



Saksfremlegg til Nasjonalt råd for forurensede sedimenter

Utarbeidet av : Torgeir Mørch

Dato: 14.01.2005

Tema: Erfaringsnotat Miljøtiltak Haakonsvern orlogsstasjon

☒

Drøftingssak

☐

Realitetsbehandling

Hvorfor saken fremmes: Det er gjennomført et stort tiltak på forurensede sedimenter ved Haakonsvern orlogstasjon. Rådet har anbefalt SFT at det utarbeides erfaringsnotat om opprydningen. SFT har fulgt opp anbefalingen og har bedt Torgeir Mørch i SWECO Grøner lage et erfaringsnotat basert på tidligere utkast. I henhold til rådets årsplan 2005 skal erfaringsnotatet for Haakonsvern behandles på rådets møte den 15.02.01 (1/05).

Erfaring

Arbeidene med de forurensede sedimentene har vært meget kompliserte og det har vært utført mye utvikling og nytenkning for å løse problemstillingen en stod ovenfor ved oppstart av tiltaket. Det er svært kostbart og tidkrevende å gjennomføre tiltak på forurensede sedimenter. Før tiltak på forurensede sedimenter starter må det være kontroll med alle kilder til forurensing. Alle større kilder til forurensing må være stanset eller ryddet. Nyere forskning viser at også andre kilder enn kun sedimenter kan medføre forurensning av biota. Skal det gjennomføres tiltak på forurensede sedimenter må et geografisk område sees på under ett og ikke deles opp i ulike problemeiere og kilder. Det er behov for mer forskning for kunne gi svar på hvilke nivåer av ulike miljøgifter gir påvirkning av biota. Hvilke eventuelle synergieffekter av flere kilder til sammen (sedimenter, nedbør, avrenning fra land, andre kilder etc.) betyr for biota til sammen må også avklares. Dette vil kunne påvirke de stedsspesifikke normverdier for ulike områder, slik at en tilaksnorm for et område ikke nødvendigvis vil være det samme for et annet.

Begrunnelse: Det må sikres at alle de erfaringer som er gjort i prosjektet og all den forskning og utvikling som er gjort i prosjektet trekkes inn arbeidet med tiltak for forurensede sedimenter i Norge. Det er derfor viktig å trekke erfaringer som er gjort i dette prosjektet inn i arbeidet til sedimentrådet.

Eventuell videre oppfølging: Anbefales i møtet. Erfaringene fra Haakonsvern utgjør viktig kilde til kunnskap og erfaringene trekkes inn i det videre arbeidet i sedimentrådet.

NOTAT

Rapport nr.: 1	Oppdrag nr.: 127330	Dato: 03.01.2005	
Oppdragsnavn: Erfaringsnotat Forurensede sedimenter			
Kunde: Statens forurensingstilsyn			
Erfaringsnotat miljømudring Haakonsvern orlogstasjon			
Emneord: Sedimenter, forurensing, tiltak, mudring, PCB			
Sammendrag: Det er gjennomført opprydning av forurenset grunn og forurensede sedimenter. Tiltaket på de forurensede sedimentene har gått på å mudre opp sedimentene og legge disse i et sikret deponi som ble etablert i sjøkanten. Totalt er det mudret et område på over 348.000 m², og totalt er det fjernet rundt 60.000 m³ forurensede sedimenter. Det etablerte miljømålene i sedimentene for tiltaket ble oppnådd med god margin og de gjennomsnittlige nivåene av PCB i sedimentene er nå 35 µg/kg TS. Nivåene av PCB er redusert med over 90 %. Kostnadene til tiltakene ved Haakonsvern ble totalt 185 mill kr, som inkluderer både tiltak på land og i sjøen. Hovedtyngden av kostnadene er knyttet til opptak og behandling av de forurensede sedimentene. Erfaringen viser at det er helt vesentlig å fjerne og stoppe alle kilder til forurensing til sedimentene før tiltaket starter. Miljømålet med tiltaket har vært at på sikt skal kostholdsråd på fisk og skalldyr oppheves. Det er for tidlig å si om dette målet nås da det er beregnet at det vil ta ca 10 år før en vil kunne måle effekten på fisk og skalldyr. Det er også usikkert om målet kan nås før samtlige områder i Bergen er ryddet.			
	Rev.:	Dato:	Sign.:
Utarbeidet av: Torgeir Mørch			
Kontrollert av: Amund Gaut			
Oppdragsansvarlig: Per Stenhamar	Oppdragsleder / avd.: Torgeir Mørch / Geo fjell		

INNHold

1	BESKRIVELSE AV PROSJEKTET	3
1.1	BAKGRUNN FOR PROSJEKTET	3
1.2	FORUNDERSØKELSER/ BESLUTNINGSGRUNNLAG/ VALG AV TILTAK	3
1.3	MÅL	5
1.4	INFORMASJONSSTRATEGI.....	6
1.5	FINANSIERING/ KOSTNADER.....	6
1.6	BESKRIVELSE AV TILTAKET	7
1.7	KONTROLL OG OPPFØLGING	8
1.7.1	Overvåkning av tiltaket	8
1.8	RESULTATER.....	9
2	VIKTIG LÆRDOM	9
2.1	FAGLIGE PROBLEMSTILLINGER.....	9
2.2	PRAKTISK GJENNOMFØRING.	11
2.3	KOMMUNIKASJON/ INFORMASJON/ MYNDIGHETSKONTAKT.....	11
2.4	ØKONOMI.	11
3	KUNNSKAPSHULL.....	12

Vedleggsliste

Vedlegg: Kart
 Lokaliteter på land - status
 Tilstanden i sedimentene før og etter tiltak

Figurliste

Figur 1	Kart over Haakonsvern med forurenset grunn og sedimentstasjoner	3
Figur 2	Nivåer av PCB i sedimenter	5
Figur 3	Kartlegging av bunnforholdene	10
Figur 4	Kart over Bergen med kostholdsråd.....	10

Fotoliste

Foto 1	Mudringsutstyr	Foto 2	Utforming av deponi 1	7
Foto 3	Tildekking av deponiet	Foto 4	Etter tildekking.....	8

1 BESKRIVELSE AV PROSJEKTET

1.1 Bakgrunn for prosjektet

Bakgrunnen for prosjektet var at Forsvaret i 1990 startet en landsomfattende kartlegging av forurensede lokaliteter på land. Denne kartleggingen var etter avtale mellom Statens forurensingstilsyn (SFT) og Forsvaret. Denne kartleggingen ble gjennomført av Forsvarets bygningstjeneste (FBT) (som nå heter Forsvarsbygg). Dette var en oppfølger av den landsomfattende kartleggingen som ble gjennomført på slutten av 1980 tallet. Rapport fra kartleggingen var ferdig høsten 1991. Kartleggingen viste at det var flere forurensede lokaliteter på Haakonsvern, og den da antatt mest forurensede lokaliteten var det gamle brann og havarifeltet. Totalt ble det registrert 12 lokaliteter, i tillegg ble det registrert ytterligere 1, slik at det totale antallet forurensede lokaliteter var 13. I tillegg er det også gjort tiltak på områder som ikke er registrert som egne lokaliteter.

Etter en gjennomgang av alle registrerte områder på Forsvarets grunn, ble Haakonsvern prioritert med blant annet brann og havarivernfeltet. Det viste seg at feltet ikke var tilfredstillende konstruert, slik at olje gikk ut i sjøen utenfor. Forsvaret ved FBT satte i gang sedimentundersøkelser i løpet av 1992, samtidig som de miljøtekniske grunnundersøkelsene på land fant sted. Undersøkelsene viste at sedimentene utenfor brann og havarivernfeltet var forurenset av olje, men det ble også påvist relativt høye nivåer av miljøgiftene PCB og TBT samt noen tungmetaller.

1.2 Forundersøkelser/ beslutningsgrunnlag/ valg av tiltak

De innledende forundersøkelsene bestod i sedimentprøvetaking som nevnt under punkt 1.1.



Etter de innledende undersøkelsene ble det utført flere undersøkelser i sedimentene. Totalt ble det etablert 550 sedimentstasjoner som vist i figur 1. Parallelt med sedimentundersøkelsen foregikk det miljøtekniske grunnundersøkelser over alle de registrerte forurensede lokalitetene på land. Det ble tidlig klart at det var helt vesentlig å få kontroll på alle mulige kilder på land som kunne medføre forurensing til sjøen. Ut over de registrerte lokalitetene ble også andre mulige kilder til forurensing kartlagt. Det viste seg raskt at blant annet overvannsystemet var en vesentlig kilde til forurensing til sjøen. Videre var som forventet de områdene hvor det blir foretatt vedlikehold av fartøyer en vesentlig kilde til forurensing, spesielt PCB og TBT. Videre var avrenning fra ulike prosessanlegg også en kilde til forurensing til sedimentene.

Figur 1 Kart over Haakonsvern med forurenset grunn og sedimentstasjoner

På land ble det etablert over 200 prøvestasjoner. På stasjonene ble det utført både undersøkelsesboringer og sjakter. Det ble tatt jordprøver som ble analysert. Flere av lokalitetene var komplekst forurenset. Det ble påvist tungmetaller, PAH, PCB og ikke minst olje, som følge av lekkasje på tanker og som følge av søl og spill. I flere av prøvestasjonene

ble det etablert grunnvannsbrønner, som gjorde et mulig å overvåke utlekking av forurensing til sjøen. Dette skaffet informasjon om hvilke lokaliteter som ga bidrag til sedimentene og som først måtte stanses.

I de 550 stasjonene ble det foretatt flere prøver over tid. Det ble brukt på kjerneprøvetaker og grabbprøvetaker. I kjernene i kjerneprøvetakeren ble det gjort analyser i fleres sjikt for å kunne si noe om historikken til forurensingen. Totalt ble det foretatt flere tusen kjemiske analyser. I og med at Haakonsvern er en aktiv marinebase var mange stasjoner påvirket av oppvirling av sedimentene. De stasjonene som ikke var påvirket av mekanisk forstyrrelse, viste at det var det øverste 10-15 cm av sedimentene som var forurenset. Det ble funnet ved tester at årlig sedimentering i området var 4-5 mm. En kunne da regne seg tilbake og fant at forurensingen startet på begynnelsen av 1960 tallet. Planlegging for byggearbeidene for Haakonsvern begynte i 1958, og byggearbeidene forgikk frem til basen ble offisielt åpnet i 1962. Kjerneprøvetaking var en del dyrere og medførte også flere analyser per punkt, men gav god informasjon om hvor dypt forurensingen lå i sedimentene, som var meget vesentlig ved planleggingen av tiltaket og hvor dypt en skulle mudre. Sedimentene var forurenset av PCB, PAH, TBT, olje og tungmetaller. Den mest markerte forurensingen var PCB, og som også dannet grunnlag for de operasjonelle mål for prosjektet.

Kartleggingen avdekket at også overløp fra Bergen kommune (nord i området), hvor kloakk har gått urensset ut i sedimentene, også var en betydelig kilde til forurensningen.

Parallelt med sedimentundersøkelsene ble det tatt prøver av biota, så som fisk og skalldyr (blåskjell). Det viste seg at forurensingene også hadde hatt negativ påvirkning på biota i området. På bakgrunn av de resultater som kom fra disse undersøkelsene, besluttet SFT å pålegge Forsvaret å gjennomføre miljøbeskyttende tiltak på de forurensede sedimentene ved Haakonsvern. Pålegg ble gitt 23.12.1993. Det ble i 1995 også innført kostholdsrestriksjoner av SNT (nå Mattilsynet).

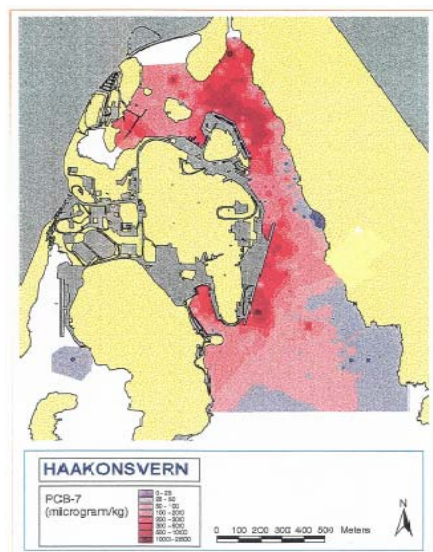
For å kunne håndtere alle de dataene som etter hvert ble produsert, ble sedimentene utenfor Haakonsvern delt opp i 14 delområder. Områdene ble delt inn for å kunne fange opp ulike kilder til forurensing på land. Inndelingen var meget nyttig og gjorde det mulig å få en oversikt over alle analyser og data som kom. Dette kom også til nytte under planleggingen av tiltaket. Det ble tidlig etablert elektronisk kart hvor alle data fra prøvetakinger var elektronisk tilknyttet. Dette gjorde det også enklere å systematisere data.

Ut fra tilgjengelig kunnskap om forurensede sedimenter i 1994, ble to ulike typer av tiltak vurdert som mulige. Dette bestod i enten å dekke til de forurensede sedimentene med i en kombinasjon av duk og nye rene masser, evt kun tildekking med rene masser. Den andre løsningen bestod i å fysisk fjerne de forurensede sedimentene.

Tildekkingsløsning var tidligere gjennomført ved Eitremsvågen, slik at en hadde noe erfaring i Norge. En tildekking ville sette store operative begrensinger for marinebasen Haakonsvern. Dette ville medføre at Marinen ikke ville kunne gjennomføre de pålagte oppgaver på en tilfredstillende måte. Videre ble det gjort kostnadsberegninger for en tildekking på Haakonsvern. Disse beregningene viser at dette tiltaket ville bli uforholdsmessig kostbart da bunnforholdene utenfor Haakonsvern var meget kompliserte.

Det ble derfor vurdert at fjerning av sedimentene var eneste løsning som kunne ivareta Marinens krav til operativitet og kostnader. Dette var en løsning som ikke tidligere var gjennomført i Norge i slik målestokk. Det ble innhentet ekspertise fra tilsvarende prosjekter internasjonalt. Det ble gjennomført befaringer til USA, Canada, Japan og Sverige samt at det ble søkt kompetanse ellers internasjonalt.

Ut fra totalvurdering av de ulike teknologier som var mulige innenfor et realistisk kostnadsnivå ble det besluttet å mudre de forurensede massene og legge disse i to deponier som ble etablert i sjøkanten ved Briggen befalshotell. En tilsvarende løsning var tidligere gjort med hell ved Minimata bay i Japan.



Som en kan se av figur 2, var de høyeste nivåene av PCB konsentrert nær kaianlegg. Ikke uventet så er også forurensingen konsentrert rundt forurensede områder på land, vist i figur 2. Som nevnt så hadde utslipp av kloakk også en negativ påvirkning på sedimentene. Helt nord på områdene kan en se at sedimentene er kraftig forurenset. Her hadde ikke Forsvaret noen kilder som kunne medføre forurensing.

Figur 2 Nivåer av PCB i sedimenter

1.3 Mål

Målet i pålegget var at nivåene i fisk og skaldyr skulle reduseres slik at kostholdsråd på sikt kunne oppheves. Videre skulle kilder til forurensing lokaliseres og tiltak skulle gjennomføres også på disse for å hindre spredning til sjøen.

I pålegget var det ikke noen øvre grense for hvilke konsentrasjoner som måtte nås for å oppnå målet. Det ble gjennomført studier av eksisterende kunnskap og vitenskapelige undersøkelser og tester for å teste ut biotilgjengelighet for ulike nivåer av blant annet PCB i sjøen. Etter flere studier ble det funnet at nivåene i sediment måtte reduseres med i overkant av 90 %, til 50 µg/kg Σ PCB₇ kunne nå målet. Dette tilsvarer tilstandsklasse III i SFTs klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarevann (97:03), som er 25 – 100 µg/kg PCB₇ i tørt sediment.

Målsetningen for oppryddingen i sjøen ved Haakonsvern marinebase ble derfor konkret satt til at gjennomsnittlig konsentrasjon av PCB₇ i prøvene etter mudring ikke skal overstige 50 µg/kg PCB₇ i tørt sediment. Forundersøkelsene viste at en ved fjerning av PCB til dette nivået også ville oppnå en tilfredsstillende reduksjon av andre miljøgifter. Dette gjelder de aktuelle metallene (kvikksølv, bly, kobber og sink) og PAH.

For de landbaserte forurensingene ble det satt som mål at forurensning ikke skal forårsake helseskade eller ha andre konsekvenser for brukere av området, verken ute eller inne. Videre var det helt vesentlig at forurensende avrenning fra land til sjø måtte stoppes før oppryddingen i sjø startet slik at ny opphopning av miljøgifter i sedimentene unngås etter at prosjektet var avsluttet.

Det ble for olje satt som et miljømål at oljeinnholdet ikke overstiger 0,5 mg/liter.

1.4 Informasjonsstrategi.

Det ble lagt stor vekt på å holde høy informasjonsprofil. Det ble holdt en rekke folkemøter både før og under tiltaket. Disse folkemøtene var godt besøkt. Her fikk lokalbefolkningen mulighet til å kunne stille spørsmål til både deltakere i prosjektet og uavhengige spesialister. Det ble utarbeidet jevnlig flygeblad/informasjonskriv som ble distribuert til nærområdet.

Det ble holdt flere pressekonferanser og ved hendelser som kunne være av interesse så ble det sendt ut egne pressemeldinger.

Det er gitt ut en rekke enkeltrapporter fra de ulike tiltakene som er gjennomført ved Haakonsvern. Det ble utgitt årlige statusrapporter fra 1994 og til sluttrapport ble gitt ut 2003. I de årlige statusrapportene ble alt arbeid inneværende år oppsummert og alle utgitte rapporter for det enkelt år var vedlagt. Disse rapportene ble distribuert både til sentrale og lokale miljømyndigheter og til intern fordeling i Forsvaret.

Det ble også utarbeidet en egen informasjonsvideo som informerte om prosjektet og viste hvordan prosjektet ble gjennomført. I videoen ble også litt av historikken til prosjektet belyst. Prosjektet ble her presentert på en god og lett forståelig måte. Videoen ble utarbeidet både med norske og engelske kommentarer, slik at den også kunne brukes internasjonalt.

Prosjektet ble presentert ved en rekke nasjonale og internasjonale konferanser og vakte stor interesse. Det kan nevnes at prosjektet oppnådde pris i den internasjonale konferansen CATS IV, Antwerpen i 1999.

1.5 Finansiering/ kostnader

Ved oppstart av miljøprosjektet på Haakonsvern, var usikkerhetene store både når det gjaldt valg av arbeidsmetode og ikke minst kostnadene knyttet opp mot disse. Opprinnelig budsjett var på ca 90 mill kr. Dette viste seg raskt å ikke holde og ble justert opp.

En av usikkerhetene var knyttet til avslutning av deponiene og tildekking/overvåking av disse. Siden deponiet stort sett bestod av slam og finpartikulært materiale var det antatt at en ville få store setninger i deponiet etter at det var avsluttet. Erfaring til nå viser at det er lite setninger i deponiet.

En annen usikkerhet var også knyttet opp mot valg av mudringsmetode. I og med at det også skulle mudres på relativt dype områder (ned til ca 70 m) var dette utfordringer som måtte løses under prosjektets gang og som også medførte justeringer i kostnadsrammen.

Opprensningene som er blitt foretatt på land, gikk stort sett etter opprinnelig kalkyle. Slik at den store usikkerhetene har hele tiden vært knyttet til tiltakene i sjøen.

Oppsummering når det gjelder de totale kostnader er som følger:

Opprensning land	kr	16 mill
Fase 1 (småbåthavnen og deponi) og 2 (opprensning sjø)	kr	134 mill
Fase 3 og 4 (tildekking deponi og overvåking i 10 år)	kr	35 mill
Totale kostnader	kr	185 mill

Det ble brukt betydelige midler til både forundersøkelser, som inkluderte prøvetaking og kjemiske analyser. Videre var det et betydelig og omfattende overvåkningsprogram under tiltaket. Omfanget av overvåkingen ble imidlertid noe redusert under prosjektets gang etter hvert som man fikk mer kunnskap om tiltakets påvirkning. Det er antatt at det er brukt over 10 mill kr til prøvetaking og kjemiske analyser i prosjektet. Bygging av deponiene kostet rundt 7 mill kr og ble gjennomført stort sett i henhold til opprinnelig budsjett. Disse summene inngår i kostnadene nevnt ovenfor.

De totale kostnadene inkluderer også den fremtidige overvåkingen. Disse kostnadene har helt og holdent gått over Forsvarets generelle bevilgninger, og ble bevilget over kapittelet eiendom, bygg og anlegg Forsvarsdepartementets budsjett. Dette førte naturlig nok til at det ble mindre tilgjengelige midler til andre byggeaktiviteter.

1.6 Beskrivelse av tiltaket

I og med at det ble besluttet å fjerne de forurensede massene var, det et viktig spørsmål å få avklart hva som skulle gjøres med de forurensede sedimentene når de var tatt opp. Internasjonalt var det valgt ulike typer av løsninger, som for eksempel deponering på land, deponering i sjødeponi, forbrenning (eksternt og på stedet), kjemisk behandling etc. Etter en totalvurdering av ulike typer behandling, både økonomisk, praktisk og miljømessig, ble det valgt å bygge et sjødeponi som fungerte som et filter. Det vil si at vollen i deponiet ble konstruert slik at vannet kunne slippe ut mens forurensede partikler ble holdt tilbake. Dammene ble bygd opp som steinfallingsdammer med frontal filtersone. Det ble bygget 2 deponier hvor det innerste deponiet ble brukt til de sterkest forurensede massene. I løpet av perioden var det to tilfeller av lekkasje av partikler fra deponiene. På grunn av omfattende overvåkningsprogram ble dette raskt oppdaget. Feilen ble utbedret umiddelbart. Etterkontroll viser at dette ikke har hatt negative betydninger for tiltaket.

For å fjerne de forurensede sedimentene ble det valgt å mudre sedimentene med et mudringsutstyr med et mudringsmunnstykke med innebygd hydraulisk pumpe. Sammen med dyser som spyer og løser opp sedimentene fra bunnen. Etter dette løftes sedimenter opp fra bunnen og suges via fleksibel slange til overflaten. Etter dette ble større gjenstander ble sortert ut. De forurensede sedimentene ble så pumpet i lukket system direkte ut i deponiet. All informasjon om hva som var mudret og hvor mye, ble lagret elektronisk slik at det var mulig å spore til en hver tid hvilke områder som var mudret.



Foto 1 Mudringsutstyr



Foto 2 Utforming av deponi 1

Etter at tiltaket var gjennomført ble deponiene dekket til med duk og så overfylt med rene masser. Foto 3 viser tildekkingen med duk og foto 4 viser hvordan deponiet ble etter tildekkingen.

Der også viktig å bemerke at det ble brukt betydelig resurser til å fjerne dumpet avfall og gjenstander som ville være i veien for mudringsutstyret. Det ble tatt opp flere tonn med avfall, og dette arbeidet ble stort sett manuelt utført via dykkere og kraner. Dette arbeidet var svært tidkrevende.



Foto 3 Tildekking av deponiet



Foto 4 Etter tildekking

1.7 Kontroll og oppfølging

Overvåkingen i tiltaksfasen har omfattet overvåking av mudringsområdet og deponiene samt inspeksjon/trykktesting av transportsystemet med rørledninger og pumpestasjoner. Overvåkingen av mudringsområdet ble gjort ved bruk av turbiditetsmålinger. Dette på grunn av at forurensingene i sedimentene var partikkelbundet og det var et mål at tiltaket ikke skulle medføre spredning av forurensede partikler. Miljømålet ble satt til at FTU i mudringsområdet ikke måtte overskride 1,0 eller 2X målt bakgrunnsnivå. FTU er en forkortelse av Formazin Turbidity Unit og er et mål for spredning av partikler i vann. Det var to stasjoner rundt mudringplattformene i tillegg til at det var en stasjon som målte bakgrunnsnivået.

I løpet av fase 2 har det vært episoder med turbiditet over 1,0 FTU i mudringsområdet, men kontrollmålinger i referansestasjoner har dokumentert tilsvarende forhøyet verdi der, som resultat av algevekst.

Episodene med lekkasje fra deponiene ble raskt oppdaget ved turbiditetsmålinger i sjøen utenfor deponiene. I løpet av fase 2 har det ikke vært resultater fra måling av turbiditet i mudringsområdet, som har medført stans i arbeidet eller behov for tiltak.

Rundt deponiet ble det etablert 10 grunnvannsbrønner rundt deponiet. Det ble tatt vannprøver som ble kjemisk analyse. Under tiltaksfasen ble omfanget av analyser og antall brønner redusert som følge av at det ikke ble påvist forhøyde nivåer av parameter over de normer som var satt opprinnelig av SFT. På slutten av tiltaket har overvåkingen bestått av at det annen hver uke ble det tatt prøver i fire brønner i dam 2 og i én brønn sør for deponi 2.

Det ble etablert stasjoner for luftmålinger rundt deponiet. Disse ble blant annet analysert på H_2S . Luftmålingene for H_2S som ble gjort ved deponiene var alle til dels betydelig lavere enn luktterskelen som er $26 \mu g/m^3$. Handteringen av mudringsmassen om bord på lekterne sørget for kraftig lufting av massene der, noe som til tider førte til dårlig arbeidsmiljø ombord. Luktproblemene var størst ved mudring i området rundt Bergen kommune sitt kloakkutslipp og i MTB-havna, men under kravet som settes til arbeidsmiljø.

1.7.1 Overvåking av tiltaket

Lokaliteter på land

Det skal foregå overvåking av det gamle brannøvingsfeltet, som ble rensert in-situ. Den planlagte overvåkingen omfatter prøvetaking av grunnvannet i en rekke brønner. Det skal

tas en prøveserie i året. Overvåkingen skal pågå i minimum tre år, og videre overvåking avgjøres etter en vurdering av oppnådde analyseresultater.

Sedimenter og biota

Det er planlagt et overvåkingsprogram som omfatter ett årlig opptak (høst) av torsk og blåskjell i fire stasjoner rundt på basen. Stasjonene legges til steder som er representative for Haakonsvernområdet. Én av disse skal plasseres i nærområdet til deponiene.

Torskefilet og -lever, og blåskjell skal analyseres for innhold av PCB₇, PAH₁₆, THC og metaller (bly, kadmium, kopper, og kvikksølv). I tillegg skal det utføres en PCB kostholdsrådanalyse av én torskefilet samleprøve og én torskelever samleprøve.

Overvåking av kostholdsrådet evalueres/revideres etter 5 år, men antas å pågå i inntil 10 år.

Deponiene

Det skal tas vannprøver i 4 brønner 2 ganger i året, vår og høst og prøvene analyseres for PCB₇, Cu, Pb og Zn, PAH₁₆ og olje (THC). Overvåkingsprogrammet vurderes avsluttet 5 år etter at deponiene er avsluttet.

1.8 Resultater

I en del områder er det mudret i flere omganger (ettermudring) for å oppnå godt nok resultat. Ut fra resultatene av kartleggingen før tiltak inneholdt de nå sanerte områdene (fase 2) i gjennomsnitt ca. 385 µg/kg PCB₇. Etter gjennomførte tiltak inneholder gjenværende sedimenter i de samme områdene i gjennomsnitt ca. 35 µg/kg PCB₇. Dette betyr at det resultatmålet på 50 µg/kg PCB₇ ble oppnådd med god margin.

Vedlagte kart viser nivåene av PCB før og etter at tiltaket ble gjennomført.

På land er det en rekke forurensede lokaliteter som er kartlagt, og der tiltak er gjennomført. Totalt tre registrerte avfallsfyllinger og ti områder med forurenset grunn er undersøkt med hensyn på forurensningsgrad og fare for spredning til omgivelsene, spesielt til sjøområdene rundt Haakonsvern. Alle lokalitetene er nå ryddet og/eller tinglyst som forurenset område. I vedlagte kart fremkommer statusen på de enkelte lokalitetene.

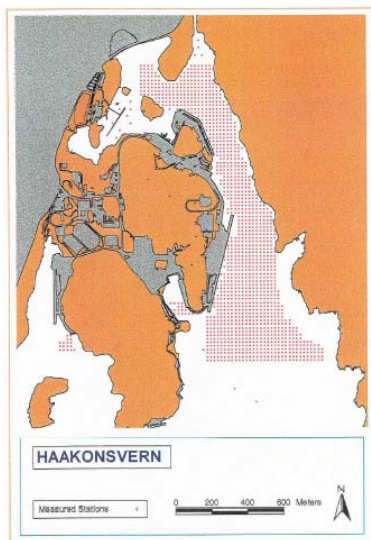
Som følge av kunnskap om avrenning fra ulike typer prosesser på land, så som verksteder, skipsreparasjoner og vedlikehold etc er mange prosesser lagt om for å forhindre fremtidig utlekking til de sanerte områdene. Overvannssystemet er også rensset ved at kummer er slamsuget. Det er også etablert sandfang i overvannssystemet for å hindre eventuelt forurensede partikler i å renne ut i havområdet.

Totalt er det mudret et område på 348.420 m² (25.000 i fase 1 og 323.420 i fase 2). Det er fjernet i underkant av 60.000 m³ forurensede sedimenter som er lagt i deponiene.

2 VIKTIG LÆRDOM

2.1 Faglige problemstillinger.

I og med at det ikke fantes erfaringer på lignende tiltak i Norge, ble mye av kunnskapen basert på erfaringer fra internasjonale prosjekter. Det ble også gjennomført en rekke forskningsstudier i forkant av tiltaket, blant annet for å kunne finne operasjonelt mål som kunne tilfredstille det miljømålet som var satt i pålegget.



For å kunne gjennomføre tiltaket på en tilfredstillende måte ble det brukt mye tid og resurser til å kartlegge bunnforholdene i detalj.

Figur 3 viser at det ble tatt ut 1323 stasjoner som ble geografisk innmålt og videofilmet. Det ble også gjennomført geotekniske undersøkelser av bunnforholdene. Dette medførte naturlig nok at det ble brukt betydelig med ressurser før tiltaket kunne begynne.

På denne måten kunne man på en mye bedre måte beskrive bunnforholdene i detalj og man kunne også avgrense mudringsarealer til der det ble påtruffet finpartikulært sediment.

Figur 3 Kartlegging av bunnforholdene

I og med at det fremdeles lever organismer i området som også har vært påvirket av de forurensede sedimentene er det for tidlig å kunne trekke entydige slutninger om miljømålet om opphevelse av kostholdsråd kan nås. Siden PCB i liten grad skilles ut fra organismer er dette et mål som bare kan nås på lang sikt, når eksisterende fisk og skalldyr har dødd ut og nye generasjoner har vokst opp i et rent miljø. Det er antatt at dette kan ta opptil 5 – 10 år, etter at tiltaket er avsluttet, baserte på normal levetid for organismer i området.



Området utenfor Haakonsvern utgjør kun en liten del av et større forurenset område i Bergen og omegnen. Det er store områder i Bergen som er sterkt forurenset hvor tiltak foreløpig ikke er gjennomført. Kartet ved siden av viser det området i Bergen som er omfattet av kostholdsråd (markert rødt). I og med at organismer (spesielt fisk) har mulighet til å beite i disse forurensete områdene vil trolig ikke nivåene i fisk gå ned før det er gjennomført tiltak i fjordene rundt Bergen. I den sammenhengen er det viktig at det skjer opprydding dette området som i dag omfattes av kostholdsråd og omsetningsforbud.

Figur 4 Kart over Bergen med kostholdsråd

Siden tiltaket ved Haakonsvern ble avsluttet i 2003 vil en trolig ikke kunne se endringer i biota av betydning før antagelig 2010.

Det er helt vesentlig å stanse alle kilder til forurensing til sedimentene før tiltak på sedimentene starter.

De elektronisk kartene hvor alle data fra prøvetakinger var elektronisk tilknyttet, var svært nyttig for å systematisere alle data.

2.2 Praktisk gjennomføring.

Mudringen ble delt opp i 2 faser slik at det var mulig å trekke erfaringer fra fase 1.

I fase 1 ble det mudret et areal på ca. 25.000 m², mens det i fase 2 er mudret i et område på ca. 323.420 m². Etter at fase 1 var gjennomført ble det foretatt en del justeringer av prosjektet før tiltaket i fase 2 ble startet opp.

Lekkasje fra deponi og utslipp fra mudreoperasjonen gir tidlig utslag i turbiditet noe som gir mulighet for umiddelbare tiltak. Turbiditet har en langt lavere deteksjonsgrense enn for eksempel PCB i samme vannprøve. For metaller er situasjonen en annen bl.a. på grunn av større løselighet i vann. Imidlertid er resultatet av turbiditetsmålinger tilgjengelig umiddelbart mens det tar dager og uker å gjøre resultatet av kjemiske analyser tilgjengelig for tiltaksvurdering.

I tiltaksfasen har turbiditet som måleparameter store fortrinn for overvåking av lekkasjer/spill av partikkelbundet forurensning. Utslipp fra deponi etter tiltaksfasen skal derimot kun være løst stoff og utslippsmålinger må derfor baseres på kjemisk analyse.

Erfaringen fra mudringsarbeidene viser at det under kartleggingen burde vært analysert på flere sylinderprøver. Dette for å kunne si noe om fordeling av forurensning nedover i sedimentprofilen. Dette kunne gitt et enda bedre grunnlag for entreprisen for tiltaksarbeidene. Men siden sedimentene utenfor Haakonsvern var relativt mye forstyrret som følge av mye aktivitet som virvler opp sedimentene, så var det flere steder dette ikke var hensiktsmessig eller mulig.

2.3 Kommunikasjon/ informasjon/ myndighetskontakt.

Erfaringen viser at det er viktig med en åpen kommunikasjon, særlig mot lokalbefolkningen. Kommunikasjon via folkemøter viste seg svært nyttig. Her kunne lokalbefolkningen stille spørsmål og eventuelle uklarheter kunne avklares. Pressen hadde også mulighet til å delta på disse møtene.

Informasjonsvideoen var meget nyttig og ble vist lokalt i Bergen. Den ble også brukt på faglige seminarer nasjonalt og internasjonalt.

God kommunikasjon mot pressen er meget viktig. Spesielt viser det seg at pressen ofte kan feiltolke vitenskapelige rapporter. Det vil derfor være meget viktig å komme med for eksempel faktaark som forklarer rapportene på en enkel måte.

Prosjektet ble en gang gjenstand for tema i NRK programmet "Brennpunkt" hvor det dessverre fremkom en del feilaktige opplysninger basert på feiltolkning av en faglig vitenskapelig rapport. Dette programmet skapte en del problemer for prosjektet og medførte at prosjektet måtte bruke en del resurser på å rette opp feil informasjon.

2.4 Økonomi.

I og med at man ikke hadde nok kunnskap om tilsvarende prosjekter i Norge, var det store usikkerheter i de beregningene en kom frem til i begynnelsen i 1995/96. Det viste seg at mudringskostnadene ble en del dyrere enn først planlagt. Videre ble det brukt betydelig mer penger til forundersøkelser og overvåkning enn det som var budsjettet.

I såpass store komplekse prosjekter vil kostnadsrammene måtte justeres for nye utfordringer og problemstillinger som oppstår underveis. Det er derfor viktig og ha en høy ramme for uforutsette kostnader i slike prosjekter.

3 KUNNSKAPSHULL

Selv om nivåene av PCB i sedimentene er betydelig redusert, viser ikke foreløpig forskning og overvåking at nivåene i biota reduseres vesentlig. Dette kan naturligvis skyldes problemstillinger som er nevnt under punkt 2.1. Det er imidlertid klart at nivåer i biota ikke alene kan relateres til nivå av miljøgifter i sedimenter. Det er gjennomført overvåkning og evaluering av tiltaket så langt. Dette er utført av FFI. Resultater som er fremkommet tyder det på at tilførsler av PCB fra land og via nedbør kan føre til at effekten av oppryddingstiltaket ved HOS blir mindre enn først forventet. Selv om den totale mengden av PCB som tilføres marint miljø med overvann og nedbør er moderat, viser undersøkelsene at konsentrasjonen av PCB i slam fra sandfangkummer og sedimentfeller er høy. Dette vil være med på å opprettholde konsentrasjonen av PCB i vannmassene og føre til at bunnsedimentene stadig tilføres forurensede sedimenter. Oppfølgende undersøkelser vil vise om det over tid kan påvises noen reduksjoner av nivået til PCB i biota som følge av oppryddingen som er foretatt ved HOS.

Et annet viktig spørsmål som trenger avklaring er hvor rent er rent+. Selv om nå gjennomsnittskonsentrasjonen er 35 µg/kg PCB₇ i sediment, er det mulig at nivåene av PCB løst i vannet ikke reduseres i like stor grad.

Det må også gjennomføres en evaluering mellom mudring som teknologi og andre tiltaksmetoder som for eksempel tildekking.