

# Mikroforurensninger – akutte og lang-siktige virkninger

Av *cand.real.* Jon Knutzen

Jon Knutzen er ansatt som forsker ved Norsk institutt for vannforskning. Han er *cand. real.* fra Universitetet i Oslo i 1967 med marinbiologi som hovedfag.

## 1. Innledning.

Uttrykket mikroforurensninger er av forholdsvis ny opprinnelse og har først i senere tid begynt å opptre hyppig i debatten om disse spørsmål. Begrepet er omfattende, og det byr på problemer å gi en kortfattet karakteristikk av de forurensningsformer som kan føres til en slik gruppe. Overgangen til motstykket «makroforurensninger» vil rimeligvis være glidende. Som en innledning kan det likevel være nyttig å stille disse to begreper mot hverandre.

Med nødvendig forbehold kan det da sies at makroforurensninger fremkalles av mer eller mindre lett observerbare påvirkninger, f. eks. store kloakkvannutslipp, industriavløp, oljелеkkasjer etc. Virkningene vil i grove trekk være tilsvarende åpenbare. Mikroforurensninger skyldes ofte belastninger som er vanskelige å påvise, f. eks. av stoffer i meget lave konsentrasjoner. Når det gjelder virkningene, vil det kunne by på problemer å spore dem tilbake til årsakene. Det er karakteristisk for visse typer mikroforurensninger at stoffene opp-

konsentreres i organismene i forhold til i miljøet. Når organismene mangler evnen til å bryte ned eller skille ut stoffer, vil disse akkumulere, dvs. nå stadig høyere konsentrasjon inntil det kan opptre giftvirkninger. Dette skjer vel å merke mens den registrerbare belastning hele tiden er lav. Som et siste moment bør det understrekes at for flertallet av mikroforurensningenes vedkommende gjelder det at de både virker og spres på en måte som er utilstrekkelig utredet.

## 2. Typer av mikroforurensning.

Hvis man innskrenker mikroforurensninger til å omfatte belastning med kjemiske stoffer, og utelukker virus og fysiske påvirkninger, kan mikroforurensningene inndeles kjemisk i uorganiske og organiske forbindelser. Dette hjelper imidlertid lite på forståelsen av fenomenene. Alternativt kunne man skille mellom naturlig forekommende og naturfremmede stoffer. Denne inndeling er heller ikke særlig tilfredsstillende fordi stoffene i disse to grupper til dels vil ha beslektet virkemåte. Oppmerksomheten

vil derfor bli rettet mot to prinsipielt forskjellige effekter: Henholdsvis stimulans og undertrykkelse av organismer. Her må man dog være oppmerksom på at stoffer som er nødvendige som næring, vil ha giftvirkning i høyere konsentrasjoner. Som en tredje gruppe kommer slike stoffer som først og fremst virker ved å sette lukt og smak på vannet; men som for øvrig har en — så vidt vites — nøytral effekt ved lave konsentrasjoner.

### 3. Mikronæringssemner.

Grunnen til at også næringsemner må regnes som forurensninger, er som kjent at vannorganismer kan opptre som sekundære forurensninger ved tilførsel av slike stoffer. Denne sekundære effekt kan være vel så alvorlig som den øyeblikkelige virkning av et utslipp. Et illustrerende eksempel er kloakkvannbelastning. Kloakkvann er uestetisk og uhygienisk, men de største problemene oppstår på grunn av innholdet av oppløste organiske og uorganiske næringsstoffer. Disse gir opphav til vekst av forskjellige slag, og derved f.eks. en sekundær grumsing (o. a.) av de mottagende vannmasser, som er langt mer omfattende enn det utslippet direkte gir opphav til.

Når det gjelder eutrofiering, har man lenge vært klar over at det finnes mer mellom himmel og jord — med andre ord i vann — enn nitrogen og fosfor. Det er ingen tvil om at andre stoffer er med på å bringe effekten, og at de i enkelte tilfeller kan spille en avgjørende rolle. Vanskeligheten består i at de opptrer i

konsentrasjoner som kan være ned mot påviselighetsgrensen for kjemiske analysemetoder, spesielt når man tar i betraktning at de finnes i ulike tilstander og former, og at det ikke er tilstrekkelig utredet hvilke former av grunnstoffene som er tilgjengelige for organismene.

Blant mikronæringsstoffene vil de organiske forbindelsene ha vitamin- eller hormoneffekt. De øvrige benevnes sporstoffer eller sporelementer. Som eksempler kan nevnes jern, mangan, kobber, sink, kobolt, bor, molybden o. a. Alle disse er naturlig til stede i små mengder i vann. I husholdningskloakkvann og andre typer avløp kan innholdet være forholdsvis meget høyere, og i den grad stoffene stimulerer ønsket vekst, må de regnes som mikroforurensninger. Deres betydning i forhold til makronæringsstoffer og andre faktorer er imidlertid usikker. I fremtiden vil de bli omfattet med økende interesse, og arbeidet som tar sikte på å belyse disse problemer. Det ligger også mye ugjort og venter på det analytiske området og med hensyn til å undersøke effektiviteten av ulike rensemetoder i å fjerne slike komponenter fra kloakkvannet.

Flere ulike typer mikroforurensninger kan ledsage algeoppblomstringer. Enten under oppblomstringen eller i bestandens nedgangsfase skiller algene eller tilknyttede bakterier ut stoffer, som luktes og smakes i konsentrasjoner ned til  $1/10^9$ , dvs. i en fortykning på én til en milliard. Andre utskilte forbindelser tilhører noen av de mest giftige forbindelser

som kjennes. Enkelte blågrønnalgearter har slike giftige stammer, men det mest kjente eksempel er muligens paralytisk blåskjellforgiftning, som skyldes akkumulering i blåskjell av særskilte dinoflagellater (en gruppe encellede alger). For at blåskjellene skal bli livsfarlig giftige, må det være store forekomster av vedkommende dinoflagellat; noe som igjen forutsetter god tilgang på næringsstoffer. Medmindre det treffes tiltak i retning av å kontrollere belastningen med næringsstoffer, er det en rimelig antagelse at problemene med smaksfremkallende og/eller giftig planteplankton vil melde seg i økende grad, og at det kanskje vil bli en mer spenningsblandet fornøyelse å nyte blåskjell fra indre fjordstrøk. Foreløpig har det likevel vært forholdsvis bagatellmessige problemer i vårt land, skjønt det i enkelte drikkevannsforsyninger har vært merket generende lukt og smak i forbindelse med masseforekomst av alger (Gjersjøen og Mjøsa).

#### 4. Lukt- og smaksfremkallende stoffer.

Ved siden av de nevnte stoffskifte- og nedbrytningsprodukter fra alger er det en rekke andre kjemiske forbindelser som i lave konsentrasjoner kan gjøre en vannforekomst ubrukelig som drikkevannskilde. De mest aktuelle eksempler er klorfenoler, dieselolje og bensin, som kan merkes ved konsentrasjoner fra 10 mikrogram pr. liter og ned til 0,05 mikrogram pr. liter. Små mengder fenol gjør fisk uspiselig etc. Også en rekke

pesticider gir vond lukt og smak, om enn for det meste i noe høyere konsentrasjoner (10—1 000 mikrogram pr. liter). Selv episodiske forurensninger av grunnvannsreservoarer med slike stoffer kan ha alvorlige konsekvenser på grunn av den generelt langsomme utskiftning i grunnvannsbassenger og høye renseomkostninger.

For så vidt som man må vente at både antallet av stoffer og mengdene vil tilta i overskuelig fremtid, kan man anta at problemet med lukt- og smaksfremkallende forurensninger vil bli større. På den annen side har man allerede måttet vie fenomenet oppmerksomhet, og en rekke rensemetoder er i bruk eller under utprøving.

#### 5. Giftige stoffer.

Ser man bort fra at også nødvendige grunnstoffer og forbindelser virker toksisk i for høye konsentrasjoner, kan gifter karakteriseres ved at de normalt ikke inngår i organismenes stoffskifte. Videre er det typisk at de bare i utilstrekkelig grad kan holdes ute, skilles ut eller omformes til mindre farlige stoffskifteprodukter. Mikroforurensninger er som nevnt et dårlig avgrenset begrep, og det er vanskelig å vite hva som skal tas med. Det kan imidlertid forsvares å inkludere kategoriene biocider, klorerte hydrokarboner fra industrielle prosesser, tungmetaller, diverse oljebestanddelene og oljeprodukter, radioaktive stoffer, syntetiske detergenter og for øvrig et stort antall syntetiske organiske forbindelser.

### 5.1. Biocider.

Biocider eller pesticider er stoffer som tar sikte på å undertrykke eller utrydde livsformer som av en eller annen grunn anses plagsomme. I hovedsaken finner de sin anvendelse innenfor landbruket, men stigende forbruk i vanlige husholdninger gjør at denne kilde heller ikke kan oversees. Biocidene omfatter stoffer av vidt forskjellig kjemisk karakter og med ulike anvendelsesområder: Insekticider, baktericider, fungicider (mot sopp), herbicider (mot planter), algicider o. a.

De som har størst interesse i denne forbindelse, er kanskje insekticidene, og da spesielt gruppen av klorerte hydrokarboner, som bl. a. omfatter DDT, aldrin, endrin, dieldrin og disses nedbrytningsprodukter. Kjemisk er de karakterisert ved å være lite vannløselige, men derimot ved å ha affinitet til fettstoffer. De er forholdsvis stabile overfor kjemisk nedbrytning og adsorberes lett til jordpartikler. Til vannforekomstene kan de komme ved erosjon (flom), men antakelig vesentlig i form av nedfall (regn og støv). Selv om disse forbindelser er lite flyktige, kan de fordampe fra jordoverflaten, spesielt sammen med vann. Man regner derfor med at den viktigste spredningsvei for DDT o. a. er gjennom atmosfæren til havet og andre vannforekomster. Luftpredning er også forklaringen på at forekomsten av DDT i enkelte lands jordsmonn, som f. eks. i Sverige, er funnet å være flere ganger større enn det som kunne forklares ut fra innenlands forbruk. Det er videre anslått

at 40—60 % av den årlige produksjon av DDT ender i havet ved de nevnte spredningsmåter. I vannforekomstene vil stoffene synke til bunns med de partikler som de er knyttet til, eller konsentreres i overflateskum eller organismer. Spredningen ved havstrømmer må på lengre sikt regnes som meget effektiv.

Med akutt toksisitet forstås giftvirkningen av en enkelt dose. Mens noen av de klorerte hydrokarbonene er sterkt giftige for mennesker, er andre (som DDT) bare middels giftige med hensyn til akutt toksisitet. På mennesker og andre hvirveldyr består virkningen i forstyrrelser i sentralnervesystemet, som i alvorligere tilfeller fører til kramper. En annen effekt er på dannelsen av enzymer og forstyrrelser av hormonbalansen. Andre organismer kan være mye mer ømfintlig enn mennesker, slik det f. eks. er registrert for enkelte krepsdyr. En del av problemet er følgelig at klorerte hydrokarboner som brukes mot insekter, ikke bare tar livet av disse. Uvettig bruk kan lede til utryddelse av store deler av organismelivet i berørte områder.

Den alvorligste siden av saken er likevel langtidseffekten. Det er alt nevnt at klorerte hydrokarboner er kjemisk bestandige, dvs. at de er motstandsdyktige mot fysiske og kjemiske påvirkninger i naturlige omgivelser. I tillegg til dette kommer at de heller ikke er biologisk nedbrytbare i særlig grad. Alt dette varierer noe for de ulike forbindelser, men deres halveringstid i jordsmonn (under overflaten) er i størrelsesorden 5—10 år, avhengig av klima m. m.

Resultatet er at de akkumulerer hvis det er en kontinuerlig tilførsel større enn nedbrytningen. Det er nettopp dette man har kunnet registrere, og som er noe av bakgrunnen for at disse stoffer er blitt helt eller delvis forbudt.

Den viktigste grunnen til at man søker å erstatte denne typen insekticider med andre midler, henger sammen med at de relativt lett tas opp av lavere planter og dyr, kanskje spesielt i encellede alger, og på den måten kommer inn i næringskjedene. Siden stoffene vanskelig skilles ut eller omsettes, vil de konsentreres i fettholdig vev grunnet sine fettløselige egenskaper. For hvert ledd oppover i en næringskjede, eksempelvis planktonalger - dyreplankton - fisk - rovfisk - mennesker, vil innholdet av stoffene pr. kg kroppsvekt i gjennomsnitt øke med en faktor i størrelsesorden 10 (faktorstørrelsen varierer mye). I vårt eksempel fører dette til en konsentrasjon i næringskjedens siste ledd som 100 000 x konsentrasjonen i vannet. Det er innlysende at det da lett oppstår akutte giftvirkninger selv ved lave bakgrunnsverdier i det fysisk/kjemiske miljø.

Ved siden av de akutte tilfeller kan det oppstå kroniske forgiftninger hos én eller flere arter. Med kronisk toksisitet menes skadevirkninger av mange små doser gjennom lengre tid. Mest utsatt for dette er de arter som representerer et høyt ledd i en eller annen næringskjede. I den korte tiden som man har vært oppmerksom på fenomenet, er det bare et mindre antall forgiftningstilfeller som er fysiologisk klarlagt. Her skal bare nevnes

at det må anses bevist at klorerte hydrokarboner forårsaker tynnere eggeskall i hvert fall hos enkelte fuglearter — noe som skyldes innvirkningen på kalsiumstoffskiftet. Videre foreligger det indikasjoner på nedsatt fotosyntese hos alger og forandring i aktiviteten hos en rekke enzymer hos rotter. Dette behøver ikke nødvendigvis være farlig eller registrerbart skadelig, men er ikke desto mindre et vitnesbyrd om stoffenes dyptgripende og mangeartede effekt. Det samme gjelder eksperimentelt påviste forandringer i hormonbalansen.

Når det gjelder klorerte og andre halogenerte hydrokarboner, kan man summere opp med å si at man vet at de er farlige, men at det er langt fra klarlagt i detaljer hvordan de griper inn i stoffskifteprosessen, og hvordan effekten er på ulike deler av forskjellige samfunn og miljøer.

Gruppen av organiske fosforsyreester er karakterisert ved å være forholdsvis vannløselige og lettere nedbrytbare i det naturlige miljø enn de klorerte hydrokarboner. Til gjengjeld kan de være ekstremt giftige. Ett eksempel på dette er parathion eller bladon. På grunn av sin vannløselighet og den lave persistensen er det liten fare for at stoffer i denne kategorien skal akkumuleres i miljøet. Langtidsvirkningen kan med andre ord anses å være ubetydelig.

Organofosforforbindelsene er kjemisk beslektet med nervegasser og virker ved å hemme aktiviteten av et enzym som er vesentlig ved overføring av nerveimpulser. Forgiftningssymptomene hos mennesker er kram-

per og lammelser. Virkningen på vannorganismer er lite utredet, bortsett fra at giftighet er registrert i meget lave konsentrasjoner for flere arters vedkommende. Effekten er imidlertid sterkt varierende for de forskjellige forbindelser.

Den lange rekken av andre kjemiske bekjempningsmidler er det lite grunnlag for å behandle nærmere. Stort sett har man manglende kjennskap til virkningen av dem i akvatiske miljøer. Enkelte herbicider rapporteres å ha lang nedbrytningstid, men for flertallet gjelder det at oppholdstiden i miljøet er kortvarig. For noens vedkommende er det registrert høy giftighet overfor fisk, men som for de andre biocidene gjelder det at toksisiteten varierer meget fra stoff til stoff og art til art. Som eksempel kan nevnes at enkelte herbicider har bevirket økt vekst hos alger.

## 5.2. *Halogenerte hydrokarboner fra industrien.*

Innen denne gruppen er det klorforbindelser som foreløpig er mest aktuelle, og blant dem er det særlig polyklorerte bifenyler (PCB) som har vakt størst oppmerksomhet. PCB har vært i bruk siden tredveårene, og har funnet en økende anvendelse i industrielle prosesser. Disse stoffene er brennbare først ved høyere temperatur og har gode isoleringsegenskaper. De kjemiske egenskapene er ellers mye lik de klorerte hydrokarboner som anvendes til insektbekjempning: lite vannløselige og tregt nedbrytbare i naturen. Mesteparten brukes som flytende isolasjonsmateriale i elektrisk armatur, noe anvendes som

varmeoverføringsmedium og en del som tilsetning til plast, maling osv. PCB kommer til vannforekomstene ved direkte utslipp fra produksjonsstedene, via kloakkvann og kloakkslam og gjennom atmosfæren etter brenning av søppel og slam. (Temperaturen må være over 800° C og til dels vesentlig høyere for at PCB skal forbrenne.) På grunn av den kjemiske likheten med DDT og beslektede stoffer vil PCB oppføre seg noelunde tilsvarende i det naturlige miljø, dvs. knyttes til fettholdig substans og akkumulere i organismene grunnet disses manglende evne til å skille ut eller omsette slike kjemikalier. På samme måte kan innvirkningen på stoffskifte antas å være av i hvert fall delvis samme type; forandringer i enzymaktivitet og forstyrrelse av hormonbalansen. Også PCB har vært satt i sammenheng med tynnere og skjørere eggeskall hos fugl. Den akutte toksisitet er moderat overfor de organismer som hittil har vært undersøkt, men på den annen side er det observasjoner som antyder at faren for kroniske giftvirkninger er stor. PCB er registrert både i kystvann (f.eks. i Østersjøen og rundt Japan), i fisk og i fisketende fugl. Spesielt i Japan er det konstatert høye verdier i fisk. Det er likevel ikke kjent tilfeller av forgiftning etter å ha spist sjødyr, men ved et ulykkestilfelle i samme land oppsto det dødelige forgiftninger etter at folk hadde spist ris som var infisert med PCB. Farene ved ukontrollert bruk av PCB må anses like store som for de klorerte hydrokarboner som brukes mot insekter.

### 5.3. Tungmetaller.

Ved siden av halogenerte hydrokarboner og enkelte andre naturfremmede eller tungt nedbrytbare stoffer, er det tungmetaller som i første rekke har påkalt oppmerksomhet i gruppen mikroforurensninger. Enkelte industriutslipp og gruveavløp inneholder så store mengder oppløste metallsalter at det ikke er riktig å ta dem med i denne forbindelse. Her skal det bare konstateres at konsentrasjonene av de aktive ioner kan være meget lave — størrelsesorden 0,01—10 mg/l — og at virkningene på organismelivet kan få karakteren av utryddelse. Isteden skal oppmerksomheten vies langtidseffekter av bakgrunnsverdier godt under grensen for de fleste akutte giftvirkninger. (Det må hele tiden has i minne at disse grenseverdiene kan variere over flere størrelsesordner fra art til art.)

De metaller som hittil har vært trukket mest frem, er kvikksølv og bly, i mindre grad sink, kobber, kadmium, krom og tinn. Som viktigste kvikksølvkilder må regnes forskjellige typer industri: Kloralkalifabriker, produsenter av vinylklorid (basis for PVC-plast) og acetaldehyd, elektrisk industri etc. (Tidligere var treforedlingsindustrien en betydelig kilde.) Kvikksølv brukes dessuten som tilsetning til skipsmaling for å hindre begroing. Man kan heller ikke neglisjere bidraget fra fotolaboratorier, sykehus, vitenskapelige institusjoner etc. Av ukjent betydning er utslipp fra industri som håndterer store mengder materiale som inneholder kvikksølv som mikrobestand-

del, f. eks. gruveindustri. Noe av kvikksølv kommer til vannforekomstene ved spredning gjennom atmosfæren.

I vann forekommer kvikksølv i en rekke forskjellige former: Metallisk, ionisert eller i organiske forbindelser. Gjennom forskjellige prosesser omvandles disse former i hverandre. Hvordan dette skjer, er avhengig av egenskapene til det fysisk/kjemiske miljø og biologisk aktivitet. Hovedpoenget er at kvikksølv bare under spesielle og uforanderlige betingelser fortsetter å eksistere bare i den form som det ble tilført vannmassene. Således vil det i vann bl. a. skje en biologisk betinget metylering av metallisk kvikksølv. Dette er av vesentlig interesse fordi metylkvikksølv er en meget giftig substans som i tillegg har den egenskap at det akkumuleres. Stoffet trenger gjennom membranen som omgir blodlegemene, og tilsvarende skjer med nerveceller i hjernen når metylkvikksølv (og andre alkylkvikksølvforbindelser kommer til hjernen med blodet. Forgiftningssymptomene hos mennesker er forstyrrelser i funksjoner som styres av sentralnervesystemet: Syn, muskelbevegelser, hørsel, taleevne m. v. Symptombildet er meget godt kjent fordi man har hatt et par katastrofetilfeller av forgiftning med fisk med høyt innhold av metylkvikksølv, og fordi liknende effekter er eksperimentelt påvist hos mange pattedyr. På høyere planter er det registrert forstyrrelse av celledelingsmekanismene, og hos mennesker med høyt kvikksølvinnhold i kroppen er det funnet skader på kromosomer (de arvestoffbærende

bestanddel av cellen). Tilsvarende mutagen (arvestofforandrende) effekter er registrert hos flere arter av planter og dyr.

I motsetning til halogenerte hydrokarboner forsvinner ikke kvikksølv fra miljøet etter en viss tid. Under naturlige forhold vil kvikksølv som en gang er blitt tilført, fortsette å sirkulere i et kretsløp som også innebærer naturlig dannelse av de farligste kvikksølvforbindelser (metyllkvikksølv). Et enkelt eksempel vil illustrere hvordan spredningen kan være effektiv og langtrekkende. Metyllkvikksølv er lite flyktig og vil stort sett forbli oppløst i vann eller opptas av vannorganismene. Ved relativt høy pH og aerobe forhold begunstiges imidlertid organismer som forårsaker omdannelse av metyllkvikksølv til dimetyllkvikksølv, som er flyktig og går over i atmosfæren for så igjen å falle ned med støv og regn. På grunn av disse egenskaper vil kvikksølvmengden både i jord og luft stadig øke, hvis det ikke treffes spesielle foranstaltninger med henblikk på isolasjon av metallet og dets forbindelser.

Blyforgiftninger er et gammelt fenomen i menneskets historie. Som for andre metaller er forbruket sterkt økende, og særlig anvendelsen i bensin (ca. 10 % av verdensproduksjonen) har vært nevnt i forurensningssammenheng. Grunnen er at blyet herfra spres med atmosfæren og faller ned igjen i støv og regn. Beregninger som er foretatt, tyder imidlertid på at det også må være andre betydelige kilder. At vårt nære og fjerne miljø i stigende grad er blyinfisert, er vist på flere måter. Således er det

funnet tydelig forskjellig blyinnhold i nåtidige og eldre moser i Sverige, yngre snø har hatt høyere blyinnhold enn dyplagene av isbreer, og den samme forskjell gjelder mellom yngre og eldre marine sedimenter nær kysten. I kystvann er det likeledes konstatert høyere blykonsentrasjon enn i oseanisk vann. Siden bly akkumulerer i dyrevæv og bare langsomt skilles ut, har denne utvikling krav på interesse, selv om det foreløpig ikke er registrert virkninger av opphopningen. Giftvirkningen av bly skyldes at metallet er enzymhemmende og bevirker forstyrrelser i cellenes energiomsetning, dvs. i selve grunnlaget for livsprosessene.

Selv om kvikksølv og bly har vært mest i søkelyset, er det som nevnt flere andre metaller og deres forbindelser som har de samme farlige egenskaper — akutt giftighet i lave konsentrasjoner og tendens til å akkumulere i levende vesener, f. eks. kadmium og kobber. På bakgrunn av den stadig tilførsel vil sannsynligvis alle metaller med slike egenskaper vise økende forekomst i naturen. Hvert av elementene representerer et eget problem, men i tillegg kommer den samlede effekt. Når f. eks. nikkell, som i denne sammenheng er moderat giftig, øker toksisiteten av kobber 10 ganger overfor bestemte organismer, blir det åpenbart problematisk å operere med sikre bakgrunnsverdier. Slike synergistiske eller additive effekter er meget vanskelige å forutsi på grunn av det store antall kombinasjoner som kan komme til å opptre.

Blant andre mikroforurensninger er det en del oljebestanddelene som er



kreftfremkallende, og som det er registrert at oppkonsentreres i næringskjeden. Kreftfremkallende egenskaper er også mistenkt i forbindelse med enkelte utbredte organiske forbindelser som benzen og alfa-naftylamin. Blant de mer enn 1 mill. kjente organiske forbindelser er det flere som er bestanddige under naturlige forhold. Blant annet gjelder dette biprodukter som fremkommer ved produksjon av f. eks. olje eller PVC-plast, og som man regner har verdensomspennende utbredelse. Stoffenes virkning på akvatisk organismeliv er gjenstand for spekulasjon, men lite eksakt er kjent. Det siste gjelder også optiske hvitemidler i vaskepulver.

I denne oversikten over mikroforurensninger gjenstår å nevne radioaktive stoffer og syntetiske detergenter. De førstnevnte virker som kjent på arvestoffet. Med stans i prøvesprengningene regnes denne forurensningskilde for å være under forholdsvis betryggende kontroll. Man kan likevel ikke se bort fra de problemer som er knyttet til anlegg av atomkraftverk. Både når det gjelder disponeringen av høyradioaktivt avfall og tilførselen av ulike lavradioaktive isotoper, er det et visst grunnlag for usikkerhet og nødvendig med aktpågivenhet. Etter at man i vaskemidler gikk vekk fra vanskelig nedbrytbare syntetiske detergenter, synes ikke

denne forurensningskomponent å være av særlig stor potensiell fare.

—

Skal det trekkes ut noen essens av den innfløkte og foreløpig lite kjente situasjon vi befinner oss i når det gjelder mikroforurensninger, kan det bli som følger:

1. Man begynner å få kjennskap til at en del giftige stoffer kan opphopes i naturlige miljøer, og at det kan skje en oppkonsentrering gjennom næringskjedene. Det er imidlertid et omfattende arbeid som må til for å kunne karakterisere tilstanden og følge utviklingsforløpet.
2. Det finner sted en stadig økende belastning med disse stoffer og en rekke naturfremmede forbindelser med lite utforsket virkning.
3. Mikroforurensninger kan påvirke de enkelte organismer og økosystemene på et utall forskjellige måter. Kjente effekter representerer bare en liten del av disse muligheter. Spesielt gjelder dette additive effekter av flere mikroforurensninger sammen. Det som foregår kan med en viss rett karakteriseres som et ukontrollert eksperiment omfattende hele biosfæren.