

# Hvorfor avløpsvann som slippes ut til marine resipienter bør renses

Av Hallvard Ødegaard

Hallvard Ødegaard  
er professor ved Institutt for vassbygging, NTNU

## Innledning

Denne artikkelen er foranlediget av det faktum at SFT våren 1999 foreslo å redusere rensekravet for Høvringen renseanlegg i Trondheim fra 85 % til 50 % reduksjon av suspendert stoff (dvs primærrensing). Miljøverndepartementet har på grunnlag av dette bedt Trondheim kommune om å søke om endring av utslippstillatelsen. Ifølge miljøvernministeren ble det i et møte hun har hatt med kommunene, gjort klart at bestemmelsene i EU's avløpsdirektiv skulle følges. Det vil si at utgangspunktet skal være sekundærrensing. Primærrensing kan for tilsvarende utslipp som fra Høvringen renseanlegg godkjennes, dersom man gjennom undersøkelser/overvåking kan dokumentere at mer omfattende rensing ikke er noen vinning for miljøet (Fjellanger, 2000).

En dispensasjon fra SFT's og EU's generelle krav om sekundærrensing av avløpsvann fra større renseanlegg vil selvsagt få konsekvenser for alle utslipp til marine resipienter i Norge og representerer derfor et meget alvorlig tilbakeslag for forurensningsbekjempelsen i vårt land. I det følgende skal jeg diskutere hvorfor alt avløpsvann bør renses, også det som slippes ut til marine

resipienter, og deretter vil jeg benytte dette som en refleksjon omkring hva som har skjedd i Høvringen-saken.

Det er to hovedgrunner til at alt kloakkvann (kommunalt avløpsvann) bør renses:

1. Kloakkvann inneholder stoffer som kan være skadelige for menneskenes helse og organismelivet i vann og som kan forurense naturmiljøet
2. Kloakkvann inneholder inneholder ressurser som bør gjenvinnes

Det første punktet har vært det styrende frem til idag. Frem til ca 1960 var det å forhindre uhygieniske tilstander med smitteoverføring som resultat det viktigste mål med rensingen. Senere ble man opptatt av forurensingsvirkninger som sapping, eutrofiering og toksistet. Her i landet startet vi med avløpsrensing i nasjonal skala først rundt 1970, bl.a som en følge av eutrofiering (overgjødsling) av innsjøer (f.eks. Mjøsa) og fjorder (f.eks. Oslofjorden). Dette er årsaken til at fjerning av fosfor har fått en så sentral plass i vår avløpsrensing.

Hvilken rensemetode som skal benyttes og hvilken grad av rensing som skal gjennomføres, må avhenge dels av hva som finnes i kloakkvannet, dels av hvil-

ken resipient avløpsvannet skal ledes til og dels hvilke ressurser/stoffer i avløpsvannet det er vi ønsker å gjenvinne. Jeg vil derfor først diskutere hvilke stoffer som finnes i avløpsvann og på hvilken form de foreligger. Deretter vil jeg peke på hvilken type av rensing som naturlig følger av det første punktet. Jeg vil så diskutere avløpsvann som ressurs og endelig den etiske dimensjon, nemlig det at vi har en forpliktelse til å være føre var og ikke overlate kommende generasjoner en dårligere jord enn den vi har.

## **Avløpsvannets innhold**

Tradisjonelt refererer vi vanligvis til kommunalt avløpsvanns innhold av organiske stoffer og næringsstoffer og i det fleste konsesjoner som er gitt i Norge, knyttes utslippstillatelsen til maksimale konsentrasjoner eller mengder (evt renseeffekter) mht BOD/COD), P og N.

Avløpsvann inneholder imidlertid stort sett alle de stoffer vi forbruker og omgir oss med i det moderne samfunn. Analyserer vi kloakkvann nærmere, vil vi finne det meget formålstjenlig å inndele forurensingskomponentene etter på hvilken form (partikulær/kolloidal/løst) de foreligger. Grunnen til det, er at dette kan bestemme hvilken rens metode som er mest hensiktsmessig. Vi kan da skille mellom suspenderte partikler  $> 100 \mu\text{m}$ , som er sedimenterbare, de mellom  $0,01$  og  $100 \mu\text{m}$  som er suspenderte men ikke sedimenterbare og de  $< 0,01 \mu\text{m}$  som er kolloidale. De to siste gruppene kan gjøres sedimenterbare ved hjelp av koagulering. De en-

heter som er  $< 0,01 \mu\text{m}$ , kan vi anse som løste. Noe forenklet har vi altså løste stoffer  $< 0,01 \mu\text{m}$  og partikulære stoffer  $> 0,01 \mu\text{m}$ . Hva består så disse fraksjonene av ?

En meget stor del av det partikulære, organiske stoff i kloakkvann er levende og døde bakterier og andre mikroorganismer. Mange av disse mikroorganismene er sykdoms-fremkallende. Bakterier har typisk størrelse på  $1-10 \mu\text{m}$  og parasittiske protozoer  $5-20 \mu\text{m}$ . Mange undersøkelser viser at virus, som størrelsesmessig befinner seg i området  $0,01 - 1 \mu\text{m}$ , i meget stor grad et assosiert til større partikler, f.eks. bakterier eller til organiske og uorganiske partikler.

Organiske mikroforurerisninger (organiske stoffer, oftest syntetiske fremstilte som kan være skadelige i meget lave mengder) stammer fra vaskemidler, løsningsmidler, medisiner, p-piller, plaster etc - dvs en rekke av de varer som vi gjør bruk av i husholdningene og i industrien. Disse stoffene har fått liten oppmerksomhet tidligere, men stadig flere forskere roper nå et varsko mht å la slike stoffer slippe ut i naturen. Gruppen består av veldig mange og forskjelligeartede stoffer, men felles for svært mange av dem, synes å være at de har stor affinitet til overflater, dvs i avløpsvann til partikler. En rekke studier viser at dersom vi fjerner godt det vi ovenfor har definert som partikler, så fjerner vi også en meget stor del av de organiske mikroforurensinger. Det er hovedårsaken til at omfattende partikkelfjerning (f.eks. ved bruk av membranteknikk) ansees som det aller vik-

tigste når forurenset vann skal renses med tanke på gjenbruk som drikkevann, slik man må mange steder i verden.

Uorganiske næringsstoffer (fosfor og nitrogen) finnes delvis som del av det organiske materialet, og dermed for en stor del knyttet til partikler. Fosfor finnes dessuten utfelt som metallfosfat. Likevel er den største fraksjonen av nitrogen og fosfor i avløpsvann på løst form (ca 65 % av nitrogenet som ammonium, ca 55 % av fosforet som ortofosfat) (Ødegaard, 1999).

Metaller finnes for en stor del som delvis utfelte hydroksyder og typisk fjernes ca 80 % av Cd, Pb og Hg i avløpsvann gjennom en god partikkelseparasjon (f.eks. ved koagulering) (Ødegaard, 1987).

Konklusjonen på denne analysen er at en veldig stor del av forurenningene i avløpsvann finnes i den partikulære og kolloidale fraksjon. Dette har i vår forskningsgruppe (Vannrensegruppa NTNU/SINTEF) ledet fram til følgende rensestrategi som nå vinner gehør over hele verden:

Etabler først en god partikkelfjerning ved fysisk/kjemiske metoder. Gå deretter - om nødvendig - løs på de løste næringsstoffer ved biologiske metoder. Gjenvinn ressursene som er oppkonsentrert i den partikulære fraksjon (slammet).

## **Rensing av kommunalt avløpsvann**

Rensing av avløpsvann kan inndeles på mange måter. I offentlige direktiver og regelverk snakker man gjerne om primærrensing, sekundærrensing og terti-

ærrensing med økende grad av rensing fra den første til den siste. Forut for rensingen må vannet forbehandles ved at de groveste partiklene siles vekk, primært for å hindre driftsproblemer med etterfølgende behandlingssteg.

Forbehandlingen gir i seg selv ubetydelig renseeffekt men fjerner flytende stoffer som kan være skjemmende i strandsonen. Primærrensing består i sedimentering/-bunnfelling av sedimenterbare partikler (> 100 µm). I og med at kun en liten fraksjon av forurenningene finnes i den sedimenterbare fraksjon, blir renseeffektene ved primærrensing svært beskjedne (ca 30 % mht organisk stoff, ca 50 % mht suspendert stoff og < 20 % mht næringsstoffer, metaller og bakterier/virus). Primærrensing brukes nå for tiden derfor meget sjelden alene, men er tidligere brukt som eneste behandling før utslipp til havet.

Sekundærrensing er neste nivå. Normalt blir sekundærrensing utført med biologiske metoder som en videreføring av primærrensingen. Ved dette fjernes organisk stoff og suspendert stoff godt (85-95 %) og dermed oppnås også en god reduksjon av metaller, organiske mikroforurensinger samt bakterier og virus. Det samme kan imidlertid også oppnås ved koagulering av de ikke-sedimenterbare partiklene (kolloidene). Det betyr at også kjemisk rensing (gjennom koagulering) må kunne henføres til sekundærrenningsbegrepet. Denne metoden (kjemisk rensing ved koagulering/-felling) er i utstrakt bruk i Norge, med et metallsalt (aluminium eller jern) som koaguleringsmiddel. Da opp-

når man samtidig en god fosforreduksjon gjennom felling, og fosforreduksjonen har som oftest vært det primære mål. Ved utslipp til mange marine resipienter, kan fjerning av fosfor være av mindre viktighet. Kjemisk rensing vil likevel være hensiktsmessig pga den omfattende fjerning av partikler, og med det fjerning av organisk stoff, bakterier og virus samt organiske og uorganiske mikroforensninger.

Et forhold som taler imot tradisjonell kjemisk rensing i forhold til tradisjonell sekundærrensing (dvs biologisk rensing) er at slamproduksjonen blir høyere som en følge av utfellingen av metallhydroksyd. Men dersom fosforfjerning ikke er påkrevet, kan man benytte en annen kationisk koagulant, f.eks. en kationisk polymer, i stedet for en metallkoagulant. Evt kan man benytte en kombinasjon av en metallkoagulant og en kationisk koagulant. Forsøk, som viser at man med dette kan minimalisere slamproduksjonen samtidig som renseseffekten mht partikkel-fjerning kan opprettholdes, har pågått i en tid ved Vannrensegruppa (Ødegaard, 1998). Det kan være motforestillinger mot å benytte syntetiske, kationiske polymerer. Derfor arbeider vi også med kationiske biopolymerer primært kitosan.

Tertiærrensing kalles det når man i tillegg til primær- og sekundærrensing også gjennomfører fjerning av næringsstoffer (fosfor og/eller nitrogen). Dette kan gjøres på mange ulike måter, men kort fortalt består rensaneanleggene da både av fysisk/kjemiske og biologiske rensemetoder. Denne form for rensing

er nå standard i de aller fleste europeiske land, inkludert de øvrige nordiske land, Danmark, Sverige og Finland. I Norge brukes tertiærrensing, som inkluderer fosforfjerning, stort sett for utslipp til alle innlandsvassdrag (i ferskvann er eutrofiering hovedsakelig styrt av tilgangen på fosfor). Det er imidlertid kun et fåtall anlegg (med utslipp til indre Oslofjord) som i tillegg har krav om nitrogen-fjerning (i marine farvann er eutrofieringen hovedsakelig styrt av tilgangen på nitrogen).

I mange land, der vannressursene er begrensede, må man gå lengre i rensing enn dette. Det viktigste blir da å fjerne de aller minste partiklene samt å hygienisere vannet. Derfor benyttes f.eks. membranfiltrering, aktivkull-adsorpsjon og desinfeksjon, vannrensemetoder som kun er forbeholdt drikkevannsbehandling i vårt land.

En av de aller største utfordringene er håndtering av det slam som produseres ved avløpsrensingen. Dette slammet inneholder i stor utstrekning i stoffer som opprinnelig var i avløpsvannet, deriblant både næringsstoffene og mikroforensingene. Næringsstoffene er ressurser mens tungmetallene og patogenene er problemstoffer. Mange av stoffene i slammet kan utnyttes til ulike formål og derfor bør slammet betraktes som en ressurs.

## **Avløpsvann som ressurs**

De som arbeider med rensing av avløpsvann (i fremste front) idag, er alle enige om at avløpsvann må betraktes som en ressurs (Ødegaard, 1999). Det er

grovt sett tre ressurs-komponenter i kommunalt avløpsvann:

- Vannet selv
- Vannets varmeverdi (energi)
- Vannets stoffinnhold

Når man rensr avløpsvann, resulterer det i minst to strømmer:

- Det rensede vannet som vil kunne gjenbrukes til ulike formål avhengig av renhetsgrad
- Slamstrømmen som inneholder mesteparten av de stoffene som er fjernet fra vannet

Fra begge disse strømmene kan energi gjenvinnes:

- Ved bruk av varmpumper på den rensede vannstrømmen
- Ved produksjon av biogass eller biobrensel fra slamstrømmen

På global basis er selve vannet i vannstrømmen den viktigste ressursen. I mange av verdens land er situasjonen nå slik at landets videre utvikling er totalt avhengig av gjenbruk av avløpsvann. I vårt land er kvantiteten av vann heldigvis ikke noe problem, generelt sett, så jeg skal ikke gå nærmere inn på den ressursen her.

Skal varmeenergipotensialet utnyttes gjennom bruk av varmpumper, kreves det at avløpsvannet har gjennomgått en rensing. Bruk av varmpumper er etterhvert vanlig ved norske avløpsrenseanlegg. F.eks. er Statoils kontorer i Stjørdal oppvarmet ved hjelp av varmpumper ved Stjørdal kloakkrenseanlegg. Dette varmegjennvinnings-potensialet er ikke ubetydelig.

Avløpsslammet inneholder mange ulike komponenter, både verdifulle ressurser som kan utnyttes, som organisk stoff og næringsstoffer (P og N) såvel som problemstoffer som tungmetaller, organiske mikroforurensinger, bakterier og virus etc. Ressursene i slammet kan gjenvinnes/gjenbrukes på tre måter:

- Ved direkte bruk (etter behandling) i landbruket, som gjødsel eller jordforbedringsmiddel
- Ved bruk av et konstruert jordforbedringsmiddel (kommersiell kompost) laget av blandinger av behandlet slam og andre komponenter (sand, torv, sagflis og tilsatte næringsstoffer)
- Ved bruk av gjenvunne ressursr som et resultat av behandling av slammet (biogass, varme, biobrensel, fosfor, metaller etc)

Statens Forurensingstilsyn har som hovedstrategi at ressursene i kloakkslam i Norge skal utnyttes gjennom direkte bruk av slam i landbruket. Idag blir ca 40 % av alt slam utnyttet slik (resten blir deponert på land), mens målet er at minst 70 % skal brukes i jordbruket. Det er spesielt to bekymringer knyttet til slik utnyttelse:

- Faren for akkumulering av tungmetall og organiske mikroforurensninger
- Faren for smittespredning

Det første problemet kan best håndteres ved å minimere utslippene av tungmetall og organiske mikroforurensninger til kloakk (kildekontroll). Dette har man kommet svært langt med i Skandinavia. Avløpsvannet her inneholder

svært lite tungmetall. F.eks. er standarden i Norge for maksimal tillatt konsentrasjon av kadmium i slam som skal brukes i landbruket 2 mg Cd/kg slam-tørrestoff, mens den er 20-40 mg Cd/kg TS (TS-slamtørrestoff) i EU-standard. De aller fleste norske renseanlegg klarer det norske kravet fint. Gjennomsnittet for norske, kjemiske renseanleggs-slam var f.eks. i 1991 1,1 mg Cd/kg TS (Ødegaard, 1992). Dette skyldes en meget streng kontroll med bruk av kadmium i Norge. Det settes også krav til maksimale slammengder per arealenheter. Disse er i Norge svært lave, men likevel interessante fra et ressurs-synspunkt for bøndene.

Det andre problemet kan best håndteres ved å behandle slammet før bruk. I Norge er det krav om at slammet skal stabiliseres (dvs behandles biologisk) og hygieniseres (dvs desinfiseres). Den biologiske behandlingen vil føre til at problematiske organiske mikroforurensingene blir nedbrutt under kontrollerte forhold samtidig som lukten av slammet reduseres slik at det blir håndterlig. Hygieniseringen vil bidra til at patogener dør og således ikke representerer noen smittefare overfor befolkningen når slammet brukes på jordbruksarealer. Det er i tillegg satt krav til hvilke vekster som man kan tillate å dyrke på den jorda der slam er brukt. Primært er dette kornareal, mens man f.eks. ikke kan benytte slam til grønnsak- eller potetdyrking. Vi har i det hele tatt en meget god kontroll på dette området i Norge - bedre enn i de fleste andre land.

Rundt om blir det stadig et større behov for jordforbedringsmiddel til f.eks.

golfbaner, veiskråninger, slalombakker, skiløyper, parkanlegg, veirabatter og private hager. Dette har skapt et stort marked, både i vårt land og i andre land, for det man kan kalle konstruert jord, dvs jord som er laget ved blandinger av sand, leire, behandlet slam, kunstig gjødning, torv, sagflis etc. Behovet for slik konstruert jord vil helt sikkert øke ettersom vi i stadig sterkere grad gjør inngripen i det naturlige landskapet og former det på nytt.

I enkelte land (f.eks. Holland) og også noen steder i Norge (f.eks. på Jæren) er tilgangen på husdyrgjødsel så stor at bruk av slam i jordbruket ikke er aktuelt. Da blir forbrenning av slam alternativet, noe som er svært dyrt. Utviklingen går derfor nå i retning av å gjenvinne ressurser i slammet før det eventuelt forbrennes og slik at det materialet som forbrennes til slutt er så «rent» at det kan sammenlignes med annet biobrensel, f.eks. sagflis.

Det er flere typer av ressurser som kan gjenvinnes:

- Energibærer i form av biogass (en blanding av metan og kulldioksyd) som er et resultat av anaerob utråtning. Slik biologisk behandlig brukes derfor også som forbehandling før bruk i jordbruket.
- Energibærer i form av biobrensel som kan brukes i varmekraftverk basert på slik brensel.
- Gjødselsstoffer, først og fremst fosfor, som er en begrenset ressurs - man regner at jordens utnyttbare (med dagens teknologi) fosfor-ressurser er brukt opp i løpet av 50-100 år med dagens forbruk.

- Løst organisk stoff som det er behov for i enkelte typer av biologiske rensesprosesser
- Metall-koagulanter som brukes ved kjemisk rensing av avløpsvann.

En markedsanalyse som ble gjort i Europa for et par år siden, viste at anleggseiere var svært interesserte i å la spesielle gjenvinningsbedrifter overta slammet mot betaling. Disse vil så sentralisere gjenvinningsanleggene og rasjonalisere produksjonen av de gjenvunne produktene. Jeg tror ikke det vil gå mange år før vi ser slike gjenvinningsbedrifter i Europa.

## **Den etiske dimensjon - føre var prinsippet**

Miljøtiltak skal i praksis reflektere hovedlinjene i den gjeldende miljøpolitikk, som er et resultat av langvarige forhandlinger og prosesser, basert på faglige og politiske vurderinger, der økonomiske, teknologiske, miljømessige og samfunnsmessige hensyn spiller inn. Miljøpolitikken bygger på en rekke allment aksepterte og delvis juridisk bindende hovedprinsipper. Hovedlinjene i en vedtatt miljøpolitikk, med tilhørende miljøpolitiske prinsipper og virkemiddelapparat, må følges - dette er en faglig og politisk garanti for en vellykket miljøpolitikk over tid.

Miljømyndighetene har siden 70-tallet etterstrebet en såkalt resipientorientert miljøpolitikk, der «naturens tålegrense» er et sentralt prinsipp. Gode og robuste resipienter krever mindre omfattende rensiltak enn svake resipienter. Dokumentasjon av naturvitenska-

pelig tilstand er forutsatt å bestemme resipientens kvalitet. Problemet er imidlertid at det er svært vanskelig å fastslå en resipients reelle tålegrense før denne er oversteget og skaden dermed alt er gjort. Utslippsvurderingen må derfor i praksis baseres på «føre-var» prinsippet, der en mulig fremtidig miljøskade må vurderes opp mot aktuelle tiltak før skaden inntreffer.

Forurensningsloven bygger på det såkalte «speilvendingsprinsippet», som tilsier at utslipp bare er tillatt dersom det kan dokumenteres at det ikke er miljøskadelig. Dette er spellendt i forhold til annen lovgivning der skyld og eventuell straff krever bevis for at en handling faktisk har ført til skade. Derfor bygger Forurensningsloven også på en konsesjonspraksis der «utslippstillatelse « gis etter søknad og vurdering fra sak til sak (med ankemuligheter). Utslippstillatelse gis basert på noen felles kjøreregler for vurdering av nødvendige tiltak, for eksempel minimumstilltak eller minstestandarder. Her kommer ofte sektorvise retningslinjer inn og bestemmer omfang og type tiltak. Det såkalte avløpsdirektivet for EU er eksempel på retningslinjer (krav med fastsettelse av minstestandarder for tiltak) som Norge har forpliktet seg til å følge i.h.h.t. internasjonale avtaler (EØS-avtalen). Disse retningslinjene har selvsagt ikke blitt laget av byråkrater. De er blitt formulert av de fremste ekspertene på de aktuelle ornådene ved de ulike lands forskningsinstitusjoner med føre-var tankegang som utgangspunkt.

Det tar lang tid å utdanne et helt folk til å forstå verdien av ulike miljøtiltak.

På 50-tallet var det ingen som tenkte på rens tiltak i Norge. Så hadde vi da også betydelige vannforurensingsproblemer forårsaket såvel av industriutslipp som kommunale kloakkutslipp. I enkelte land står man fortsatt i startgroppen. Utfordringene i land som Kina, Mexico, Indonesia osv er enorme. Verdensbanken anser derfor idag at bygging av vann og avløpsanlegg for verdens befolkning er den utfordring som står aller øverst på listen. Andre land, som de fleste Vest-Europeiske, de Skandinaviske, Japan osv har kommet langt, men det er påfallende at holdningene og forståelsen for nødvendigheten av tiltak er så forskjellige i land som det er grunn til å sammenligne. I land som Danmark, Sverige, Tyskland, Holland, Japan, Sveits stiller man ikke spørsmål ved om avløpsvann bør renses, men kun om hvordan slikt vann bør renses.

## **Hvorfor kloakkutslipp til marine farvann bør renses**

Den strategi for optimal avløpsrensing, som jeg orienterte om over, har bragt meg til inviterte gjesteforelesninger ved universiteter og til rådgivingsoppdrag vedrørende utslipp av avløpsvann til marine farvann over hele verden. Jeg stopper aldri å undres over hvorfor marinbiologene i andre land (inkludert de nordiske) har en helt annen, og langt mer restriktiv holdning til utslipp av avløpsvann til det marine miljø enn hva norske marinbiologer har. Mens man i USA, England, Australia, Japan, osv har utarbeidet omfattende tiltaksplaner for å beskytte det marine miljø (f.eks.

Ocean Plan i California) basert på avanserte risiko-analyse modeller, sier sentrale, norske marin-biologer: Bare slipp ut - havet tar seg av det hele. Det vil føre for langt å analysere dette problemkomplekset fullt ut, men la meg trekke fram noen forhold som har betydning og som i det minste burde få marin-biologene til å tenke seg litt om.

## **Næringsstoffenes betydning i marine farvann**

De fleste marinebiologer i Norge arbeider med forhold knyttet til næringsbalansen i havet, og på dette området er det ingen grunn til å tro annet enn at våre marinbiologer er i fremste front. Jeg finner derfor ingen grunn til å gå nærmere inn på dette her bortsett fra å slå fast at det synes å være enighet om at kloakk-utslipp ikke er avgjørende for algeoppblomstringen i Trondheimfjorden, mens dette er tilfelle i mer belastede fjorder (f.eks. Oslofjorden).

## **Mikrobielle patogener i marine farvann**

Dette er et område hvor norske marinbiologer sjelden uttaler seg på tross av at infeksjonssykdommer forårsaket av mikrobiell forurensning av badevann og sjømat har blitt dokumentert i over 100 år. Bading i slikt forurenset vann kan føre til utilsiktet svelging eller innhaling av infektive patogener. Inntak av forurenset sjømat kan forårsake infeksjoner pga patogener eller toksistet fra toksiner utviklet av bakterier og alger. En lang rekke forskjellige sykdommer kan oppstå som en følge av slik mikrobiell forurensning.



Det er en rekke mikrobielle agens som tilføres med avløpsvann. Over 100 enteriske patogener er identifisert i kommunalt avløpsvann. Dette inkluderer virus, parasitter og bakterier. I resipientundersøkelsen av Trondheimsfjorden var kun Colibakterier og E-coli (som er en indikator på fekal forurensing) dokumentert. I henhold til EU's badevannsdirektiv skal man i det minste også dokumentere fekale streptokokker. Verdien på enkelte av Trondheims badeplasser er høye. Ved å gå inn i kommunens egne rapporter for dokumentasjon av badevanns-kvalitet, vil man finne at kravene for fekale streptokokker overskrides hyppigere enn kravet til E-Coli. Faktisk er det slik at enkelte av byens badestrender ville ha måttet stenge på enkelte tidspunkt dersom de hadde blitt undergitt EU-kontroll.

Det hevdes at patogener dør mye fortere i sjøvann og at de derfor ikke representerer noe problem, men dette er avhengig av en rekke faktorer, som salinitet, type av mikroorganisme, temperatur, lysforhold etc. Når det gjelder colibakterier er utsagnet riktig. Disse bakteriene har kort overlevelsestid i saltvann. Fekale streptokokker lever lengre og når det gjelder Salmonella, så overlever disse bakteriene like lenge i saltvann som i ferskvann. Overlevelse av bakterier og virus har historisk blitt dokumentert gjennom kultiveringsteknikker som kan underestimere grovt. I stressede miljø (som avløpspatogenene vil oppleve at det marine er) har bakterier vist seg å overleve på tross av at de tradisjonelle målemetoder har indikert at de ikke er kultiverbare. Dis-

se organismene kan være infektøse. De mikroorganismene som vannforskningmiljøene nå er mest opptatte av, er de patogene, enteriske protozoer (Entamoeba, Giardia, Cryptosporidium). Disse finnes alle i avløpsvann og de har meget høy resistens overfor desinfeksjon. Derfor kan de kun fjernes gjennom god partikkelfjerning (f.eks. koagulering/separasjon). De forårsaker alvorlige kolera-lignende diareer som er potensielt dødelige (spesielt Cryptosporidium).

Det er vist at Entamoeba overlevelse var upåvirket av salt-konsentrasjonen i sjøvann. Giardia cyster opprettholdt evnen til systemdannelse med samme hastighet opp til 12 dager i sjøvann og Cryptosporidium ble dokumentert å ha langt lengre overlevelsestid i sjøvann enn de vanlige indikatororganismene (E-coli og Fekale streptokokker).

Disse eksemplene skulle vise at man ikke kan ta lett på patogener i marine farvann. Utslipet fra Høvringen vil sveipe langs Lade-halvøya hvor mange av Trondheims badestrender ligger.

Modellberegninger viser at utslipps-strømmen kan nå overflatevannet ved spesielle værforhold. En NTNU-professor sa: »Det spiller da ingen rolle, ingen bader i Trondheimfjorden likevel». Er det denne holdningen vi skal ha til miljøet rundt oss? Og hva med fisk og sjømat fra Trondheimsfjorden, skal vi ikke spise det heller?

## **Mikroforurensninger i marine farvann**

Som nevnt innledningsvis inneholder alt kloakkvann uorganiske og organis-

ke mikroforurensninger. Heldigvis har vi ved hjelp av kildekontroll klart å holde nivået i norsk avløpsvann lavt. Men mange av disse stoffene er persistente og blir ikke borte fordi om de blir dumpet i havet (eller i fjorden).

Blant de uorganiske mikroforurensningene hører tungmetallene. For å demonstrere viktigheten av partikkelfjerning for å kontrollere spredningen av tungmetaller i det akvatiske system, tillater jeg meg å sitere følgende oppsummering av Honeyman and Santschi (1992) i en meget sentral artikkel: »Until recently, the environmental behaviour of trace elements could be couched almost entirely in chemical terms. While it has long been recognized that the fate of trace elements in natural systems is, to a large extent, controlled by sorption processes, the role of particle dynamics in regulating trace elements behaviour has only recently been addressed in any detail. Of particular importance is the increasing recognition of the existence and importance of colloidal particles in effecting trace elements behaviour». Dette skulle underbygge min understrekning av at det er spesielt viktig med god partikkelseparasjon (dvs fjerning av den kolloidale fraksjon) i avløpsvann som slippes til marine farvann.

Organiske mikroforurensninger representerer likeartede problemstillinger. Det er påvist at kommunalt avløpsvann inneholder ulike typer av »hormonhermere» og marine organismer, som lever i vann som er forenset av kommunal kloakk, blir eksponert til en blanding av syntetisk fremstilte »hor-

monhermere» som fryktes å kunne gi opphav til en rekke sykdomstilstander (bl.a. kreft, påvirkning av reproduserbarhet osv). Det er bl.a. rapportert at oppdrettsørret som levde i en nær et kloakkutslipp i England, viste en markert feminiseringsutvikling (Harrises et al, 1997). Dette ble tatt som bevis på at den normale hormonfunksjonen var blitt forstyrret. Både humane (fra ekskresjon) og syntetisk fremstilte østrogener, f.eks. nonylphenol og dioxin, finnes i avløpsvann. Likevel er humane østrogener, som hovedsakelig stammer fra kvinners ekskresjon, dominerende.

De organiske mikroforurensningene er sterkt knyttet til den kolloidale fraksjon i avløpsvann og vil derfor fjernes godt ved god fjerning av kolloider. Mens man kan påvise østrogener i primærrenset avløpsvann, er nivået i sekundærrenset og tertiærrenset meget lavt. Det samme gjelder andre organiske mikroforurensninger. Ved anaerob behandling av slammet, oppnåes en biologisk omdanning og omsetning av disse stoffene.

Jeg kunne tatt for meg flere forureningskomponenter men det ville lett føre for langt, så la meg avslutte med noen kommentarer til Høvringen-debatten.

## **Holdningen i andre land**

Norge har i store trekk adoptert de kravene som gjelder for EU. De minstekrav som SFT har fastsatt, er etter min mening stort sett fornuftige og velfunderte. Problemet oppstår når myndighetene ikke følger sine egne minstekrav,

men dispenserer fra dem slik Miljøverndepartementet har antydnet at man vil for ett av Norges største utslipp, Høvringen-utslippet i Trondheim, som jeg kommer tilbake til.

Som nevnt over inntar de fleste andre land en langt mer restriktiv holdning til utslipp av avløpsvann til marine områder enn det MD/SFT til nå har vist ved sin håndtering av Høvringsaken.

I EU-området er det primært i England man har hatt en debatt om nødvendigheten av å rense avløpsvann utover primærrensing ved utslipp til havet, Denne debatten ble imidlertid avsluttet ved at forurensningsmyndighetene i september 1998 annonserte at alle utslipp over 10.000 pe skal benytte sekundærrensing. For utslipp fra f.eks. East Anglia, fra byer som Great Yarmouth, Lowestoft, Cromer og Jaywick, som idag har primærrensing, vil sekundærrensing være installert innen 2005.

I de øvrige nord-europeiske land har dette ikke vært noen diskusjon i det hele tatt. De fleste av disse, inkludert de øvrige nordiske, har jo stort sett gått inn for tertiærrensing, også ved utslipp til marine farvann. Ved utslipp til Middelhavet er også tertiærrensing ofte benyttet, men enkelte store byer, f.eks. Marseille og Barcelona har kun kjemisk renning.

Det er fra marinbiologisk hold henvisst til at man i San Diego i California vant en rettsak mot de amerikanske forurensningsmyndighetene, som krevde at byen skulle installere sekundærrensing. I amerikansk terminologi er sekundærrensing det samme som biolo-

gisk renning. Det man da ikke har fått med seg er at San Diego administrasjonen selv, såvel som deres marinbiologiske rådgivere, gikk inn for å benytte såkalt »enhanced primary treatment». Det er det samme som det vi kaller kjemisk renning, og som jeg foran har kalt koaguleringsanlegg, altså nettopp den rensemetode som var påtenkt ved Høvringen i Trondheim. San Diego har jo nettopp henvist til norske erfaringer med kjemiske renseanlegg i sin argumentasjon.

I Japan kreves et rensenivå tilsvarende sekundærrensing for alle utslipp til havet. Selv i Hokkaido, som jeg kjenner svært godt, og som har et klima som ligner på det norske, har alle kystbyene sekundærrensing. Og de slipper rett ut til havet - ikke til fjordområder som her i landet.

I Australia er det ingen generell utslippsforskrift. Australia har i stor grad benyttet dypvannsutslipp etter forbehandling. Alle anlegg som slipper ut nær badestrender må ha minst sekundærrensing. Utviklingen går i retning av tertiærrensing for disse strandnære utslippene. Sydney er kjent for å ha kjempet mot sekundærrensing (biologisk renning) før dypvannsutslippet. De må likevel klare et krav på 60 mg SS/I som 90% percentil, noe som krever kjemikalietilsetning. Dette er, statistisk sett, omlag det samme kravet som Fylkesmannen i Sør-Trøndelag satte for Trondheim.

I Canada, med omlag samme klimatiske forhold som i Norge, benyttes kjemisk renning ofte i stedet for biologisk renning ved utslipp til marine områder.

Vi ser altså, at det er få land som idag aksepterer primærrensing ved større utslipp av kommunalt avløpsvann til havet, og det da vanskelig å forstå at våre sentrale miljømyndigheter kan akseptere en så lav grad av rensing ved utslipp til et fjordområde.

## **Rensing av Trondheimskioakken**

I henhold til de internasjonale avtaler (bl.a. EØS-avtalen som innebærer at EU's avløpsdirektiv skal følges i Norge) og i henhold til de nasjonale retningslinjer (SFT's rundskriv om minstekrav til rensing), skal Trondheimskioakken renses til det nivå som kalles sekundærrensing. For den typiske norske kloakken (kaldt, tynt avløpsvann med høy andel av forurensningene på partikulær form) har kjemisk rensing vist seg å være den mest kostnads-effektive metoden for å oppnå sekundærrensningsnivået. Denne metoden, slik den tradisjonelt benyttes, med jern som fellingsmiddel (koagulant), vil gi en fjerning på ca 85-90 % mht suspendert stoff, ca 75- 80 % mht organisk stoff og 90-95 % mht fosfor.

Sekundærrensnings-nivået krever imidlertid ikke fosfor-fjerning og det er derfor heller ikke satt krav om fosfor-fjerning fra Fylkesmannens side. Etter min vurdering, gjorde Fylkesmannen et meget intelligent valg av konsesjonskrav, nemlig 85 % fjerning av suspendert stoff, som årsmiddel. Saksbehandleren viste sin kompetanse da han behandlet utslippssøknaden, idet han gjennom dette enkle kravet fanget inn

de fleste viktige forurensningskomponentene som vi har diskutert over. Kravet ville innebære tilstrekkelig fjerning av de komponentene som er nedfelt i sekundærrensningskravet og samtidig sørge for god fjerning av organiske og uorganiske mikroforurensninger samt bakterier og virus, i og med at disse forurensningskomponentene nettopp er knyttet til den kolloidale fraksjonen, som diskutert over.

Enkelte marinbiologer latterliggjorde kravet i media og demonstrerte ved det sin kunnskapsløshet mht hva kommunalt avløpsvann inneholder og på hvilken form forurensningene ligger. Det ble hevdet i et radiointervju med Oceanor, etter at SFT hadde foreslått å omgjøre t kravet, og at ingen andre miljøvernadelinger ville sette et slikt tåpelig krav. Dette forteller at Oceanor ikke besitter den kompetanse om avløpsvann som Fylkesmannens saksbehandler demonstrerte.

SFT's forslag om å omgjøre kravet til primærrensing og dermed fraviket både EU-direktivet og sine egne retningslinjer om minstekrav til rensing, er gjort under henvisning til det finns en dispensasjonsmulighet dersom det kan vises til undersøkelser som kan dokumentere at mer omfattende rensing ikke er noen vinning for miljøet. Det blir spennende å se hvordan man skal kunne dokumentere det. SFT's forslag til endring av Fylkesmannens krav ble gjort med henvisning til en 10 år gammel og lite relevant resipientundersøkelse utført av Oceanor. Jeg deltok, som leder for European Water Pollution Control sin Scientific and Technical

Committee på det tidspunkt da avløpsdirektivet ble laget, i formuleringen av kravene i direktivet. Dispensasjonsmuligheten var tiltenkt utslipp til åpne havet. Utslipp til fjorder var forutsatt å komme inn under det direktivet kaller »estuaries».

Konsekvensen av Miljøverdepartementets eventuelle dispensasjon i Høvringsen-saken, må bli at alle byer/tettsteder med tilsvarende fjord-resipienter, vil kunne påberope seg dispensasjonsretten. Byer som allerede har bygget anlegg som tilfredstiller sekundærrensingskravet ved kjemisk rensing, vil nå sannsynligvis søke om å få drive disse anleggene som primærrenningsanlegg (dvs uten tilsetning av koagulanter) med henvisning til Høvringsen-saken, fordi dette selvsagt er billigere. Med dette vedtaket har Miljøverndepartementet satt en standard for rensing av avløpsvann i Norge som er vesentlig lavere enn den som gjelder for EU og de fleste andre land det er rimelig å sammenligne seg med. Det er påfallende at dette skjer i et land som ønsker å fremstille seg som »i fremste front» på miljøområdet.

Fordi det ikke var satt krav til fosforjerning, hadde Trondheim kommune forut for dette engasjert det rensetekniske forskningsmiljø ved NTNU/SINTEF til å utvikle/utprøve de mest kostnadseffektive løsningene som kunne tilfredstille sekundærrensingskravet. Dette ble koblet til et forskningsprosjekt (betalt av norske kommuner gjennom NORVAR) som hadde som mål å finne fram til de mest egnede metodene for utslipp til marine resipienter Jeg var

leder av dette prosjektet og vi hadde for Høvringsen kommet frem til anbefalte løsninger som ville tilfredstille kravet til sekundærrensing samtidig som både investerings- og driftskostanden, samt slamproduksjonen, ville bli vesentlig lavere enn i tradisjonelle kjemiske rensenanlegg.

Det var da kommunens marinbiologiske rådgivere kom på banen og overbeviste kommunens politikere om at »fjorden var det beste rensenanlegg» og at all rensing utover forbehandling (dvs siling) var fullstendig unødvendig. Gjennom et velregissert mediaopplegg klarte lokalpolitikerne, med god hjelp fra sine marinbiologiske rådgivere, å presse det sentrale politiske miljø på toppplan. SFT/MD ga etter og foreslo kravet redusert fra sekundærrensing til primærrensing.

Det faktum at investeringskostnaden ved de to metoder nesten er den samme og at avløpsavgiften for den enkelte Trondheim-familie av den grunn ikke blir vesentlig lavere, så ikke ut til å gå inn hos politikerne. Fordi primærrensing fjerner så lite, blir kostnaden per kg fjernet forurensing langt høyere ved primærrensing enn ved sekundærrensing, men enda viktigere er det at utslippene til miljøet blir langt større. Nå går det forlydener om at Trondheims politikere og deres medhjelpere arbeider for at kun forbehandling (siling) skal bygges ved Høvringsen. Det var det man hadde før. Da kan man virkelig snakke om å kaste pengene ut vinduet. Trondheims befolkning vil da få en vesentlig økning i avløpsavgiften uten å få noen som helst miljøgevinst.

Sett i retrospekt var Høvringen-saken ganske skremmende for én som jobber med miljøspørsmål. Det var skremmende :

- at én faggruppe (marinbiologene) kan være så sikker på sin egen faglige fortreffelighet i så kompliserte spørsmål
- at én faggruppes synspunkter (marinbiologenes) ble vektlagt langt mer i media (les Adresseavisen) enn en annen faggruppes (VA-ingeniørenes)
- at politikerne kun var interesserte i synspunkter som støttet minst mulig rensing
- at faktisk informasjon om kostnads/nytte relasjoner var uinteressant for politikerne
- at de sentrale miljøvermyndighetene så lett lot seg presse
- at de sentrale miljøvernmyndighetene overkjørte de lokale i en tid da man går inn for desentralisering av beslutningsprosessen
- at konsekvensen av det hele er at Trondheims befolkning nå må betale for et renseanlegg som tilnærmet gir null miljøeffekt (forutsatt av MD frafaller kravet om sekundærrensing)
- at den, som etter min vurdering, representerte det mest kompetente bidraget (nemlig Fylkesmannens saksbehandler som satte det opprinnelige utslippskravet) ble latterliggjort i media av de som demonstrerte faglig inkompetanse men likevel ble «helte».

## Konklusjon

Det er to hovedgrunner til at alt kloakkvann (kommunalt avløpsvann) bør renses

1. Kloakkvann inneholder stoffer som kan være skadelige for menneskene og livet i vannet og som kan forurense naturmiljøet

2. Kloakkvann inneholder ressurser som bør gjenvinnes

Hvilken rensemetode som skal benyttes og hvilken grad av rensing som skal gjennomføres, må derfor avhenge av hva som finnes i kloakkvannet, dels av tilstanden til den resipient avløpsvannet skal ledes til og dels hvilke ressurser/stoffer i avløpsvannet det er vi ønsker å gjenvinne.

Avløpsvannet fra kystbyene i Norge inneholder den vesentligste delen av forurensningene (organisk stoff, bakterier/virus, tungmetaller og organiske mikroforurensinger) på partikkel (suspendert og kolloidal) form. Kjemisk rensing, enten ved felling (som også fjerner forfôr) eller koagulering er en meget hensiktsmessig rensemetode for slikt vann, ikke minst ut fra et ressursgjennvinningsaspekt.

Min anbefaling vil derfor være at vi i Norge fortsetter den linje vi har lagt opp til tidligere, nemlig å benytte kjemiske renseanlegg ved utslipp til marine farvann (der nitrogenfjerning ikke er påkrevet). Vi må imidlertid arbeide videre med utvikling av rensemetoden, ikke minst for å minimalisere slamproduksjonen og muliggjøre gjenvinning av de viktigste ressursene i slamm.

## Referanser

- Fjellanger, G (2000). Personlig meddelelse
- Harries, LE., Shealian, D. A, Jobling, S., Mathiessen, P, Neall, R, Sump-

- ter, JP, Tyler, T. and Zaman, N.: «Estrogenic Activity in Five United Kingdom Rivers Detected by Measurement of Vitellogenesis in Caged Male Trout» *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16, pp 534-542, 1997
- Honeyman, B.D. and Santschi, P.H.: «The role of particles and colloids in the transport of radionuclides and trace metals in the oceans», Chapter in Buffle, J. and van Leeuwen, H.P.: *Environmental Particles*, Lewis Publishers, Ann Arbor), pp 379-424, 1992.
- Ødegaard, H.: «Particle Separation in Wastewater treatment.» Documentation 7 th European Water Pollution Control Association Symposium, Munich, May 1987
- Ødegaard, H.: «Norwegian experiences with chemical treatment of raw wastewater». *Wat. Sci. Tech.* Vol. 25, No. 12, pp. 255-264, 1992.
- Ødegaard, H. :»Optimized particle separation in the primary step of wastewater treatment». *Wat.Sci.Tech.* Vol. 37, No. 10, pp. 43-53, 1998
- Ødegaard, H.: «The influence of wastewater characteristics on choice of wastewater treatment method» *Proc. Nordic conference on : Nitrogen removal and biological phosphate removal*, Oslo, Norway 2.-4. Februar 1999
- Ødegaard, H.: «Wastewater as a resource». Discussion note presented to European Council of Applied Sciences and Engineering Steering Group on Sustainable Use of Water In Europe, January 1999