

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80

Postboks 333, Blindern

Oslo 3

Rapportnummer: 8000302
Undernummer: IV
Løpenummer: 1546
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Supplerende basisundersøkelser og rutineovervåking i Iddefjorden 1982 (Overvåkingsrapport 105/83)	Dato: 5/10-1983
Forfatter(e): Jan Magnusson Hartvig Christie, Universitetet i Oslo Harry Efraimsen Norman Green Are Pedersen	Prosjektnummer: 8000302
	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Østfold
	Antall sider (inkl. bilag):

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:

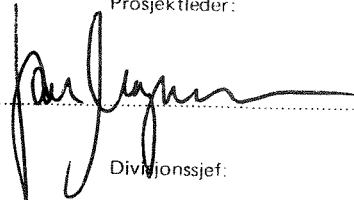
Redusert utslipp fra treforedlingsindustrien har medført at Iddefjordens overflatevann har fått markert lavere innhold av ligninforbindelser i tiden 1977-80. Derved har vannets klarhet økt noe. I 1982 har det ikke skjedd noen ytterligere utslippsreduksjon, og noen merkbar forandring av lignininnholdet er ikke blitt observert. Innholdet av tarmbakterier viste en markant nedgang i 1981 sammenlignet med 1980, men ligger fortsatt i 1982 på et nivå som ofte gjør fjorden tvilsom for bading etter helsemyndighetenes normer. Reduksjonen skyldes sannsynligvis økt rensing av kloakkvann fra befolkningen. Oksygenforholdene, som viste en positiv utvikling i 1977-79 med stor utslippsreduksjon ved treforedlingsindustrien, har siden vært omtrent konstant. Vekstforholdene i strandsonen har vist en forbedring siden 1980. Derimot har dyrelivet i strandsonen og på mellomdypene i ytre del av fjorden ikke vist noen tendens til forbedring siden 1980.

4 emneord, norske: Overvåkingsrapport 105/83

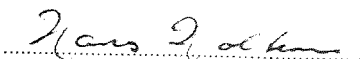
1. Statlig program
2. Treforedling
3. Oksygenforhold
4. Grunntvannssamfunn/hardbunn
5. Bakterier

6. Iddefjorden 1982

Prosjektleder:



Divisjonssjef:

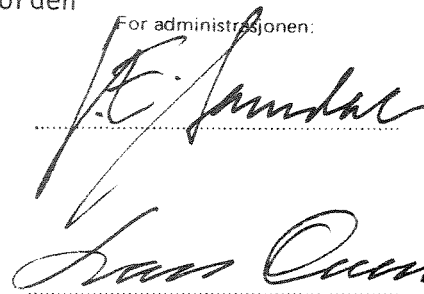


4 emneord, engelske:

1. National monitoring/water
2. Pulp and paper
3. Oxygen conditions
4. Littoral communities
5. Bacteria

6. Iddefjorden

For administrasjonen:



ISBN 82-577-0691-4



Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000302

SUPPLERENDE BASISUNDERSØKELSER OG RUTINEOVERVÅKING

I IDDEFJORDEN 1982

Oslo, 5/10-1983

Saksbehandler: Jan Magnusson

Medarbeidere: Hartvig Christie, UiO

Harry Efraimsen

Norman Green

Are Pedersen

F O R O R D

Foreliggende rapport er den sjette om Iddefjorden innen rammen av Statlig program for forurensningsovervåking (frem til og med 1980 Nasjonalt program for overvåking av vannressurser) med Statens forurensningstilsyn (SFT) som oppdragsgiver.

Instituttet takker lokale medarbeidere ved Halden kommune, E. Høvik og Aa. Sjøberg for feltarbeid i forbindelse med innsamling av vannprøver og byveterinærkontoret ved L. Farstad for bakteriologiske analyser. Videre takkes Fiskeristyrelsens hydrografiske laboratorium i Göteborg for å ha stilt innsamlede hydrografiske data til prosjektets disposisjon. Analysene av lignin og humus er utført av Dr. Gunnar Nyqvist ved Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, som også takkes for samarbeidet.

Det biologiske materialet er innsamlet og bearbeidet i samarbeid med amanuensis Jan Rueness og Øyvind Wiik ved Institutt for marinbiologi og limnologi avdeling for marin botanikk, Univ. i Oslo. Stereofoto-observasjoner av hardbunnsfauna er foretatt av cand.real Hartvig Christie (Institutt for marinbiologi og limnologi Univ. i Oslo) og Norman Green (NIVA). Dette arbeidet er et samarbeid mellom prosjektet Forskningsprogram om Havforurensninger og overvåkingsprogrammet. Rapporten er skrevet av H. Efraimssen (tilførsler, overflatevannets kvalitet), Jan Magnusson (hydrografi, oksygenforhold), Are Pedersen (flora i littoralsonen) samt Hartvig Christie og Norman Green (hardbunnsfauna).

INNHOLD

	Side:
FORORD	2
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	5
2. INNLEDNING	9
3. RESULTATER	12
3.1 Tilførsler	12
3.2 Overflateobservasjoner i 1982	14
3.3 Oksygenforhold	23
3.4 Biologiske observasjoner	27
3.4.1 Undersøkelser i strandsonen	27
3.4.2 Undersøkelse på hardbunn under tidevannssonen	30
3.5 Spesielle undersøkelser	35

LITTERATUR	38
------------	----

VEDLEGG	39
---------	----

TABELLER

1. Observasjoner i Iddefjorden 1982	10
2. Beregnet utslipp av løst organisk stoff i 1979-82	12
3. Posisjon og tidspunkt for stereofotostasjoner i Iddefjorden	30

FIGURER

	Side:
1. Hydrografiske, overflate- og hardbunnsfaunastasjoner I Iddefjorden 1982	11
2. Beregnet og målt (susp. org. mat.) utslipp av organisk stoff (som tørrstoff) til Iddefjorden fra Saugbruksforeningen i perioden 1970-82	13
3. Lignin (mg/l) i Iddefjordens overflatevann (0-2 m) for perioden 1977-82	16
4. Siktedyp (meter) for perioden 1977-82	17
5. Klorofyll <u>a</u> i Iddefjordens overflatevann (0-2 m) i 1982	19
6. Total antall bakterier "kimtall" (øverst) og termostabile koliforme bakterier (nederst) i Iddefjordens overflatevann (0-2 m) for perioden 1979-82	21
7. Oksygenforholdene ved stasjon 5 (Ringdalsfjorden) 1977-82	24
8. Oksygenforholdene ved stasjon 2 (Indre Iddefjord) 1978-82	25
9. Oksygenforholdene ved stasjon 1 (Indre Iddefjord) 1977-82	26
10. Stasjoner 22.10.81 (o) og innergrensene for enkelte arter 10.10.1972, 22.10.81 og 22.10.82	29
11. Variasjon i prosent dekning av ubevokst hardbunn (●) og sediment (o); samt antall arter (▲) på 7 og 17 meters dyp ved stereofotostasjon 12 innenfor Svinesund. Til og med 1980 bygger figuren på grunnlagsdata av Christie og Green (1982)	33
12. Variasjon i prosent dekning av børstemarken <u>Polydora ciliata</u> (●), blåskjell <u>Mytilus edulis</u> (o), sjøpung <u>Ciona intestinalis</u> (▲) og sjønellik <u>Metridium senile</u> (Δ) på 7 og 17 meters dyp ved stasjon 12 innenfor Svinesund. Til og med 1980 bygger figuren på grunnlagsdata av Christie og Green (1982)	34
13. Prosentuell reduksjon av lignin fra tre fjordavsnitt etter utslippsstopp ved treforedlingsindustrien.	36

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Det statlige overvåkingsprogrammet i Iddefjorden har som mål å følge forurensningsutviklingen ved observasjoner av enkelt påvisbare forurensningsvirkninger fra utslipp av kommunalt og spesielt industrielt avløpsvann (treforedlingsindustri).

Overvåkingen har gitt følgende hovedkonklusjon:

Observasjoner av overflatevann, dypvann, strandsone og hardbunnsfauna har vist at spesielt utslippsreduksjonen fra treforedlingsindustrien i perioden 1975-79 har hatt en positiv effekt på fjorden. Likeså ga innføring av kjemisk rensing på det kommunale avløpsvannet i 1981 en klar reduksjon av tarmbakterier i overflatevannet. Unntatt for badevannskvaliteten har forholdene de siste tre år vært omtrent de samme, dvs. ingen ytterligere forbedringer, hvilket er det som kan forventes når utslippsmengden har vært omtrent konstant. Med forbehold om at det vil ta en lengre tid innen fjordens tilstand fullstendig har innstilt seg etter de nye utslippsforhold (mindre forbedringer), blir forholdene neppe bedre uten ytterligere reduksjoner i forurensningstilførslene. Fjorden er fortsatt betydelig forurenset.

1. Som foregående år ble siktedyp samt overflatelagets innhold av lignin og bakterier observert ca. 1 gang pr. uke i perioden juni - september. I 1982 ble dessuten klorofyll a målt. I mai - desember ble det foretatt hydrografiske tokt. Registrering av strandsonens flora ble gjennomført i oktober og stereofotografering av hardbunnsfauna i mars og november.
2. Utslipp fra treforedlingsindustri - er blitt betydelig redusert i årene 1975-79. Siden 1979 har utslippene fra Saugbrugsforeningen vært omtrent uforandret. Beregninger basert på spesifikke avløpstall og produksjonstall gir utslipp av sulfitavlut på ca. 7-8000 tonn tørrstoff og vel 6000 tonn blekeriavlut i 1982. I 1974 var tilsvarende utslippsmengde 60000 respektive 9500 tonn. Målt utslipp av suspendert organisk materiale har økt siden 1978 fra 2200 til 4900 tonn tørrstoff i 1982. Utslipp av sulfittavlut og blekeriavlut beregnet som BOF_7 etter

spesifikke avløpstall har vært over 10000 tonn/år i perioden 1979-82. Lavere produksjon av silkecellulose i 1982 i forhold til 1981 har gitt en minking på 506 tonn BOF₇ i 1982.

3. Tilførselen fra befolkningen i fjordens nærområde ble redusert fra 575 tonn BOF₇, 92 tonn nitrogen og 19 tonn fosfor i 1980 til 390 tonn BOF₇, 79 tonn nitrogen og 9 tonn fosfor i 1981. Utslippstallene er de samme i 1982. Sentralrenseanlegget i Halden har vært i drift siden 1979 og av totalt ca 21.000 p.e. er nå ca. 15000 p.e. blitt tilkoblet anlegget (kjemisk rensing). Totaltilførselen av næringsalter inkludert beregnet utslipp fra treforedlingsindustrien var i 1982 140 tonn nitrogen og ca. 19 tonn fosfor. Tilførselstallene er forandret i forhold til tidligere rapporter. Forandringen består i at totalt antall p.e. er korrigert fra 17.000 til 21.000.
4. Lignin-konsentrasjonen i overflatevannet (0-2 m) hadde ikke forandret seg merkbart fra 1981 til 1982. Vannets gjennomskinnelighet (siktedyp) var noe dårligere sammenlignet med 1981. De tidligere konstaterte forbedringer (spesielt i 1977-79) har således ikke fortsatt. Det dårligere siktedypet kan forklares med økt algebiomasse i fjorden (se pkt. 5).
5. I 1982 ble det målt klorofyll a (et mål på planteplanktonbiomasse) for å få et bilde av planktonproduksjonen i fjorden. Det ble observert en sesongmessig variasjon og en vesentlig større biomasse i 1982 sammenlignet med tidligere observasjoner i 1975. Årsaken til den større biomassen er ikke dokumentert. Imidlertid er en mulig forklaring at det tidligere observerte innholdet av veksthemmende stoffer i utslipp fra treforedlingsindustrien til Tista er blitt redusert. Reduksjonen av partikler (og lignin) kan også ha bidratt til økt produksjon i fjordens overflatevann.
6. Middelkonsentrasjonen av termotabile koliforme bakterier (tarmbakterier) i overflatevann (0-2 m) viste en markert reduksjon i 1981 sammenlignet med 1980, og i 1982 ble det registrert en ytterligere reduksjon ytterst og innerst i fjorden. Vannets innhold av tarmbakterier nærmer seg det nivå som ifølge internasjonale normer aksepteres for friluftsbading (100 km/100 ml).

Reduksjonen 1979-80 skyldes sannsynligvis økt rensing av kloakkvann fra befolkningen. Fortsatt er det imidlertid tvilsomt å bade i fjorden i henhold til helsemyndighetenes krav til badevann og på noen steder er fjorden direkte uegnet til bading.

Den høye bakteriekonsentrasjonen i fjorden kan også være en følge av bakterier i treforedlingsindustriens avløpsvann. Det er kjent fra andre undersøkelser at den potensielt patogene bakterien Klebsiella finnes i avløpsvann fra papirfabrikker og at den interfererer i analysemetoden for termostabile koliforme bakterier. I 1983 vil dette bli nærmere undersøkt.

7. Totalt antall bakterier ("kimtall") i overflatevann (0-2 m) var gjennomgående ikke signifikant forskjellig i 1982 sammenlignet med 1981.
8. Oksygenforholdene i 1982 var omtrent de samme som i 1981. For hele observasjonsperioden 1977-82 er forholdene blitt bedre. Frekvensen og volumet av hydrogensulfidholdig vann er blitt redusert. De siste tre års observasjoner viser ingen ytterligere reell forbedring som ikke kan forklares ved naturlige variasjoner i vannutskiftningen.
9. Undersøkelser i strandsonen i oktober 1982 viste følgende tendenser: Tarmgrønnske (Entromorpha sp.) og en grønnalge (Cladophora sp.) har, liksom tangplanter (Fucus spp.), etablert seg lengre innover fjorden. Likeså var blågrønnalgevegetasjonen på de ytre stasjonene langt mer velutviklet.

Den positive utviklingen av grønn- og blågrønnalger i 1982 henger sannsynligvis sammen med den varme sommeren, mens tangobservasjonene kan gjenspeile forbedringer i fjordens vannkvalitet. Forandringene er dog små i forhold til 1981 og kan også forklares ut fra naturlige variasjoner.

10. Faunaobservasjoner fra 1982 (mars og november) på faste hardbunnflater under tidevannsonen har ikke vist tydelige forbedringer i forhold til foregående år. Økt antall arter og økt dekning av sjønellik (Metridium senile) indikerer endringer som kan være samfunnsjusteringer som et resultat av tidligere utslippsreduksjoner.

11. Vannfornyelsen i fjordens overflatelag sommerstid er beregnet til å ligge mellom 10-20 døgn basert dels på transportberegninger ut fra strømobservasjoner over de ytre tersklene, dels ved å se på hvor raskt ligninkonsentrasjonen avtar etter at treforedlingsindustrien stopper ligninutslippene i perioder med driftstans.

12. De vannkjemiske observasjoner de siste tre år har variert så lite at variasjonene og en eventuell gradvis mindre forbedring vil kamoufleres av de naturlige variasjoner i vannutskiftning fra år til år. Denne del av overvåkingen kan derfor utgå i en periode. Derimot anbefales fortsatt overvåking av de biologiske forhold.

2. INNLEDNING

Bakgrunnen for overvåkingen av Iddefjorden er den store effekten utslipp fra treforedlingsindustrien og befolkningen i Halden har på fjorden. Den samlede belastningen har vært så stor at det marine livet i fjorden i stor grad er blitt utryddet (Afzelius 1979).

Fjordens tilstand er i hovedsak en følge av utslippet fra Saugbrugsforeningen. Avløpsvannet fra treforedlingsindustrien gir et brunfarvet, lettskummende og grumset overflatevann med høyt innhold av bl.a. ligninstoffer og fiber. Dertil er oksygenbehovet i avløpsvannet så stort at enkelte deler av fjordens vannmasse får lave konsentrasjoner av det livsviktige oksygenet.

I deler av fjorden kan alt oksygen bli brukt opp. I den videre nedbrytningsprosessen dannes hydrogensulfid (råttent vann) - en dødelig gift for nesten alt marint liv. I tillegg til forråttelseeffekten kommer betydelige utslipp av giftige stoffer, spesielt organiske klorforbindelser.

Overvåkingsprogrammet skal dokumentere eventuelle forandringer av fjordens forurensningssituasjon. Siden starten av programmet i 1977 har man konsentrert seg om å observere overflatevannets gjennomsjinnlighet (siktedyp) og innhold av lignin og humus. Videre følges oksygenforholdene i hele vannmassen. I 1979 startet byveterinæren i Halden analyser av bakterier i fjordens overflatevann, spesielt ut fra hygieniske aspekter som badevannskvalitet. I 1982 ble det også målt klorofyll a i overflatevannet for å få et mål på planteplanktonbiomassen i fjorden.

I 1980 ble programmet utvidet til å omfatte undersøkelser av strandflora og strandfauna. Dette blir fulgt opp ved årlige mindre kontroller. Samarbeid med Forskningsprogram om Havforurensninger (FoH) siden 1978 har gitt verdifull tilleggsinformasjon om hardbunnsfauna under tidevannssonen. Opprinnelig var det planlagt å gjenta sedimentundersøkelser (forekomsten av tungmetaller i miljøet) hver femte år, men ut fra sedimenttilvekstens hastighet vil en oppfølging av undersøkelsen fra 1977 først være aktuell fra 1984.

I 1980 har fjordens vannutskiftning over terskeldyp blitt nøyere studert i et hovedfagsarbeid ved Institutt for geofysikk, Univ. i Oslo. Arbeidet har fått økonomisk støtte gjennom overvåkingsprogrammet. Resultatet er i kort-

het presentert i denne rapporten. Arbeidet har vist at den høye observasjonsfrekvensen i fjordens overflatevann i overvåkingsprogrammet er nødvendig.

Foreliggende rapport inneholder resultater fra observasjoner i littoralsonen, overflatevannet og dypvannet i tidsrommet mai til desember 1982. Stasjonsnett og observasjoner fremgår av figur 1 og tabell 1.

Tabell 1. Observasjoner i Iddefjorden 1982

Overflatetokt: Observasjoner av siktedyp, temperatur og saltholdighet til 5 m dyp, samt lignin, humus, totalantall bakterier (kimtall), termostabile coliforme bakterier og klorofyll a i 0.2 meters dyp på stasjonene 1, 2, 4, 5, 7, 9 og 10 (fig. 1).

Dato: 14/5, 27/5, 3/6, 9/6, 16/6, 21/6, 29/6, 5/7, 13/7, 20/7, 28/7, 4/8, 11/8, 17/8, 23/8, 31/8, 8/9, 13/9, 20/9, 28/9.

Hydrografiske tokt: Observasjoner av temperatur og saltholdighet på stasjonene 1, 2, 4, 5, 7, 9 og 10 samt oksygen/hydrogensulfid-analyser på prøver fra 0.5, 5, 10, 15, 20, 25, 30 og 35 meters dyp fra stasjonene 1, 2 og 5 (fig.1).

Dato: 14/5, 21/6, 22/7, 17-18/8*, 23/11*, 5/12*

* Tokter av fiskeristyrelsens Hydrografiska Laboratorium, Göteborg

Registrering av fauna og flora i strandsonen: Feltarbeid den 22/10 1982.
Hardbunnsfauna: Stereofotografering på 2 stasjoner (fig. 1) i 2, 7 og 17 meters dyp (innerst) samt 2, 7 og 12 meters dyp (ytterst).

Dato: 30/3, 9/11 (den 9/11 kun stasjon I2).

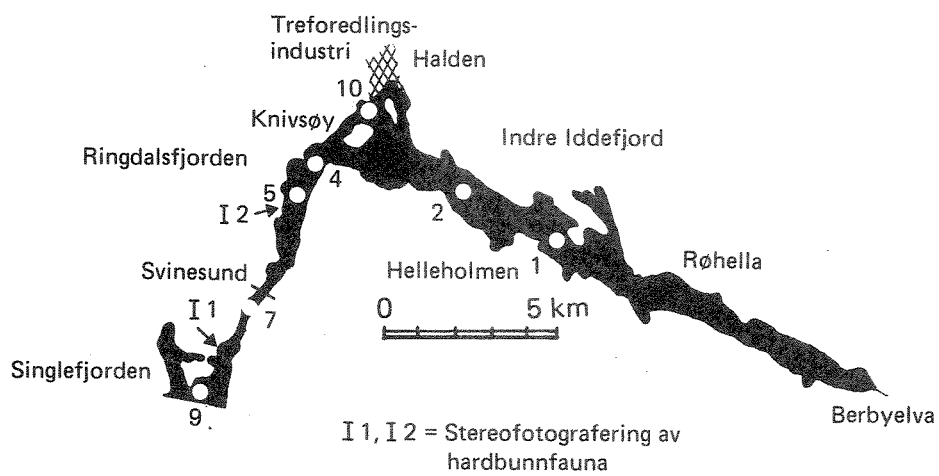
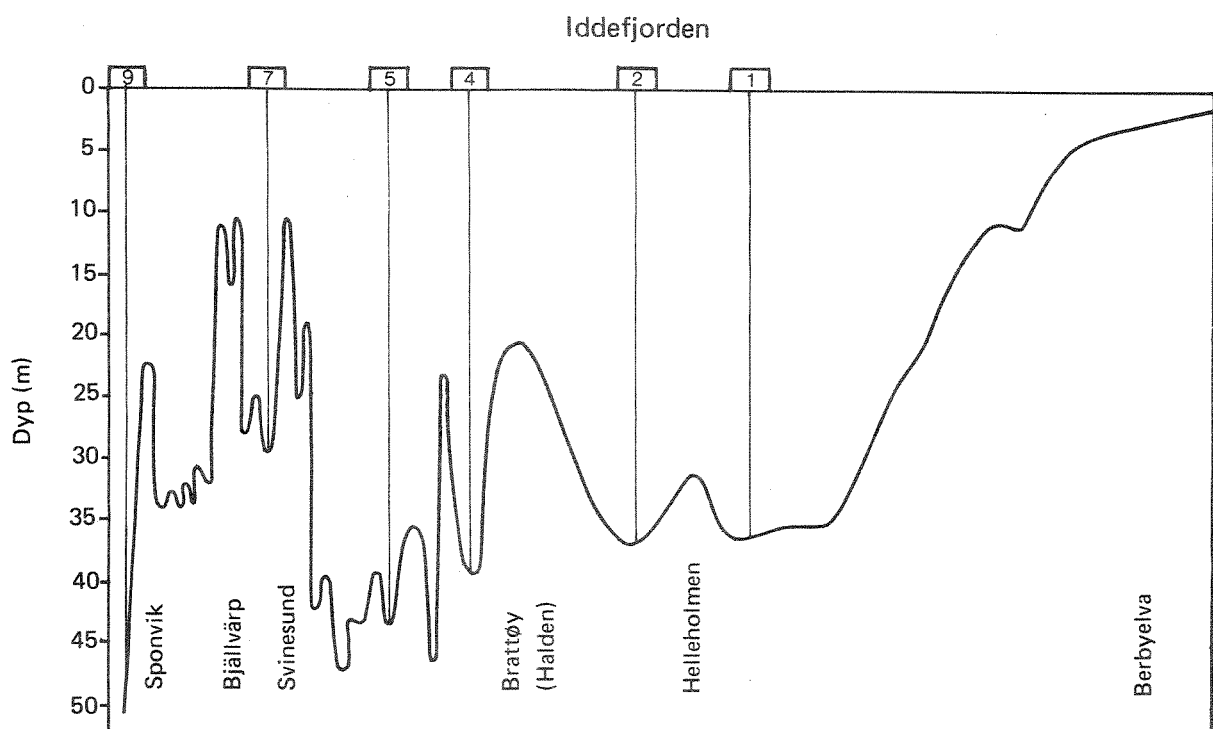


Fig. 1. Hydrografiske, overflate- og hardbunnsfaunastasjoner i Iddefjorden 1982.

3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Tilførsler

Befolkning

Tilførsler fra befolkningen er ikke blitt endret etter januar 1981. Det kommunale renseanlegget (kjemisk rensing) omfatter ca 15.000 p.e. av totalt ca 21.000 p.e. slik at belastningen fra befolkningen er beregnet til 390 tonn BOF₇, 79 tonn nitrogen og 8 tonn fosfor pr. år.

Beregninger over tilførsler fra befolkningen i Iddefjordens nærområde før renseanlegget ble satt i drift var 575 tonn BOF₇, 92 tonn nitrogen og 19 tonn fosfor pr. år.

Saugbrugsforeningen

Produksjon av silkecellulose var 3.500 tonn mindre i 1982 i forhold til året før. Utslipp av sulfitavlut og blekeriavlut målt som BOF₇ er således beregnet til 506 tonn (BOF₇) lavere i 1982 enn året før.

Derimot har utslippet av suspendert materiale (tørrstoff) økt med ca 100 tonn og var 4917 tonn pr. år. Etter at miljøverntiltakene ble iverksatt i 1978 har utslippene til fjorden, beregnet som BOF₇ vært relativt konstant i de etterfølgende år, som det fremgår av tabell 2.

Tabell 2. Beregnet utslipp av løst organisk stoff i 1979-1982.

Parameter	Tonn pr. år			
	1979	1980	1981	1982
Kjemisk oksygenforbruk (KOF dikr.)	40.350	40.480	42.080	39.788
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF ₇)	10.200	10.690	10.650	10.087

Utslipp av suspendert materiale har økt gradvis i nevnte periode som illustrert i figur 2.

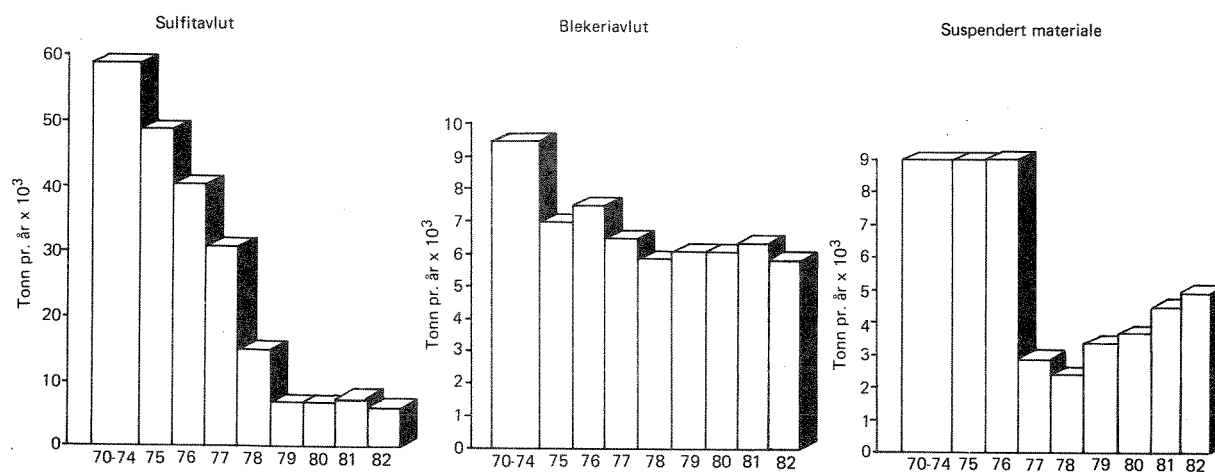


Fig. 2. Beregnet og målt (susp. org. mat.) utslipp av organisk stoff (som tørrstoff) til Iddefjorden fra Saugbrugsforeningen i perioden 1970-82.

Figur 2 viser også hvordan utslipp av sulfitavlut og blekeriavlut (beregnet som tørrstoff) har utviklet seg i løpet av 70-årene og frem til og med 1982. Utslipp av sulfitavlut ble kraftig redusert i siste halvdel av 70-tallet på grunn av omlegging av produksjon og krav til gjenvinning av avluten. Etter 1978 har utslippet vært relativt konstant. Utslipppet av blekeriavlut har stort sett variert lite etter 1975, med en årlig utslippsmengde på ca 6000-7000 tonn år. år.

Bedriften har oppgitt et klorforbruk på ca 3-5 kg pr. tonn. Dette tilsvarer ca 200-300 tonn pr. år. Det årlige utslipp av klor har vært relativt konstant i de siste 4-5 år.

Treforedlingsindustriens bidrag ved utslipp av næringsalter er beregnet etter spesifikke avløpstall (Landner et al. 1972).

For 1982 er tilførselene beregnet til 61 tonn nitrogen og 11 tonn fosfor. Fra befolkning og industri mottar fjorden således 140 tonn nitrogen og 19 tonn fosfor.

3.2 Overflateobservasjoner i 1982

Lignin

Overflatevannets innhold av lignosulfonater skyldes utslipp fra treforedlingsindustri. Konsentrasjon av slike oppløste stoffer i Iddefjordens overflatevann er blitt sterkt redusert i tiden etter 1977-1978.

Figur 3 viser at lignin-konsentrasjonen i 1982 var på samme nivå som i 1981. Det har ikke funnet sted noen endring fra 1979 til 1982. I utslippets nær-område (st. 10) var middelveiene under driftsperioden mai-oktober ca 10 mg/l. En gradvis reduksjon skjer utover i Ringdalsfjorden. Utenfor Svinesund bru (st. 7) var middelveien i området 3,5-5,0 mg/l.

Ytterst i fjordmunningen (st. 9) var middelveiene betydelig lavere. I perioden 1977-78 var middelveiene ca. 2 mg/l, mens de i perioden 1979-82 var ca 1 mg/l eller lavere.

Bedre vannutskiftning og fortynning er forklaringen på de lave og stabile ligninkonsentrasjonene ytterst i fjorden.

Sommeren 1982 var det 2 ukers driftsstans under fellesferien (5/7-19/7). Ligninkonsentrasjonen i overflatevannet var under denne tiden omtrent på samme nivå som i ferieperioden i 1978 og 1979, og signifikant høyere sammenlignet med tilsvarende perioder i 1980 og 1981. Dette kan tilskrives relativt kort driftsstans og muligens redusert utskiftning av overflatevannet i ferieperioden.

I indre fjord (st. 1 og 2) var ligninkonsentrasjonen under driftsperioden på tilsvarende nivå som de to forutgående år. På stasjon 1 har middelveiene for de tre siste observasjonsår vært ca 2 mg/l, og på stasjon 2, ca 3 mg/l.

Også i indre fjord var ligninkonsentrasjonen signifikant høyere under ferieperioden sammenlignet med tilsvarende periode i 1980 og 1981.

I 1982 ble det ikke målt signifikant forskjell i overflatevannets lignininnhold i indre fjord under ferieperioden sammenlignet med driftsperioden. Årsaken kan være kort driftsstans i cellulosefabrikken og liten vannutskiftning.

Siktedyp

Siktedyp gir et mål på vannets gjennomskinnlighet, dvs. hvor mye lysbrytende materiale som finnes i overflatevannet.

Utviklingen i siktedyp på de 7 målestasjonene i Iddefjorden for 6-års-perioden 1977-82 er vist i figur 4.

Den aritmetiske middelvei for målingene i 1982 viser gjennomgående et mindre siktedyp enn de siste år. Vi må til tiden før 1978 for å finne tilsvarende lave tall for siktedyp i fjorden. Den gunstige utviklingen i et stadig bedret siktedyp i fjorden fram til og med 1981 synes å ha stoppet opp.

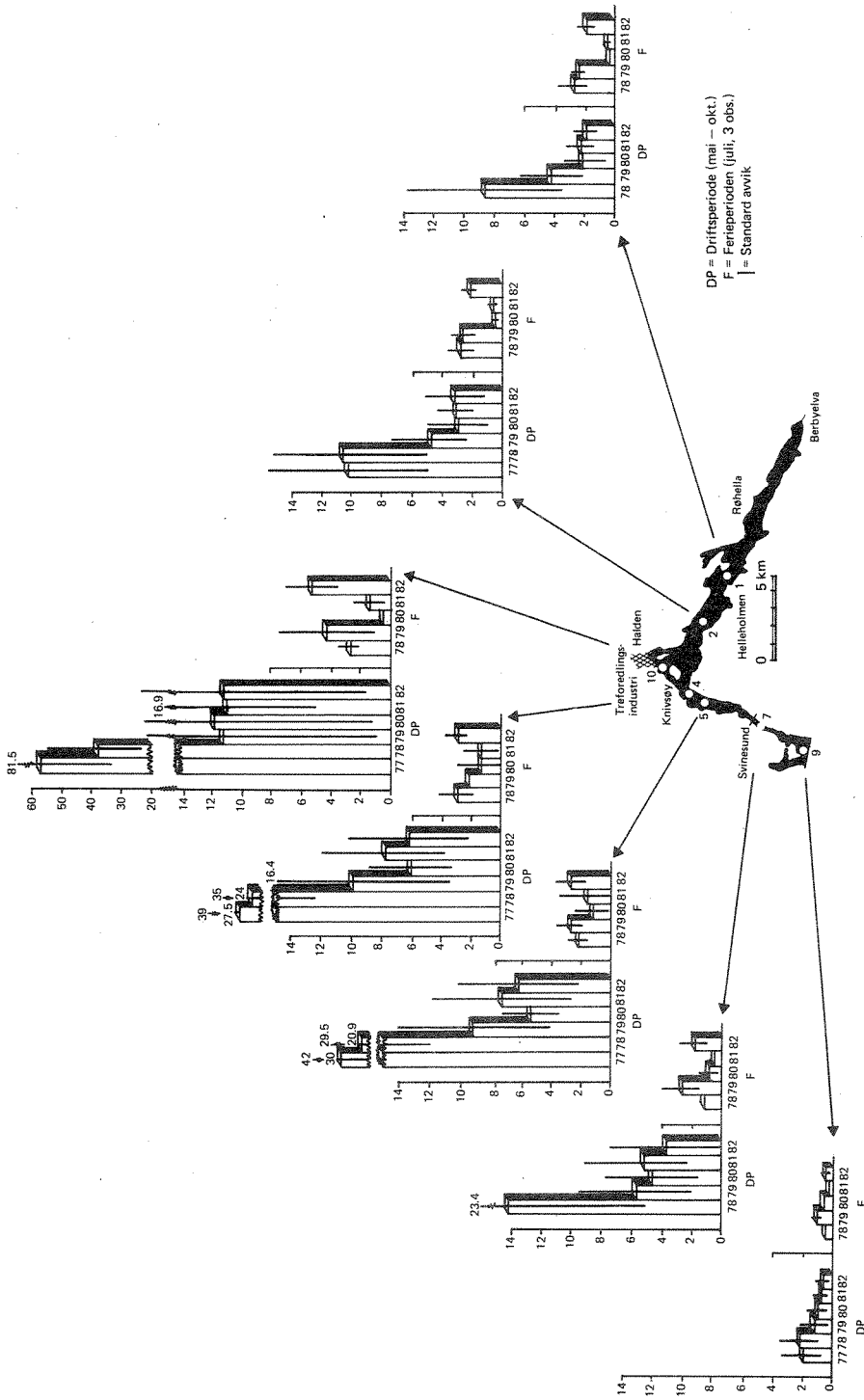


Fig. 3. Lignin (mg/l) i Iddefjordens overflatevann (0-2 m) for perioden 1977-82.

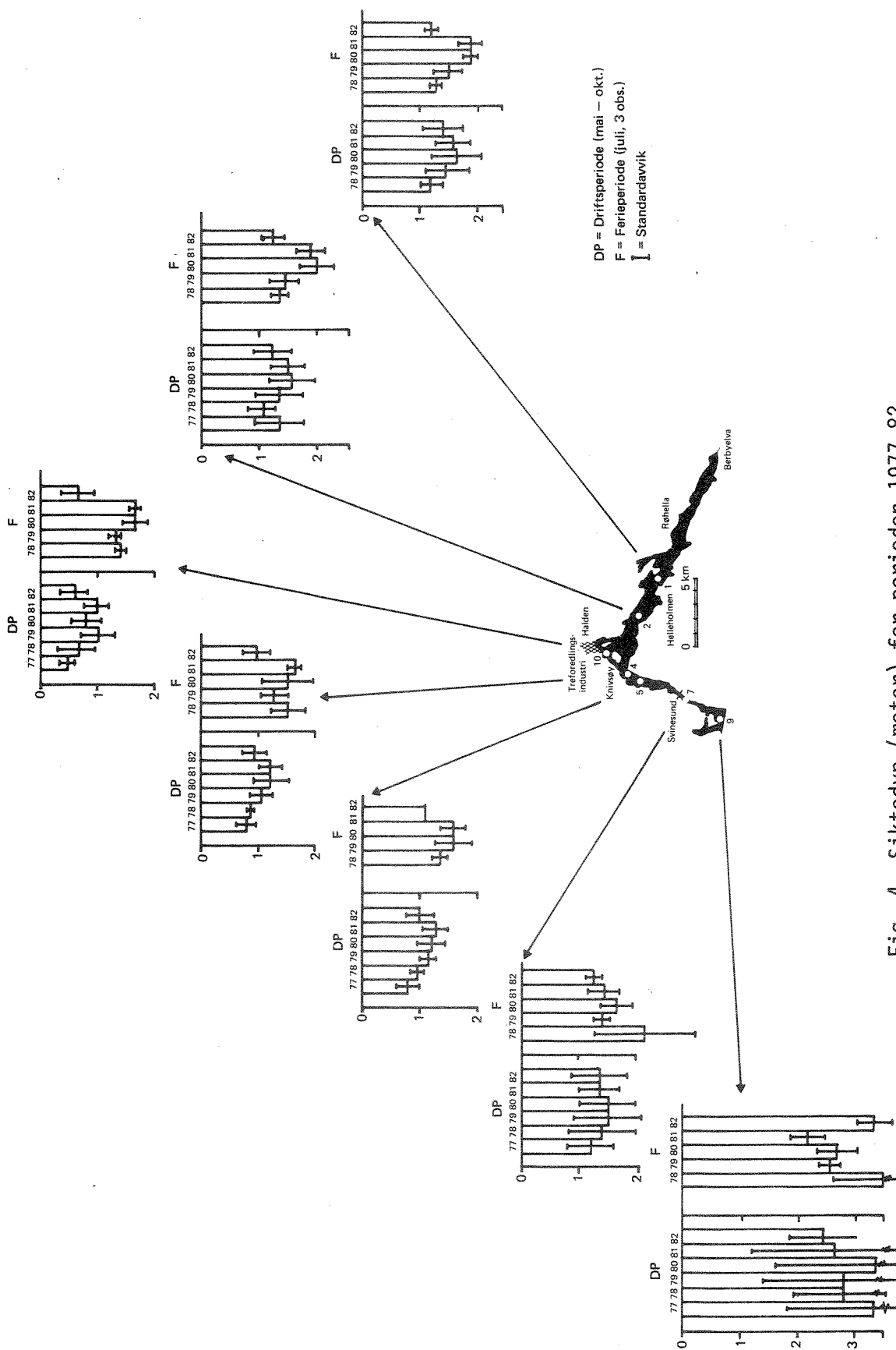


Fig. 4. Siktetyp (meter) for perioden 1977-82.

Middel siktedyp i utslippsområdet (st. 10) var 0,6 m mot ca 1 m i 1981. På stasjonene 4 og 5 var middelveidene ca 1 m, som var noe mindre enn året før. Ytterst i fjorden (utenfor Svinesund bru) var det ubetydelig forandring.

I tiden 1978-81 var siktedypet i fjorden betraktelig større i fellesferien enn i driftsperioden, som det fremgår av figur 4. Dette forhold ble ikke registrert i 1982, hvor siktedyp i fellesferien ikke skilte seg signifikant fra driftsperioden. En noe økt ligninkonsentrasjon i overflatevannet under fellesferien, synes ikke å forklare det reduserte siktedyp alene. En plausibel forklaring kan være at fytoplanktonproduksjon har økt og dermed gitt redusert siktedyp. (Analyser av klorofyll a i overflatevannet viser at algebiomassen er stor).

Klorofyll a som mål på planteplanktonbiomasse

I 1982 ble det gjennomført et systematisk analyseprogram også for innhold av klorofyll a i overflatevannet. Resultatene viste at det ikke var variasjon i mengden klorofyll a fra stasjon til stasjon, men at variasjonen var tidsbestemt (fig. 5). En kraftig oppblomstring ble registrert i slutten av mai og begynnelsen av juni. En ny, men kortvarig topp ble registrert i midten av juli (i fellesferien). I månedskifte august-september ble det registrert en ny oppblomstring, hvor konsentrasjonen av klorofyll a var 15-20 ug/l, som varte hele september til målingene opphørte.

Overflatevannets innhold av klorofyll a i observasjonsperioden 28.5.82 til 28.9.82 er vist i figur 5. Hver søyle representerer middelveid for samtlige 7 stasjoner i fjorden på samme prøvetakingsdag. (De enkelte analyseverdier er vist i tabell i vedlegg).

Målinger av klorofyll a har tidligere vært utført i 1975, under en driftstans i juli og under full produksjon i september og oktober (Skei 1976).

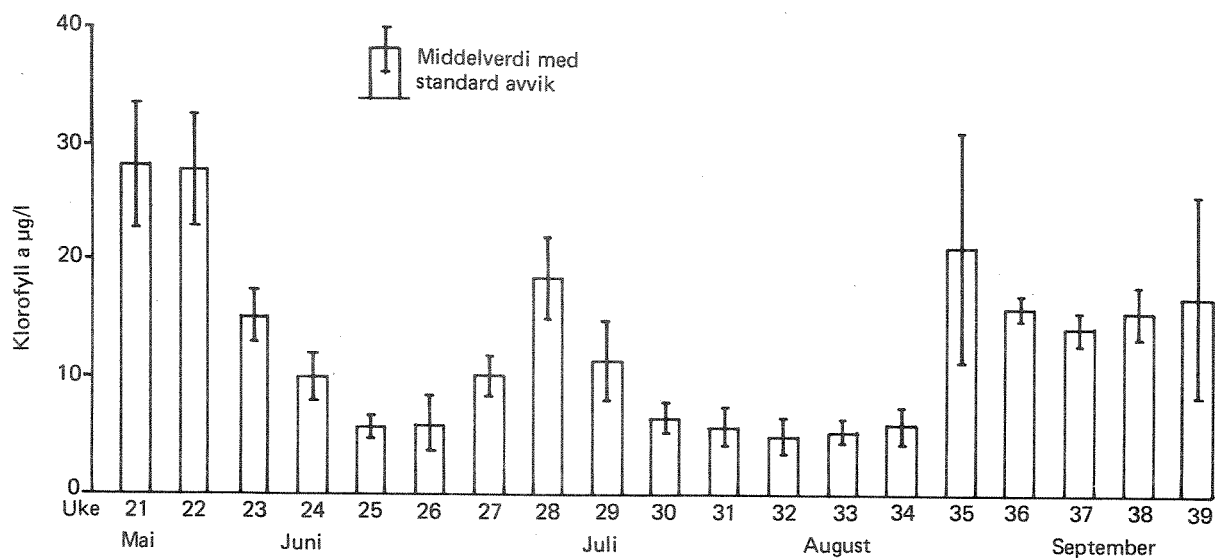


Fig. 5. Klorofyll a i Iddefjordens overflatevann (0-2 m) i 1982.

Under driftsstans i juli 1975 ble klorofyllinnholdet målt til 5,4 µg/l som middel for alle stasjoner. Målinger under full produksjon i september og oktober samme år ble målt til henholdsvis 2,7 µg/l og 0,74 µg/l klorofyll a som middel.

Målingene i 1982 har avslørt at produksjonen av planteplankton sannsynligvis har økt vesentlig siden 1975. Årsaken er ikke dokumentert, men flere forhold kan påpekes å gi gunstig effekt.

I vekstforsøk med alger (Lein et al., 1974) med vann fra Tista ble det påvist at vannet kan ha inneholdt veksthemmende stoffer. Reduksjon av utslipp til fjorden, som har funnet sted i ettertid, må antas å ha redusert utslippet av slike veksthemmende stoffer.

Dette - sammen med gunstig utvikling i siktedyp som har ført til økt innstråling av solenergi til overflatesjiktet - har gitt algene gunstigere vekstbetingelser.

Den økte algeproduksjonen er en rimelig forklaring til det reduserte siktedyp generelt i fjorden.

Bakteriologiske undersøkelser

"Kimtall"

Kimtall er et uttrykk for antall heterotrofe bakterier og sopp i vannet. Høyt kimtall er indikasjon på tilstedeværelse av lett nedbrytbart organisk stoff. Overflatevannets innhold av kimtall har vært observert siden 1979, og utviklingen er vist i figur 6. Stolpediagrammet viser utviklingen i driftsperioden (DP) og under fellesferien (F).

Betraktes samtlige stasjoner under ett, må karakteristikken bli at det ikke har skjedd noen signifikant endring i kimtall i 1982, sammenlignet med tidligere år. På stasjon 10, i utslippsområdet, ble det påvist en markant økning sammenlignet med nivået for 1981, men omtrent på samme nivå som i 1980. Kimtallsnivået på st. 10 synes å ha stabilisert seg på ca $5-6 \times 10^4$ kim/ml.

På stasjonene 4 og 5 og delvis 7 var middelverdiene i størrelsesorden 3×10^4 kim/ml. På st. 9, ytterst i fjorden, var nivået 10^4 kim/ml.

Under ferietiden var verdiene gjennomgående betydelig lavere, med unntak for stasjonene 10, 4, 5 og delvis 7 i siste observasjonsår. For de nevnte stasjoner var det ubetydelig forskjell mellom driftsperioden og ferieperioden.

I indre fjordbasseng (st. 1) var kimtall på samme nivå som ytterst i fjorden, ca 10^4 kim/ml.

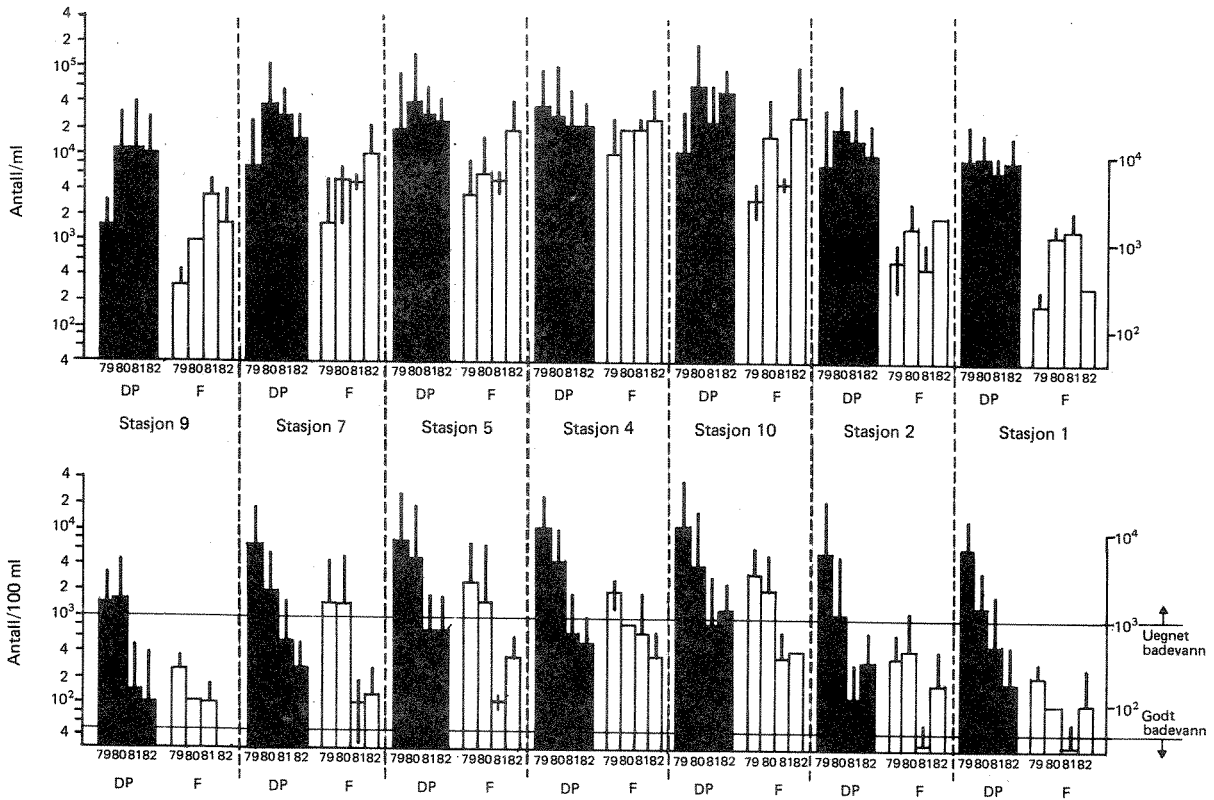


Fig. 6. Total antall bakterier "kimtall" (øverst) og termostabile koliforme bakterier (nederst) i Iddefjordens overflatevann (0-2 m) for perioden 1979-82.

Termostabile koliforme bakterier

Termostabile koliforme bakterier eller tarmbakterier er indikatorer på fekal forurensning og blir brukt som parameter for fastsettelse av risikonivå for sykdom ved bading.

Utviklingen i overflatevannets innhold av termostabile koliforme bakterier (tarmbakterier) i perioden 1979-82 er vist i figur 6 (nedre søylekolonne). Søylene representerer aritmetisk middelvei med standard avvik for de respektive stasjoner under driftsperioden (DP) i observasjonsperioden (mai-oktober) og i fellesferien (F). For samtlige stasjoner har det i 4-årsperioden vært en gunstig utvikling mot et lavere innhold av termostabile kolibakterier i overflatevannet. Verdiene for 1982 gir indikasjon på at en stabiliseringstendens gjør seg gjeldende. På stasjonene 7 og 9 ytterst i fjorden, og på st. 1 i indre basseng, ble det registrert en fortsatt reduksjon i 1982. På de øvrige stasjoner, som er mest påvirket av utslipp fra industri og bebyggelse, var verdiene omtrent som året før.

Som i 1981, var middelveiene for samtlige stasjoner, med unntak av st. 10, mindre enn 1000 kim/100 ml under driftsperioden.

I ferieperioden ble kolibakteriemengden ytterligere redusert og var i 1982 mindre enn 500 kim/100 ml på alle målestasjoner. På stasjon 9 ble det påvist 9 kim/100 ml som høyeste verdi. Derimot ble det på st. 1 og 2 i indre basseng registrert en markant økning sammenlignet med 1981, da verdiene var spesielt lave.

Det har tidligere vært påpekt (overvåkingsrapport nr. 45/82) at beslektede bakterier fra slekten *Klebsiella* kan være tilstede i vannmassene og interferere i analysemetoden for påvisning av tarmbakterier. Det er gitt økonomisk bidrag til en identifikasjonsundersøkelse i løpet av sommeren 1983.

3.3 Oksygenforhold

Oksygeninnholdet i en terskelfjord som Iddefjorden er avhengig av tilførsler av oksygenforbrukende avløpsvann (i dette tilfellet spesielt avløpsvann fra treforedlingsindustrien). Tilførsel av oksygen til vannmassen skjer for Iddefjordens del nesten utelukkende ved at oksygenrikt vann fra Singlefjorden strømmer inn over tersklene i ytre Iddefjord. Disse vannutskiftninger kan forekomme 2-3 ganger i tidsrommet april til desember og muligens i like stor grad vinterstid, men her mangler vi dessverre observasjoner.

Oksygen er livsviktig for marint liv og lave verdier vil påvirke livsprosessen negativt. Når den organiske belastningen blir for stor, kan alt oksygen bli oppbrukt i nedbrytningsprosessen og den videre nedbrytningen medfører dannelse av hydrogensulfid - en dødelig gift for nesten alt marint liv.

I Iddefjorden var tidvis hele vannmassen hydrogensulfidholdig (1960-årene) og dette har trolig vært den enkelte faktor med størst betydning for det fattige livet i fjorden. Etter reduksjon av utslippene fra treforedlingsindustrien på 1970-tallet har de hydrogensulfidholdige vannmasser stort sett vært begrenset til nivåer under 15-20 meter (fig. 7-9).

Total sett er oksygenforholdene i Iddefjorden blitt bedre siden 1977, spesielt i den ytre delen (Ringdalsfjorden, stasjon 5). De dypere lag i indre fjord viser ingen reell forbedring. Den dårligere vannutskiftningen medfører at de råtne sedimentene ikke eksponeres like ofte for oksygenrikt vann som de i ytre fjord, og dette vil gi dårligere forhold i indre fjords dypvann til tross for mindre tilførsel av organisk stoff fra Halden-området. Oksygenbehovet i sedimentene blir avgjørende for utviklingen. Denne effekt vil også gi langsommere forbedringer i bunnære vannmasser jevnført med høyereliggende vann.

De tre siste år har oksygenforholdene ikke forandret seg stort, hvilket sammenfaller med uforandrede utslippsmengder. De variasjoner som likevel er tilstede skyldes variasjoner i vannutskiftningen. Det er derfor ikke sannsynlig at forholdene blir vesentlig bedre uten ytterligere rensetiltak .

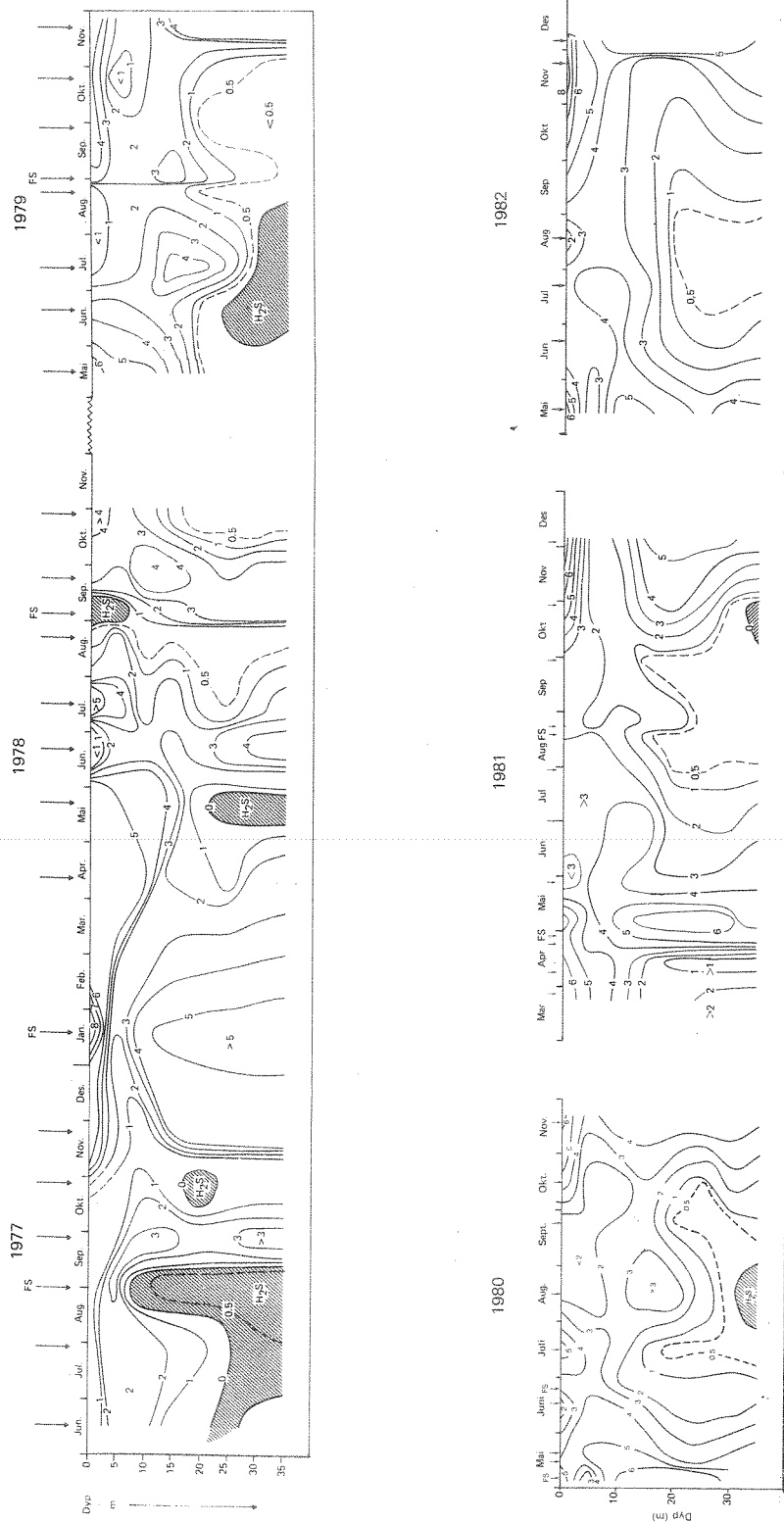


Fig. 7. Oksygenforholdene ved stasjon 5 (Ringdalsfjorden) 1977-82.

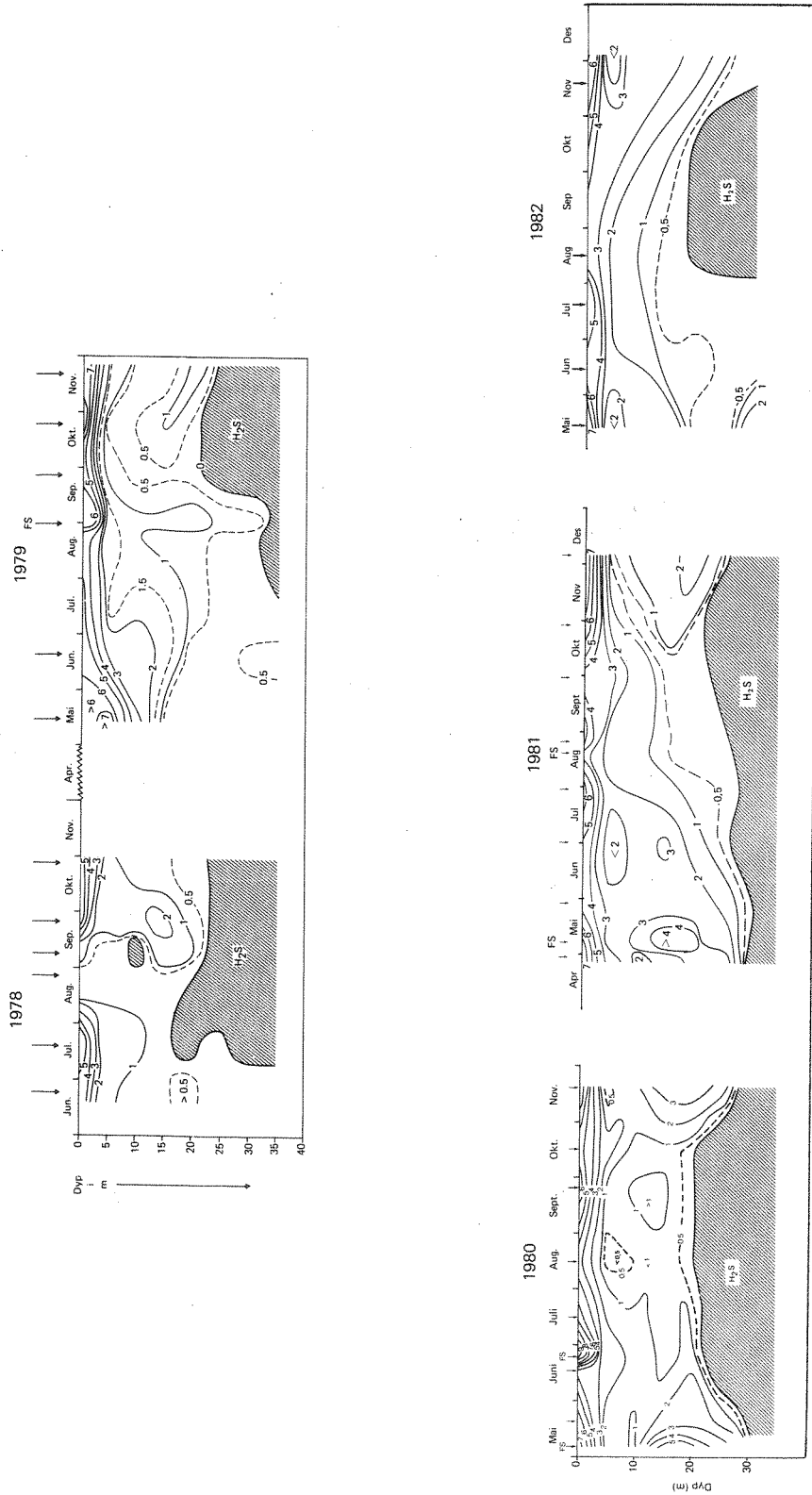


Fig. 8. Oksygenforholdene ved stasjon 2 (indre Iddefjord) 1978-82.

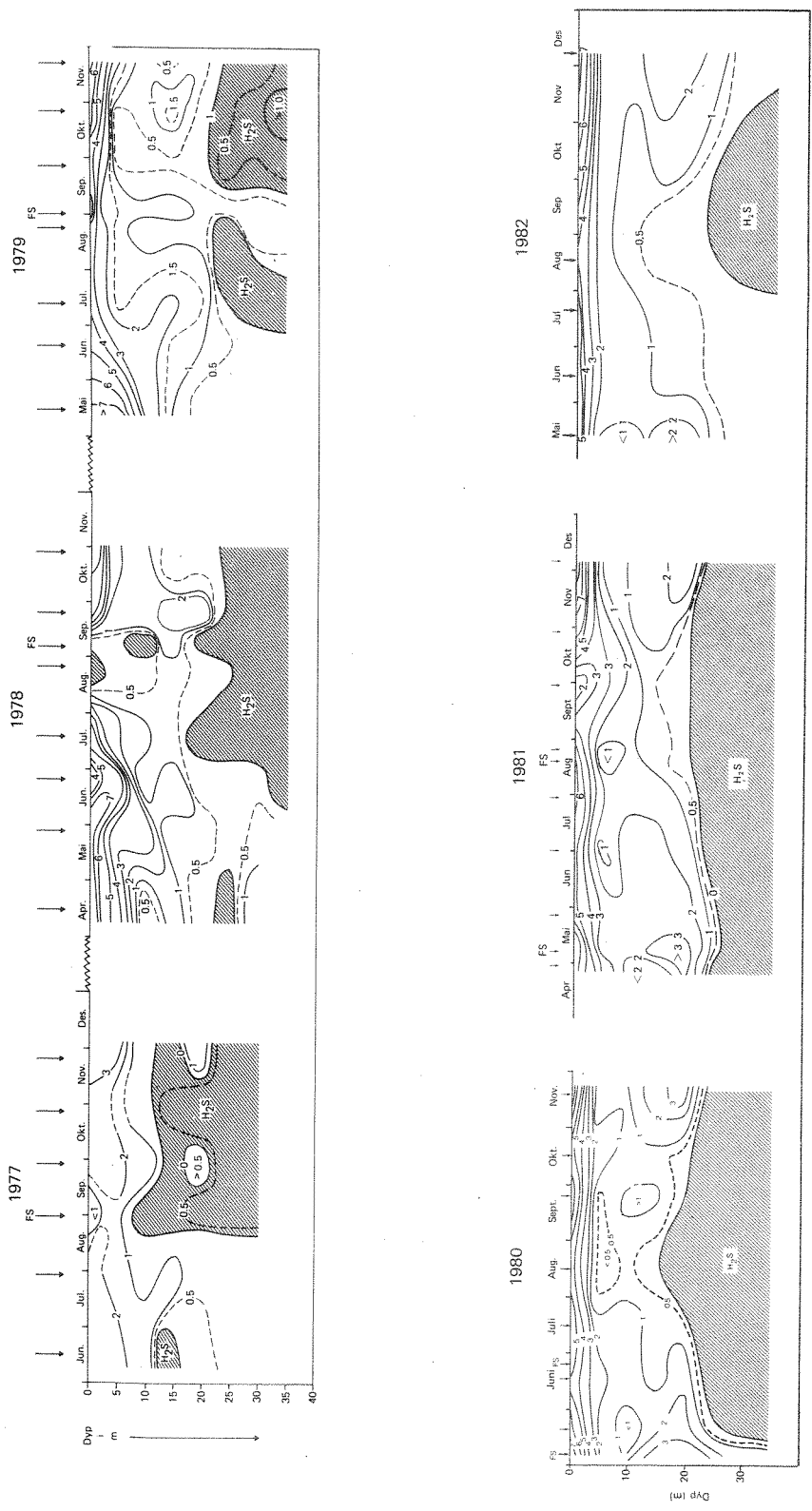


Fig. 9. Oksygenforholdene ved stasjon 1 (indre Iddefjord) 1977-82.

3.4 Biologiske observasjoner

3.4.1 Undersøkelser i strandsonen

Undersøkelsene har omfattet:

- undersøkelser av fastsittende alger og høyere planter i strandsonen 22.10.82. (Observasjonene er utført av J. Rueness og Ø. Wiik ved Institutt for marinbiologi og limnologi, avdeling marin botanikk ved Universitetet i Oslo.)

Hovedformålet med undersøkelsen i strandsonen er å registrere utbredelsesgrenser og følge mulig gjeninnvandring av utryddede arter. Fordi det er helhetsbildet som har interesse, er det ikke foretatt noen samordning av stasjonsnettet for strandobservasjoner fra 1980 til 1982. Utviklingen vil først tre klart frem etter flere års observasjoner. Rapporteringen innskrenker seg derfor til dokumentasjon av registreringene samt åpenbare konklusjoner.

Stasjoner 22.10.81 og innergrenser for enkelte arter 10.10.72, 22.10.81 og 22.10.82 er gjengitt i fig. 10. Nærmere angivelse av stasjonenes beliggenhet er gitt i overvåkingsrapporten for 1981 (Magnusson et al. 1982). I visse deler av fjorden ble strandsonen undersøkt mer eller mindre kontinuerlig for en nøyaktig registrering av artenes innergrenser.

Høy vannstand og relativt dårlig sikt i vannet vanskeliggjorde arbeidet noe.

Sammenlignes algeobservasjonene d.å. med undersøkelsen i 1981 kan følgende tendenser trekkes frem:

- Tarmgrønske (Enteromorpha sp.) og en grønnalge (Cladophora sp.) har begge etablert seg tydelig lengre innover i fjorden. Se fig. 10.
- Likeledes har tangplanter (cf. Fucus vesiculosus) etablert seg lengre innover. Se fig. 10.

- I 1982 fant man en langt mer velutviklet blågrønnalgevegetasjon på de ytre stasjonene i Iddefjorden. Dominerende var Lyngbya lutea.

Den rike grønnalge- og blågrønnalgevegetasjonen i 1982 henger trolig sammen med den varme sommeren dette året, og reflekterer neppe en eventuell endring i forurensningssituasjonen.

Tangen er derimot flerårig og er en bedre indikator på forandringer i fjordens fysisk/kjemiske forhold. Tangplantene ble observert fortrinnsvis i sprekker og fordypninger. Dette gir beskyttelse mot bl.a. isskuring. Plantene var små og trolig etablert i 1981, men oversett på grunn av størrelsen. Likeledes vil trolig planter som ble etablert i 1982, først bli kartlagt ved senere års undersøkelser.

Saliniteten kan spille stor rolle ved selve etableringsfasen for algene. Dette kan være en mulig forklaring på de senere års nyetableringer av tangplanter innover i fjorden, men dette må avklares gjennom forsøk av eksperimentell karakter.

Det må også nevnes at midlere saltholdighet fra mai til september 1982 var betydelig høyere enn de tre foregående årene(1978-81)(Se vedlegg).

Selv om fysisk/kjemiske forhold i overflatelaget er tydelig bedret, vil ulike potensielle innvandrere av fjærebeltarter trenge en viss tid til å etablere seg. Det er flere tenkelige grunner til at systemet har en viss treghet (Magnusson et al. 1982). Skulle derimot etableringen av alger lengre innover i fjorden være et resultat av en bedre vannkvalitet, ville forsøk med en påskynding av en eventuell restaurering gjennom manipulerende felteksperimenter være av stor nytte. Den naturlige prosess går langsomt, men gjennom kontrollert introduksjon av arter, utsåing av kimstadier osv. skulle en kunne påskynde en utvikling mot en mer "naturlig" tilstand i fjorden.

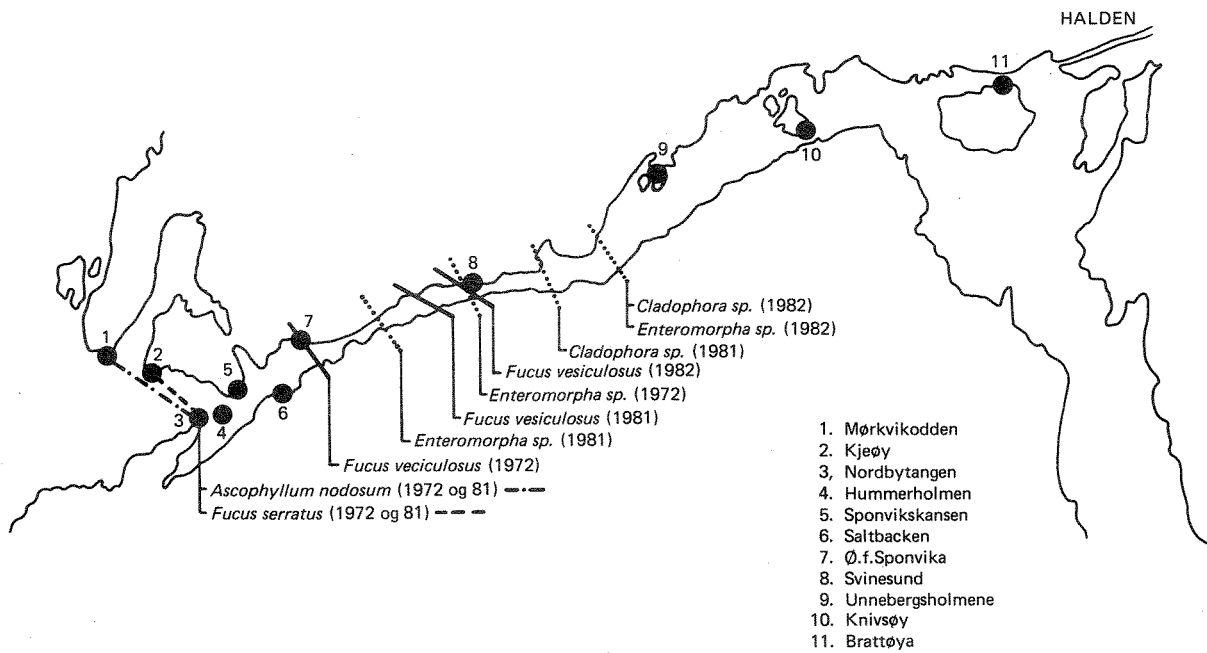


Fig. 10. Stasjoner 22.10.81 (o) og innergrensene for enkelte arter 10.10.81 og 22.10.82.

3.4.2 Undersøkelse på hardbunn under tidevannssonen

Stereofotografering er brukt til å kartlegge biologiske endringer innenfor faste arealer på tilnærmet vertikal hardbunn. Oppsetting, fotografering og analyse er et samarbeidsprosjekt mellom Forskningsprogram om Havforurensninger (FOH) og NIVA. Metoden er beskrevet av Lundälv, 1971 og Green, 1980. I oktober 1978 var det avmerket områder, tre dyp på to stasjoner i Iddefjorden (fig. 1 og tab. 2). Disse arealene ble fotografert fjorten ganger i tidsrommet oktober 1978 - november 1982 (tab. 3). Bearbeiding av bildene besto av telling av individtetthet og estimering av forskjellige arters dekningsgrad. I denne rapporten er det kun behandlet dekningsgraden i substratplanet, dvs. dekning av organismer direkte festet til fjellveggen. Det er ikke funnet hensiktsmessig å trykke opp alle grunndata, men datautskrifter er tilgjengelige ved behov.

Tabell 3. Posisjon og tidspunkt for stereofotostasjoner i Iddefjorden.

Stasjon	Posisjon	Dato oppsatt	Dyp (m)	Himmelretning/helning		
Sponvikskansen I1	N: 59°05,3	okt. 1978	2	ø/50-90°		
	Ø: 11°13,7		8	ø/60-80°		
			12	ø/ca. 30°		
Kråkenebbet Lykt I2	N: 59°06,1	okt. 1978	2	ø/ca. 90°		
	Ø: 11°17,5		7	ø/ca. 90°		
			17	ø/ca. 90°		
Tidspunktene for registreringer:		1978	1979	1980	1981	1982
		25.-26.10	4/4	6/5	6/4	30/3
		12/12	7/6	3/7	25/8	9/11*
			18/10	17/9	17/11	
* (Gjelder kun I2)				2/12		

Dårlig sikt øverst i vannlaget har resultert i utilfredsstillende registreringer på 2 meters dyp ved begge stasjoner siden oktober 1978. På 12 meters dyp på stasjon I1 er bunnen noe mer horisontal enn ved de andre dypene, noe som medfører et større innslag av sediment. Dette gjør det vanskelig å sammenligne data fra 12 meter med de øvrige dypene.

Bildene fra stasjon I1 (Sponvikskansen) er ikke blitt fullstendig analysert, men foreløpig kan det sies at organismesamfunnet på 2, 8 og 12 meters dyp har endret seg lite siden oktober 1978. Disse arealene var hovedsakelig dekket av:

- 2 meter: blåskjell (Mytilus edulis), rur (Balanus improvisus) og grønnalger. De to sistnevnte forekom på blåskjell.
- 8 meter: trekantmark (Pomatoceros triqueter), rur (Balanus spp.), en manglebørstemark (Polydora ciliata), sjøpung (Ciona intestinalis) og svamper.
- 12 meter: sediment, trekantmark (Pomatoceros triqueter) og dødningshånd (Alcynonium digitatum).

Den største forandringen kan sies å være et større innslag av fastsittende alger på 2 m (jfr. evt. algeundersøkelse).

Bildene fra 7 og 17 meters dyp ved stasjon 12 viser klare endringer i organismesamfunnet. Dette er dokumentert av Christie og Green (1982) for materialet 1978-80 og de viktigste resultatene fra dette arbeidet er:

- økt antall arter i løpet av 1979, dette gjelder både for fastsittende og mobile arter nær knyttet til bunnen.
- redusert dekning av børstemark (Polydora ciliata), sammenfallende med økt dekning av arter som er noe mindre tolerante for organisk belastning (blåskjellet Mytilus edulis og sjøpungen Ciona intestinalis).

Dette viser at fjorden innenfor Svinesund (Ringdalsfjorden) er blitt mindre forurensningspreget i løpet av tidsrommet 1978-80, noe som må antas å skyldes utslippsreduksjoner i samme periode (fig. 2). Mesteparten av forbedringen

skjedde i 1979 mens endringene i tidsrommet 1980-1982 har vært uten klar tendens (fig. 11 og fig. 12).

På 7 meter (stasjon 12) har antallet arter ikke endret seg noe vesentlig siden 1981. I 1982 dekket ubevokst fjell og sediment mellom 4 og 16%. Børstemark (Polydora ciliata) dekket 3-7% og blåskjell (Mytilus edulis) dekket 42-52% i 1982 som var tilnærmet det samme som i 1981. Dekning av sjøpung (Ciona intestinalis) falt fra over 40% i slutten av 1981 til 1% i november 1982. Det sistnevnte kan skyldes naturlige årsaker (f.eks. konkurranse om plass, rekruttering, naturlig dødlighet).

På 17 meter (stasjon 12) har antallet arter økt jevnt siden april 1981. I 1982 dekket ubevokst fjell 13-18% og sediment dekket 1-3% som var omtrent likt med hva disse to dekket i 1981.

Siden 1980 har sjøpung (Ciona intestinalis) forekommet i økende grad. I 1982 dekket sjøpung 36-38%, sjønellik (Metridium senile) dekket 15-17% i 1982 mens før 1981 dekket arten mindre enn 6%. Økt dekning av sjønellik skyldes hovedsakelig individuell vekst i og med at antallet i november begge årene var det samme, ca 135 m^{-2} .

Organismer blir negativt påvirket av lavt oksygeninnhold i vann. Minimum konsentrasjon i Iddefjorden forekommer vanligvis om sommeren og tidlig høst når vannet står stille i tiden mellom vannutskiftninger. På 17 meter var tallet 1-2 ml/l i 1982 (fig. 7) sammenlignet med 0-0,5 ml/l i 1981. Dette var antakelig grunnen til at en større andel av sjøpung (Ciona intestinalis) overlevde i 1982 enn i 1981. Sjønellik (Metridium senile) ser ut til å være mer tolerant for lave oksygennivåer i vann enn sjøpungen, men sjønellik vokser langsommere, tar lengre tid for å dominere i dekning.

Resultatene fra 1982 på 7 og 17 meters dyp ved stasjon 12 har ikke vist tydelige forbedringer i forhold til perioden 1978-80. Økt antall arter og økt dekning av sjønellik (Metridium senile) indikerer ingen forverring eller forbedring. Disse endringer kan fortsatt være samfunnsjusteringer som et resultat av den kraftige reduksjonen i utslipp i 1978.

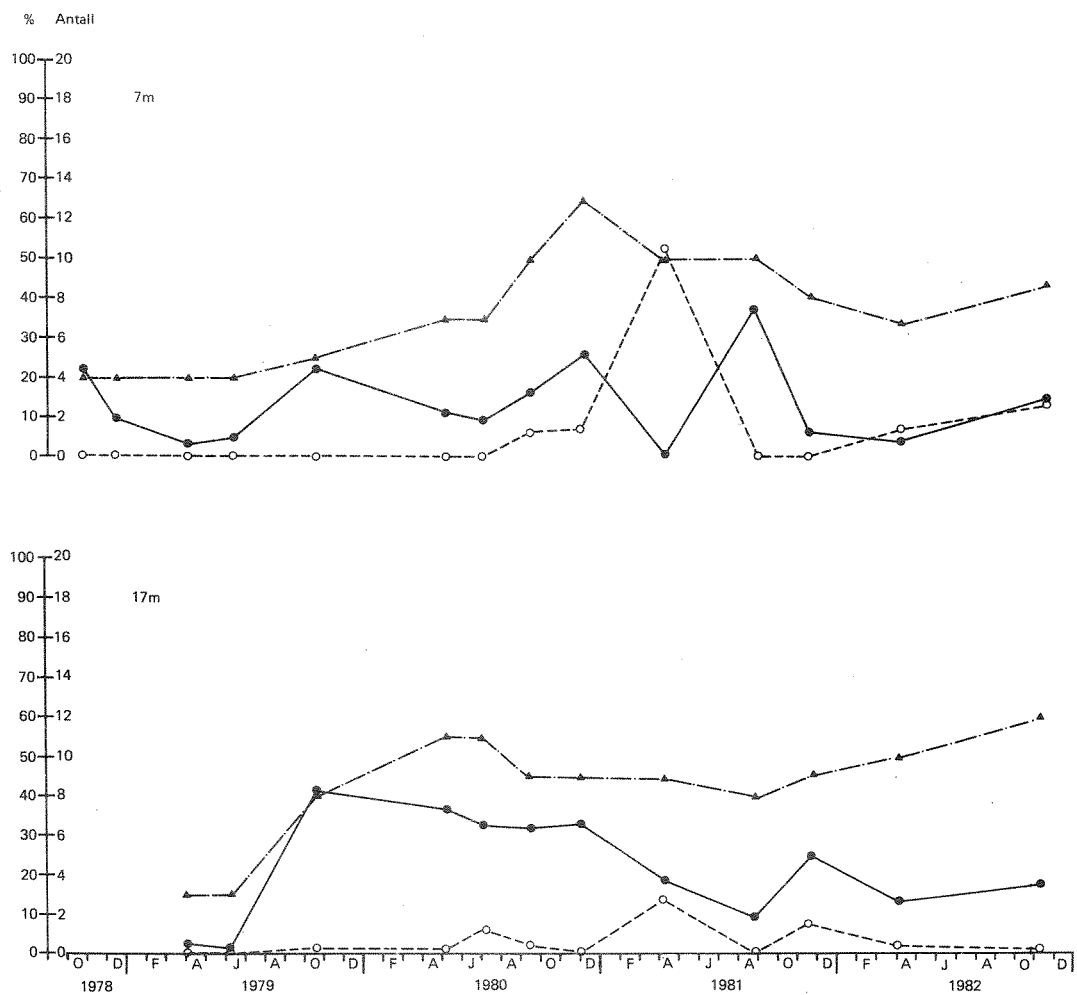


Fig. 11. Variasjon i prosent dekning av ubevokst hardbunn (●) og sediment (○); samt antall arter (▲) på 7 og 17 meters dyp ved stereofotostasjon 12 innenfor Svinesund. Til og med 1980 bygger figuren på grunnlagsdata av Christie og Green (1982)

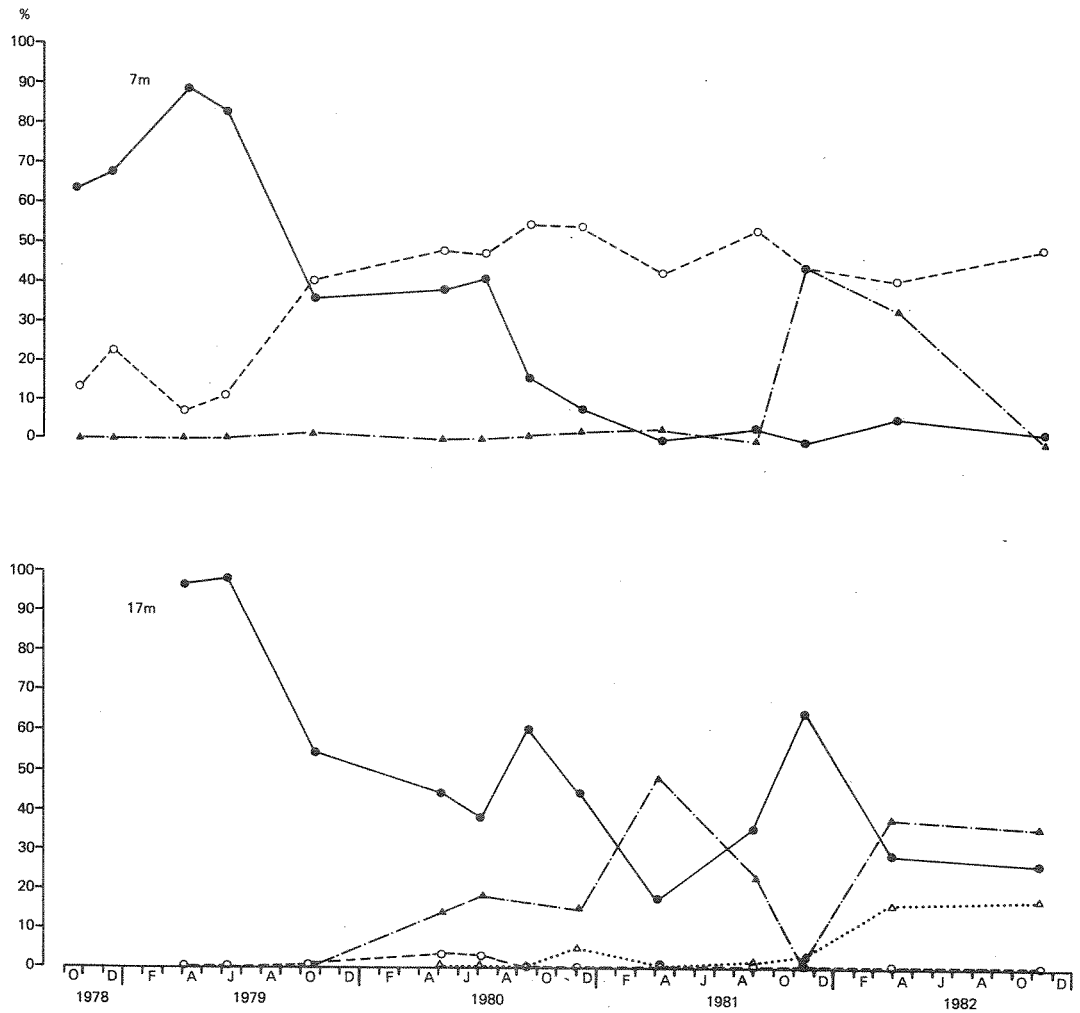


Fig. 12. Variasjon i prosent dekning av børstemarken *Polydora ciliata* (●), blåskjell *Mytilus edulis* (o), sjøpung *Ciona intestinalis* (▲) og sjønellik *Metridium senile* (Δ) på 7 og 17 meters dyp ved stasjon 12 innenfor Svinesund. Til og med 1980 bygger figuren på grunnlagsdata av Christie og Green (1982)

3.5 Spesielle undersøkelser

Beregning av vannutskiftningen over terskeldyp

I 1980 ble det avsatt midler i overvåkingsprogrammet til en nøyaktigere studie av vannutskiftningen i fjordens overflatelag. Arbeidet ble utført som en del av hovedfagsstudiene til Zsolt Volent ved Institutt for Geofysikk, Oslo Universitet og foreligger nå som Hovedfagsoppgave (En undersøkelse av salt- og volumtransporten, samt choking-effekten over tersklene til Ringdals- og Iddefjorden. Hovedfagsoppgave i Geofysikk av Zsolt Volent. Universitetet i Oslo, Høsten 1981). Målsettingen med oppgaven ble delvis endret underveis. Oppgaven å beregne et "middeldøgn" av transporten ut fra vannstand-strøm- og saltdata, samt å lage en modell over transporten, ble sløyfet da datagrunnlaget dels viste seg for spinkelt, dels at observasjonene viste mer kompliserte strømforhold enn forventet. Likevel har arbeidet gitt oss en bedre kjennskap til transporten i fjorden. Noen konklusjoner er av spesiell interesse for overvåkingen av fjorden.

Vannutskiftningen over terskeldyp er i hovedsak drevet av tidevann og meteorologisk genererte vannstandsvariasjoner. Ferskvannstilførselen utgjør omtrent 10% av den totale kortperiodiske transporten over de ytre terskelområdene (Svinesund- og Bjellvarpstersklene). Transportvolumet samsvarer stort sett med vannstandsforskjellen inne i fjorden. Strømmen over de ytre tersklene er utgående eller inngående ned til terskeldypet unntatt ved høy- eller lavvann hvor strømretningen kan variere med dypet. Volent beregnet volumtransport ut fra strømobservasjoner hver time i nesten to døgn og fikk inntransporter på 4900000 - 7800000 m³ og uttransporter på 4500000 - 8600000 m³. Dette utgjør mellom 5-9% av det totale vannvolumet fra 0-10 meters dyp. Antar vi at alt vann som forlater fjorden ikke deltar i den påfølgende innstrømmingen, får vi en vannfornyelse av hele Iddefjordens øvre 10 meter hver 6-10 døgn. Antakelsen er ikke reell, så denne fornyelseshastighet må betraktes som maksimal. En stor del av vannmassen transporteres flere ganger frem og tilbake i fjorden.

Ved å observere hvor raskt lignininnholdet i fjordens overflatelag avtar når utslippet av lignin stopper ved treforedlingsindustriens driftstans i fellesferien, kan en få et bilde av vannfornyelsen. Figur 13 viser den prosentuelle reduksjonen av lignin for tre fjordavsnitt. Figuren baserer

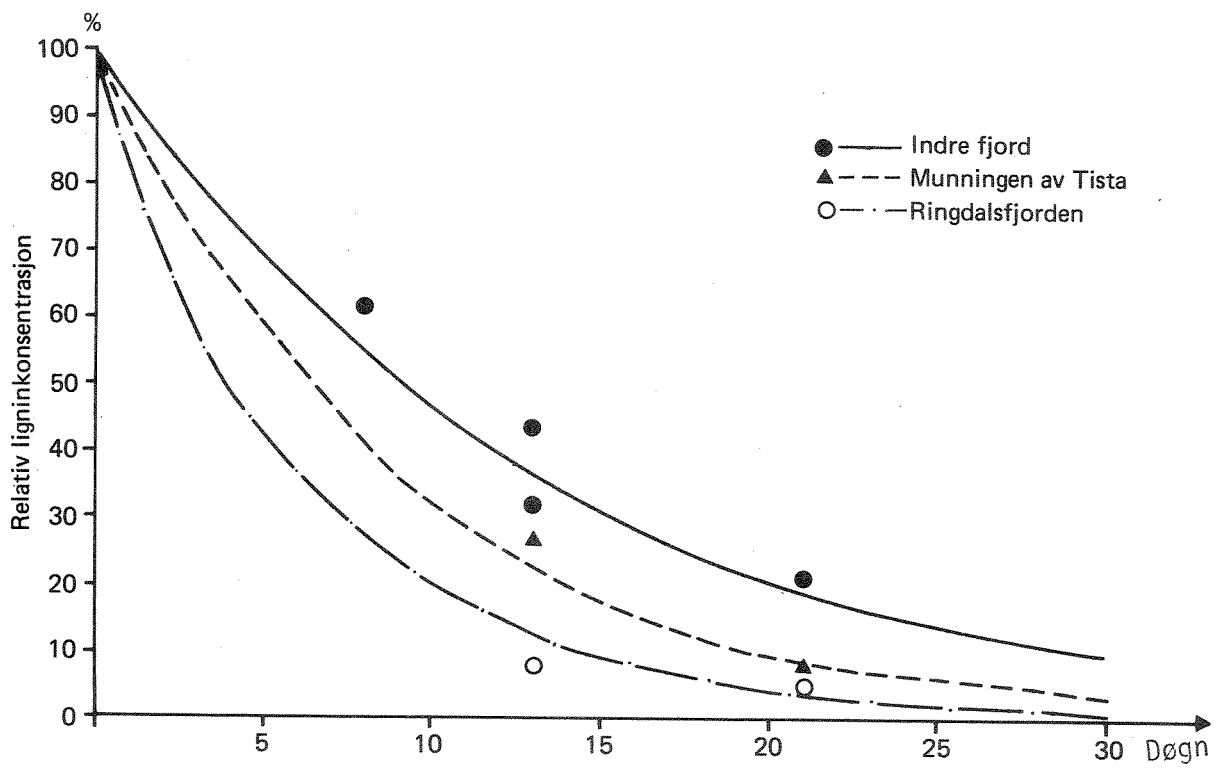


Fig. 13. Prosentuell reduksjon av lignin fra tre fjordavsnitt etter utslippsstopp ved treforedlingsindustrien.

seg på observasjoner fra 1975 (Skei 1976) og 1982. På dette lille materiale er det beregnet tre regressionslinjer. Observasjonene av lignin er tatt fra 0-2 meters dyp. Fornyelsen av denne vannmasse skulle i henhold til figuren, skje til 80% på 20 døgn i indre fjord og på 10 døgn i Ringdalsfjorden. Sammenlignes dette med de tidligere beregnede transporter i fjorden, skulle 10-40% av vanntransporten gjennom de ytre terskelområdene være "gammelt" fjordvann.

Beregning av vannutskiftning etter de avtakende ligninkonsentrasjoner forutsetter at de ytre forhold under observasjonene er de samme (ferskvannstilførsel, vind). Vindeffekten inne i fjorden forutsetter vi er liten og nærmest konstant. Ytterligere to faktorer påvirker resultatet, dels sedimentasjonen og dels tilbakeføring av lignin fra sedimenter, spesielt i Tista. De to faktorene motvirker hverandre, men sannsynligvis dominerer sedimentasjonen.

Med disse usikkerhetsmomenter i beregningene virker det likevel sannsynlig at en nesten fullstendig vannutskiftning av overflatelaget vil ta mellom 10-20 døgn.

LITTERATUR

- Afzelius, L. (1979) Utvikling og status i Iddefjordens biologi. Nasjoanlt program for overvåking av vannressurser. Norsk institutt for vannforskning (0-38175) 50 s.
- Christie, H. og Green, N., (1982): Changes in the sublittoral hard bottom benthos after a large reduction in pulp mill waste to Iddefjord, Norway, Sweden. Netherlands Journal of Sea Research. 16: 474-482.
- Green, N. (1980): Underwater stereophotography applied in ecological monitoring. Report 1. Methods and preliminary evaluation. Norwegian Institute for Water Research. 99 sider (stensilert).
- Landner, L. (1977): Effekter av skogsindustriella avloppsutsläpp i recipienterna. Sammenstilling av nuvarande kunnskap, Nord. Miljö 80-rapport. No. 2B: 8-94 s.
- Lein, T.-E., Rueness, J. og Wiik, Ø. (1974): Algologiske observasjoner i Iddefjorden og Singlefjorden. Blyttia 32 : 155-168.
- Lundälv, T. (1971): Quantitative studies on rocky bottom biocenoses by underwater photogrammetry. A methodological study. Thallassia Jugoslavica. 7 : 201-208.
- Magnusson, J., Christie, H., Efraimsen, H., Green, N. og Pedersen, A. (1982): Supplerende basisundersøkelser og rutineovervåking i Iddefjorden 1981. (Overvåkingsrapport 45/82). Norsk institutt for vannforskning (0-8000302) 83 s.
- Skei, J. (1976): Endringer i sammensetningen av overflatevann i Iddefjorden sommeren og høsten 1975 i forbindelse med produksjonsstopp ved Saugbruksforeningen, Halden. Norsk institutt for vannforskning (0-67/25). 69 s.

V E D L E G G

1. Overflateobservasjoner 1982
2. Midlere saltholdighet sommerstid i Iddefjordens overflatelag fra 1979, 80, 81 og 82.
3. Hydrografiske data i 1982
 - 3.1 Metoder
 - 3.2 Beskrivelse av det utlistede materialet

1. Overflateobservasjoner 1982

Humus

Det har tidligere vært antatt at ferskvannstilførselen har hatt størst betydning for overflatevannets innhold av humusstoffer.

I 1982 ble det utført analyser på prøver tatt fra forskjellige prosesstrinn av utslippet som viste et humuslignende spektrum. I tabell 1 er de målte analyseverdier på avløpsvann fra de forskjellige prosesstrinn vist.

Tabell 1. Humus og lignin i prosessavløpsvann

Prosessvann fra:	Humus mg/l	Lignin mg/l
Alkalietrinn	112	0
Hypotrinn	17	0
Kloreringstrinn	13,9	3,7
Sulfitavlut	2730	10100

Bidraget av humusstoffer (eller stoffer som har lignende spektra) fra industriutslipp er altså av vesentlig betydning for den målte humuskonsentrasjon i Iddefjordens overflatevann.

Det er derfor grunn til å gi dette analyseparameter en redusert prioritet ved vurderinger av dens viktighet for overflatevannets kvalitetstilstand.

Både humus og lignin er et mål på utslippsmengde av løste stoffer fra treforedlingsindustrien til fjorden.

Resultatene fra målingene av humus i 1982 er presentert som vedlegg. Middelerverdiene for observasjonsperioden ved prøvestasjonene viser ingen signifikant forskjell sammenlignet med verdiene for de 3 forutgående år.

Vannføring i Tista

Den midlere ukentlige vannføring i Tista var $20,8 \text{ m}^3/\text{s}$ i observasjonsperioden fram til sommerferien (juli), fig. 1 i vedlegg. Fra juli og ut i september var vannføringen meget lav, bare $5,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Man må tilbake til 1978 for å finne tilsvarende lavt vannføringstall for ettersommer-perioden.

Analysemetode for humus og lignin

Humus- og ligninsulfoner ble bestemt ved hjelp av fluorescensspektrometri i henhold til metode utarbeidet av T. Almgren et al. (Analytica Chimica Acta 78, 1975, 411-422).

Intensitetsmaksima for emittert lys fra lignin sulfonater og humusforbindelser er noe forskjellig. Humusforbindelsene har et emisjonsmaksimum omkring 415 nm og ligninsulfonater omkring 395 nm. Ved bruk av en dobbelstråleteknikk er det mulig å måle konsentrasjon av humus og ligninsulfonater i én vannprøve samtidig.

Analysene ble utført av Gunnar Nyquist, Göteborgs Universitet, Sverige.

Siktedyp

Siktedypet måles ved hjelp av en sirkelformet hvit skive (Secchi-skive) som senkes ned i vannmassen til det punkt hvor den ikke lengre er synlig fra overflaten. Skivens diameter er 25 cm.

Bakteriologiske undersøkelser

Prøvene ble samlet inn og analysert ved Halden kommune (Næringsmiddellaboratoriet). For bestemmelse av totalantall bakterier, såkalt "kimtall", ble det benyttet Difoco Nutrient Agar som vekstmedium, inkubert ved 30°C i 2 døgn. Termostabile koliforme bakterier (tarmbakterier) ble bestemt ved membranfiltermetode, med dyrking på Difco-Endo Agar ved 44°C i ett døgn.

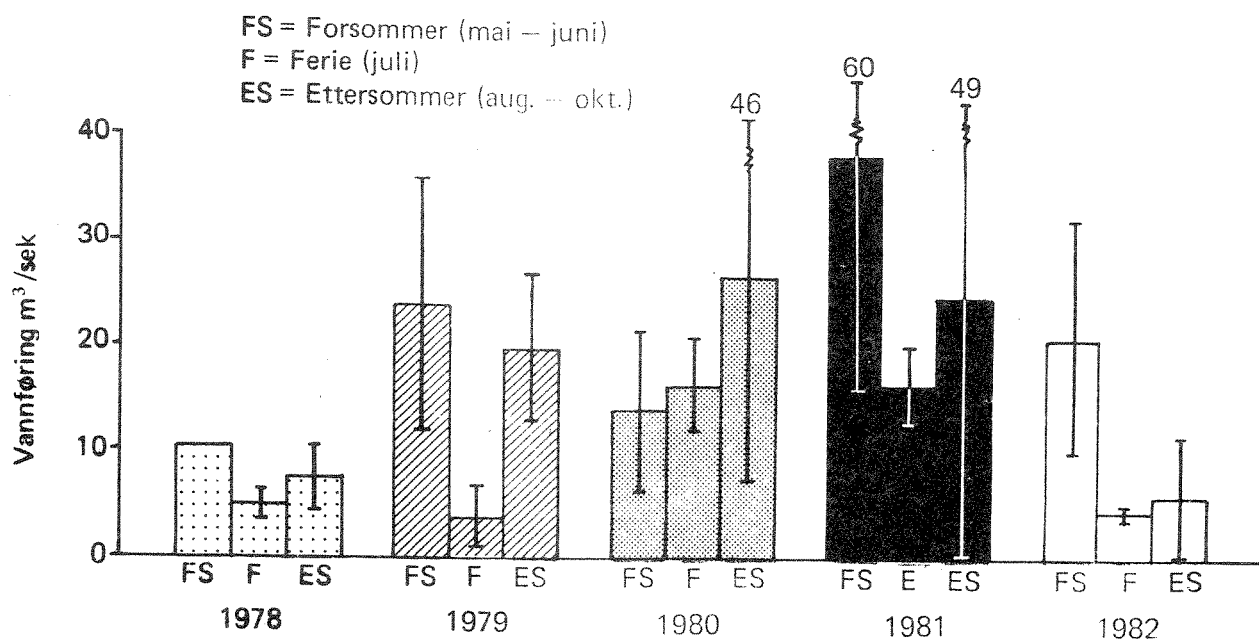


Fig. 1. Vannføringen i Tista.

De bakteriologiske analysene er delt inn i en observasjonsperiode kalt "driftsperioden" (DP) og en fellesferieperiode (F). Dette er gjort for å belyse virkningen av driftsstans på bakteriefloraen i resipienten.

Resultatene fra samtlige observasjoner i 1981 er tatt med i datavedlegg.

Norske krav til forekomst av tarmbakterier i godt badevann er satt til < 50 E coli/100 ml som middelvei for en definert observasjonsperiode.

I Sverige og i flere EF-land er kriteriene ikke fullt så strenge som hos oss. I Sverige benyttes 3 kvalitetsklasser, hvor grenseverdiene for antall termostabile coliforme bakterier pr. 100 ml er:

< 100	godt badevann
100 - 1000	tvilsomt
> 1000	uegnet

STASJON 1.

DATO	TEMP GR.C	SAL O/00	SIKT METER	KLF-A MIKROGR/ LITER	T.BAKT KIM/ML	TERM. KOLI/ 100 ML	LIGNIN MG/L	HUMUS NG/L
820514				12.167			0.36	5.51
820527	14.2	2.1	1.10	33.600			1.01	5.87
820603	22.0	2.2	1.00	28.314	4600	300	1.00	5.67
820609	19.9	2.4	1.15	17.160	3500	30	3.07	6.21
820616	17.4	3.2	1.50	11.913	11700	7	1.44	5.10
820621			1.75	5.853	3200	8	1.58	4.98
820629	17.0	4.7	1.15	10.040	6300	100	3.12	5.49
820705	17.4	6.3	1.10	13.339	300	12	2.28	5.08
820713	25.4	6.6	1.10	20.566	50	4	2.48	4.72
820720			1.30	13.217	310	16	1.54	4.05
820728	23.4	10.0	1.20	5.012	19000	300	1.88	4.32
820804	26.8	10.8	1.10	9.438	11800	800	2.91	5.38
820811	21.9	11.4	1.10	3.421	57600	900	3.15	4.80
820818	19.1	13.5	1.90	4.895	1480	14	2.18	3.94
820822	19.6	12.5	1.50	7.692	11000	300	2.71	4.04
820831	18.9	15.1	1.70	4.654	750	37	1.83	3.66
820908	14.8	13.8	2.00	7.906	3800	100	2.44	4.01
820913	15.8	13.6	2.00	3.756	3100	69	2.25	4.04
820920			1.30	12.010	440	7	1.14	3.46
820928			1.20	12.767	5900	3	1.43	5.08

STASJON 2.

DATO	TEMP GR.C	SAL O/OO	SIKT METER	KLF-A MIKROGR/ LITER	T.BAKT KIM/ML	TERM. KOLI/ 100 ML	LIGNIN MG/L	HUMUS MG/L
820514				10.878			1.52	5.89
820527	14.5	2.0	1.00	32.670			0.64	5.43
820603	20.2	2.1	1.00	30.508	1100	400	1.14	5.81
820609	19.4	2.4	1.10	18.510	23600	100	3.70	5.81
820616	17.6	3.1	1.10	10.819	30000	100	3.59	5.90
820621			1.50	4.801	5900	26	2.48	5.13
820629	17.0	4.6	1.10	8.811	7100	100	3.49	5.39
820705	17.2	5.0	0.70	11.895	4400	700	9.08	6.78
820713	22.9	6.3	1.10	20.434	30	2	2.11	4.76
820720			1.50	10.453	2100	18	1.72	4.10
820728	22.0	10.5	1.20	7.245	83200	500	2.74	4.47
820804	26.0	10.4	0.90	6.461	6000	1700	5.30	6.71
820811	22.2	11.4	1.10	3.416	41600	800	3.70	5.05
820818	19.5	13.1	1.40	6.070	12200	49	3.01	4.88
820822	18.8	13.8	1.50	4.900	15100	200	2.06	3.95
820831	17.0	14.7	1.70	25.671	3400	200	3.46	4.62
820908	14.8	13.8	2.00	5.534	4600	45	2.68	4.35
820913	17.4	11.5	1.05	5.885	17400	200	3.39	4.75
820920			1.25	7.256	5400	6	4.24	4.89
820928			1.20	20.913	1900	100	1.31	4.43

STASJON 4.

DATO	TEMP GR.C	SAL O/OO	SIKT METER	KLF-A MIKROGR/ LITER	T.BAKT KIM/ML	TERM. KOLI/ 100 ML	LIGNIN MG/L	HUMUS MG/L
820514				6.485			3.66	7.56
820527	10.5	1.3	1.00	31.680			3.22	6.57
820603	19.0	1.9	0.80	31.878	12200	2200	6.05	7.06
820609	18.0	2.0	0.90	13.213	40000	500	10.50	9.98
820616	17.3	3.6	0.90	12.936	30800	120	4.72	6.33
820621			1.10	4.250	9600	50	5.65	6.29
820629	17.0	4.5	1.10	5.834	24400	300	3.40	5.46
820705	17.8	5.6	0.80	9.009	4100	200	16.30	9.68
820713	23.6	6.4	1.10	19.298	50	1	2.80	4.77
820720			0.65	14.456	24000	600	2.32	4.48
820728	21.4	10.8	1.00	8.511	50000	500	3.73	4.82
820804	24.7	10.9	0.90	4.339	7200	900	4.14	4.79
820811	21.0	12.8	0.90	5.361	22800	100	3.43	4.38
820818	19.8	12.0	0.80	4.686	48000	200	6.10	5.95
820822	18.9	12.6	1.20	5.283	30000	600	3.38	4.23
820831	17.1	13.2	1.00	9.964	28200	300	6.53	5.55
820908	15.0	14.1	1.00	5.885	14400	800	4.73	5.04
820913	16.2	13.4	1.30	6.230	64000	150	4.45	4.89
820920			0.70	5.671	6600	300	14.90	8.38
820928			0.30	48.164	11500	1200	4.01	6.58

STASJON 5.

DATO	TEMP GR.C	SAL O/00	SIKT METER	KLF-A MIKROGR/ LITER	T.BAKT KIM/ML	TERM. KOLI/ 100 ML	LIGNIN NG/L	HUMUS NG/L
820514				6.264			2.26	6.54
820527	11.2	1.8	1.10	25.121			2.09	5.93
820603	18.3	2.7	0.80	31.119	4300	2900	4.69	6.70
820609	18.2	2.1	0.80	13.358	36000	300	6.37	6.85
820616	16.8	4.4	0.90	9.306	32000	6	11.00	9.22
820621			1.10	4.435	10900	25	4.85	6.83
820629	16.8	5.3	1.00	4.915	20000	200	3.59	5.27
820705	17.3	6.6	1.20	10.217	2600	80	12.8	9.24
820713	22.0	7.2	1.10	17.940	70	5	3.28	5.07
820720			1.10	11.158	15800	500	1.65	3.58
820728	21.2	11.6	1.10	8.244	45000	600	3.35	4.46
820804	24.3	11.8	1.00	5.162	3600	1200	4.64	5.30
820811	20.6	16.4	1.50	4.699	4900	20	0.82	2.17
820818	19.7	12.8	0.90	4.540	400000	400	5.91	5.79
820822	18.6	14.7	1.20	5.397	21600	400	3.77	4.21
820831	17.0	13.9	1.20	9.049	80000	2400	11.70	8.22
820908	15.2	15.6	1.50	5.815	26800	300	3.83	4.30
820913	16.4	13.6	1.00	7.706	24800	400	6.27	6.15
820920			0.70	6.272	14400	300	15.30	9.01
820928			0.50	21.350	24000	2400	5.35	7.34

STASJON 7.

DATO	TEMP GR.C	SAL O/00	SIKT METER	KLF-A MIKROGR/ LITER	T.BAKT KIM/ML	TERM. KOLI/ 100 ML	LIGNIN MG/L	HUMUS MG/L
820514				3.132			2.06	5.91
820527	12.0	2.1	1.00	23.430			1.87	5.63
820603	18.0	7.4	1.00	18.876	7500	300	0.86	4.43
820609	18.5	3.6	0.90	13.358	21400	200	4.63	6.15
820616	15.4	8.7	1.25	9.979	16600	200		
820621			1.00	4.427	18000	55	4.69	6.44
820629	17.0	5.4	1.00	4.235	14400	100	3.72	5.16
820705	16.9	9.2	1.30	8.930	300	200	3.32	4.72
820713	21.8	8.1	1.10	20.566	80	69	2.78	4.70
820720			1.30	9.567	4000	22	0.99	2.97
820728	20.6	13.2	1.40	6.074	24800	300	1.91	3.42
820804	23.6	15.6	2.00	6.007	5700	300	0.79	2.06
820811	21.0	15.0	1.50	6.504	240	30	0.47	1.81
820818	18.9	17.8	2.90	4.673	4100	38	0.77	1.91
820822	18.2	14.0	1.70	6.927	40000	200	4.30	4.60
820831	17.0	15.7	1.15	30.057	28400	400	3.90	4.14
820908	15.3	17.2	1.25	8.719	15900	300	2.99	3.58
820913	16.0	13.9	1.50	6.005	24000	100	4.59	5.04
820920			1.25	6.155	8400	100	16.90	8.87
820928			0.60	29.607	18000	1100	3.94	5.76

STASJON 9.

DATO	TEMP GR.C	SAL O/00	SIKT METER	KLF-A MIKROGR/ LITER	T.BAKT KIM/ML	TERM. KOLI/ 100 ML	LIGNIN MG/L	HUMUS MG/L
820514				7.692			1.45	4.08
820527	12.8	8.9	1.50	19.635			1.41	4.80
820603	18.4	5.4	1.75	3.445	8500	1100	0.05	4.28
820609	17.0	12.1	1.40	14.243	46000	100	1.40	3.45
820616	15.3	7.5	2.10	7.484	6000	11	0.27	2.97
820621			2.00	9.435	1100	8	0.81	2.74
820629	15.5	16.0	3.00	4.345	3300	25	0.71	2.07
820705	16.6	13.3	2.80	8.841	58	32	0.40	2.08
820713	20.2	16.5	3.00	11.068	70	3	0.82	2.23
820720			3.50	4.967	290	8	0.39	1.85
820728	21.0	17.1	3.50	5.579	4500	9	0.47	1.68
820804	24.6	13.6	2.60	5.340	6700	100	0.36	1.62
820811	21.6	13.6	3.00	7.476	300	45	0.38	1.62
820818	19.0	15.1	3.40	6.872	460	17	0.48	1.56
820822	18.2	16.0	2.50	7.279	12800	100	1.16	2.12
820831	16.6	16.8	2.70	26.346	320	100	0.48	1.54
820908	15.0	20.9	2.50	31.200	440	20	0.59	1.50
820913	16.0	20.2	3.50	13.671	350	7	0.69	1.69
820920			2.10	3.849	550	55	1.20	2.17
820928	14.0	11.7	2.00	10.729	5000	32	0.75	2.17

STASJON 10.

DATO	TEMP GR.C	SAL O/OO	SIKT METER	KLF-A MIKROGR/ LITER	T.BAKT KIM/ML	TERM. KOLI/ 100 ML	LIGNIN MG/L	HUMUS MG/L
820514				3.097			0.92	5.87
820527	11.4	1.6	1.00	31.119			2.76	6.50
820603	15.6	0.8	0.80	26.136	43200	4600	16.60	9.70
820609	17.0	2.4	0.80	13.042	90700	500	9.74	8.43
820616	16.3	1.4	0.80	7.854	100800	100	10.70	8.46
820621			1.00	4.214	9700	200	7.20	7.47
820629	16.8	4.0	0.70	3.816	32800	200	13.30	10.10
820705	17.4	4.0	0.30	9.742	3300	500	16.80	11.90
820713	21.0	6.6	0.90	20.051	100	39	3.69	5.23
820720			0.35	15.697	5400	3500	5.20	5.74
820728	22.6	6.8	0.70	5.425	92000	700	7.09	6.20
820804	26.5	6.4	0.25	4.503	72000	2400	9.62	8.11
820811	22.0	6.8	0.25	3.867		380	43.30	17.30
820818	20.6	5.8	0.40	6.311	104000	700	14.00	9.51
820822	20.4	4.1	0.60	4.495	13000	500	4.01	4.36
820831	18.9	7.2	0.50	10.029	150000	2500	8.36	6.36
820908	16.8	3.7	0.40	6.309	32000	4800	13.90	8.17
820913	16.4	7.1	0.50	3.120	25600	200	7.76	6.86
820920			0.60	6.383	11300	200	6.54	5.48
820928			0.30	5.738	52400	1300	5.03	6.47

2. MIDLERE SALTHOLDIGHET SOMMERSTID I IDDEFJORDENS OVERFLATELAG
1979, 80, 81 og 82.

Den midlere saltholdigheten i fjordens overflatelag er beregnet for de forskjellige stasjonene i 1979, 80, 81 og 82. Av de fire årene var saltholdigheten større i 1980 og spesielt i 1982 som var en sommer med lite nedbør og ferskvannstilførsel. (Se også fig. 1 i Vedlegg).

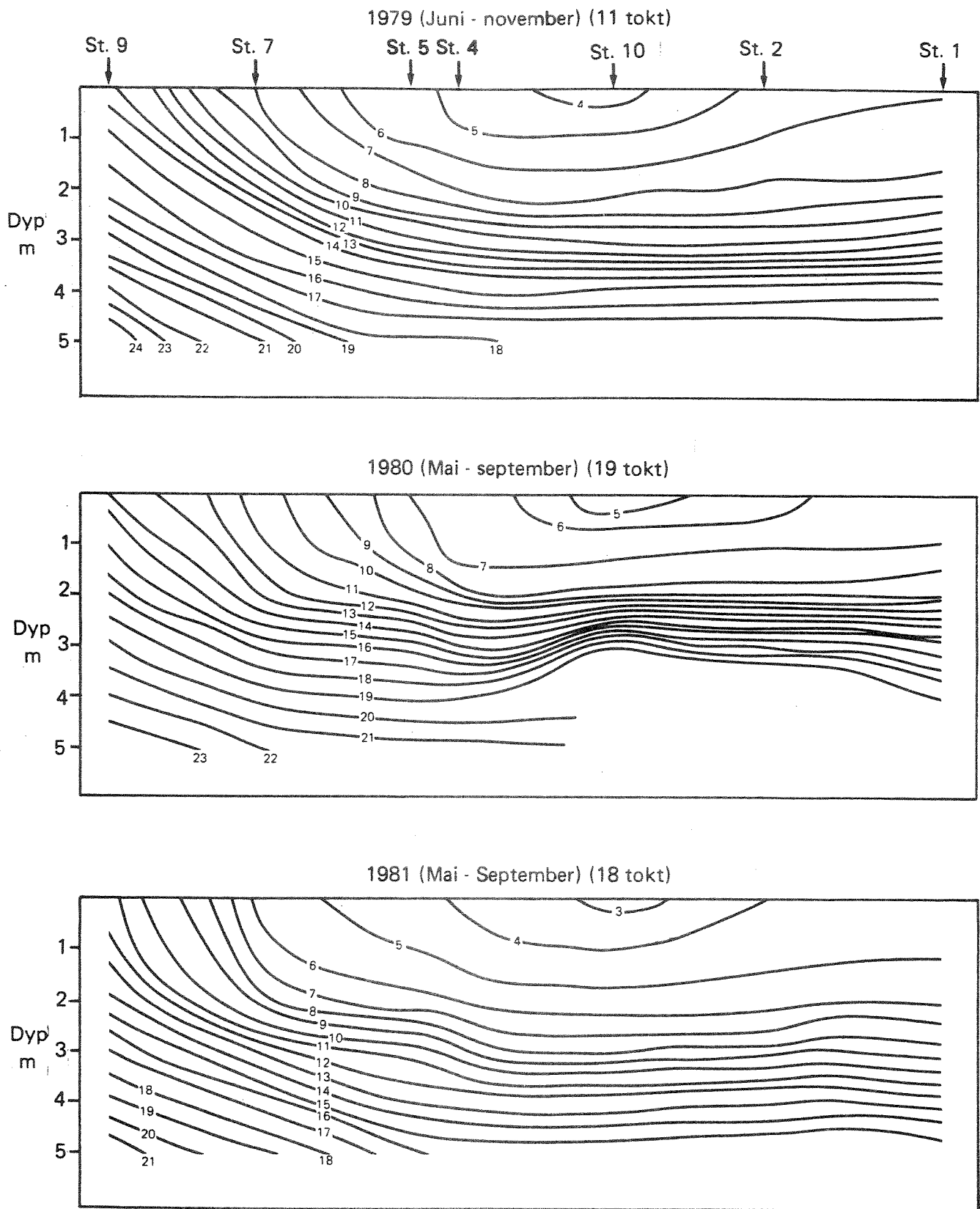


Fig. 2. Midlere saltholdighet i Iddefjordens overflatelag beregnet på observasjoner sommerstid i 1979, 1980 og 1981.

1982 (mai - september) (15 tokt).

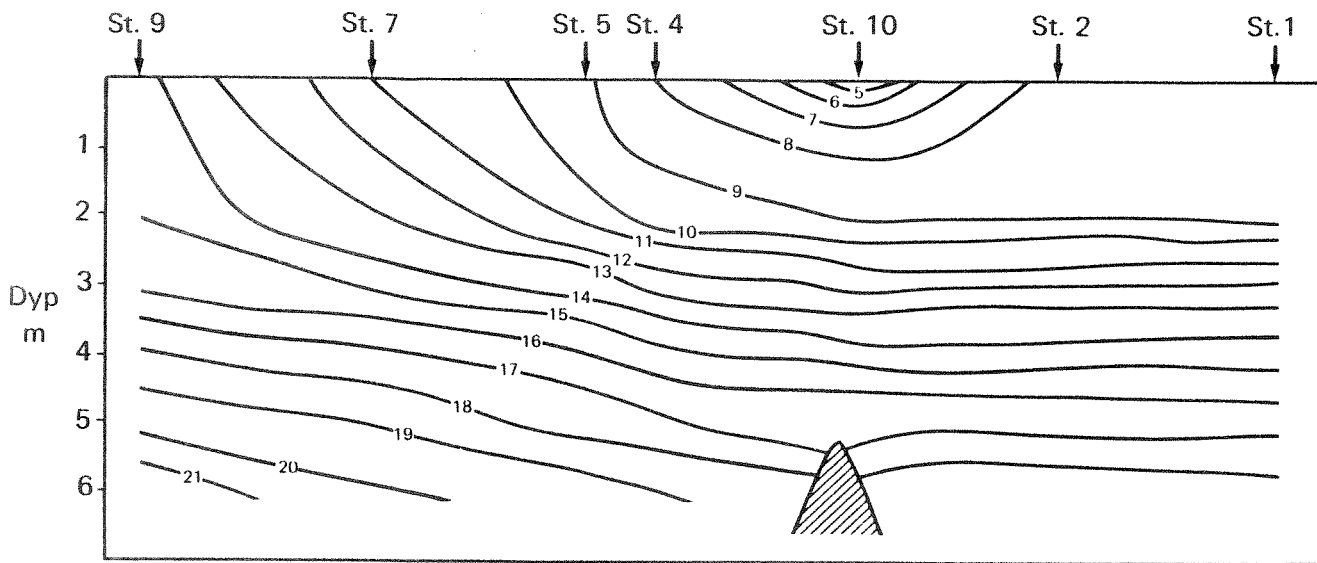


Fig. 3. Midlere saltholdighet i Iddefjordens overflatelag beregnet på observasjoner sommerstid i 1982.

4. HYDROGRAFISKE DATA I 1982

1. Metoder

Observasjonsfrekvensen og parametre fremgår av tabell 1 (kap. 2). Følgende metoder er brukt av NIVA:

Siktedyp er observert ved å notere det dyp hvor en hvit skive med diameter 25 cm ikke lenger kan iaktas. Farven på sikteskiven avleses på halve siktedypet.

Vannprøver ble innsamlet med Nansen vannhentere og analysert på oksygen/hydrogensulfidinnhold etter en modifisert Winklermetode (Gaarder 1916). Saltholdighet ble analysert på laboratoriesalinometer på vannprøver fra 20 meters dyp og dypere. Temperaturen på vannmassene fra 20 meters dyp er målt med vendetermometer. Forøvrig er saltholdighet og temperatur observert ved CTD.

2. Beskrivelse av det utlistede materialet

En hydrografisk stasjons posisjon er bestemt dels av dens geografiske koordinater (Longitude og latitude) og dels av et internt nummersystem. Enheter som egenvekt (ρ) eller sigma-t (δ_t), hvor $\delta_t = (\rho - 1) \cdot 1000$, og oksygenmetning (O_2) er beregnet etter International Oceanographic Tables, National Institute of Oceanography of Great Britain and UNESCO Vol 1 (1966) og Vol 2 (1973).

STASJON 1						
DATO	DYP (m)	TEMP (°C)	SAL (‰)	DENS (σ _t)	O2 (ml/l)	O2-METN (%)
820514	0.0	12.57	1.870	0.888	7.51	102
820514	5.0	4.74	23.370	18.492	0.84	11
820514	10.0	6.00	26.460	20.813	0.71	10
820514	15.0	5.78	27.940	22.003	2.50	34
820514	20.0	5.83	29.204	22.995	2.29	32
820514	25.0	6.82	30.233	23.689	0.57	8
820514	30.0	7.02	30.356	23.760	0.30	4
820621	0.0	17.83	3.540	1.337	5.53	85
820621	5.0	11.65	14.500	10.775	1.99	29
820621	10.0	6.97	22.210	17.366	1.96	27
820621	15.0	7.00	24.522	19.178	0.67	9
820621	20.0	6.95	28.244	22.108	0.83	12
820621	25.0	6.96	30.173	23.624	0.23	3
820621	30.0	6.98	30.196	23.640	0.14	2
820720	0.0				5.66	
820720	5.0				1.40	
820720	10.0				1.07	
820720	15.0		24.081		0.86	
820720	20.0		27.603		0.71	
820720	25.0		30.050		0.15	
820720	30.0		30.185		0.14	

STASJON 2						
DATO	TEMP (°C)	DENS (σ_t)	O2-METN (%)			
DYP (m)	SAL (‰)		O2 (ml/l)			
820514	0.0	13.15	1.690	0.673	7.03	97
820514	5.0	4.90	21.690	17.150	1.20	15
820514	10.0	5.60	26.490	20.878	2.37	32
820514	15.0	5.54	28.490	22.463	2.83	39
820514	20.0	5.30	29.242	23.083	3.23	44
820514	25.0	6.94	30.287	23.716	0.35	5
820514	30.0	7.03	30.375	23.774	0.18	3
820621	0.0	17.92	3.640	1.396	4.51	70
820621	5.0	12.30	14.690	10.825	2.18	32
820621	10.0	7.85	22.660	17.620	2.07	29
820621	15.0	6.46	24.690	19.370	0.73	10
820621	20.0	6.39	28.203	22.143	0.88	12
820621	25.0	6.83	30.050	23.544	0.19	3
820621	30.0	6.95	30.073	23.547	0.19	3
820720	0.0				5.58	
820720	5.0				1.64	
820720	10.0					
820720	15.0		23.563		0.16	
820720	20.0		27.638		0.20	
820720	25.0		30.008		0.16	
820720	30.0		30.116		0.16	

STASJON 5						
DATO	DYP (m)	TEMP (°C)	SAL (o/oo)	DENS (σ_t)	O2 (ml/l)	O2-METN (%)
820514	0.0	9.94	1.610	0.972	6.43	82
820514	5.0	5.78	24.210	19.061	2.55	34
820514	10.0	6.56	26.000	20.389	5.28	73
820514	15.0	6.20	27.700	21.768	5.02	69
820514	20.0	5.69	28.826	22.712	4.80	66
820514	25.0	5.20	29.388	23.209	3.77	52
820514	30.0	4.63	29.776	23.574	4.54	61
820514	35.0	4.54	30.268	23.973	4.30	58
820621	0.0	16.79	5.010	2.652	2.74	42
820621	5.0	13.47	15.410	11.194	3.28	50
820621	10.0	8.84	22.530	17.395	4.07	58
820621	15.0	6.52	26.960	21.149	2.53	35
820621	20.0	6.05	27.708	21.791	1.20	17
820621	25.0	5.92	28.066	22.088	0.80	11
820621	30.0	5.83	28.378	22.344	0.96	13
820621	35.0	5.67	28.656	22.580	1.39	19
820720	0.0				3.92	
820720	5.0				4.49	
820720	10.0				4.45	
820720	15.0				3.25	
820720	20.0		23.965		0.88	
820720	25.0		27.871		0.26	
820720	30.0		28.229		0.25	
820720	35.0		28.463		0.33	



Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

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

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

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

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

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

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

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

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

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

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

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

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

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

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

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