

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-55/76

ORIENTERENDE RESIPIENTUNDERSØKELSE

AV ULVIKPOLLEN, HARDANGER, 22-23/6 1976

Saksbehandler: Cand.real. Knut Kvalvågnæs

Medarbeider: Cand.real. Jon Knutzen

Instituttetsjef Kjell Baalsrud

FORORD

Denne rapporten er utarbeidet etter oppdrag av Ulvik kommune ved kommuneingeniør Jens Bjordal.

Kommunen har under utarbeidelse en avløpsplan for Ulvik sentrum og ønsket i den forbindelse å få utført en fjordundersøkelse for å få retningslinjer om hva slags rensesystem man burde velge.

Ulvik er et kjent turiststed der fjorden spiller en viktig rolle med bading, båtturer o.l., og det er ønskelig å holde den så ren som mulig.

Feltarbeidet i Ulvikfjorden ble utført den 22. og 23. juni 1976. Båt ble stilt til rådighet av Ulvik kommune, og kommuneassistent Stig Olav Skogen var behjelpelig med innsamlingsarbeidet og assisterte ved dykkerundersøkelsene.

Videre takkes Bergen kommunale kraftselskap for opplysninger om reguleringen av Tysso. Biologisk stasjon, Espebrend og Rådgivende utvalg for fjordundersøkelser takkes for hjelp til litteraturarbeidet.

Analysene av metallinnholdet i algene er utført ved Sentralinstituttet for industriell forskning.

Sedimentprøvene er analysert av fil.kand. Karin Balmér, NIVA. Det resterende arbeid er utført av saksbehandlerne. Rapporten er i hovedsaken skrevet av Jon Knutzen.

Brekke, 17. november 1976

Knut Kvalvågnæs

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	5
2. INNLEDNING	8
3. FORURENSNINGSTILFØRSLER	11
3.1 Beregningsgrunnlag	11
3.2 Belastning	13
4. RESIPIENTOBSERVASJONER	17
4.1 Hydrografi og vannkjemi	17
4.2 Gruntvannssamfunn og undervannsobservasjoner	18
4.3 Sedimenter og bløtbnunnsfauna	23
4.4 Metaller i alger	25
5. DISKUSJON	26
5.1 Resipientkarakteristikk	26
5.2 Vurdering av kommunale utslipp	29
LITTERATUR	32

TABELLFORTEGNELSE

1. Karakteriserende data for Ulvikpollen med tilhørende nedbørfelt	8
2. Anslått årsbelastning i Ulvikspollen med nedbrytbart organisk stoff og forbindelser med nitrogen N og fosfor P	14
3. Anslått belastning på Ulvikpollen i perioden 15. mai - 15. september	14
4. Tilførsel av organisk stoff, fosfor og nitrogenforbindelser til Ulvikpollen sammenlignet med utvalgte norske fjorder	16
5. Saltholdighet, temperatur, oksygeninnhold og metningsprosent for oksygen i vann fra Ulvikpollen 22-23/6-76	17
6. Orienterende analyser av fosfor og nitrogenforbindelser i Ulvikpollen 22-23/6-76	18
7. Gruntvannsfauna i Ulvikpollen 22-23/6-76	19
8. Fastsittende alger og høyere vegetasjon i Ulvikpollen 22-23/6-76	20

	Side
9. Sedimentanalyser fra Ulvikpollen 22-23/76	24
10. Anslått belastning på Ulvikpollen med BOF_7 og fosforforbindelser i tonn/ km^2 og år ved ulik rensegrad for kommunalt avløpsvann	30

FIGURFORTEGNELSE

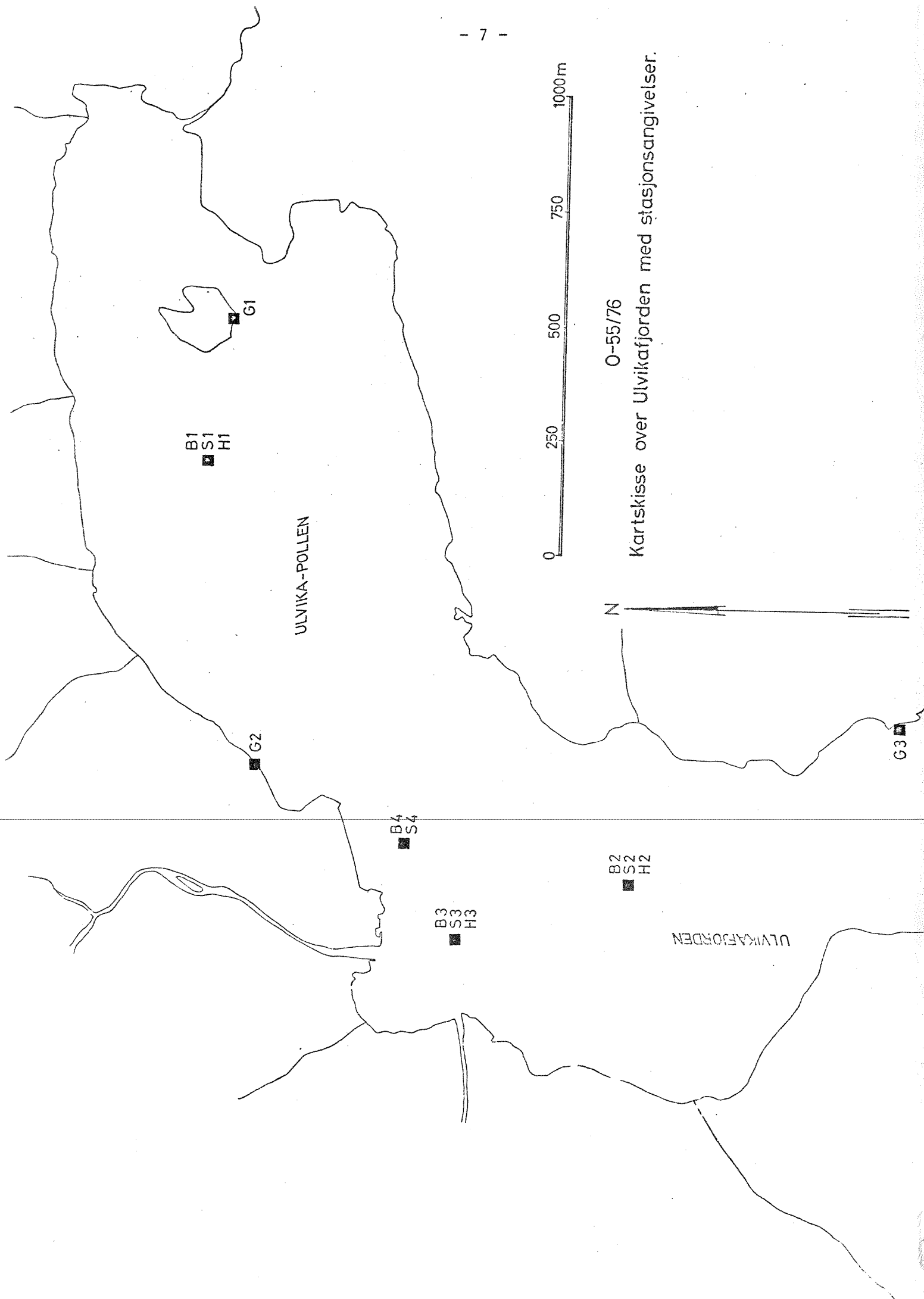
Fig. 1. Kart	7
Vedlegg (Kun i 20 eksemplarer)	
Fig. A. St. G1 Snauholmen. Oversiktsbilde	
Fig. B. St. G1 Tarmgrønske og blæretang	
Fig. C. St. G1 Blæretang tett bevokst med epifytter	
Fig. D. St. G1 Slamdekket bunn med korstroll og O-skjell	
Fig. E. St. G2 Tyssevika. Rullestein bevokst med tarmgrønske	
Fig. F. St. G2 Blæretang dekket med epifytter sammen med tarmgrønske	
Fig. G. St. G2 Korstroll på bløtbunn	
Fig. H. St. G2 Toalettpapir på bunnen	
Fig. I. St. G3 Solheim. Tett assosiasjon av blæretang ved fjære sjø	
Fig. J. St. G3 Grisatang og blæretang på 4 meters dyp	
Fig. K. St. G3 Rødalgen <i>Polysiphonia urceolata</i> på O-skjell på 9 meters dyp	
Fig. L. St. S1 Sedimentkjerne	

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

- I. Det er foretatt undersøkelser av Ulvikpollens gruntvannssamfunn ved dykking, samt orienterende observasjoner av hydrografi, vannkvalitet og sedimenter. Pollens belastning med lett nedbrytbart organisk materiale og gjødselstoffer (nitrogen og fosfor) er anslagsmessig beregnet ut fra erfaringstall og opplysninger fra Ulvik kommune.
- II. Beregningene av forurensningstilførsel har sannsynliggjort at Ulvikpollen er noe høyere belastet både med organisk stoff, nitrogen og fosfor enn fjordområder som kan betraktes som lite eller bare moderat påvirket (tabell 4).
- III. For nitrogens vedkommende dominerer tilførsler via avrenning fra naturlige arealer (nær 50%) og dyrket mark (ca. 20%). Når det gjelder fosforforbindelser og organisk materiale, står belastningen fra husholdningskloakkvann (befolkning og hoteller) for henholdsvis ca. 45% og nær 50% av totalbelastningen. (Fordelingen på ulike kilder fremgår av tabellene 2 - 3).
- IV. Ulvikpollens organismsamfunn og vannkvalitet bærer til en viss grad preg av å være påvirket av forurensninger. Blant symptomene kan nevnes:
 - Til dels sterk algebegroing i fjæra og på grunt vann.
 - I hvert fall periodisk redusert oksygeninnhold i vannmassene under 15 meters dyp.
 - Farget og grumset overflatevann om sommeren.
 - Tendens til nedslamming av grunnområder og relativt høyt innhold av organisk stoff i sedimentene.

Den observerte tilstand har imidlertid også sammenheng med sterk ferskvannspåvirkning, og dermed periodisk lav saltholdighet ned til 3-5 m, foruten at området representerer en beskyttet lokalitet med begrenset vannbevegelse og vannutskifting.

- V. Det anbefales at kommunalt avløpsvann gjøres til gjenstand for rensing med henblikk på å redusere innholdet av organisk stoff og fosforforbindelser. Kombinasjonen mekanisk/kjemisk rensing vil gi en betydelig reduksjon (35-40%) i totalbelastningen på pollen.
- VI. Den effektive belastning vil også kunne reduseres ved et hensiktsmessig utslippsted og -dyp. Et utslippsdyp på minimum 10 m vil sikre innlagring av avløpsvannet under sprangsjiktet om sommeren, og sannsynligvis vil man da heller ikke til andre tider av året få gjennomslag til overflaten.
- VII. Det må antas at effektiv fortykning og transport ut i hovedfjorden best sikres ved å legge utslippene til pollens munningsområde, dvs. utenfor linjen Tysso - Hjeltnes. For dette formål bør avløpsvannet muligens også forsøkes innlagret i overkant av den inngående kompensasjonsstrømmen.
- VIII. Ovenstående anbefalinger av utslippssted og -dyp er i betydelig grad basert på skjønn. Sikrere angivelser vil kreve bedre informasjon om vannets lagdeling gjennom vekstsesongen, helst også strømbildet under representative forhold om sommeren.



O-55/76

Kartskisse over Ulvikafjorden med stasjonsangivelser.

2. INNLEDNING

Ulvikpollen er den innerste del av Ulvikfjorden, en sidegren til Eidfjorden, innerst i Hardangerfjorden.

En del karakteriserende data for pollen er listet opp i tabell 1.

Tabell 1. Karakteriserende data for Ulvikpollen med tilhørende nedbørfelt

Overflateareal (innenfor Ryvaneset - Solheim)	ca. 1,7 km ²
Største dyp	ca. 54 m
Terskeldyp - Ingen egentlig terskel	(ca. 45 m)
Midlere tidevannsvariasjon	ca. 1 m
Nedbørfelt	ca. 110 km ²
Midlere spesifikk avrenning over året	75 l/km ² og sekund
Dyrket mark	ca. 5,2 km ²
Skog og myr	ca. 40 km ²
Uproduktivt areal	ca. 65 km ²
Midlere ferskvannstilførsel (beregnet)	ca. 8 m ³ /s
Midlere årlige avløp fra felt utnyttet i kraftv.	ca. 2,8 m ³ /s
Befolkning	ca. 1200
Hoteller (1975): 500 senger, 49000 gjestedøgn	
Større svinehold : 2 steder med tilsammen	ca. 135 stk.
Hønserier : 1 med	ca. 2000 stk.
Ferdigpresset silomasse (1974)	ca. 3600 m ³

Hardangerfjorden har vært gjort til gjenstand for flere større undersøkelser. I forbindelse med nærværende rapport er det særlig grunn til å nevne de hydrografiske observasjonene til Sælen (1962) og omfattende studier av fastsittende alger (Jorde og Klavestad 1963) og strandfauna (Brattegard 1966). Hydrografiske observasjoner er også foretatt av Svendsen og Thomsen (1972, unpubl.) og Svendsen og Utne (1973, unpubl.).

I selve Ulvikfjorden er det foretatt få studier. Den eneste publikasjon som foreligger er om slimål (Foss 1962), og forøvrig med enkelte observasjoner av bunnforhold og hydrografi. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt

har foretatt sedimentstudier og funnet sagflis flere kilometer utover fjorden (kommuneing. Jens Bjordal, pers.medd.). Tyssovassdraget er undersøkt av Steine (1972) bl.a. med henblikk på forekomst av fisk og bunndyr i forbindelse med regulering.

Som resultat av den betydelige ferskvannstilførselen er det sannsynlig at Ulvikpollen vanligvis er markert lagdelt, med bare svakt saltholdig vann i de øverste par meterene. Isleggingen har vært årvisst og strukket seg 5-6 km utover fjorden (Komm.ing. Bjordal, pers. medd.). Vannet i Tysso er delvis overført til en ny kraftstasjon, med utslipp lenger inne i pollen av i middel nær $3 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pollens vannkvalitet i de indre deler sies å ha forverret seg i løpet av de 5-6 siste år. Særlig gjelder dette på nordsiden innenfor Brakanes. Faktorer som er i søkelyset i denne sammenheng er: Økt bebyggelse og overgang til vannklosett, mer hotell drift og dessuten større forbruk av kunstgjødsel. Kommunalt avløpsvann går i dag urensset ut gjennom flere små utslipp fra tilsammen nær 700 personer i kommunesenteret. Dertil kommer hotellavløpene. Resten av belastningen skrives fra spredt bebyggelse i omegnen.

Symptomer som nevnes i forbindelse med forverringen, omfatter primært grumsing av vannet. Uklart vann blir merkbart fra mai, og grumsingen tiltar utover sommeren. Det er observert flytende, tynne flak av et ubestemt materiale (alger og/eller pollen?)

Rekreasjon og estetiske hensyn synes viktigst blant de direkte brukerinteresser. Kommunen har økonomisk interesse av reiselivet om våren og sommeren. Utover småfiske av torsk o.a., er det ingen spesielle fiskeriinteresser knyttet til området. Skjellsanking er ikke utbredt.

Målsettingen for den foretatte orienterende resipientundersøkelse har vært å gi en nærmere karakteristikk av pollens naturforhold og forurensningstilstand med henblikk på å få et bedre grunnlag for vurderingen av et eventuelt behov for vernetiltak. Kommunen har under utarbeidelse en

avløpsplan for Ulvik sentrum, og materialet fra undersøkelsen tilsiktes brukt i forbindelse med fastsettelse av rensekrav og bestemmelse av hensiktsmessig utslippsted og -dyp.

Undersøkelsen ble gjennomført 22-23/6 1976. Den omfatter primært dykkerobservasjoner av gruntvannsflora og -fauna på tre stasjoner. Det er dessuten tatt salinotermhydrografi og innsamlet vannprøver til analyse på næringssalter og oksygen, foruten håvtrekk og kvantitative planteplanktonprøver fra overflaten. (Sistnevnte prøver er ikke bearbeidet.) Tre sedimentpropper er blitt analysert på innhold av organisk materiale, og i en av sedimentprøvene er metallkonsentrasjonen målt. Metallinnholdet er også analysert i en prøve av grisetang.

Vannprøvene og sedimentprøvene er analysert på NIVAs rutineanalyselaboratorium, mens metallanalysene på algematerialet er foretatt på Sentralinstituttet for industriell forskning.

I tillegg til feltobservasjonene er det utført en anslagsmessig beregning av belastningen med lett nedbrytbart organisk materiale, fosfor- og nitrogenforbindelser. Resultatene er sammenlignet med tilsvarende data fra en del andre fjorder.

3. FORURENSNINGSTILFØRSLER

Organisk materiale, fosfor- og nitrogenforbindelser kommer i det alt vesentlige fra tre kilder: Husholdningskloakkvann, jordbruksvirksomhet og naturlig avrenning fra nedbørfeltet. Industrivirksomheten i Ulvik er ubetydelig. De følgende beregninger er utført på basis av opplysninger som foreligger om bosetting, aktiviteter og arealfordeling i nedbørfeltet til Ulvikpollen, dvs. den del av fjorden som er begrenset utover av linjen Solheim - Ryvaneset. Opplysningene er gitt av Kommuneingeniøren og Jordstyret i kommunen.

3.1 Beregningsgrunnlag

Med lett nedbrytbart organisk stoff forstås organiske forbindelser som er enkelt tilgjengelig som næring for bakterier, sopp og dyr. Som mål for slikt materiale kan man benytte enheten biokjemisk oksygenforbruk (BOF_5 eller BOF_7), som uttrykker oksygenforbruket i vann over 5 eller 7 døgn, målt ved en standard laboratorieprosedyre. Innenfor avløpsteknikken regnes 1 person å produsere avfallsstoffer tilsvarende 60 eller 75 g O_2 pr. døgn, henholdsvis målt som BOF_5 og BOF_7 .

Også belastningen med nedbrytbart organisk materiale fra andre typer avløpsvann kan måles som biokjemisk oksygenforbruk for å få et grunnlag for sammenligning av ulike kilder. Forutsetningen er at vedkommende avløpsvannstyper har noenlunde samme nedbrytningsegenskaper. Avløpsvann som har tyngre nedbrytbare avfallskomponenter - som f.eks. lignosulfonsyre (celluloseindustri) eller vedfiber og bark (i treforedlingsindustri, sagbruk), kan ikke karakteriseres ved tall for BOF_5 eller BOF_7 . Det er også andre svakheter ved bruk av BOF, som ikke behøver behandles nærmere her.

Betydningen av belastning med humusstoffer og planterester i avrenningsvann fra nedbørfeltet kan heller ikke kvantifiseres ved BOF, idet humusstoffene er tungt nedbrytbare. Ved opphoping i bunnavleiringene vil naturlig tilført organisk stoff kunne ha betydning for såvel bunnens beskaffenhet som oksygenkonsentrasjonen i bunn-nære vannmasser.

Organisk stoff i husdyrgjødsel fra vanlige gårdsbruk antas å omsettes på landjorden og ikke belaste fjordvannet. Utnyttelsen av gjødsel fra grisefabrikker og hønserier er mer varierende. For slike foretagender er det derfor regnet med at 1 gris svarer til 3 personer, og 1 høne svarer til 1/5 parson (Imhof 1969).

For alle typer avløp gjelder det at virkningen på fjorden vil avhenge av hvordan avløpsvannet disponeres, og dessuten en rekke forhold i nedbørfeltet. Eksempelvis er det vesentlig forskjell mellom direkte utslipp og utledning i grunnen. I det siste tilfellet spiller grunnens beskaffenhet og avstanden fra fjorden vesentlig rolle. Slike forhold er både uoversiktlige og til dels varierende fra år til år. Av praktiske grunner og for å få et visst grunnlag for sammenligning med andre fjorder er det regnet med maksimumsbidraget fra alle de aktuelle kilder. (Dette gjelder kanskje særlig siloutslipp, som i fremtiden får mindre betydning, muligens også griseproduksjonen og hønseriet.)

Belastningen fra surfôrsilo er beregnet ut fra erfaringstall og satt til 4,5 kg BOF_7 pr. m^3 ferdig silomasse. Tilsvarende er det for fosfor- og nitrogenforbindelser regnet henholdsvis 0,2 kg N og 0,05 kg P pr. m^3 masse (NIVA 1976).

Det er regnet med at hver person bidrar med 12 g nitrogen og 2,5 g fosfor pr. døgn. 2,5 g P er valgt fremfor 3 g både fordi 3 g P/døgn nå antas å være generelt sett noe for høyt, og fordi det til dels dreier seg om spredt bebyggelse.

For ulike typer av arealer er det regnet med følgende spesifikke tall for tilførsel via avrenning (kg pr. km^2 og år):

	Nitrogen	Fosfor
Dyrket mark	1200	20
Skog og myr	200	7
Uproduktive områder	120	4

Avrenningsvannets innhold av næringssalter vil i stor grad variere med lokale forhold. Ulike kilder oppgir også forskjellige tall for spesifikk avrenning.

Videre har man til dels resultater som indikerer at de anslag som er foretatt, er for lave. Særlig kan dette gjelde fosforforbindelser som er knyttet til partikler i avrenningsvannet. De spesifikke avrenningstall for fosfor kan derfor generelt være i underkant. En diskusjon av momenter som det ideelt sett bør tas hensyn til, er gjort i forbindelse med en kartlegging av forurensningstilførsler til Trondheimsfjorden (NIVA 1976). Her må det bare understrekes at beregningsgrunnlaget er usikkert. Til dette bidrar også at det ikke foreligger data for bruk av kunstgjødsel i kommunen. Nitrogentilførselen fra gjødslete arealer kan derved være satt noe for lavt.

Beregningsgrunnlaget med hensyn til befolkning, arealfordeling og aktiviteter i nedbørfeltet fremgår forøvrig av tabell 1 på side 8.

3.2 Belastning

Fordelingen av tilførslene med organisk stoff (BOF_7), nitrogenforbindelser (N) og fosforforbindelser (P) fremgår av tabell 2 på side 14. Punktkildene er som nevnt maksimalisert og beregningene tilsikter bare å gi størrelsesordenen av totaltilførslene og den omtrentlige fordeling mellom ulike kilder.

Belastningen fra siloutslipp er konsentrert til perioden juni-september. Likeledes vil utslippene fra hotellene være vesentlig større om sommeren enn ellers. Tabell 3 på side 14 viser hvordan fordelingen vil bli i perioden 15. mai - 15. september hvis både silo- og hotellutslipp bare regnes å finne sted i dette tidsrom. Også tilførslene fra andre kilder varierer gjennom året, men ikke så regelbundet at det er mulig å ta hensyn til det her. Vår- og sommerfordelingen er særlig viktig fordi algeproduksjonen stort sett er størst og nedbrytningen av organisk stoff hurtigst på denne tiden av året.

Av tabellene fremgår at de største kildene for direkte belastning med lett nedbrytbart organisk materiale er befolkning og siloutslipp. Særlig for sistnevnte må det tas forbehold vedrørende disponeringsmåten, men hvis det dreier seg om direkte utslipp i eller nær fjorden, kan siloanlegg ha vært en fremtredende kilde for organiske stoff om sommeren. (I beregningsgrunnlaget er det antatt at 50% går direkte til vann, 50% til jord.)

Tabell 2. Anslått årsbelastning i Ulvikpollen med nedbrytbart organisk stoff og forbindelser av nitrogen (N) og fosfor (P).

Alle tall i kg.

Kilder	BOF ₇		N		P	
	kg	%	kg	%	kg	%
Befolkning	32800	44,2	5250	16,8	1090	39,6
Hoteller	3700	4,9	590	1,9	120	4,4
Grisehold	10900	14,6	1300	4,2	360	13,1
Hønserier	10900	14,6	1300	4,2	360	13,1
Silo	16200	21,7	720	2,3	180	6,5
Avrenning dyrket mark			6250	20,0	100	3,6
Avrenning skog og myr			8000	25,6	280	10,2
Avrenning uprod. areal			7800	25,0	260	9,5
Sum året	74500		31210		2750	

Tabell 3. Anslått belastning på Ulvikpollen i perioden 15. mai - 15. september. Alle tall i kg.

Kilder	BOF ₇		N		P	
	Kg	%	kg	%	kg	%
Befolkning	10900	28,7	1300	12,0	360	32,7
Hoteller	3700	9,7	590	5,5	120	10,9
Grisehold	3600	9,5	425	4,0	120	10,9
Hønserier	3600	9,5	425	4,0	120	10,9
Silo	16200	42,6	720	6,6	180	16,3
Avrenning dyrket mark			2080	19,2	30	2,7
Avrenning skog og myr			2700	24,9	90	8,2
Avrenning uprod. arealer			2600	24,0	80	7,3
Sum 15/5 - 15/9	38000		10840		1100	

For nitrogens vedkommende dominerer den naturlige avrenningen fra udyrkede arealer (til sammen ca. 50%), mens bidraget fra befolkning og jordbruk kan synes å være av noenlunde samme størrelsesorden (ca. 20% hver). Imidlertid er det mulig at avrenningen fra gjødslede arealer er noe undervurdert.

Den viktigste fosforkilden er utslipp av kommunalt avløpsvann (35-40%). Naturlig avrenning representerer omtrent halvparten av dette, men kan som tidligere nevnt være noe underestimert. Avfall fra grisefarmer og hønseri kan være en viktig kilde (ca. 20-25%), men dette avhenger av om og hvordan gjødselen er tatt hånd om. Bortsett fra siloutslipp, spiller jordbruket liten rolle for fosfortilførselen, selv om de spesifikke avrenningstall skulle være satt for lavt.

Regnes halvparten av jordbruksavrenningen for kontrollerbar, skriver bare ca. 40% av det nitrogenet som kommer til fjorden seg fra kontrollerbare kilder. Det tilsvarende tall for fosforbelastningen er nær 80%.

Med forbehold om alle naturlige forskjeller som kan spille avgjørende inn, lar det seg gjøre å få et skjønn på graden av forurensning ved å betrakte årsbelastningen i forhold til fjordens overflateareal. Dette er gjort i tabell 4 på side 16, hvor resultatene også er stilt sammen med tilsvarende tall fra andre norske fjorder. (Data fra NIVA 1973 abc, 1976 og upubl. Oslofjordmateriale.) Usikkerheten ved sammenligningen er betydelig. Bl.a. er beregningsforutsetningene noe ulike, og bare vesentlige forskjeller kan tillegges vekt. Forskjeller på 100% eller mer skulle imidlertid ha gyldighet.

Blant fjordene i tabellen kan Trondheimsfjorden, Viksefjorden og Skjoldafjorden regnes å være moderat eller lavt belastet, mens Oslofjorden og Frierfjorden representerer høybelastede vannforekomster. Man ser at Ulvikpollen ikke uten videre kan regnes som lavt belastet. Nitrogentilførselen er hovedsakelig dirigert av naturlige forhold, men også BOF_7 og fosforforbindelser ligger på omkring 2-5 ganger over tilførselene i mindre påvirkede fjorder.

Tabell 4. Tilførsel av organisk stoff, nitrogen- og fosforforbindelser til Ulvikpollen sammenlignet med utvalgte norske fjorder.
Belastning i tonn pr. km² og år.

Fjord	Areal (km ²)	BOF ₇	N	P
Ulvikpollen	1,7	45	~ 18	1,6
Viksefjorden	2,3	20	7	0,6
Skjoldafjorden	26	8	2	0,2
Frierfjorden	20	520	430	13
Oslofjorden	194	140	~ 20	3,6
Trondheimsfjorden	1420	10	5	0,4

4. RESIPIENTOBSERVASJONER

4.1 Hydrografi og vannkjemi

Salinotermobservasjonene og vannprøveinnsamlingen er foretatt på stasjonene H1 - H3 (fig. 1) Resultatene fremgår av tabellene 5 og 6.

Tabell 5. Saltholdighet (S o/oo), temperatur (T, °C), oksygeninnhold og metningsprosent for oksygen (% O) i vann fra Ulvikpollen
22-23/6 1976

St. Dyp i m	H1				H2				H3			
	S	T	O	% O	S	T	O	% O	S	T	O	% O
0	3,0	12,8			3,2	14,5			2,9	11,9		
1	3,0	12,7			3,9	12,5			3,8	12,2		
2	4,8	11,8			4,3	12,2			4,2	12,4		
3	5,6	11,6			4,8	12,0			5,1	11,8		
4	7,0	11,5	9,3	127	6,0	11,7	9,3	127	6,2	11,6	9,3	127
4,5	9,0	11,5			8,7	11,5			9,0	11,6		
5	14,5	11,2			10,0	11,5			13,5	11,2		
5,5					18,1	10,6			25,6	9,8		
6	25,0	9,6	8,8	130	25,2	9,6	8,7	128	26,9	9,2	8,2	121
7	29,4	8,3			28,6	8,2			29,0	8,2		
8	30,0	7,4			29,8	7,6			30,2	7,5		
9					30,5	7,3			30,6	7,2		
10	30,8	7,2			30,6	7,1			31,0	7,0		
15	31,6	6,3	5,8	83	32,1	6,3			32,6	6,4	5,4	78
20	32,8	6,8			32,9	6,6			33,0	6,7		
25	33,1	7,2	4,2	62	33,8	7,2			33,8	7,2	4,4	65
30					34,2	7,4	3,8	57	34,3	7,5	3,8	57
40					34,6	7,4						
53					34,7	7,4	3,6	54				

Det fremgår av tabell 4, side 16, at vannet i overflaten var sterkt ferskvannspåvirket, med saltholdighet under 5% i de øverste par metrene.

Spranlaget lå mellom 5 og 6 m, der saltholdigheten økte fra omkring 10 til 25 o/oo. Man kan videre merke seg den høye saltholdighet på mer enn 34,5% i bunnvannet på dypeste stasjon. Vannet var overmettet med oksygen fra sprangsjiktet og oppover, mens det var et markert oksygenforbruk under 20-25 m.

Tabell 6. Orienterende analyser av fosfor- og nitrogenforbindelser i Ulvikpollen 22-23/6 1976.

Stasjon	Dyp i m	Total-fosfor µg P/l	Orto-fosfat µg P/l	Total-nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Ammonium µg N/l
H1	1	8	<2	-	-	-
	25	32	25	-	-	-
H2	6	17,0	5	175	<10	25
	2	8	3	195	<10	50
H3	6	13	3	275	<10	25
	15	17	10	190	10	20
	32	56	47	340	190	15

Analysene er fåtallige, og viser ingen særlige forhold. I overflatelaget har næringssaltinnholdet vært lavt, og mesteparten av nitrogen og fosfor var bundet i partikler. I dypere lag var det rikeligere med næringsalter i løsning.

Siktedypet i pollen varierte mellom 3,0 m (ved Snauholmen) og 4,0 m i Køylobukta. Fargen i halvt siktedyp var gulgrønn. En håvtrekkprøve av planteplankton var dominert av diatoméer (*Skeletonema costatum* og *Chaetoceros* spp.).

4.2 Gruntvannssamfunn og undervannsobservasjoner

Den registrerte makrofauna og vegetasjonen av fastsittende alger fremgår av tabellene 7 og 8 på side 19 og 20. Tabellene angir vertikalutbredelsen av de viktigste artene fra fjærebeltet og ned til største dyp. Angivelsene kan regnes å være nøyaktige for større arter og/eller sammenhengende forekomst. Ved enkeltfunn eller sparsom forekomst av alger som ikke har latt seg identifisere under vann, er dybdeangivelsene mer omtrentlige.

Tabell 7. Gruntvannsfauna i Ulviknollen 22-23/6 1976.

○ Enkeltobservasjon --> Sparsom → Vanlig ==> Dominerende

St. G1, Snauholmen

Helning	Svak
Bunntype	Grus Leire
Dyp i m	0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40
Art	
Asterias rubens Korstroll	→
Turitella terebra Tårnsnegl	○
Pectinaria auricoma Rørmark	→
Pomatoceros triqueter Trekantmark	→
Modiolus modiolus O-skjell	→

St. G2, Tyssevika

Helning	Moderat, jevnt skrånende
Bunntype	Rullestein Leire med mye fast søppel.
Dyp i m	0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40
Art	
Asterias rubens Korstroll	→ ==> →
Cyprina islandica Kuskjell	→
Turitella terebra Tårnsnegl	○
Modiolus modiolus O-skjell	○

St. G3, Solheim

Helning	Moderat	Svak	Bratt	Svak
Bunntype	Fjell og stein	Sand	Grus	Fjell Leire
Dyp i m	0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40			
Art				
Asterias rubens Korstroll	→			→
Arenicola marina Fjæremark	→			
Martasterias glacialis Skjærgårdssjøstjerne	○			
Corella parallellogramma Sjøpung	○			
Modiolus modiolus O-skjell	→			→
Pomatoceros tripueter Trekantmark	→			→
Cyprina islandica Kuskjell		→		
Sabella pavonia Rørmark				→
Polydora sp. Rørmark				→
Ceramaster granularis Sjøkjeks				○
Pectinaria auricoma Rørmark				→
Virgularia mirabilis Sjøfjær				→
Solaster endeca Solstjerne				○

Tabell 8. Fastsittende alger og høyere vegetasjon i Ulvikpollen, Hardanger.

Vertikalfordeling på tre stasjoner 22-23/6 1976.

○ Enkeltfunn --> Spredt —> Sammenhengende forek. => Assosiasjon
(Angivelsene er mest eksakte for større arter og/eller sammenh.forek.)

Art	Dyp i m									
	0	0,5	1	2	4	5	8	10	15	
<u>St. G1, Snauholmen</u>										
Enteromorpha intestinalis (Tarmgrønske)	->----->									
Enteromorpha sp.	->----->									
Fucus vesiculosus (Blåretang)	====->									
Ascophyllum nodosum (Grisetang)	----->====>									
Ectocarpus sp.	====->----->									
Elachista fucicola	----->									
Stictyosiphon tortiliis	----->									
Zostera marina (Ålegress)	----->									
Polyides rotundus	○									
Phyllophora brodiaei	----->									
Polysiphonia urceolata	----->									
Sphacelaria cf. plumigera	○									
<u>St. G2, Tyssevika</u>										
Enteromorpha sp.	----->									
Enteromorpha intestinalis	----->									
Fucus vesiculosus	====->									
Ectocarpus sp.	====->----->									
Cladophora sp.	----->									
Ceramium strictum	----->									
Stictyosiphon tortilis	----->									
Chorda filum	----->									
Ascophyllum nodosum	----->									
Sphacelaria sp.	----->									
Erythrotrichia carnea	○									
Polyides rotundus	----->									
Polysiphonia urceolata	----->									
Phyllophora brodiaei	----->									
Anthithamnion plumula	○									
<u>St. G3, Solheim</u>										
Fucus vesiculosus	====->									
Ascophyllum nodosum	====->									
Sphacelaria cf. plumigera	----->									
Ectocarpus sp.	----->									
Enteromorpha sp.	----->									
Cladophora sp.	----->									
Ceramium rubrum	----->									
Sphacelaria sp.	○									
F. vesiculosus f. vadorum	----->									
Polyides rotundus	----->									
Stictyosiphon tortilis	----->									
Chorda filum	----->									
Desmarestia aculeata (Kjerringhår)	----->									
Polysiphonia urceolata	----->									
Anthithamnion plumula	○									

St. Gl Snauholmen

Øvre del av fjæra bestod av grus og små rullestein med enkelte svaberg. Omkring vannskorpen var det mindre mengder av tarmgrønske (*Enteromorpha* spp.), med ellers bart eller lavbevokst fjell. Like under dette nivå vokste tarmgrønske sammen med blæretang og spredte eksemplarer av grisetang. Forholdene er vist på fig. A-B i vedlegg. Hverken strandsnegler eller rur ble observert.

Videre nedover var det tett forekomst av blæretang og grisetang sammen, begge sterkt begrodd med brune epifytter (se fig. C i vedlegg). Blant påvekstalgene var *Ectocarpus* sp. særlig fremtredende, men det var også mye fastsittende diatoméer. Stort sett fortsatte dette samfunnet å dominere ned til 2 m. Bunnen var stort sett sand, leire eller siltdekket fjell, ofte dekket av svære, løse tufser av trådformede brunalger (hovedsakelig *Ectocarpus*). Noe ålegress ble observert fra 1,5 m og nedover.

Under 2 m ble bunnen stadig mer preget av leire og siltavsetninger. Dominerende blant algene var *Ectocarpus* sp. Ålegresset sluttet på omkring 3,5 m, og nedenfor dette var vegetasjonen sparsom på den bløte bunnen. Enkelteksemplarer av rødalgene *Phyllophora* og *Polysiphonia* ble funnet på skjellfragmenter og oppstikkende steiner ned mot 7-8 m. Her flatet bunnen ut, slik at det ikke lot seg gjøre å fastslå noen egentlig nedre grense for makroskopiske benthosalger.

De skorpeformede rødalgene *Hildenbrandia* og *Lithothamnion* spp. står ikke oppført i tabellen, men ble påtruffet sporadisk.

Større dyr knyttet til bunnen ble ikke observert over 5 m (tabell 7). Dette sammenfalt med spranglagets beliggenhet, kfr. kap. 4.1. Bortsett fra vanlig korstroll, som dominerte faunaen, ble det bare funnet enkelte rørmark (*Pectinaria auricoma*) og spredte eksemplarer av 0-skjell og en enkelt tårnsnegl (fig. D i vedlegg). Huller i bunnen indikerte gravende arter. Omrøring av bunnsedimentene viste ingen forekomst av sorte (råtne) avleiringer. Noe sagflis ble forøvrig observert på 5 m, men bare på et begrenset område.

St. G2, Tyssevika

Fjæra besto av en steinfylling med store rullestein, som vekslet med fjell nedover til ca. 3-4 m, hvorfra det gikk over i sand, siden silt og leire med enkelte stein og fjellknatter innimellom.

Floraen (tabell 8) besto aller øverst av en del tarmgrønske (fig. E i vedlegg), fra 0-1 m sammen med et samfunn dominert av meterhøye blæretang med brunalge-epifytter (*Ectocarpus*) (fig. F i vedlegg). Blæretangen var dessuten begrodd med diatoméer. Fra ca. 1 m oppstrådte også storvokste grisetang. Nedover mot 2 meters dyp var det et relativt variert samfunn med bl.a. islett av rødalgen *Ceramium strictum*, martaum (*Chorda filum*) og grønnalgen *Cladophora* sp., men fremdeles var det de tidligere nevnte brunalgene som dominerte. Brun sly av trådformede alger (*Ectocarpus*) fantes i betydelige mengder nedover mot 4-5 m. Under dette dyp vokste algene mer spredt, og rødalger som *Polyides rotundus*, *Phyllophora brodiaei* og *Polysiphonia urceolata* var relativt mer fremtredende, men ikke i store bestander. Bortsett fra røde kalkalger (*Lithothamnion* sp.) ble det ikke funnet alger under 11 m.

Heller ikke på denne stasjonen ble det observert bunndyr før under 5 meters dyp. Vanlige korstroll ble funnet mellom 5 og 15 m (dykkgrensen), og var dominerende faunaelement mellom 7 og 11 m (fig. G i vedlegg), til dels i masseforekomst. Forøvrig ble det bare funnet kuskjell (7-13 m), samt noen få 0-skjell og en enkelt tårnsnegl. Enkelte hull i bunnen kunne antyde infauna, men graving etter denne var resultatløs.

Fra omkring 10 m var bløtbunnen i ikke liten grad preget av fast avfall og fragmenter av toalettpapir (fig. H i vedlegg). Bunnen var imidlertid ikke råttent.

St. G3, Solheim

Stranden på stasjonen besto av fjell og stein, med islett av noe grus og sand. Nedover mot 5 m var det likeledes mest fjell og stein, noen steder dekket av et tynt siltlag. Under 3-4 m tiltok slamlagets tykkelse. Fra 5 og videre nedover var det svakt hellende bunn av sand og grus ned til 18-20 m, deretter fjell (20-25 m), og til slutt leire (25-30 m).

Øverst vokste en tett assosiasjon av små blæretang, som ved fjære sjø vokste over vann (Bilde I i vedlegg). Fra vannlinjen på observasjonstidspunktet og nedover til ca. 2 m fantes betydelige mengder av både blæretang og grisetang, kanskje mest av sistnevnte.

I dybdeintervallet 0-1 m var algene vesentlig mindre begrodd enn på de innenforliggende lokalitetene, men fra 1 m tiltok både nedslamming og epifyttvekst. Særlig i nivået 0-1 m fantes løse kvaser av langtrådede grønnalger, hovedsakelig *Cladophora* sp. *Ceramium strictum* vokste spredt som undervegetasjon fra ca. 0,5 m.

Dypere enn 2 m vokste de store tangartene mer spredt, særlig under 3-4 m, men nedre grense ble ikke nådd før ved ca. 5,5 m. Blæretangen opptrådte i en form med tettsittende blærepar (Bilde J i vedlegg). Rødalgen *Polysiphonia rotundus* opptrådte i økende mengde fra 3 m, men var aldri dominerende. Trådformede brunalger, i det vesentlige *Ectocarpus* var fremtredende i 2-5 m. Under 4-5 m var forekomsten av alger avtagende. Enkelte store klumper av kalkalgen *Lithothamnion* cf. *granii* ble observert 5-15 m, men forøvrig var det den fint trådformede *Polysiphonia urceolata* som utgjorde nedre grense 15 m for benthosalgene (Bilde K i vedlegg).

Den makroskopiske bunnfaunaen begynte først å opptre under ca. 5 m (kors-troll). På 6-7 m fantes hauger etter fjæremark og en enkelt skjærgårdstjerne ble observert. Ellers fremgår det forholdsmessige rikere dyrelivet på denne stasjonen av tabell 7; med blant annet betydelige bestander av 0-skjell, trekantmark og delvis kuskjell, dessuten spredtforekomst av diverse rørmarker. Videre kan man merke seg tilstedeværelsen av sjøfjær på omkring 30 m.

Det ble ikke funnet tendenser til anaerobe forhold i sedimentene.

4.3 Sedimenter og bløtbunnsfauna

Sedimentene er innsamlet med en Tamm sedimentprøvetager (lengde 32 cm, diameter 2 cm). Stasjonene er avmerket på fig. 1, side 8, og resultatene av de foretatte analyser på de øvre 2 cm er stilt sammen i tabell 9. Prøvene er analysert i sin helhet på grunn av sin inhomogenitet.

Tabell 9. Sedimentanalyser fra Ulvikpollen 22-23/6-76.

Konsentrasjonsangivelser i forhold til tørrstoff.

Stasjon	Dyp i m	Tørrstoff g/l	% Gløderest	% Jern	Nitrogen g/kg	Fosfor g/kg	Mangan mg/kg	Kadmium mg/kg	Sink mg/kg	Kobber mg/kg	Bly mg/kg
S1	26	278,0	93,5	4,4	1,9	0,94	640	0,6	230	33	56
S2	53	278,2	89,9		3,1	0,98					
S4	22	185,0	92,7		1,7	0,86					

Bortsett fra stasjon S3 (33 m) var alle sedimenter aerobe i de øvre lag. På St. S3 var det ikke mulig å få noen sedimentprøve på grunn av at bunnen var dominert av sand og planterester (løv og kvister). Grabbprøven luktet av hydrogensulfid.

Bare på st. S4 ble det registrert små mengder av sagflis.

Sedimentene på S1, S2 og S4 hadde alle et løst, finkornet brunlig lag øverst. Laget varierte i tykkelse fra et par mm (St. S4) til 2-3 cm (St.S1) og 4-5 cm (St.S2). Under dette var det fin silt eller leire av noe varierende, brungrå eller gråsvart farge. Det ble observert enkelte svarte striper i avleiringene, men ingen regelmessig tverrstriping som kunne indikere periodisk anaerobe (råtne) forhold (Bilde L i vedlegg).

Bløtbunnsfaunaen var gjenstand for orienterende undersøkelse med Ekman-grabb (0,08 m²). Stasjonene er vist på fig. 1, side 8.

På St. B1 (26 m) var det gråleire med funn av vesentlig polychaetene (mangebørstmarkene) *Glycera alba*, *Pectinaria* sp. og *Nereis virens*. I tillegg ble det funnet et eksemplar av en nemertin og en del fragmenter av muslingskall. Alle forekom i beskjedne mengder.

I den gråsvarte leiren fra St. B2 (53 m) ble det bare funnet få eksemplarer av muslingene *Thyasira* sp. og *Tellina* sp.; ingen polychaeter.

Det planterestrike bunnmaterialet fra St. B3 (33 m) (løv og kvister) var preget av relativt stor forekomst av børstemarken *Capitella capitata*, dessuten enkelte tomme polychaetrør. Prøven luktet svakt av hydrogensulfid.

I blandingen av leire, sand og litt sagflis fra St. B4 (22 m) ble det funnet noen få *Pectinaria* sp., *Polydora* sp. og rør etter andre polychaeter, foruten 3 eks. av muslingen *Astarte montagui*.

4.4 Metaller i alger

Grisetang fra St. G2, Tyssevika er blitt analysert på innhold av metaller. Etter tørking og homogenisering er prøven kokt under refluks med salpetersyre og svovelsyre. Sink, mangan og jern er målt direkte, kobber, bly og kadmium etter ekstraksjon og kvikksølv etter bombedekomponering. Alle målingene er foretatt ved atomabsorpsjon. Resultatene ble:

Kvikksølv	0,4 mg/kg tørrvekt		
Sink	820	"	"
Mangan	115	"	"
Jern	190	"	"
Kobber	9	"	"
Kadmium	5,4	"	"
Bly	5,5	"	"

5. DISKUSJON

Hovedmålene med den foretatte undersøkelse er å vurdere Ulvikpollen som resipient for kommunalt avløpsvann. Avgjørende for en slik vurdering er forhold som vanligvis er naturgitt, som lagdeling og vannutskifting, videre kunnskaper om belastning, forurensningstilstand og utviklingstendenser.

5.1 Resipientkarakteristikk

Salinotermobservasjonene (tabell 5) viste meget lave saltholdigheter i de øvre 2 m (<5 o/oo), og lavere enn 10 o/oo ned til nær 5 m. Det foreligger bare en enkelt publisert observasjon fra Ulvikpollen tidligere (Foss 1962), men denne viser omtrent samme bilde. Ferskvannstilførselen ved Tysso er som nevnt betydelig, og kraftverksutslippet lenger inn i pollen bidrar til en utjevning. Man må derfor anta forholdsvis mindre variasjoner i lagdelingen over året enn i fjorder med hovedsakelig tilrenning fra uregulerte vassdrag. Dette betyr at organismene i fjæra og nedover til 4-5 m jevnlig lever i et utpreget brakkvannsmiljø, til dels med meget lave saltholdigheter i flomperioder.

Den relativt stabile lagdelingen medfører også at det vil være gode muligheter for innlagring av avløpsvann, særlig i vår-sommersesongen da det også er mest aktuelt å unngå gjødslingen av overflatelaget.

Ferskvannstilstrømmingen vil resultere i hurtig utskifting av vannmassene over sprangsjiktet. (Sprangsjiktet er det laget som representerer skillet mellom de øvre, ferskvannspregede vannmasser og det dypereliggende vann med høyere saltholdighet.) Den utgående strømmen i overflaten vil ha sitt motstykke i en inngående strøm under spranglaget, slik at det også her skjer en stadig vannfornyelse.

Ovenstående betraktninger er noe usikre på grunn av at Tysso munner ut i pollens ytre del. Dette kan forårsake en bakevjeeffekt innenfor Brakanes. Det er ikke basis for å vurdere dette nærmere, og forholdet måtte eventuelt belyses ved kartlegging av overflatestrømmer.

Den nevnte kompensasjonsstrømmen har begrenset utbredelse nedover. I hvilken grad det egentlige dypvannet (under 20-25 m) skiftes ut har man ikke data for. Det er imidlertid på det nærmeste fri forbindelse mot Ulvikfjorden og den utenforliggende Eidfjorden. Utskiftingsmulighetene skulle derfor teoretisk sett være gode.

Den registrerte undermetning på oksygen (ned mot 50% i bunnvann og tydelig svinn alt fra 15 m) har ikke desto mindre dokumentert at dypvannets utskifting ikke behøver å være tilstrekkelig for å sikre høyt oksygeninnhold under de nåværende belastningsforhold.

Vannfornyelsen i dypere lag kan enkelt kartlegges ved f.eks. månedlige observasjoner av saltholdighet og temperatur gjennom minimum 2 år på en stasjon i pollen og en stasjon i hovedfjorden.

Å fastslå hvilke av gjødselstoffene nitrogen og fosfor som har størst betydning for pollens algevekst, krever relativt omfattende kjemiske og biologiske undersøkelser. Foreløpig kan man bare henviser til at både nitrat og fosfat ble funnet i lave konsentrasjoner i overflatevannet (tabell 6, side 18), hvilket gjenspeiler planteplanktonets forbruk. De sparsomme data som foreligger, antyder et i hvertfall potensielt fosforunderskudd i overflatevannet. Dette er også i overensstemmelse med den høye graden av ferskvannspåvirkning. (Vanligvis karakteriseres uberørt norsk ferskvann av et relativt fosforunderskudd).

Selv om kartleggingen av forurensningstilførsler delvis er basert på anslag (tabell 2-4, side 14 og 16), synes det klart at Ulvikpollens belastning med lett nedbrytbart organisk stoff og næringsalter ikke kan anses som ubetydelig. Dette må antas å gjelde selv når overflatevannets antatt hurtige utskifting tas i betraktning. (Den midlere raske utskifting utelukker som nevnt ikke bakevjeeffekter i pollens indre del.)

Kvantitative planteplanktondata foreligger ikke, men vannets lave gjennomskinnelighet på undersøkelsestiden kan neppe forklares ved annet enn høy konsentrasjon av planteplankton.

I følge utsagn fra lokalbefolkningen skal vannkvaliteten ha forverret seg, særlig i de siste 5-6 år. Foringelsen har tatt form av økt grumsing og farging av vannet, dessuten flytende grønt materiale (alger?) i overflaten.

De observerte biologiske forhold kan også indikere en eutrofieringsutvikling (gjødslingseffekt). I de indre deler av pollen, særlig i Tyssevika, var det til dels rikelig utvikling av grønnalger i fjærebeltet (tabell 8), dessuten sterk begroing på større alger (tang). Delvis tendens til nedslamming må også nevnes som trekk i dette bildet.

De registrerte samfunn må imidlertid også ses i lys av ferskvannspåvirkningen. Fraværet av beiteorganismer som snegler og sjøpinnsvin i de øvre 4-5 m vil bidra til den sterke begroingen med alger. Hvorvidt de nevnte dyr er til stede i perioder med mindre ferskvannspåvirkning, er det vanskelig å uttale seg om. Sannsynligvis er i hvert fall laget ned til et par meters dyp jevnlig preget av så ferskt vann at de vanlige strandsneglene ikke har eksistensmuligheter.

Stort sett sparsom algevegetasjon under 5-6 m (tabell 8) kan indikere ikke alt for gode lysforhold. Den alminnelige reduksjon av arter innover i en fjord har likevel sammenheng med flere faktorer som utgjør et komplekst forhold. Det er derfor vanskelig å knytte observasjoner bare til en faktor, som gjødelpåvirkningen i dette tilfellet. Algesamfunnene under 5-6 m skiller seg ikke noe vesentlig fra det man ellers har funnet i armer av Hardangerfjorden (Jorde og Klavestad 1963).

Den fattige hardbunnsfaunaen (tabell 7) må i hovedsaken tilskrives bunnens beskaffenhet, med til dels markert nedslamming og mye leire på relativt grunt vann på de to indre lokalitetene (Snauholmen og Tyssevika). Dette antyder forøvrig rolige forhold med liten vannbevegelse og strøm i denne del av resipienten. Mer variasjon i bunnens beskaffenhet og mer bevegelse i vannmassene er den sannsynlige årsak til artsrikere gruntvannsfauna i munningen av pollen.

Observasjonene av sedimenter og dyrelivet på dypere vann har som forventet, vist at eventuelle episoder med oksygensvikt (råttent vann) enten ikke har funnet sted eller må ha vært kortvarige. På den annen side kan funnene av mangebørstemarkene *Polydora* og *Capitella* og muligens *Thyasira* antyde at bunnmiljøet i hvert fall noen steder er preget av rik tilgang på organisk materiale. Dette samsvarer både med antagelsen om høy produksjon ved planteplankton og benthosalger, nedslammingstendensen og det relativt høye innhold av organisk stoff i sedimentene.

Sammenfattende kan det sies at det er flere indikasjoner på en viss overbelastning av Ulvikfjorden med organisk materiale; delvis direkte ved innholdet av slike stoffer i urensset avløpsvann, men kanskje mest som et resultat av gjødslingen med fosfor- og nitrogenforbindelser. I denne sammenheng er kommunalt kloakkvann av størst betydning som fosforkilde.

Metallinnholdet i grisetang var stort sett lavt eller normalt med hensyn til kvikksølv, jern, kobber, mangan og bly, (muligens noe høyt for de to sistnevnte). Sink og kadmium viste høyere verdier enn det en vanligvis finner på uberørte lokaliteter, særlig sink. Forholdet må sannsynligvis ses i sammenheng med at påvirkningen fra Odda i Sørfjorden tidligere har vært sporet langt utover i Hardangerfjorden (Haug et al. 1974). Verdiene gir ikke grunn til spesielle forholdsregler, selv om økt forekomst av kadmium må betraktes med generell aktsomhet. (Rensetiltak er som kjent iverksatt ved de aktuelle bedrifter i Odda.)

Sedimentenes metallinnhold foranlediger få kommentarer. Sinkinnholdet var kanskje noe høyere enn vanlig, men ikke høyere enn at det kan forklares ved en naturlig anrikning i overflaten ved såpass høyt innhold av organisk materiale.

5.2 Vurdering av kommunale utslipp

Av det foregående fremgår at Ulvikspollen sannsynligvis er inne i en eutrofieringsutvikling, dvs. at belastningen med lett nedbrytbart organisk stoff og næringssalter er for høy til at naturlige omsetnings- og utskiftingsmekanismer kan ta hånd om tilførslene. Følgen av dette kan bli en videre utvikling i retning av grumset og farget vann om våren og sommeren, begroing med alger i fjærebeltet, en viss nedslamming av bunnen og i hvert fall periodevis tendens til lavt oksygeninnhold i dypere liggende vannmasser.

Såfremt man vil sikre seg mot en slik tendens, bør det iverksettes verne-tiltak i form av at tilførslene reduseres. Kildenes relative betydning fremgår av tabellene 2 og 3, side 14. Det synes klart at kommunalt kloakkvann gir et vesentlig bidrag. Dette gjelder selv om belastningen fra denne kilden med hensikt er maksimalisert. Den relative betydningen av kommunalt avløpsvann kan være enda større enn vist hvis andre kilder (silo, hønserier, grisefermer) er overestimert. Hvis det ikke iverksettes rens tiltak, vil belastningen fra kommunalt avløp i realiteten øke ved en utbygging av avløpsnett. (Det må antas økt tilkobling til ledningsnett som ender med direkte sjøutslipp.) Eventuelle siloutslipp vil som nevnt bli minimale i fremtiden.

Tabell 10 viser hvilke reduksjoner i belastningen med lett nedbrytbart organisk materiale og fosforforbindelser som kan oppnås ved alternative rens metoder. Beregningen tar utgangspunkt i tabellene 2 og 4, side 14 og 16. Av praktiske grunner er det regnet med at alt avløpsvann fra husholdninger og hoteller føres til rens anlegg. Renseeffekten ved de ulike rens alternativer er satt til:

Alternativ	% reduksjon i	BOF ₇	Fosfor
Mekanisk rensing		30	15
Mekanisk + kjemisk rensing		70	85
Biologisk + kjemisk rensing		90	95

Tabell 10. Anslått belastning på Ulvikpollen med BOF₇ og fosforforbindelser i tonn/km² og år ved ulik rens grad for kommunalt avløpsvann

Belastning Alternativ	BOF ₇		Fosfor	
	t/km ² . år	%	t/km ² . år	%
Nåværende forhold	45	100	1,6	100
Mekanisk rensing	38	84	1,5	94
Mekanisk + kjemisk rensing	29	65	1,0	63
Biologisk + kjemisk rensing	25	56	0,9	58

Av dette ser man at man vil oppnå en vesentlig minskning i tilførslene med mekanisk rensing kombinert med fosforfelling. Gevinsten er beskjedent ved et biologisk rensetrinn i tillegg.

For å minimalisere virkningen på pollen bør utslippene legges så dypt at man får innlagring av avløpsvannet under eller i nedre del av sprangsjiktet i vekstsesongen. Særlig bør dette sikres i månedene mai-august. Eksakte angivelser av minste utslippsdyp for å oppnå dette, kan imidlertid bare gis på grunnlag av opplysninger om saltholdighetsfordelingen (lagdelingen) i det aktuelle tidsrom. For første del av sommeren - med stor ferskvannstilførsel - må man anta at 10 meters dyp vil være tilstrekkelig. I denne forbindelse bør det også kontrolleres om ledninger som i dag ledes ut på dette dyp, er i stand.

Hvis den indre delen av Ulvikpollen delvis eller periodisk utgjør en bakevje, bør transporten av avløpsvannet ut fjorden sikres ved i størst mulig grad å legge fremtidige utslipp til pollens munningsområde, dvs. utenfor linjen Tysso - Hjeltnes.

Transport utover fjorden vil best oppnås ved innlagring av avløpsvannet i omkring sprangsjiktnivået, dvs. i et vannlag der man må forvente at den midlere strøm er rettet ut fjorden. Ved innlagring for langt under sprangsjiktet risikerer man at avløpsvannet blir fraktet innover eller holdes tilbake av den tidligere nevnte inngående kompensasjonsstrøm.

Med de sparsomme data man har for lagdeling og strøm lar det seg ikke gjøre å angi noe optimalt utslippsområde og -dyp utover det som er anført. Om dette er ønskelig, må det foretas jevnlig observasjoner av salt og temperatur som nevnt i det foregående, helst også strømmålinger ved en representativ sommersituasjon.

LITTERATUR

- Brattegard, T. 1966. The natural history of the Hardangerfjord 7. Horizontal distribution of the fauna of rocky shores. Sarsia 22: 1-54.
- Foss, G. 1962. Some observations on the ecology of *Myxine glutinosa* L. Preliminary communication. Sarsia 7: 17-22.
- Haug, A., Melsom, S. og Omang, S.H. 1974. Tungmetallforurensninger i Trondheimsfjorden og Hardangerfjorden undersøkt ved analyser av grisetang. Særtrykk nr. 3453 fra Kjemi 1 (1974).
- Imhof, K. 1969. Taschenbuch der Stadtentwässerung 22. verbesserte Auflage. R. Oldenbourg. München - Wien. 384 s.
- Jorde, I. og Klavestad, N. 1963. The natural history of the Hardangerfjord 4. The benthonic algal vegetation. Sarsia 9: 1-99.
- Norsk institutt for vannforskning 1973 a : 0-111/70.
Resipientvurderinger av Nedre Skienselva, Frierfjorden og til-
liggende fjorder. Rapport 1. Tidligere undersøkelser - Generelle
forhold - Forurensningstilførsler. Stensilert, 93 s.
(Saksbehandlere: Ø. Johansen, S. Kolstad, T. Bokn, B. Rygg).
- Norsk institutt for vannforskning 1973 b : 0-41/70. Undersøkelse av
Nord-Rogalandsfjordenes forurensningstilstand. Delrapport 1.
A. Generelle forhold. B. Viksefjorden. Stensilert 22 s + fig.
(Saksbehandler E. Ravdal).
- Norsk institutt for vannforskning 1973 c: 0-41/70. Undersøkelse av Nord-
Rogalandsfjordenes forurensningstilstand. Delrapport 5.
Grinde-Skjoldafjorden. Stensilert, 30 s. + fig.
(Saksbehandler E. Ravdal).
- Norsk institutt for vannforskning 1976. 0-58/70. Resipientundersøkelse
av Trondheimsfjorden. Forurensningstilførsler. Stensilert,
115 s. (Saksbehandlere S.V. Heines og J. Knutzen).

- Steine, I. 1972. Tyssovassdraget, Ulvik, 1971. Rapport nr. 6 fra laboratoriet for ferskvannsekologi og innlandsfiske ved Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen. 90 s.
- Svendsen, H. og Thomsen, H. 1972. Hydrografi i Hardangerfjorden (sept. - des. 1971). Geofysisk Institutt, avd. A. Univ. i Bergen. Februar 1972. Stensilert 33 s., upubl. (Rådgivende utvalg for fjordundersøkelser. Hardangerfjordprosjektet. Preliminær rapport 1 - 72).
- Svendsen, H. og Utne, N. 1973. Hydrografi i Hardangerfjorden (feb.-sept. 1972). Geofysisk Institutt, avd. A, Univ. i Bergen. Februar 1973. Stensilert, 38 s., upubl. (Rådgivende utvalg for fjordundersøkelser. Hardangerfjordprosjektet. Preliminær rapport 2 - 73).
- Sælen, O.H. 1962. The natural history of the Hardangerfjord. 3. The hydrographical observations 1955-56. Tables of observations and longitudinal sections. Sarsia 6: 1 - 25.



Fig. A. St. G 1. Snauholmen. Oversiktsbilde.



Fig. B. St. G 1. Snauholmen. Tarmgrønske og blæretang.

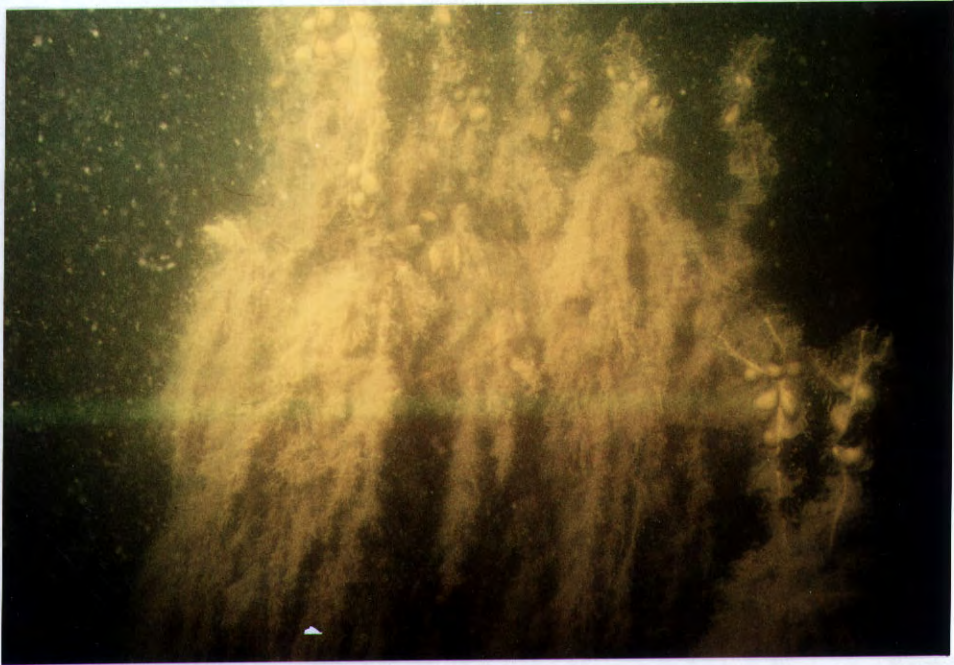


Fig. C. St. G 1. Snauholmen. Blæretang tette bevokst med brune epifytter. Dybde 1 meter.



Fig. D. St. G 1. Snauholmen. Slamdekket bunn med korstroll og O-skjell på 7 meter.



Fig. E. St. G 2. Tyssevika. Rullestein bevokst med tarmgrønske.



Fig. F. St. G 2. Tyssevika. Blæretang dekket med epifytter sammen med tarmgrønske.



Fig. G. St. G 2. Tyssevika. Korstroll på bløtbunn. Dybde ca. 8 m.
Til høyre en rødalge, *Polysiphonia* sp.



Fig. H. St. G 2. Tyssevika. Toalettpapir på bunnen.
Dessuten en rødalge, *Polysiphonia* sp.



Fig. I. St. G 3. Solheim. Tett assosiasjon av blæretang ved fjære sjø.

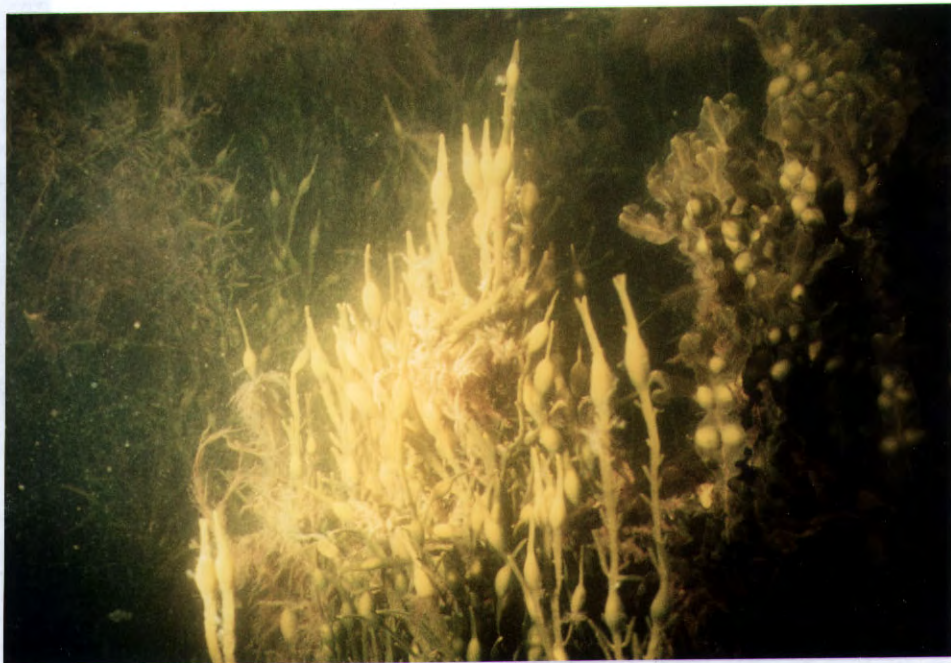


Fig. J. St. G 3. Solheim. Grisatang (enkle blærer) og blæretang (doble blærer) på 4 meters dyp.

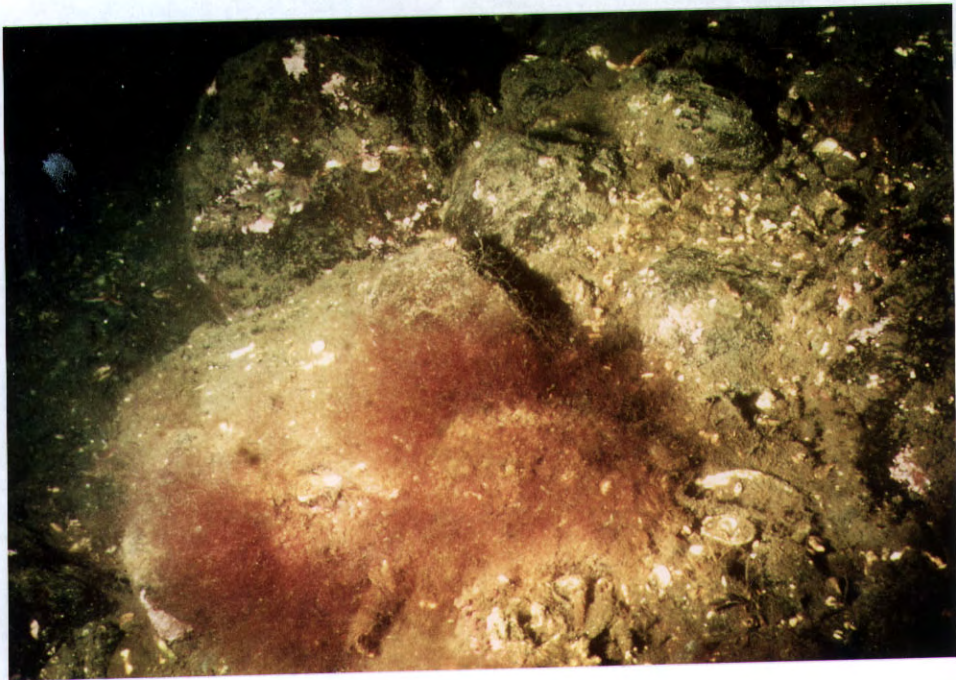


Fig. K. St. G 3. Solheim. Rødalgen *Polysiphonia urceolata* på O-skjell på 9 meters dyp.

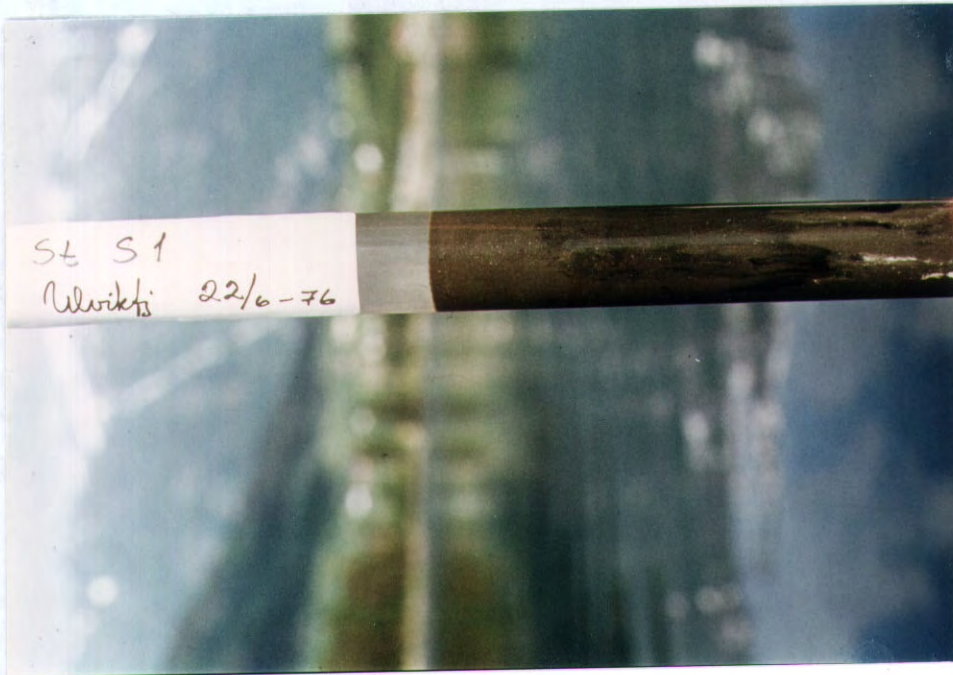


Fig. L. St. S 1. Sedimentkjerne.