydning for transport av forurensninger til Tyrifjorden, særlig fra diffuse kilder. Disse har sammenheng med erosjon og overflateavrenning. Den lave vannføringen og de få flommene i 1982, gjør at man kan forvente mindre transport av feks. fosfor dette år enn det som ble funnet under Tyrifjordundersøkelsen.

3.2.2 Vannkjemi - Næringssalter - Klorofyll.

Resultatene er ført opp i fig.8 og i tabell P5 bak i vedlegget. Med unntak av fosfor er det sparsomt med materiale man har fra tidligere.

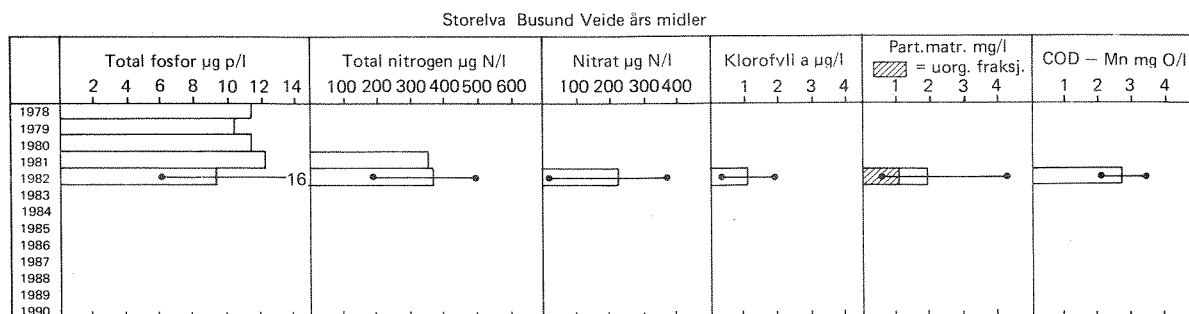


Fig.8 Veide årsmidler fra Storelva (næringssalter og klorofyll). Verdiene fra 1978-81 er fra Rognerud (1982).

Det kan se ut som om konsentrasjonen av total fosfor har gått noe ned fra nivået under Tyrifjordundersøkelsen. Dette gir seg utslag både mht. middelkonsentrasjonen, maks. og min. konsentrasjonen. Helt uventet er ikke dette, da det har vært arbeidet intenst med å få knyttet bebyggelsen i Hønefossområdet inn på Monserud kloakkrensaneanlegg. I følge opplysninger fra Ringerike kommune var det ved midten av Tyrifjordundersøkelsesperioden tilknyttet ca 8000 pe., mens det ved utgangen av 1982 var tilknyttet ca 12000 pe. Teoretisk skal dette redusere tilførslene til elva med 3-4000 kgP/år. Det er imidlertid en del momenter som gjør at det foreløpig er vanskelig å trekke for mye ut av den observerte nedgang i fosforkonsentrasjonen:

1. Vannføringen har vært mindre i 1982 enn i perioden 1978-81.
2. Hyppigheten av flommer har vært mindre.
3. Månedlig prøvetaking, som er benyttet i overvåkingen, er for sjelden for å få gode data for fosfortransport. I Tyrifjordundersøkelsen ble det ofte tatt ukentlige prøver.

I den erosjonspåvirkede Storelva vil antall observasjoner fra flomperioder virke sterkt inn på resultatene, og man trenger derfor lengere observasjonsserier for å avgjøre om nedgangen er reell eller er et utslag av tilfeldigheter. Det ser dessuten ut til at mengden i Tyrifjorden har vært noe lavere i 1982, særlig vurdert ut fra klorofyll a. Dette tyder på at tilførslene av fosfor var mindre i 1982 enn i årene før.

Det er helt klart at den reelle konsentrasjon av fosfor i Storelva har avtatt noe, men neppe så mye som våre observasjoner fra 1982 gir uttrykk for.

Nitrogenkonsentrasjonene er det foreløpig lite kommentarer som kan knyttes til. De ligger klart over konsentrasjonene i upåvirkede vassdrag, men er ikke så høye at de skaper noe grunnlag til bekymring i forurensningssammenheng.

Klorofyll a konsentrasjonen er det også foreløpig liten grunn til å kommentere. Dette er ikke noen klassisk elveparameter, men er tatt med pga. at Storelva er så sakteflytende at den i perioder kan ha en viss planktonproduksjon. Endringer over tid kan derfor si noe om tilgjengeligheten av fosforet som tilføres Storelva.

Partikulært materiale har også inngått i Tyrifjordundersøkelsen. Materialet er ikke bearbeidet fullt ut enda (S. Rognerud, pers. medd.), men det er helt klart at det har skjedd en betydelig reduksjon av fiberutslippene fra treforedlingsindustrien. Den største bedringen kom her med et renseanlegg som Follum fabrikker satte i drift i 1978. Elvevannet inneholder imidlertid fortsatt en god del fiber.

Kjemisk oksygenforbruk er heller ikke bemerkelsesverdig høyt. En må regne med at dette også ble redusert betydelig i forbindelse med reduksjonen av fiberutslippene. Det finnes imidlertid sparsomt med data på dette fra tidligere.

3.2.3 Bakteriologi.

Om det med hensyn til næringssalter og fiber ikke lenger kan sies at elva er massivt forurenset, så gjelder ikke dette innhold av tarmbakterier (koliforme bakterier). På dette felt karakteriseres elven som sterkt forurenset, se fig.9 og tabell P3. Dette kommer av at renseanleggene i området har liten effekt på fjerning av bakterier.

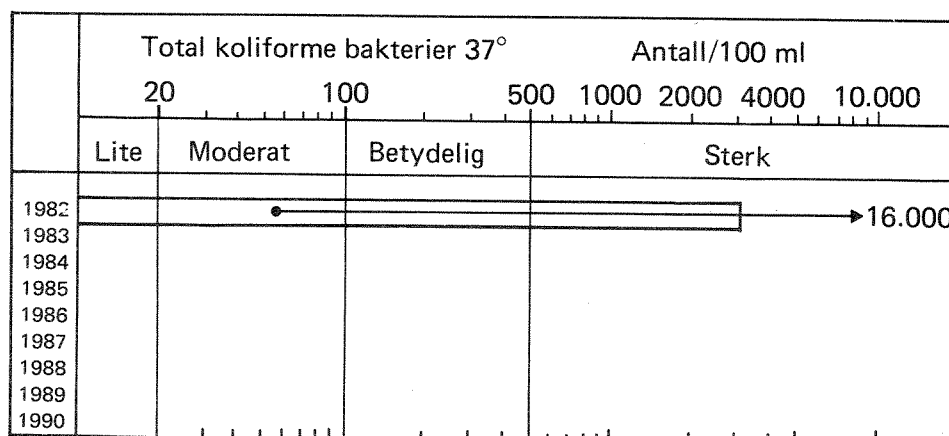


Fig.9 Veide årsmiddelkonsentrasjon av tarmbakterier i Storelva (Koli 37 C).

Bakterieforurensningen fra Storelva medfører at hele den vestre del av Tyrifjorden er kraftig bakteriologisk forurenset. Det er lite med data fra tidligere fra selve Storelva, men tidligere undersøkelser i Tyrifjorden har alle konkludert med at Storelva er den dominerende kilde til bakteriologisk forurensning av fjorden.

3.3 Tyrifjorden.

3.3.1 Siktedyp og vannkjemi.

Resultatene er gitt i fig.10 og i tabell P6 bak i vedlegget. I Tyrifjorden er siktedypet vesentlig bestemt av partikkelinnholdet i vannet. Da algene utgjør en stor del av det partikulære materialet, vil siktedypet gi et inntrykk av innsjøens produktivitet. Det er

imidlertid en subjektiv parameter, og bestemmes som det dyp der en hvit skive som senkes ned i vannet blir usynlig fra overflaten. Den lavere verdien man har fra 1982 er trolig et utslag av subjektivitet, da det rimer dårlig med at det var mindre alger dette år. Prøvene i 1982 er tatt fra sjøfly, de tidligere data er innsamlet fra båt. For å få sjøflyet til å ligge i ro, må propellen være i gang, noe som gir en svært urolig vannoverflate. Gode siktedypsmålinger blir da vanskelig å foreta. Det er derfor ikke grunn til å legge vekt på den tilsynelatende nedgang i siktedypet.

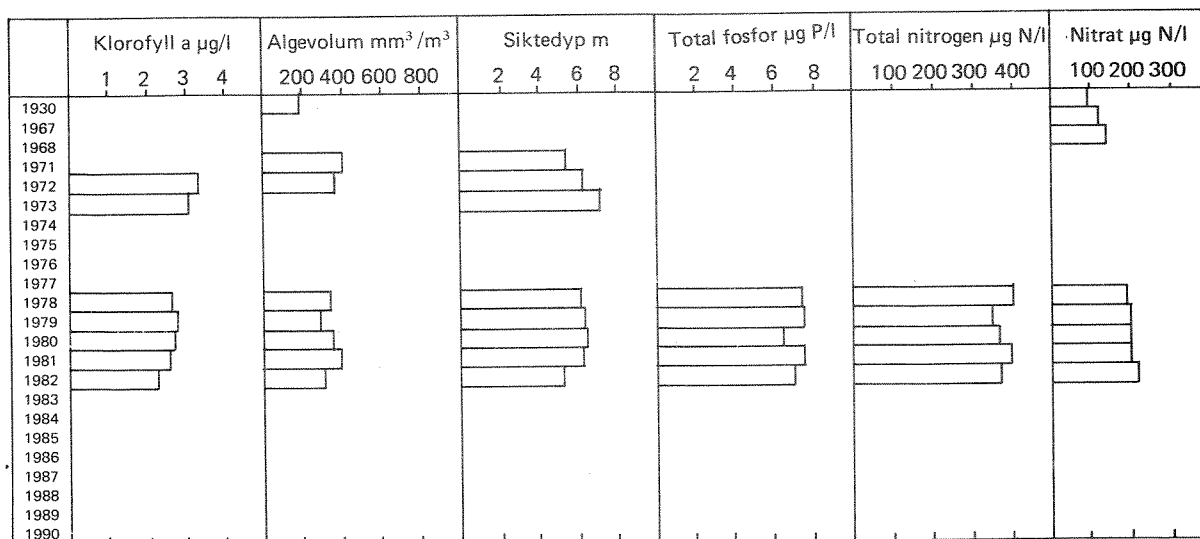


Fig.10 Veide middelverdier (juni-sept) over en del eutrofirelaterte parametre fra Tyrifjordens overflatelag (0-10m). Verdiene fra 1930 er fra Strøm (1932), 1971-verdiene fra Langeland (1972), 1972 -73 verdiene fra Rognerud (1975) og 1978-81 verdiene er fra Berge (1983).






Konsentrasjonene av total fosfor lå i 1982 så vidt over 7 µgP/l. Dette er noe lavere enn ved Tyrifjordundersøkelsen (1978-81), men den lille nedgangen kan også være et utslag av tilfeldigheter, da prøvetakingshyppigheten i 1982 var mye lavere enn i foregående undersøkelsesperiode. Imidlertid har fosfortransporten i Storelva også vist en nedgang i 1982 og det er rimelig at dette bør kunne merkes i Tyrifjorden. Algemengden i Tyrifjorden var også noe lavere i 1982, noe som også indikerer at det det bør ha vært en nedgang i fosforkonsentrasjonen i innsjøen. Fosforkonsentrasjonen i 1982 lå nær den grense som Tyrifjordutvalget foreslår som målsetting for Tyrifjorden (7µgP/l). Fosfor er klart begrensende faktor for algevekst i Tyrifjorden.

Nitrogenkonsentrasjonene er på samme nivå som under Tyrifjordundersøkelsene, ca 370µgN/l. For nitrat, hvor det også finnes eldre observasjoner, har det vært en økning. Dette har sammenheng både med økte kloakkutslipp og med økt bruk av kunstgjødsel. Fra 1978 til 1982 har konsentrasjonene vært av samme størrelsesorden. Den svakt høyere verdien i 1982 kan ha sammenheng med den lavere algemengden, og skyldes at det biologiske opptak av nitrat har vært lavere i 1982 enn tidligere. Nitrogen synes ikke å være noen begrensende faktor for algeproduksjonen i Tyrifjorden.

3.3.2 Planteplankton.

Resultatene er gitt i fig. 11, samt i tabell P7 bak i vedlegget.

TEGNFORKLARING

-  CHRYSTOPHYCEAE
(Gulalger)
-  BACILLARITOPHYCEAE
(Kiselalger)
-  CRYPTOPHYCEAE
-  DINOPHYCEAE
(Fureflagellater)
-  MY-ALGER

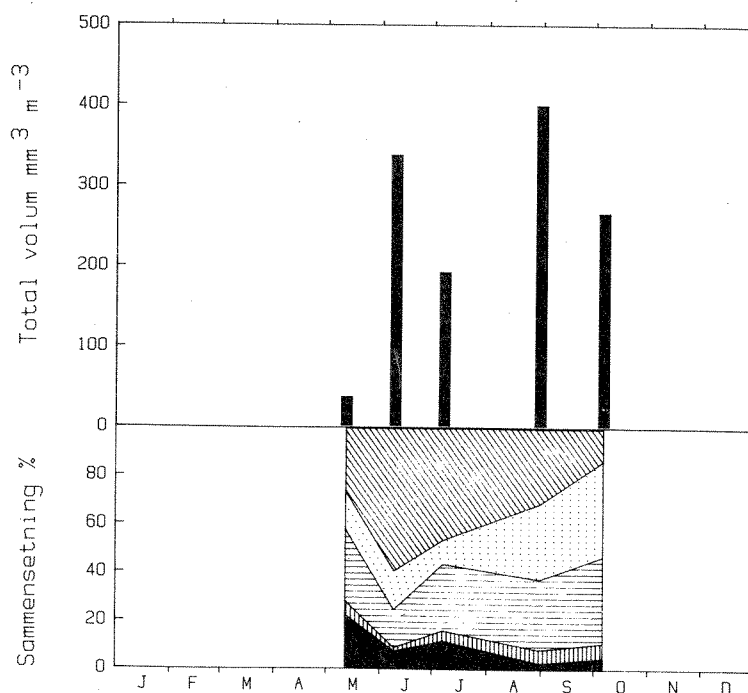


Fig.11 Totalt algevolum og prosentvis sammensetning av planteplanktonet i Tyrifjorden 1982, 0-10 m dyp.

Algemengden i Tyrifjorden i 1982 var noe lavere enn under Tyrifjordundersøkelsen (1978-81). Særlig når man vurderer klorofyll a verdiene (fig.10) får man inntrykk av at algemengden i Tyrifjorden er under reduksjon. Nivået i 1982 lå bare litt over målsetningen som Tyrifjordutvalget skisserer: 2 $\mu\text{gKla/l}$ som gjennomsnitt over produksjonssesongen. Høyeste målte algemengde i blandprøve (0-10m) var i 1982 2,9 $\mu\text{gKla/l}$ og et algevolum på 400 mm^3/m^3 . Ingen av disse maksverdiene er særlig høye. Det er høyst sannsynlig at den observerte nedgang er reell, da en har observert en nedgang i fosforkonsentrasjonen både i innsjøen selv og i den viktigste tilløpselven, Storelva.

Sammensetningen av planteplanktonet viser dominans av gruppene Chrysophyceae og Cryptophyceae, noe som er typisk for denne type innsjøer. Artsdiversiteten er stor (tabell P5), og ingen enkeltarter viste tegn til dominans, noe som vitner om økologisk likevekt i planktonsamfunnet.

3.3.3 Bakteriologi.

Denne undersøkelsen omfatter kun prøver fra 50m dyp fra Tyrifjordens sentrale deler (st.1.). Resultatene gir derfor ikke informasjon om den bakteriologiske forurensning lokalt i fjorden, og beskriver heller ikke forholdene i overflatelagene. Da forurensningstilførslene til Tyrifjorden alle munner ut i overflaten, vil overflatevannet alltid være mer forurenset enn dypvannet. 50 m representerer et dyp som er

aktuelt for fremtidige drikkevannsinntak. Resultatene fra våre prøver skulle således kunne brukes til å gi informasjon om drikkevannsforholdene i Holsfjorden og utviklingen av disse forholdene over tid.

Resultatene er gitt i tabell 4. Innholdet av tarmbakterier er lavt. Ekte tarmbakterier (44 C) er ikke påvist i prøvene i 1982. Kimtallet er imidlertid høyere enn det en finner i upåvirkede lokaliteter.

Tabell 4. Bakteriologiske analyser fra vann fra 50 m dyp i Tyrifjorden 1982.

Dato	Kimtall (20 C) ant/ml	Koli (37 C) (ant/100ml)	T. Koli (44 C) (ant/100ml)
13/5-82	7	0	0
8/7-82	27	0	0
1/9-82	560	13	0
7/10-82	190	0	0

Fra Tyrifjordundersøkelsen vet vi at de sentrale deler av Holsfjorden er de beste områder i Tyrifjorden mht. bakteriell forurensning. Hele Nordfjorden-Vikersundbassenget var til enhver tid kraftig forurenset. Det var også andre lokalt forurensete områder, som helt syd i Holsfjorden, samt i nordøst innenfor øyene mot Sundvollen.

3.4 Steinsfjorden

Overvåkingsundersøkelsene i Steinsfjorden omfatter grundige limnologiske studier på en stasjon sentralt i innsjøen. Det foregår også en del andre undersøkelser i Steinsfjorden i forbindelse med vasspestproblematikken, se kap. 3.4.6.

Dataene som samles inn i forbindelse med overvåkingen gir også verdifull informasjon om den antatte indre gjødslingen som vasspesten kan forestå. Stasjonen i Steinsfjorden er besøkt hver 14. dag i sommerhalvåret og en gang ved slutten av vinterstagnasjonen. Foruten i figurer i tekst er overvåkingsdataene fra Steinsfjorden gitt i tabell P8 og P9 bar i vedlegget.

3.4.1 Temperatur.

Fig. 12 viser dybde/tid-diagram over temperatur i Steinsfjorden 1982.

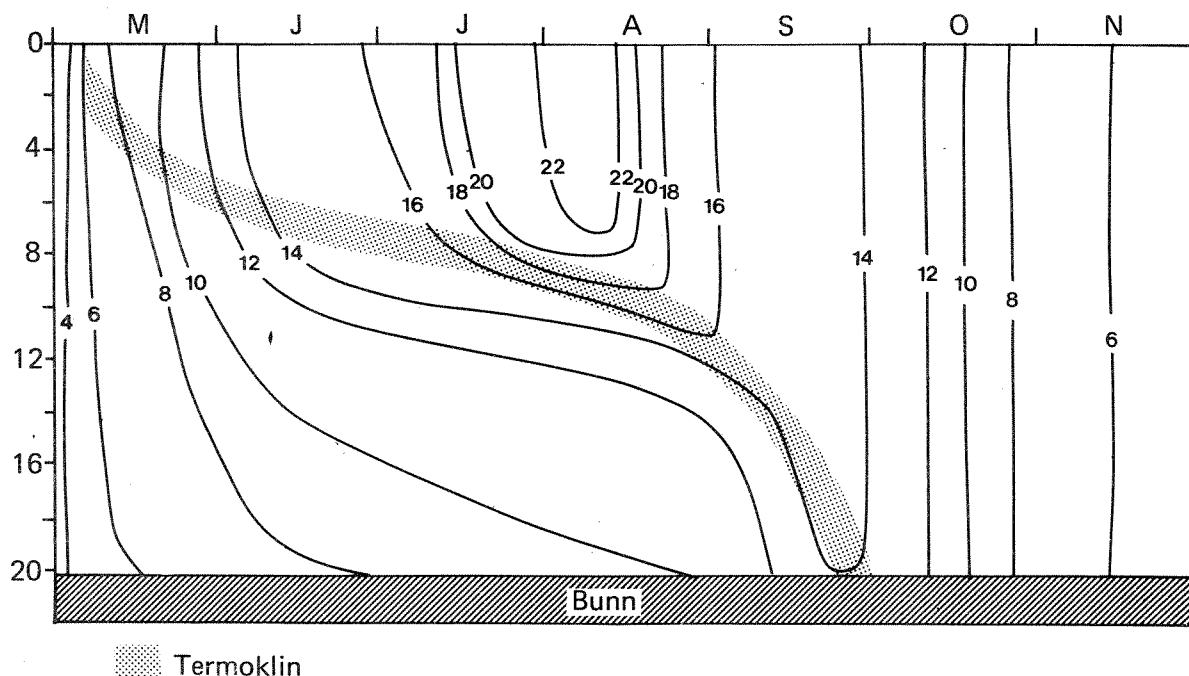


Fig.12 Dybde/tid-diagram over temperatur i Steinsfjorden 1982.

Sjiktningen inntreer i midten av mai og varer til siste halvdel av september. Gjennomsnittlig dyp for termoklinen i denne perioden er ca 8m. Verdt å merke er at temperaturen i dypvannet viser en jevn stigning utover i den sjiktede periode. Dette må komme av at det skjer en viss innblanding av vann fra epilimnion (turbulent diffusjon) til tross for den termiske sjiktning. Dette er ikke urimelig tatt i betraktning at Steinsfjorden er meget vindpåvirket, samt relativt grunn.

Høstsirkulasjonen er lang i Steinsfjorden, ofte sirkulerer innsjøen fra midten av september og frem til jul. Sammenliknet med mange andre innsjøer er det derfor gode fysiske forutsetninger for at Steinsfjorden kan tåle en del organisk belastning på sedimentet uten at det fører til anaerobt bunnvann under stagnasjonsperiodene.

3.4.2 Siktedyp

Som ved den undersøkte stasjon i Tyrifjorden er det også her i første rekke algemengden som er bestemmende for siktedypet. I perioder kan oppvirvlet bunnsлам også påvirke siktedypet i den grunne Steinsfjorden. I de fleste undersøkte år har imidlertid siktedypet variert inverst med algemengden.

Figur 13 viser siktedypsverdier fra de år vi har resultater fra. Det kan se ut som om det har vært en nedgang i siktedypet de siste 10 år.

Eutrofirelaterte parametre Steinsfjorden (0 – 6 m)

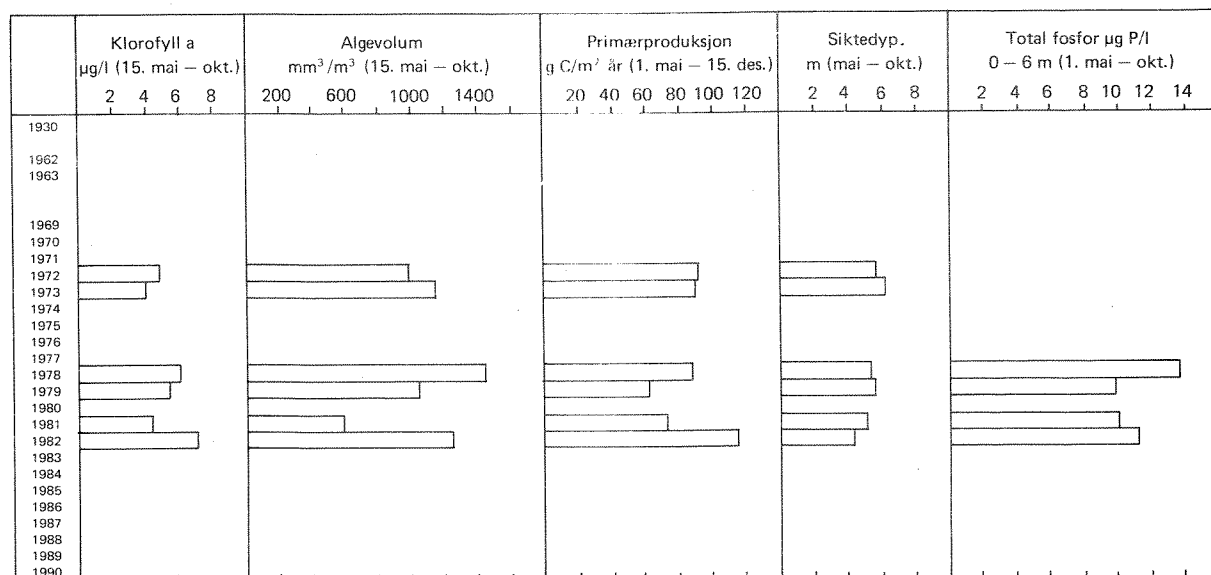


Fig.13 En del eutrofirelaterte parametre fra Steinsfjorden. Med unntak av oksygen og primærproduksjon er verdiene gitt som veid middel i den angitte periode. 1930 verdiene er fra Strøm (1932), 1962,-63 og -69 verdiene er fra Holtan (1970). 1972 -73 verdiene er fra Skogheim (1975), 1978 -79 verdiene fra Hindar (1981), og 1981 verdiene fra Berge (1983).

Eutrofirelaterte parametre Steinsfjorden (0 – 6 m)

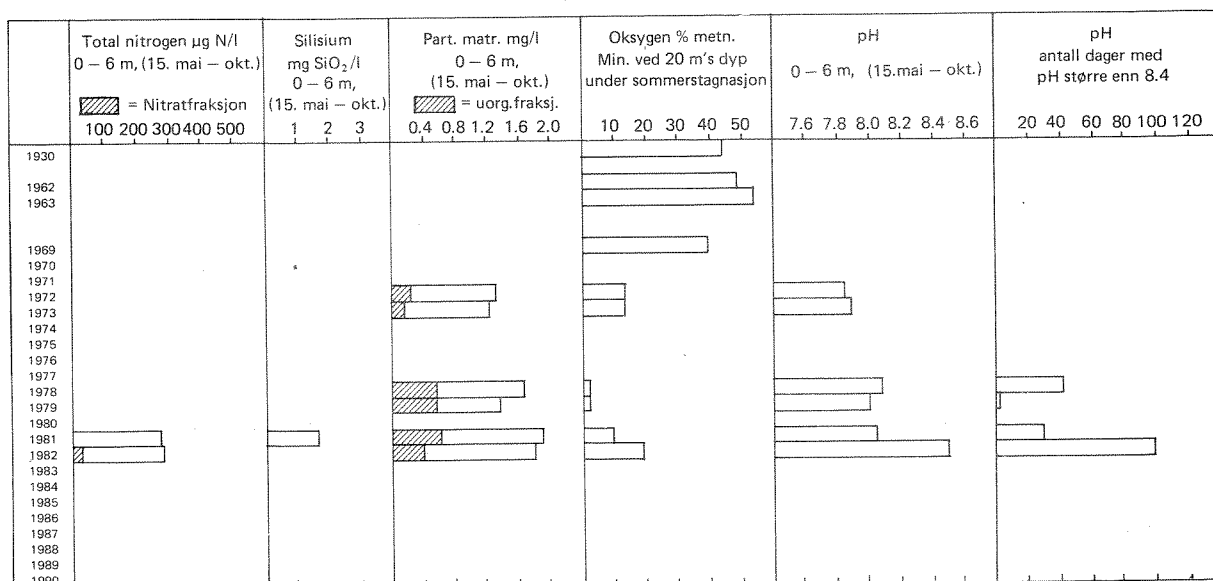


Fig.13 forts.

3.4.3 pH.

Den intense produksjonen av både planteplakton og vasspest i Steinsfjorden fører til at pH blir høy. Nøytralt vann har $pH=7$. I det sentrale basseng har vi målt pH opp i 9,2 og inne i vasspestbeltene har vi målt hele 10,2. Midlere pH i 0-6m sjiktet i sommerhalvåret er gitt i fig.13. Det var en betydelig stigning fra 1981 til 1982, hvilket hovedsaklig skyldes den høye algeproduksjonen dette året. I samme figur er også antall dager med pH større enn 8,4 ført opp. Det er helt klart at perioden med høy pH også har øket i lengde. Over $pH=8,4$ er det vist at dypvannssediment fra Steinsfjorden begynner å frigi fosfor til vannet. Om dette også vil skje fra littoralt sediment er nå under utforskning.

3.4.4 Oksygen.

Oksygen er et viktig element for alt liv i vann. Oksygen tilføres innsjøer vesentlig ad to veger: 1) innblanding av luft ved bølge/vindaktivitet. 2) dannes som et biprodukt ved planteproduksjonen (plankton og høyere planter). Dypvannet i innsjøer tilføres oksygen bare i sirkulasjonsperiodene vår og høst. Deler av det organiske materialet som produseres i overflatelagene synker ned i dypvannet og nedbrytes der. Dette forbruker oksygen, og oksygenkonsentrasjonen i dypvannet avtar utover i stagnasjonsperioden.

Fig. 14 viser dybde/tid-diagram over oksygenmetning i Steinsfjorden 1982. Innsjøen sirkulerer i første halvdel av mai og fra slutten av september og frem til jul. Mellom mai og 15. september er innsjøen sjiktet med varmt overflatevann over kaldt bunnvann. I overflatelagene blir det overmetning av oksygen midtsommers, noe som er et resultat av intens planteplanktonproduksjon. I dypvannet avtar oksygenkonsentrasjonen utover i stagnasjonsperioden og når minimum i overgangen august/ september. Oksygenminimum synes å opptre omtrent på dette tidspunkt hvert år.

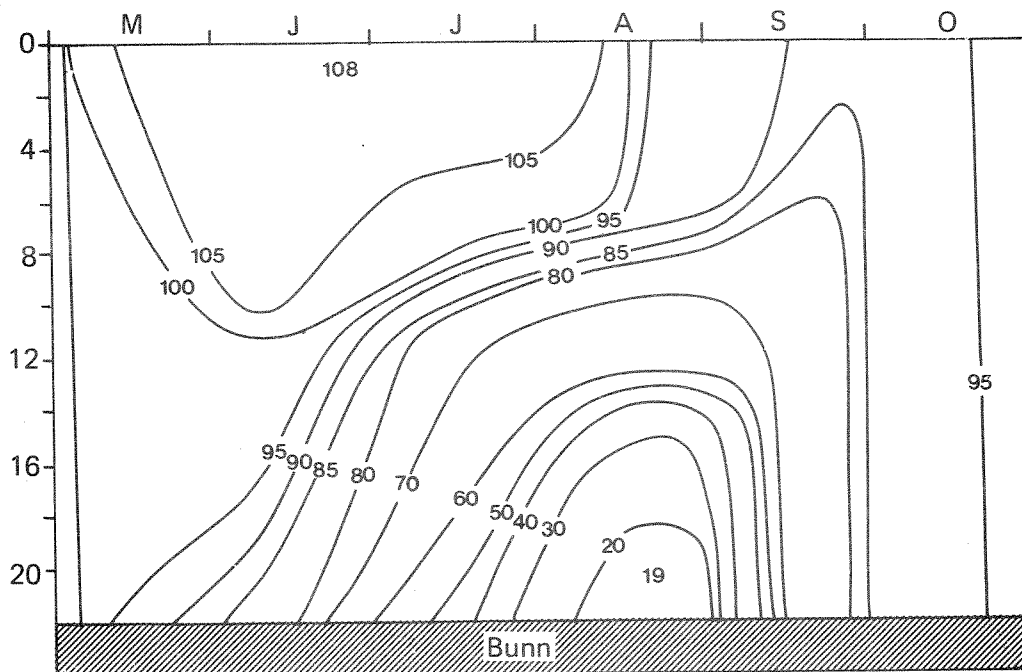


Fig.14 Dybde/tid-diagram over oksygenmetning i Steinsfjorden 1982.

Figur 13 viser minimum oksygenmetning ved sommerstagnasjonen for en rekke år (20m dyp). Datagrunnlaget er noe dårligere ved de tidligere undersøkelsene, men ikke dårligere enn at den storstilte trenden er klar: Steinsfjorden gjennomgikk en eutrofiering i løpet av 1960-åra. Oksygenforbruket i dypvannet økte. Dette er et vanlig utslag ved eutrofiering, hvilket skjedde i en rekke vassdrag i samme perioden ved overgang til moderne sanitæranlegg. I 1960-åra var også første gang det ble rapportert blågrønnalgeoppblomstring i Steinsfjorden.

Når det gjelder den tilsynelatende bedring i slutten av perioden, er dette trolig en effekt av at vasspesten har konkurrert med planteplanktonet om næringssalter, hvilket har ført til en reduksjon av planktonproduksjonen. Det organiske regn av dødt plankton har da blitt mindre på dypområdene. Dette gjelder så lenge vasspestbestandene er unge og friske, men når de blir gamle og begynner å brytes ned (som på slutten av 1982 og begynnelsen på 1983), må man regne med at oksygenforbruket øker igjen. Oksygenforbruket i dypvannet er noe forsinket i tid i forhold til endringen i planktonproduksjon i overflatelagene. Etter en foreløpig vurdering av dataene fra 1983 ser oksygenforbruket ut til å være større enn i 1982.

Hvor i innsjøbassenget vasspestbiomassen hovedsakelig vil brytes ned vil være av avgjørende betydning for utviklingen av oksygenforholdene i Steinsfjordens dypvann. Foreløpig ser det ut til at det aller meste nedbrytes på eller i nærheten av voksestedet, dvs. på grunt vann.

Steinsfjorden er på grensen til å få anaerobt bunnvann i stagnasjonsperiodene. Blir den organiske belastningen på dypområdene særlig større, kan dette føre til utlekking av sedimentbundet fosfor. At dette kanskje er i ferd med å skje, illustreres av fig.15, som viser oksygen og fosfor ved slutten av vinterstagnasjonen 1982.

Sammenliknet med mange andre innsjøer er Steinsfjorden i en heldig

situasjon med hensyn til å unngå oksygensvinn i dypvannet som følge av produktivitetsøkning. Den er sterkt vindpåvirket, noe som gir den lang høstsirkulasjon samt en ikke fullstendig sommer stagnasjon. Den får derfor tilført en viss mengde oksygen til dypvannet under sommerstagnasjonen (se kapittel om temperatur). Den lange høstsirkulasjonen medfører at det meste av sommerens produksjon er mineralisert før isen legger seg og vinterstagnasjonen inntreffer.

3.4.5 Næringssalter.

Resultatene fra Tyrifjordundersøkelsen fastslår at fosfor er biomassebegrensende element for planteplanktonvekst både i Tyrifjorden og Steinsfjorden. I Steinsfjorden ligger N:P forholdet (vektbasis) i vannmassene på 25:1, i seston ligger det på 14:1. Nitratkonsentrasjonene i epilimnion blir imidlertid så lave sommerstid at det kan ha innvirkning på algesamfunnets artssammensetning. Silisium er hele tiden tilstede i rikelige mengder for planteplanktonet.

Som nevnt innledningsvis er vasspestens innvirkning på innsjøens fosforomsetning av den aller største betydning for hvorhen Steinsfjorden vil bevege seg på trofiskalaen. Vi frykter at Steinsfjorden blir mer eutrof som følge av vasspestveksten. Den kan føre til at tidligere sedimentbundet fosfor mobiliseres til vannmassene. Vasspesten tar det meste av fosforet den trenger fra sedimentet via røtter. Når plantene dør vil ukjente mengder av dette fosforet lekke ut til vannet, og komme planteplanktonet til gode. At dette er i ferd med å skje, så man tydelig i 1982. Fra 1981 til 82 økte fosforkonsentrasjonen i Steinsfjorden med ca 1 ugP/l. Det er imidlertid vanskelig å trekke for mye ut av endringer av de observerte fosforkonsentrasjoner alene. For det første er fosforanalyser i det lave nivået (rundt 10 ugP/l) usikre. For det andre har det vært flere analyselaboratorier og personer som har utført analysene. Fra 1981 og fremover burde imidlertid analysene være sammenliknbare. Utviklingen av algeproduksjon og algebiomasse vil gi mer signifikante utslag på vasspestens eventuelle påvirkning av eutrofitilstanden i Steinsfjordens frie vannmasser. Middelerverdier av total fosfor er gitt i fig.13.

Sammenliknbare total nitrogen analyser har man bare fra 1981 og 82. Selv om man inkluderer nitrat, hvor det finnes eldre data, er det ikke mulig å trekke noen konklusjoner om hvordan vasspesten påvirker nitrogenomsetningen i Steinsfjorden.

Med hensyn til utlekking av fosfor fra sedimentet som følge av oksygensvinn, indikerer fig.15 at det skal liten tilleggsbelastning til før dette kan begynne å skje i betydelig grad (se diskusjon under oksygenkapittelet). Eksperimenter som nylig er foretatt, viser at frigiving av fosfor fra littorale sedimenter som følge av høy pH, neppe skjer av betydning. Imidlertid kan akkumulering av organisk materiale i littoralsonen (vasspestrester) føre til et mer reduktivt miljø i overflatesedimentet og en utlekking av P til vannet. Den lave nitratkonsentrasjonen i produksjonssjiktet sommerstid er med på å påskynde en slik prosess.

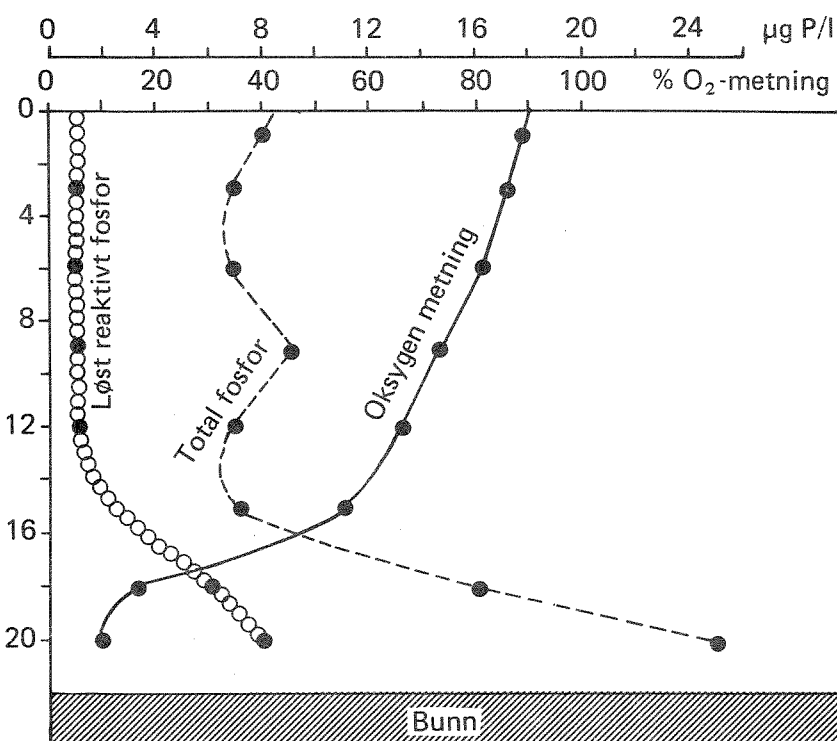


Fig.15 Sjiktningsforhold om vinteren i Steinsfjorden (oksygen og fosfor, 16/3-82).

Den største trussel mht. en øket indre gjødsling (sekundær eutrofiering) ligger i at tidligere sedimentbundet fosfor mobiliseres via rotopptak fra vasspest og senere frigivelse av dette til vannet når vasspesten dør.

3.4.6 Planteplankton i Steinsfjorden.

3.4.6.1 Klorofyll a

Klorofyll a konsentrasjonen gir et relativt mål på hvor mye alger som finnes i vannet. I forhold til mange andre biologiske parametre er dette en enkel og "objektiv" analyse, og gir derfor mulighet til å sammenlikne resultater fra andre laboratorier.

I fig.16 er resultatene fra 1982 framstilt. Algemengden er relativt jevnt fordelt helt ned til 12 m, og det blir kun små forskjeller om verdiene integreres fra 0-6m eller 0-12m. Siden det aller meste av

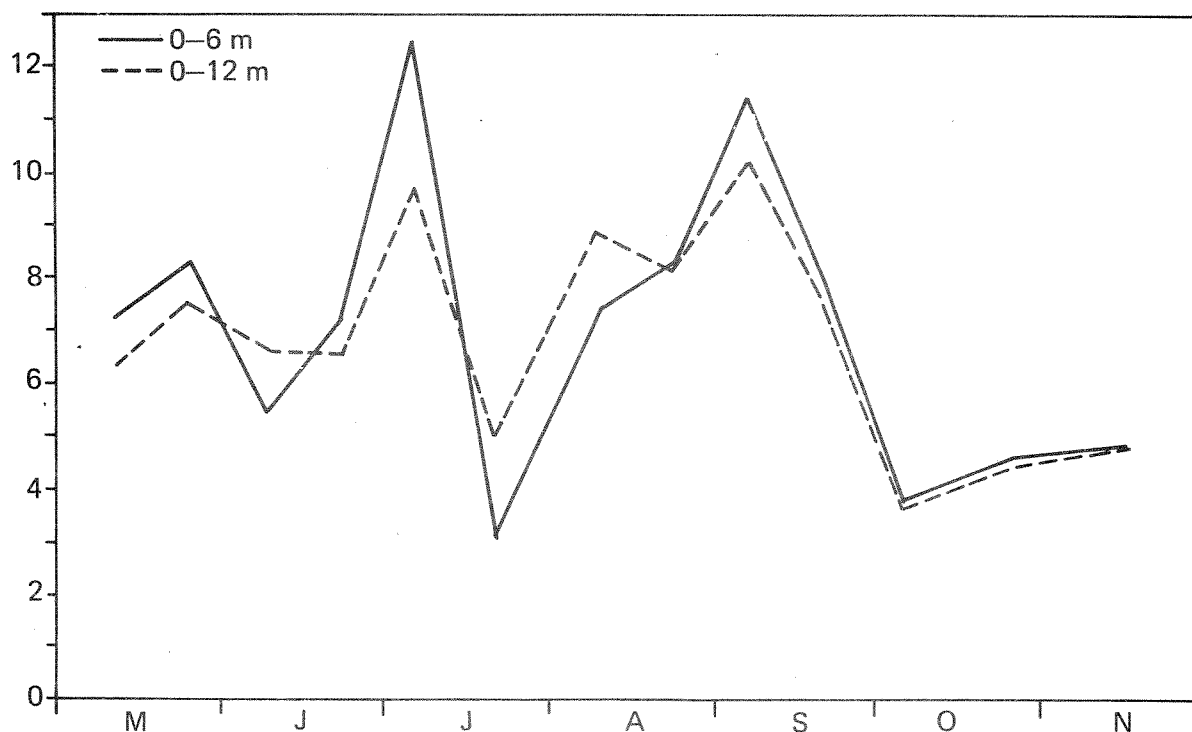


Fig.16 Algemengden gitt som klorofyll a i Steinsfjorden 1982 som middel i 0-6m sjiktet og i 6-12m sjiktet (ug/l).

primærproduksjonen foregår i sjiktet 0-6m (se fig.18), brukes verdiene fra dette sjikt i den videre diskusjon. Om man sammenlikner med tidligere år, må 1982 verdiene karakteriseres som betenkelig høye, og er utvilsomt et resultat av en indre gjødslingen av vannmassene forårsaket av vasspesten. Sammenliknes verdiene med tidligere års resultater går dette særlig tydelig frem (fig.13). Fra 1978, da vasspesten kom inn i innsjøen, har den konkurrert med planteplanktonet om næringsalter fram til og med 1981. I denne perioden avtok algemengden. I 1982 begynte store mengder av de eldste vasspestbestander å bryte sammen og råtnet langs strender og i strandsonen. De har tydeligvis lekket ut betydelige mengder fosfor som har gitt opphav til en betydelig økning i planteplanktonveksten.

Etter isgang får man en rask økning av planteplanktonbiomassen. Denne dempes i begynnelsen av juni som følge av flom i Tyrifjorden og innstrømming av næringsfattig vann herfra. Så snart flommen er over tar algemengden seg snart opp igjen og danner en topp i begynnelsen av juli. Nå er imidlertid vannmassene stabilt sjiktet (på grunn av temperaturforskjeller mellom overflatelag og bunnlag), og produksjonssjiktet vil utarmes som følge av sedimentering. Beiting fra dyreplankton er også med på å redusere algemengden i denne perioden. Utpå ettersommeren når sprangsjiktet begynner å presses nedover på grunn av avtakende temperatur og økende vind, blir næringsrikt dypvann blandet inn i produksjonssjiktet, og algemengden øker igjen. Etter at høstfullsirkulasjonen har intrådt rundt midten av september, avtar algemengden.

3.4.6.2 Volum og sammensetning.

Denne analysen baseres på mikroskopiering med telling og volumberegning av de enkelte algearter. Analysen er langt mer personavhengig enn klorofyll a analyser, og det kan derfor være vanskeligere å sammenlikne data fra forskjellige laboratorier. Dette pga. relativt komplisert artssystematikk. Analysen er imidlertid nødvendig for å vurdere sammensetningen av planteplanktonsamfunnet.

Resultatene fra 1982 er fremstilt i fig.17 A og B og i tabell pg.

TEGNFORKLARING

- CYANOPHYCEAE*
(Blågrønnalger)
- CHRYSTOPHYCEAE*
(Gulalger)
- BACILLARIOPHYCEAE*
(Kiselalger)
- CRYPTOPHYCEAE*
- DINOPHYCEAE*
(Fureflagellater)

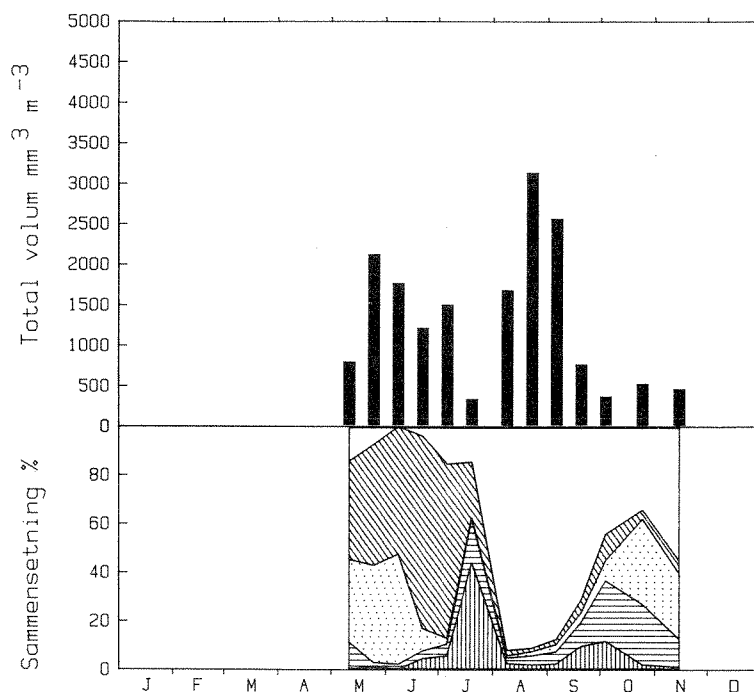


Fig.17 A. Totalt algevolum og prosentvis sammensetning i planteplanktonet i Steinsfjorden (0-6m) i 1982.

TEGNFORKLARING

- CYANOPHYCEAE
(Blågrønnalger)
- CHRYSOPHYCEAE
(Gulalger)
- BACILLARIOPHYCEAE
(Kiselalger)
- CRYPTOPHYCEAE
- DINOPHYCEAE
(Fureflagellater)

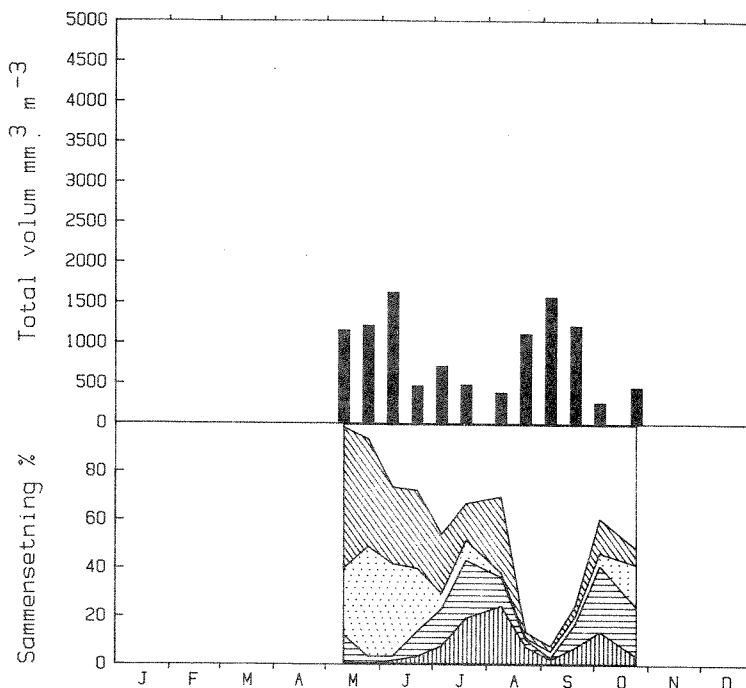


Fig.17 B. Totalt algevolum og prosentvis sammensetning i planteplanktonet i Steinsfjorden (8-12m) 1982.

Sesongforløpet av algevolum viser det samme mønster som klorofyll a . Algevolumet i 1982 var i likhet med klorofyll a - analysene, betenkelig høye. Høyeste gjennomsnittsverdi i produksjonssjiktet var hele $3000 \text{ mm}^3/\text{m}^3$. Verdier av denne størrelsesorden vitner om klart eutrofe forhold. I dette tidsrommet utgjorde blågrønnalger (vesentlig Anabaena flos-aquae) ca 90% av algebiomassen (fig.17). Denne dominansen er tydelig tegn på at systemet er ute av økologisk likevekt. Bemerkelsesverdig er det at etter vasspestens inntreden har blågrønnalgensamfunnet skiftet karakter, i det Anabaena flos-aquae har overtatt som dominerende art etter Oscillatoria rubescens . Dette kan ha sammenheng med at vasspesten har utarmet vannmassene på nitrat i enda større grad enn hva de har vært tidligere. Anabaena er nemlig i stand til å ta opp molekylært nitrogen (N).

3.4.6.3 Planteplanktonets primærproduksjon.

Primærproduksjonen er målt med ^{14}C metodikk. De enkelte produksjonskurvene er gitt i fig.18. En ser herfra at det aller meste av produksjonen foregår i sjiktet 0-6m dyp. At produksjonen ikke foregår dypere enn 12m, har sammenheng med lysmangel og termiske sjiktningsforhold.

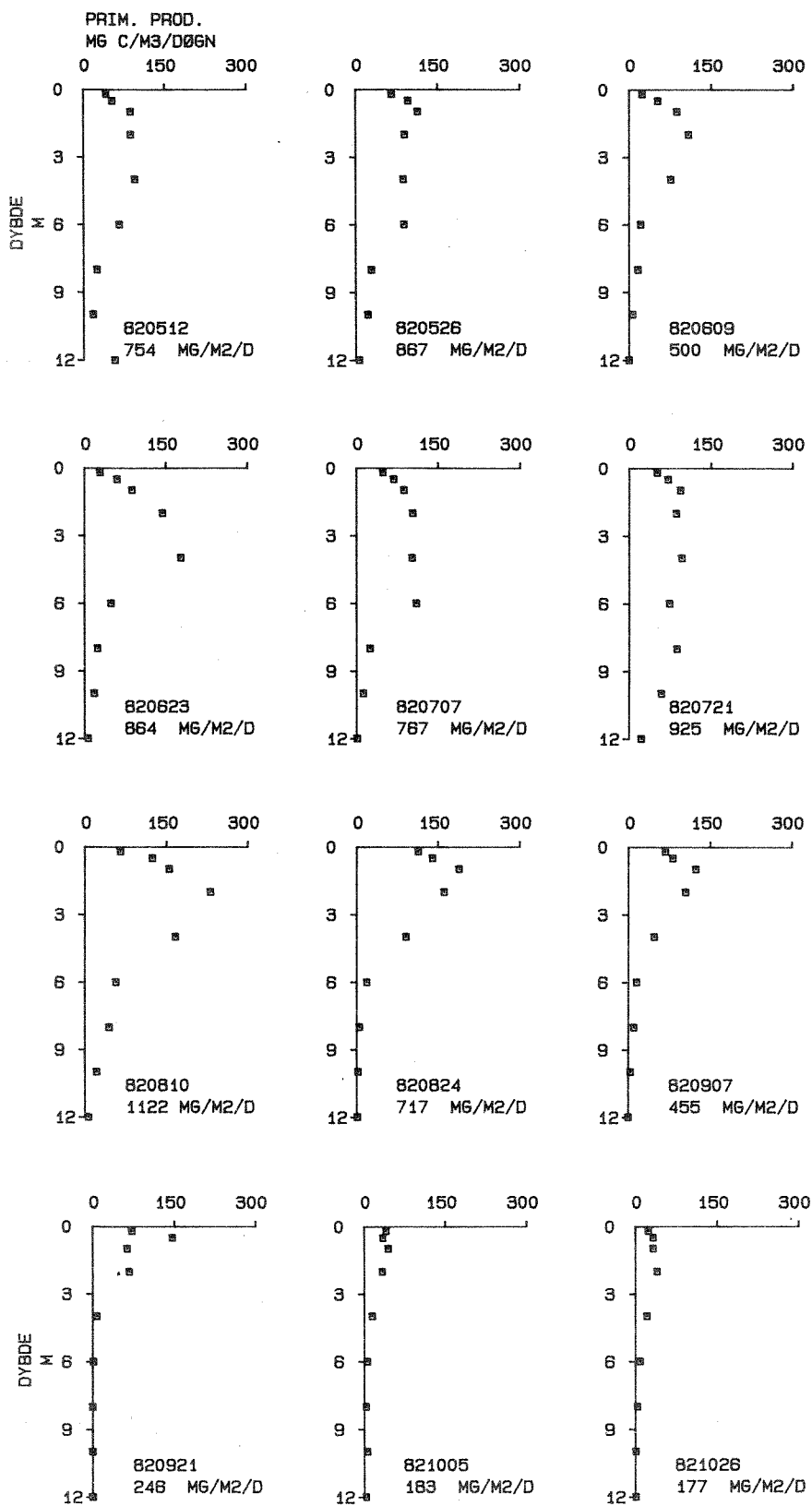
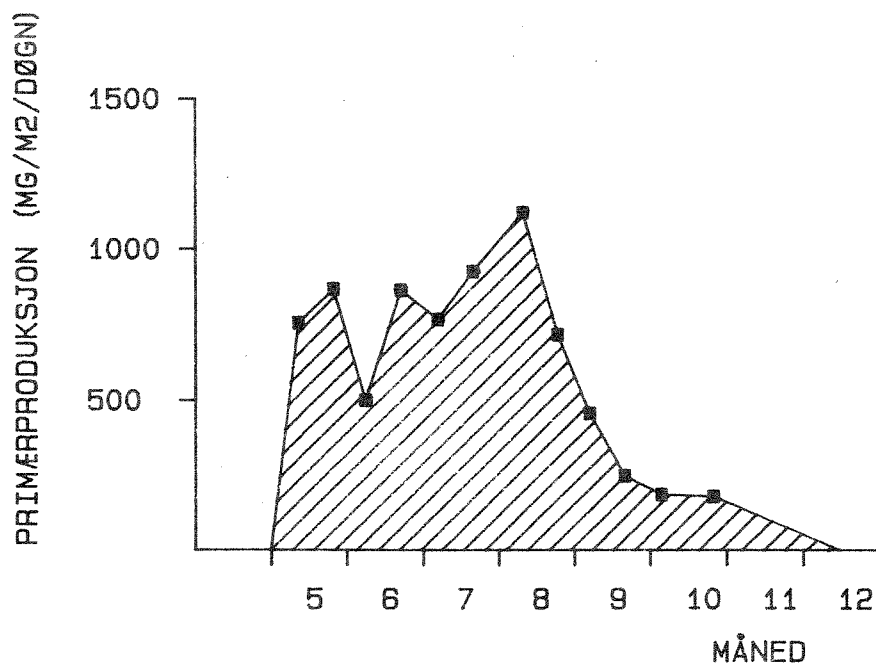


Fig.18 Primærproduksjonskurver fra Steinsfjorden 1982. Volumetrisk produksjon i de enkelte dyp.

Fig.19 viser integrerte dagsproduksjoner fra 1982. Kurven viser et

noenlunde samme forløp som algebiomassen (fig.16 og fig.17). Høyeste målte dagsproduksjon er hele 1122 mgC/m^2 , produksjonen i den isfrie periode, mai-15. des.(årsproduksjonen) er $115 \text{ gC/m}^2\text{år}$, og den midlere dagsproduksjonen i denne perioden er 506 mgC/m^2 . Alle disse verdier vitner om klart eutrofe forhold.



ÅRSPRODUKSJON (G/M2) : 115
 MIDLERE DØGNPRODUKSJON (MG/M2/D) : 506
 MAKSIMUM DØGNPRODUKSJON (MG/M2/D) : 1122

Fig.19 Dagsproduksjoner fra Steinsfjordens planteplankton 1982. Produksjon under en kvadratmeter overflate.

Sammenliknes tidligere produksjonsmålinger integrert over den samme periode (mai-15.des.), fig.13, ses at 1982 peker seg ut som det klart mest "eutrofe" året. Dette har utvilsomt sammenheng med indre gjødsling forårsaket av vasspest. Dels skjer dette direkte ved nedrøtning av gamle bestander, muligens indirekte ved effekter av høy pH samt redusert mikrosjikt i littorale sedimentoverflater som følge av organisk belastning kombinert med nitratutarming (se også diskusjon under næringssalter og oksygen).

3.4.7 Vasspestsituasjon og undersøkelser omkring denne.

Vasspesten kom inn i Steinsfjorden omkring 1977/78. Fra 1979 var forekomstene synelige og ble raskt også sjenerende for flere brukerinteresser. Fig. 20 viser utviklingen med hensyn til kolonisering og biomassutvikling. Helt fra diskusjonene i

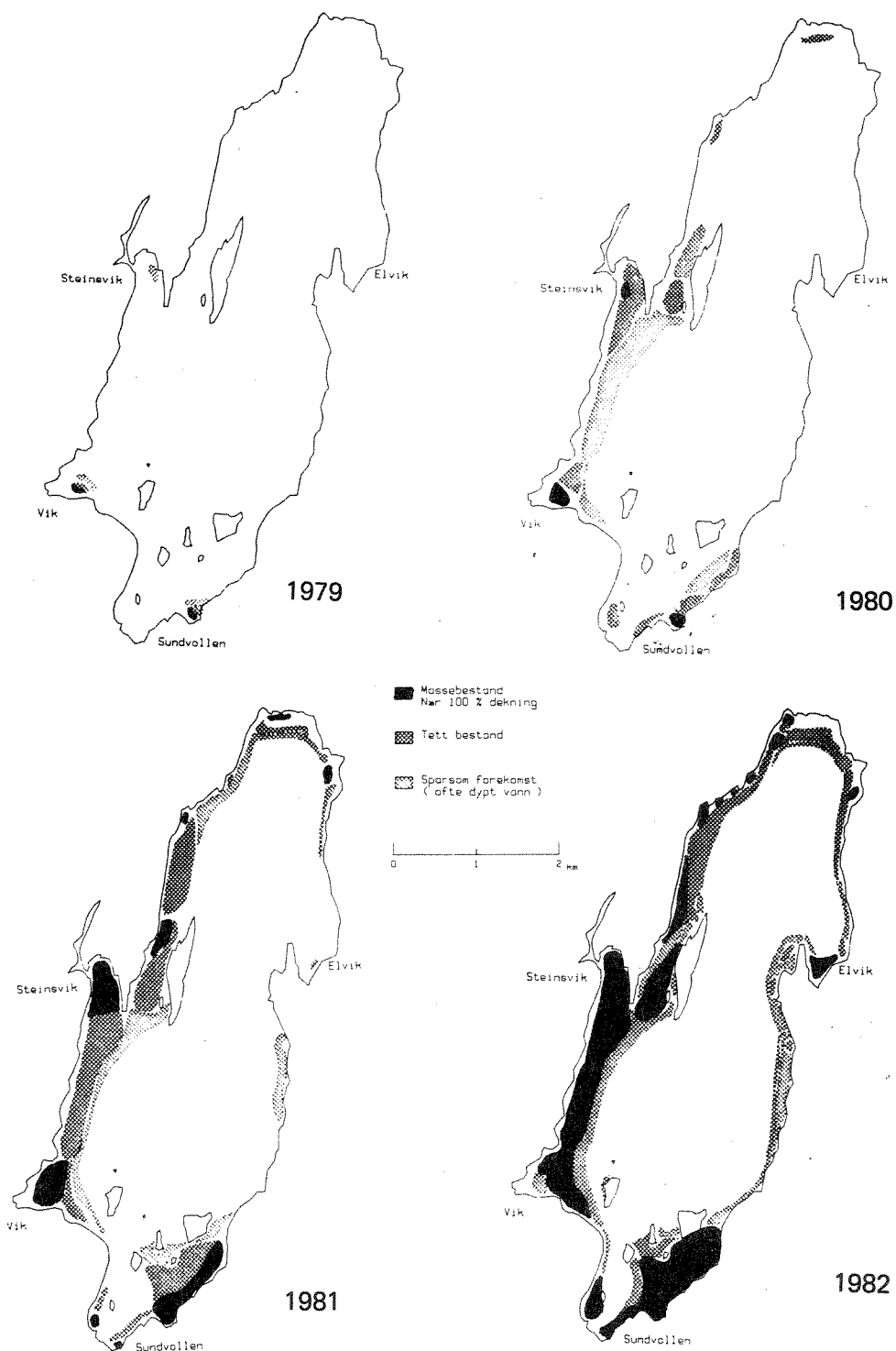


Fig.20 Vasspestens kolonisering og biomasseutvikling i Steinsfjorden. Fra Rørslett og Berge (1982).

Tyrifjordutvalgets faggruppe i 1979 var man klar over at vasspesten kunne skape en rekke problemer i Steinsfjorden, både med hensyn til praktisk bruk av innsjøen, men også at det kunne være fare for alvorlige forstyrrelser av økosystemet som sådant. Det ble lagt frem

et problemnotat (Berge & Rørslett 1980) som viste at vasspesten kunne komme til å få alvorlig eutrofierende effekt på Steinsfjorden. Fra og med det siste året i Tyrifjordundersøkelsen (1981) ble det opprettet en stasjon i Steinsfjorden for måling av standard limnologiske parametre for å kunne følge med i den fryktede eutrofierende utviklingen. Denne stasjonen ble allerede den gang finansiert av SFT. I tillegg har MD, NIVA, NTNF og DVF satt igang en del undersøkelser for å vurdere hvilken trussel vasspesten er for Steinsfjorden og hva som eventuelt kan gjøres for å bedre på situasjonen. De forskjellige prosjekter fremgår av tabell 5.

Tabell.5. Oversikt over prosjekter som pågår i Steinsfjorden for øyeblikket.

Prosjekt	Finansierende institusjon	Utførende institusjon
1. Overvåking	SFT	NIVA
2. Vasspestbiomassens utvikling	NIVA	NIVA
3. Vasspestens fosfordynamikk	NTNF	NIVA
4. Vasspestens innvirkning på vannkvalitet og behov for tiltak	MD	NIVA
5. Vasspestens innvirkning på krepsebestand	DVF	UiO

Prosjekt 4. er nå under rapportering og skal gi en samlende vurdering av alle prosjektene så langt det er mulig. Det skal her tas stilling til om det bør settes igang tiltak for å bli kvitt vasspesten i Steinsfjorden. Det er aktuelt å starte en eventuell høsting allerede i 1984.

Hvordan vi antar at vasspestbiomassen vil utvikle seg og responsen på sjøen er skissert i fig.21. Innsjøen vil svinge mellom høy og lav planktonproduksjon avhengig av vasspestens helsetilstand. I år med stor dødelighet (gamle bestander) vil nedråtning føre til at planteplanktonet får mer fosfor til disposisjon og innsjøen vil få et mer eutroft preg. I år med unge rasktvoksende vasspestbestander ser planktonproduksjonen ut til å være lavere enn normalt, trolig pga at vasspesten konkurrerer med planktonet om næringsalter.

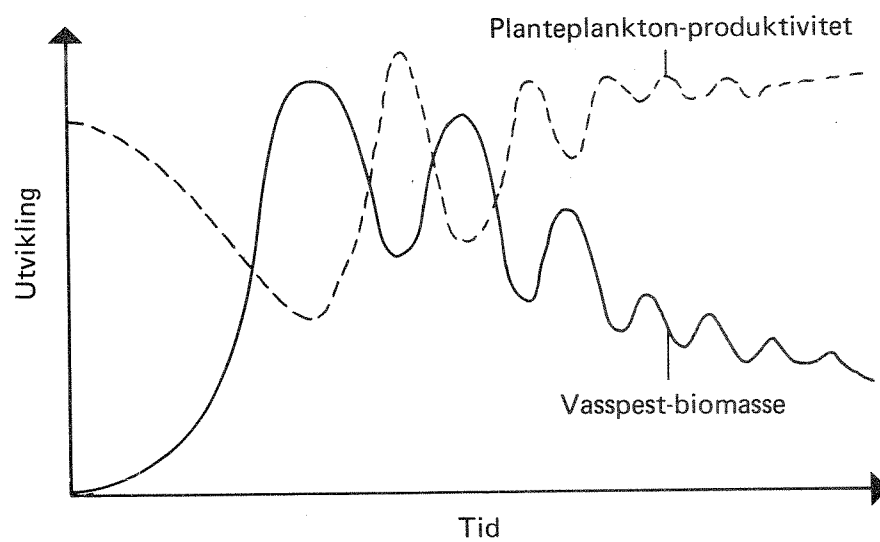


Fig.21 Foreløpig hypotese om vasspestens utvikling i Steinsfjorden og respons i sjøen (fra Rørslett et al 1983).

4. LITTERATURREFERANSER

- Abrahamsen, H. 1981. Stofftransport til Steinsfjorden 1978-79. Hovedfagsoppgave i limnologi ved Univ. Oslo.
- Berge, D. 1979 (Red.). Tyrifjordundersøkelsen - Arsrapport for 1978. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen. 26 sider.
- Berge, D. 1980 (Red.). Tyrifjordundersøkelsen - Arsrapport for 1979. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen. 46 sider.
- Berge, D. 1981 (Red.). Tyrifjordundersøkelsen - Arsrapport for 1980. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen. 42 sider.
- Berge, D. 1983 (Red.). TYRIFJORDEN. Tyrifjordundersøkelsen - sammenfattende sluttrapport. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen.
- Berge, D. og B. Rørslett 1980. Vasspest i Steinsfjorden - Problemnotat. Tyrifjordundersøkelsen - fagrapport nr 11. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen. 15 sider.
- 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 Tyri-fjord, Norway. *Norw. J. Zool.* 22., 207-219.
- Rognerud, S. 1975. Hydrografi, fyttoplankton og primærproduksjon i Holsfjorden 1972-73, samt en sammenlikning med Krøderen, Sperillen og Randsfjorden. Hovedfagsoppgave i limnologi ved Univ. Oslo., 140 sider.
- Rørslett, B. og D. Berge 1982. TILTAK MOT VASSPEST I STEINSFJORDEN. Skisse over nødvendig utredningsarbeid og forskningsbehov. NIVA-rapport O-82132, 10 sider.
- Skogheim, O. K. 1975. Steinsfjorden. En undersøkelse av hydrografi, sedimenter, fyttoplankton 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.

V E D L E G G

Primærdata

Tab. Pl. Nedbør fra den meteorologiske målestasjonen på Ask, Tyri-
fjordens vestsida (månedssummer, mm).

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	Normal
Januar	41	10	19	15	21									35
Februar	35	18	22	13	19									25
Mars	53	35	24	59	46									20
April	10	57	1	3	23									31
Mai	14	43	68	43	64									39
Juni	27	43	129	63	25									59
Juli	129	76	50	103	47									77
August	92	118	69	9	56									73
September	73	34	66	34	81									63
Oktober	14	73	84	42	77									57
November	16	65	33	83	81									55
Desember	24	36	33	33	42									46
Σ juni-sept	321	271	314	209	209									272
Σ år	528	608	598	500	582									580

Tab.P2 Vannføringer i Begna (Killingsstryken), månedsmidler (m³/s) 1982.

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	Normal
Januar	59	54	61	63	62									20
Februar	63	53	54	59	60									16
Mars	66	52	54	53	52									14
April	51	43	64	79	81									43
Mai	166	141	147	145	156									205
Juni	146	165	141	121	103									221
Juli	165	96	114	84	70									115
August	65	216	67	60	28									93
September	63	78	52	35	27									77
Oktober	56	73	94	86	91									64
November	61	66	75	65	82									51
Desember	60	65	64	65	73									34
Arsmiddel	85	92	82	76	74									79
Maks	421	329	276	323	251									
Min	42	37	38	33	25									

Tab.P3 Vannføringer i Randselva (Kistefoss), månedsmidler (m³/s) i 1982/

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	Normal
Januar		36	44	43	46									
Februar		40	50	45	50									
Mars		40	41	45	48									
April		46	48	59	63									
Mai		100	75	73	123									
Juni		99	141	64	71									
Juli	83	31	98	54	33									
August	35	118	41	33	29									
September	40	50	49	22	31									
Oktober	37	41	97	32	50									
November	27	40	44	35	53									
Desember	30	40	40	39	48									
Arsmiddel		57	64	45	54									
Maks		303	347	150	250									
Min		30	30	22	25									

Tab.P4. Vannføring i Storelva (månedsmidler m^3/s) målt som summen av Begna og Randselva.

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	Normal
Januar		90	105	106	108									
Februar		93	104	104	110									
Mars		92	95	98	100									
April		89	112	138	144									
Mai		241	222	218	279									
Juni		264	282	185	174									
Juli		127	212	138	103									
August		334	108	93	57									
September		128	101	57	58									
Oktober		114	191	118	141									
November		106	119	100	135									
Desember		105	104	104	121									
Arsmiddel		149	146	121	128									
Maks														
Min														

Tab.P5 Overvåkingsresultater fra Storelva (kjemi+bakt.) 1982.

STA-KODE	DYP	TEMP	COD-MN	S-TS	S-GR	TOT-P	LMR-P	TOT-N	NO3-N	KLF-A	KIM20	T.KOLI44	
	DATO	°C	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ant/ml	KOLI37	ant/100ml
	m											ant/100ml	ant/100ml
TYRI-3	820216	0.1		1.75	0.3	7.	3.	370.	240.	0.8			
TYRI-3	820302	0.1		1.35	<0.1	10.	<2.	380.	220.				
TYRI-3	820418	0.1	2.6	3.9	2.85	16.	<2.	500.	370.	1.1	1360	>16000	230
TYRI-3	820503	0.1		0.6	0.5	6.	<2.	440.	300.	0.9	860	130	390
TYRI-3	820518	0.1	6.3	0.85	0.3	6.	<2.	380.	250.	1.	500	54	170
TYRI-3	820601	0.1	7.2	4.3	3.55	8.	<2.	390.	280.	1.1	800	540	310
TYRI-3	820615	0.1	12.7	2.45	1.6	11.	<2.	350.	210.	1.9			
TYRI-3	820713	0.1	16.4	2.05	0.65	10.	<2.	310.	150.	1.5		170	500
TYRI-3	820816	0.1	14.6	1.3	0.8	12.	<2.	350.	220.	1.5			
TYRI-3	820914	0.1	11.	0.95	0.2	6.	<2.	190.	15.	1.2	>10000	2200	800
TYRI-3	821011	0.1	9.1	0.95		10.	<2.	350.	190.	1.5	1530	1100	120
TYRI-3	821108	0.1		1.55	0.45	7.	<2.	370.	240.	0.7	1530	540	200
TYRI-3	821215	0.1	1.9	2.75	1.45	9.	<2.	390.	260.	0.3			

Tab.P6 Overvåkingsresultater fra Tyrifjorden (kjemi+bakt) 1982.

STA-KODE	SIKTEDYP	TOT-P	NO3-N	KIM20	T.KOLI44					
DATO	DYP	TOT-N	KLF-A	KOLI37	ant/100ml					
	m	µg/l	µg/l	ant/ml	ant/100ml					
TYRI-1	820513	6.25	0 - 10.	4.	350.	290.	0.3			
TYRI-1	820513	6.25	20.					7	0	0
TYRI-1	820610	6.	0 - 10.	7.	430.	250.	2.5			
TYRI-1	820708	4.75	0 - 10.	8.	370.	230.	1.6			
TYRI-1	820708	4.75	50.					27	0	0
TYRI-1	820901	5.	0 - 10.	6.	350.	200.	2.9			
TYRI-1	820901	5.	50.					560	13	0
TYRI-1	821007	6.	0 - 10.	8.	400.	230.	2.2			
TYRI-1	821007	6.	50.					190	0	0

Tab.P7 Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver i Tyrifjorden 1982.

GRUPPER/ARTER	Dato=)	820513	820610	820708	820901	821007
Chlorophyceae (Grønnalger)						
Carteria sp.1 (l=6-7)	-	-	-	-	-	.5
Chlamydomonas sp. (l=10)	-	.6	-	-	-	-
Chlamydomonas sp. (l=8)	-	-	-	-	.9	-
Elakatothrix gelatinosa	-	-	-	-	.5	-
Monoraphidium dybowskii	-	-	-	-	.5	-
Oocystis submarina v.var.	-	-	-	-	1.7	-
Saramastix conifera	-	3.1	-	-	-	-
Quadrigula closterioides	-	-	-	-	.3	-
Scourfieldia cf.cordiformis	-	-	-	.2	-	-
Ubest.gr.flagellat	-	.6	-	1.3	-	.3
Sum	-	.6	3.7	1.5	3.9	.8
Chrysophyceae (Gulalger)						
Aulomonas sp.	-	.2	-	-	-	-
Chrysochromulina parva (?)	-	.5	11.4	4.4	3.5	2.5
Chrysooikos skjulaj	-	-	.3	-	-	-
Craspedomonader	-	-	-	1.1	6.5	1.1
Cyster av Dinobryon spp.	-	-	19.6	-	-	-
Cyster av chrysophyceer	-	-	-	.9	-	-
Dinobryon borgei	-	-	.2	1.3	-	-
Dinobryon crenulatum	-	-	.9	-	.5	-
Dinobryon divergens	-	-	5.5	37.2	8.3	1.6
Dinobryon sociale	-	-	10.4	-	2.0	1.2
Dinobryon sociale v.americana	-	-	7.2	1.6	.5	-
Dinobryon suecicum	-	-	.1	.2	.2	-
Lose celler Dinobryon spp.	-	-	18.7	-	-	-
Mallomonas akrotaenos	-	.3	7.8	-	.8	-
Pseudokephyron sp.	-	-	.5	-	-	.2
Saa chrysoomonader (??)	-	7.4	28.5	16.4	19.6	14.4
Spiniferomonas sp.	-	-	.4	.5	.5	-
Steleomonas dichotoma	-	-	.4	-	-	-
Store chrysoomonader (??)	-	1.5	38.5	9.6	6.6	9.6
Synura sp. (l=9-11,b=8-9)	-	-	-	-	13.3	-
Ubest.chrysoomnade	-	-	-	1.7	1.9	1.9
Ubest.chrysophyce 2	-	-	-	.2	.3	.1
Uroglena cf.americana	-	-	48.7	14.1	60.3	4.1
Sum	-	9.9	198.9	89.3	124.9	36.6
Bacillariophyceae (Kiselalger)						
Asterionella formosa	-	-	-	-	32.9	-
Cyclotella coata	-	-	4.4	-	3.3	2.2
Cyclotella glomerata	-	-	.2	-	1.4	1.8
Cyclotella sp. (d=8-12,h=5-7)	-	-	-	-	-	2.7
Cyclotella sp. (l=6-7,b=12-14)	-	1.3	-	-	-	-
Diatoma elongata	-	-	3.4	-	-	-
Melosira distans	-	-	7.0	-	-	-
Melosira distans v.alpigena	-	2.0	-	-	-	9.1
Rhizosolenia eriensis	-	-	-	-	-	2.6
Rhizosolenia longiseta	-	-	.9	7.5	14.7	.7
Synedra acus v.angustissima	-	-	-	-	-	1.4
Synedra sp. (l=70-100)	-	2.5	37.6	4.2	-	3.3
Tabellaria fenestrata	-	-	-	7.4	70.7	81.3
Sum	-	5.8	53.5	19.0	123.1	104.9
Cryptophyceae						
Cryptaulax vulgaris	-	-	.3	-	-	.3
Cryptomonas marssonii	-	-	3.4	-	34.4	22.3
Cryptomonas spp. (l=24-28)	-	-	12.5	28.0	34.3	49.8
Katablepharis ovalis	-	.5	6.2	7.3	11.4	1.1
Rhodomonas lacustris	-	6.5	29.9	17.2	31.5	21.8
Ubest.cryptomonade	-	4.0	-	-	4.0	-
Sum	-	11.0	52.3	52.5	115.6	95.3
Dinophyceae (Fureflagellater)						
Ceratium hirundinella	-	-	-	-	5.0	10.0
Gymnodinium cf.lacustre	-	-	4.4	1.6	1.1	-
Gymnodinium helveticum	-	-	-	4.4	-	4.4
Peridinium cinctum	-	-	-	-	12.0	-
Peridinium inconspicuum	-	2.2	-	2.2	4.4	2.2
Ubest.dinoflagellat	-	-	.6	-	-	-
Sum	-	2.2	5.0	8.2	22.5	16.6
Mv-alger						
Sum	-	8.2	24.5	22.3	10.1	12.3
Total						
		37.8	338.0	193.0	400.0	266.6



Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.

registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)
Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter blir publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.