

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-114/76

TEORETISK VURDERING AV SØRFJORDEN - ELSFJORDEN  
(NORDLAND) SOM RESIPIENT FOR KOMMUNALT KLOAKKVANN

INNHold	Side:
Innledning_____	3
Topografi_____	3
Nedbørsfelt og avrenning_____	7
Utslippsmengder av kommunalt avløsvann_____	10
Effekter på fjorden_____	10
Vannkvaliteten i overflatelaget_____	14
Oksygenforholdene i dypet_____	14
Konklusjon_____	15
Referanser_____	16

Mars 1977

Saksbehandler: cand.real. Lars Kirkerud

Medarbeider : fil.kand. Jan Magnusson

Instituttssjef Kjell Baalsrud

## 1. INNLEDNING

Etter oppdrag av Hemnes kommune (brev av 21. juni 1976) er det foretatt en teoretisk vurdering av virkningen av kommunale kloakkutslipp på Sørfjorden - Elsfjorden.

De mest aktuelle forurensninger fra avløpsvann til fjordområder generelt kan deles inn i 4 grupper:

1. Nedbrytbare organiske stoffer
2. Næringssalter eller gjødselstoffer
3. Giftstoffer
4. Partikulært materiale, søppel og olje

Dessuten skal nevnes usikkerheten med hensyn til smittefare gjennom bakterier og virus.

En forurensningskilde kan ha avløp som omfatter flere eller endog alle disse grupper av stoffer. I det følgende gis en beskrivelse av hvilke virkninger disse stoffer kan ha på vannets kvalitet.

### Nedbrytbare organiske stoffer

Organiske stoffer tilføres fjordene hovedsaklig fra husholdningskloakkvann, treforedlingsindustri, næringsmiddelindustri, slakterier og jordbruket. I tillegg kommer den naturlige organiske tilførselen gjennom avrenningen fra nedbørfeltene.

Disse forbindelser utnyttes av heterotrofe organismer (bakterier, sopp, dyr) som næring. Nedbrytningen medfører forbruk av oksygen. Hvis belastningen av organiske stoffer fra avrenning og fra utslipp av forurenset vann er stor, vil det frie oksygen i vannet kunne oppbrukes. Dette kan føre til at nesten alle organismer i vannet dør ut. Forsvinner oksygenet helt, fås "råttent" vann, idet enkelte spesialiserte bakterier vil fortsette nedbrytningen av organisk materiale under anaerobe forhold (uten tilgang på fritt oksygen). Under de anaerobe nedbrytningsprosesser dannes forråtnelsesgasser som ammoniakk, metan og hydrogensulfid (svovelvannstoff), som gjør miljøet giftig.

I elver, bekker og nær utslipp med betydelig mengder organisk stoff, vil det kunne vokse fram iøynefallende, slimete begroinger, samfunn av mikroorganismer som resultat av den rikelige tilgang på næringsemner. Slike begroingssamfunn vil kunne dekke bunnen og faste gjenstander over større områder.

#### Næringssalter eller gjødselstoffer

Planteorganismer som formerer seg og vokser, trenger en rekke nærings-salter eller gjødselstoffer. Kildene er, foruten direkte utslipp av løste salter, organiske stoffer som frigjør næringssalter ved nedbrytning. Kloakkvann og utløp fra visse typer kjemisk industri, treforedlings-industri og næringsmiddelindustri er ofte rikt både på løste nærings-salter og organiske stoffer. Likeledes vaskes næringssalter ut fra jord-bruksområder.

I overflaten, avhengig av gunstige temperatur- og lysforhold, vil nær-ings-saltene kunne gi grunnlag for økt vekst av organismer, først og fremst alger. Overproduksjon av alger gir vannet en brun eller grønn farge med et grumset og uestetisk utseende. Næringssaltene i vannet vil også kunne medføre en øket vekst av fastsittende alger og høyere planter i strand-sonen.

Algeoppblomstring medfører produksjon av organisk stoff som senere synker ned i dypere vannlag. Vi får nedbrytning av dette stoffet med resulterende økt forbruk av oksygen. På denne måten bidrar utslipp av næringssalter til å øke faren for "døde" eller "råtne" vannmasser i dypet, særlig med dårlig vannutskiftning. De næringssalter som vanligvis har størst gjødseleffekt i norske fjorder er nitrogen- og fosforforbindelser.

#### Giftstoffer

Utslipp av stoffer som i små mengder har giftvirkning, kan ha meget alvorlige konsekvenser for organismesamfunnene i elver og fjorder.

Tungmetaller, sterke syrer, baser og kjemikalier fra mekanisk og kjemisk industri, utgjør viktige giftkilder. Syrer og baser betyr imidlertid mindre fare i sjøvann som har stor buffringsevne. I husholdningskloakkvann er innholdet av giftstoffer av relativt liten betydning sammenliknet med næringssalter og organisk stoff.

#### Partikulært materiale, søppel og olje

Partikulære stoffer vil kunne synke og dekke det naturlige bunnsediment i fjorden. Organisk slam vil kunne gå i forråtnelse og produsere illeluktende gasser, som i sin tur kan frigjøre slamkaker som flyter opp og skjemma overflaten. Slambanker vil kunne påvirke organismelivet på bunnen og ødelegge gyteplasser for fisk.

Overflateforurensninger har hovedsaklig sin årsak i forsøpling og oljesøl. Søppel kan spores tilbake til dumping fra lager, boligbebyggelse eller anleggsvirksomhet i strandområdene. Skipstrafikk kan også utgjøre en betydelig kilde til søppelforurensning. Forurensning av denne art kan lett iakttas på stedet og er ikke behandlet nærmere her.

#### Problemstilling

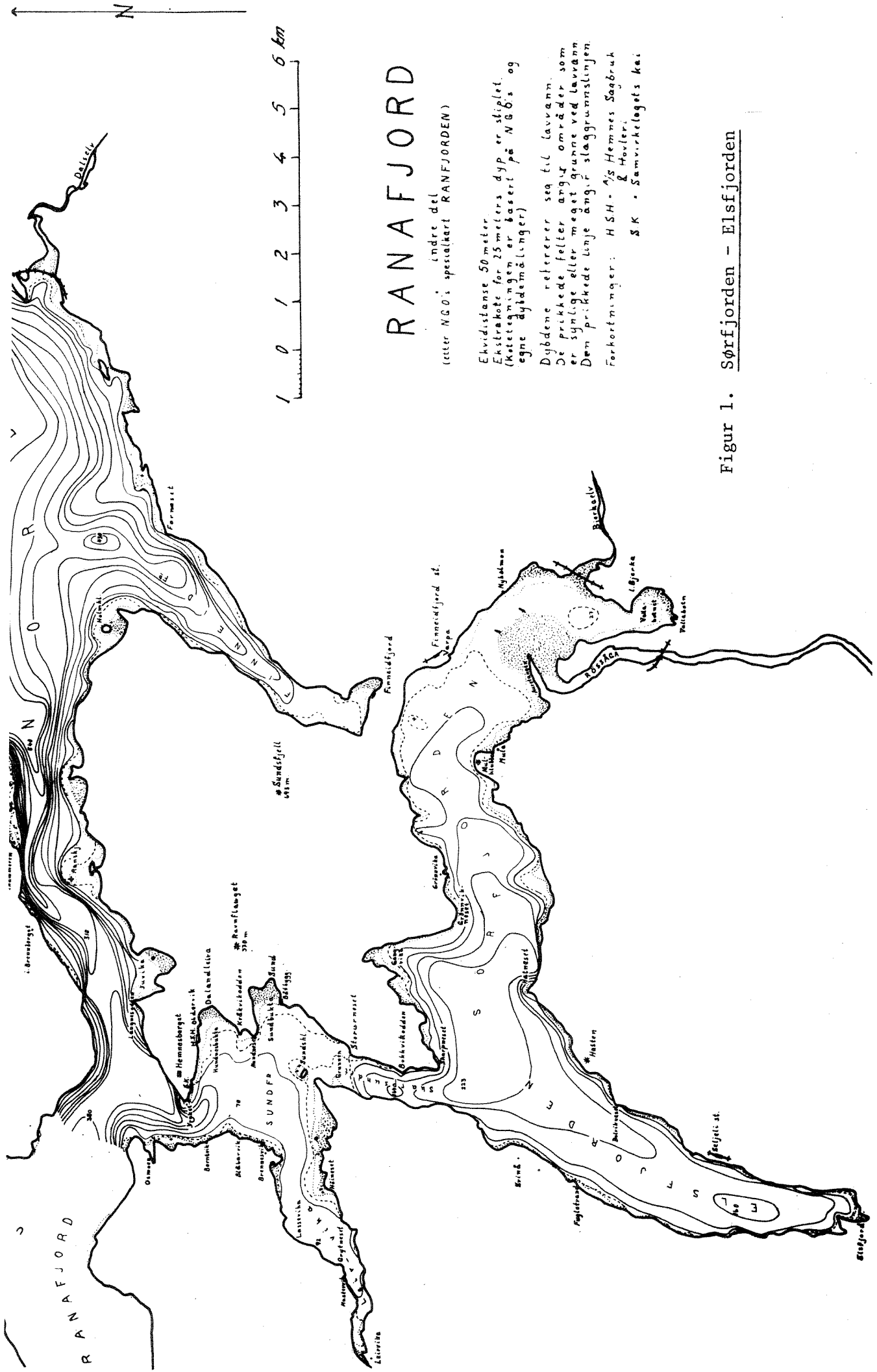
I Sørfjorden - Elsfjorden har en konsentrert seg om utslippet av næringssalter og organisk stoff, siden disse bestanddeler må ventes å gi størst utslag i en terskelfjord.

Den beregnede overflatebelastning av Sørfjorden - Elsfjorden (tonn/km<sup>2</sup>·år) er sammenliknet med overflatebelastningen i andre fjorder der forurensningens virkninger er kjent.

Tilførsler fra kommunal kloakk er sammenliknet med antatt naturlig avrenning.

Videre har en beregnet den teoretiske gjennomsnittskonsentrasjon av næringssalter i elvevannet og sammenliknet denne med antatte naturlige konsentrasjoner i kystvann.

Endelig har en tatt med resultater fra en orienterende undersøkelse av overflatevannkvaliteten i Ranafjorden (NIVA, 1976a).



# RANAFJORD

(etter N.G.O.'s indre del (etter N.G.O.'s spesialkart RANAFJORDEN))

Ekvidistanse 50 meter  
Ekstråkte for 25 meters dyp er stiplet.  
(Kartetegningen er basert på N.G.O.'s egne dybdemålinger)

Dybden refererer seg til lavvann.  
De prikkede felter angir områder som er synlige eller meget grunne ved lavvann.  
Dem-prikkede linje angir slagggrannslinjen.  
Forkortninger: HSH - 1/8 Hemnes Sagbruk & Hovler, SK - Samvirkelegets kai

Figur 1. Sørfjorden - Elsfjorden

## 2. TOPOGRAFI

Sørfjorden må betraktes som en fjord i hydrografisk forstand med ferskvannstilførselen nesten innerst og en terskel ytterst.

Elsfjorden med ca. 5% av de totale ferskvannstilførslene kan betraktes som en utbuktning av Sørfjorden (se fig. 1 s. 5). Innenfor utløpet av Røssåga er det et atskilt basseng med ferskvannstilførsel fra den mindre elva Bjerka. Dette bassenget strekker seg også sør for Bjerkas utløp og ender i Vollabotn. Vi kaller det Vollabassenget (se fig. 1 og 2). Fjordområdenes dyp og arealer er framstilt i tabell 1.

Tabell 1. Arealer og dyp av fjordområdene. Dyp anslått etter Norges Sjøkartverk

	Overflateareal (km <sup>2</sup> )	Terskeldyp (m)	Største dyp i bassenget, m
Vollabassenget	3.2	16	27
Sørfjorden-Elsfjorden	27.7	24	223
Totalt:	31		

## 3. NEDBØRSFELT OG AVRENNING

Som tidligere nevnt drenerer hoveddelen av nedbørsfeltet til Røssåga med utløp i Sørfjorden. En del av nedbørsfeltet er regulert. Erosjonen av løsavsetninger er stor slik at elva til sine tider er ganske blakket av leire. Dette kan skape problemer ved økt bunnavleiring i fjordområdet, og betyr ventelig en økning av fosfortilførslene. Arealene av dyrket mark og produktiv skog har relativt stor avrenning av næringsalter per flateenhet. Skogarealene er grovt beregnet etter Jord-direktoratets kartverk og jordbruksarealet hentet fra Jordbrukstellinga 1969.

Tabell 2. Arealfordeling for nedbørsfelt til Sørfjorden - Elsfjorden til og med Skarpsundet

	Areal, km <sup>2</sup>	Areal, %
Uproduktive områder	2 369	85
Skog	395	14
Dyrket mark	18	1
Totalt	2 782	100

Spesifikke avrenningstall for de forskjellige områder er oppgitt i tabell 3. Tallene kan variere med nedbør, berggrunn, dyrkningsintensitet og en rekke andre faktorer og indikerer derfor bare størrelsesordenen.

Tabell 3. Avrenningstall for dyrket mark, skog og annet areal

Arealtype	Avrenning, kg/km <sup>2</sup> .år	
	Nitrogen, N	Fosfor, P
Dyrket mark	1 000	8.0
Skog	220	6.5
Annet areal	120	6

I 1975 var husdyrbestanden i Hemnes kommune ca. 900 melkekyr, 1200 ungfø/storfe, 3500 sau, 960 gris og 3000 høns. Noe av dette ligger utenfor nedbørsfeltet. Til gjengjeld er husdyr i en mindre del av Vefsn kommune som drenerer til Elsfjorden ikke medtatt. Husdyrgjødsel anvendes i jordbruket. Erfarings-tall for produksjonen av gjødsel pr. dyr er oppgitt i tabell 4.

Tabell 4. Innholdet av organisk stoff, nitrogen og fosfor i gjødsla pr. dyreenhet og år (etter NLH 1974)

	Organisk stoff tonn	Nitrogen kg	Fosfor kg
Storfe	1.16	47	7.6
Melkeku	1.47	83	13
Gris	0.11	13	3.2
Fjærkre	0.013	1.7	0.43
Sau, geit	0.20	7.1	1.2

Tilførsel av kunstgjødse kan en regne til 75kg/dekar med et innhold av 14% N og 6% P.

I følge NLH (1974) kan en regne at 4.5% av nitrogenet og 0.4% av fosforet i husdyr- og kunstgjødse når vassdrag.

Utslippene av nitrogen- og fosforforbindelser fra silopressaft er beregnet til henholdsvis 0.1 og 1.4 ganger utslippene fra gjødse i Hemnes (NLH 1974). Siden det nå er lagt strenge restriksjoner på utslipp av silopressaft, må en imidlertid vente at forurensningen fra denne vil være liten i framtida.

Den beregnede totale avrenning av næringssalter og gjennomsnittlig ferskvannsavrenning til Sørfjorden er framstilt i tabell 5.

Tabell 5. Naturlig avrenning av næringssalter til Sørfjorden - Elsfjorden, samt tilførsler fra jordbruk

Kilde	Nitrogen tonn N/år	Fosfor tonn P/år	N/P (etter vekt)
Dyrket mark (ekskl. gjødse)	18	0.14	125
Skog	87	2.6	34
Annet areal	284	14	20
Gjødse	16	0.44	39
Silo	1.6	0.62	2.8
Totalt	407	18	23



Ferskvannsavrenningen er gjennomsnittlig  $4404 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{år}$ .

#### 5. UTSLIPPSMENGER AV KOMMUNALT AVLØPSVANN

Kloakkvannsbelastningen er av Hemnes kommune oppgitt til 2500-3000 personekvivalenter (p.e.) til indre del av Sørfjorden og 3000-4000 p.e. til hele fjorden innenfor terskelen i Skarpsundet. I de videre beregninger har en brukt maksimaltallene som i følge Hemnes kommune gjelder antatt belastning om 10 år (1986).

Ved omregning fra p.e. til organisk stoff og næringssalter har vi gått ut fra at 1 personekvivalent tilsvarer:

organisk stoff som		
BOF <sub>7</sub>	75	g O/døgn
total fosfor	2.5	g P/døgn
total nitrogen	12	g N/døgn

Resulterende utslippsmengder er oppgitt i tabell 6.

Tabell 6. Prognose for forurensningstilførsler fra befolkning ca. 1986

Område	BOF <sub>7</sub> tonn O/år	total fosfor tonn P/år	total nitrogen tonn N/år
Indre del av Sørfjorden	82	2.7	13
Sørfjorden-Elsfjorden	110	3.7	18

#### 6. EFFEKTER PÅ FJORDEN

##### a) Overflatebelastning

Forurensningsbelastningen er her uttrykt som tilført mengde av de enkelte forurensningskomponentene pr. kvadratkilometer fjordoverflate pr. år.

Denne betraktningsmåten tar altså ikke hensyn til vannutskiftningen.

Tabell 7. Overflatebelastningen av Sørfjorden sammenliknet med andre fjorder, tonn/km<sup>2</sup>. år, 1986

Kilde	Nitrogen	Fosfor
Naturlige avrenning	12.5	0.54
Gjødsel og silo	0.57	0.034
Befolkning	0.58	0.12
Total for Sørfjorden-Elsfjorden	14	0.7
Trondheimsfjorden 1)	5	0.4
Oslofjorden 2)	20	3.6

1) NIVA, 1976

2) Upublisert materiale

Sørfjorden ligger mellom Trondheimsfjorden og Oslofjorden på belastningskalaen. Når belastningen er såvidt høy, henger dette overveiende sammen med det store nedbørsfeltet som drenerer til fjorden. Ferskvannet bringer med seg næringssalter først og fremst fra utmark, men gir antakelig samtidig ugunstige forhold for planteplanktonproduksjonen i fjorden (liten lystilgang pga. slam, kort oppholdstid for brakkvannet).

Kloakkvannsbelastningen vil ikke bety noe for nitrogentilførslene til Sørfjorden. For fosfor vil bidraget fra kloakkvannet være av størrelsesorden 20%.

b) Næringssaltkonsentrasjoner

En kan velge forskjellige fremgangsmåter for å estimere den resulterende konsentrasjon av gitte tilførsler av næringssalter. I det aktuelle området er ferskvannstilførslene store og sterkt varierende, mens vannutskiftningen i de øvre vannlag av fjorden er lite undersøkt. Det vil derfor være hensiktsmessig å estimere konsentrasjonen i ellevannet og sammenlikne denne med det en kan vente i innstrømmende sjøvann (tabell 8).

Tabell 8. Teoretiske konsentrasjoner av næringssalter i ellevann og innstrømmende sjøvann, µg/l

	N	P	N/P (vekt)
Ellevann <sup>x</sup>	92	4.1	23
Sjøvann <sup>xx</sup>	25-84	10-18	2.5-4.7

X Fra tabell 4

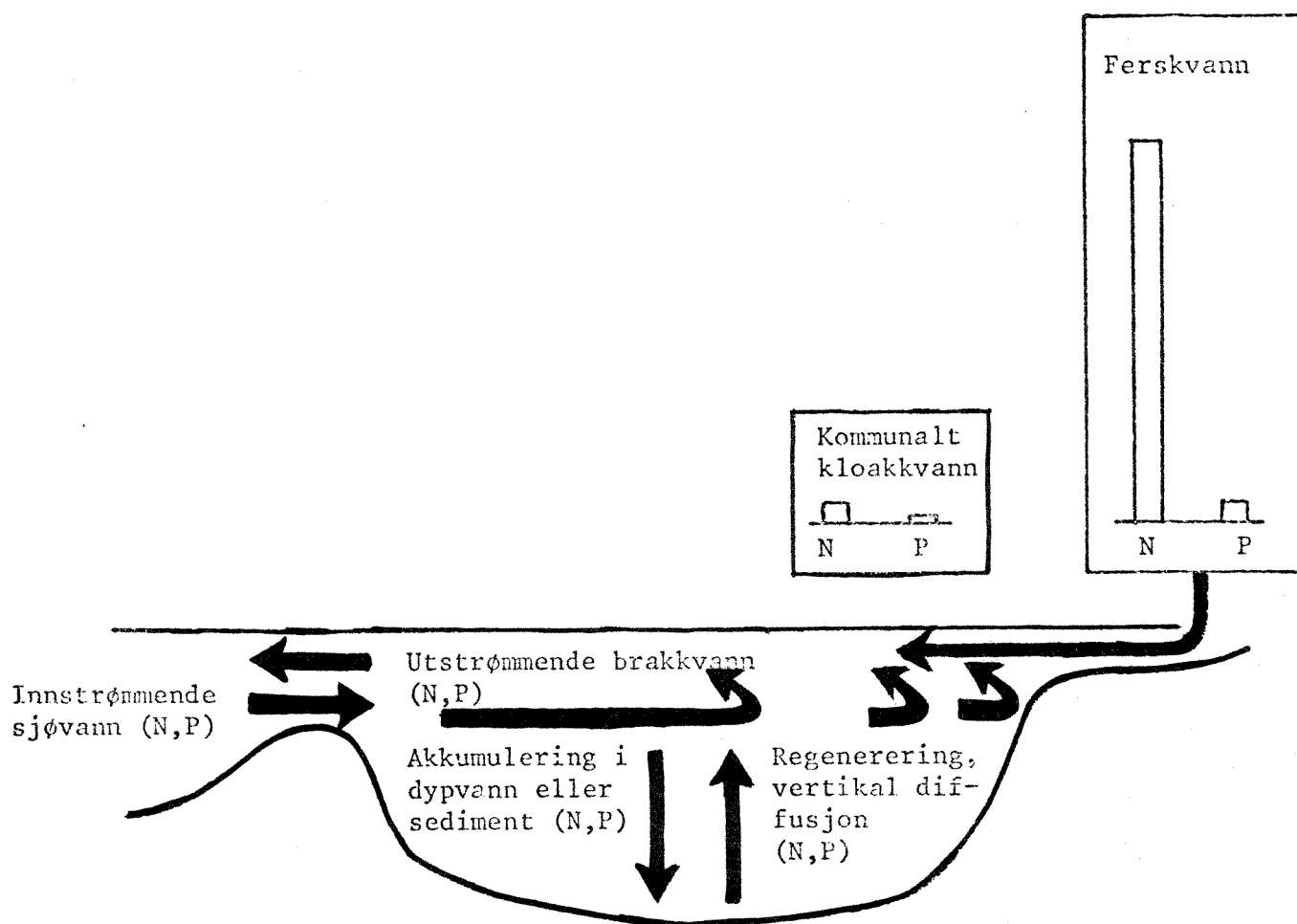
XX Estimert NO<sub>3</sub>-N og PO<sub>4</sub>-P i 20 m dyp etter Lande (1974) og Skre-slett (1974)

Med hensyn til hva som kan være begrensende næringsfaktor for planteplanktonproduksjonen i fjorden kan en gå ut fra at planteplanktonet tar opp nitrogen- og fosforforbindelser i et forhold omkring 7:1 regnet etter vekt. Dersom N/P-forholdet er vesentlig høyere eller lavere enn dette, må en gå ut fra at nitrogenforbindelser, henholdsvis fosforforbindelser foreligger i overskudd. Av tabell 8 går det klart fram at nitrogenforbindelser foreligger i overskudd i elvevannet, mens en i sjøvannet sannsynligvis vil ha fosforforbindelser i overskudd.

Hva som ventes å bli begrensende faktor avhenger derfor hovedsaklig av blandingsforholdet mellom elvevann og sjøvann i planteplanktonsonen (fig. 2, s.13). På grunn av uklart vann i overflaten (NIVA 1977), må planteplanktonsonen antas å være begrenset til de øvre 10-15 meter av vannsøylen. Høsten 1975 og sommeren 1976 var midlere saltholdighet i dette vannsjiktet 20-23<sup>o</sup>/oo (upubl. data). Siden ferskvannstilførselen til fjorden var relativt høy sommeren 1976 ligger disse tallene sannsynligvis lavere enn gjennomsnittet over flere sommer/høst-perioder. Ferskvanns-andelen i planteplanktonsonen vil da i gjennomsnitt være omlag 1/3 eller mindre om en antar blanding med sjøvann fra 20 meters dyp. Beregninger viser at når ferskvannsandelen i de øvre vannlag er mindre enn ca. 50%, vil sannsynligvis nitrogenforbindelser oftest foreligge i underskudd i forhold til fosfor og derved være potensielt begrensende for planteplanktonproduksjonen. De teoretiske belastningsberegningene som er foretatt viser at antatt nitrogenutslipp fra befolkningen år 1986 vil være ca. 4% og fosforutslippet ca. 20% av totale tilførsler fra land.

Ved en ferskvannsandel på 1/3 i de øvre 10-15 m vil nitrogenbidraget fra sjøvannet sannsynligvis være større enn 1/4 av totaltilførselen fra land. Etter dette vil utslippet fra befolkningen utgjøre mindre enn 3% av tilførselene fra land og fra sjøvannet. Ved eventuelt underskudd av fosfor vil fosforbidraget fra sjøvannet sannsynligvis være av samme størrelse som - eller større enn - det totale bidraget fra land. Dette innebærer at fosfortilførselene fra befolkningen sannsynligvis blir mindre enn ca. 10% av de totale fosfortilførselene til planteplanktonsonen.

Figur 2. Forenklet fjordmodell med nærings salt-tilførsler



## 7. VANNKVALITETEN I OVERFLATELAGET

Under en feltundersøkelse av salt, temperatur og siktedyp i Ranafjorden september 1975 - august 1976 ble det registrert svært uklart vann i Sørfjorden (NIVA 1977a). I sommerperioden var siktedypet gjennomsnittlig  $2.3 \pm 0.7$  m. Dette må antas å skyldes stor slamføring i Røssåga. Det nedsatte siktedypet må ventes å gi nedsatt dyp for vekst av planteplankton og fastsittende alger og kan også ha andre virkninger på plante- og dyrelivet. Siden slambelastningen av Sørfjorden er såvidt stor, vil det ha interesse å undersøke om det høye slaminnholdet har rent naturlige årsaker eller om det også skyldes vassdragsregulering (blottlagte reguleringssoner) og annen sivilisatorisk virksomhet.

## 8. OKSYGENFORHOLDENE I DYPET

I godt luftet sjøvann er oksygeninnholdet ca. 5-7 ml/l eller ca. 7-10 ml/l, høyest ved lav temperatur.

I følge FAO (1969) overlever ikke de fleste marine organismer oksygenverdier lavere enn 0.8 ml/l. Hos fisk inntreffer visse forandringer bl.a. i blodet mellom 1.7 og 2.1 ml/l. Verdier omkring 3.5-5.6 ml/l anses tilfredsstillende for de fleste arter av fisk og vekster i saltvann. En vil dog påpeke at visse arter er mer ømfintlige enn andre, og at disse grenseverdier varierer for de ulike arter.

Under et tokt i Ranafjorden august 1975 fant NIVA et oksygeninnhold på 5.8 ml/l oksygen like over bunnen på det dypeste i fjorden. I november samme år fant Havforskningsinstituttet (upubl. materiale) mer enn 6 ml/l i alle dyp på en stasjon i Elsfjorden. En sedimentprøve tatt av NIVA i 1975 på det dypeste i fjorden viste normalt oksygenholdig bunnmateriale.

Prøvene viser at Sørfjorden-Elsfjorden har oksygenholdig dypvann og at oksygeninnholdet var tilfredsstillende under de to refererte tokt.

## 8. KONKLUSJON

På bakgrunn av at nærings salt-tilførselene fra befolkningen er små sammenliknet med de naturlige transporter og at forholdene for planteplanktonproduksjon i Sjøfjorden synes relativt ugunstige er det lite sannsynlig at utslippet i praksis vil ha noen virkning på planteplanktonbestanden i fjorden eller på oksygenforholdene i dypvannet. Med hensyn til vannkvaliteten i de øvre vannlag og oksygenforholdene i dypet skulle derfor mekanisk rensing og dyputslipp av kloakkvannet være tilstrekkelig. For å unngå mulige lokale lokaleffekter nær utslippet bør ikke dette legges i en avskjermet bukt eller et utpreget bakevjeområde.

Når det gjelder overvåking av resipienten er det ønskelig med målinger av oksygeninnholdet i dypvannet. Dessuten kan det bli aktuelt med registrering av tarmbakterier (coliforme) i utslippsområdet.

9. REFERANSER

FAO, 1969. Fishery Technical Paper, No 94, p.70. Rome.

Lande, E., 1974. Resipientundersøkelse av Trondheimsfjorden. Årsrapport 1972-73. Det K. norsk Vidensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser. 1974-9.

NIVA, 1977. Resipientundersøkelse i Ranafjorden. Rap.nr.2. Innledende hydrografiske, geokjemiske og biologiske undersøkelser. 0-31/75. Saksbehandler: L. Kirkerud. Stensilert, 14lp.

NIVA, 1976 . Resipientundersøkelse av Trondheimsfjorden. Forurensnings-tilførsler. 0-58/70. Saksbehandler: S.U. Heines & J. Knutzen. Stensilert, 115p.

NLH, 1974. Norsk jordbruk og vannressursene. Del 1. Vannforurensninger fra jordbruket, regional fordeling og utvikling. Ås. 82pp.

NVE, 1959. Hydrografiske undersøkelser i Ranafjord vintrene 1957/58 og 1958/59. 88pp.

Skreslett, S., 1974. Plantenæringsstoffer i Skjomenfjorden og dens ferskvannstilførsel, vinterhalvåret 1972/73. Tromsø Museums Skjomenundersøkelser, marine undersøkelser, hefte 50.