

# Har vi tilfredstillende kunnskap om gevinsten av tiltak?

Av Jens Skei

Jens Skei er forskningssjef ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og professor II ved Universitetet i Oslo.

Innlegg på seminar 27. november 1996

## Konklusjoner

1. En sterkere kobling mellom tiltak og registrering av miljøgevinster etterlyses. Undersøkelser bør gjøres før tiltaket settes i verk for å etablere miljøstatus og følges opp med overvåking etter at tiltaket er gjennomført. Kostnadene til undersøkelser bør beregnes inn i kostnadene for tiltaket.
2. Forventning til gevinst ved tiltak bør diskuteres på forhånd mellom miljøforvaltning, de som utfører tiltaket og de som overvåker resultatene og registrerer gevinsten.
3. Biologiske effekter av tiltak med vekt på dose-respons-forhold må prioriteres og bør på sikt bli en del av beslutningsgrunnlaget for tiltak.
4. Risikovurderinger bør gjøres for flere scenarier : ingen tiltak, tiltak med lavt ambisjonsnivå og høyt ambisjonsnivå. Inn i slike risikovurderinger bør det ligge en kostnytte analyse.

## 1. Prinsipper og avgrensninger.

Dette innlegget begrenser seg til noen synspunkter på en del prinsipper vedrørende vårt kunnskapsgrunnlag om miljøgevinster ved forurensningsbegrensende tiltak. Det er fokusert på miljøgifter knyttet til forurensede sedimenter i det marine miljø og opprydding i "gamle synder". En vurdering er gjort av hvilket grunnlag vi har for valg av tiltak og i hvilken grad det tas nødvendig hensyn til å registrere gevinsten av tiltakene. Dette er belyst ved presentasjon av to tiltak; ett i Japan og ett i Norge, hvor begge har hatt som siktemål å redusere uønskede miljøeffekter av forurensede sedimenter. Innlegget har ikke som siktemål å gi en fyllestgjørende beskrivelse av koblingen tiltak og miljøgevinst og de konklusjoner som gis vil neppe gi et generelt svar på spørsmålet som stilles i tittelen på innlegget.

## 2. Beslutningsgrunnlag for tiltak.

En av forutsetningene for å lykkes med

et tiltak - eller at forventningene skal oppfylles, er at man har god nok kjennskap til omfanget av belastningen (skalering av kilden). Tiltak for å redusere utslipp eller begrense skadevirkninger av miljøgifter er ofte kostnadskrevende og tiltak bør derfor være godt fundert. I den sammenheng er det viktig med god kontakt mellom miljøforvaltningen som pålegger tiltak, de som teknisk skal gjennomføre tiltaket og de som skal registrere effekten av tiltaket. Det er viktig at alle parter har et omforent syn på forventning til gevinst og at denne forventningen er realistisk fundert.

Vanligvis er resultater fra kartlegging av problemets omfang (kartlegging av konsentrasjoner i vann, biota og sedimenter) det eneste grunnlaget for beslutning. Målte nivåer kan sammenlignes med kvalitetskriterier, som i stor grad er basert på faglig skjønn, og hvis nivåene overskrider gitte grenseverdier er dette grunnlag for tiltak. Overskridelser av grenseverdier for miljøgiftinnhold i matvarer (f.eks. fisk og skalldyr) er ofte et godt nok grunnlag for tiltak, ettersom kostholdsråd og omsetningsforbud er direkte koblet til helse og brukerinteresser.

Tiltak basert på biologiske effekter, utover bioakkumulering og konflikter med retningslinjer for miljøgifter i spisbare organismer, er en sjeldenhet. Dette henger dels sammen med en generell kunnskapsmangel når det gjelder dose-respons-forhold, dels at det er mere resurskrevende å få dokumentert effekter av moderate belastninger enn bare å få et mål for overskridelser av grenseverdier. Hvis de effektene som måles

ikke kan kobles til de spesifikke miljøgifter som forårsaker effekten, vil gevinsten ved et tiltak være uviss, med mindre tiltaket er så omfattende at tilførsler av alle miljøgifter totalt opphører (f.eks. ved nedleggelse av bedrifter, omlegging av prosesser eller disponering av avfall på en måte som hindrer at miljøgiftene spres i miljøet).

Foruten mangel på kunnskap om dose-respons forhold er det også generelt en mangel på kunnskap om hvordan miljøgiftene oppfører seg i det akvatiske miljø (Knutzen, 1995). Faktorer som biotilgjengelighet og hvilke parametre som er med og styrer miljøgiftenes fordeling mellom vann, organismer og sedimenter i resipienter er tildels ukjente.

Foruten at tiltak kan bli iverksatt på vitenskaplig grunnlag (basert på målinger) kan iverksettelse av tiltak i noen grad påvirkes av påtrykk fra miljøorganisasjoner og lokale pressgrupper. I noen tilfelle kan dette være positivt fordi det ofte fører til fortgang i saksbehandlingen. I andre tilfelle kan det føre til at unødvendige eller feilaktige tiltak iverksettes fordi man bøyer av for et press fra en opinion som ikke nødvendigvis overblikker effekten på miljøet totalt sett.

Det kan også tenkes at det iverksettes tiltak på grunnlag av sentralpolitiske vedtak, hvor man ønsker en flagg-sak for å markere handledyktighet. Kravet om "at noe må gjøres" er stort på grunn av folks miljøbevissthet og i enkelte tilfelle kan tiltak gjennomføres på meget spinkelt, faglig grunnlag. Det kan i den sammenheng være naturlig å nevne tiltak som blir gjort i forbindelse

med internasjonale avtaleverk og som er av politisk art og ikke fundert i vitenskaplige vurderinger.

Føre-var-prinsippet kan også tas i bruk som beslutningsgrunnlag hvis det dreier seg potensielt om alvorlige miljøgiftsaker, hvor man ønsker å rydde opp på et tidlig stadium, før man har et fullt faglig grunnlag for å ta en avgjørelse.

### **3. Kobling tiltak - gevinst.**

Det er viktig at et tiltak utformes på en slik måte at det er mulig å etterprøve effektene. Derfor må utformingen av tiltak og måleprogram være samkjørt. Det er også viktig at gevinsten kan være en målbar størrelse for å kunne vurdere grad av måloppnåelse. Dette er enklere å få til ved tiltak ved en primærkilde (f.eks. punktutslipp fra en bedrift) enn tiltak som omfatter opprydding av "gamle synder". I det første tilfellet er det en relativ stor grad av forutsigbarhet (f.eks. prosent reduksjon av tilførsler), ihvertfall når det gjelder nivåer f.eks. i vann og sedimenter. Derimot er forutsigbarheten ikke like stor når det gjelder nivåer i organismer og biologiske effekter fordi dette vil i stor grad avhenge av miljøgiftenes biotilgjengelighet; ikke bare av totale tilførsler.

Når det gjelder reparerende tiltak i naturen (f.eks. fjerning av forurensede masser, overdekning etc.) er det ofte svært vanskelig å kvantifisere effekten av tiltaket. Vanligvis er slike tiltak svært kostnadskreven og det er også i en del sammenhenger forbundet med en viss risiko å gjennomføre tiltaket (mulig negativ gevinst). Det bør derfor foreligge et omfattende grunnlagsmateriale

før beslutning om denne type tiltak tas. I tillegg til kost-nytte analyse bør risiko for at tiltaket mislykkes analyseres.

### **4. Gevinst - for hvem?**

Alle tiltak for å begrense skadevirkninger av miljøgifter må gjøres ut fra et helhetssyn og ikke ut fra sektorsyn. Eksempler på dette er utslipp til vann kontra utslipp til luft, eventuelt lagring av avfall i vann kontra på land. Det vil alltid være særinteresser som ønsker å ivareta en bruksverdi, men som ikke er opptatt av et helhetssyn. Ved alle internasjonale avtaler og protokoller ønsker man nå å betrakte total tilførsel av miljøgifter (uavhengig av transportrute), selv om belastningen ved utslippene vil arte seg forskjellig avhengig av om vi vurderer lokale forhold eller regionale og globale forhold. Som eksempel kan nevnes utslipp av kvikksølv til vann og luft. Et utslipp til vann vil i de fleste tilfeller påvirke lokalmiljøet i større grad enn et luftutslipp, som har en langt større spredning og påvirker et større område. Generelt vil det være betydelig lettere å få kunnskap om gevinsten av tiltak som retter seg mot lokale kilder enn mot regionale/globalt kilder.

### **5. Eksempler på store miljøtiltak i Norge og i utlandet og målinger av gevinst.**

De primære utslippene av miljøgifter fra industri er gått betraktelig ned de siste årene, delvis på grunn av nedleggelse av bedrifter og delvis på grunn av endring i håndtering av avfallet.

I Norge har utslipp av tungmetaller fra Norzink i Odda vært i fokus helt siden begynnelsen av 70-tallet (Skei et al., 1972). Nedenfor er gjengitt en beskrivelse av tiltak som er gjort, hvilke miljømål som er satt og hvilke gevinster som til nå er høstet.

I Minamata Bay i Japan forårsaket utslipp av metyllkvikksølv på 50-60-tallet en tragedie hvor mange mennesker døde eller ble varig skadet som følge av å spise kvikksølvforurenset fisk (Fujiki og Tajima, 1973). En beskrivelse av den storstilte oppryddingsaksjonen, hvilke beslutningsgrunnlag denne ble tatt på og mål som er nådd, er beskrevet nedenfor.

### **Sørfjorden i Hardanger**

Bruk av Sørfjorden som resipient for bl.a. tungmetaller helt siden i 30-årene førte til en alvorlig forurensningssituasjon som bl.a. medførte kostholdsråd både for fisk og blåskjell. Statlig program for forurensningsovervåking ble etablert i Sørfjorden i 1979 og miljøtilstanden har siden den gang vært årlig overvåket. På grunnlag av overvåkingsdata, bl.a. miljøgiftnivået i fisk og skaldyr, ble det i begynnelsen av 80-årene besluttet å fjerne hovedkilden for tungmetallene (jarositt-utlippet fra Norzink).

Avfallet ble fra 1986 plassert i fjellhaller og dette førte til mere enn 90% reduksjon i tungmetallutslippene fra Norzink. Ytterligere overvåking viste at nivåene av tungmetaller i vannet i Sørfjorden ved midlere dyp og i dypvannet sank umiddelbart (jarositten ble tidligere sluppet ut på dypt vann) (fig.1). Undersøkelser av bunnsedimentene i

1991 viste en merkbar endring selv bare 5 år etter utslippsreduksjonen (fig.2), spesielt i de indre delene av fjorden hvor den naturlige sedimenttilførselen er størst.

På samme tid begynte også nivåene av miljøgifter i fisk å avta, mens nivåene i blåskjell og i overflatevann endret seg lite. Det ble derfor gjort en vurdering av hvilke kilder man hadde som påvirket kvaliteten på overflatevannet i fjorden og som forurenset blåskjellene. På grunnlag av eksperimentelt arbeid med forurensete sedimenter i nærområdet til Odda, utført ved NIVAs marine forskningsstasjon Solbergstrand i 1987, ble det konstatert at sterkt forurensete sedimenter på grunt vann i Eitheimsvågen innerst i fjorden var en viktig forurensningskilde (Skei, 1992). Det ble derfor besluttet å gjøre ytterligere tiltak for å få kontroll på overflateforurensningen. Det grunneste området, Eitheimsvågen på vestsiden av sinkfabrikken, ble spuntet inn og bunnen på utsiden ble dekket til med duk og sand for å stoppe transporten av metaller fra de sterkt forurensete sedimentene. Strandområdet ble steinsatt for å hindre erodering av forurensete masser i fjæra.

Overvåkingen i fjorden fortsetter for å registrere gevinsten av det siste tiltaket og for å vurdere om det er ytterligere behov for tiltak. I det grunne området hvor de forurensete sedimentene ble overdekket viser video-opptak at Eitheimsvågen har fått en ny sjøbunn hvor organismer er etablert (Skei og Moy, 1996). I tillegg har en ny strandlinje gitt Eitheimsvågen et attraktivt preg.

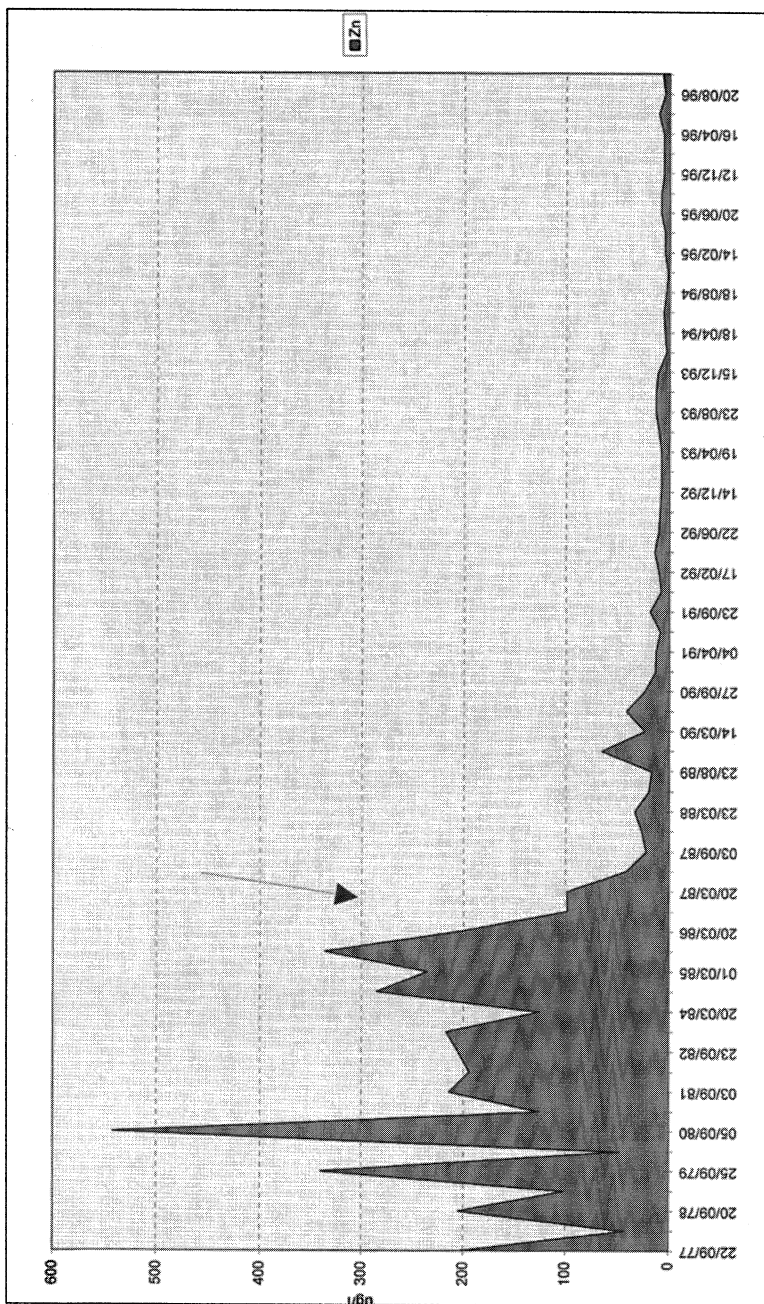
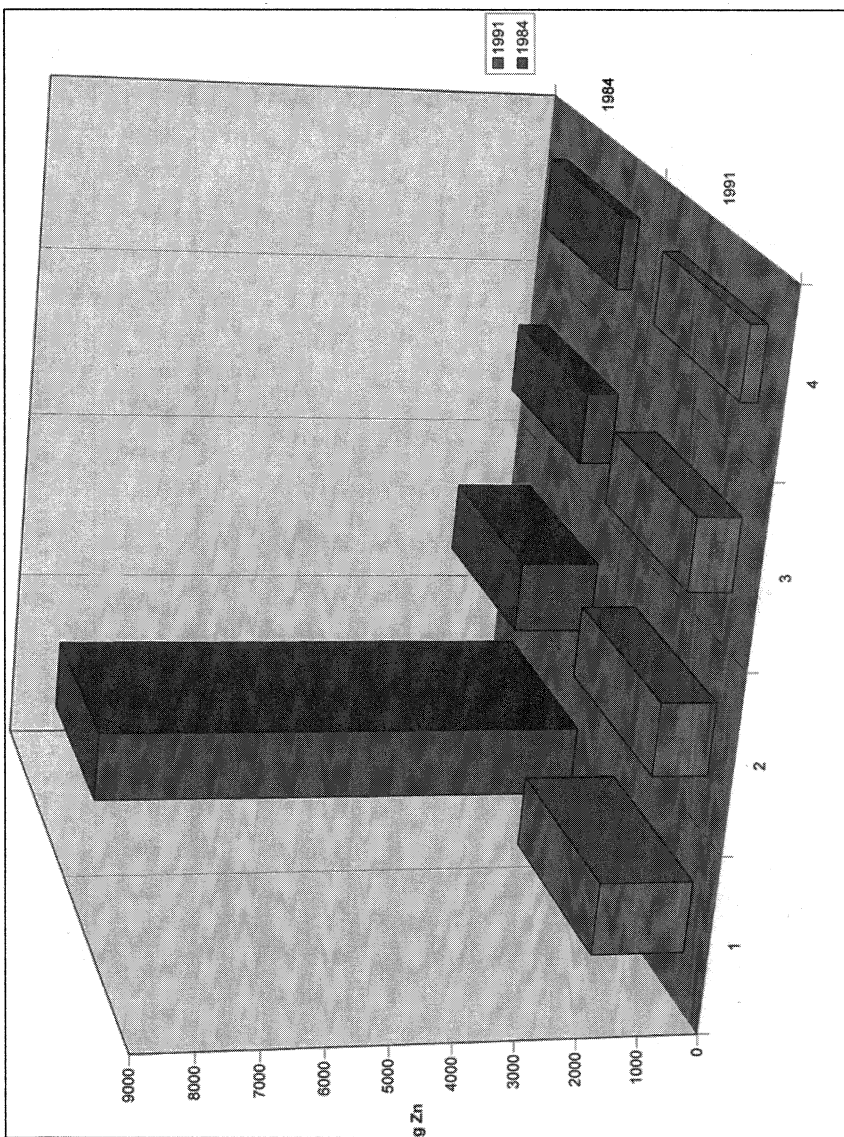


Fig. 1. Utviklingen i nivåer av sink i 40 m dyp i sjøvann fra Sørffjorden - 20 km fra Odda , i perioden 1977 - 1996. Pilen indikerer tidspunktet da jarositt-utslippet fra Norzink opphørte (sommeren 1986).



**Fig. 2.**  
Sink i  
overflate-  
sedimenter  
fra fire  
sediment-  
stasjoner på  
strekningen  
Tyssedal (1)  
til Ullens-  
vang (4)  
prøvetatt i  
1984 og  
1991.

Figuren  
viser at  
nivåene i  
overflaten  
har gått  
betydelig  
ned i løpet  
av denne 7-  
årsperioden  
som følge av  
deponering  
av jarositt i  
fjellhaller.

Miljømålet som ble satt da vedtak om opprydding ble tatt var at innen år 2000 skal kostholdsråd for fisk og skalldyr oppheves i Sørfjorden. Kostholdsrådet for fisk ble hevet i 1994 og det gjenstår å se om nivåene av tungmetaller i blåskjell reduseres tilstrekkelig de neste årene slik at kostholdsrådet for blåskjell kan oppheves. Fortsatt er situasjonen med hensyn til forurensning av overflatelaget labil og erfaringen viser at det kan være andre kilder som ble oversett da tiltaksplanene ble satt iverk. Dette illustrerer viktigheten av å overblikke størrelsen på de forskjellige kildene for å unngå å skape urealistiske forventninger til tiltak.

### **Minamata Bay, Japan**

Direkte utslipp av giftig metyllkvikksølv til Minamata Bay fra en acetaldehyd- og vinylkloridfabrikk i 1950-60-årene forårsaket store helseproblemer hos befolkningen på grunn av spising av forurenset fisk (Ishikawa og Ikegaki, 1980). Fabrikken ble nedlagt i 1971 og utslippet opphørte.

Som følge av et langvarig utslipp til en innelukket bukt ble bunnsedimentene sterkt forurenset med kvikksølv. Det ble derfor besluttet, uten nærmere vurdering om det forurensete bunnslammet ville representere et stort forureningsproblem i framtiden, å sugemudre et areal på 1.5 mill. m<sup>2</sup> og pumpe slammet til et deponi. Mudringsarbeidet pågikk kontinuerlig i 7 år (1980-1987) og kostet ca. 400 millioner amerikanske dollar (Hideaki Nakata, pers. medd.). Det har bl.a. vært nødvendig å bygge et renseanlegg for å ta hånd om

de store vannmengdene som må returneres fra deponiet.

Dette er en av de største oppryddingsprosjektene i verden med hensyn til økonomisk omfang. Det ble igangsatt på grunn av en helsetragedie og det ble brukt forholdsvis lite ressurser på å vurdere behov for tiltak og konsekvenser ved å la sedimentene ligge urørt. Det eneste siktemålet var å fjerne hele problemet ved fysisk å flytte de kontaminerte massene og etablere et miljø som befolkningen kunne føle seg trygge på. Miljømålet her er å kunne utøve fiske i området på samme måte som før utslippet av kvikksølv kom i stand. Først i 1991 ble målet oppnådd ved at nivået av kvikksølv i fisk var nede på 0.4 ppm som er den grensen for kvikksølv til konsum som ble satt for Minamata Bay.

Det er umulig å si om dette målet ville bli nådd uten fjerning av de forurensete sedimentene. Det som kan sies med nokså stor sikkerhet er at målet ville nås mye senere om sedimentene ikke ble fjernet. I tillegg ville de forurensete sedimentene bli sett på som en stor usikkerhetsfaktor og man valgte derfor føre-var-prinsippet.

## **6. Referenser**

Fujiki, M and Tajima, S. (1973). The pollution of Minamata Bay and the neighbouring sea by waste water containing mercury. *New Methods Environ. Chem. Toxicol., Collect. Pap. Res. Conf. New Methodol. Ecol.Chem.*, 217-229.

Ishikawa, T. and Ikegaki, Y. (1980).

Control of mercury pollution in Japan and the Minamata Bay cleanup. *Wat.Pollut. Contr.*, 52, 1013-1018.

Knutzen, J. (1995). Miljøgifter i økosystemet. *Vann*, 2, 248-285.

Skei, J.M. (1992). A review of assessment and remediation strategies for hot spot sediments. *Hydrobiologia*, 235/236, 629-638.

Skei, J. og Moy, F.(1996). Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1995. Delrapport. 1. Vannkjemi og dykkerbefaring. NIVA-rapport, l.nr. 3509, 29 s.

Skei, J., Price, N.B., Calvert, S.E.and Høltedahl, H. (1972). The distribution of heavy metals in sediments of Sørfjord, West Norway. *Water, Air and Soil Pollut.*, 1, 452-461.

## Forskning, utredning og rådgivning på miljøsektoren innenfor områdene:

- Vannforsyning
- Kommunalt og industrielt avløpsvann
- Avfall og slam
- Forurenset jord og grunnvann
- Offshore - industri
- Industriell miljøteknologi
- Havbruk/akvakultur

**aquateam** norsk vannteknologisk senter as

**Postboks 6875 Rodelokka, 0504 Oslo**  
**Tlf.: 22 04 12 40 - Fax: 22 04 12 10**