

Forslag til norsk liste over prioriterte miljøgifter i vann

Jon Knutzen

Jon Knutzen er ansatt som forsker på Norsk Institutt for Vannforskning.

SAMMENDRAG

Basert på effekt- og forekomstkriterier er det foreslått en listen over stoffer som bør prioriteres ved arbeidet med miljøgifter i norske vannforekomster (tabell 1). Den videre rangering innskrenker seg foreløpig til en inndeling i 2 prioritetsgrupper, samt en del stoffer som bør vurderes nærmere. I tilknytning til listen er det kort redegjort for det som anses å være hovedproblemene forbundet med en del av stoffene, spesielt ut fra deres forekomst i Norge. På dette grunnlag er det også antydnet en videre prioritering i form av satsingsområder.

BAKGRUNN

Som et ledd i sitt arbeid med miljøgiftproblemer har Statens Forurensningstilsyn (SFT) gitt NIVA i oppdrag å liste ca. 50 stoffer/stoffgrupper som i denne forbindelse anses å være de viktigste i norsk vannressursforvaltning. Parallelle utredninger om miljøgifter i luft og jord er også i gang.

SFT har tidligere fått gjort flere beslektede utredninger (Bekkevold 1983, Ramslo 1983, Sletten og Mathiesen 1983), den siste av dem som direkte ledd i det igangværende prosjekt (Gåseidnes 1985). Resultatene fra disse utredninger (bl.a. ulikheten i utvalg og prioritering hos de tre førstnevnte, som fikk samme oppgave) kan

tjene til å illustrere arbeidets problematiske karakter. Blant disse (delvis overlappende) vanskelighetene kan nevnes:

- avveining av forskjellige dimensjoner (f.eks. farlighet gitt av stoffets egen-skaper versus dets forekomst/betydning)
- manglende kunnskaper om dets egen-skaper og/eller dets betydning i Norge
- manifeste skader (konsekvenser) mot potensielle trusler
- dagsaktuelle behov mot langsiktig strategi.

Det foreliggende forslag pretenderer ikke å løse disse vanskeligheter, som i ikke liten grad har karakter dels av verdivalg og dels av praktisk tilpasning til norsk miljøgiftforskningskompetanse, samt til rammer som bevilgende myndigheter har gitt den aktuelle forvaltningssektor. F.eks. kan man i praksis tenke seg muligheten av at norske forvaltningsmyndigheter for enkelte stoffer i søkelyset velger å vente med undersøkelser, utredninger eller tiltak inntil man ser resultater av igangværende virksomhet i andre land (mest nærliggende å tenke på er Sverige).

Forutsetningen for oppdraget til NIVA har vært at det skulle bygge på eksisterende kunnskaper (deriblant tidligere utredninger og utenlandske lister over prioriterte miljøgifter). Arbeidets omfang skulle i

første omgang begrenses til et par ukeverk. Det opprinnelige forslag til stoffliste fremkom som resultat av en idedugnad ved instituttet (Knutzen og medarb. 1986). Etter fremleggelse på et nordisk seminar og senere drøftelser med SFT og i en referansegruppe, er det kommet mindre tilføyelser og endringer.

Stofflisten som presenteres her er fremdeles under vurdering og må betraktes som et forslag. I tillegg kommer at en slik liste må være under stadig revurdering i lys av ny erkjennelse.

STOFFLISTE OG UTVELGELSESKRITERIER

Listen over stoffer er vist i tabell 1. Foreløpig innskrenker den videre prioritering seg til oppdeling i en første og en andre gruppe, samt en gruppe stoffer for nærmere vurdering.

Stoffene er valgt ut på grunnlag av visse *egenskaps- og forekomstkriterier*.

Egenskapskriteriene har vært (ikke prioritert rekkefølge):

- A: Akutt giftighet
- B: Persistens (bestandighet)
- C: Bioakkumulering
- D: Sublethale effekter (endringer i arvestoffet, kreftfremkallende virkning, fosterskader, andre kroniske virkninger).

I prinsippet bør egenskaper som persistens (bestandighet) og tilbøyelighet til bioakkumulering (særlig oppkonsentrering langs næringskjeder) tillegges størst vekt. Imidlertid er det et problem å tallfeste den innbyrdes vektlegging mellom de fire egenskapskriteriene.

Forekomstkriteriene har vært:

- I Stoffer som vi vet gjør skade i Norge, inklusiv å interferere med brukerinteresser i vid forstand.
- II De vi vet finnes i vårt land og som mistenkes å gjøre skade.
- III Stoffer som er eller kan være et problem andre steder, og som vi ikke kjenner utbredelse og nivå av i Norge.
- IV «Nye» miljøgifter som dannes ved industrielle prosesser ved norske bedrifter, men som er utilstrekkelig kjent på grunn av manglende karakterisering av industrielt avløpsvann.
- V Tilfeller av at (uoversiktlig) mange giftige stoffer forekommer sammen (industrielt avløpsvann — bransjer).

Kategori V er tatt med fordi en streng kjemisk tolkning av «stoff/stoffgruppe» dels impliserer innsikt som ikke i fullt monn er til stede, dels ser bort fra en realitet som både møtes i praksis og som er gjenstand for berettiget teoretisk spekulasjon: samvirke mellom flere miljøgifter. Betragtning av det samlede avløp (eventuelt delstrømmer) fra aktuelle problembransjer (problemprosesser) garderer mot en for ensidig teoretisk angrepsvinkel. Kriteriet V er kommet til anvendelse der man står overfor kompliserte stoffblandinger i avløpsvann som hittil bare er delvis karakterisert, eller der en gruppe stoffer regelmessig forekommer sammen i en varierende blanding. Eksempler er blekeriavløp, vaske- og løsningsmidler.

Kriterium V overlapper med de øvrige (I—IV). For oversiktlighetens skyld er derfor bare I—IV brukt ved den summariske begrunnelsen i tabell 1.

Av tabell 1 ses også at det delvis er valgt å betrakte grupper av nær beslektede stoffer under ett. Flere av disse tilfellene re-

Tabell 1. Foreløpig liste over stoffer/stoffgrupper prioritert etter I-IV og A-D (se tekst) i to grupper, samt en gruppe for nærmere vurdering.

? markerer manglende opplysninger eller kunnskaper

() indikerer i moderat grad eller usikkerhet mht. vedkommende kriterier

[] markerer tvil mht. gruppeplassering (bytte gruppe eller om stoffet bør være med)

Stoff	I	II	III	IV	A	B	C ¹	D
<u>Gruppe 1</u>								
Kvikksølv (særlig metylkvikksølv)	x				x	x	x	x
Kadmium	x				x	x	x	x
Kobber	x				x	x		(x)
Bly	(x)	x			(x)	x	x	x
Sink	x				x	x		
Aluminium	x				x	x		(x)
[Organotinnforbindelser]								
Tributyltinnoksyd, tributyltinnfluorid			(x)	x	x	(x)	(x)	
Trifenyltinnfluorid								
<u>Cancerogene PAH²</u>								
Benzo(a)pyren	x				x	(x)	(x)	x
Benzo(b)fluoranthren	x				(x)	(x)	(x)	x
Benzo(j)fluoranthren	x				(x)	(x)	(x)	x
<u>Persistente klororganiske I:</u>								
EPOCl (sum persistente klororganiske)	x	x	x	x	(x)	x	x	x
Heksaklorbenzen	x		x		x	x	x	x
Oktaklorstyren	x		(x)		(x)	x	x	x
PCB	(x)	x	x		x	x	x	x
Lindan (γ HCH)		(x)	(x)		x	(x)	(x)	(x)
Klorerte alkylbenzener	x		?	x	(x)	(x)	(x)	?
<u>Klorblekeriavløp</u>								
(med bl.a. polare klorcymener og upolare klorerte fenoler, katekoler og quaiakoler, klorerte ligniner med derivater)	x				x	(x)	(x)	?
<u>Gruppe 2:</u>								
Fluor		x			x	x	x	x
Nikkel		x			(x)	x		(x)
[Arsen]		(x)			(x)	x		(x)
Krom		(x)			x	x		(x)
<u>Cancerogene PAH II³ :</u>								
Benzo(c)fenanthren		x			(x)	(x)	(x)	x
Dibenz(a,h)antracen		x			(x)	(x)	(x)	x

Tabell 1 (forts.)

Stoff	I	II	III	IV	A	B	C ¹	D
Persistente klororganiske II								
Klorerte dioksiner		?	(x)		x	x	(x)	(x)
Klorerte dibenzofuraner		?	(x)		x	x	(x)	(x)
[Klorerte parafiner ?] (Gruppe 1?)		x	(x)		(x)	x	x	?
Polyklorerte naftalener			(x)		(x)	x	x	(x)
[Toksafen?] (Gruppe 1?)		x	x		x	(x)	x	x
Clordan		(x)	(x)		(x)	(x)	(x)	?
DDT og nedbrytingsprodukter		(x)	x		(x)	x	x	x
Klorerte benzener unntatt HCB	(x)				?	x	x	?
Klorerte styrener unntatt OCS	(x)				?	x	x	?
Dekaklorbifenyl	x				(x)	x	x	?
EPOBr (sum persistente bromorganiske) ⁴	(x)	x			?	x	x	?
[Arylfosfater]		(x)	(x)		(x)	x	(x)	(x)
[Isopropyletylthionocarbamat] ⁵		(x)			?	(x)	?	?
FOR NÆRMERE VURDERING								
Herbicider/pesticider i landbruk/skogbruk		x			x?	(x?)	(x?)	x?
Ftalater		(x)				(x)	(x)	(x)
Avløp fra tekstilindustri		(x)			(x)	?	?	?
Asbest i vannforsyning (ikke drikkevannaspektet)		(x)			?	(x)	?	x?
NTA (nitrilotrieddiksyre)		(x)			(x)	x	(x)	x
Raffineriavløp	(x)				(x)		(x)	(x)
Vaskemidler/løsningsmidler		(x)			x	(x)	?	?
Sølv		(x)			x	x		?
Indium		(x)			x	x		?
Beryllium		(x)			x	x		?
Alkylfenoletoxylater m. nedbrytn.prod. (Nonylfenol o.a.)								
Alkylbenzosulfonater								

- 1) Alle de nevnte metaller akkumulerer i organismer under vedvarende belastning, men det er bare krysset av for de elementer og forbindelser der dette må anses å være et problem. Oppkonsentreringer langs næringskjeder gjelder sannsynligvis vesentlig for kvikksølv, muligens også kadmium (fugl og pattedyr som lever av forurenset fisk, skjell og krepsdyr).
- 2) De mengdemessig mest betydningsfulle i gassvaskeavløp fra smelteverk.
- 3) Like sterkt kreftfremkallende som benzo(a)pyren, men av mer sporadisk (usikker) forekomst og i betydelig mindre mengder.
- 4) Dannes bl.a. ved reaksjon mellom klororganiske forbindelser og sjøvann.
- 5) Syntetisk flotasjonskjemikalium med relativ høy persistens. Påvist i vann flere km fra kildene. Har i de senere år erstattet de før vanlige "pine oils" og xanthater. Mange tonn slipper årlig ut fra norske kiseredningsverk.

flekterer generelt ufullstendige kunnskaper og/eller behov for en nasjonal opprusting av kompetanse.

Når olje/oljederivater og radioaktive nuklider ikke er med på listen, har dette vesentlig en administrativ begrunnelse (behandles av forvaltningen i særskilt sammenheng i likhet med sur nedbør).

UTVALGTE STOFFERS EGENSKAPER I RELASJON TIL DET AKVATISKE MILJØ OG BRUKRINTERESSER

I det følgende gjengis summarisk det som antas å utgjøre hovedproblemene forbundet med forekomst av utvalgte stoffer og stoffgrupper fra listen i tabell 1.

Kvikksølv

Kvikksølv knyttes lett til sulfhydrylgrupper på proteiner og kan derved nedsette aktiviteten til enzymer. Blant de alvorligste subletale effekter hos mennesker og hvirveldyr er forstyrrelser i sentralnervesystemet (metylkvikksølv gjennomtrenger blod—hjerne barrieren).

Direkte giftvirkning fra forurenset vann og sedimenter antas lite aktuelt (svært begrensede områder, episodisk). Akkumulering av metylikvikksølv og resulterende kroniske giftvirkninger fra små doser over lang tid utgjør hovedproblemet. Mest utsatt er toppleddene i akvatiske næringskjeder (sjøfugl/rovfugl muligens også pattedyr som sel, mink, oter). Bestandstruende effekter i regionalt omfang er så vidt vites bare sannsynliggjort for enkelte arter av fugl.

Det er mange eksempler på lokale, delvis regionale begrensninger på rekreasjons-, fiske- og akvakulturinteresser på grunn av helsemessig betenkelig høyt innhold av kvikksølv i fisk og skjell. I Norge kan nevnes Frierfjorden og Sørfjorden, samt stor

ørret og gjedde i enkelte innsjøer/vassdrag. Regional kartlegging av kvikksølv i fisk mangler i vår land, derved også grunnlag for å vurdere mulig risiko knyttet til lufttransport og mobilisering av kvikksølv ved forurening.

Kadmium

Dette metall har meget lang oppholdstid i kroppen (halveringstid 10—20 år). Akkumulering hos pattedyr skjer i bl.a. lever og nyre. Forstyrrelse av nyrefunksjonen og dermed sammenhengende skader på benvev utgjør sannsynligvis den største risiko ved kadmiumeksponering hos pattedyr.

Direkte (akutte) giftvirkninger av kadmium overfor akvatiske organismer er bare sannsynlig nær enkelte utslipp i fjorder og ved gruveavrenning. Kroniske virkninger på dyr som inngår i akvatiske næringskjeder er kjent bl.a. i form av ryggradskrumning hos fisk. Det må antas at dette også kan påvirke reduserte bestander.

Til tross for disse dokumenterte giftvirkninger er sannsynligvis akkumulering av kadmium i spiselige organismer det største problemet. Saltvannsorganismer (særlig krepsdyr, men også muslinger) har høyt naturlig innhold av kadmium, til dels over grenseverdier ellers anbefalt for næringsmidler. Følgelig er det fiske, akvakultur og rekreasjon som er de mest utsatte brukerinteresser. I Norge er det særlig Sørfjorden og Hardangerfjorden som er et eksempel på dette, men også resipienter for gruveavløp og gassvaskevann fra smelteverk er utsatt.

Bly

Direkte giftvirkning i vannmiljøet inntreffer først ved konsentrasjon relativt høyt over bakgrunnsnivået, slik at denne form for risiko må anses liten, selv nær utslipp.

(Blyhagl utgjør et spesialtilfelle som krever oppmerksomhet og antagelig tiltak i en del vannforekomster.) Oppkonsentrering langs næringskjeder er heller ikke kjent (kort halveringstid i bløtt vev, benvev som hovedlager). Grenseverdier for bly i mat skyldes gardering mot risiko for subletale effekter, først og fremst i nervesystemet. Særlig barn er utsatt for hjerneskader ved blyeksponering.

Selv om absorpsjonen av bly fra tarmen er lav, antas at blyinnholdet i spiselige organismer å være mer kritisk enn økosystemeffekter (annet enn lokalt ved utslipp og gruveavrenning). Imidlertid har blyinnholdet i ferskvann og kystnære områder gjennomgått en betydelig generell økning (ofte flerdobling) på grunn av bilavgaser, veiavrenning og atmosfærings nedfall. Konsekvensene av dette for akvatiske samfunn er ukjent (f.eks. hva angår blyakkumulering og hjerneskade hos sjøfugl og fiskeetende pattedyr). Følgelig er det også av hensyn til det akvatiske miljø påkrevet med en restriktiv holdning mht. spredning av bly til omgivelsene.

I Norge er de viktigste punktkildene gruveavrenning (ferskvann), dessuten opprenningsverk og et sinkverk (saltvann).

Kobber

Dette metall har meget høy akutt giftighet overfor flere typer av organismer, bl.a. fisk og planktonalger (for sistnevnte omkring metallens bakgrunnsnivå, avhengig av tilstandsform). Akkumulering skjer i betydelig grad i planter, mer varierende i dyr (moderat i fisk). Oppkonsentrering langs næringskjeder skjer ikke eller i ubetydelig grad. Av ovenstående følger at de akutte effekter fra punktkilder er mest betenkelig, dernest mulige kroniske effekter direkte fra kobber i vann og særlig sedi-

menter (slik det er sannsynliggjort fra siste års sammenstilling av overvåkingsresultater fra en rekke fjorder, kfr. Rygg 1984).

Punktkilder er i vårt land vesentlig gruveavrenning, og i saltvannsresipienter dessuten opprenningsverk, smelteverk og elektrokjemisk industri.

Sink

For sink gjelder generelt det samme som nevnt under kobber, men sink er betydelig mindre giftig overfor de fleste akvatiske organismer. Imidlertid ledsages sinkbelastning som regel av kadmium. Akvatiske økosystemer og brukerinteresser knyttet til vann kan anses beskyttet når det tas hensyn til akutte og kroniske effekter av direkte karakter (fra vann, eventuelt via sediment).

Viktigste punktkilder er gruveavrenning, opprenningsverk, et sinkverk og en del smelteverk og annen metallindustri. (Tilførsel fra galvanotekniske bedrifter antas nå å være på et betryggende nivå.)

Aluminium

Forsurning mobiliserer aluminium, som ved lav pH (ca. 5.0) er giftig overfor fisk o.a. i lave konsentrasjoner, og som dessuten mistenkes å kunne ha helsemessige konsekvenser. Problemet har stort omfang i Sør-Norge og representerer den største manifesterede miljøgiftskade i landet.

Krom

Krom kan eksistere i to oksidasjonstrinn i vann — III og VI, hvorav sistnevnte er mest giftig. Imidlertid er det vanskelig å bestemme andelen av de to tilstandsformene, som dessuten kan gå over i hverandre under ulike, og foreløpig mangelfullt definerte forhold. Inntil slike forhold er av-

klart må derfor sum oppløst krom tas i betraktning.

I likhet med de tidligere behandlede metaller kan Cr(VI) være giftig ved såvidt lave konsentrasjoner som 10—100 µg/l, som imidlertid er høyt over naturlige nivåer. Planter og hvirvelløse dyr kan akkumulere krom i betydelig grad, men det er liten eller ingen risiko for oppkonsentrering langs næringskjeder.

Med avløp fra galvanoteknisk industri under kontroll, er det bare få vannforekomster i Norge som berøres av krombelastning i en grad som kan være betenkelig (Glomma/Hvaler). Det er imidlertid behov for å få bedre kunnskaper om mulige effekter fra tidligere og eksisterende garveriavløp. Det samme kan gjelde enkelte malingfabrikker.

Nikkel

Direkte akutt eller kronisk giftvirkning fra vannets innhold av nikkel synes å være den mest kritiske faktor, idet oppkonsentrering via næringskjeder ikke er kjent å representere noen trusel, hverken mot toppleddene i akvatiske næringskjeder eller fra et helsemessig synspunkt (nikkel i spiselege organismer).

En god del nikkel tilføres vann via atmosfæren (forbrenning av olje), mens antallet større punktkilder i Norge er begrenset til et nikkelverk med utslipp i Kristiansandsfjorden.

Arsén

Virkningen av arsen har med jevne mellomrom vært fokusert, men synes ikke å representere noen vesentlig risiko i det vandige miljø, med unntak for lokale resipienter. Disse er fåtallige i Norge og av moderat størrelse etter reduksjonen av utslippet i Kristiansandsfjorden (Ranafjor-

den?). Ved gruveavløp som inneholder arsen synes giftvirkninger å være tilstrekkelig forklart ved kobber og sink. Lokalt kan dumping av impregneringsvæske ha betydning.

Organo-tinn

Flere organiske tinnforbindelser benyttes som begroingshindrende middel i skipsmaling. Ved undersøkelser i utlandet er giftvirkning konstatert på snegl og muslinger ved så lave konsentrasjoner som ned mot 1 µg/l (enda lavere overfor enkelte andre organismer). Orienterende analyser av sedimenter i en større småbåthavn i Norge har ikke vist alarmerende verdier, men det er også behov for informasjon om akkumulering i organismer.

Øvrige metaller

For disse mangler i stor grad opplysninger både om giftighet, akkumuleringsegenskaper og kilder. Ingen større punktkilder har vært fokusert i Norge (unntatt for jern (Glomma) — et spesialtilfelle som underkastes egen behandling).

Fluor

Fluor er et av de stoffene som i hvertfall overfor enkelte saltvannsorganismer har vist seg giftig i konsentrasjoner mindre enn en størrelsesorden over det naturlige nivå. (Absoluttnivåene for skade er likevel lavest i ferskvann, kfr. det generelt sett betydelig lavere fluorinnhold i ferskvann jevnført med saltvann). Akkumuleringsegenskapene er utilstrekkelig kjent, men enkelte resultater kan tyde på at fastsittende marine alger akkumulerer mer enn proporsjonalt med konsentrasjonsøkningen i vannet. Eventuell akkumulering i dyr og oppkonsentrering langs næringskjeder er lite studert, men sannsynligvis vil fluor pri-

mært knyttes til skall og bensubstans. Fluorinnholdet i spiselige marine organismer har interesse ut fra både helsemessig synsvinkel og næringslivsinteresser.

«Persistente klororganiske forbindelser (PCB, HCB, DDT, etc.)

Forskjellige organiske forbindelser med midlere molekylstørrelse (opp til molvekt 600—1000) og med et høyt innhold av klor har generelt vist seg å ha et høyt akkumuleringspotensial og i noen tilfeller oppkonsentreres langs næringskjeder. Særlig utsatt for oppkonsentrering er dyr som får det vesentlige av sitt inntak via føden (sjøfugl, rovfugl, sel, oter, mink).

Virkningene på utsatte organismer er fremdeles utilstrekkelig kjent og uoversiktlig, men mangfoldig og sterkt betenkelig: forstyrrelse av hormon- sanse- og nervefunksjoner, dessuten innvirkning på blod-sirkulasjonen. Enkelte av stoffene er i tillegg konstatert å kunne påvirke arvestoffet og være kreftfremkallende. Gjennomtrengning av barrieren mellom livmoren og fosteret må også nevnes. Resultatet av dette kan ha bestandstruende omfang (eggskallfortynnelse hos fugl, forplantningsevne hos sel), dessuten medføre storskala dyreplageri (sel/Østersjøen).

Helsemessige forhold, rekreasjons- og næringsinteresser kan sterkt berøres ved opphoping av slike stoffer i spiselige organismer.

Selv om noen av stoffene også viser akutt giftighet overfor enkelte arter i lave konsentrasjoner (PCB, klorerte dioksiner, klorerte dibenzofuraner), er vannløseligheten så liten at det er skader ved lang eksponering og/eller forårsaket av stadig høyere konsentrasjoner i fettholdig vev (bl.a. nerveceller og kjertler) som representerer den egentlige risiko.

De aktuelle stoffene har noe forskjellig giftighets- og akkumuleringsegenskaper, men med våre nåværende kunnskaper er det påkrevet med generell aktsomhet og restriktiv holdning til alle som inngår i denne gruppen (DDT med nedbrytningsprodukter og kjemisk nærstående forbindelser, PCB, toksafen, klordan, klorerte benzener, styrener, parafiner, natalenter, dioksiner, dibenzofuraner). I denne forbindelse må anvendeligheten av sumvariabelen EPOCI (ekstraherbart persistent organisk bundet klor) vurderes.

Foruten atmosfærisk tilførsel må tas i betraktning lokale diffuse kilder (all forbrenning av klorholdig materiale, særlig ved nærvær av kull, avfallsdeponier (PCB i gamle transformatorer og kondensatorer), videre forurensninger i industrikjemikalier (f.eks. klorfenoler).

I Norge har man et par større punktkilder for heksaklorbenzen (HCB), okta-klorstyren, klorerte alkylbenzener m.m. som har foranlediget advarsel mot å spise fisk og skalldyr (Kristiansandsfjorden, Frierfjorden). Nevnes må også påvisningen av de giftigste blant gruppen klorerte dioksiner i fisk fra Kristiansandsfjorden.

Som punktkilder kan også betraktes bruken av lindan mot barkbiller i tømmeropplag. Bruken av klorerte hydrokarboner som pesticider i landbruket er ellers begrenset.

Brom-organiske forbindelser

I prinsippet må organobromforbindelser betraktes på linje med klororganiske stoffer, men virkningen er lite studert og punktkilder er ikke kjent i Norge (med forbehold for Kristiansandsfjorden og Frierfjorden, der det imidlertid er uklart i hvilken grad forekomsten skyldes klororganiske forbindelsers reaksjon med brom ved utslipp i sjøvann).

Klorblekeriavløp

Avløpsvannet fra klorblekerier utgjør en kompleks og varierende sammensetning (bl.a. avhengig av om det dreier seg om sulfitt- eller sulfatcellulose, videre av celluloseens lignininnhold og dermed klorbehovet). Inntil det er bedre belyst hvilke stoffer som representerer den største risiko bør derfor blekeriavløp ses på under ett. Et stort innslag utgjør flyktige klor- og bromforbindelser, samt andre lavmolekylære stoffer som klorerte fenoler, guaiakoler og katekoler og de mindre vannløselige klorerte cymener og ligninderivater. I resipientene omdannes også klorerte guaiakoler og klorerte ligniner bakterielt til klorerte veratroler og anisoler. De sistnevnte er mer bestandige enn guaiakolonene og mer bioakkumulerende enn ligninene.

Norge har store blekeriutslipp i Iddefjorden, Glomma og Oslofjorden (Tofte). Alle disse blekeriavløpene er tilstrekkelig karakterisert (nå påbegynt for Iddefjordutslippets vedkommende) og resipientforholdene tilsvarende dårlig belyst.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

Denne gruppen av tjærestoffer omfatter flere potensielt kreftfremkallende stoffer (bl.a. benzo(a)pyren, benzo(c)fenantren, dibenz(a,h)antracen og benzo(b, j)fluoranten). Selv om enkelte PAH er påvist å ha virkning i lave konsentrasjoner, er det konsekvensene av PAH-akkumulering i spiselige organismer som er årsak til størst bekymring (begrensninger på rekreasjon, fiske og akvakultur). Forekomst av PAH i mat må anses generelt uønsket, men foreløpig er det ikke noe bestemt epidemiologisk eller annet medisinsk grunnlag for å påstå en sammenheng mellom overhyppighet av f.eks. mavekreft og høyere PAH-inn-

tak enn vanlig gjennom føden (i motsetning til det som gjelder PAH-eksponering via luft og lungekreft).

Oppkonsentrering langs næringskjeder finner ikke sted i noen grad som kan sette høyere ledd i kjedene i fare, idet særlig hvirveldyr har god evne til omsetning og påfølgende utskillelse av nedbrytningsproduktene. Imidlertid kan særlig muslinger akkumulere PAH til 2—3 størrelsesordner (10-potenser) over bakgrunnskonsentrasjoner, og betydelige overkonsentrasjoner kan også opptre i krepsdyr og fisk.

Virkningene på akvatiske organismer er generelt dårlig undersøkt. Særlig gjelder dette en nærliggende hypotese om sammenheng mellom overhyppighet av sår og svulster hos fisk ved intim kontakt med PAH-forurensede sedimenter (slik som i mange estuarer og eller nær større utslipp). I det siste er det imidlertid kommet stadig flere rapporter, både fra felt- og laboratoriestudier, som sannsynliggjør slike skader.

Norge har en rekke store punktutslipp av PAH til fjorder ved gassvaskevann fra smelteverk med Søderbergelektroder (jernverk, aluminiumsverk, ferromanganverk), dessuten fra produksjon av anoder og koks. Virkningene i form av overkonsentrasjoner i muslinger kan i flere tilfeller spores 10—20 og opp til 50 km fra kilden.

Polyaromater med oksygen, svovel eller nitrogen i ringstrukturen vil ofte forekomme sammen med PAH (samme kilder), men oftest i lavere konsentrasjoner i det akvatiske miljø. Også slike heterosykliske forbindelser omfatter en del forbindelser med kreftfremkallende egenskaper, (bl.a. enkelte nitrogenholdige substanser — azaarener).

Gruppen er ofret vesentlig mindre oppmerksomhet enn PAH, og behovet for utredninger og eventuelt nærmere undersøkelser bør vurderes. (Imidlertid er det sann-

synlig at eventuelle farer for skade er mer knyttet til luft- enn vannforurensning).

Herbicider og pesticider

Dette er en gruppe uensartede stoffer, hvis betydning i lokalt utsatte vannforekomster har vært gjenstand for liten oppmerksomhet. Selv om det er streng kontroll med bruken av stoffene (Giftnemnda, Statens Plantevern), kan det være behov for vurderinger og eventuelt utredninger om mulige konsekvenser for vannlevende organismer.

Øvrige stoffer og stoffgrupper

For de stoffer/grupper som står oppført på listen i tabell 1, men som ikke er kommentert ovenfor, synes det først å være behov for en nærmere drøftelse av om de overhodet bør figurere på en liste over prioriterte miljøgifttemaer i vann. Eventuelt bør det tilgjengelige materialet om bruk i Norge og utenlandske erfaringer sammenstilles som grunnlag for slike vurderinger. Dette gjelder:

— Ftalater — Avløp fra tekstilindustri — Arylfosfater (uaktuelle p.g.a. liten bruk?) — Alkylfenoletoxylater og deres muligens meget persistente nedbrytningsprodukter (nonylfenol o.a.) — Alkylbenzozulfonater — NTA — Kjemikalier i løsningsmidler — Isopropylethylthionocarbat.

I arbeidet så langt synes det ikke fremkommet tilstrekkelig begrunnelse hverken for eller mot å inkludere eller utelate de som her er nevnt.

VIDERE PRIORITERING?

Ut fra Norges situasjon, dvs. vår natur og den nasjonale kompetanse, kan man forsøksvis peke på følgende som bør komme høyt på en liste over satsingsområder:

- Kvikksølv
 - Kobber
 - Aluminium
 - Kadmium
 - Komplekset EPOCI (ekstraherbart persistent organisk bundet klor, identifikasjon av stoffer som inngår i denne sumvariable, *dernest* eventuell kartlegging av bakgrunnsnivåer.
 - Enkelte bestandige klororganiske forbindelser som HCB (heksaklorbenzen), OCS (oktaklorstyren) og klorakylbenzener.
 - PAH (eventuelt også beslektede heterosykliske aromater)
- eller mer tematisk:
- forsurening
 - gruveavløp
 - aluminiumsindustri
 - blekeriavløp.

For mange andre stoffer og problemråder vil Norge som en liten nasjon være henvisst til i det vesentlige å trekke på utenlandske resultater. *Imidlertid er det et poeng at dette gjøres på en mer planlagt måte enn hittil.* Forurensnings- og miljøvernmyndighetene burde ha god mulighet til å utforme slike planer og få dem gjennomført ved en hensiktsmessig styring av utredningsmidler.

Slike oppgavers omfang, kompetansekrav og tidsperspektiv må ikke undervurderes, slik det er mange eksempler på i tidligere utredningsarbeid.

HENVISNINGER

- Bekkevold, I., 1983. Identifisering av problemkjemikalier. Rapport fra A/S Miljøplan, prosjekt 523—83 Trondheim, des. 1983. 30 s + bilag.
- Gåseidnes, K., 1985. Norsk liste over miljøgifter. Petreco a.s., rapport nr. 50585. 22 s. + vedlegg.
- Knutzen, J., Arnesen, R. T., Berglind, L., Grande, M., Källqvist, T., Kvalvånæs, K. og J. Skei, 1986. O-85171. Forslag til stoffliste over miljøgifter i vann. Arbeidsnotat. Revidert utgave 24/1 1986. 12 s.
- Ramslo, R., 1983. Identifisering av problemkjemikalier. Rapport fra SINTEF, prosjekt-nr. 214748.00, 12.12.83. 10 s.
- Rygg, B. 1984. Økologiske skadevirkninger av kopperforurensning i det marine miljø. VANN 4 (1984): 464—474.
- Sletten, T. og B. Mathiesen, 1983. Identifisering av problemkjemikalier i forbrukersammenheng. Sentralinstitutt for industriell forskning, rapport nr. 831011-1. 16 s.