

Miljøpåvirkninger i fjordområder — et perspektiv på forskningsbehovet

Av Jon Knutzen

Jon Knutzen er ansatt som seksjonsleder ved Norsk institutt for vannforskning. Han er cand. real. fra Universitetet i Oslo, 1967, med marinobiologi som hovedfag.

I. Innledning.

I foreliggende artikkel drøftes den utvikling som kan ventes i de nærmeste år når det gjelder studier av forurensningsvirkninger i norske fjordområder. Hovedvekten er lagt på en analyse av aktuelle arbeidsoppgaver. I tillegg fremmes det en del synspunkter på organiseringen av arbeidet.

Omfattende og målrettede studier med henblikk på å beskrive virkningene av ulike miljøinngrep er en ung gren av norsk oseanografi. Begynnelsen kan likevel spores tilbake til 1930-årene, men noe omfang av betydning har ikke disse betrebelsene hatt før i de siste 10—15 år. Foruten ved universitetene i Tromsø, Trondheim, Bergen og Oslo, har anvendt fjordforskning vært en viktig del av virksomheten ved Vassdrags- og Havnelaboratoriet, Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt og Norsk institutt for vannforskning.

Selv om man har holdt på relativt kort tid, er det utført flere store undersøkelser som har spent over et

vidt spekter av problemer, både ut fra et praktisk forvaltningssynspunkt og faglig. I prinsippet har man vært konfrontert med de fleste typer av forurensninger, men størst innsats har det vært gjort på å belyse effektene av belastning med organisk stoff og næringssalter; i de senere år også tungmetaller. Dertil kommer studier som har tatt sikte på å bedømme effektene av endret ferskvannstilførsel eller store kjølevannsutslipp. I stor grad har det dreiet seg om oppdragsundersøkelser, vesentlig finansiert ved offentlige midler, i mindre grad fra næringslivet. Som eksempler på større prosjekter som har vært utført eller som er i gang kan nevnes undersøkelsene i Trondheimsfjorden, Sørfjorden, Fensfjorden (Mongstad), Oslofjorden og Frierfjorden.

Behovene for forurensningsstudier synes vel dokumentert og nødvendig å argumentere for. Det må imidlertid med en gang understrekes at det ikke finnes noen egen gren som kan betegnes «forurensningsoseanografi». Etter hvert som de mer innlysende

tilfeller av uheldige miljøpåvirkninger oppklares og finner sin løsning, vil problemene man står overfor bli av mer komplisert karakter. I praksis er dette det samme som at avhengigheten av innsikt på nær sagt alle oseanografiens områder blir større. Den anvendte forskning blir i tiltagende grad overlappende med grunnforskning.

II. Forskningsoppgavene.

Undersøkelser av miljøpåvirkninger har som siktemål å skaffe en basis for styring, enten i retning av å bevare naturtilstanden eller mot definerte, ønskelige forandringer. Mer konkret vil dette dreie seg om følgende: 1) vurdering av konsekvenser, 2) etablering av toleransenivåer og 3) tilveiebringelse av kunnskap som muliggjør inngrep med henblikk på positiv utnyttelse av vannforekomstene. Det er hvor langt man har kommet på disse tre felter som her har vært utgangspunktet for å vurdere viktigheten av de problemer man står overfor å løse. Foreløpig har man i stor grad vært tvunget til å bearbeide spørsmål som gjelder konsekvenser og toleransenivåer. Dette vil fortsatt ha aktualitet i årene som kommer, men det er rimelig å anta at en aktiv utnyttelse av spillprodukter og energi bør tiltrekke seg økende oppmerksomhet.

a) *Bionegative stoffer.*

Denne uensartede gruppe har bare en fellesnevner: deres ensidige ugunstige effekt på akvatiske samfunn. Spørsmålene innskrenker seg til å bedømme og beskrive de uheldige føl-

ger av belastningen, eventuelt å finne frem til akseptable nivåer i miljøet.

Når det gjelder *stoffer som er akutt giftige i lave konsentrasjoner*, er virkningene gjennomgående godt kjent fra eksperimentelle undersøkelser og fra beskrivelser av organismesamfunn i utslippsområder. Den tilgjengelige informasjon vil ofte være tilstrekkelig som beslutningsgrunnlag for myndighetene — under forutsetning av at eventuell tvil om hva som vil være en tolerabel belastning faller resipienten til gode. Det vil alltid være forbundet med usikkerhet å bedømme virkningene på hele samfunn ut fra viten om enkeltarternes reaksjoner. Ved større utslipp bør man derfor etablere mer regelmessig overvåking av resipienttilstanden enn det har vært praksis tidligere. Det må også forventes et visst behov for vitenskapelig arbeid i forbindelse med interesseavveining i konkrete utslippsaker (resipientinteresser mot bedrifts- og samfunnsøkonomiske hensyn).

Stoffer som primært utgjør en fare på grunn av akkumulerende egenskaper har man forholdsmessig dårlig grunnlag for å vurdere. Slik må det rimeligvis være når hovedproblemet er å utrede effekter av subletale tilførsler med mange forskjellige stoffer som transporteres, oppkonsentreres, akkumuleres eller nedbrytes/nøytraliseres på ulike vis. Man kan nevne tre hovedgrunner for intensivert forskning på området:

- 1) I en rekke fjorder er det registrert høye konsentrasjoner av tungmetaller i vann, sedimenter og organismer, (i enkelte tilfeller også oppkonsentrering gjennom nærings-

kjeder) uten at man er i stand til å utrede konsekvensene tilfredsstillende. I noe mindre utstrekning gjelder det samme for miljøfremmede organiske forbindelser.

- 2) Ved siden av iøynefallende giftvirkninger på hardt belastede lokaliteter, kommer observasjoner som tyder på tilstedeværelsen av veksthemmende faktorer, også på steder der det ikke har vært mulig å peke på noen bestemt årsak. Dette er f.eks. tilfelle i Oslofjorden, og eksemplene må ventes å bli flere ved næyere studier i andre områder.
- 3) Tilførselene av miljøgifter er av ukjent størrelse og til dels vanskelig kontrollerbare. Dette skyldes at vanlige kloakkvannsrensetiltak ikke tar hånd om slike forurensninger; videre analysetekniske vanskeligheter og det forhold at en vesentlig del av belastningen stammer fra diffuse tilførsler, dvs. gjennom havstrømmer og lufttransport.

Ovennevnte punkter gjør det aktuelt med et samtidig fremstøt på flere fronter: kartlegging av tilførsler, registrering av nåværende nivåer i vann, sedimenter og organismer (indikatorarter) i et utvalg fjorder, overvåking av forholdene rundt større utslipp, og ikke minst eksperimentelle undersøkelser over akkumulering og giftvirkninger. Dette arbeidet er til dels kommet i gang og har allerede bragt viktige resultater, bl.a. når det gjelder betydningen av kompleksdannende forbindelser og metallenes tilstandsform. Ut fra visse premisser er det imidlertid her et behov som

er langt større enn den forskningskapasitet som står til rådighet. En viktig årsak til dette er at man umiddelbart kommer i berøring med et mangfold av grunnleggende økologiske spørsmål. (Det at svarene har praktisk forvaltningsmessig interesse gjør det beklageligvis ikke lettere å finne dem.) En annen grunn er det uoverskuelige problemkomplekset syngistiske eventuelt antagonistiske (dvs. innbyrdes forsterkende eller svekkende) forurensningseffekter. Dette siste er naturligvis et moment som er viktig ved bedømmelsen av alle forurensende stoffer, ikke bare slike som har akkumulerende egenskaper.

Virkningen av massive belastninger med *olje og oljebekjempningsmidler* er sannsynligvis tilstrekkelig dokumentert for praktiske formål. Imidlertid er det viktig å ha en nasjonal kompetanse på feltet, særlig i sammenheng med bruk av kjemiske bekjempningsmidler, langtidsvirkninger av større katastrofer og dessuten virkningen av lav belastning over lang tid. Alle disse problemer har fått økende aktualitet gjennom utvinning av olje på den norske del av kontinentalsokkelen. Det samme gjelder naturlig nedbrytning av olje ved lave vanntemperaturer. Forskningskompetanse på de nevnte felter må ses på som en ubetinget nødvendig del av oljevernberedskapen. Blant annet introduseres det stadig nye oljeemulgerende midler, hvis virkninger trengs belyst gjennom forsøksvirksomhet. En overvurdering av slike midlers fortrefelighet vil kunne være til hinder for at hovedvekten i oljevernberedskapen legges på mer

skånsomme tiltak (dvs. mekaniske vernemidler). Innsikt på ulike feiter av naturvitenskap er likeledes en betingelse for å kunne forutse de mer langsiktige konsekvensene av et stort utslipp. Den mistenkte kreftfremkallende effekt av enkelte forbindelser i olje utgjør et problem som primært må belyses ved eksperimenter (samtidig som det er aktuelt med overvåkingsstudier nær større utslipp der komponenter som polysykliske aromatiske hydrokarboner finnes i høye konsentrasjoner).

Det er neppe nødvendig å påpeke betydningen av å ha basiskunnskaper om sammenhengen mellom meteorologiske forhold og vannbevegelse i de områder som vil være mest utsatt etter uhell ved oljeboring eller ilandføring. Oljeutvinningen aktualiserer dessuten økte bestrebelse på å kartlegge de ressurser som vil bli sterkest berørt ved en katastrofe: fisk, skaldyr, tang og tare og andre organismer på grunt vann. Av muligens mer indirekte betydning for norsk havforskning, men vesentlig i forvaltningssøyemed, er en avklaring av i hvor stor grad stoffer fra petroleumsprodukter føres til det marine miljø gjennom lufttransport og nedbør.

Utgangspunktet for vurderingen av *radioaktive stoffer* er i prinsippet enkelt: rutinemessige utslipp skal ligge på et slikt nivå at den mest utsatte befolkningsgruppe er sikret mot en årlig strålingsdose over en fastsatt grense. Denne grensen er samtidig så lav at strålingsaktiviteten i resipientene vil ligge vesentlig under de nivåer der skader på organismer har

latt seg påvise. Ytterligere forskning kan dermed i stor mon synes overflødiggjort. Det eksisterer et behov for utredning av effekten av lang tids belastning med lav strålingsaktivitet, men utbyttet er usikkert og norsk innsats dermed mindre aktuell. Større aktualitet har da overvåking av aktivitetsnivåer og ervervelse av kunnskaper om resipientene til anvendelse ved uforutsette utslipp. Begrunnelsen for en overvåking er bl.a. at den sikrer en kompetanseberedskap som er ønskelig i sammenheng med at internasjonal utbygging av kjernekraft vil skje i økende grad.

b) *Nedbrytbart organisk materiale og gjødselstoffer.*

Virkningene av overbelastning med organisk stoff og næringssalter er av de mest utbredte forurensningssymptomer i våre fjorder. Selv om konsekvensene og mekanismene er klarlagt i prinsippet, er det knyttet store praktiske interesser til en fortsatt belysning av problemet. Forholdet er at man særlig på to områder mangler informasjon av betydning for forvaltningen av de berørte fjorder og for beslutninger som angår rensetekniske tiltak. Det gjelder spørsmålene om tillatelige belastningsnivåer og vekstbegrensende faktorer. Hvor det dreier seg om uønskede virkninger av høy belastning med plantenæringsstoffer, vil man søke å gjøre et av stoffene nitrogen eller fosfor til en begrensende faktor. I flere fjorder er det sannsynliggjort at tilgangen på fosfor begrenser algeveksten. Nyere resultater har imidlertid også vist at nitrogen kan være minimumsfaktor. Sannsynligvis vil

man kunne få tilfeller der dette veksler gjennom året for den samme fjorden. Det må videre understrekes at andre plantenæringsstoffer kan spille en tilsvarende rolle, f.eks. jern eller spormetaller. Både dette problemet og spørsmål om tåleevne har interesse i relasjon til hvilken type renseanlegg som det er aktuelt å satse på. Hvis man ønsker slike forhold belyst, krever det en ikke liten innsats fordi resipientene må vurderes ut fra sine særegne trekk. Det som trengs er både laboratorie- og feltforsøk med alger, referansestudier og enklere overvåkingsprogrammer. Et særskilt problem som fortjener å nevnes, er oksygenforholdene i terskelfjorder. Det kunnskapsnivå man etter hvert har nådd både innen hydrofysikk og marin biologi skulle tilsa at det for de best undersøkte av disse fjordene skulle være mulig å utvikle modeller for beskrivelse av oksygenomsetningen. Godt formulerte teoretiske oksygenbudsjetter synes å være en av veiene å gå for å øke evnen til forutsigelse og dermed få et anvendelig redskap i fjordforvaltningen.

c) *Kjølevannsutslipp, endret ferskvannstilførsel og andre påvirkninger.*

Med mindre dempning av den økonomiske vekst får større gjennomslagkraft, vil man i de nærmeste årtider både få en intensivert utnyttelse av gjenværende vannkraftressurser, samt betydelig utbygging av kjerne- og/eller varmekraftverk. Dette vil ledsages av vesentlige endringer i tilrenningen av ferskvann eller store utslipp av oppvarmet vann. I den grad

konsekvensene av disse inngrep ønskes utredet, ligger det her en svær utfordring til de fleste grener av norsk fjordforskning. Sannsynligvis er det innenfor denne type påvirkninger at anvendelsen av såvel fysiske som matematiske modeller hurtigst vil kunne gi praktisk anvendbare resultater som det ikke hadde vært mulig å oppnå på annen måte.

I forhold til de påvirkningskategorier som hittil er behandlet, kan forsøpling og utslipp/dumping av mineralisk materiale sies å være av underordnet betydning. Det samme gjelder vel den tiltagende ødeleggelse av gruntvannsområder og våtmark ved gjenfylling i forbindelse med opparbeidelse av industriarealer, havneutvidelser og veibygging. Man skal imidlertid være klar over at for mindre interessegrupper og lokalsamfunn kan slike inngrep være mer følbare enn storstilte påvirkninger som gjør seg gjeldende på en mer subtil måte over tid. Derfor fortjener også slikt som forsøpling, mudring, landgjenvinning og lokalforurensning med partikulær materiale oppmerksomhet. Kanskje bør det tas særlig hensyn til gruntvanns- og våtmarksarealer, som på mange måter er viktige for det øvrige akvatiske liv. Begrepet skjærgårdsslitasje rommer også sider som det fordres oseanografisk kompetanse for å vurdere, men som hittil ikke har vært særlig i brennpunktet.

Undersøkelser over hygieniske forhold er det sparsomt med i norske fjorder, mens det i andre land til dels er utstrakt overvåking av både vann og organismer i resipienter hvor det er rekreasjonsinteresser eller foregår

fangst av spiselige organismer. Særskilt i forbindelse med en økt utnyttelse av fjorder til dyrkingsformål må det forventes et behov for forskning innen marin bakteriologi, virologi og miljøtoksikologi.

d) *Fjordbruk og fjordforbedring.*

Husholdningskloakkvann og annet avløpsvann som inneholder lett nedbrytbare organiske forbindelser og /eller gjødselstoffer kan i teorien benyttes som næring ved dyrking av dyr og planter. I USA har man med hell forsøkt å kjøre sammen kjølevannsutslipp og kloakkvann med det formål å oppnå et gunstig miljø for flere typer av organismer, som høstes og selges. Uforurenset kjølevann kan i vårt land tenkes benyttet i forbindelse med kultivering av fisk, dersom det er ønskelig med en lokal heving av temperaturen. Videre vil det være mulig å styre større utslipp slik at man bedrer vannutskiftingen i avstengte bassenger.

Senking av terskeldyp representerer en annen mulighet, innblåsing av luft likeså. Bevisst utnyttelse av spillprodukter og styring av resipientforhold er et forsømt felt mer av økonomiske enn av teknisk/naturvitenskapelige grunner.

III. Styring.

Forurensningsundersøkelser i fjorder kan stort sett inndeles i tre typer av studier som griper over i og utfyller hverandre: Grunnlagsstudier, resipientundersøkelser og overvåking. (I tillegg kommer ren kontroll av rensesanleggs drift etc.). Etter hvert som man i stigende grad retter oppmerksomheten mot spørsmål som

bare kan besvares på basis av mer vidtgående kjennskap til naturgrunnlaget, vil det være behov for grunnforskningsbetonet virksomhet. Med mindre det blir en sterk økning i innsatsen (og her er det andre hindringer enn bare økonomi), vil dette i praksis si at forskning på kort sikt ikke kan bidra vesentlig til å bedre beslutningsgrunnlaget. Følgelig må man kombinere handling på det eksisterende grunnlag med langsiktig forskning/overvåking.

I en situasjon som ovenfor skissert vil mange være tilbøyelig til å fremheve betydningen av prioritering, koordinering og styring. På bakgrunn av problemkompleksets uoverskuelighet, kryssende brukerinteresser og misforholdet mellom oppgavens omfang og tilgjengelige arbeidsressurser, kan man med like stor rett hevde at utvelgelsen av oppgaver *må* bli tilfeldig. I stedet for å betone betydningen av *hva* som undersøkes, kan man legge hovedvekten på *hvordan* det gjøres. Påstanden går med andre ord ut på at det er vanskelig å ikke gjøre nytte for seg — bare arbeidet har faglig kvalitet.

Skal styring av miljøforskning være noe mer enn et byråkratisk skuebrød, må det bli en hovedbeskjeftigelse for et lite antall personer med fremragende faglig kompetanse. Med dette menes seniorforskere som så vidt mulig kombinerer solid bakgrunn i de tradisjonelle disipliner med innsikt i forurensningsproblemer. Siden hovedbrukerne av resultatene fra forurensningsstudier er lokale og sentrale forvaltningsmyndigheter, synes det naturlig at denne kompetanse bygges

opp innenfor Miljøverndepartementet, eventuelt i form av åremålsstillinger. Hvis det er ønskelig med en faglig kvalifisert styring av forurensningsforskning, må universitetene og andre aktuelle forskningsinstitusjoner være forberedt på å yte et offer ved å avgi personale til dette formål.

Miljøforskningens fremste misjon synes mer og mer å ligge i at den tilveiebringer et objektivt grunnlag for dannelse av en ressursbevarende holdning. Uten at en slik holdning blir utbredt vil det være vanskelig å få igjennom de tiltrengte beslutninger. Etableringen av dette objektive (dvs. tilnærmet «udiskutable») grunnlaget forutsetter utvidet erkjennelse og høy faglig standard. Fra et organisatorisk synspunkt oppnås dette best gjennom satsing på oppbygging av teoretisk kompetanse, større prosjekter og kontinuitet i arbeidet. Bred faglig dekning vil til dels følge av seg selv, og øvrige koordinerings- og samarbeidsbestrebelse kan ivaretas på institusjons- eller forskernivå.

Hvis norsk oseanografisk forskning lider av små miljøer og instituttinn-avl, så er dette trolig mest skadelig for miljøforskningen, som fordrer dekning av alle disipliner innen faget. En omstrukturering kan synes urealistisk og er muligens heller ikke ønskelig ut fra f.eks. undervisningsmessige og distriktpolitiske hensyn. Ett kjedelig forhold skulle det imidlertid være mulig å rette på, nemlig den manglende utveksling av forskere mellom grunnforskningsinstitusjonene og oppdragsinstituttene. Dette kan oppnås dels ved fellesprosjekter, dels ved at virksomheten innen anvendt

forskning gjøres mer langsiktig og derved i høyere grad gir grunnlag for meriterende publikasjoner.

IV. Konklusjoner og anbefalinger.

Belysning av forurensningsproblemer i fjorder vil i økende grad kreve utvidet økologisk erkjennelse. Kombinert med overvåkingsstudier bør det derfor i større grad enn tidligere satses på grunnlagsforskning.

Den mistenkte snikforgiftning og generelle tendens til forringelse av miljøet i en del fjorder utgjør den største faglige utfordring. Imidlertid vil det fremdeles være en viktig oppgave å definere tolerable belastningsnivåer for nedbrytbart organisk stoff og næringsalter. Fremstilling av oksygenbudsjetter for terskelfjorder synes i så henseende å være en nærliggende angrepsmåte.

Med fortsatt vekstøkonomi må man forvente et stort behov for å belyse virkningene av endret ferskvannstilførsel og store kjølevannsinntak og -utslipp.

Utnyttelse av naturlige avfallsstoffer for aquakultur og fjordforbedrende tiltak er et område som bør vies økt oppmerksomhet.

Mulighetene for en vesentlig bedring av myndighetenes beslutningsgrunnlag er på kort sikt begrenset. Innenfor relativt vide rammer bør derfor også anvendt forskning primært styres ut fra faglige kriterier.

— o —

Temaet ressurskartlegging ligger på siden av denne artikkelens emne. Det er imidlertid innlysende at en samordning med studier for å belyse miljøpåvirkninger, vil være formåls-tjenlig.