

Iddefjordens forurensningsutvikling

Av Jan Magnusson

Jan Magnusson er fil.kand. og ansatt som forsker ved Norsk institutt for vannforskning.

Overvåkingen av Iddefjorden startet i 1977 på oppdrag av Statens forurensningstilsyn som en del av Statlig program for forurensningsovervåking.

Formålet med overvåkingen er at ut fra vannkjemiske og biologiske observasjoner å følge fjordens forurensningsutvikling. Observasjoner har blitt gjort hvert år siden 1977 og dekker et tidsrom med store utslippsreduksjoner.

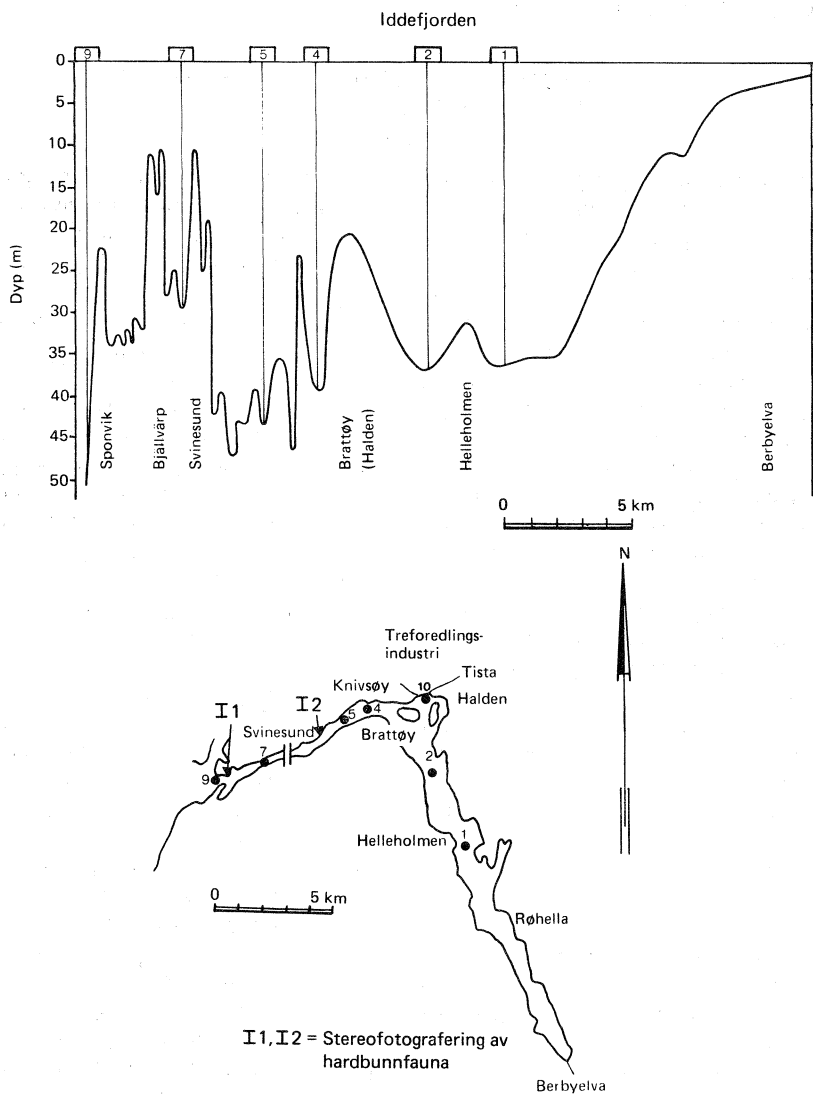
Foruten Norsk institutt for vannforskning deltar også Byveterinæren i Halden i overvåkingen. Undersøkelsene skjer dessuten i samarbeid med Universitetet i Oslo (Jan Rueness, Institutt for marin biologi og limnologi avd. marin botanikk) og Forskningsprogram om Havforurensninger (Hartvig Christie, Institutt for marin biologi og limnologi avd. marin zoologi). To svenske institusjoner gjør også undersøkelser i fjorden (Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium og Fiskeristyrelsens hydrografiska laboratorium) og disse har velvilligst stilt sine resultater til prosjektets disposisjon.

Topografi og vannutskiftning

Iddefjorden (fig. 1) er en smal og grunn fjord ca. 25 km lang og største dyp 48 meter. De dypere vannlag er avskåret fra vannmassene utenfor fjorden av to terskler på ca. 10 meters dyp (Bjällvärp og Svinesund). Innenfor Svinesund finnes ytterligere terskler på ca. 20 meters dyp

som skiller den sydgående indre Iddefjord fra den vestgående ytre del. Tersklene begrenser vannutskiftningen under terskeldyp som blir suksessivt dårligere innover i fjorden. En dypvannutskiftning initieres når vannmassene over terskeldyp utenfor fjorden er tyngre enn dypvannet i fjorden. Det tyngre vannet strømmer inn og løfter opp det gamle dypvannet. I de ytre deler av fjorden er dette registrert fem ganger i løpet av et år, men med varierende effektivitet. I det indre, sydgående bassenget skjer utskiftningen mer sjelden og alltid mindre effektivt. Oppholdstiden på dypvannet i den ytre og indre del skiller seg derved vesentlig fra hverandre, hvilket har konsekvenser for miljøet.

Vannutskiftningen over terskelnivå drives av tre mekanismer: Vind og variasjoner i vannmassens egenvekt utenfor fjorden, tidevann og ferskvannstilførselen. I Iddefjorden er det den sistnevnte mekanismen som gir minst volumtransport, men den er av stor betydning for spredning av forurensninger. Berbyelva innerst i fjorden og Tista, som renner ut gjennom Halden, bidrar med 20 resp. 80 prosent av ferskvannstilførselen som sommerstid varierer mellom 10—30 m³/s og i flomperioder kan overstige 70 m³/s. Ferskvannet blir blandet med sjøvann og driver et stadig mektigere volum brakkvann ut av fjorden. Fra Berbyelva blir den gjennomsnittlige brakkvannstran-



Figur 1. Iddefjordens topografi samt stasjoner i overvåkingsprogrammet 1977—81.

sporten nordlig, men «møter» vann fra Tista i de nordre delene. Den normalt større vannføringen i Tista vil trenge sydover til denne strømmen «balanseres» av den nordgående «Berbystrømmen». Denne balanseakt mellom to strømsystem begynstiger større transport av Tistavann mot havet enn det som ellers skulle vært tilfelle. Overflatevannet får derved kortere oppholdstid på strekningen Halden — Sponvika, hvilket også de øvrige transportmekanismer forsterker. Ferskvannstilførselen er liten sammenlignet med målt volumtransport ut fjorden (25 m³/s mot 400—500 m³/s på fallende tidevann). Overflatelagets oppholdstid varierer fra ca. 1 uke til vel 2 uker i ulike deler av fjorden.

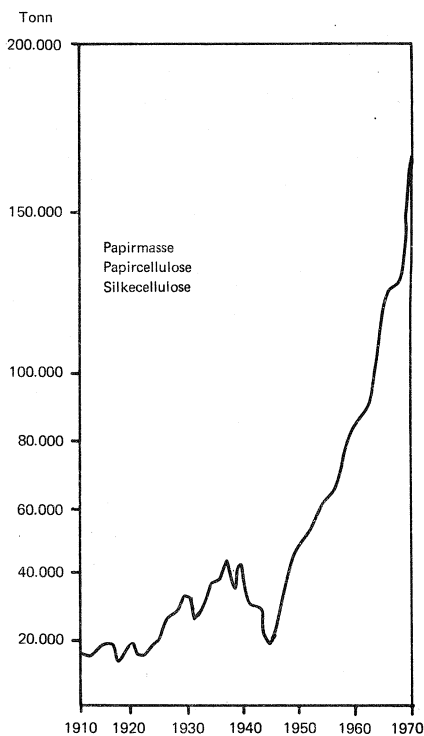
Som følge av ferskvannstilførselen varierer saltholdigheten i fjordens overflate-lag med laveste saltholdighet nærmest elveutløpene. Saltholdigheten øker fra Berbyelva til Helleholmen og avtar deretter mot Halden. I utløpet av Tista varierer den fra 2—13 ‰ og ved Svinesund fra 5—18 ‰ samt ved Sponvika fra 9—27 ‰ i de øverste to metrene sommerstid.

Forurensningstilførsler

Den dominerende forurensningskilden i Iddefjord-området er treforedlingsindustrien i Halden. Utslipp av avløpsvann fra Halden kommune har ikke samme betydning for fjordens forurensning, men er ikke uvesentlig. Sammenlignes industriens utslipp av organisk stoff (BOF₇) med kommunens, skulle utslippet fra treforedlingsindustrien tilsvare en by med ca. 14 ganger større befolkning enn Halden. Derimot bidrar det kommunale utslippet med en større andel av nærings-saltene nitrogen og fosfor, samt bakterier.

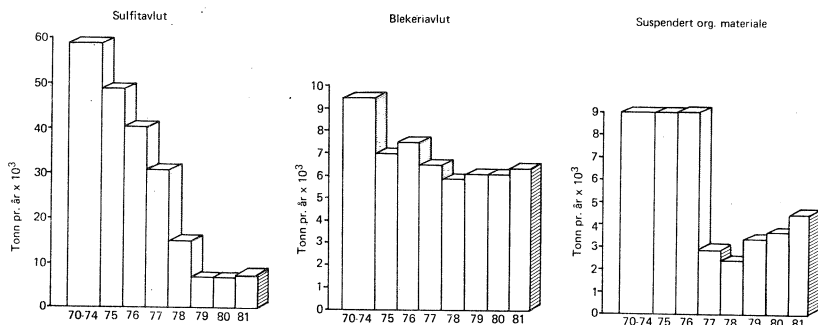
(De bakteriologiske forhold vil bli behandlet i en annen artikkel).

Historisk er det ikke foretatt noen beregning av forurensningsbelastningen på fjorden, men produksjonsutviklingen til treforedlingsindustrien gir et bilde av denne utvikling (fig. 2). Etter Stortingsvedtak 1975 har både industrien og kommunen vesentlig redusert sine utslipp. Figur 3 viser utslippsreduksjonen ved industrien som var spesielt stor i perioden 1976—78. Stortingsvedtaket inneholdt ingen spesifikke krav til reduksjon av utslipp fra klorblekeriprosessen, og her har



Figur 2.

Produksjonen ved treforedlingsindustrien, Halden 1900—1970.



Figur 3. Beregnet og målt (susp. org. mat.) utslipp av organisk stoff (som tørrstoff) til Iddefjorden fra Saugbrugsforeningen i perioden 1970—81.

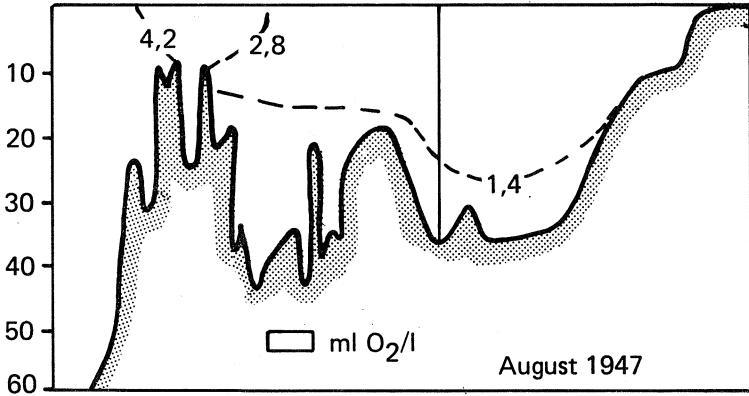
reduksjonen ikke vært så stor. I tillegg til utslipp av organisk og uorganisk stoff bruker treforedlingsindustrien en del kjemikalier i prosessene som kan utgjøre et problem for fjordmiljøet. Fra klorblekeriet er det beregnet at fjorden tilføres ca. 300 tonn organisk bundet klor pr. år.

I 1979 var Halden kommunes renseanlegg ferdig (kjemisk felling) med avløpsvann fra 5—7.000 p.e. tilkoblet. I 1981 ble mesteparten av kommunens avløpsvann tilkoblet anlegget (ca. 15.000 p.e.). Tilførselen fra befolkningen beregnes nå å være 290 tonn BOF, 60 tonn nitrogen og 7 tonn fosfor. Inkluderer treforedlingsindustriens fosfor- og nitrogenutslipp, skulle det totale utslippet fra kontrollerbare kilder i dag være ca. 125 tonn nitrogen og 20 tonn fosfor pr. år.

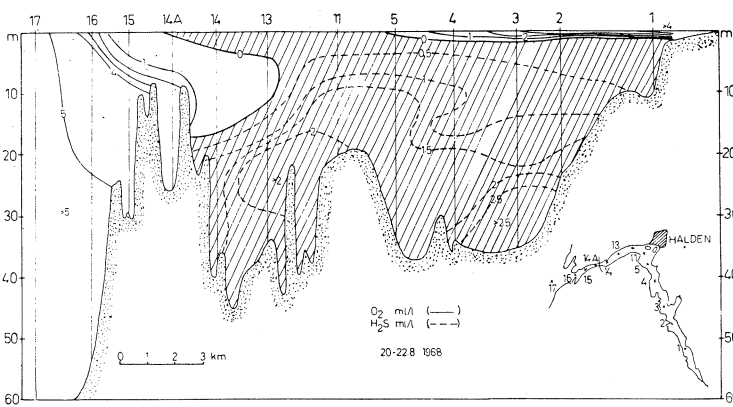
Forurensningsutviklingen frem til 1970.

Effekten av de store utslippene til fjorden har vært en nærmest fullstendig ødeleggelse av fjordmiljøet, som kulminerte i slutten av 1960-tallet og begynnelsen av 1970-tallet (Dybern 1972). Observasjoner fra 1920-årene beskriver en lite

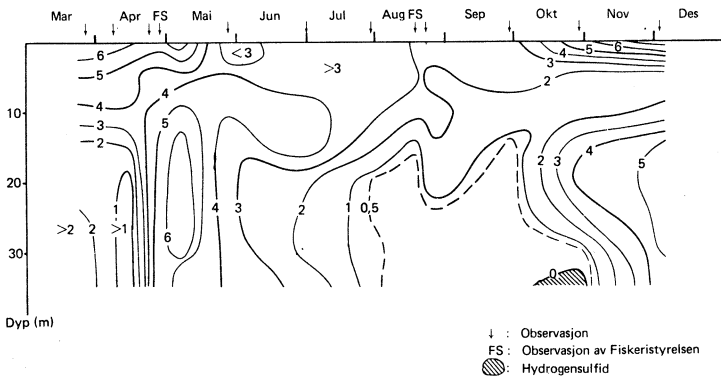
forurensningsbelastet fjord helt inn i Haldens havneområde (Jägerskjöld 1971). Kommersielt fiske såvel som sportsfiske var utbredt og bading foregikk i praktisk talt hele fjorden. På 60-tallet var bading i fjordens indre deler ikke lenger helsemessig forsvarlig og dyr- og vekstlivet var for en stor del utslettet. Utslipp fra treforedlingsindustrien av store mengder fiber medførte en nedslamming av strender og bunn, som sammen med farveutslipp og annet organisk stoff gjorde vannoverflaten lettskummende, mørkebrun og illeluktende. Langs strendene hadde de fastsittende algene forsvunnet, dels som følge av nedslamming og dårlige lysforhold, men det ble også påvist at vannet var veksthemmende, dvs. hadde giftvirkning (Lein, Rueness og Wiik 1974). Store fiberbanker ble avlagret på bunnen med påfølgende gassutvikling og sedimentering/flotering, spesielt i områdene nær Halden. Det livsviktige oksygeninnholdet i fjordens vannmasser ble til tider helt oppbrukt som følge av den organiske belastningen, og det ble dannet hydrogensulfid i nesten hele Iddefjordens vannmasse — fra overflate til bunn (fig. 4). Alt mak-



a



b



c

Figur 4. Oksygeninnholdet (ml/l) i Iddefjorden august 1947 og 1968, samt variasjonen i mars til desember 1981 i den ytre delen av fjorden (stasjon 13 på fig. 4 b). Skraverte flater markerer hydrogensulfidholdig vann.

roskopisk liv ble derved effektivt utsløst. Bunnen ble råttan omkring 1940, og samtidig økte tungmetallutslippene, som kan avleses i økende konsentrasjonsnivåer i fjordens sedimenter. Dette skyldes metallforurensningen fra kisaske som ble tilført fjorden fra treforedlingsindustrien. Kvikksølv til slimbekjempning ble ført ut i fjorden og tildels lagret i sedimentene.

Forurensningsutviklingen 1970—81

Det er et dystert bilde av fjordens tilstand som vi får av de observasjoner som foreligger fra 1960—70. Etter utslippsreduksjonen i midten av 70-årene ble imidlertid forholdene noe bedre. Dette ble raskest registrert i den ytre delen av fjorden, på grunn av at utslippene tilføres Tista og stort sett følger samme transportmønster som ferskvannet ut mot Svinesund og Singlefjorden. Den generelt bedre vannutsiftningen i dette område vil også gi raskere bedring enn lenger inn.

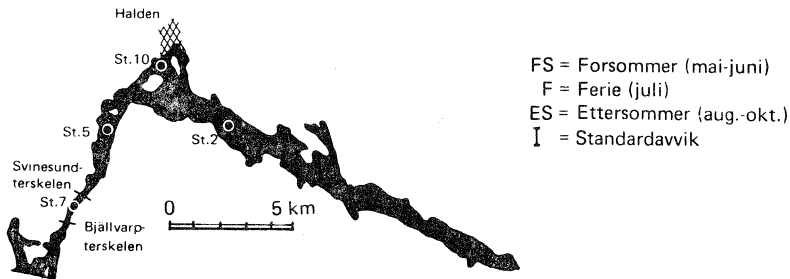
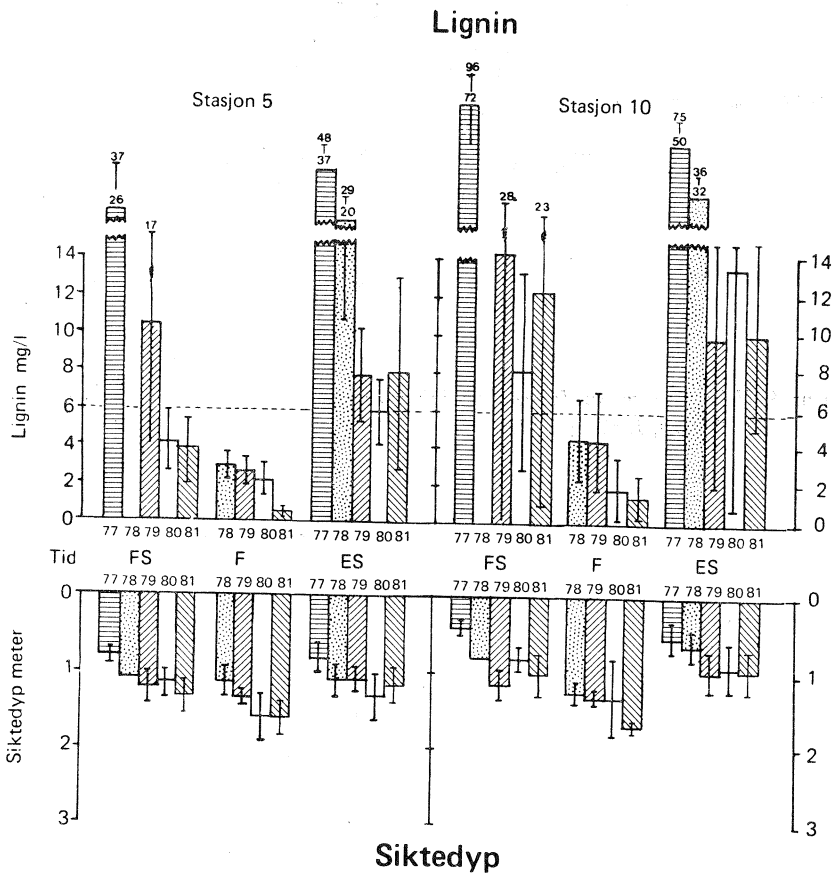
I overflatelaget økte vannets gjennomskinnelighet (siktedyp) fra 1977 og ligninnholdet (et organisk stoff som utsløses fra vedmaterial ved produksjon av sulfittcellulose) avtok (fig. 5). (Av figuren fremgår også forandringene i fellesferien, når industrien stopper produksjonen). Dyr og vekster har i noen grad rekolonisert fjorden. Tangdokka, en trådfornig, forgrenet rødalge som vokser i fjærebeltet, ble observert suksessivt lengre inn i fjorden (fig. 6). Blæretangen har trengt en til to kilometer inn i fjorden frem til Svinesund (1980—81) (fig. 7), og det samme gjelder skipstur som i 1980 ble registrert inntil et par kilometer innenfor Svinesund. Observasjoner av dyreliv på grunt vann under tidevannssonen viste en klar positiv utvikling fra 1978

til 1980 på en stasjon innenfor Svinesund, ved at antall arter hadde økt samtidig med en redusert dekning av børstemarken *Polydora ciliata* til fordel for mindre forurensningstolerante arter (fig. 8) (Christie og Green, under trykking).

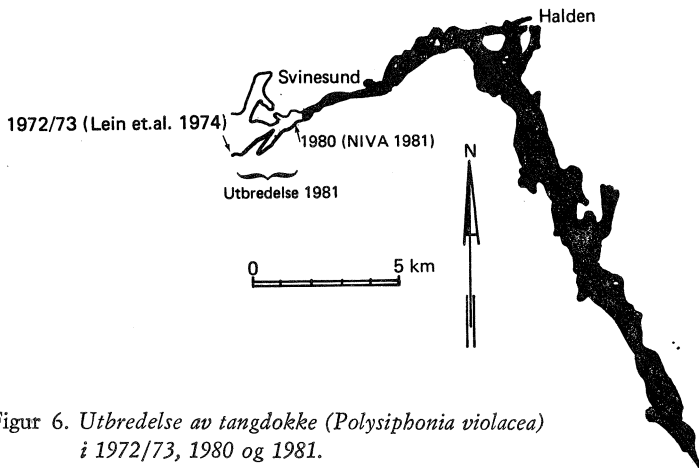
Den avtagende organiske belastningen har ført til bedre oksygenforhold i hele fjorden. Forandringen har vært størst i de ytre deler hvor registrering av hydrogen-sulfidholdig vann er blitt mer sjelden (fig. 4). Derimot er det fortsatt observert hydrogensulfid i vannmassene under 20 meters dyp i de indre fjorddeler sommer og høst.

Tungmetallutslippene er også blitt redusert. Treforedlingsindustrien stanset utslipp av kisaske i 1978 og sluttet å bruke kvikksølvholdige slimbekjempningsmidler alt i 1968. Reduksjonen i kvikksølvutslipp ble registrert som en nedgang i kvikksølvkonsentrasjonen i de øvre sedimentlag i 1977 (NIVA 1978). Fortsatt er det imidlertid store utslipp av klorete organiske forbindelser fra klorblekeriet. Disse er registrert i Iddefjordens vann, sedimenter og i fisk (Carlberg 1981). Disse er registrert i Iddefjordens vann, giftige og en del av dem er mutagene (dvs. at de kan forandre arvestoffet). Enkelte av stoffene kan også oppkonsentreres gjennom næringskjedene, men det er ikke tilfredsstillende klarlagt hvilke effekter de har på et marint miljø som Iddefjorden. Dette er en av de viktigere oppgaver som fremtidige undersøkelser bør ta fatt på.

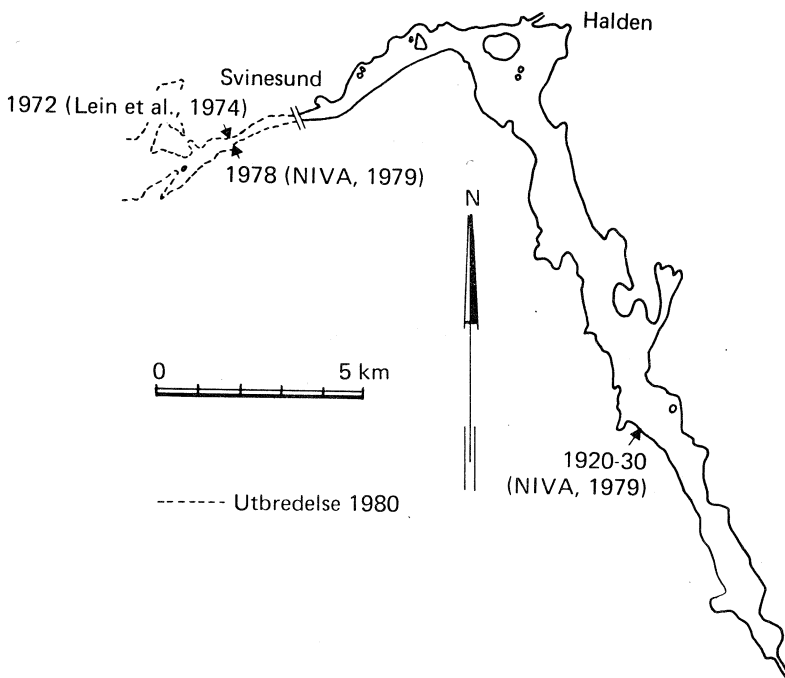
Utslippsreduksjonene til treforedlingsindustrien har hatt en klar positiv effekt på Iddefjorden. Imidlertid har de siste års vannkemiske observasjoner ikke vist noen ytterligere forbedring og i dag bedømmer vi muligheten for en fortsatt positiv utvikling av estetiske og hygieniske



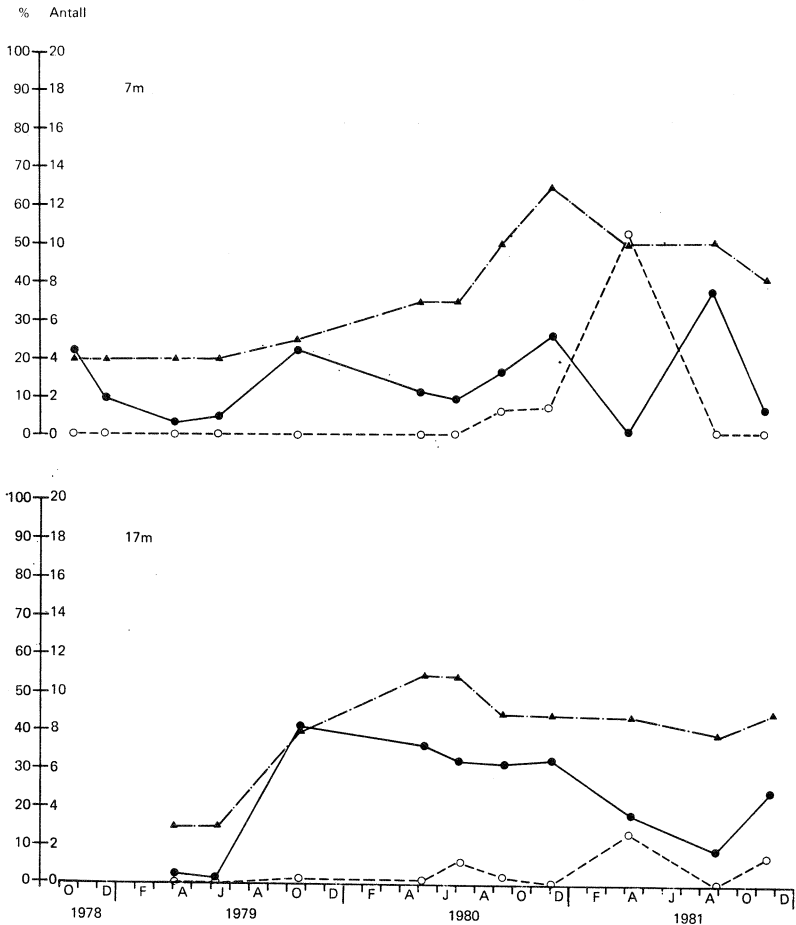
Figur 5. Lignin (mg/l) i Iddefjordens overflatevann (0–2 m) og siktedyb (m) for perioden 1977–81.



Figur 6. Utbredelse av tangdokke (*Polysiphonia violacea*) i 1972/73, 1980 og 1981.



Figur 7. Utbredelsen av blaeretang (*Fucus vesiculosus*) i 1980 (---). Inngrensene i 1920-årene, 1972 og 1978 er også angitt.



Figur 8. 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 (under trykking).

forhold i overflatelaget som mindre sannsynlig uten ytterligere reduksjoner av utslippene. De biologiske observasjoner tyder likevel på at forholdene for dyre- og plantelivet har bedret seg så mye at det fortsatt er rom for en viss positiv utvik-

ling. (Innvandringen og rekoloniseringen tar tid). Imidlertid må det også her ytterligere utslippsreduksjoner til for å bringe tilstanden vesentlig nærmere det den en gang var.

Fjorden er fortsatt betydelig forurenset. Kommende undersøkelser bør konsentrere seg om å studere hvilke av de ulike utslippene som har størst negativ effekt på

planter og dyr for slik å kunne klarlegge hvilke rensetiltak som vil ha den mest gunstige effekt i forhold til omkostningene.

LITTERATUR

- Carlberg, G. E. og Alfheim, I.* 1980. Undersøkelse av organiske klorforbindelsers utbredelse i Iddefjorden. Fagrapport. Analyse av klororganiske forbindelser i vann, sedimenter og fisk fra Iddefjorden. Rapport nr. 80 0806-1. Sentralinstitutt for Industriell Forskning.
- Christie, H. og Green, N.*, (under trykking): Changes in the sublittoral hard bottom benthos after a large reduction in pulp mill waste to Iddefjorden, Norway, Sweden. Netherlands Journal of Sea Research.
- Dybern, B.*, 1972. Iddefjorden, — en förstörd marin miljö. Fauna och Flora. 67: 2.
- Jägerskjöld, L. A.*, 1971. A survey of the marine benthonic macro fauna along the Swedish westcoast 1921—1938. Kungl. vetenskap- och vitterhetssamhället i Göteborg.
- Lein, T.-E., Rueness, J., Wiik, Ø.*, 1974. Algologiske observasjoner i Iddefjorden og Singlefjorden. Blyttia 32: 155—168.
- Norsk institutt for vannforskning* 1978. Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Pilotprosjekt Iddefjorden 1977. (0-38/75).
- Norsk institutt for vannforskning* 1979. Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Utvikling og status i Iddefjordens biologi. (Forf. L. Afzelius).
- Norsk institutt for vannforskning* 1982. Supplerende basisundersøkelser og rutineovervåking i Iddefjorden 1981. Statlig program for forurensningsovervåking. (Rapport nr. 45/82).