

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0 - 40/76

Orienterende resipientundersøkelser i Troms

II

LENVIK KOMMUNE

25. 2. 1977

Oslo,

Saksbehandler: Hans Holtan

Medarbeider: Jon Knutzen

Instituttetsjef Kjell Baalsrud

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	5
2. GENERELL BESKRIVELSE AV NEDBØRFELTET	5
3. TILFØRSEL AV NEDBRYTBART ORGANISK STOFF OG NÆRINGSSALTER	9
4. FINNFJORDVATNET	16
4.1 Fysisk-kjemiske forhold	16
4.1.1 Analyseresultater	16
4.1.2 Kommentarer til de fysisk-kjemiske analyseresultater	16
4.1.3 Konklusjon	19
4.2 Biologiske observasjoner	19
5. ROSSFJORDVATNET	25
6. ROSSFJORDSTRAUMEN	29
7. SAMMENFATTENDE DISKUSJON	31
7.1 Finnfjordvatnet	31
7.2 Rossfjordvatnet og Rossfjordstraumen	34
8. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	38
9. LITTERATURHENVISNINGER	41

TABELLFORTEGNELSE

1. Karakteriserende data for Finnfjordvatnet	7
2. Karakteriserende data for Rossfjordvatnet med nedbørfelt	8
3. Anslåtte årlige tilførsler med lett nedbrytbart organisk stoff (BOF ₇) og næringssalter i Finnfjordvatnet	11
4. Anslåtte årlige tilførsler med lett nedbrytbart organisk stoff (BOF ₇) og næringssalter i Rossfjordvatnet	12
5. Anslagsmessige tilførsler av lett nedbrytbart organisk stoff (BOF ₇), og næringssalter til Rossfjordvatnet sammen- lignet med andre norske fjorder	14
6. Fysisk-kjemiske analyseresultater i Finnfjordvatnet	17
7. Vannets konduktivitet og hovedkomponentenes konsen- trasjoner i henhold til standardsammensetningen	18

(Tabellfortegnelse fortsatt)

8.	Begroingssamfunn i tilløpsbekker og utløp fra Finnfjordvatnet 11/8 1976	20
9.	Håvtrekkplankton (0 m) i Finnfjordvatnet og Rossfjordvatnet 11/8 1976	23
10.	Fysisk-kjemiske data fra Rossfjordvatnet og Rossfjordstraumen 11/8 1976	26

FIGURFORTEGNELSE

Fig. 1	Finnfjordvatnet, Rossfjordvatnet og Rossfjordstraumen	6
Fig. 2	Produksjonsforholdene i en innsjø relatert til fosforbelastning	33

FORORD

De foreliggende undersøkelser er gjort etter oppdrag fra Utbyggingsavdelingen, Troms fylke (i følge brev av 23/9 1976 og instituttets programforslag av 11/2 og 11/3 1976).

Oppdraget har vært gjennomført som orienterende befaringer i en del vannforekomster hvor det har vært aktuelt å få et skjønn på forskjellige forurensningsproblemer og avløpsforhold. Arbeidet omfatter resipienter i følgende kommuner: Storfjord, Lenvik, Gratangen, Kvæfjord og Harstad. Det er funnet mest hensiktsmessig å avgi separate rapporter for hver kommune.

Oppdraget er blitt nærmere konkretisert ved skriftlig kontakt og samtaler med representanter for Utbyggingsavdelingen og de tekniske etater og administrasjonen i de berørte kommuner. Disse har også stilt til disposisjon avløpsplaner og annet underlagsmateriale, samt vært behjelpelig på forskjellig måte ved gjennomføringen av feltarbeidet. Instituttet vil takke for all informasjon og annen hjelp.

Den planlagte fotodokumentasjon har måttet utgå fordi bildematerialet fra Lenvik gikk tapt i posten.

En spesiell takk rettes til bestyrer Per T. Hognestad ved Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen, for å ha stilt til rådighet upubliserte data fra Rossfjordvatn.

Hovedkontakt ved Utbyggingsavdelingen har vært avd.ing. Torstein Dale, som også har vært med på feltundersøkelsene og takkes for den praktiske tilrettelegging.

Oslo, 25/2 1977

Hans Holtan

1. INNLEDNING

For Finnfjordvatnets vedkommende har utgangspunktet for undersøkelsen vært innsjøens rekreative verdi for nærområdet. Målsettingen med undersøkelsen har kommunen formulert slik: "Å få klarlagt i hvilken grad Finnfjordvatn er påvirket av pågående forurensning, hvilke tiltak det eventuelt kan være nødvendig å sette i verk, og i hvilken grad vannet kan tåle forurensning fra fremtidig utbygging og arealutnytting."

I følge kommunens tekniske etat er fiske (abbor/røye) av stor interesse for oppsitterne rundt innsjøen. Det har fremkommet enkelte påstander om tilbakegang i fisket i de senere år. Den fremre delen av vannforekomsten (nær utløpet) er svanebiotop (viktig som overvintringssted). Nær leirstedet til Det Norske Misjonsselskap ved Tømmerneset (fig. 1) ble det observert tilfeller av algevekst og medfølgende sleipe strender, luktulempner og reduserte bademuligheter. Tidspunktet for disse observasjonene (midten av juli) har falt sammen med silosesongen, og det har vært spekulert over en mulig årsakssammenheng.

Av tidligere observasjoner av vannkvalitet foreligger bare en enkelt analyse av vann fra Rossfjordelva (NIVA 1972).

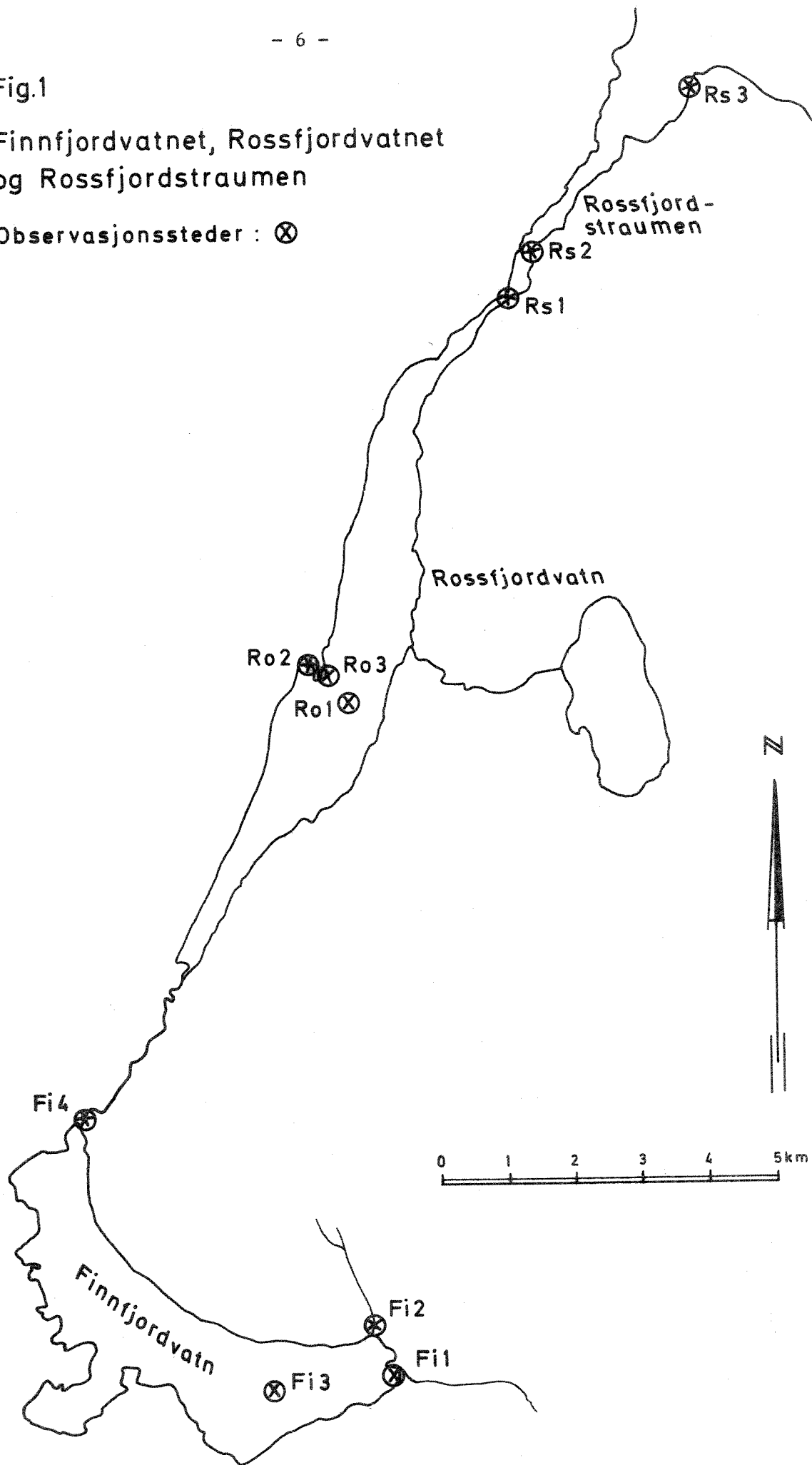
Formålet med observasjonene i Rossfjordvatnet og Rossfjordstraumen har vært å få et grunnlag for å bedømme de avløpstekniske løsninger i området (utslippsted, rensegrad) under hensyntagen til vern av det særpregede Rossfjordvatnet og alminnelige brukerinteresser. I den grunne Rossfjordstraumen, med til dels tett bosetting i omgivelsene, vil dette primært være knyttet til hygieniske og estetiske forhold.

2. GENERELL BESKRIVELSE AV NEDBØRFELTET.

Finnfjordvatnet som har et overflateareal på $9,5 \text{ km}^2$ og nedbørfelt på 87 km^2 , har avløp mot Rossfjordvatn (overflate $8,2 \text{ km}^2$ og nedbørfelt 197 km^2). Rossfjordvatnet henger sammen med Malangfjorden ved den ca. 3 km lange Rossfjordstraumen (fig. 1). Fjellgrunnen i området består av sterkt omdannet kambro-silurbergarter. Ca. 10% av Finnfjordvatnets og ca. 12% av Rossfjordvatnets nedbørfelter er dyrket mark. Befolknings-

Fig.1
Finnfjordvatnet, Rossfjordvatnet
og Rossfjordstraumen

Observasjonssteder : ⊗



Tabell 1. Karakteriserende data for Finnfjordvatnet

Høyde over havet	25	m
Areal	ca. 9,5	km ²
Største målte dyp	" 33,8	m
Middeldyp, antatt	" 14	m
Volum, antatt	" 130	mill. m ³
Nedbørfelt (inkl. vannareal)	" 87	km ²
Midlere tilrenning (beregnet)	" 4,8	m ³ /s ^x)
Teoretisk oppholdstid	" 10	mnd (0,85 år)
Dyrket mark og eng	" 8,5	km ²
Derav i bruk	" 2,5	km ²
Skog og myr	" 58,5	km ²
Uprod. områder (inkl. vann)	" 20	km ²
Befolkning	" 500	
Årlig forbruk av kunstgjødning	" 17 tonn N, 7,5 tonn P.	
Årlig forbruk av naturgjødning	" 20 tonn N, 4,2 tonn P	
Silo		Ikke opplyst

x) Ut fra kart over vannmerker i Nord-Norge. Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen 1945. (Spesifikk avrenning 55 l/km²/s.)

mengden i nedbørfeltene til Finnfjordvatn og Rossfjordvatn er oppgitt til henholdsvis ca. 500 og 1500 personer. Karakteristiske data for Finnfjordvatn og dets nedbørfelt er gjengitt i tabell 1.

Finnfjordvatnet er ikke opploddet og dybdekart finnes ikke. På bakgrunn av 7 loddskudd utført av kommuneingeniøren i Lenvik, har vi anslått innsjøens største dyp, middeldyp og volum.

Rossfjordvatnet er forbundet med Malangsfjorden ved en grunn passasje, Rossfjordstraumen. En del data om Rossfjordvatnet og dets nedbørfelt er oppsummert i tabell 2. Ytterligere opplysninger, bl.a. om bassengets utforming (dybdekart), kan finnes hos Hognestad (1977, under forberedelse). Foruten resultatene fra studier av Rossfjordvatnets spesielle sildestamme inneholder dette arbeidet også hydrografiske data. De avgjørende faktorer for tilstanden

i Rossfjordvatnet er den forholdsvis rikelige ferskvannstilrenningen og særlig at terskelområdet (Rossfjordstraumen) både er meget grunt (ca. 1 m), smalt (1-300 m) og langt (4 km). Bl.a. er det liten eller ingen egentlig tidevannsveksling. De variasjoner som opptrer (20-50 cm) synes mer avhengig av vindoppstuvning (Hognestad, pers.medd.).

Selve Rossfjorden er en grunn, åpen vik av Malangsfjorden. Mesteparten er mindre enn 1 m dyp ved fjære. Bare i munningens midtparti er det noe dypere.

Tabell 2. Karakteriserende data for Rossfjordvatnet med nedbørfelt

Høyde over havet	0	m
Lengde (til ytre terskel)	ca. 10	km
Terskeldyp (ved Rossfjordstraumen)	" 1	m
Største dyp	" 60	m
Areal	" 8,2	km ²
Lengde av Rossfjordstraumens smale del (100-300 m)	" 3	km
Nedbørfelt (inkl. fjord og ferskvann)	" 197	km ²
Dyrket mark og eng	" 24	km ²
Derav i bruk	" 6	km ²
Skog og myr	" 116	km ²
Uprod. områder (inkl. 20 km ² vannareal)	" 57	km ²
Midlere ferskvannstilførsel (beregnet)	" 10,8	m ³ /s ^{x)}
Befolkning	" 1500	
Årlig bruk av kunstgjødsel	" 38	tonn N, 17 tonn P
Årlig bruk av naturgjødsel	" 34	tonn N, 7 tonn P
Silo		Ikke opplyst

x) Kart over vannmerker i Nord-Norge. Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen 1945. (Spesifikk avrenning 55 l/km²/s.)

3. TILFØRSEL AV NEDBRYTBART ORGANISK STOFF OG NÆRINGSSALTER

Med nedbrytbart organisk stoff forstås her organiske forbindelser som er lett tilgjengelig som føde for dyr, sopp eller bakterier og som derfor hurtig omsettes i naturen. Interessen knytter seg både til de begroingsulemper slike stoffer kan medføre (sopp og bakterier i strømmende vann), og til at vannets oksygeninnhold kan bli oppbrukt ved høy belastning (dypvannmassene i innsjøer og fjorder).

Med næringsalter forstås gjødselstoffer, her nitrogen- og fosforforbindelser, som stimulerer plantevekst. For stor belastning av vannforekomstene kan medføre generende begroing med høyere planter, men særlig med alger (grønske) i rennende vann og på strender, eller forårsake misfarging av vannet ved masseoppblomstring av planktonalger i innsjøer og fjorder. Det produserte plantematerialet kan i sin tur representere en betydelig belastning med nedbrytbart organisk materiale.

Raskt omsettelig organisk stoff kan måles i enheten BOF (biokjemisk oksygenforbruk), som angir forbruket av oksygen ved en standardisert laboratoriemetode. Forbruket måles vanligvis etter 5 (BOF₅) eller 7 døgn (BOF₇). Innenfor kommunal avløpsteknikk regnes hver person å gi opphav til avfall tilsvarende et oksygenforbruk på 75 g pr. døgn, målt som BOF₇. Andre typer av avløpsvann eller avfall kan ha relativt karakteristiske BOF-verdier, dvs. at det til en viss mengde avløpsvann eller produksjon/avfall erfaringsmessig svarer et visst oksygenforbruk.

Bruk av BOF-verdier som fellesnevner ved sammenligninger og vurderinger av forurensningsbelastning med organisk materiale har klare begrensninger.

Stikkordmessig kan nevnes:

- Totalbehovet for oksygen i forhold til BOF vil variere for ulike avløpsvanntyper (særlig industrispillvann) og avfallsproduserende virksomhet.
- Tyngre nedbrytbart organisk materiale (som f.eks. humusstoffer) kan ikke karakteriseres ved BOF, men likevel være en betydelig belastning.
- Enkelte typer avløpsvann krever avgiftning før BOF kan måles.
- Hensyn må tas til at ulike vannforekomster har forskjellig bæreevne.

Dertil kommer at det også er en viss bakgrunnsverdi av lett nedbrytbart organisk stoff i ellevann. For å få beregnet denne transporten eller belastningen kreves det relativt omfattende målinger.

I det foreliggende tilfelle er det bare behov for omregning til BOF av ferdig silomasse. For førstnevnte regnes 1 m^3 å tilsvare ca. 12 kg BOF₇, hvorav ca. 35% regnes å belaste de tilgrensende vannforekomster (Mikkelsen & al. 1974). (I fremtiden vil denne belastningen bli vesentlig redusert ved de regler som vil gjelde for disponering av press-safter). Silonedleggingen foregår innen en kortere periode i juli-august. Belastningen i denne periode kan derfor være av vesentlig større betydning enn det som fremkommer ved en sammenligning på årsbasis.

Erfaringstall for siloutslipp (NIVA 1976 a, Mikkelsen & al. 1974) viser videre en midlere belastning på ca. 0,9-0,15 kg nitrogen og ca. 0,03-0,04 kg fosfor pr. m^3 ferdig masse; da medregnet den før nevnte tilrenningsfaktor på 0,35. Her er det regnet med 0,15 og 0,04 kg.

Tilførslene av gjødselstoffer fra nedbørfeltet er vanskelig å beregne. Foreløpig har man et spinkelt erfaringsmateriale, og det gjør seg derfor gjeldende en betydelig usikkerhet; som også gjenspeiler seg i at ulike kilder angir forskjellige spesifikke avrenningstall for de forskjellige arealtyper og at beregningene til dels gjøres noe forskjellig (se NIVA 1976 a, b for nærmere informasjon). Det må også ventes at det vil være markerte forskjeller fra ett område til et annet, bl.a. avhengig av klima (herunder nedbørsmengde og -mønster), berggrunn, løsavsetninger, jordsmonn, plantedekke, gjødselmengder og gjødslingspraksis. Følgende spesifikke avrenningstall må derfor oppfattes som skjønnsmessige og foreløpige anslag (kg/km^2 og år):

Type areal	Nitrogen	Fosfor
Dyrket mark/eng	1200	20
Skog og myr	200	7
Uproduktive områder	120	4

For dyrket mark kan man alternativt gjøre beregningene på basis av kunnskaper om forbruk av kunstgjødsel og produksjon av naturgjødsel (NIVA 1976 b). For sammenligningens skyld er det her også gjort beregninger ut fra de oppgitte tall for kunstgjødselforbruk og regnet med utslippsfaktorer på henholdsvis 4% for nitrogen og 0,3% for fosfor (Mikkelsen & al. 1974).

For både organisk materiale og næringssalter vil den reelle belastningen fra kommunalt avløpsvann avhenge av hvordan avløpsvannet disponeres; om det går i grunnen eller direkte ut i vannforekomsten, avstanden fra vann; dessuten eventuell rensing og rensegrad. Effektive renseanlegg finnes foreløpig ikke i nedbørfeltet, og av praktiske grunner har det ellers vært nødvendig å regne som om alt spillvann fra husholdninger kommer som direkte utslipp.

Resultatene av de utførte beregningene finnes i tabell 3 (Finnfjordvatnet) og tabell 4 (Rossfjordvatnet).

Tabell 3. Anslåtte årlige tilførsler med lett nedbrytbart organisk stoff (BOF₇) og næringssalter (fosfor og nitrogenforbindelser) i Finnfjordvatnet.

Kilde	BOF ₇		Nitrogen		Fosfor	
	kg	%	kg	%	kg	%
Befolkning	14250	77	2300	8	470	40
Silo ¹⁾	4200	23	150	<1	40	3
Avrenning dyrket mark (A) ²⁾			10200	38	170	15
Avrenning dyrket mark (B) ³⁾			4200 (21)		90 (8)	
Avrenning dyrket mark (C) ⁴⁾			3200 (17)		95 (9)	
Avrenning skog og myr			11700	44	410	35
Avrenning uprod. område			2400	9	80	7
S U M	18450	100	(A) 26750 (B) 19750 (C) 18750	100	(A) 1170 (B) 1090 (C) 1095	100

- 1) Anslått siloførmengde til 1000 m³ ferdig masse ut fra sammenligning med jordbruksareal og siloførproduksjon i andre kommuner i fylket.
- 2) Benyttet spesifikke avrenningstall for hele det angitte areal av dyrket mark og eng (8,5 km²).
- 3) Spesifikke avrenningstall bare benyttet for jordbruksareal i drift (2,5 km²), tillagt naturlig avrenning fra øvrige 6 km².
- 4) Beregnet ut fra opplysninger om gjødsling og tilrenningsfaktor 4% for nitrogen og 0,3% for fosfor, tillagt naturlig avrenning for 8,5 km².

Tabell 4. Anslåtte årlige tilførsler med lett nedbrytbart organisk stoff (BOF₇) og næringsalter (fosfor og nitrogenforbindelser) i Rossfjordvatnet.

Kilde	BOF ₇		Nitrogen		Fosfor	
	kg	%	kg	%	kg	%
Befolkning	41650	77	6700	10	1370	45
Silo ¹⁾	12600	23	450	< 1	120	4
Avrenning dyrket mark (A) ²⁾			28800	44	480	16
Avrenning dyrket mark (B) ³⁾			10800	(23)	245	(9)
Avrenning dyrket mark (C) ⁴⁾			7650	(17)	240	(9)
Avrenning skog og myr			23200	35	810	27
Avrenning uprod. område			6850	10	230	8
S U M			(A) 66000		(B) 3010	
			(B) 48000	100	(B) 2775	100
			(C) 44850		(C) 2775	

- 1) Anslått siloførmengde til 3000 m³ ferdig masse ut fra sammenligning med jordbruksareal og siloførproduksjon i andre kommuner i fylket.
- 2) Benyttet spesifikke avrenningstall for hele det angitte areal av jordbruksarealet (24 km²).
- 3) Bare benyttet spesifikke avrenningstall for jordbruksareal i drift (6 km²) med tillegg for naturlig avrenning fra resten (18 km²).
- 4) Beregnet ut fra opplysninger om gjødsling og tilrenningsfaktor 4% for nitrogen og 0,3% for fosfor, tillagt naturlig avrenning for 24 km².

Av tabell 3 fremgår at det i Finnfjordvatnet er tilførselen fra befolkning som spiller størst rolle med hensyn til lett nedbrytbart organisk stoff. Avhengig av avstanden fra innsjøen og disponeringsmåten kan imidlertid silosaft muligens være den dominerende faktor i en periode på sensommeren. Sannsynligvis spiller det eventuelle bidraget fra surførsiloer størst rolle i tilførselsbakkene.

For nitrogentilførselen er den naturlige avrenningen mest fremtredende (53%), men det ses også at bidraget fra landbruket er betydelig. Avhengig av beregningsmåten står avrenningen fra dyrkede arealer for 20-35%. Det er mulig at de benyttede spesifikke avrenningstall er for høye (stedsavhengige). På den annen side virker det ikke helt sannsynlig at jordbruksvirksomhet med gjødsling skulle medføre mindre enn det dobbelte av den naturbetingede avrenningen, slik som ved beregningsmåte C (forutsatt at ikke også naturlig avrenning er anslått for høyt). Tilrenningsfaktoren ved gjødsling (den %-andelen som regnes å gå til vannforekomstene) er også teoretisk beregnet og varierer mye (Mikkelsen & al. 1974).

Husholdninger er anslått til å bidra med 40% av fosfortilførselen, dvs. nesten det samme som fra ukontrollerbare kilder. Landbrukets andel er forholdsmessig mindre enn for nitrogen (omkring 10-15%).

Av tabell 4 ser man at for Rossfjordvatnet sammenfaller kildenes relative andeler i stor grad med det som var tilfellet for Finnfjordvatnets vedkommende. Befolkningen spiller størst rolle med hensyn til organisk stoff og fosfor (henholdsvis nær 80% og ca. 45%), men nitrogenbidraget fra denne kilde er beskjedent. Videre er det markerte tilførsler av gjødselstoffer fra dyrkede arealer (henholdsvis omkring 40% og 15% for nitrogen og fosfor). Naturgitte tilførsler dominerer for nitrogenets del, mens belastningen med fosfor, og særlig organisk stoff, i stor utstrekning må regnes å være kontrollerbar.

Belastningen på Rossfjordvatnet er muligens noe overestimert ved at en del av den medregnede befolkning er bosatt langs Rossfjordstraumen og ikke direkte belaster vatnet.

Overflatebelastningen med fosfor- og nitrogenforbindelser på Finnfjordvatnet lar seg beregne til vel $0,1 \text{ g P/m}^2 \cdot \text{år}$ og ca. $3 \text{ g N/m}^2 \cdot \text{år}$. Teoretisk vil en belastning av denne størrelsesorden ikke medføre en umiddelbar endring av innsjøens produksjonstilstand (eutrofiering) (kfr. fig. 2).

I sammenligningsøyemed er det for Rossfjordvatnets del tatt med en oversikt som viser overflatebelastningen (tonn/km². år) for et utvalg av andre fjorder (tabell 5). Overflatebelastningen er i realiteten et usikkert sammenligningsgrunnlag fordi fysiske forhold spiller avgjørende inn for effekten av en gitt belastning. Blant faktorene som det må tas hensyn til, kan nevnes: Ferskvannstilførsel (mengde og avrenningsmønster), lagdeling (inkludert variasjonen gjennom året), bassengutforming (terskeldyp og bredde, maksimaldyp, etc.), klima (temperatur, vind), tidevannsamplitude, strøm, dypvannsutskiftning. Til dels vil disse faktorer også være innbyrdes avhengig. Stoffomsetningen i overflatelaget kan også bli avgjørende influert av ferskvannspåvirkningen.

En tilsynelatende gjødslingseffekt (eksempelvis mye grønske og ellers sterk algevekst på grunt vann) kan ha sammenheng med algers og beiteorganismers ulike eller manglende toleranse overfor ferskvann.

Tabell 5. Anslagsmessige tilførsler av lett nedbrytbart organisk stoff (BOF₇), fosfor- og nitrogenforbindelser til Rossfjordvatnet sammenlignet med et utvalg av andre norske fjorder.

Belastning i tonn pr. km² og år.

Fjordområde	Areal (km ²)	BOF ₇	Nitrogen	Fosfor	Kilde
Storfjorden	14	3	7	0,3	NIVA 1977 a
Ulvikpollen	1,7	45	18	1,6	NIVA 1976 d
Viksefjorden	2,3	20	7	0,6	NIVA 1973 a
Skjoldafjorden	26	8	2	0,2	NIVA 1973 b
Frierfjorden	20	520	430	13	NIVA 1973 c
Oslofjorden	194	140	20	3,6	NIVA (upubl.)
Trondheimsfjorden	1420	10	5	0,4	NIVA 1976 a
Grisefjorden/Tjørs- vågbukta/Flekkefjord	4,3	61	10	1,3	NIVA 1976 c
Rossfjordvatnet x)	8,2	7	8	0,4	
Gratangsbotn	5,5	9	5	0,4	NIVA 1977 b
Straumsbotn	2,2	2	6	0,2	NIVA 1977 c

x) Data basert på tabell 4.

Under ellers like forhold må man regne med at en rask utskifting av overflatelaget og hyppig fornyelse av dypvannet vil være gunstig. Imidlertid har hurtig fornyelse av overflatelaget ofte sammenheng med maskert ferskvannpåvirkning, slik at nettoresultatet av ferskvannets gunstige innvirkning på vanntransporten og den generelt ugunstige effekten på marine organismer kan være vanskelig å bedømme. På det nåværende faglige grunnlag kan det her bare sies at angivelsene i tabell 5 må tas med forbehold, men at markerte forskjeller (>2-3 ganger) bør kunne gi en viss indikasjon på graden av belastning.

Som man kan slutte seg til fra tabell 5, må belastningen av Rossfjordvatnet regnes å være moderat eller lav. Ved de lavere belastningsgrader blir imidlertid den benyttede jevnføringsmetode vanskelig å benytte, idet det særlig er i slike tilfeller at de før omtalte naturlige forhold spiller avgjørende inn. I så henseende må Rossfjordvatnet regnes blant de mest ømfintlige marine resipeintene, med en ekstremt lang, smal og høy terskel som hemmer dypvannsutskiftningen. (Dette forholdet vil bli nærmere berørt i kap. 4 og 5). I overflaten vil det derimot være en rask gjennomstrømming, med mulig unntak for enkelte mindre vikar.

4. FINNFJORDVATNET

Observasjoner ble foretatt på følgende steder (kfr. fig. 1):

St. Fi 1: Ved utløpet av bekk syd for Tømmerneset

St. Fi 2: 150-200 m ovenfor utløp av bekk nord for Tømmerneset.

St. Fi 3: Hydrografisk stasjon i det antatte området for Finnfjordvatnets største dyp.

St. Fi 4: Ved Veibro ved utløpet fra Finnfjordvatnet.

4.1 Fysisk-kjemiske forhold

4.1.1. Analyseresultater

De fysisk-kjemiske analyseresultater av det innsamlede prøvematerialet er angitt i tabell 6.

4.1.2 Kommentarer til de fysisk-kjemiske analyseresultater

Tilløp (St. Fi 1 og Fi 2).

Begge de undersøkte tilløp kommer fra jordbruksområder, og man må anta at de tilføres kloakkvann fra bebyggelsen - dette gjelder spesielt St. Fi 2.

Saltholdigheten i begge bekker er høy. Dette har i vesentlig grad sammenheng med de geologiske forhold (kambro-silur) og løsavsetningenes karakter. Bekkene hadde en relativt liten vannføring på det tidspunkt prøvene ble tatt, og man må derfor anta at grunnvannsandelen var relativt stor. På grunn av lokalitetens nære beliggenhet mot kysten er antagelig også nedbørens innhold av "sjøsalter" relativt stor i dette området. Forurensningstilførslene bidrar også til å høyne vannets innhold av salter.

På St. Fi 1 var vannet svakt basisk, og på St. Fi 2 svakt surt. Denne forskjell skyldes antagelig både kvalitativ og kvantitativ forskjell i forurensningstilførslene. Farge-, turbiditet- og permanganatverdiene viser at vannet i begge bekker var noe belastet med fargestoffer og partikulært organisk materiale. De relativt høye jernverdier skyldes antagelig jern bundet kompleks til det organiske materialet.

Tabell 6. FYSISK-KJEMISKE ANALYSERESULTATER

Lokalitet: Finnfjordvatnet (St.dyp på prøvetakingsstedet
33,8 m) med tilløp.

Dato 11/8 1976	TILLØP		Finnfjordvatn St. 3						UTLØP
	Fi 1	Fi 2	1	4	8	12	20	32	Fi 4
m dyp			1	4	8	12	20	32	
Temperatur °C	12,5	-	14,1	14,0	13,8	11,0	8,5	8,2	15,6
Oksygen mg O ₂ /l			10,2	-	10,6	-	11,3	10,6	
Oksygen % O ₂			102,5		105,8		99,7	92,9	
pH	7,23	6,83	7,35	7,43	7,46	7,36	7,42	7,26	7,87
Spes.el.ledn.e. µS/cm, 20°C	172,0	142,0	80,9	79,0	80,7	83,8	82,7	86,8	100
Farge mg Pt/l	31	56	10	12	10	10	17	17	10
Turbiditet J.T.U.	0,6	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
Permanganat- tall, mg O/l	2,7	2,8	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	2,0	1,3
Jern µg Fe/l	80	140	-	15			20		30
Mangan µg Mn/l				3			7		
Klorid mg Cl/l				4,4			4,6		4,20
Sulfat mg SO ₄ /l				2,4			2,7		2,4
Silisium mg SiO ₂ /l				0,5			0,8		
Kalsium mg Ca/l				10,8			10,7		10,5
Magnesium mg Mg/l				1,3			1,4		1,3
Natrium mg Na/l				3,5			3,5		4,2
Kalium mg K/l				0,58			0,50		0,65
Total-N µg N/l	260	1400	120	130	110	140	190	210	140
Nitrat µg N/l	50	650	<10	<10	<10	20	50	60	<10
Total fosfor µg P/l	11	310	7	-	6	10	7	9	8
Orto fosfat µg P/l	<2	180	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Kobber µg Cu/l									
Sink µg Zn/l									
Alkalitet pH-4,0 ml N/10 HCl/l pH-4,5				6,6			6,5		6,5
				5,7			5,6		5,6

På St. Fi 1 var vannets innhold av næringssalter relativt lavt, men markert høyere enn hva som er vanlig i upåvirkede vannforekomster. Vannet på St. Fi 2 hadde et meget høyt innhold av næringssalter. Dette skyldes antagelig både stor tilførsel av kloakkvann og avløpsvann fra visse jordbruksaktiviteter (silopress-saft, sig fra gjødselkjeller o.l.). Det er muligens stor tilførsel av lett nedbrytbart organisk stoff via silo-utslipp, som avleirer seg i bekkeleiet. Dette materialet vil etter hvert bli gjenstand for oksygenkrevende nedbrytningsprosesser. Dermed vil de kjemiske tilstander i bekkeleiet bli lagt til rette for utløsning av salter, bl.a. fosfater fra sedimentene. De høye fosfat-fosforverdiene kan tyde på at slike prosesser gjorde seg gjeldende.

Finnfjordvatn

Vannets innhold av oksygen varierte rundt metningspunktet. Den noe lavere verdi ved bunnen kan skyldes nedbrytning (forråtning) av organisk stoff i sedimentene.

Vannet var i alle dyp svakt basisk og moderat saltholdig (i overflatevann i Norge ligger konduktivitetsverdiene normalt innenfor området 10-40 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Dette skyldes som nevnt ovenfor i vesentlig grad de geologiske og kvartærgeologiske (løsavsetninger) forhold samt lokalitetens beliggenhet i forhold til havet.

Farge og turbiditet er lave og viser at vannet i liten grad er påvirket av løste fargestoffer og partikulært materiale. Vannets innhold av organisk materiale er lavt. Vannets kjemiske sammensetning er i relativ god overensstemmelse med standardsammensetninger for ferskvann (Rodhe 1957-58).

Tabell 7. Vannets konduktivitet (ved 20°C) og hovedkomponentenes konsentrasjoner (mg/l) i henhold til standardsammensetningen.

(Verdiene fra 4 m dyp i Finnfjordvatn er angitt nederst).

Konduktivitet $\mu\text{S}/\text{cm}$	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	HCO ₃	Σ mg/l
20	2,5	0,4	0,7	0,3	0,7	1,5	8,9	15
100	13,5	2,3	3,8	1,4	3,8	8,0	48,1	81
79 ^{x)}	10,8	1,3	3,5	0,6	4,4	2,4	34,8	57,8

x) Finnfjordvatnet

Av tabell 7 sees at Finnfjordvatn har (som tidligere nevnt) et noe høyere klorid- og natriuminnhold enn hva som er "normalt", sulfatinnholdet er noe lavere.

Vannets innhold av næringssalter er relativt lavt, men markert høyere enn i upåvirkede vannforekomster (fosforinnhold $<5 \mu\text{g P/l}$). De lave nitratverdier på 1,4 og 8 meters dyp skyldes planteplanktonets forbruk av denne komponent. De lave ortofosfatverdier skyldes også biologisk produksjon.

Finnfjordvatnets utløp

Bortsett fra noe høyere pH og konduktivitet synes vannet ved Finnfjordvatnets utløp stort sett å være av samme kvalitet som i hovedbassenget. Økningen i saltholdigheten skyldes antagelig i noen grad lokale tilførsler av salter fra de fremre områder av nedbørfeltet.

4.1.3 Konklusjon

Bedømt ut fra vannets fysisk-kjemiske kvalitet, synes Finnfjordvatnet å være i en god limnologisk (økologisk) balanse i dag. Den økning i vannets næringssaltinnhold som hittil har funnet sted, har antagelig medført en økt biologisk produksjon, bl.a. økt fiskeproduksjon. En fortsatt økning er imidlertid betenkelig i det den lett kan føre til en akselererende eutrofiutvikling i innsjøen. Dette vil igjen medføre ulemper ved bruk av lokaliteten i praktisk sammenheng (fiske, rekreasjon o.l.).

4.2 Biologiske observasjoner

Resultatene fra analysene av begroingsprøver innsamlet i de to tilløpsbekken ved Tømmerneset og i utløpselven er stilt sammen i tabell 8.

I tillegg til det som står oppført i tabellen, ble det mikroskopert en prøve av frittflytende alger og råtnende småkvister og andre planterester, der planterestene utgjorde det dominerende innslaget. Prøven ble samlet i området utenfor Fi 1. Fra nordsiden av Tømmerneset ble det innsamlet en prøve av alger og moser som vokste på steinstrand.

Begge de siste prøvene ble tatt i sammenheng med påstandene om tidligere opptreden av slimete algevekst, ledsaget av luktulemper, og med dåligere bademuligheter til følge. Observasjonene var gjort i en periode fra midten av juli, og ble formodet å kunne ha forbindelse med siloutslipp.

Tabell 8. Begroingsamfunn i tilløpsbekker og utløp fra Finnfjord-
vatnet 11/8 1976.

Relativ mengdeskala: 3 (dominerende), 2 (vanlig),
1 (sparsom), + (ingen mengdebedømmelse)

Stasjoner Organismer	Fi 1	Fi 2	Fi 4
BAKTERIER (Bacteriophyta)			
Cf. Leptothrix sp.	1	1-2	
Sphaerotilus natans		3	
Uident. skjdebakterier	1		+
GRØNNALGER (Chlorophyceae)			
Closterium sp.	+	1	
Cosmarium sp.		+	
Microspora cf. amoena			2
Mougeotia sp.	1		
Oedogonium sp.			+
Staurastrum sp.		+	
Ulothrix zonata	2		
Uident., trådformet	+		
KISELALGER (Bacillariophyceae)			
Achnanthes sp.			2
Ceratoneis arcus	+	+	
Cymbella sp.	+	+	
Diatoma cf. elongatum			+
Diatoma vulgare cf. var. grandis	3		
Didymosphenia geminata			2
Meridion circulare	+		
Nitzschia sp.			+
Synedra ulna	+	+	
Synedra sp.	+		
Tabellaria flucculosa			+
Div. pennate	+	+	+
GULALGER (Chrysophyceae)			
Hydrurus foetidus			2-3
DIVERSE			
Fjærmygglarver	+		+
Uident. mose			+

Noen masseforekomst av alger på strendene ble ikke observert. Både sandstranden og Tømmernesets steinstrand var sparsomt begrodd. Derimot var det et relativt bredt belte av ilanddrevne planterester på sandstranden og i vannet utenfor. Dette må tilskrives naturlige årsaker. Enkelte steder på svabergene kunne det være sleipt av et tynt algelag.

I prøven av det frittflytende materiale utenfor sandstranden (ved Fi 1), ble det funnet endel trådformede grønnalger (*Cladophora* sp., *Oedogonium* sp., *Microspora* cf. *amoena*), samt endel pennate diatomeer (kiselalger). *Cladophora* var mest fremtredende (nest restene av blader og kvister), og enkelte representanter for denne slekten kan bl.a. også opptre i store mengder på grunt vann i innsjøer. I begroingsprøven fra steinstrand ble det utenom mose (som var mest iøynefallende) funnet små mengder av grønnalger (*Microspora* cf. *amoena*, *Mougeotia* sp., *Oedogonium* sp.) og kiselalger (*Tabellaria fenestrata*, *Tabellaria flucculosa*, *Diatoma elongatum*, *Synedra* sp. o.a.), samt gulgrønnalgen *Vaucheria* sp.

Alt i alt gir dette få holdepunkter for å vurdere hva den rapporterte masseforekomsten av alger har bestått av eller skyldes.

Bekken syd for Tømmerneset (Fi 1) hadde blankt vann på observasjonstidspunktet, og de kjemiske analysene viste ingen spesielle forhold med hensyn til næringssaltinnhold (kap. 4.1.) utover en moderat gjødselpåvirkning. Farge, jerninnhold og permanganattall vitnet om et visst innhold av humusstoffer. De biologiske observasjonene (tabell 8) var i overensstemmelse med inntrykket av relativt liten påvirkning. Den småsteinete bunnen var delvis dekket av løstsittende brun ludd i moderate mengder. Diatoméer var det dominerende begroingselement, med et visst innslag av grønnalger og noe jernbakterier.

Forholdene i den større, sakteflytende bekken nord for Tømmerneset var annerledes. De fysiske forholdene (nesten stillestående vann, mudderbunn og lite lys på grunn av tett vegetasjon), lå ikke vel til rette for begroingsorganismer. Disse var sparsomt utbredt og vanskelig tilgjengelig. Det registrerte samfunn, med dominans av den skjededannede bakterien *Sphaerotilus natans*, vitnet om god tilgang på organisk næring (kfr. de kjemiske data, kap. 4.1). *Sphaerotilus* er brukt som indi-

kator på belastning med lett nedbrytbart organisk materiale. De fysiske forholdene begrenset imidlertid koloniseringsmulighetene. Også av alger ble det bare funnet små mengder til tross for vannets høye innhold av næringssalter.

På bredden, over vann, vokste relativt rikelig med gulgrønnalgen *Vaucheria* cf. *terrestris*.

Utløpsområdet (St. Fi 4) er etter de foreliggende opplysninger viktig som svanebiotop (overvintringssted). Ovenfor broen var det en rik vekst av høyere planter langs land. Det syntes ikke å være utpregede vegetasjonsbelter, men mer en mosaikk av bl.a.: *Carex rostrata* (flaskestarr), *Equisetum fluviatile* (elvesnelle) og *Menyanthes trifoliata* (bukkeblad), som de mest iøyenfallende. Begroingsfunnene av høyere planter ble imidlertid ikke undersøkt nærmere.

På blanding av stein og sandbunn oppstrøms veibro, med relativt raskt strømmende vann, var det i hovedsaken to begroingselementer:

- Lysebrune, geléaktige masser som vokste innerst mot bredden på små rullestein.
- 20-40 cm lange grønnalgekvaser på større steiner midt i bekkeløpet.

Nedstrøms broen fantes en del gulgrå, filtaktige små tuer av 2-3 cm høyde. I tillegg var det en del mose både ovenfor og nedenfor broen.

De lysebrune geléaktige massene viste seg å være gulgrønnalgen *Hydrurus foetidus*, mens de grønne trådene hovedsakelig besto av *Microspora amoena* og de filtaktige tuene vesentlig var stilkfestene til kiselalgen *Didymosphenia geminata*. Bortsett fra at begroingen var forholdsvis frodig, var det intet i observasjonene som indikerte spesielt gunstige næringsforhold. Alle de tre dominerende artene kan finnes i betydelige mengder på rentvannslokaliteter.

Sammensetningen og den relative mengdemessige forekomst av artene i en håvtrekkprøve fra Finnfjordvatnet ses av tabell 9. Ved innsamlingen ble det benyttet en håv med maskevidde 25 μ .

Tabell 9. Håvtrekkplankton (0 m) i Finnfjordvatnet og Rossfjordvatnet
11/8 1976.
 Maskevidde: 25 μ . Relativ mengdeskala:3 (dominerende),
 2 (vanlig), 1 (sparsom), + (ingen mengdevurdering).

Organismer	Stasjon	Fi 3	Ro 1
BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae)			
Anabaena flos-aquae (hvileceller)		1	
Coclosphaerium nägelianum		1	
Chroococcus cf. turgidus		1	
Merismopedia cf. tenuissima		1	
GRØNNALGER (Chlorophyceae)			
Botryococcus braunii		2	+
Cosmarium spp.		+	
Crucigenia rectangularis		+	
Gonatozygon sp.		1	
Nephrocytium cf. limneticum		1	
Staurastrum petsamoense var. minus		+	
Xanthidium antilopacum		+	
KISELALGER (Bacillariophyceae)			
Asterionella formosa		2-3	+
Cyclotella cf. bodanica		1	
Cyclotella sp.			+
Diatoma elongatum f.			2-3
Synedra acus			+
Synedra ulna			1
Tabellaria fenestrata		2-3	1
Tabellaria flocculosa			1
DINOFLAGELLATER (Dinophyceae)			
Ceratium hirundinella		2	
Peridinium sp.		+	
GULALGER (Chrysophyceae)			
Dinobryon divergens		1	
Mallomonas caudata		+	
PROTOZOER (Protozoa)			
Tintinnopsis lacustris		1-2	
HJULDYR (Rotatoria)			
Conochilus unicornis		1	
Gastropus stylifer		+	
Kellicottia longispina		1	+
Keratella cochlearis			+
Keratella quadrata			2-3
Polyarthra vulgaris		1-2	
KREPSDYR (Crustacea)			
Bosmina coregoni		1-2	
Daphnia galeata		1	
Evadne nordmanni			+
Eudiaptomus sp.		+	
Podon sp.			+
Polyphemus pediculus		2	
Cyslopoide copepoder			+

For å få et noe mer nøyaktig inntrykk av mengden av planktonalger ble det også gjort en summarisk analyse av de mest fremtredende artene i en kvantitativ prøve. I denne prøven var det tallmessig dominans av små (uidentifiserte) chrysomonader (ca. 500.000 celler/l), mens det forøvrig ble funnet:

-	Store chrysomonader	ca. 30.000/l
-	Asterionella formosa	" 46.000/l
-	Tabellaria fenestrata	" 13.000/l
-	Cyclotella cf. glomerata	" 50.000/l
-	Rhodomonas pusillus	" 50.000/l

Mengden av planteplankton i en innsjø er underkastet store variasjoner med tiden, og det samme gjelder planktonets sammensetning. Det er derfor sterkt begrenset hva man kan slutte seg til fra enkeltprøver. Resultatene viser ingen uvanlige forhold, hverken med hensyn til mengde eller de arter som er representert. Resultatene indikerer også god balanse mellom primærprodusenter (planktonalgene) og beitedyr. Skulle det sies noe mer bestemt om vekstforholdene, måtte det være at Finnfjordvatnet neppe hører med blant de næringsfattige innsjølokaliteter. Om innsjøen utvikler seg i mer næringsrik retning, kan det ikke sies noe om på grunnlag av planktonobservasjonene. Eventuelt måtte planktonsamfunnet karakteriseres ved en noe mer omfattende basisundersøkelse, og observasjonene gjentas med jevne mellomrom (3-5 år).

5. ROSSFJORDVATNET

Observasjoner er gjort på følgende steder (fig. 1):

- Ro 1 I Rossfjordvatnets hovedbasseng, vest for Langnes.
- Ro 2 Liten vik innenfor nes, sandet og småsteinet strand ved båtfester.
- Ro 3 Utsiden av nes, fjellstrand nær idrettsplass.

På Ro 1 ble det gjort hydrografiske observasjoner og innsamlet et mindre antall orienterende prøver til analyse på innhold av oksygen og nærings-salter, samt tatt et overflatehåvtrekk (25 μ) og kvantitative plante-planktonprøver. Av de sistnevnt er bare de viktigste arter fra 1 m prøven blitt talt. Vannets gjennomskinnelighet (siktedypet) ble målt med Secchiskive.

Resultatene av salt-, temperatur, oksygen- og næringssaltanalysene er gjengitt i tabell 10, og viser bl.a. en sterk lagdeling med nesten ferskvann øverst ($<2.8^{\circ}/\text{oo}$ S) og saltholdigheter over $22^{\circ}/\text{oo}$ i bunnvannet (42 m). Sprangsjiktet (overgangsonen mellom det nesten ferske overflatevannet og dypvannet) lå på omkring 3-5 m. I hovedsaken er dette bildet i overensstemmelse med observasjoner som tidligere er gjort av Per Hognestad (1977, under forbered.), men sprangsjiktet har som regel ligget noe dypere (4-8 m). Hognestads data - som er innsamlet i forbindelse med den særskilte sildestammen i Rossfjordvatnet - viser imidlertid også flere bemerkelsesverdige tilfeller av omsnudd lagdeling (tungt vann over lettere vann) omkring 4-6 m. Forøvrig synes det å være svært liten variasjon i bunnvannets saltholdighet, med verdier omkring $22.4^{\circ}/\text{oo}$ S i 30 m og ca. $22.6^{\circ}/\text{oo}$ S i 55 m, ved 1-3 observasjoner pr. år i 1971 - 1974 (sommer-høst). Såvel den relativt lave saltholdigheten som mangelen på variasjon vitner om liten fornyelse av bunnvannet.

Tabell 10 Fysisk/kjemisk data fra Rossfjordvatnet og Rossfjordstraumen 11/8 1976

Stasjon	Dyp (m)	pH	Salinitet o/oo S	Temperatur °C	Oksygen ml O ₂ /l	% oksygen metning	Turbiditet J.T.U.	Tot. P µg P/l	Orthofosfat µg P/l	Tot. N µg N/l	Nitrat µg N/l	Ammonium µg N/l	Jern µg Fe/l
Ro 1	1	7.3	<2.8	14.0	8.9	129	0.3	21	<2	100	<10	55	<10
	4	7.5	14.22	12.4	9.1	136	0.6	14	<2	190	<10	40	<10
	8	7.4	16.56	9.5	3.7	53	0.4	23	11	160	<10	195	<10
	12	7.2	18.23	8.3	0.6	8	0.5	250	210	135	<10	<10	<10
	16	7.1	19.74	7.8	H ₂ S		0.7	1200	800	1900	30	<10	10
	30	7.4	22.27	8.3			2.3	1750	1500	6800	<10	3650	<10
Rs 1	42	7.9	22.33	8.3			2.4	2000	1600	6600	<10	990	<10
	1) 0	7.6	3.2				0.3	5	<2	150	<10	<10	<10
Rs 3	0		24.31				0.7	5	<2	75	<10	<10	<10

1) Middell av to prøver. Saliniteten ved henholdsvis utgående og inngående strøm varierte bare mellom 3.0 og 3.4 °/oo S.

De observerte oksygenforhold (tabell 10) samsvarer også stort sett med Hognestads data. Intet oksygen ble funnet under 12-13 m. Fra 16 m og nedover hadde prøvene utpreget lukt av hydrogensulfid (råttent vann). Den registrerte overmetning i 1 og 4 m er sannsynligvis noe for høy på grunn av en teknisk feil. Et markert oksygenvinn ble registrert allerede ved 8 m. Alle foretatte salt- og oksygenmålinger gir vitnesbyrd om liten vannfornyelse under ca. 8 m og resulterende lav oksygentilførsel. Livsrommet for aerobe organismer (i praksis alle høyere livsformer) må antas å være permanent begrenset til de øvre 8-9 m av Rossfjordvatnet.

Av tabell 10 ser man også de meget høye konsentrasjonene av fosfor- og nitrogenforbindelser i det råtne bunnvannet og opp i nedre del av vannlaget med oksygen. I overflaten var det derimot moderate verdier, og man kan særlig merke seg de lave konsentrasjonene av orthofosfat og løste nitrogensalter. Dette har sannsynligvis sammenheng med planteplanktonets forbruk av næringssalter. De lave fosforverdiene i utløpet (Rs 1) kan illustrere hvordan Rossfjordvatnet virker som felle for næringssalter.

Turbiditeten var lav, dvs. at vannet var relativt klart (unntatt nær bunnen).

De biologiske observasjonene var av helt orienterende karakter, og innskrenket seg til en håvtrekkprøve fra st. Ro 1 (tabell 9) og to begroingsprøver fra fjærebeltet (st. Ro 2 og Ro 3).

I tillegg kan nevnes at telling av hovedartene i en kvantitativ planteplanktonprøve viste en relativ høy konsentrasjon av ferskvannsdiatoméen *Diatoma elongatum* ($2 \cdot 10^6$ celler/l), og dessuten et betydelig innslag av små chrysomonader (6×10^5 celler/l). Med den moderate vannføringen på observasjonstidspunktet (liten slamtransport), er det sannsynligvis også forekomsten av planteplankton som forårsaket at siktedypet (det dyp hvor den hvite Secchiskiven så vidt kan skimtes fra overflaten) ikke var høyere enn 5.1 m (uten vannkikkert, 5.8 m med kikkert).

Diatoma elongatum var også den dominerende planktonalge i håvtrekkprøven. Herfra kan man videre merke seg det store innslaget av ferskvannshjuldiret *Keratella quadrata*. I det hele var det bare sporadisk forekomst av marine organismer (vannloppene *Podon* og *Evadne*).

Ut fra den korte avstanden opp til Finnfjordvatnet, kunne man ha ventet at den stadige transporten av plankton herfra i større grad skulle ha influert på sammensetningen av planktonet i Rossfjordvatnet. Som det imidlertid fremgår av tabellen var samfunnene i de to vannforekomster temmelig ulike.

Begroingssamfunnene var på st. Ro 2 preget av høyere vegetasjon i moderate forekomster. Den mest fremtredende art på bunnen av sand og småstein var *Potamogeton nitens* (= *P. gramineus* X *P. perfoliatus*), en kryssning av grastjønnaks og hjertetjønnaks. Det ble også observert en del eksemplarer av tusenblad (*Myriophyllum* sp). Blant algene ble det funnet spredte, små tufser av *Cladophora* sp. Som epifytter både på *Cladophora* og de høyere plantene vokste kiselalgene *Diatoma elongatum* og *Cymbella* sp (*Schizonema*-stadium).

I en liten vik på utsiden av neset (st. Ro 3) fantes store tufser av delvis sterkt gulgrønne og delvis brunlige og begrodde tråder av grønnalgen *Cladophora* sp. Som epifytter (påvekst) ble det registrert kiselalgene *Diatoma* cf *elongatum*, *Synedra* sp. og *Achnanthes* sp. Det ble også funnet små mengder av en representant for grønnalgeslekten *Stigeoclonium*. Utenom den lille viken, fantes *Cladophora*-kvasene i noe ujevnt forekomst langs ca. 50 m av steinstranden.

Samfunnene av begroingsorganismer besto av ferskvannsarter med en viss toleranse overfor brakkvann. Næringsforholdene kan ikke bedømmes på grunnlag av et så lite stasjonsantall. Det er mulig at den rikelige begroingen på st. Ro 3 står i en viss sammenheng med lokalt tilførsel av gjødselstoffer fra forsamlingshus ved idretts-

anlegg. Det er likevel sannsynlig at algeveksten er mer betinget av at voksestedet er gunstig av andre grunner (steinstrand, forholdsvis liten vannbevegelse, muligens også lite beiteorganismer p.g.a. lav og noe vekslende saltholdighet).

6. ROSSFJORDSTRAUMEN

Befaringen av Rossfjordstraumen omfattet observasjoner av en del lokaliteter fra veibroen og utover på straumens østside, hovedsakelig følgende (fig. 1):

- Rs 1 Ved veibro
- Rs 2 Strandområdet utenfor aldershjem
- Rs 3 Ved kai på Rossfjordnes

De fåtallige kjemiske observasjonene er vist i tabell 10. På prøvetakingstidspunktet var det meget lave konsentrasjoner av fosforforbindelser i vannet ut fra Rossfjordvatnet.

På steinene i strømmen under broen var det liten begroing. Derimot var det rik plantevekst på jord, sand og leire langs bredden og på grunt vann. Nær et kloakkvannsutslipp på nordøstsiden var det drivende grønnalgematter (for det meste tarmgrønske), og det samme gjaldt bakevjen på broens nordvestside, der det langs bredden vokste starr og sivaks, foruten fjæresaulauk (*Triglochin maritimum*) og saltsiv (*Juncus gerardi*). Ute i vannet var det kvaser av skruehavgras (*Ruppia spiralis*). Bunnen var preget av svart mudder med lukt av hydrogensulfid (svovelvannstoff). Av mer typisk marin flora ble det bare registrert noen få blæretang (*Fucus vesiculosus*).

Forholdene omkring broen bar preg av den markerte ferskvannspåvirkningen, og var i samsvar med opplysninger fra lokalt hold om at det bare er for kortere tid ved flo at man har inngående strøm. Målingene av saltholdigheten viste heller ingen vesentlig forskjell ved utgående og inngående strøm (tabell 10).

Den rike tilgroingen langs bredden, de flytende algemattene og den delvis råtne leiren må ses som et resultat av en kombinasjon av faktorer. For eventuelt å avgjøre hva som spiller størst rolle av ferskvannspåvirkning, kloakkvannsbelastning og bakevjeeffekter vil det være nødvendig med grundigere studier av fysiske og kjemiske forhold. Sporadisk eller periodisk opptreden av høyere saltholdighet vil bevirke at beitedyr får ugunstige levevilkår, og derved bidra til at algenes biomasse blir forholdsmessig høy.

Utenfor aldershjemmet og den tilgrensende søppelplass var det til dels samme vegetasjon av skruehavgras og grønnalger (*Enteromorpha* sp., *Cladophora* sp., *Ulothrix* sp.) som ved broen, men algeforekomstene var mindre. Som epifytter på skruehavgras og de større algene vokste kiselalger (*Navicula* sp., *Diatoma* cf. *elongatum*, *Synedra* sp.) Den faste leiren var svart på undersiden, men luktet lite av hydrogensulfid. Utover mot utslippet fra aldershjemmet var det for det meste bar sand, med enkelte forekomster av grønnalger. Den fin-kornede sanden her var ikke svart under overflaten. Lokaliteten ga et mindre frødig inntrykk enn strandområdene ved broen, og noen gjødslingseffekt var ikke iøynefallende. Dette har formodentlig sammenheng med både mindre direkte påvirkning fra utslipp og åpnere farvann med mer effektiv vannutskifting.

På sandet og småsteinet strand innenfor kai og pakkhus ved Røssfjordnes (Ro 3, fig. 1) ble det bare funnet en mindre forekomst av spiraltang (*Fucus spiralis*) utenfor strandeng med fjæresaltgras (*Puceinellia maritima*). Under pakkhuset ble det observert storvokste eksemplarer av blæretang (*Fucus vesiculosus*). Heller ikke her var iøynefallende vekst av grønnalger. Det bør legges til at befaringen her ble gjort ved flo og noe urolig sjø, slik at observasjonsforholdene ikke var de beste. På denne lokaliteten må man regne med at den gjennomsnittelige saltholdighet er vesentlig høyere enn lenger inn (kfr. tabell 10, Rs 3). Vannkvaliteten vil være vel så mye preget av Malangsfjorden som Røssfjordstraumen, og noen gjødslingseffekt fra kommunale utslipp kan ikke ventes.

Helhetsinntrykket fra ovennevnte og øvrige spredte observasjoner fra Rossfjordstraumen var at ferskvannspåvirkningen lot seg spore langt ut, mens de synlige virkninger av utslipp var raskt avtagende utover. Det bør imidlertid også nevnes at flere små utslipp og søppelansamlinger ga et til dels uestetisk inntrykk.

7. SAMMENFATTENDE DISKUSJON

7.1 Finnfjordvatnet

I følge opplysninger fra Lenvik kommune brukes ikke Finnfjordvatn som drikkevannskilde i dag, men det har vært vurdert som alternativ vannkilde. Det knytter seg stor interesse til de rekreative verdier og fiske (abbor/røye). Det blir påstått av befolkningen at fiske har gått noe tilbake i den senere tid.

Spesielt på nordsiden av innsjøen er det betydelig jordbruksvirksomhet. I nedbørfeltet bor det ca. 520 mennesker.

Den midlere vannføring er ca. $4.8 \text{ m}^3/\text{sek}$ eller 150 mill m^3 pr. år. Settes midlere BOF-innhold i upåvirket avrenningsvann til 0.5 mg/l , tilsvarer den naturlige BOF-belastning $75 \text{ tonn BOF pr. år}$. Dette er ca. 4 ganger større enn belastningen fra forurensningskilder (silo + befolkning, se tabell 3).

I fig. 2 er innsjøens fosforbelastning (g P/m^2 innsjøoverflate og år) tegnet inn mot forholdet mellom innsjøens middeldyp og teoretiske oppholdstid (Vollenweider 1973). Til sammenligning er diagrammet også påført tre andre norske innsjøer med noe ulik grad av belastning. Man ser at fosforbelastningen på Finnsfjordvatnet (ca. 0.12 g P/m^2 og år) ligger godt under et betenkelig nivå. Overflatebelastningen med nitrogenforbindelser lar seg på samme måte (kfr. tabellene 1 og 3) beregne til nær 3 g pr. m^2 og år. Også dette er moderat.

Finnfjordvatnet synes i dag å være i en god økologisk balanse. Innsjøen hører ikke med til de næringsfattige typene, men primærproduzentenes (planteplankton) mengde og artsantall er i overensstemmelse med hva som er normalt for næringsfattige vannforekomster. Det samme er tilfelle med dyreplanktonet. Erfaringsmessig er innsjøer av Finnfjordvatns dyp og med tilsvarende vannkvalitet ømfintlig for nærings saltbelastning, og en økning i forurensningsbelastningen kan lett bringe innsjøen i en uheldig utvikling (eutrofiering).

Vi vil derfor anbefale at avløpsvannet fra tettsteder samles og renses i mekanisk-kjemisk renseanlegg. Så lenge innsjøen brukes som drikkevannskilde kan avløpet fra renseanlegget(ene) plasseres i 15-20 meters dyp. Ellers bør forskriftene for behandling av silosaft etterleves. Man bør videre unngå deponering eller spredning av gjødsel på frossen mark - gjødselkjellere bør være tette.

Innsjøens tilstand er neppe noe hinder for en økning i fritidsbebyggelse og aktivitet under forutsetning av at avløp fra vannklosetter, spillvann o.l. ikke blir tilført Finnfjordvatn.

Utviklingen i innsjøen bør følge opp med et enkelt overvåkingsprogram. En slik undersøkelse bør i praksis koordineres med tilsvarende undersøkellesopplegg andre steder i fylket. Det forutsettes at innsamling av prøver og feltarbeide forøvrig gjennomføres av lokalt personell. Sannsynligvis vil det være tilstrekkelig med en stasjon midt i innsjøen hvorfra det månedlig i sommersesongen samles inn kjemiske prøver og prøver for kvantitativ planktonbestemmelse og klorofyll. I utløpselven bør man samle inn kjemiske prøver og kvalitative planktonprøver hver måned hele året igjennom.

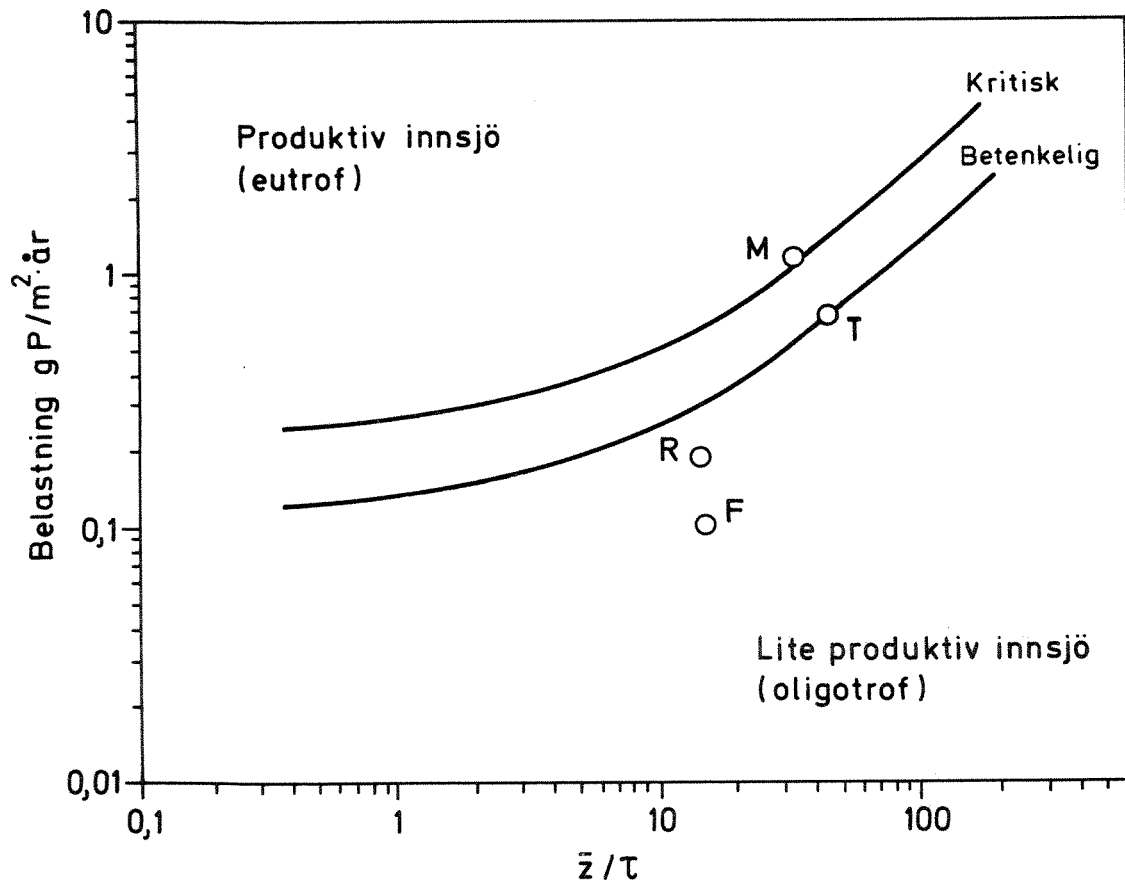


Fig.2 Produksjonsforholdene i en innsjö relatert til fosforbelastning

\bar{z} = middeldyp, τ = teoretisk oppholdstid

(Etter Vollenweider 1973)

M = Mjösa, T = Tyrifjord, R = Randsfjord, F = Finnfjordvatn

7.2 Rossfjordvatnet og Rossfjordstraumen

Data fra denne rapport og tidligere studier (Hognestad 1977, under forberedelse) har vist at Rossfjordvatnet er preget av mer eller mindre konstant lav saltholdighet i overflatelaget (nesten ferskt vann i øvre 3-5 m). Sprangsjiktets beliggenhet varierer noe, men danner under alle omstendigheter en effektiv barriere mot det saltere vannet under 8-10 meters dyp, som holder mer enn 15-20 ‰ S. Noen eksempler på omvendt lagdeling (Hognestad 1977, under forberedelse) kan neppe forstyrre dette bildet vesentlig. Under 12-15 m er dypvannet stagnerende og vannfornyelsen er sparsom. Terskeloverskylling skjer trolig med lange mellomrom (år) og oksygen tilføres i praksis bare ved diffusjon ovenfra. Denne langsomme prosess er utilstrekkelig, slik at man må regne med nærmest konstant råtne forhold under 12-14 m.

Alle de ovennevnte forhold gjør Rossfjordvatnet til en ømfintlig resipient, særlig med hensyn til dypvannet. For overflatevannet er situasjonen mer komplisert. Den relativt hurtige gjennomstrømmingen kunne man tenke seg var gunstig ved å bringe eventuelle tilførsler raskt ut. Hvis man regner med midlere vanntilførsel og et "ferskvannslag" på 4 m, blir imidlertid ikke den teoretiske midlere oppholdstiden (for 4-meters laget) kortere enn omkring 30 døgn. Dette er vesentlig mer enn det som trengs for å binde en betydelig del av tilførte næringsalter. Dertil kommer at sterk ferskvannspåvirkning av et marint området i seg selv kan medvirke til en økt virkning av belastning med gjødselstoffer. Dette skyldes at flere marine begroingsorganismer, særlig enkelte trådformede grønnalger er meget tolerante overfor lav saltholdighet. Dyr som beiter på de samme plantene vil derimot være mer utsatt, særlig hvis saltholdigheten varierer mye. Alt i alt maner dette til forsiktighet med forurensingstilførsler.

Sammenlignet med andre norske fjordområder er Rossfjordvatnet blant de som er lavest belastet, og det bør ikke herske tvil om at det mest er naturlige årsaker til at bunnvannet er råttent. Menneskelig påvirkning kan i så måte bare ha spilt en marginal rolle. Det kan heller ikke ses noen risiko forbundet med at den nåværende belastning vedvarer. Nåværende avløpsforhold (delvis spredt bebyggelse og formentlig til dels infiltrasjon i grunnen) representerer en viss beskyttelse av Rossfjordvatnet, i hvert fall på kort sikt. Følgelig kan det ikke fra denne synsvinkel ses noe spesielt behov for å få et sentralt avløpsnett med rensing for annet enn de eksisterende befolkningskonsentrasjoner, eller der et avløpsnett allerede foreligger, dessuten i planlagte utbygningsområder.

Hvis man regner med en naturgitt bakgrunnsverdi i avrenningsvann på omkring 0.5 mg BOF₇/l, vil man finne at den naturlige belastningen med slikt materiale kan anslås til ca 3 ganger større enn tilførselen via husholdningskloakkvann og fra landbruket (surførsilo og mer diffuse kilder). På bakgrunn av at den beregnede sivilisatoriske påvirkning heller ikke er særlig høy, kan det følgelig ikke ses noen egentlig begrunnelse for biologisk rensing av kommunalt avløpsvann.

Belastningen med næringssalter er som nevnt også forholdsmessig lav. Det må imidlertid antas at disse tilførsler spiller relativt større rolle for resipienten, lokalt og totalt, enn det organiske stoffet. Dette gjelder kanskje primært med henblikk på den fremtidige utvikling. Hovedsynspunktet blir likevel at det bør være tilstrekkelig med mekanisk rensing for å sikre seg mot estetiske ulemper. Slike utslipp kan medføre lokale eutrofieringseffekter, men vil neppe ha innflytelse ut på hovedvannmassene. Det understrekes at denne vurdering i betydelig grad bygger på skjønn fordi man ikke vet hvordan Rossfjordvatnets utvikling har vært med hensyn til oksygenforholdene i de stagnerende dypvann. Heller ikke kjenner man graden av vannfornyelse med tiden i de ulike dyp. Det bør derfor vurderes om ikke utviklingen bør følges gjennom et enkelt overvåkingsopplegg.

Ofte representerer dypvannsutslipp i lagdelte bassenger en beskyttelse mot gjødslingspåvirkning. Forutsetningen er at det i vekstsesongen oppnås innlagring av avløpsvannet under den sonen der det er lys til plantenes fotosyntese, helst også at strømsystemet er slik at avløpsvannet transporteres ut av det kritiske området.

For Rossfjordvatnet er dypvannsutslipp noe tvilsomt. Hovedgrunnen er at man ikke ut fra fortynningsbehovet fritt kan velge dypet for å oppnå den tilsiktede innlagring. Vannet under ca. 10-12 m, og særlig under ca. 15 m må regnes å ha høye konsentrasjoner av både ortofosfat og fosfor- og nitrogenforbindelser. Ved fortynning i slikt vann må man være sikker på at lagdelingen regelmessig er slik at innlagring oppnås. Ved eventuell meddriving til overflaten vil fortynningsvannet i seg selv representere en gjødsling.

I tillegg kommer at vannet under 12-15 m må antas å være permanent anaerobt. Eventuelt gjennomslag til overflaten av hydrogensulfidholdig vann vil kunne medføre lokale luktulempere.

Imidlertid synes det å være en rimelig forutsetning at man har en nærmest konstant saltholdighetsgradient på i hvert fall 10-12, ofte 15 ‰ over et lag på 3-5 m tykkelse. Underkanten av dette sprangsjiktet vil som regel ligge på 6-8 m, sjelden strekke seg ned mot 10 m. Øvre del av spranglaget vil vanligvis være mellom 3 og 5 meters dyp. Ved utslipp av den størrelsesorden det dreier seg om (par hundre personer) trengs ikke mer enn 2-3 m stigning av utløpsstrålen før man får tilstrekkelig initialfortynning til at det utspedde avløpsvann har samme tetthet som de omliggende vannmasser. M.a.o. skulle utslipp på 10 m i rimelig grad være sikret innlagring under 4-5 m. Herfra vil noe avløpsvann langsomt bli tilblandet overflate- laget, men det vil være i moderate mengder i forhold til den naturlige tilførselen.

Risikoen for gjennomslag av hydrogensulfid skulle også være minimal. Imot en slik eventualitet taler både den sannsynlige innlagring, relativ rask oksydasjon av H_2S i oksygenholdig vann, og det forhold at det neppe vil være særlig mye hydrogensulfid så høyt oppe som 10 m.

Den beste beskyttelse av Rossfjordvatnet vil være avskjærende ledninger og utslipp i Rossfjordstraumen eller Malangsfjorden. Ut fra ovenstående betraktninger kan det imidlertid ikke ses å være noe presserende behov for slike tiltak. Den eksisterende belastning er heller ikke større enn at det bør være tilstrekkelig med mekaniske renseinnretninger for å hindre primære forurensningsvirkninger. Ved dyputslipp på maks. 10-11 m skulle man kunne oppnå både innlagring av avløpsvannet og unngå risiko for luktulempen ved at forråtnelsesgasser bringes til overflaten. Ved utslipp til overflatelaget kan det neppe ventes mer enn lokale gjødslingseffekter i form av økt begroing på stranden og grunt vann. Noen endring i hovedvannmassenes tilstand er mindre sannsynlig.

Såvidt det kan bedømmes ut fra den foretatte befaring er problemene i Rossfjordstraumen primært knyttet til lokale forurensningsulempen som kan oppstå som en kombinasjon av utslipps- og bakevjeeffekter. For hovedløpet kan det regnes med hurtig vannutskifting, og hovedmålet bør være å få en effektiv utnyttelse av vanntransporten utover og å unngå transport innover til Rossfjordvatnet. Den nåværende direkte belastning med næringssalter fra kommunale avløp til straumen må antas å være beskjeden i forhold til de mengder som kommer ut fra Rossfjordvatnet.

Et enkelt regneeksempel kan illustrere dette. Settes middelavrenningen fra Rossfjordvatnet til $10 \text{ m}^3/\text{sek}$ og midlere konsentrasjon av totalfosfor til 8-10 $\mu\text{g}/\text{l}$ og av totalnitrogen til 100 $\mu\text{g}/\text{l}$, fåes en døgntransport av fosfor på nær 7-9 kg og av nitrogen på ca. 70-90 kg. Til sammenligning representerer urensset avløp fra 500 personer en døgntilførsel på henholdsvis ca. 1.2 kg fosfor og ca. 6 kg nitrogen. Til dette må det likevel bemerkes at fosfor i kommunalt avløpsvann i større grad enn for straumvannet vil foreligge i oppløst form.

Oppløste fosfor- og nitrogenforbindelser er hurtigere tilgjengelig for plantene enn den partikulære fraksjonen, og vil følgelig gi en mer øyeblikkelig gjødslingeffekt.

Alt tatt i betraktning skulle det for vern av Rossfjordstraumen være tilstrekkelig med effektiv mekanisk rensing (fjerning av partikkelmateriale og flytestoffer) og at utslippene plasseres i hovedstrømmen (for å unngå bakevjeeffekter og lokale ulemper). Det er gunstigere jo lenger ut i retning Malangsfjorden utslippene kan komme. Som en ekstra beskyttelse kan man tenke på fordrøyningsbassenger med utslippene begrenset til periodene med fallende sjø.

8. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

- I Det har vært gjennomført en befaring med orienterende undersøkelser av vannkvalitet og biologiske forhold i Finnfjordvatnet, Rossfjordvatnet og Rossfjordstraumen.
- II Anslagsmessige beregninger av forurensningstilførsler har vist at de tre vannforekomstene er moderat eller relativt lavt belastet med lett nedbrytbart organisk materiale og næringssalter (nitrogen- og fosforforbindelser).
- III Lokale gjødslingseffekter er påvist i en tilløpsbekk til Finnfjordvatnet, og nær tettstedsentrum ved Rossfjordstraumen. Det er mulig at slike effekter også gjør seg gjeldende lokalt i Rossfjordvatnet.
- IV Hovedvannmassene i Finnfjordvatnet viser ingen spesielle trekk som tyder på overbelastning med organisk stoff eller næringssalter. Med forbehold om det sparsomme observasjonsmaterialet kan innsjøen antas å være middels produktive med hensyn til vekst av planter (høyere vegetasjon, fastsittende alger og planktonalger).

- V Med de nåværende belastningsforhold er det neppe overhengende behov for iverksettelse av spesielle vernetiltak for noen av vannforekomstene. Det forutsettes overholdelse av gjeldende forskrifter for siloutslipp, betryggende disponering av husdyrgjødsel, og gjødslingspraksis, dessuten minimum mekanisk rensing av kommunalt avløpsvann fra tettsteder og der det ellers er felles avløpsnett. Med mekanisk rensing forstås effektiv fjerning av sedimenterbart materiale og flytestoffer. Kjemisk rensing (fosforfelling) bør overveies ved eventuelle større utslipp. Disse forhold må revideres ved eventuelle større utbygning av boligfelter eller etablering av vannforurensende industri innenfor nedbørfeltene.
- VI Rossfjordvatnets dypvann (under 12-15 m) er råttent av naturlige årsaker. Belastning fra menneskelig virksomhet må antas å spille en relativt underordnet rolle for dypvannets tilstand. Heller ikke overflatevannet synes å bære preg av overgjødsling (med forbehold om lokale effekter). Det anses derfor ikke å være behov for mer enn mekanisk rensing (og følgelig heller ikke behov for skjerming ved et avskjærende ledningsnett og utslipp i Rossfjordstraumen eller Malangsfjorden). De tilgjengelige informasjonen om vannmassenes lagdeling sannsynliggjør at effektiv innlagring av avløpsvann kan oppnås ved utslipp til ca. 10 meters dyp. Derved får man ikke direkte tilførsel av gjødselstoffer til de øvre 4-5 m, hvor det vesentlige av planktonalgeproduksjonen foregår. Selv om risikoen for gjennomslag til overflaten synes forholdsvis liten, bør utslippsdypet være maks. 10 m for å unngå medrivning av råttent og næringsrikt vann.
- VII Utslippsarrangementer i forbindelse med Rossfjordstraumen bør primært ta sikte på å unngå lokale forurensningssituasjoner og transport av avløpsvann innover til Rossfjordvatnet. Den

hurtige vannutskiftingen gjør det tilstrekkelig med mekanisk rensing og avløp til hovedstrømmen. Under ellers like forhold vil det være gunstig at utslippene blir plassert utover mot Malangsfjorden. En alternativ måte å sikre en effektiv transport utover er bruk av fordrøyningsbassenger og utslipp på fallende sjø.

VIII Finnfjordvatnet og Rossfjordvatnet bør gjøres til gjenstand for en enkel overvåking basert på måling av overflatevannets innhold av klorofyll, blandprøver av plante- resp. dyreplankton og næringssalter i vekstsesongen. Programmet bør også dekke oksygen- og lagdelingsforhold i begge vannforekomster. Det alt vesentlige av arbeidet kan gjøres lokalt.

9. LITTERATURHENVISNINGER

Hognestad, P.T. 1977. The Rossfjord Lake herring and its environment (Under forberedelse).

Mikkelsen, K., Ekern, A., Borgan, S., Rognerud, B. og Sundsbø, S. 1974: Landsplan for bruken av vannressursene. Arb. rapp. nr. 6. Norsk jordbruk og vannressursene. Del A Vannforurensninger fra jordbruket. Stensilert, 82 s. Norges landbrukshøgskole, Ås 1974.

Norsk institutt for vannforskning 1973a.: 0-41/70 Undersøkelse av Nord-Rogalandsfjordenes forurensningstilstand. Delrapport 1. A. Generelle forhold. B. Viksefjorden. Stensilert, 22 s + fig. Oslo, 25/10 1973. (Saksbehandler: E. Ravdal).

Norsk institutt for vannforskning 1973b: 0-41/70 Undersøkelse av Nord-Rogalandsfjordenes forurensningstilstand. Delrapport 5. Grinde-Skjoldafjorden. Stensilert, 30 s. + fig. Oslo, 5/11 1973. (Saksbehandler: E. Ravdal).

Norsk institutt for vannforskning 1973c: 0-111/70 Resipientvurderinger av Nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport 1 Tidligere undersøkelser - Generelle forhold - Forurensningstilførsler. Stensilert, 93 s. Oslo, juli 1973. (Saksbehandlere: Ø. Johannesen, S. Kolstad, T. Bokn og B. Rygg).

Norsk institutt for vannforskning 1976a: 0-58/70 Resipientundersøkelse av Trondheimsfjorden. Forurensningstilførsler. Stensilert, 115 s. + vedlegg. Oslo, 24/3 1976. (Saksbehandler: S.U. Heines og J. Knutzen).

Norsk institutt for vannforskning 1976b: 0-174/73. En undersøkelse i 1975 av Borrevatn. Stensilert, 119 s. Oslo 24/11 1976. (Saksbehandler: P. Brettum).

- Norsk institutt for vannforskning 1976c: O-123/72 Resipientundersøkelse av fjordsystemet i Flekkefjordregionen. Stensilert, 159 s. Oslo 20/1 1976. (Saksbehandler: S. Kolstad).
- Norsk institutt for vannforskning 1976d: O-55/76 Orienterende resipientundersøkelse av Ulvikpollen, Hardanger, 22-23/6 1976. Stensilert, 33 s. + vedlegg. Oslo, 17/11 1976. Saksbehandler: K. Kvalvågnes).
- Norsk institutt for vannforskning 1977a: O-40/76 Orienterende resipientundersøkelser i Troms. I. Storfjord kommune. Under forberedelse. (Saksbehandler: H. Holtan).
- Norsk institutt for vannforskning 1977b: O-40/76 Orienterende resipientundersøkelser i Troms. III. Gratangen kommune. Under forberedelse. (Saksbehandler: J. Knutzen).
- Norsk institutt for vannforskning 1977c: O-40/76 Orienterende resipientundersøkelser i Troms. IV. Kvæfjord kommune. Under forberedelse. (Saksbehandler: J. Knutzen).
- Rodhe, Wilhelm 1958. Aktuella problem inom limnologien. Svensk Naturvetenskap 1957-1958.
- Vollenweider, R.A. and Dillon, P.J. 1974. The application of the phosphorus loading concept to eutrophication research. National research council of Canada. Canada Centre for Inland Waters June 1974.