

Oslofjordens forurensningsproblem i perspektiv

Av Kjell Baalsrud

Kjell Baalsrud er forsker på Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA).

*Innlegg på møte i Norsk Vannforening
5. februar 1987.*

Indre Oslofjord ser vi på som et stykke natur. Det er imidlertid i høyeste grad en menneskepåvirket natur. Det bor og arbeider vel 650 000 personer i nedbørfeltet til indre fjord. Fra boliger, industri, trafikk-anlegg, jordbruk med videre slippes det ut store mengder forurensninger. Vi snakker om produserte vannforurensninger, og kan holde det opp mot det som etter rensing slippes ut i fjordvannet. Tabell 1 illustrerer bildet for 1986, så godt som vi idag har dekning for det.

Det fremgår at den produserte mengde forurensninger utgjør en stor trussel mot fjorden. Hvis hele produksjonen faktisk nådde ut i fjorden, og det var så å si situasjonen inntil midten av 1970-årene, ville fjorden vært råttet og død. Det er bare den vedvarende innsats på avløpssiden som hindrer dette. Oslofjorden er i høy

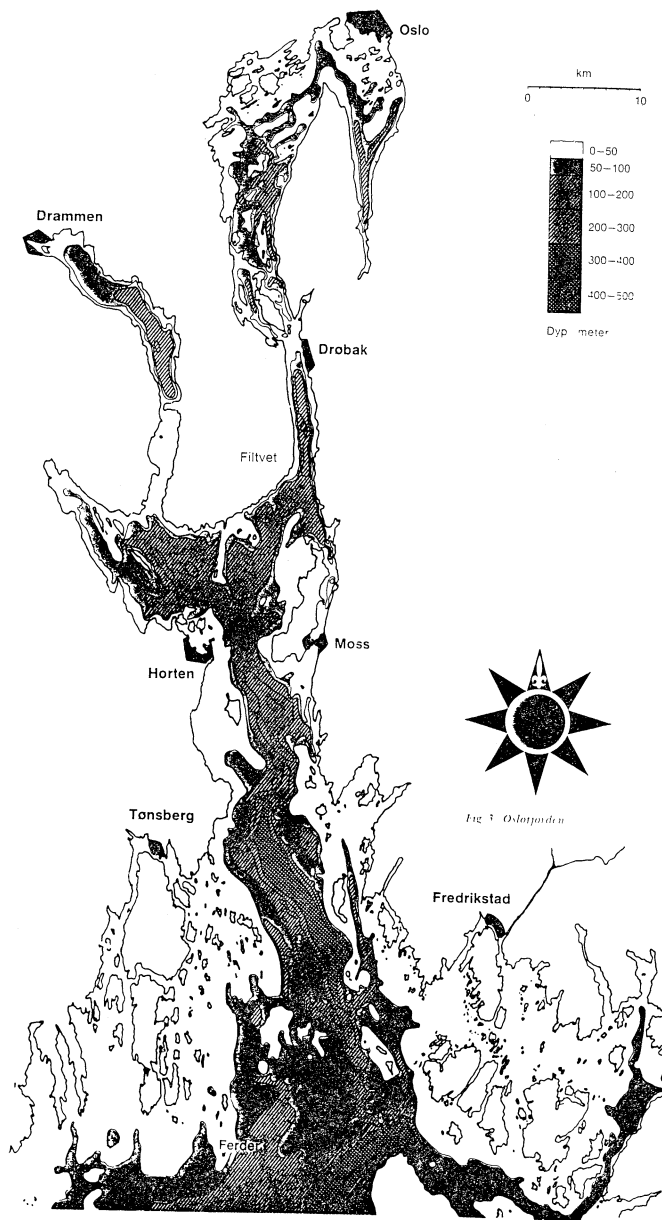
grad blitt en menneskemanipulert fjord. Og det man arbeider mot er at den igjen skal te seg som et stykke natur.

For dagens aktuelle debatt er det nyttig å se problemet Oslofjorden i perspektiv, både tidsmessig og faglig. Jeg skal trekke frem noen slike sammenhenger som utgangspunkt for å diskutere selve forurensningsproblemet.

Det geologiske og biologiske tidsspektiv går milliarder av år tilbake. Dagens Oslofjord, i fysisk forstand, kan vi allikevel si først fremsto etter siste istid. Den er altså 10 000 år gammel. Så sent som i vikingtiden sto vannet noen meter høyere enn idag. Biologisk kan vi neppe sette noen grense annet enn den som gjelder for havet og dermed livet på jorden i det hele tatt. Men vi må anta at de fleste organismer har funnet sin plass etter istiden. Hvis landhevingen fortsetter som nå, og forutsatt at det ikke skjer noen avsmeltning

	Fosfor t P/år	Org. stoff t C/år	Nitrogen t N/år
Sum prod.vannforurensning	773,5	15683	4349
Sum utslipp til fjorden	270,1	11360	3945
Sum fjernet ved rensing	503,4	4323	404
% rensing	65	28	7

Tabell 1. *Vannforurensningsregnskap 1985/86. (Baalsrud og Holtan 1987).*



Figur 1. Oslofjordens topografi. (Baalsrud 1968).

av Grønlandsisen og Sydpolisen, vil Oslofjorden kunne bli en ferskvannsinnsjø om noen få 10 000 år.

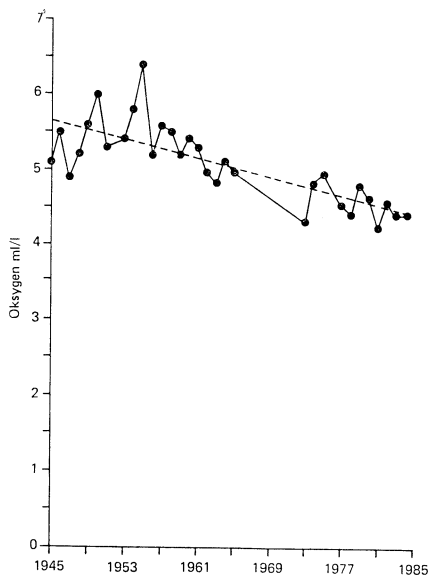
For de fleste av oss er 10 000 år forover eller bakover i tiden et meget langt tidsrom, men i den store geologiske sammenheng er altså vår kjære Oslofjord bare et forbigående fenomen.

Oslofjorden har et regionalt perspektiv. Den er en del av Skagerrak som er en del av Nordsjøen, som igjen er en del av Atlanterhavet. Vi skal også ta med Kattegat og Østersjøen. Det som skjer i disse tilstøtende havområder, fysisk, kjemisk og biologisk, har direkte betydning for Oslofjorden, helt inn i Bunnefjorden.

Det har i de senere år vært rapportert og laget store oppslag i massemedia om forurensningen i disse havområder. Det er rapportert lave oksygenverdier i vann rundt Danmarks kyster og deler av Nordsjøen. Det er alltid vanskelig å velge adjektiver når slike naturpåvirkninger skal beskrives. Selv om påvirkningen nok kan sies å være lav, målt mot situasjonen i en lukket fjord som Indre Oslofjord, vil selv små påvirkninger av store havområder kunne få store konsekvenser. Jeg vil nevne to fenomener:

A. Vi vet at blåskjell kan bli giftige ved å ta opp i seg gift produsert i visse alger. Inntil for få år siden kjente vi bare en toksisk algeart på våre kanter. Nå er det kommet to nye arter til. Dette kan være en naturlig langtidsveksling, men det kan også være noe i miljøet som har stimulert veksten av arter tidligere ukjent hos oss.

B. Vi har i mange år kunne følge kvaliteten av vannet i Drøbakssundet. Det er vannet i mellomdydene i sundet syd for terskelen som fra tid til annen strømmer inn over terskelen og fornyer bunnvannet i Vestfjorden og Bunnefjorden. Målingene viser at det over mange år er et synkende



Figur 2.

Oksygenkonsentrasjonen på 80 meters dyp i Drøbakssundet (KN 1) i perioden 1945—85 for oktober måned. (Baalsrud et al 1986).

innhold av oppløst oksygen i Drøbakssundet (Fig. 2).

Hvis denne utvikling fortsetter, vil det alene gi en kritisk situasjon for indre fjord. Oksygenet i det nye dypvannet er den kapitaltilførsel som dyrelivet under 20—40 meter er helt avhengig av. Årsaken til oksygenreduksjonen kjenner vi ikke. Det kan selvfølgelig skyldes påvirkning av bosetting, industri med mere i midtre og ytre fjordområdet, men det kan også være resultatet av endringer i Kattegat og Skagerrak.

Vi kan se Oslofjorden i et sosialt og industrielt utviklingsperspektiv. Den omfattende bosetting rundt fjorden har vokst frem gjennom de siste 150 år. Først omkring 1835 passerte Oslo Bergen i størrelse.



Figur 3. Historien om Oslofjordens forurensning inndelt i dekaer.

Den industrielle utvikling begynte for alvor ca. 1850 med Akerselvas fosser som energikilde.

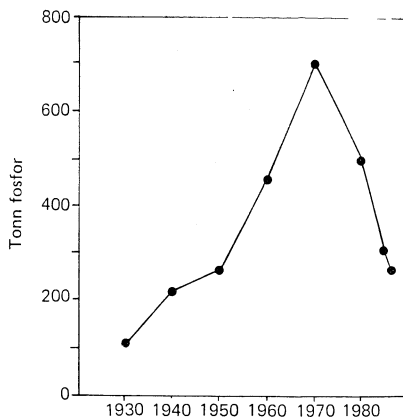
Dobbel bosetting for den velsituerte klasse begynte tidlig, og ble en slags innledning til dagens mangfoldige bruk av Oslofjorden som friluftsområde. Først gjaldt det Bygdøy og senere strandområder lenger utover.

Hvis vi så vender tilbake til det konkrete tema, forurensningen av Indre Oslofjord, kan tidsperspektivet presenteres som vist i Figur 3.

En tilsvarende oppstilling av avløpstekniske tiltak måtte begynt ennå noen tiår tidligere. Hvert av de tiår figuren viser, inneholder en lang historie, og mange følte tidvis at fremdriften var lovlig langsom. Nå er tiden gått, og vi kan tillate oss et så sammentrengt perspektiv for utviklingen til nå. En annen ting er at når vi ser fremover, tenker vi på hva som kan og bør skje i hvert eneste av de årene som kommer.

Vi antar nå at Oslofjorden passerte sitt mest forurensede stadium midt i 1970-årene. Nøyaktig kan dette ikke tidfestes, da de naturlige variasjoner fra år til år overskygger den midlere tilstand. Det ble tidlig antatt, og senere konstatert, at overgjødning var fjordens hovedproblem. Næringssaltene, særlig fosfor og nitrogen, stimulerte algeveksten så sterkt, at fjorden tok skade av det. Det er gjort forsøk på å angi fjordens ekstra fosfortilførsel over et langt tidsrom (Fig. 4).

Fra ca. 1965 er tallene delvis bygget på målinger, men ennå idag er vi usikre på hvor stor den totale mengde er. Denne enkle kurve viser med all ønskelig tydelighet at fjordens tilførsler lenge utviklet seg dramatisk. Først i de senere år er det oppnådd betydelige resultater som har snudd utviklingen.



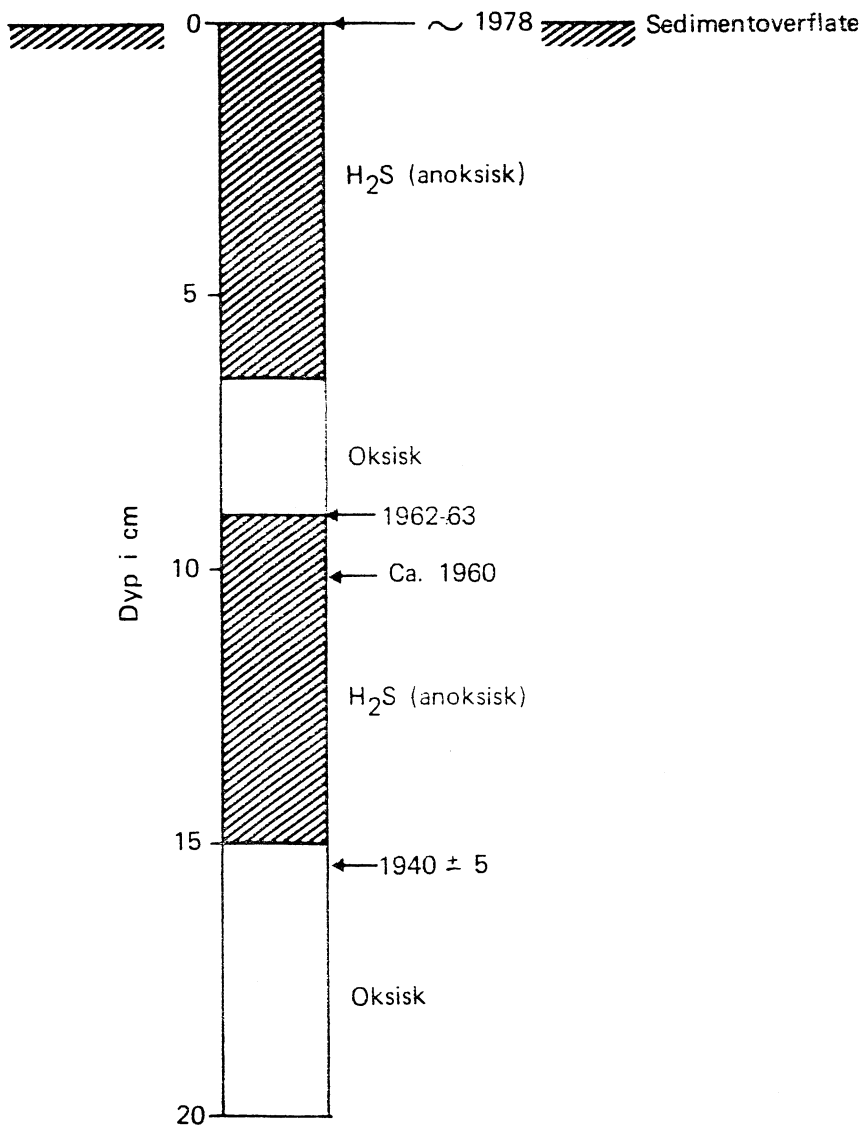
Figur 4.

Fosforutslipp fra land til Indre Oslofjord 1920—1986. (Baalsrud og Holtan, 1987).

Ennå en måte å illustrere den senere tids utvikling på, er å se på sedimentene (Fig. 5). De bevarer fortiden i seg på godt og ondt.

Denne figuren gjengir utseende av en sedimentkjerne som ble tatt i Bunnefjorden. Alderen nedover er bestemt med en blyisotop, og skal være ganske troverdig. Vi vet at det dypere nede også har vært svarte sedimenter som resultat av råttent bunnvann, men fra og med ca. 1940 har det vært mange perioder med dårlige oksygenforhold. Det er bemerkelsesverdig at akkurat i årene fra 1962 er det forbigående bedre forhold. Det var nettopp i de årene at den store Oslofjordundersøkelsen foregikk. Vi visste dengang at forholdene var spesielle. Det var fire meget dårlige badesomre på rad. Men fordi det var prosessene som ble studert, var undersøkelsenes verdi lite påvirket av dette naturens lune.

Dagens situasjon kan best beskrives særskilt for overflatelaget og dyplaget (Fig. 6).



Figur 5. Sedimentkjerne fra 150 meter dyp i Bunnefjorden. Skravert felt representerer anoksiske (råtne) sedimenter. (Jens Skei, pers. meddelelse).

	Bly Pb	Kadmium Cd	Krom Cr	Kopper Cu	Sink Zn	Kvikksølv Hg	Nikkel Ni
Bekkelaget RA	260	27	168	3800	5935		720
SRV	340	54	600	2100	7400	83	1100
Fra luften		57			1100	19	

Tabell 2. Utslipp av tungmetaller i kg/år 1985 (Baalsrud og Holtan 1987).

Men først en omtale av miljøgiftproblemer, som rammer alle vannmasser.

Miljøgiftproblemerne har til nå ikke vært ansett som viktige i Indre Oslofjord. I en del andre fjorder er det påvist langt alvorligere forhold. Det er imidlertid rapportert til dels høye konsentrasjoner i bunnsedimenter som er mindre enn ti år gamle. Det er videre påvist overkonsentrasjoner av tungmetaller, klorerte forbindelser og PAH i forskjellige marine organismer. Innholdet av PCB i torskelever ble påvist å ligge innenfor området hvor stort konsum frarådes. Ved de to store rensanleggene tas det nå regelmessige prøver av giftinnholdet i avløpsvannet.

I tabell 2 er vist tall for tungmetaller i avløpsvann til fjorden. Selv om konsentrasjonene kan være små, er dette alt i alt så betydelige mengder at noe må gjøres for å redusere dem.

Bekkelaget rensanlegg har til nå vært hovedmottaker av industrielt avløpsvann i Osloregionen. Oslo vann- og avløpsverk, OVA, har nedlagt et stort arbeid i å få disse tilførselene kartlagt og redusert.

En hovedvanskelighet i å føre dette arbeidet videre, er at vi ikke kjenner alle kildene til miljøgiftutslippene. Det kan derfor være et tidkrevende tålmodighetsarbeid å komme videre. Antagelig bør miljøgiftsiden også få større oppmerksomhet som forskningsområde.

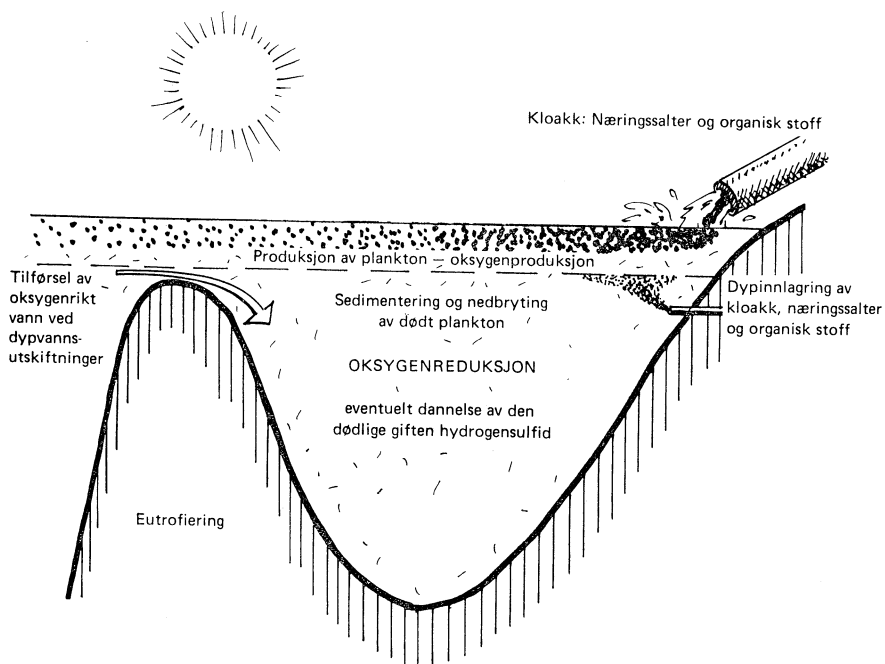
Overflatelaget ned til 20 m er generelt blitt betydelig bedre gjennom de siste 5 år. Det er en alminnelig mening at vannet ikke lenger er markert grumset og farget. Hoved-åren for dette må tilfalle det nye avløpssystem vest som har tatt opp i seg alle tidligere utløp til vassdrag og fjord på strekningen fra Akerselva til Røyken.

Saneringen er imidlertid ikke fullført. Ennå er det enkelthus og små boligområder både i øst og vest i fjorden som ikke har ordnede avløpsforhold. Selv om vassdragene nå er blitt så rene at fisken kommer tilbake, mottar de fremdeles både flytende og fast avfall. Også småbåtfolket og skipstrafikken, bidrar med skrot og avløp, dog i betydelig mindre omfang enn tidligere.

Strendenes tilstand er viktig. De badende er ikke lenger i samme grad plaget av grønske og gjørmete bund. Tang og tare har fått bedre forhold, og kan med de bedre lysforhold vokse dypere ned i vannet. Det ser etterhvert ut til at de mere følsomme arter som forurensningene jages bort, langsomt er på vei inn igjen.

Overflatelaget og strendene er altså markert bedre, men det er ennå nødvendig med fortsatt sanering før situasjonen kan sies å være tilfredsstillende.

Dyplaget under 20 m har i en årrekke vært sterkt skadelidende. De tilførte forurensninger og spesielt den store produksjon av alger i overflatelaget som over-



Figur 6. Forenklet bilde av de primære effektene ved utslipp av kloakkvann til Oslofjorden.

gjødslingen førte til, førte til en sekundærbelastning av de dypere vannlag. Tilførselen av oksygen er her sterkt begrenset, og strakk ikke til for nedbrytningen av alt det tilførte organiske materialet. Derfor råtnet vannet og alt dyreliv ble utvasket i store områder.

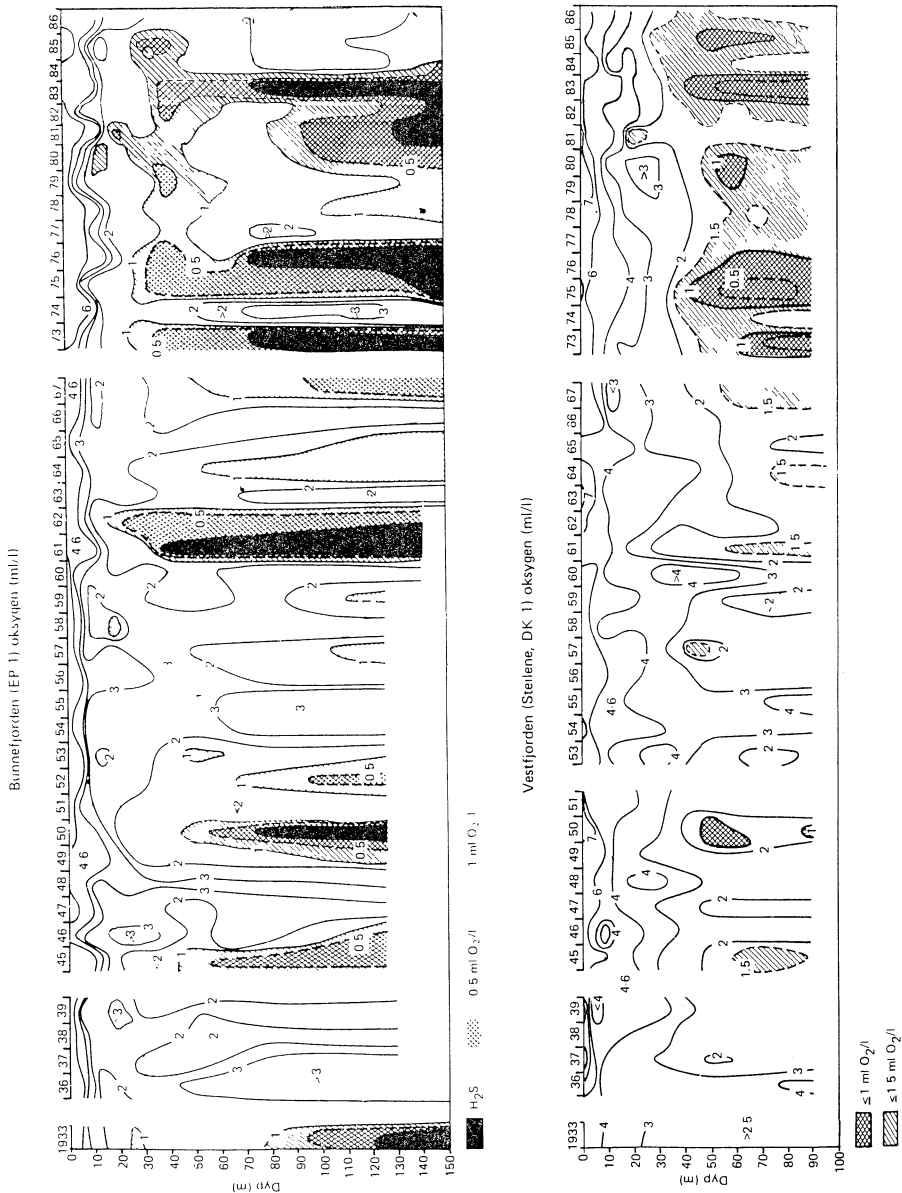
Den beste illustrasjon på Oslofjordens hovedproblem er diagrammene som viser oksygeninnholdet fra overflate til bunn over mange år.

Figur 7 viser oksygeninnholdet for hovedstasjonene midt i Bunnefjorden (EP 1) og midt i Vestfjorden (KN 1). Diagrammet er ajour ut 1986. Neste måling er midt i februar 1987. Det er valgt noe forskjellige oksygenverdier for konturlinjene

på de to stasjonene. Det fremgår tydelig at fjorden så å si sammenhengende har vært i faresonen i lang tid. Det sees videre at de to hovedbassenger reagerer i takt, som man måtte vente. Den siste dramatiske situasjon var vinteren 1983—84.

Da oksygenforbruk i dyplaget nå er blitt Oslofjordens hovedproblem, skal dette punkt omtales noe nærmere.

Fra naturens side er mange norske terskelfjorder utsatt for oksygenproblemer i dypvannet. Det skyldes ganske enkelt at på grunn av terskelen vil fornyelsen av bunnvann gå for langsomt i forhold til oksygenforbruket. Oksygenforbruket skyldes i første omgang organisk stoff (alger, andre organismer, organisk materiale fra land)



Figur 7. Oksygeninnhold i Bunnefjorden (EP 1) og Vestfjorden (DK 1) fra 1933 til 1986. (Magnusson 1986, supplert med tall for 1986).

Kilde	Vannmengde mill m ³ /år	Fosfor t P/år	Org. stoff t C/år	Nitrogen t N/år
Bekkelaget med overløp	40,6	39	1279	870
SRV med overløp	117	27	2247	1586
Nordre Foilo	4	2,2	120	55
Nesodden 4 RA	2	1,2	60	25
Sætre	0,2	0,3	10	6
Andre RA	3	1,4	70	30
Elver og bekker		48	4500	575
Tette flater		20	960	140
Direkte utslipp		18	270	90
Lekkasjer		113	1844	568
SUM	166,8	270,1	11360	3963

Tabell 3. Forurensningsutslipp til Indre Oslofjord, 1985. Data for Bekkelaget og SRV er 1986-tall. (Baalsrud og Holtan 1987).

som synker ned og blir nedbrutt. Mange norske fjorder har så grunne terskler at de fra naturens side er mer eller mindre permanent råtne. Oslofjorden er ikke en slik fjord. Den har greid seg bra inntil bysamfunnene vokste frem. Bunnefjorden er mest utsatt, både fordi den ligger lengst inne og fordi den er islagt og beskyttet mot vind og kulde om vinteren. Det ble der i forrige århundre målt oksygeninnhold så lavt som ca. 1 ml oksygen/l.

Menneskets påvirkning av Indre Oslofjord er mangfoldig. Takket være systematiske målinger gjennom lengre tid har vi relativt god oversikt. Hoved-tallene sees av tabell 3 som viser situasjonen så godt vi kjenner den i 1986.

De nederste tall gir summene, som også inngikk i tabell 1. Disse tilførslene når fjorden på forskjellig vis. Noe går til dypvannet og innlagres under 20 m. Noe kommer til overflaten og blander seg ut i hovedmassene. Noe kommer ut lokalt i

grunne områder og omsettes delvis før det når hovedfjorden. Alle næringssalter i de øvre vannlag, hvor lyset slipper til, kan gi algevekst, altså sekundær-dannet organisk stoff. En viss fraksjon av alger og andre partikler i overflatelaget synker ned og forbruker oksygen i dypvannet under sin nedbrytning.

Tabell 4 viser resultatet av et første forsøk på å regne om tilførsler til oksygenforbruk i dyplaget. Det har vært nødvendig å gjøre en rekke antagelser. Nye målinger og utvikling av bedre modeller kan gi betydelige forbedringer.

Vi har ennå ikke datagrunnlag for å sette opp et brutto regnskap for oksygen i dyplaget, det vil si under 20 m. Men det er noen holdepunkter. Den årlige dypvannsfornyelse er beregnet på grunnlag av de hydrografiske data (Tab. 5).

Det nye dypvann kommer inn med et oksygeninnhold på ca. 5 ml/l. Midlere årlige tilførsel blir da 27 000 tonn oksy-

Utslipp	Skjønnsmessig tilbakeholdelse på grunne områder (over 20 m) %	Antatt Tffaktor	TOF oksygenforbruk tonn O/år			Totalt
			Fra Tot-P	Fra TOC	Fra Tot-N	
Bekkelaget renseanlegg uten belastning fra sentraloverløpet	0	0,50	853	1530	1900	4283
Bekkelagets sentraloverløp	0	0,75	1774	442	389	2605
Bislettbekken og Lysaker overløp	0	0,75	41	10	9	69
Sentralrenseanlegg vest	0	0,10	143	2719	4790	7652
Andre renseanlegg i indre Oslofjord	0	0,50	138	247	308	693
Elver og bekker	60	1,0	1056	648	158	1862
Arealavrenning fra tettsteder	40	1,0	660	208	86	954
Direkte utslipp til fjorden	30	1,0	693	69	65	827
Lekkasjer til fjorden	80	1,0	1243	133	117	1493
Totalt til dyplaget (avrundet)			6500	6000	7500	20000

Tabell 4. Beregning av oksygenforbruket i dyplaget til bele Indre Oslofjord ut fra de viktigste utslippene fra land. Basert på 1985-verdier. (Baalsrud et al 1986).

År	Utskiftet vannvolum (mill. kubikkmeter)	% av fjordens volum under 20 meters dyp
1973	1200	20
1974	8300	140
1975	1200	20
1976	3300	55
1977	5900	100
1978	2800	45
1979	3700	60
1980	3200	54
1981	3200	54
1982	4600	77
1983	2100	35
1984	6300	106
1985*	4400	74
Middel	3860	65

Tabell 5. Beregnet dyppvannsfornyelse 1973—85 i Indre Oslofjord. (Magnusson 1986).

gen. Det har variert mellom 8 000 og 60 000 tonn siden 1973. Den totale tilførsel av oksygen til dyplaget vil være større, dels på grunn av mange små utskiftninger i mellomdypet og dels på grunn av diffusjon fra overflatelaget. Innposten for oksygen til dyplaget kan kanskje tilsammen utgjøre 30—40 000 tonn.

Hvis fisk, reker og andre dyr skal leve og trives, bør oksygenkonsentrasjonen helst ikke komme under 2 ml/l noe sted. Det vil si at ikke mere enn ca. halvparten av oksygentilførselen er tilgjengelig for nedbrytningsprosessene.

Som en første grov-tilnærning får vi at noe omkring 15—20 000 tonn oksygen kan forbrukes årlig. Dette skal dekke både det naturlige oksygenforbruk i dyplaget, som Indre Oslofjord har i likhet med alle andre fjorder, og det som skyldes menneskelig påvirkning. Det må understrekes at det ikke foreligger oseanografiske data for å sette opp dette oksygenregnskap.

OPPSUMMERING

Konklusjon på denne oversikt og ajourføring er at tiden nå synes å være inne til

å flytte hovedoppmerksomheten fra fosforbudsjetter til oksygenbudsjetter. Fremdeles er fosforkontroll meget viktig idet fosfor er den enkelt-komponent blant forurensningene som har størst betydning. Men fosforrensing og dypvannsutslipp har gitt så gode resultater at andre oksygenkrevende forurensninger nå også er blitt betydningsfulle.

En overgang til å sette oksygenbudsjettet i sentrum betyr store faglige utfordringer. Vår forståelse av de dynamiske prosesser i fjorden, både de fysiske og de biologiske, må økes vesentlig. Det må utarbeides modeller som viser sammenhengen mellom påvirkninger og effekter. Lykkes det, og det ser ut til å være faglig grunnlag for det, vil man få det verktøy som kreves for en fullverdig forvaltning av Indre Oslofjord som resipient og som naturressurs.

Det må allikevel ikke glemmes at Oslofjorden også har et miljøgiftproblem. Det kan etterhånden komme til å fremstå som det viktigste.

HENVISNINGER

- Baalsrud, K., Lystad, J. og L. Vråle, 1986. Vurdering av Oslofjorden. Rapport 86166, NIVA.
- Baalsrud, K. og G. Holtan, 1987. Forurensningsprognose for Indre Oslofjord. Rapport 86209. NIVA.
- Magnusson, J. 1987. Overvåking av forurensningssituasjonen 1985. Indre Oslofjord. Rapport 265/87, NIVA.
- Gray, J. S. og M. I. Abdullah, 1986. Resipientundersøkelsen i nærrområdet ved SRV, 1980/1981 og 1985. Biologisk institutt, Univ. i Oslo.
- Baalsrud, K. 1968. Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. NIVA, Oslo.