

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

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

Rapportnummer:  
0-8000302

Undernummer:

VI

Løpenummer:

1670

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:

OVERVÅKING AV IDDEFJORDEN 1983  
(Overvåkingsrapport 141/84)

Dato:

20. mai 1984

Prosjektnummer:

8000302

Forfatter(e):

Harry Efraimsen  
Hartvig Christie, Universitetet i Oslo  
Norman Green  
Are Pedersen

Faggruppe:

Hydroøkologi

Geografisk område:

Østfold

Antall sider (inkl. bilag):

28

Oppdragsgiver:

Statens forurensningstilsyn  
(Statlig program for forurensningsovervåking)

Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):

Observasjoner av siktedyp, overflatevannets innhold av totalantall og termotolerante bakterier, innergrense for fastsittende alger og fauna på faste hardbunnsflater har ikke vist noen generell forandring sammenlignet med 1982 unntatt et noe høyere nivå på termotolerante, koliforme bakterier. Fjorden er fortsatt betydelig forurenset, og en klar bedring av forholdene kan først forventes etter ytterligere utslippsreduksjoner fra treforedlingsindustrien.

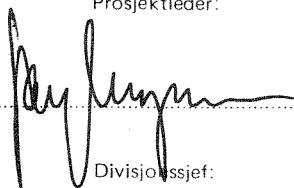
4 emneord, norske: Overvåkingsrapp. 141/84

1. Statlig program
  2. Treforedling
  3. Gruntvannssamfunn/hardbunn
  4. Bakterier
- Iddefjorden 1983

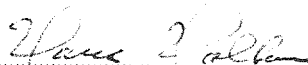
4 emneord, engelske:

1. National monitoring/water
  2. Pulp and paper
  3. Littoral communities
  4. Bacteria
- Iddefjord 1983

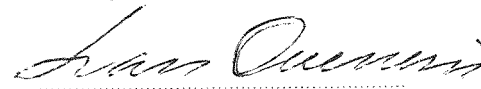
Prosjektleder:



Divisjonssjef:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-0845-3



# Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000302

OVERVAKING AV IDDEFJORDEN

1983

Oslo, 20. mai 1984

Prosjektleder: Jan Magnusson

Forfattere : Harry Efraimsen  
Hartvig Christie, UiO  
Norman Green  
Are Pedersen

## F O R O R D

Foreliggende rapport er den syvende 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 byveterinær L. Farstad for de bakteriologiske analysene.

Det biologiske materialet er innsamlet av cand. real. Øyvind Wiik. Stereofoto-observasjoner av hardbunnsfauna er foretatt av cand. real. Hartvig Christie (Institutt for marinbiologi og limnologi Univ. i Oslo, nå SFT) og Norman Green (NIVA). Dette arbeid er et samarbeid mellom prosjektet Forskningsprogram om Havforurensninger og overvåkingsprogrammet.

Rapporten er skrevet av H. Efraimsen (tilførsler, overflatevannets kvalitet, oksygenforhold), Are Pedersen (flora i littoralsonen) samt Hartvig Christie og Norman Green (hardbunnsfauna).

Oslo, 20. mai 1984

Jan Magnusson

INNHold

	Side:
FORORD	2
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	5
2 INNLEDNING	7
3. RESULTATER OG DISKUSJON	9
3.1 Tilførsler	9
3.2 Overflateobservasjoner i 1983	11
3.2.1 Siktedyp	11
3.2.2 Bakteriologiske undersøkelser	13
3.3 Biologiske observasjoner	17
3.3.1 Undersøkelse i strandsonen	17
3.3.2 Undersøkelse på hardbunn under tidevannssonen	19

LITTERATUR	24
------------	----

VEDLEGG	26
---------	----

TABELLER

1. Observasjoner i Iddefjorden 1983	8
2. Beregnet utslipp av løst organisk stoff i 1979-83	9
3. Posisjon og tidspunkt for stereofotostasjoner i Iddefjorden	19

FIGURER

	Side:
1. Overflate- og hardbunnsfaunastasjoner i Iddefjorden 1983	8
2. Beregnet (sulfittavlut og blekeriavlut) og målt (susp. org. mat.) utslipp av organisk stoff (som tørrstoff) til Iddefjorden fra Saugbrugsforeningen i perioden 1970-83	10
3. Siktedyp (meter) for perioden 1977-83	12
4. Total antall bakterier "kimtall" (øverst) og termotolerante koliforme bakterier (nederst) i Iddefjordens overflatevann (0-2 m) for perioden 1979-83	15
5. Stasjoner og innergrensene for enkelte arter av fastsittende alger i Iddefjorden, 22.10.82 og 7.12.83	18
6. Variasjon i prosent dekning av ubevokst hardbunn (●) og sediment (o) samt antall arter(▲) på 7 og 17 meters dyp ved stereofotostasjon I2 innenfor Svinesund. Til og med 1980 bygger figuren på grunnlagsdata av Christie og Green (1982).	21
7. 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 I2 innenfor Svinesund.	22
8. Dissimilaritets-analyse av prøver tatt i oktober, november og desember 1978-83 fra 7-17 m dyp ved stasjon I2 innenfor Svinesund. På 7 m var observasjonene fra 1980-83 forskjellige fra 1978-79 og på 17 m var det ingen forskjell ved indeks 0,6	23

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).

Observasjoner av siktedyp, bakterier, fastsittende alger og hardbunnsfauna viser ingen spesielle forandringer sammenlignet med 1982, unntatt et noe høyere konsentrasjonsnivå av termotolerante koliforme bakterier, trolig pga. økte utslipp fra treforedlingsindustrien. Fjorden er fortsatt betydelig forurenset, og situasjonen de siste tre årene viser så stabile forhold at det ikke er sannsynlig med en ytterligere forbedring uten en reduksjon i treforedlingsindustriens utslipp. De hygieniske forhold i fjorden (badevannskvaliteten) må også ses i lyset av at bakterier typiske i prosessvann til treforedlingsindustrien som termotolerante *Enterobacter* og *Klebsiella*-arter utgjorde mellom 50-90% av de koliforme kolonier.

1. Observasjonene i 1983 ble redusert i forhold til 1982 og omfattet siktedyp og bakterier ca. 1 gang pr. uke i sommerhalvåret samt registrering av strandsonens flora (des. 83) og stereofotografering av hardbunnsfauna (nov. 83).
2. Etter den betydelige utslippsreduksjonen fra treforedlingsindustrien i 1975-79 har utslippene derfra vært omtrent uforandret. Beregninger basert på spesifikke avløpstall og produksjonstall gir utslipp av sulfittavlut på ca. 7.800 tonn og fra blekeriavlut ca. 6.200 tonn beregnet som tørrstoff i 1983. Målt utslipp av suspendert organisk materiale har økt siden 1978 fra 2.200 til 4.900 tonn tørrstoff i 1982. I 1983 ble dette redusert til ca. 3.700 tonn. Reduksjonen skyldes bl.a. nedleggelse av kartongfabrikken i september 1982. Utslipp av sulfittavlut og blekeriavlut beregnet som  $\text{BOF}_7$  etter spesifikke avløpstall har vært vel 10.000 tonn pr. år i perioden 1979-82. I 1983 var det en liten økning i forhold til 1982.
3. Tilførselen fra befolkningen i fjordens nærområde har ikke endret seg siden 1981 og er 390 tonn  $\text{BOF}_7$ , 79 tonn nitrogen og 8 tonn fosfor fra en belastning fra 21.000 p.e. hvorav 15.000 omfattes av kjemisk rensing.

Totaltilførsel av nitrogen og fosfor til fjorden inklusive treforedlingsindustrien var i 1983 143 tonn nitrogen og 20 tonn fosfor.

4. Overflatevannets gjennomsjkinnelighet (siktedyp) i 1983 var omtrent det samme som i 1982. De siste to årene har siktedypet vært dårligere enn 1980-81. Reduksjonen kan skyldes økt algebiomasse i fjorden; eventuelt lavere ferskvannstilførsler.
5. Totalantall bakterier ("kimtall") i overflatevannet i 1983 var omtrent det samme som i 1982. Ytterst i fjorden ble det registrert en nedgang på en stasjon.
6. Overflatevannets innhold av termotolerante koliforme bakterier var større i 1983 sammenlignet med 1982 på samtlige stasjoner unntatt en ytterst i fjorden. Økningen var størst på stasjonen i Tistas munning og var derfor trolig en følge av økte tilførsler fra treforedlingsindustrien. Det er bare ytterst i fjorden de hygieniske forhold er så gode at de tilfredsstiller kravet til friluftsbading.
7. Sommeren 1983 ble det påvist at bare 10-30% av de termotolerante koliforme bakterier var E. coli. Termotolerante Enterobacter og Klebsiella-arter utgjorde mellom 50-90% av de koliforme kolonier. Klebsiellabakterier ble påvist i hele fjorden før og i første del av fellesferien, men ikke i siste delen. Det synes derfor som om bakteriene kommer fra treforedlingsindustriens prosessvann.
8. Undersøkelser i strandsonen viste ingen forandring i algesamfunnenes innergrense siden 1982.
9. Faunaobservasjoner fra 1983 på faste hardbunnflater under tidevannsonen har ikke vist noen forandring i forhold til foregående år.
10. Forurensningssituasjonen i Iddefjorden har nå vært omtrent den samme siden 1980, og ingen større forbedringer er registrert etter 1979. Fjorden er fortsatt betydelig forurenset på tross av tidligere utslippsreduksjoner fra treforedlingsindustrien og kommunen. Situasjonen de siste tre år viser så stabile forhold at det er lite sannsynlig å forvente seg ytterligere forbedringer uten en reduksjon i treforedlingsindustriens utslipp.

## 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 forråtnelseeffekten 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 gjennomskinnelighet (siktedyp) og innhold av lignin og humus. Videre ble oksygenforholdene i hele vannmassen fulgt opp. 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 1982-års rapporten. Arbeidet har vist at den høye observasjonsfrekvensen i fjordens overflatevann i overvåkingsprogrammet er nødvendig.

En av konklusjonene for 1982 (Magnusson 1983) var at de vannkjemiske observasjonene de siste tre år varierte så lite at det er naturlige variasjoner som blir observert, og at de dermed kunne utgå fra overvåkingsprogrammet i en periode. Dette medfører at årets rapport inneholder resultater fra observasjoner i strandsonen (flora), hardbunnfauna observasjoner under tidevannssonen, siktedyp og bakteriologiske observasjoner i overflatelaget.

Stasjonsnett og observasjoner i 1983 fremgår av figur 1 og tabell 1.

Tabell 1. Observasjoner i Iddefjorden 1983

Overflatetokt: Observasjoner av siktedyp, total antall og termotolerante bakterier (0-2 m dyp) på stasjonene 1, 2, 4, 5, 7, 9 og 10 (fig. 1).

Dato: 24/5, 1/6, 7/6, 16/6, 20/6, 27/6, 6/7, 13/7, 20/7, 27/7, 3/8, 8/8, 17/8, 24/8, 17/9, 20/10.

---

Registrering av flora i strandsonen: Feltarbeide 7.12.83.

Hardbunnfauna-observasjoner: Stereofotografering 8.11.83.

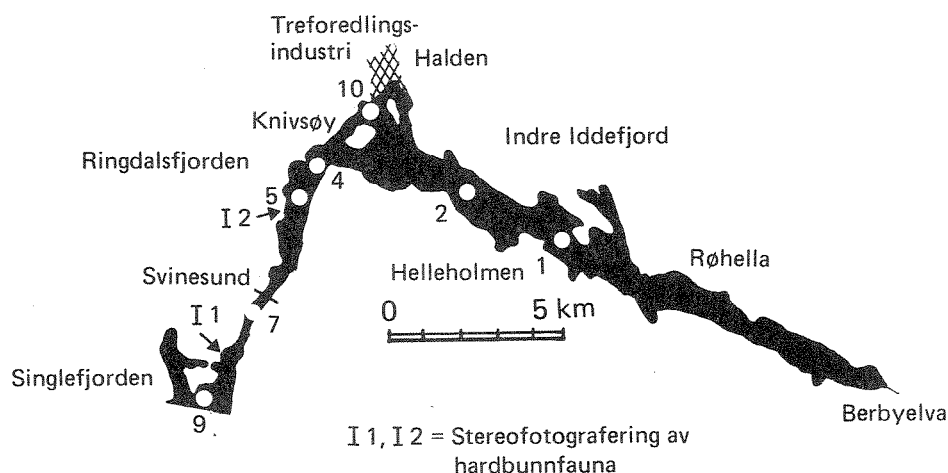


Fig. 1. Overflate- og hardbunnfaunastasjoner i Iddefjorden 1983.

### 3. RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Tilførsler

##### Befolkning

Det har ikke vært noen endring i tilførsler fra befolkningen siden 1981.

Det kommunale renseanlegget (kjemisk rensing) omfatter ca. 15.000 p.e. av totalt ca. 21.000 p.e. Belastningen fra befolkningen til fjorden er beregnet til 390 tonn BOF<sub>7</sub>, 79 tonn nitrogen og 8 tonn fosfor pr. år.

Beregninger over tilførsler fra befolkningen i Iddefjordens nærområde før renseanlegget ble satt i drift ga som resultat 575 tonn BOF<sub>7</sub>, 92 tonn nitrogen og 19 tonn fosfor pr. år.

##### Saugbrugsforeningen

Produksjon av silkecellulose ble i 1983 økt med 4,5% sammenlignet med 1982. Dette førte til at utslipp av sulfittavlut og blekeriavlut økte noe, og er beregnet til 454 tonn BOF<sub>7</sub> mer enn i 1982.

De beregnede tall for utslipp av løst organisk stoff i perioden 1979 - 1983 er vist i tabell 2. Denne type utslipp har vært på omtrent samme nivå i hele perioden.

Tabell 2. Beregnet utslipp av løst organisk stoff i 1979-1983 (tonn/år)

Parameter	1979	1980	1981	1982	1983
Kjemisk oksygenforbruk (KOF dikr.)	40.350	40.480	42.080	39.788	41.580
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF <sub>7</sub> )	10.200	10.690	10.650	10.087	10.541

Utslippet av suspendert materiale (som tørrstoff) er betraktelig redusert sammenlignet med året før, og er nå på 3725 tonn. Reduksjonen skyldes nedleggelse av kartongfabrikken i september 1982.

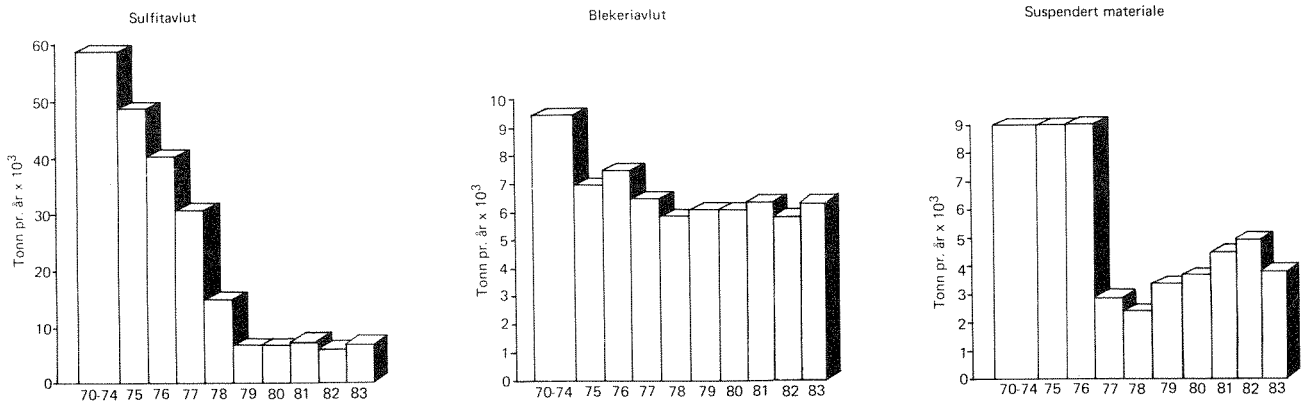


Fig. 2. Beregnet (sulfittavlut og blekeriavlut) og målt (susp.org. mat.) utslipp av organisk stoff (som tørrstoff) til Iddefjorden fra Saugbrugsforeningen i perioden 1970-1983.

En grafisk oversikt over utviklingen i utslipp fra Saugbrugsforeningen i 70-årene og fram til 1983 er vist i figur. 2. Fra 1978, etter at omfattende miljøvern tiltak var iverksatt, har utslipp av sulfittavlut og blekeriavlut vært relativt konstant. For 1983 er tallene for sulfittavlut ca. 7800 tonn og for blekeriavlut ca. 6200 tonn, beregnet som tørrstoff.

Utslipet av suspendert materiale økte gradvis fra 1978 til og med 1982, med en betydelig reduksjon i 1983.

Bedriften har angitt klorforbruket til å være ca. 3-5 kg pr. tonn. På bakgrunn av produksjonstall tilsvarer det 200-300 tonn. Klorforbruket (i blekeriutslippet) har vært stabilt de siste 5-6 år.

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

Tilførslene fra treforedlingsindustrien er beregnet til 63,8 tonn nitrogen og 12 tonn fosfor.

Samlet fra befolkning og industri mottok fjorden anslagsvis 143 tonn nitrogen og 20 tonn fosfor i 1983.

### 3.2 Overflateobservasjoner i 1983

#### 3.2.1 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 7-års-perioden 1977-83 er vist i figur 3.

Aritmetisk middelvei i siktedyp for målestasjonene under observasjonsperioden viste seg å være omtrent uforandret sammenlignet med 1982. Verdiene for 1983 bekrefter altså tallene for 1982, som varslet en reduksjon i forhold til de to tidligere år (1980-81). Den gradvise bedring i siktedyp fram til 1981 synes nå å ha stagnert. Tilbakegangen kan bero på dels, den økte biologiske produksjonen (plankton) (Magnusson et al. 1983) dels økt utslipp av suspendert materiale. Imidlertid kan også lavere ferskvannstilførsler de siste to årene gi samme effekt.

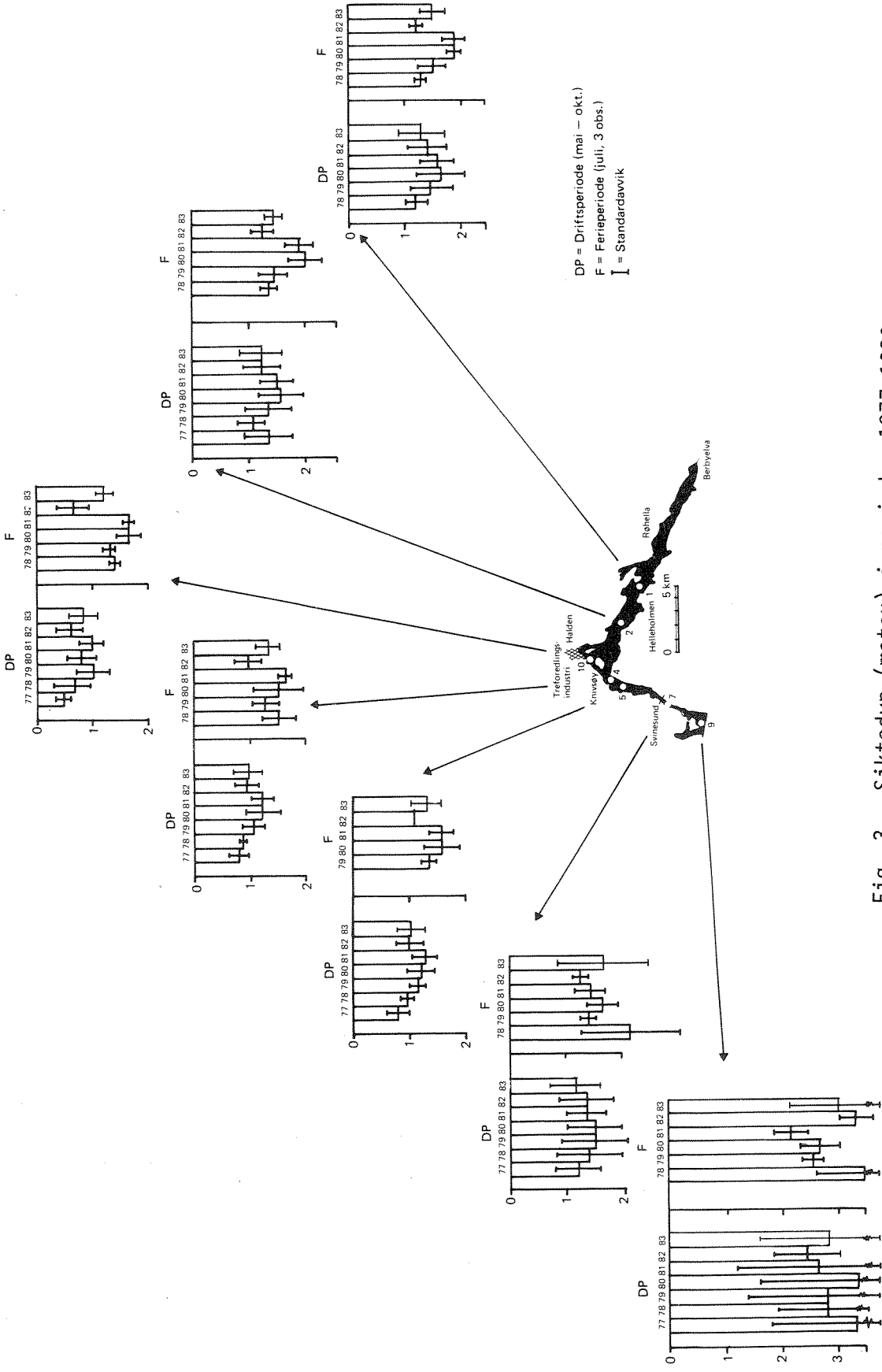


Fig. 3. Siktedyp (meter) i perioden 1977-1983.

Verdiene for de enkelte stasjoner viser 0,8 m som middel for driftsperioden (DF) i utslippsområdet (stasjon 10). Dette er en bedring på 20 cm sammenlignet med 1982, da siktedypet var spesielt dårlig.

På stasjonene 4, 5 og 7 var middelverdiene henholdsvis 0,9 m, 1,0 m og 1,2 m m. Dette er ubetydelige endringer i forhold til verdiene for 1982.

Under driftstansen i fellesferien var siktedypet bedre, både i indre fjordbasseng og utover i Ringdalsfjorden (st. 7) sammenlignet med 1982. Sett i sammenheng med situasjonen over de siste 2-3 år, så har det ikke funnet sted noen signifikant forandring i siktedyp. Nå skal det tilføyes at observasjonsgrunnet er svakt, med bare 3 målinger i 3 ukers-perioden.

### 3.2.2 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 4. Stolpediagrammet viser utviklingen i driftsperioden (DP) og under fellesferien(F).

Det har ikke funnet sted noen markert forandring i overflatevannets innhold av heterotrofe bakterier sammenlignet med situasjonen i 1982. I indre fjordbasseng (st. 1 og 2) var bakteriekonsentrasjon  $10^4$  kim pr. ml som middel for observasjonsperioden. I utslippsområdet (st. 10) var den  $3,6 \cdot 10^4$  kim/ml. Ytterst i fjorden (st. 9) ble det registrert en betydelig reduksjon, som sannsynlig har sammenheng med vannutskifting.

Kimtallkonsentrasjonene i overflatevannet har vært stabile i indre del av Ringdalsfjorden (st. 5) og i indre fjordbasseng i de 3-4 siste år, selv om enkeltobservasjonene har variert betydelig over tid.

Under driftsstans i fellesferien er kimtall gjennomgående noe lavere enn i driftsperioden. Relativt størst forskjell synes det å være i indre basseng og ytterst i fjorden (st. 9). I utslippsområdet og ved stasjon 4 er det betraktelig mindre forskjell.

### Termotolerante koliforme bakterier

Termotolerante 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 termotolerante koliforme bakterier (tarmbakterier) i perioden 1979-83 er vist i figur 4 (nedre søylekolonne). Søylene representerer aritmetisk middelværdi med standard avvik for de respektive stasjoner under driftsperioden (DP) i observasjonsperioden (mai-oktober) og i fellesferien (F).

Overflatevannets innhold av termotolerante kolibakterier har i 1983 vært betydelig høyere i utslippsområdet og utover i Ringdalsfjorden til stasjon 5, enn året før. På stasjon 10 var økningen 4 ganger, og på stasjonene 4 og 5, 2 til 3 ganger over verdiene i 1982. Bare på stasjon 9 ble det observert lavere bakterietall sammenlignet med 1982.

Under de tre uker med driftstans dette år ble det kun i siste uken observert nedgang i konsentrasjonen av termotolerante koliforme bakterier. Dette gir seg utslag i gjennomsnittsverdiene for perioden med driftstans, slik at konsentrasjonene ligger omtrent på samme nivå som for driftsperioden. Dette vises tydeligst på stasjonene 10, 4 og delvis 5, altså i de hardeste belastede områdene av fjorden.

Det synes i år å være liten forskjell i innhold av termotolerante bakterier under drifts- og driftsstansperioder på 3 ukers varighet.

Kun ytterst i fjorden var de hygieniske forhold så gode at de tilfredsstilte kravet til friluftsbading.

Fra litteraturen er det kjent at prosessvann fra treforedlingsindustri kan gi gode vekstvilkår for termotolerante bakterier av slekten Klebsiella, og at disse kan interferere i analysemetoder for bestemmelse av termotolerante koliforme bakterier. Den årvisse reduksjon i mengden termotolerante bakterier under driftsstansen i fellesferien kan tyde på en slik sammenheng.

Sommeren 1983 ble det gjennomført en undersøkelse for å avklare om de koliforme bakterier i overflatevannet i virkeligheten var Klebsiella-bakterier (Ormerod 1984).

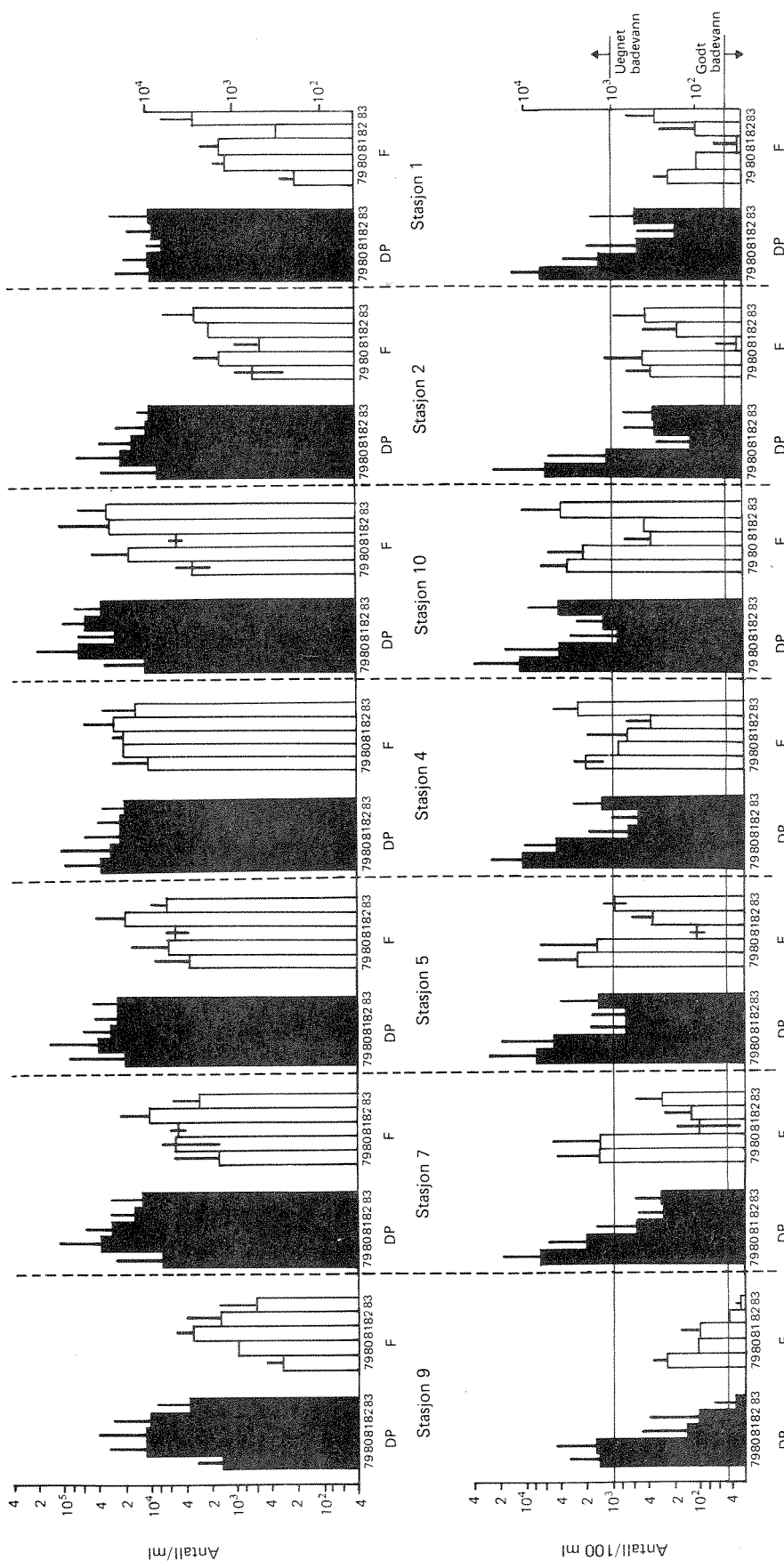


Fig. 4. Total antall bakterier "kimitall" (øverst) og termotolerante koliforme bakterier (nederst) i Iddefjordens overflatevann (0-2 m) i perioden 1979-1983.



Undersøkelsen viste at bare 10-30% av de termotolerante koliforme bakterier var E. coli. I kloakkvann forventes det at 90-100% av disse skal være E. coli. Termotolerante Enterobacter og Klebsiella-arter utgjorde mellom 50-90% av de koliforme kolonier, Klebsiella representerte mellom 17-67%. I siste uke av fellesferien ble Klebsiella ikke påvist i fjorden.

Klebsiella-bakterier ble altså påvist i hele fjorden i tiden før og i første del av fellesferien, men de ble ikke påvist i siste uke av fellesferien. Det synes derfor å være en klar sammenheng mellom forekomsten av Klebsiella-bakterier i overflatevannet og av utslipp fra treforedlingsindustrien.

Ved beregninger som ble gjort basert på Klebsiella-konsentrasjon i utslippsområdet ble tiden for 90% desimering av disse bakterier anslått til ca. 2 døgn.

### 3.3 Biologiske observasjoner

#### 3.3.1 Undersøkelser i strandsonen

Undersøkelsen har omfattet

- Undersøkelser av fastsittende alger og høyere planter i strandsonen 7.12.83. (Observasjonene er utført av Ø. Wiik og Aa. Sjøberg).

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 stasjonsnett for strandsonobservasjoner fra 1980 til 1983. Utviklingen vil først tre klart frem etter flere års observasjoner. Rapporteringen innskrenker seg derfor til dokumentasjon av registreringene samt åpenbare konklusjoner.

Stasjonsnett og innergrenser for enkelte arter den 7.12.83, er gjengitt i fig. 5. Nærmere angivelser 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.

Resultatene fra 1983-undersøkelsen viser at det i forhold til 1982-undersøkelsene, ikke har skjedd noen forskyvninger av algenes innergrenser.

Karakteristisk er de meget godt utviklede blågrønnalgesamfunn på de to ytre stasjonene i fjorden, spesielt stasjon 1 og 2. I motsetning til tidligere undersøkelser ble en rødalge Porphyra linearis funnet på stasjonen 1, 2 og 5. Dette skyldes trolig at tidligere observasjoner foregikk i oktober, mens feltarbeidet i 1983 var i desember da denne vinteralgen har sin vekstsesong.

Små tangplanter ble også dette året observert i sprekker og fordypninger inne ved Svinesundsbrua, stasjon 8. Plantene var nedslammet og i dårlig forfatning, noe som i tillegg til en forurensningseffekt, trolig skyldes isskuring. Det ble i 1983 ikke observert noen nykolonisering av tangplanter inne ved innergrensen.

Det har i de siste årene ikke skjedd noen reduisering i forurensningstilførs-  
lene til Iddefjorden. Den tydelige nyetableringen som kom rett etter reduser-  
ing av utslippene fra Saugbrugsforeningen i 1978, ser ut til å ha avtatt og  
ytterligere nyetableringer vil trolig være bestemt av forandringer i de  
naturlige fysisk/kjemiske forhold i Iddefjorden (Magnusson et al. 1982).  
Ettersom en slik naturlig nyetablering kan gå meget langsomt i en trang  
fjord som Iddefjorden, kan utsåing av kimstadier være det neste skritt til  
å få verifisert om alger og dyr kan eksistere i den vannkvaliteten som for  
tiden karakteriserer Iddefjorden, eller om ytterligere rensetiltak må til  
for å kunne få etablert et stabilt tangbelte i fjordens indre deler.

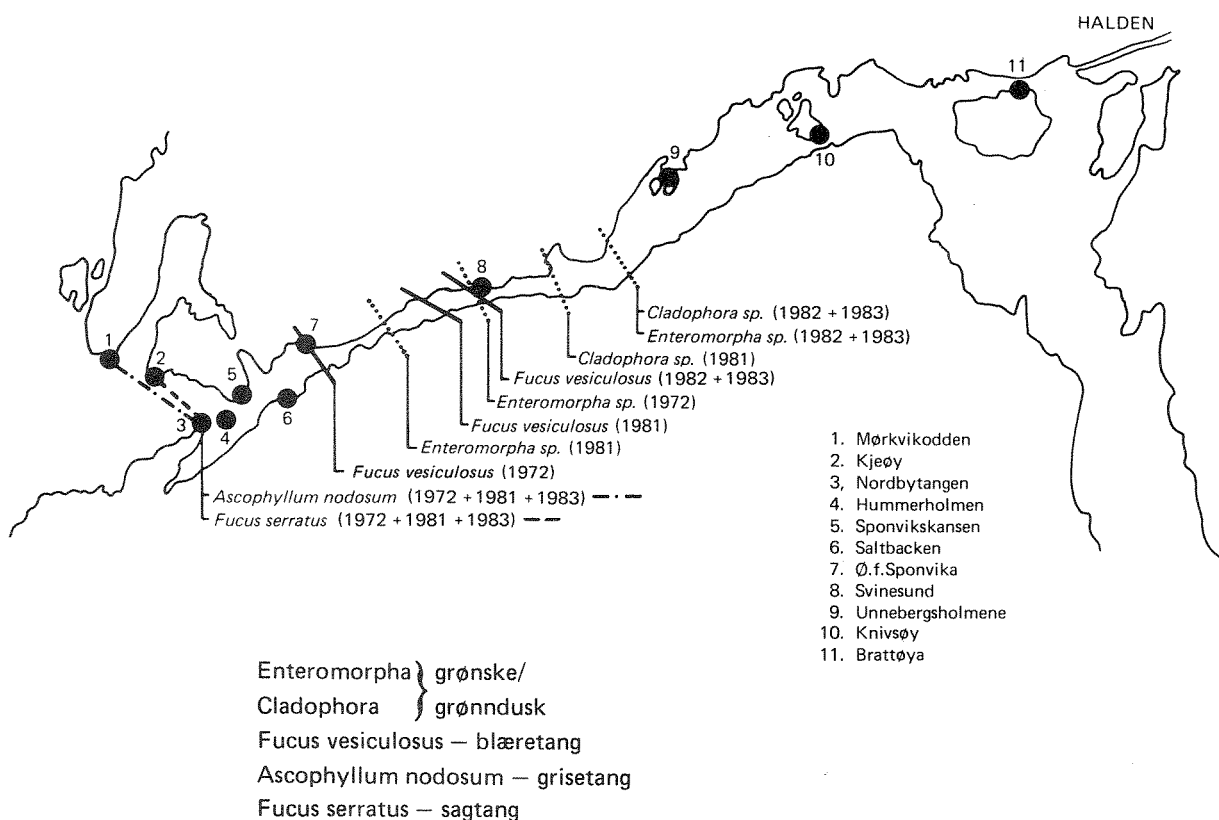


Fig. 5. Stasjoner og innergrensene for enkelte arter av fastsittende alger i Iddefjorden, 22.10-82 og 7.12.83.

### 3.3.2. Undersøkelse på hardbunn under tidevannssonen

Stereofotografering er brukt til å kartlegge biologiske endringer innen 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) og spesifikk bruk av metoden i Iddefjord er beskrevet av Magnusson et al. (1982, 1983). I tillegg er det i denne rapporten benyttet dissimilaritetsanalyse for å gruppere prøver. Analysen fokuserer på de mer plassdominerende kategoriene (Dayton 1972, 1975) definert som de som dekket minst 5% av arealet på et tidspunkt. Data (i % dekning) ble angular transformert (Sokal og Rohlf 1969). Dissimilaritetsanalysen bruker Bray-Curtis Indeks (Clifford og Stephansen 1975) og fleksibel fusjonmetode (Lance og Williams 1967). Indeks på 0,6 ble brukt for å separere gruppene (Greene og Schoener 1982).

To stasjoner ble opprettet i Iddefjorden i 1978 (fig. 1) og er deretter fotografert 14-15 ganger på 3 dyp. (tabell 3). Stasjon I2 og dypene 7 og 17 meter har vist størst forandring i perioden og gjenspeiler trolig endringer i vannkvalitet bedre enn de øvrige dypene og er derfor blitt spesielt behandlet i denne rapporten.

Tabell 3. Posisjon og tidspunkt for stereofotostasjoner i Iddefjorden.

Stasjon	Posisjon	Dato oppsatt	Dyp (m)	Himmelretning/helning			
Sponvikskansen I1	N: 59 <sup>0</sup> 05,3 Ø: 11 <sup>0</sup> 13,7	Okt. 1978	2	ø/50-90 <sup>0</sup>			
			8	ø/60-80 <sup>0</sup>			
			12	ø/ca. 30 <sup>0</sup>			
Kråkenebbet lykt I2	N: 59 <sup>0</sup> 06,1 Ø: 11 <sup>0</sup> 17,5	Okt. 1978	2	ø/ca. 90 <sup>0</sup>			
			7	ø/ca. 90 <sup>0</sup>			
			17	ø/ca. 90 <sup>0</sup>			
Tidspunktene for registreringer:		1978	1979	1980	1981	1982	1983
		25.-26.10	4/4	6/5	6/4	30/3	8/11
		12/12	7/6	3/7	25/8	9/11*	
			18/10	17/9	17/11		

\* (Gjelder kun I2)

Hovedkonklusjonen fra de tidligere observasjonene (1978-82) har vært at største del av de registrerte positive endringer i organismesamfunnet fant sted i perioden 1978-80 samtidig med en bedring i vannkvaliteten som følge av reduserte utslipp fra treforedlingsindustrien (fig. 6 og 7)(Christie og Green 1982). I tidsrommet 1980-82 har det ikke skjedd noen endringer som viser ytterligere forbedringer (Magnusson et al. 1982, 1983).

I 1983 ble toktantallet redusert til et tokt i november og resultatene er derfor bare sammenlignet med tidligere høsttokt på stasjon I2. På 7 meters dyp er endringen liten siden 1980. Blåskjell (Mytilus edulis) har hatt nærmest samme dekningsgrad (fig. 7). Det minkende artsantall tyder på at forholdene ikke er blitt bedre. Redusert dekning av den forurensningstolerante børstemarken Polydora ciliata kan skyldes konkurranse om plass fra sjøpungen Ciona intestinalis og selektiv predasjon. Dissimilaritets-analysen viser at det har vært lite endringer siden 1980-prøvene fra 1980-83 er gruppert for seg (fig. 8).

Resultatene siden 1979 fra 17 m dyp er ikke entydige (fig. 6 og 7). Økt artsantall er ubetydelig. Redusert dekning av Polydora kan forklares ut fra konkurranse (også med sjønellik Metridium senila) og predasjonsforholdene forklart ovenfor. Dissimilaritets-analysen viser små endringer siden 1979 - alle prøvene fra dette dypet er samlet i en gruppe (fig. 8) (kfr. fig. 6 og 7).

Resultatene fra 1983 gir således nesten sammen bilde som de nærmest foregående årene, dvs. ingen observasjoner som kan tyde på ytterligere forbedring av miljøforholdene siden 1980. Det er fortsatt få arter, fåtall av flerårige arter og bare typisk forurensningstolerante arter dominerer.

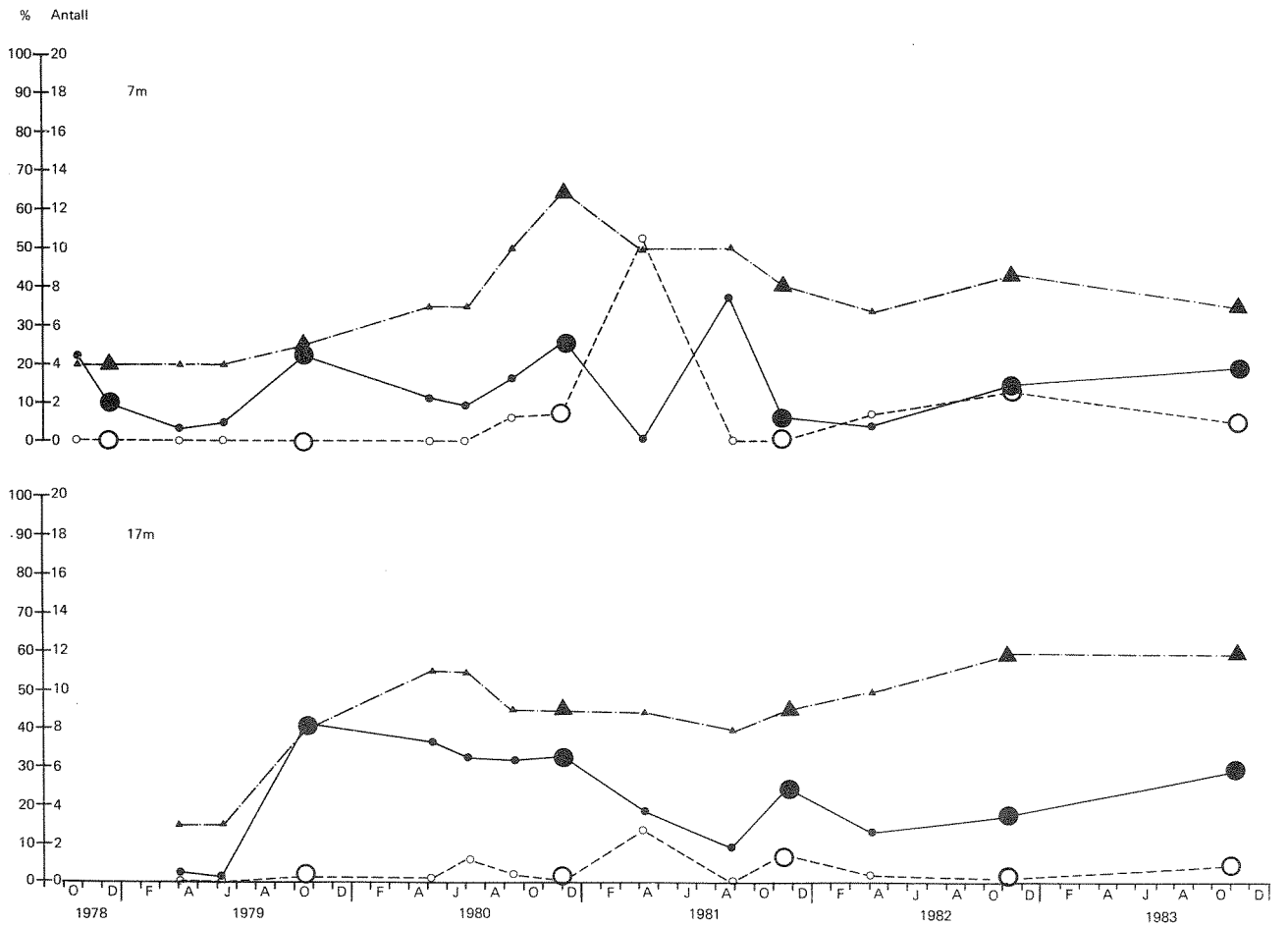


Fig. 6 Variasjon i prosent dekning av ubevokst hardbunn (●) og sediment (○) samt antall arter (▲) på 7 og 17 meters dyp ved stereofotostasjon I2 innenfor Svinesund. Til og med 1980 bygger figuren på grunnlagsdata av Christie og Green (1982). (Prøvene tatt i oktober, november og desember er uttrykt med store symboler).

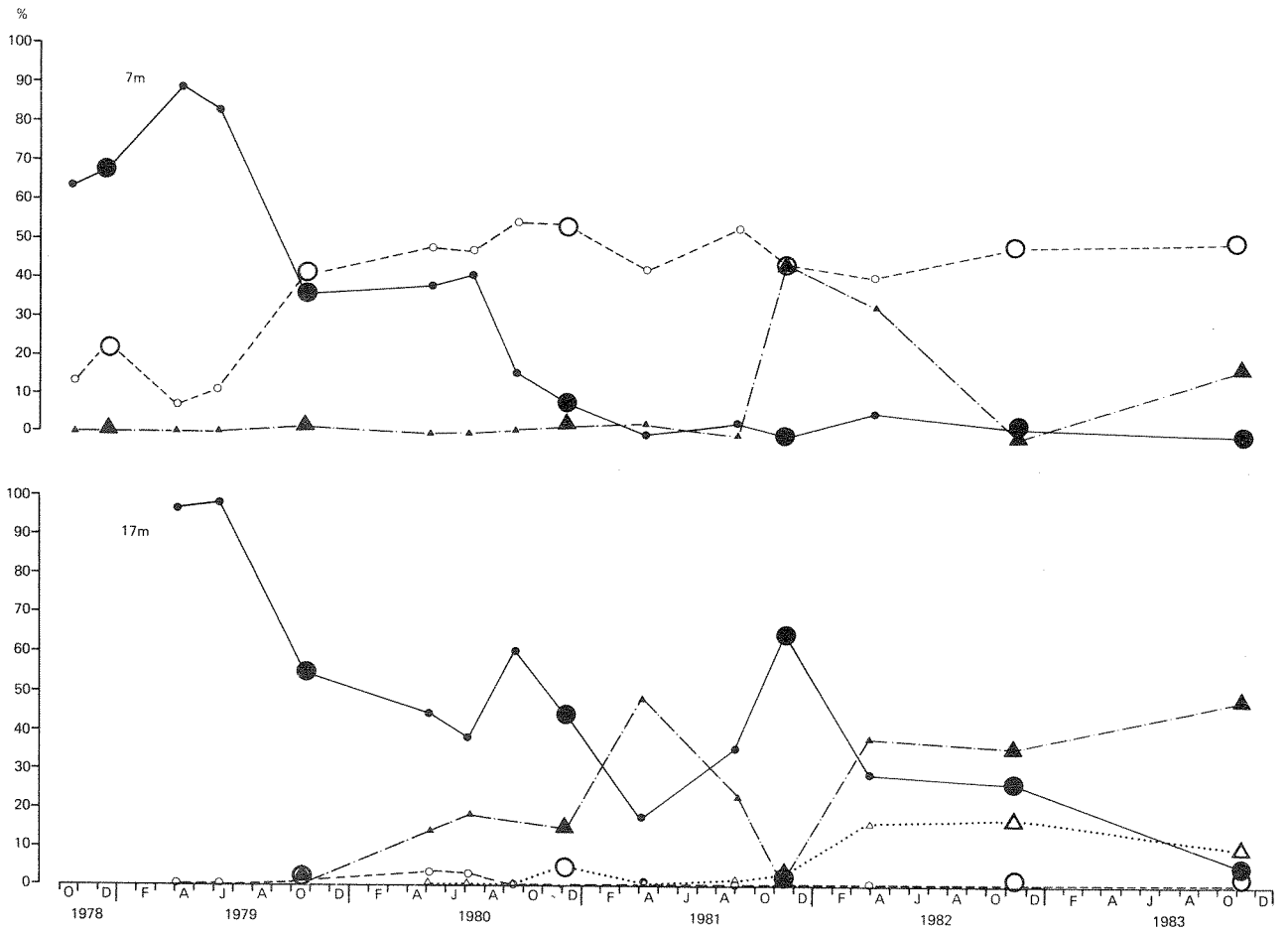


Fig. 7. Variasjon i prosent dekning av børstemarken Polydora ciliata (●), Blåskjell (Mytilus edulis (o), sjøpung Ciona intestinalis (▲) og sjønellik Metridium senile (Δ) på 7 og 17 meters dyp ved stasjon I2 innenfor Svinesund. Til og med 1980 bygger figuren på grunnlagsdata av Christie og Green (1982). (Prøvene tatt i oktober, november og desember uttrykt med store symboler).

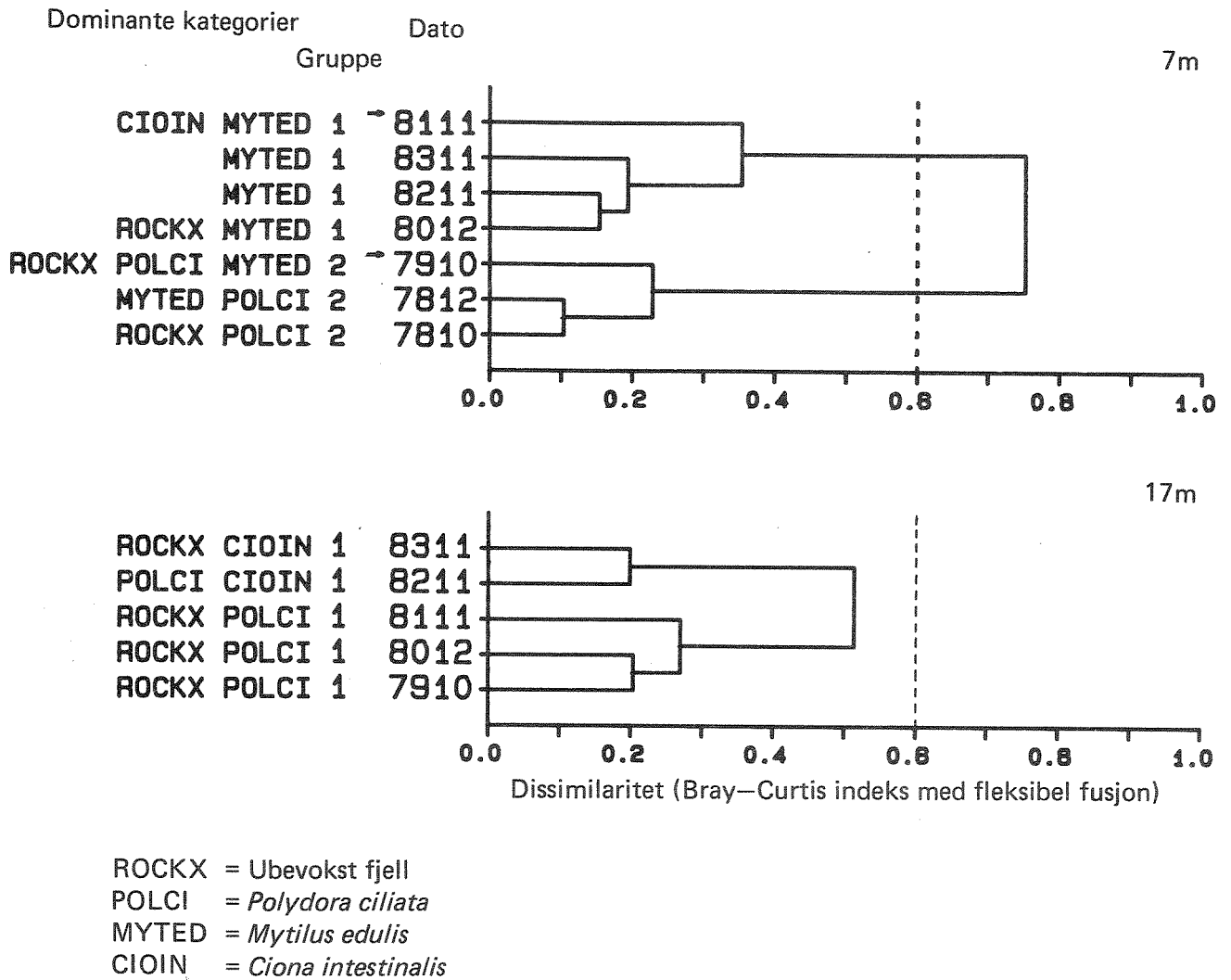


Fig. 8. Dissimilaritets-analyse av prøver tatt i oktober, november og desember 1978-83 fra 7 og 17 m dyp, ved stasjon I2 innenfor Svinesund. På 7 m dyp var observasjonene fra 1980-83 forskjellige fra 1978-1979, og på 17 m dyp var det ingen forskjell ved indeks 0,6.



## LITTERATUR

- Afzelius, L. (1979) Utvikling og status i Iddefjordens biologi. Nasjonalt 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.
- Clifford, H.T. og Stephansen, W. (1975): An Introduction to Numerical Classification. Academic Press. 229 pp.
- Dayton, P.K. (1972): Toward an understanding of community resilience and the potential effects of enrichments to the benthos at McMurdo Sound, Antarctica. In: Proc. Conservation Problems in Antarctica (ed. B.C.Parker). Allen Press Inc., Kansas, pp. 81-95.
- Dayton, P.K. (1975): Experimental evaluation of ecological dominance in a rocky intertidal algal community. Ecol. Mon., 45: 137-159.
- Green, N. (1980): Underwater stereophotography applied in ecological monitoring. Report 1. Methods and preliminary evaluation. Norwegian Institute for Water Research. 99 sider (stensilert).
- Greene, C.H., Schoener, A. (1982) Succession on marine hard substrata: A fixed lottery. Oecologia (Berl.) 55: 289-297.
- Lance, G.N., Williams, W.T. (1967) A general theory of classificatory sorting strategies, I. Hierarchical systems, Comput. J. 9: 373-380.
- Landner, L. (1977): Effekter av skogsindustriella avloppsutsläpp i recipienterna. Sammenstilling av nuvarande kunnskap, Nord. Miljö 80-rapport. No.- 2B: 8-94 s.
- Lundälv, T. (1971): Quantitative studies on rocky bottom biocenoses by underwater photogrammetry. A methodological study. *Thalassia 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.
- Magnusson, J., Christie, H., Efraimsen, H., Green, N. og Pedersen, A. (1983) Supplerende basisundersøkelser og rutineovervåking i Iddefjorden 1982. (Overvåkingsrapport 105/83). Norsk institutt for vannforskning (0-8000302) 56 s.
- Ormerod, K. (1984): Testing av Iddefjordens termotolerante koliforme bakterieflora for innhold av termotolerante Klebsiella-bakterier. Norsk institutt for vannforskning. (8000302).
- Sokal, R.R. and Rohlf, J.J. (1969). Biometry, W.H. Freeman, San Francisco, 776 pp.

V E D L E G G

Overflateobservasjoner i 1983

### Vannføring i Tista

Den midlere ukentlige vannføring i Tista var  $19,4 \text{ m}^3/\text{s}$  i observasjonsperioden fram til sommerferien (juli). Dette er samme vannføring som året før. Under fellesferien var vannføringen på ca.  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ , og for ettersommeren (ut september) var den  $8,9 \text{ m}^3/\text{s}$  som ukemiddel. Dette er litt høyere enn året før, men betydelig lavere enn i 3-års perioden 1979-81. Figur 1 i vedlegg viser en oversikt over vannføringen i Tista i 6-års perioden 1978-83.

### 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

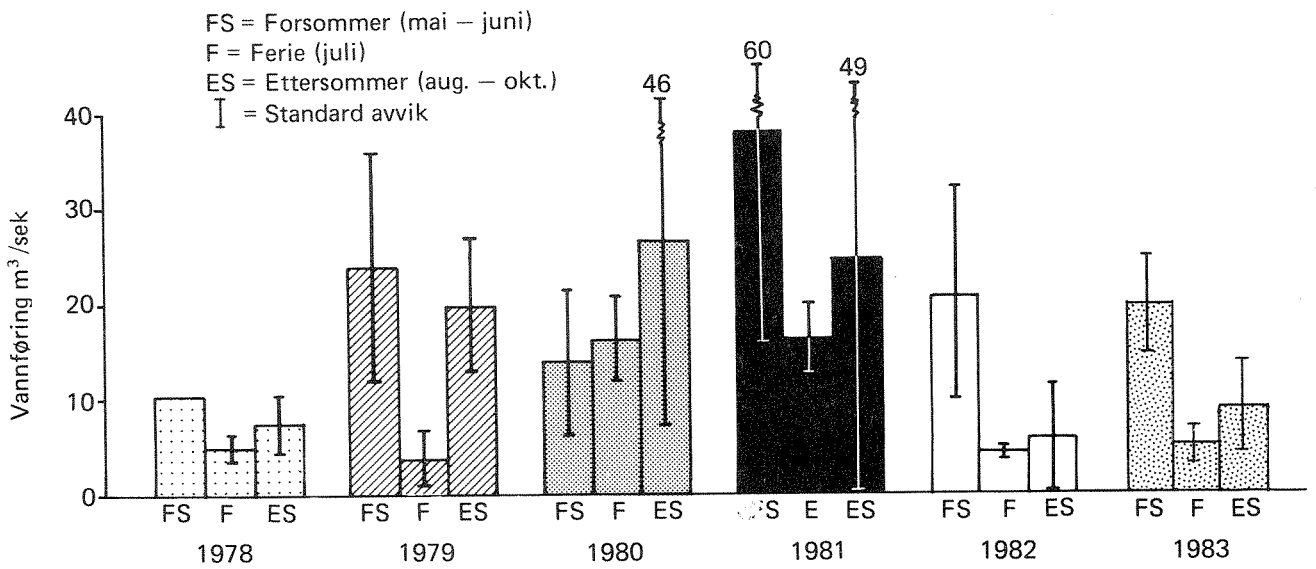
Prøvene ble samlet inn og analysert ved Halden kommune (Næringsmiddellaboratoriet). For bestemmelse av totalantall bakterier, såkalte "kimtall", ble det benyttet Difco Nutrient Agar som vekstmedium, inkubert ved  $30^{\circ}\text{C}$  i 2 døgn. Termotolerante koliforme bakterier (tarmbakterier) ble bestemt ved membranfiltermetode, med dyrking på Difco-Endo Agar ved  $44^{\circ}\text{C}$  i ett døgn. 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 1983 er tatt med i datavedlegg.

Norske krav til forekomst av tarmbakterier i godt badevann er satt til  $< 50 \text{ E coli}/100 \text{ ml}$  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 grenseverdien for antall termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml er:

$< 100$	godt badevann
100 - 1000	tvilsomt
$> 1000$	uegnet



Vannføring i Tista.

Stasjon	Dato	Sikte- dyp (m)	Farve	T.bakt. (kim/ml)	Term.koli /100 ml
10DE-1	830524	1.3	LYS-BRUN	230.	20
10DE-1	830601	1.	LYS-BRUN	770.	400
10DE-1	830607	1.5	LYS-BRUN	550.	27
10DE-1	830616	1.5	LYS-BRUN	34800.	300
10DE-1	830620	0.85	GRØ	5600.	900
10DE-1	830627	1.4	LYS-BRUN	5000.	38
10DE-1	830706	1.5	LYS-BRUN	240.	39
10DE-1	830713	1.25	LYS-BRUN	8000.	800
10DE-1	830720	1.7	LYS-BRUN	530.	61
10DE-1	830727	1.75	LYS-BRUN	120.	2
10DE-1	830803	1.15	BRUN	470.	30
10DE-1	830808	1.6	LYS-BRUN	960.	50
10DE-1	830817	0.9	LYS-BRUN	39200.	3700
10DE-1	830824	0.6	BRUN	18000.	800
10DE-1	830917	2.	LYS-BRUN	400.	<100
10DE-1	831020	1.1	LYS-BRUN	8800.	100
10DE-10	830524	1.	BRUN	910.	300
10DE-10	830601	1.	LYS-BRUN	6800.	2200
10DE-10	830607	0.8	LYS-GRØ	22000.	1000
10DE-10	830616	0.6	LYS-BRUN	28000.	400
10DE-10	830620	1.15	LYS-BRUN	4800.	600
10DE-10	830627	0.8	BRUN	96000.	1500
10DE-10	830706	1.	LYS-BRUN	25000.	1400
10DE-10	830713	1.25	LYS-BRUN	60000.	7500
10DE-10	830720	1.3	LYS-BRUN	3200.	1900
10DE-10	830727	0.5	LYS-BRUN	68000.	2300
10DE-10	830803	1.35	BRUN	9800.	2600
10DE-10	830808	0.55	BRUN	32000.	3000
10DE-10	830817	0.9	LYS-BRUN	97000.	12800
10DE-10	830824	0.7	BRUN	56800.	25000
10DE-10	830917	0.5	BRUN		
10DE-10	831020	0.7	LYS-BRUN	12400.	1000
10DE-2	830524	1.35	LYS-BRUN	190.	16
10DE-2	830601	1.	LYS-BRUN	1540.	100
10DE-2	830607	1.2	LYS-BRUN	13400.	200
10DE-2	830616	1.25	LYS-BRUN	11400.	200
10DE-2	830620	1.1	LYS-BRUN	5100.	100
10DE-2	830627	1.05	BRUN	13000.	300
10DE-2	830706	1.5	LYS-BRUN	270.	58
10DE-2	830713	1.25	LYS-BRUN	7000.	1100
10DE-2	830720	1.6	LYS-BRUN	940.	78
10DE-2	830727	2.	LYS-BRUN	3200.	200
10DE-2	830803	0.85	BRUN	2300.	90
10DE-2	830808	1.	BRUN	1940.	20
10DE-2	830817	1.1	LYS-BRUN	34400.	1000
10DE-2	830824	0.8	BRUN	26000.	900
10DE-2	830917	2.	LYS-BRUN	290.	<100
10DE-2	831020	1.1	LYS-BRUN	14600.	1300
10DE-4	830524	0.9	BRUN	5400.	1600
10DE-4	830601	0.8	LYS-BRUN	27800.	2400
10DE-4	830607	1.3	LYS-BRUN	4900.	200
10DE-4	830616	0.8	LYS-BRUN	200000.	500
10DE-4	830620	1.2	LYS-BRUN	5600.	1300
10DE-4	830627	1.1	LYS-BRUN	5500.	70
10DE-4	830706	1.1	LYS-BRUN	4000.	1100

Stasjon	Dato	Sikte- dyp (m)	Farve	T.bakt. (kim/ml)	Term.koli /100 ml
1DDE-4	830713	1.25	LYS-BRUN	30000.	4700
1DDE-4	830720	1.5	LYS-BRUN	10000.	1500
1DDE-4	830727	1.	LYS-BRUN	56000.	6100
1DDE-4	830803	1.05	BRUN	24000.	3200
1DDE-4	830808	0.65	BRUN	42800.	4200
1DDE-4	830817	1.25	LYS-BRUN	16400.	300
1DDE-4	830824	0.75	BRUN	24400.	1300
1DDE-4	830917	0.45	BRUN	2520.	300
1DDE-4	831020	1.	LYS-BRUN	2500.	100
1DDE-5	830524	1.3	LYS-BRUN	390.	93
1DDE-5	830601	1.	LYS-BRUN	33500.	1300
1DDE-5	830607	1.1	LYS-BRUN	6200.	600
1DDE-5	830616	0.8	LYS-BRUN	56000.	600
1DDE-5	830620	1.2	LYS-BRUN	940.	600
1DDE-5	830627	1.25	LYS-BRUN	4100.	300
1DDE-5	830706	1.1	LYS-BRUN	1800.	1000
1DDE-5	830713	1.25	LYS-BRUN	8000.	700
1DDE-5	830720	1.6	LYS-BRUN	8800.	1300
1DDE-5	830727	1.4	LYS-BRUN	35500.	9900
1DDE-5	830803	1.	BRUN	38800.	2800
1DDE-5	830808	0.55	BRUN	61200.	5000
1DDE-5	830817	1.25	LYS-BRUN	36400.	300
1DDE-5	830824	0.75	BRUN	20000.	1700
1DDE-5	830917	0.8	BRUN	15200.	800
1DDE-5	831020	1.2	LYS-BRUN	4400.	100
1DDE-7	830524	1.25	GRÅ	260.	200
1DDE-7	830601	1.	LYS-BRUN	13200.	100
1DDE-7	830607	0.9	LYS-BRUN	4800.	100
1DDE-7	830616	1.	LYS-BRUN	56500.	400
1DDE-7	830620	1.3	LYS-BRUN	1600.	700
1DDE-7	830627	1.15	LYS-BRUN	11000.	35
1DDE-7	830706	1.1	LYS-BRUN	1500.	400
1DDE-7	830713	1.25	LYS-BRUN	5000.	600
1DDE-7	830720	2.6	LYS-BRUN	480.	24
1DDE-7	830727	2.4	LYS-BRUN	470.	18
1DDE-7	830803	1.1	BRUN	2080.	20
1DDE-7	830808	0.9	BRUN	8000.	25
1DDE-7	830817	1.75	LYS-BRUN	16800.	700
1DDE-7	830824	0.75	BRUN	19200.	1000
1DDE-7	830917	0.6	BRUN	2080.	300
1DDE-7	831020	1.4	LYS-BRUN	2500.	35
1DDE-9	830524	1.	GRÅ	180.	17
1DDE-9	830601	1.5	LYS-BRUN	330.	16
1DDE-9	830607	1.9	LYS-BRUN	340.	20
1DDE-9	830616	3.5	LYS-BRUN	12400.	7
1DDE-9	830620	2.45	LYS-BRUN	600.	11
1DDE-9	830627	1.65	LYS-BRUN	4500.	25
1DDE-9	830706	2.	LYS-BRUN	1200.	26
1DDE-9	830713	3.5	LYS-BRUN	140.	7
1DDE-9	830720	3.5	LYS-BRUN	270.	10
1DDE-9	830727	3.	LYS-BRUN	690.	8
1DDE-9	830803	2.75	LYS-BRUN	1500.	31
1DDE-9	830808	2.95	LYS-BRUN	610.	77
1DDE-9	830817	4.5	LYS-BRUN	3500.	27
1DDE-9	830824	3.45	LYS-BRUN	15200.	105
1DDE-9	830917	6.	LYS-BRUN	350.	<100
1DDE-9	831020	2.2	LYS-BRUN	1500.	23



## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

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

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

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

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

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

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

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

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

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

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

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

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

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

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter blir publisert i årlige rapporter.

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