



Saksfremlegg til Nasjonalt råd for forurensede sedimenter

Utarbeidet av : SFT

Dato: 13.4.05

Tema: Erfaringsnotat pilotprosjektet i Tromsø

☒

Drøftingssak

☐

Realitetsbehandling

Hvorfor saken fremmes: Rådet har bedt SFT utarbeide erfaringsnotater fra pilotprosjektene. Pilotprosjektet i Tromsø er avsluttet og resultater og erfaringer sammenstilt i vedlagte notat.

Erfaringer / konklusjoner

På basis av søknad fikk Tromsø kommune støtte av SFT til utarbeidelse av tiltaksplan for Tromsøysundet, Kildekartlegging og undersøkelser av toksisitet og vurdering av biologiske effekter av forurensede sedimenter, var viktige deler av prosjektet. Pilotprosjektet har hatt som mål å bygge opp lokal og nasjonal kompetanse omkring metoder for vurdering av risiko og konsekvenser av miljøgifter i akvatisk miljø.

Resultatene av biotilgjengelighetsstudier i lab og felt viste at miljøgiftene som finnes i havneområdet er biotilgjengelige og dermed representerer en risiko for marine organismer. Miljøgiftene finnes i høye konsentrasjoner i områder med sterk strøm og grovt sediment, og fraksjoneringsstudiene viste at en betydelig andel av miljøgiftene fantes i sandfraksjonen. Dette har betydning når faren for spredning ved inngrep og lagring skal vurderes.

En varig forbedring av miljøtilstanden vil kun kunne oppnås dersom en bedre kontroll over kildene oppnås. De viktigste kildene er vurdert å være industrivirksomhet, skipsverft og slipplasser, overvann, kommunal kloakk, sigevann fra deponier og utslipp fra skip. Per i dag er kunnskapen om flere sentrale kilder til miljøgifter mangelfull. Spesielt knytter det seg usikkerhet til tilførselene via overvann og avrenning fra befestede arealer, kloakk og utlekking fra forurenset grunn.

En opprydding i havneområdet er estimert til minst 60 millioner kroner, og det vil være viktig å vurdere om det er mulig å oppnå en forbedret miljøtilstand ved å implementere tiltak i forbindelse med utbygginger og aktiviteter som likevel skal gjennomføres i havneområdet.

Begrunnelse:



Det er viktig at resultatene og erfaringene fra pilotprosjektet i Tromsø blir formidlet og benyttet i sedimentarbeidet framover. Dette gjelder spesielt erfaringene fra arbeidet med å kartlegge biologiske effekter ved bruk av toksisitetstester og undersøkelser av biotilgjengelighet.

Eventuell videre oppfølging:

Erfaringsnotatet justeres eventuelt etter innspill fra sedimentrådet.

ERFARINGSNOTAT PILOTPROSJEKTET I TROMSØ

Bakgrunn for prosjektet

Fem pilotprosjekter ble startet opp i 2001/2002 for å skaffe mer kunnskap om hvordan opprydning i forurensede sedimenter bør planlegges, organiseres og gjennomføres, og for å få mer praktisk erfaring med ulike typer prosjekter. På basis av søknad fikk Tromsø kommune støtte av SFT til utarbeidelse av tiltaksplan for Tromsøysundet, Kildekartlegging og undersøkelser av toksisitet og vurdering av biologiske effekter av forurensede sedimenter, var viktige deler av prosjektet. Pilotprosjektet har hatt som mål å bygge opp lokal og nasjonal kompetanse omkring metoder for vurdering av risiko og konsekvenser av miljøgifter i akvatisk miljø. Prosjektet har pågått i perioden 2002-2004 og bestått av følgende delprosjekter:

- kildekartlegging
- biologiske effektstudier
- kartlegging av forurensningens omfang ved kjemiske analyser
- bindingsegenskaper og in situ biotilgjengelighet av miljøgifter og
- risikovurderinger og utarbeidelse av tiltaksplan

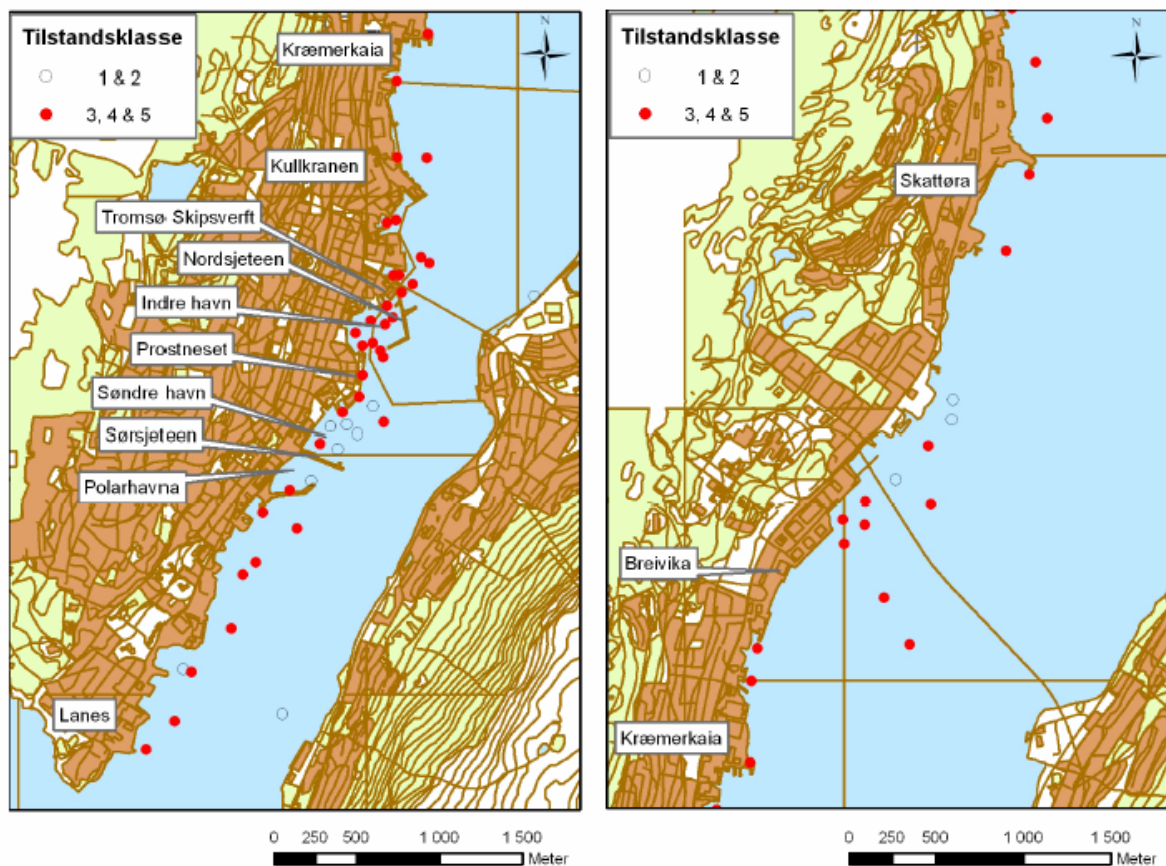
Finansiering /samarbeid

Pilotprosjektet i Tromsø ble startet i 2002. Prosjektet har vært finansiert av SFT, Tromsø kommune, Tromsø havn og Vervet AS. Tromsø kommune har vært prosjektleder, mens Akvaplan-niva, Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Norges Geotekniske Institutt (NGI) har vært utførende institusjoner. Kostnadene til pilotprosjektet ligger på totalt ca 4,4 mill. hvorav SFT har bidratt med ca 3,5 mill. Grunnen til at SFT har bidratt med en så vidt høy finansieringsandel er at en vesentlig del av pilotprosjektet er knyttet til innhenting av kunnskaper som ventes å ha stor betydning for sedimentarbeidet framover. Resultatene av arbeidet med toksisitetstesting har blitt benyttet i arbeidet med å utvikle en ny risikoveileder for forurensede sedimenter, og systematikken i forslaget til veileder ble prøvet ut i Tromsø havn.

Forurensningssituasjonen i Tromsø havn

Tromsø havn ligger i Tromsøysundet, som skiller Tromsøya fra fastlandet og dekker et relativt stort geografisk område. Mattilsynet har gitt kostholdsråd der konsum av skjell fanget mellom Tromsøya og fastlandet frarådes. Kostholdsrådet er gitt pga PAH-innholdet i skjell og ble sist vurdert i 2000. Det er sterk strøm i Tromsøysundet, noe som fører til at bunnsedimentet for det meste er relativt grovkornet. I selve havneområdet finnes imidlertid områder med roligere strømforhold og finere sediment.

I Figur 1 er punkter hvor forurensningsgraden for en eller flere miljøgifter overstiger tilstandsklasse II vist med røde sirkler.



Figur 1. Stasjoner i Tromsø havneområde hvor en eller flere miljøgifter er målt i konsentrasjoner som overstiger tilstandsklasse II i SFTs klassifikasjonssystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

PAH-konsentrasjonene varierer mye og tilsvarer tilstandsklasse I-V. Sedimentet langs Tromsøya er fra moderat (tilstandsklasse II) til sterkt forurensset (tilstandsklasse IV) av PCB, og fra markert (tilstandsklasse III) til meget sterkt forurensset (tilstandsklasse V) av TBT. Sedimentet i Tromsøysundet er generelt lite til moderat forurensset av metaller (tilstandsklasse I-II).

I prøver av blåskjell fra østsiden av Tromsøya, er det funnet PAH-konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III-IV. De fleste prøvene inneholdt PCB tilsvarende tilstandsklasse II. TBT er funnet tilsvarende tilstandsklasse II-V.

Kildekartlegging

For å oppnå en varig miljøforbedring, er det en forutsetning at det settes i gang tiltak som kan redusere tilførselene av miljøskadelige stoffer. På bakgrunn av tilgjengelig informasjon og generell kunnskap om spredningsveier for ulike miljøgifter ble det innledningsvis identifisert 13 potensielle kilder til miljøgifter i Tromsø havn. Analysene av mulige bidrag fra ulike kilder til miljøgiftbelastning er gjennomført ved sammenstilling av eksisterende relevante data og tillatte maksimale utslippsverdier ("worst-case scenario") der dette finnes. Videre er det foretatt analyser av miljøgiftinnhold i kloakkvann, snø og overvann for å bedre datagrunnlaget omkring disse kildene. Det er også testet om disse utslippene er toksiske. Undersøkelser i resipienten har avdekket varierende miljøgiftinnhold, men som oftest går de geografiske

gradientene på kryss og tvers av hverandre, samtidig som de potensielle kildene ligger såpass tett inn på hverandre at en entydig tilbakesporing ikke er mulig. Eksempelvis har Tromsø skipsverft utslipp i indre havneområde, der også båttrafikken er mest intens. Undersøkelser i resipienten vil derfor ofte være utilstrekkelig til å skille potensielle kilder fra hverandre uten bruk av spesifikke sporstoffer i utslipp. De potensielle kildene ble vurdert i forhold til fire grupper av miljøgifter, og evaluert til tre kategorier (Tabell 1):

- Mulige kilder som vurderes å bidra uvesentlig til miljøgiftbelastningen (grønn farge i tabell 1)
- Mulige kilder som antas å kunne bidra, men som det enten ikke foreligger data eller begrunnet mistanke om betydelige bidrag i Tromsø havn (gul farge i tabell 1)
- Mulige kilder som bidrar til miljøgiftbelastningen og der tiltak vil bli diskutert (rød farge i tabell 1)

Tabell 1. Sammenstilling av miljøgiftbelastning av Tromsø havneområde og Tromsøysundet fordelt på 13 ulike kilder og 4 grupper av miljøgifter.

Type miljøgift	Tungmetaller	PAH	PCB	TBT
Tilførselskilde:				
1 Nedbør og deponering av snø	☹	☹	☹	☺
2 Overvann fra befestede arealer	☹	☹	☹	☺
3 Tilførsler med havvannet	☺	☺	☺	☺
4 Tilførsler fra bekker og elver	☹	☺	☺	☺
5 Kommunal kloakk	☹	☹	☹	☺
6 Utslipp fra industrivirksomhet, skipsverft og slipplasser	☹	☹	☹	☹
7 Individuelle punktavløp	☹	☹	☹	☹
8 Utslipp fra områder med forurenset grunn inkl. havneutfyllinger og massedeponi	☹	☹	☹	☹
9 Sigevann fra søppelfyllinger	☹	☹	☹	☹
10 Gamle synder og utslipp fra tidligere tiders aktiviteter	☹	☹	☹	☹
11 Utslipp fra skip (slitasje av bunnmaling)	☹	☹	☹	☹
12 Uhellsbetingete utslipp (ulykker, lekkasjer og utslipp)	☺	☹	☺	☺
13 Ulovlige utslipp	☹	☹	☹	☹
Intern eksponering				
Oppvirvling av forurenset sediment i havnebassenget	---	---	---	---

Som Tabell 1 viser er de viktigste kildene vurdert å være industrivirksomhet, skipsverft og slipplasser (nr. 6), overvann fra befestede arealer (nr. 2), kommunal kloakk (nr. 5), sigevann fra søppeldeponi (nr. 9) og utslipp fra skip (nr. 11). For enkelte av kildene (for eksempel forurenset grunn) er datagrunnlaget meget dårlig, og en oppfølging av disse vil være nødvendig før en eventuell opprydding settes i gang.

Overvann fra veger og andre tette flater i tettbygde strøk kan gi betydelig vannforurensning, og føre til sedimentforurensning. Overvannet fra Tromsø sentrum inneholdt både tungmetaller, PAH og PCB, men konsentrasjonene var ikke veldig høye sammenlignet med for eksempel utslipp fra renseanlegg for kommunal kloakk. Toksisiteten til overvannsprøven som ble testet var imidlertid urovekkende høy. Det anbefales derfor å gjennomføre utvidede analyser av overvann for å kartlegge hvordan utslipp av overvann påvirker havneområdet.

Biologiske effektstudier

Et av de viktigste delmålene til pilotprosjektet i Tromsø har vært å prøve ut biologiske effekter som grunnlag for risikovurdering av foruensede sedimenter. Det ble derfor gjennomført en rekke biologiske effektstudier på sediment hentet fra Tromsø havn. Prosjektet har etablert og utviklet metoder for opparbeiding og ekstraksjon av marine sediment slik at giftigheten av sedimentene kan testes med *in vitro* metoder. Det ble også utviklet metoder til å teste ut sedimentekstrakter med leverceller fra fisk.

Som del av en risikovurdering av de forurensede sedimentene har kjemiske og biologiske karakteristika av sedimentet blitt vurdert i en trinnvis prosess. Det første trinnet var en innsamling og vurdering av eksisterende data. Videre ble det gjennomført en biologisk og kjemisk karakterisering av sedimentet på de ulike stasjonene. Det ble benyttet ekstraksjonsmetoder for å isolere miljøgiftene fra sedimentene for deretter å bruke ekstraktene i biologiske tester med høy følsomhet. Disse testene dannet grunnlaget for en utvelgelse av stasjoner/sedimenter som ville være gjenstand for videre testing som innebar undersøkelser av biotilgjengelighet av utvalgte miljøgifter og giftighet av helsediment på utvalgte marine organismer.

Ekstraksjonsmetodene ble valgt for å oppnå en "worst-case"- situasjon der all potensiell giftighet i sedimentet ville bli detektert. Det ble samlet inn 6-15 liter sediment fra 50 lokaliteter i Tromsøysundet. Det ble gjort ekstraksjon i en organisk fase, der en vil finne miljøgifter som PAH og klororganiske stoffer, og av porevann, der en vil finne metaller og hydrofile miljøgifter. Hensikten med ekstraksjonene var å overføre alt av miljøgifter som måtte finnes bundet til sedimentet til enten porevann eller organisk ekstrakt. I naturen vil bare en viss andel av de miljøgiftene som finnes bundet til sedimentet være tilgjengelige. En eksponering til ekstrakter som inneholder alt som finnes i sedimentet vil derfor representere en verst tenkelig situasjon. Testmetodene som ble valgt inkluderte tester med hele organismer, et krepsdyr (*Acartia tonsa*) og en alge (*Skeletonema costatum*), en standardisert test for gentoksisitet (Microtox TM) og tester med leverceller fra fisk. Til sammen ble disse testene vurdert å være tilstrekkelig følsomme til å detektere giftighet for aktuelle miljøgifter. Microtox gir informasjon om akutt toksisitet av sediment overfor bakterien *Vibrio fischeri*. Testene med leverceller har endepunkt som gir generell informasjon om giftighet/cytotoksisitet, samt tilstedeværelsen av plane organiske miljøgifter og miljø-østrogener.

Resultatene fra toksisitetstestene dannet grunnlaget for en klassifisering av sedimentene på de ulike stasjonene. For hver av testene ble det identifisert tre grupper: ingen effekt, moderat effekt og sterk effekt. Grenseverdier for de ulike testene er utarbeidet som en del av prosjektet. Dette resulterte i en matrise med en tredeling for hver av metodene. Resultatene fra alle testene utført på hver stasjon ble vurdert samlet og basert på resultatene fra toksisitetstestene ble sedimentet delt i tre kategorier

- 1) ikke toksisk sediment

- 2) sediment med uavklart toksisitet
- 3) sediment med høy toksisitet

Kriteriene som ble benyttet for å fastsette de tre kategoriene var:

- 1) tre eller færre tester med moderat effekt, resten med ingen effekt; det ble også vurdert om testene som viste moderat effekt representerte ulike virkningsmekanismer
- 2) sediment som ikke havnet i kategori 1 eller 3
- 3) to eller flere tester med sterk effekt; det ble her også sett på om testene representerte ulike virkningsmekanismer – antatt lik mekanisme ble gitt mindre vekt enn ulike mekanismer

Av de undersøkte stasjonene havnet 17 stasjoner i kategori 1, 18 stasjoner i kategori 2 og 16 stasjoner i kategori 3.

Sedimentet som hadde uavklart toksisitet ble testet videre for å vurdere om miljøgiftene var biotilgjengelige eller ikke. Utvalgte prøver fra kategori 1 og 3 inngikk også i helsedimenttester og test av biotilgjengelighet for sammenligningens skyld.

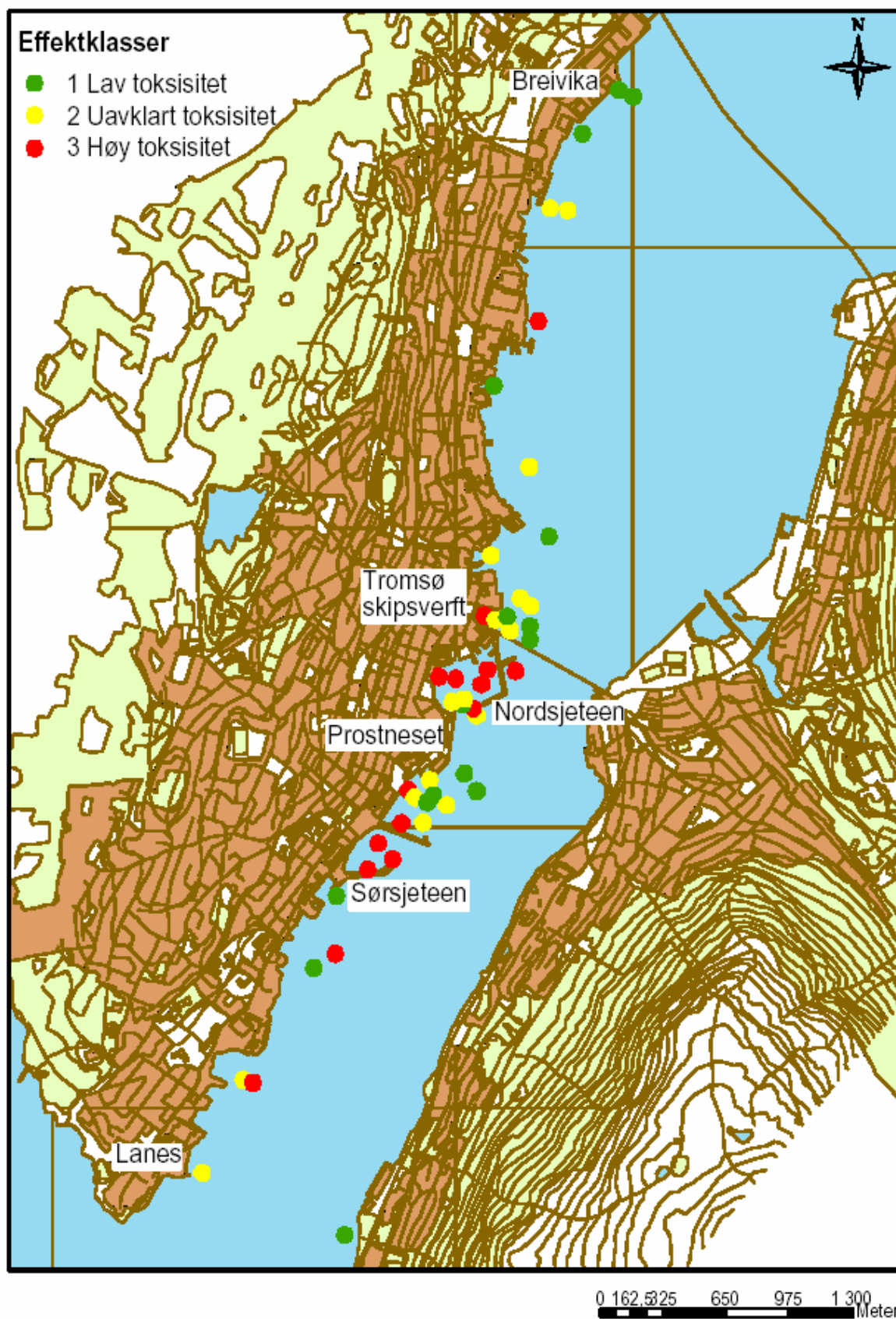
Resultatene ble også benyttet til å velge ut sediment for kjemisk analyse. For testing av biotilgjengelighet ble det benyttet et etablert testsystem som tidligere er benyttet i flere sammenhenger. Det ble benyttet to arter: flerbørstemarken *Hediste (Nereis) diversicolor* og nettsnegl *Hinia reticulata*. Helsedimenttester ble gjennomført med fjæremark *Arenicola marina* og, for noen av sedimentene, amfipoden *Corophium sp.*

Som resultat av de sistnevnte testene ble sediment fra ytterligere 4 stasjoner ”friskmeldt” (karakterisert som forurenset, men med lav økologisk risiko) og sediment fra 10 av stasjonene med uavklart toksisitet ble plassert i kategori 3 (de ble karakterisert som forurenset og med høy økologisk risiko), se figur 2 og 3.

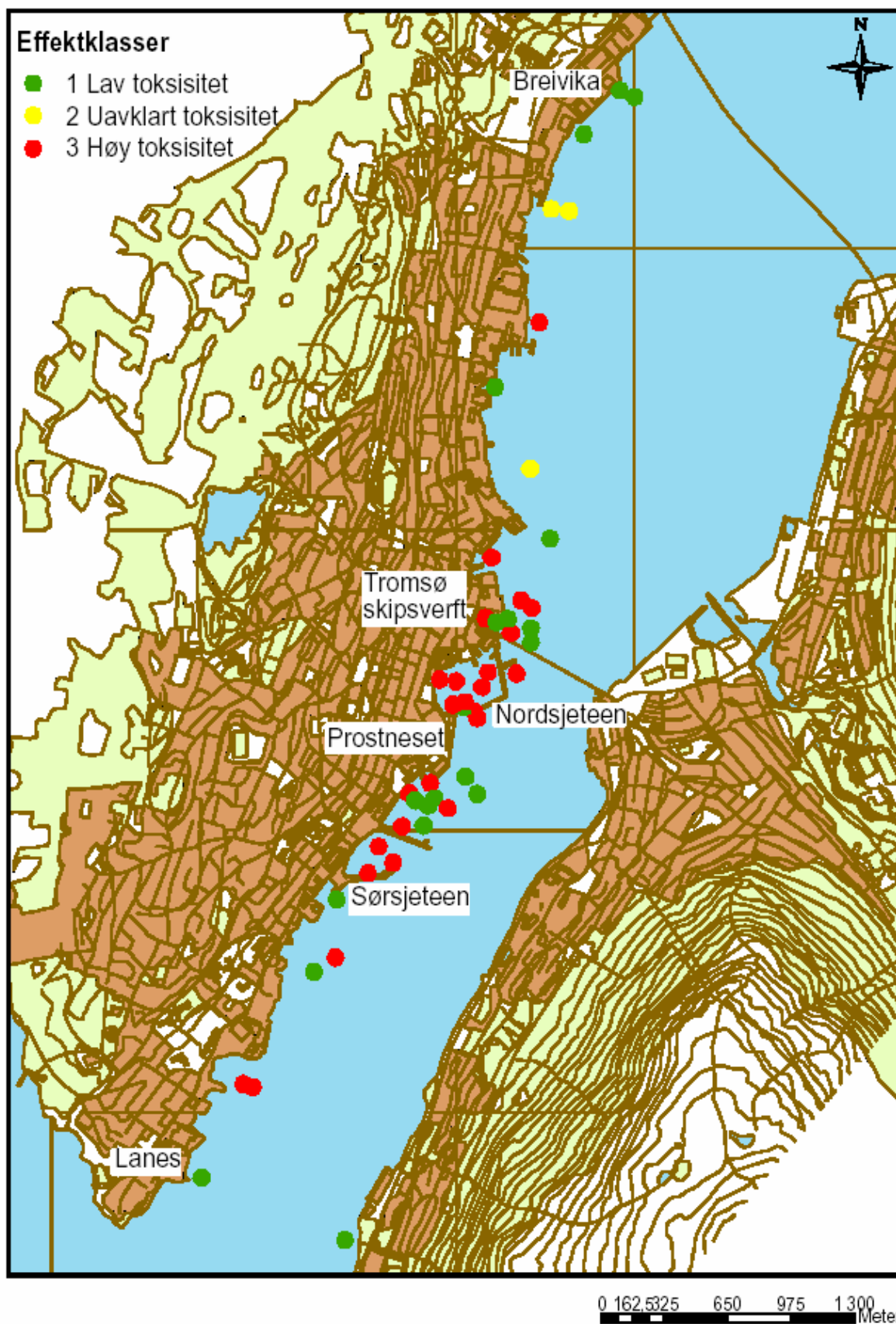
Sedimentene innenfor Sørsjeteen og Polarhavna hadde høy giftighet (figur 2 og 3). Det samme var tilfelle for sedimentet innenfor Nordsjeteen, samt utenfor og nord for skipsverftet. I tillegg hadde sediment fra enkelte stasjoner langs nesten hele østsiden av Tromsøya høy giftighet. Det er imidlertid uklart hvor stor utbredelse det forurensede sedimentet har rundt disse stasjonene. Den lave giftigheten av sediment fra tilgrensende stasjoner tyder imidlertid på at forurensningen flere steder har begrenset utstrekning.

Det var klar sammenheng mellom toksisitetskategorier og nivåer av PAHer og metaller i sedimentet. Det var ingen klar sammenheng mellom toksisitet og sedimentnivåer av Pb. Toksisitetskategoriene skilte mellom sediment med lave nivåer av PCB og TBT (kategori 1) og sediment med høyere nivåer (kategori 2 og 3).

Resultatene fra de biologiske effektstudiene gir svar på i hvor stor grad miljøgiftene i sedimentet tas opp og påvirker marine organismer. Disse testene sier imidlertid ikke noe om spredningspotensialet.



Figur 2. Oversiktskart med markering av den innledende kategoriseringen av sedimentene. Grønn - kategori 1; gul - kategori 2; rød - kategori 3. Endelig klassifisering av kategori 2 er ikke vist. Alle stasjoner er ikke inkludert.



Figur 3. Oversiktskart med markering av kategorisering av sedimenter etter helsedimenttester og biotilgjengelighetstester. Grønn – kategori 1; gul – kategori 2; rød – kategori 3.

Bindingsegenskaper og in situ biotilgjengelighet av miljøgifter

En av målsettingene med pilotprosjektet var å undersøke til hvilke størrelsesfraksjoner i sedimentet fra Tromsø havn de organiske miljøgiftene PAH, PCB og TBT er bundet og hvor biotilgjengelige de er for organismer i vannsøylen under naturlige forhold. Biotilgjengelighet av de ulike miljøgiftene ble undersøkt på de samme stasjonene som inngikk i fraksjoneringsstudien. Dette ble gjennomført ved å sette ut bur med blåskjell like over sedimentoverflaten.

De høyeste konsentrasjonene av PCB og TBT ble målt i finkornet sediment ($< 0,63 \mu\text{m}$), mens PAH-konsentrasjonen var høyest i den grovere fraksjonen ($> 0,63 \mu\text{m}$). På grunn av den lave andelen av finstoff i sedimentet ble en betydelig andel av miljøgiftene (PAH, PCB og TBT) funnet knyttet til grovkornede partikler (60-90 %).

Blåskjellene som sto utplassert i bur langs bunnen i områder med ulike strømforhold (fra nærmest strømsille til ca 50 cm/sek) tok opp både PAH, PCB og TBT. PAH-konsentrasjonene økte mest (3-12 ganger), fulgt av TBT (4-9 ganger) og PCB (0-2 ganger). Det var tilsynelatende en sammenheng mellom konsentrasjoner i sedimentet og opptak i blåskjell, men i enkelte tilfeller var opptaket i skjell høyest på lavkontaminerte stasjoner. Dette kan indikere ulikeheter i biotilgjengelighet. Det er ikke mulig å gi et entydig svar på om miljøgifter som ble målt i blåskjellene kun stammer fra sedimenter eller om de kommer med vannstrømmer fra aktive kilder på land. Det var ingen klar sammenheng mellom strømforhold og opptak i blåskjell.

Risikovurderinger og tiltaksplan

Tiltaksplanen er utarbeidet med utgangspunkt i miljømål vedtatt av Tromsø kommunes Miljø- og transportkomiteé i april 2004:

Miljømål for havneområdet er på den ene siden å stoppe eller avgrense, så langt som mulig, de lokale kildene til forurensning og sørge for at havneområdet og Tromsøysundet tilfredsstiller det som betegnes som *tilstandsklasse II* - god eller moderat forurenset i SFT sitt klassifikasjonssystem for miljøkvalitet i fjorder og kystvann (Molvær *et al.* 1997). For det mest forurensede havneområdet er det et prioritert mål å gjennomføre tiltak som gjør det mulig å omdisponere og eventuelt bygge ut området til transport- og boligformål. Det skal ikke finnes miljøgiftkonsentrasjoner i sediment eller organismer høyere enn tilstandsklasse III (markert forurenset). Når det gjelder Tromsøysundet utenfor det sentrale havneområdet, avgrenset av rette linjer mellom Sørspissen og fastlandet og Nordspissen og Kroken, skal det ikke dokumenteres høyere konsentrasjoner av miljøgifter enn tilstandsklasse II. Dette målet skal gradvis oppnås, og innen 2008 skal tilstandsklasse III eller bedre oppnås for minst 70 % av et representativt antall prøver.

Arbeidet med tiltaksplanen har vært konsentrert om det sentrale havneområdet, men det er også gitt anbefalinger om oppfølgende tiltak for andre deler av Tromsøysundet. Det sentrale havneområdet er definert som området mellom Polarhavnen i sør og Kullkranen i nord. Dette området har igjen blitt delt inn i 5 delområder (figur 4), basert på kunnskap om sedimenttype, strømforhold, forurensningsgrad og trafikk. En miljørisikoanalyse, basert på en veileder for risikovurdering av forurenset sediment utviklet av NIVA og NGI på oppdrag for SFT, er gjennomført for de 5 delområdene. For områdene utenfor det sentrale havneområdet har det vært begrenset med grunnlagsdata til å kunne gjennomføre risikoanalysen, men det er dokumentert forurensning flere steder langs østsiden av Tromsøya, både nord og sør for det sentrale havneområdet. Det vurderes imidlertid som mest nyttig å fokusere saneringstiltak på

det indre havneområdet.



Figur 4. Delområder Tromsø indre havn

Risikovurderinger basert på spredningsberegninger, overskridelser av human helserisiko og vurdering av toksisitet har vist at delområdene i Tromsø havn bør prioriteres for tiltak i følgende rekkefølge: 1) indre havn (område III), 2) søndre havn og området ved bruhodet/verftet (område II og IV), 3) Polarhavna (område I) og 4) Prostneset (Område V). For å oppnå miljømålsettingen satt av Tromsø kommune vurderes det som nødvendig å gjennomføre en opprydding i Tromsø havn. Den mest aktuelle oppryddingsmetoden for størstedelen av havneområdet er mudring. I enkelte deler av havneområdet (f.eks. innerst i delområde I) vil tildekking med rene masser kunne være aktuelt, men i størstedelen av

havneområdet er denne metoden lite egnet. Årsaken til dette er en kombinasjon av behov for opprettholdelse av seilingsdyp og sterk strøm (erosjonsbunn).

Konklusjoner

En varig forbedring av miljøtilstanden vil kun kunne oppnås dersom en bedre kontroll over kildene oppnås. Per i dag er kunnskapen om flere sentrale kilder til miljøgifter mangelfull. Spesielt knytter det seg usikkerhet til overvann og avrenning fra befestede arealer, kloakk og utlekking fra forurenset grunn.

En opprydding i havneområdet er estimert til minst 60 millioner kroner, og det vil være viktig å vurdere om det er mulig å oppnå en forbedret miljøtilstand ved å implementere tiltak i forbindelse med utbygginger og aktiviteter som likevel skal gjennomføres i havneområdet. Ved kostnadsberegningene er det tatt utgangspunkt i at 30 cm masse må fjernes fra hele havneområdet og at massene deponeres i godkjent sedimentdeponi (strandkant- eller gruntvannsdeponi).

Lærdom og kunnskapshull

Resultatene av biotilgjengelighetsstudier i lab og felt viste at miljøgiftene som finnes i havneområdet er biotilgjengelige og dermed representerer en risiko for marine organismer. Miljøgiftene finnes i høye konsentrasjoner i områder med sterk strøm og grovt sediment, og fraksjoneringsstudiene viste at en betydelig andel av miljøgiftene fantes i sandfraksjonen. Dette har betydning når faren for spredning ved inngrep og lagring skal vurderes.

Metodene som ble benyttet til kartlegging av toksisitet ga et godt grunnlag til å vurdere toksisiteten til sedimentet. Det viste seg at det ikke var mulig å gjennomføre testing med leverceller fra fisk på porevann. Det var videre tegn til at algetesten var mer følsom enn testen med krepsdyr. Det kan derfor vurderes om testen med krepsdyr kan utelates. Enkelte sediment ga imidlertid bare toksisitetsutslag for krepsdyr-testen. Det var en klar sammenheng mellom toksisitet og miljøgift-nivåer.

Til tross for at metodene som ble benyttet fungerte tilfredsstillende er det fremdeles behov for utprøving av nye og alternative metoder, ikke minst med tanke på å få fram metoder med høy følsomhet, høy spesifisitet og lav kostnad.

Det var åpenbare utslag også i testene med helt sediment. Det er et klart behov for at det etableres et mer omfattende kunnskapsgrunnlag for bruk av disse testene. I denne undersøkelsen ble det ikke benyttet en positiv kontroll, noe som bør inkluderes senere. Subletale endepunkt ble benyttet for å øke følsomheten til testene (fødeinntak, aktivitet). Videre arbeid bør gjennomføres for å videreutvikle slike metoder, eventuelt med bruk av biokjemiske og fysiologiske endepunkt (biomarkører).

Referanser

Evenset, A., L-H. Larsen & A. Kibsgaard 2005. Opprydding av forurenset sediment i Tromsø havn. Forebygging og sanering av miljøgiftforurensning i Tromsø havneområde og Tromsøysund. Tiltaksplan 2005-2012.
Hylland, K, A. Ruus, T. Kallqvist, K. E. Tollefsen, T. Hartnik, E. Bøe, H. Hansen. K. Olsson & A. Evenset. 2004. Opprydding i Tromsø havn – delprosjekt 2. Biologiske effekter Sluttrapport, 40 s

Larsen, L-H., A. Evenset, I. A. Berg & N. Skjegstad 2003. Opprydding av forurenset sediment i Tromsø havn. Kartlegging av kilder til forurensning i Tromsø indre havneområde og Tromsøysund 2002-03. Akvaplan-niva rapport 412.2508.02. 72 s

Pettersen, A. & Ø. Nerland 2004. Opprydding av forurensede sedimenter i Tromsø havn – tiltaksmetoder. NGI rapport 20031024-1. 21 sider + vedlegg.

Evenset, A. 2004. Bindingsegenskaper og in situ biotilgjengelighet av organiske miljøgifter i sediment fra Tromsø havn. Akvaplan-niva rapport 414.2508.03.29 s

Kibsgaard, A. 2005. Opprydding av forurensede sedimenter i Tromsø havn. Risikovurdering av forurenset sediment. NGI-rapport 200310124-2. 22 s. + vedlegg

Alle rapportene er tilgjengelige på SFTs nettsted:

<http://www.sft.no/arbeidsomr/sedimenter/>