

Mats Ahlberg, Redaktör

Tio föredrag vid norsk-svenskt möte med försvarsmiljöforskare 2002

TOTALFÖRSVARETS FORSKNING SINSTITUT

FOI, Marknadsenheten

172 90 Stockholm

FOI-R--0901--SE

Juni 2003

ISSN 1650-1942

Användarrapport

Mats Ahlberg, Redaktör

Tio föredrag vid norsk-svenskt möte med försvarsmiljöforskare 2002

Förord

I oktober 2002 hölls ett möte i Stockholm mellan norska och svenska forskare engagerade i miljöforskning för försvarssektorn. Denna rapport redovisar de fem norska och fem svenska projekt som därvid redovisades.

Miljöfrågor blir allt viktigare för försvarssektorn. Från att för tio år sedan mest rört sanering av förorenade områden kommer miljöaspekter nu mer och mer in i den operativa verksamheten vid internationella operationer.

Internationell samverkan är den framtida arbetsformen för europeisk försvarsforskning och en nordisk samverkan inom miljöområdet har många fördelar.

- De liknande geografiska förutsättningarna innebär att såväl problem som lösningar i ett land troligen också gäller för ett annat.
- Språket är den andra gemensamma faktorn. Eftersom många rapporter ofta utgör underlag för försvarssektorns kommunikationer med nationella tillsynsmyndigheter är det nödvändigt att de skrivs på det egna landets språk.

Detta möte representerar den lägsta formen av samverkan nämligen informationsutbyte och medför ett mervärde av den genomförda forskningen.

Två tidigare möten har genomförts inom detta område, i Oslo 1998 och Stockholm 1999.

Mats Ahlberg
Forskningsområdesföreträdare för Miljöfrågor
Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI

Innehållsförteckning

AMEC - Arctic Military Environmental Cooperation	3
Thor Engøy, Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)	
Miljökartor som operativt stöd vid internationella insatser	4
Birgitta Liljedahl och Christina Edlund Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)	
Risikovurdering av farliga industrimaterialer i Kosovo	5
John Aasulf Tørnes, Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)	
Två miljösystemanalytiska verktyg.....	7
Elisabeth Hochschorner, Kungliga Tekniska högskolan (KTH) och Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)	
Miljømessige vurderinger av blyfri ammunisjon –.....	8
Utvaskingsforsøk med forurenset jord Arnljot E Strømseng, Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)-	
Återvinning av explosivämnen	9
Joakim Hägvall, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)	
MILSTØY	10
Nils Ivar Nilsen, Forsvarsbygg	
Toxicitetstest med Nitocra spinipes – Effekt av TNT-förorenat sediment.....	11
Rune Berglind och Mona Koch, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)	
Studier av marine forurensninger.....	13
Arnt Johnsen, Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)	
Projektet Miljøkonsekvensanalyser vid FOI-NBC-skydd i Umeå.....	14
Jan Sjöström, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)	
Deltagarförteckning med e-post och telefon.....	15

AMEC - Arctic Military Environmental Cooperation

Thor Engøy, Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

Det arktiske militære miljøsamarbeidet (AMEC - Arctic Military Environmental Cooperation) ble etablert som et samarbeid mellom forsvarsdepartementene i Norge, Russland og USA ved undertegnelse av AMEC-Erklæringen i 1996. Det britiske forsvarsdepartementet vil i nær fremtid også tre inn i samarbeidet. AMEC-Erklæringen legger opp til både utveksling av informasjon og gjennomføring av felles prosjekter. Formålet er å bidra til en bærekraftig militær aktivitet i det arktiske området og bygge opp tillit mellom landenes forsvarsinstitusjoner.

Det har til nå vært en hovedsatsing på miljøproblemer i Nordvest-Russland som knytter seg til håndtering av brukt kjernebrensel og radioaktivt avfall fra atomubåter. Det tidligere Sovjetunionen bygget ikke opp tilstrekkelig infrastruktur til å ta hånd om avfallet. Flere prosjekter har derfor utviklet eller innført ny teknologi i Russland som for eksempel

- en kombinert lagrings- og transportcontainer for brukt kjernbrensel,
- en mellomlagringsplattform for brukt kjernebrensel,
- en transportbeholder for radioaktivt avfall,
- et mobilt behandlingsanlegg for fast radioaktivt avfall, og
- et automatisk overvåkningssystem for stråling fra både mindre hendelser og alvorlige ulykker.

Prosjekter som ser på andre sider ved håndteringen av brukt kjernebrensel og radioaktivt avfall er under oppstart. Prosjektledere til alle disse prosjektene har kommet fra Forsvarets forskningsinstitutt (FFI).

I tillegg er det under gjennomføring prosjekter som ser på ikke-nukleære miljøproblemer:

- oljeforurensning ved militære baser,
- miljøledelse ved militære baser,
- avfallshåndtering for ubåtbatterier,
- håndtering av avfallsvann fra skip.

Prosjektledere for disse prosjektene hentes fra militære institusjoner med fagansvar innenfor feltet.

AMEC-programmet ledes av en styringsgruppe med representanter for landenes forsvarsdepartementer. Denne styringsgruppen møtes om lag fire ganger per år og har i tillegg jevnlig telefonisk kontakt. Et hovedansvar er godkjenning og oppfølging av prosjektene. Prosjektgruppene møtes ved milepæler eller etter behov. Hvert år avholdes et strategimøte hvor det diskuteres nye prosjektkonsepter. Et mulig nytt prosjektkonsept er bedre helse- og miljøtilpasset opphugging av atomubåter.

Miljökartor som operativt stöd vid internationella insatser

Birgitta Liljedahl och Christina Edlund
Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)

Vid internationella insatser utsätts personal för en rad olika miljö- och hälsorisker. Dessa risker förekommer oberoende om man är ute och arbetar civilt eller i militär tjänst. Genom ett så noggrant underrättelsearbete som möjligt innan avfärd kan många av dessa hälsorisker identifieras och värderas. Under två år har miljö- och hälsorisker för personal i Kosovo studerats med finansiering från FM och KBM.

Information om miljö- och hälsorisker ser olika ut och har olika detaljeringsgrad beroende på vilken nivå den riktar sig till; politisk, strategisk, operativ och taktisk nivå har alla olika krav och möjligheter att tillgodogöra sig information. Den politiska nivån behöver en vid (geografiskt sett) bild av situationen och begränsad detaljmängd. Går man till den andra delen på skalan – den taktiska nivån – är den geografiska vidden klart avgränsad till ett mindre område att verka inom men detaljeringsgraden kan vara mycket omfattande.

Personal som är i olika skeden i sin utbildning inför en mission är mottaglig för information när det gäller miljö- och hälsorisker. Ett sätt är att använda sig av kartor och GIS, Geografiska Informationssystem. GIS innebär i princip vanlig databashantering med möjligheter till urval och statistiska analyser i kraftfull kombination med de visualiseringsmöjligheter som en karta ger. Olika s.k. teman t.ex., minerade vägar, förorenade områden, avfallsupplag, kemikalielager etc. kan enkelt läggas ovanpå varandra och förenkla till exempel en riskanalys inför ett arbete i fält.

Svenska bataljonen i Kosovo använder sig av GIS verktyget ArcView på plats för att lägga in information vid t ex vapensök osv. Detta innebär att så kallade teman som görs hemma i Sverige är möjliga att skicka och direkt användas på plats i Kosovo och vice versa.

Ett annat sätt att göra informationen tillgänglig är genom en hemsida som just skapats på prov. Hemsidan kommer att utvärderas under en tid och olika personer kopplade till internationella insatser kommer att kunna ha tillgång till den och läsa in sig på landet, titta på kartor samt se vilka riskbedömningar som görs. Sidan kan användas av personal under utbildning eller redan finns på plats bara de har tillgång till en Internetuppkoppling. Information om olika missionsområden läggs in och man kan också meddela ”hem” om man har ny information om området eller hittar information som måste uppdateras.

Risikovurdering av farlige industrimaterialer i Kosovo

John Aasulf Tørnes, Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

ABC-forsvar er ikke bare forsvar mot klassiske radiologiske, biologiske og kjemiske våpen. Norges engasjement i Kosovo har vist at trusselen mot militære tropper fra giftige og helseskadelige industrikjemikalier og radioaktive industrikilder må tas like alvorlig.

Ved alle typer militære operasjoner, fra humanitær assistanse via fredsbevarende operasjoner til krig, vil man støte på giftige og helseskadelige industrimaterialer. Slike materialer vil, dersom de slipper ut til omgivelsene, kunne utgjøre en trussel mot soldatenes helse og sikkerhet. Noen industriområder er forbundet med akutt fare dersom materialer slippes ut på grunn av brann, eller en stor lekkasje. Dette kan skje som følge av industriuhell, sabotasje eller utilsiktet treff ved en væpnet konflikt. Den kjemiske industrien i Kosovo er i en generelt meget dårlig forfatning. Sannsynligheten for en industriulykke er derfor større enn i for eksempel Vest-Europa. Andre industriområder er forbundet med langtids helseskader fordi giftige materialer slippes ut til luft, drikkevann eller jordbruksland. Kjennskap til lokaliseringen av slike fareområder er av stor betydning ved planlegging og gjennomføring av militære operasjoner. En risikovurdering av giftige og helseskadelige industrimaterialer i Kosovo ble utført av operasjonsanalysecellen (OAC-cellen) i KFOR 5, der tre forskere fra FFI inngikk.

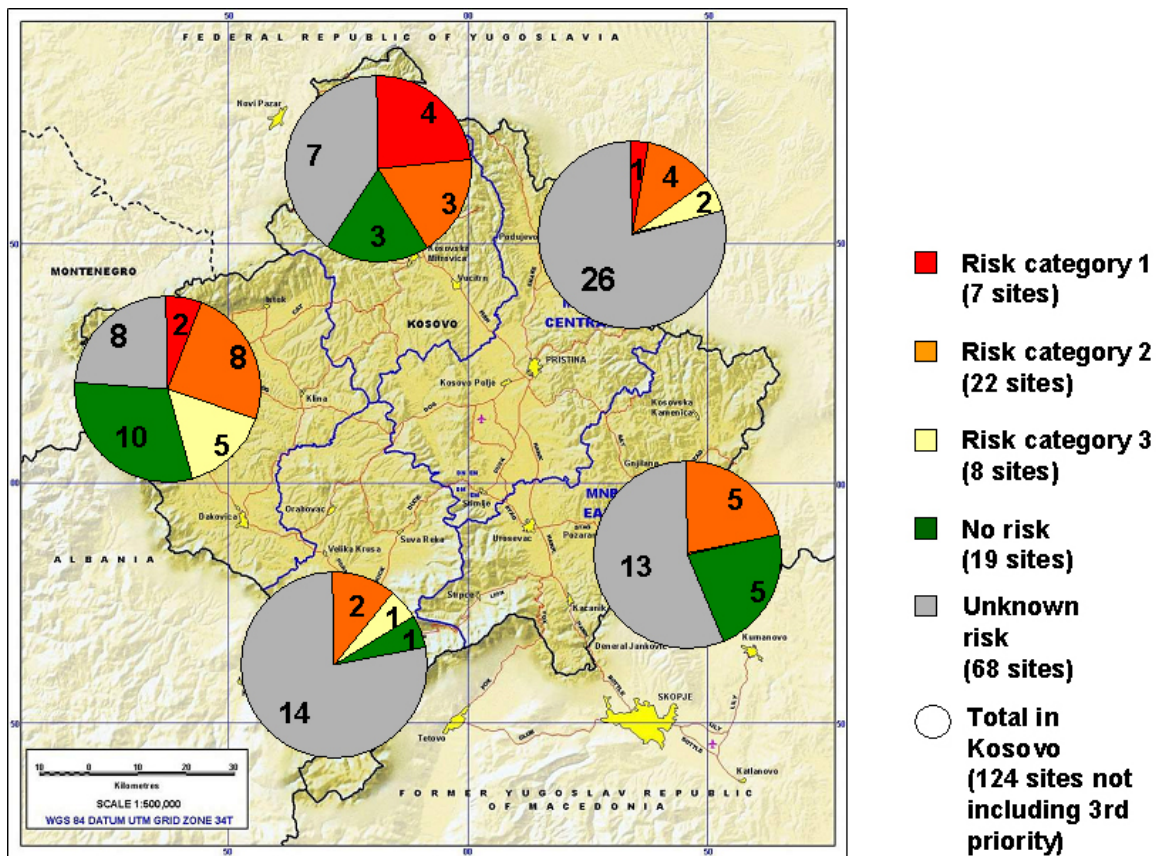
Innledende vurdering

Organisasjonen for Sikkerhet og Samarbeid i Europa (OSSE) hadde identifisert 160 industribedrifter i Kosovo. Denne listen inneholdt alt fra gruveindustri til produksjon av byggematerialer, møbler og næringsmidler. Basert på type industri og hvilke helseskadelige materialer som man kan forvente å finne der, ble disse bedriftene rangert i tre kategorier med hensyn på prioritet for videre risikovurderinger. Inspeksjon av noen bedrifter ble gjennomført sammen med ABC offiseren i KFOR hovedkvarteret for å se om prioriteringen syntes rimelig. Industribedriftene som ble gitt laveste prioritet (78 stk) ble ikke undersøkt videre, fordi det ble ansett som lite sannsynlig at de ville innebære noen trussel mot helse og sikkerhet.

Utvidet risikovurdering

De 82 bedriftene som ble gitt første og andre prioritet i den innledende vurderingen, samt noen nye lokaliteter som ble oppdaget underveis, ble undersøkt videre. Hver av de fem brigadene i Kosovo hadde ansvaret for å gjennomføre industribedriftene og å rapportere mengder og typer industrimaterialer som ble funnet. Dette ble lagt inn i en database ved ABC-cellen i KFOR hovedkvarteret. Ut fra disse opplysningene ble en utvidet risikovurdering gjennomført. Risikovurderingen ble basert på mengden av det aktuelle materialet som var lagret og fareavstander hentet fra internasjonalt anerkjente kilder. Sannsynligheten for en lekkasje eller et større utslipp ble ikke vurdert.

Hvert enkelt industrimateriale ble vurdert og deretter delt inn i tre risikokategorier fra høyest til lavest. De fleste industribedrifter har lager av flere ulike materialer. Industribedriftene ble plottet med sin høyeste risikokategori på et kart over Kosovo for bruk i planlegging av nye leirer, transportruter, restriksjonsområder, etc. På kartet (ikke vist her) ble det også plottet inn industribedrifter som var gjennomført uten å finne giftige eller helseskadelige industrimaterialer.



Figur 1 Risikokategoriene angitt for de 5 multinasjonale brigadeområdene i Kosovo. Tallene angir antall steder for hver kategori.

I tillegg til kart over giftige og helseskadelige industrimaterialer, presenterte OA-cellen anbefalinger vedrørende tiltak overfor COMKFOR. Det ble satt opp en prioritert liste over industribedrifter der opprydding var nødvendig. Dessuten ble det satt opp anbefalinger vedrørende regelmessige inspeksjoner og utarbeidelse av beredskapsplaner. Dette arbeidet videreføres av ABC-offiseren i KFOR 6 etter at OA-cellen fra FFI forlot Kosovo.

Två miljösystemanalytiska verktyg

**Elisabeth Hochschorner, Kungliga Tekniska högskolan (KTH) och
Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)**

Användning av LCA i materielanskaffningsprocessen

Den övergripande frågeställningen som behandlas i projektet är: Hur kan livscykelanalyser och livscykelräkningar integreras i materielanskaffningsprocessen?

Projektet utgör den första delen i ett tvåårsprojekt, och omfattar även en fallstudie på en militär produkt samt en analys av hur miljöaspekter kan inkluderas i livscykelkostnadsanalyser.

Det finns många miljösystemanalytiska verktyg utvecklade för olika beslutssituationer. Livscykelanalyser (LCA) finns standardiserat som ISO 14040-serien och är metodik för att bedöma en ”produkts” miljöpåverkan, ”från vaggan till graven”. För produktutveckling och inköp är LCA ofta ett lämpligt val eftersom metoden fokuserar på produkten.

Det svenska försvaret skall enligt ett regeringsbeslut 1998 ta miljöhänsyn i upphandlingsprocessen. För att minska miljöbelastningen och kostnaden för miljöhänsyn i den framtida Försvarmakten är det viktigt att i ett tidigt skede integrera miljöaspekter i materielanskaffningsprocessen.

Projektet bygger vidare på det tidigare projektet Utveckling av LCA-metoder, vilket har resulterat i två rapporter: Metoder för förenklade, kvalitativa livscykelanalyser av produkter och materiel (Johansson et al, 2000) samt Utvärdering av två förenklade metoder för livscykelanalyser (Hochschorner et al, 2002). Rapporterna finns på forskningsgruppens hemsida: <http://www.fms.ecology.su.se/>

För ytterligare information om projektet, kontakta Göran Finnveden, tel. +46 8 402 38 27, e-mail: finnveden@fms.ecology.su.se eller Elisabeth Hochschorner, tel. +46 8 402 38 07, e-mail: elisabeth@fms.ecology.su.se

Metodik för strategisk miljöbedömning

Strategisk miljöbedömning har under senare år lyfts fram som ett verktyg för att analysera konsekvenser av policy, planer och program. En SMB är tänkt att vara en del i beslutsprocessen så att miljöaspekter kan beaktas i de beslut som tas. Krav i form av EU-direktiv kommer att ställas på flera samhällssektorer att en SMB ska utföras inför vissa typer av beslut. Detta gäller ej primärt försvaret men en frivillig användning av SMB som del av beslutsunderlag kan leda till att försvaret kan fortsätta att vara bland de ledande samhällssektorerna i miljöarbetet.

Målsättningen med projektet är att utveckla metodik för Strategisk Miljöbedömning (SMB) som kan användas av Regeringen och Försvarsdepartementet i uppdrag gentemot försvarets myndigheter. Projektet är tänkt att löpa under två år. Under det första året (2002) utarbetas förslag till hur SMB kan integreras i relevanta beslutsprocesser, samt hur den SMB-metodik som utvecklas i Sverige och utomlands kan användas inom försvarssektorn för beslut av regering och departement. Den föreslagna metodiken provas sedan under år två (2003) i minst en fallstudie och baserat på erfarenheter av denna görs sedan en reviderad rekommendation.

För ytterligare information om projektet, kontakta Jessica Johansson, tel + 46 8 402 38 14, e-mail: johansson@fms.ecology.su.se eller Daniel Jonsson, tel + 46 8 402 38 15 e-mail: jonsson@fms.ecology.su.se.

Miljømessige vurderinger av blyfri ammunisjon –

Utvaskingsforsøk med forurenset jord

Arnljot E Strømseng, Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

I Norge bruker Forsvaret tradisjonell blyholdig ammunisjon i håndvåpen. Dette medfører tungmetallforurensning av skyte- og øvingsfelt. Ammunisjonen består som regel av en utvendig kobbermantel med en innvendig blykjerne. Begge metallene er leget med andre metaller for å bedre egenskapene, f.eks. å øke styrken og hardheten eller bedre støpligheten. I tillegg vil det i disse legeringene være små mengder andre metaller, som f.eks. arsen og nikkel. Bly og kobber er satt på prioriteringslisten for miljøgifter av norsk miljøforvaltning. Både bly og kobber skal reduseres vesentlig innen 2010. Derfor har det fra Forsvaret side vært ønskelig å bytte ut den tradisjonelle blyholdige ammunisjonen med mer miljøvennlige alternativer.

Nordic ammunition company (NAMMO) har produsert 7,62 mm og 5,56 mm blyfri ammunisjon. Denne ammunisjonen består av en mantel av kobber- og sinklegering med en innvendig stålkjerne. En innføring av denne type ammunisjon gjør at man reduserer bruk og spredning av bly og antimon. Dette utgjør en reduksjon i bruk av tungmetaller på omtrent 60 % i forhold til tradisjonell blyholdig håndvåpenammunisjon.

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) fikk i oppdrag å gjøre vurderinger av de miljømessige konsekvensene ved å ta i bruk den nye typen blyfri ammunisjon. Det ble med bakgrunn i oppdraget utført et utlekkingsstudium i laboratorium. Studiet hadde som hensikt å gi svar på om utlekkingspotensialet for løste bly- og antimon forbindelser fra gamle skytebanevoller endres om man tar i bruk den nye typen blyfri ammunisjon. Det var viktig å kunne predikere effekten av den nye ammunisjonen etter flere års forbruk.

For å studere utlekkingen av metaller fra ny blyfri ammunisjon, var det nødvendig å sammenligne denne ammunisjonen med tradisjonell blyholdig ammunisjon under like betingelser i laboratoriet. For å ha like betingelser knyttet til jordsmonnfaktorene ble det gjort sammenligninger mellom jordkolonner der den eneste faktoren som ble endret var om det ble innblandet metallspen fra den blyfrie ammunisjonen eller ikke. På denne måten kunne man vurdere utlekkingspotensialet for blyfri ammunisjon opp mot gammel blyammunisjon. Jorda som ble brukt i studiet ble valgt ut fra sterkt forurensete skytebaner og som hadde liten bindingskapasitet for tungmetaller.

Konklusjoner fra studiene:

I tillegg til at det blir en redusert bruk av bly og antimon, viste resultatene fra utlekkingsstudiet at løste forbindelser av bly og antimon, i jord fra gamle skytevoller, reduseres vesentlig i utvaskingsvæsken fra de kolonnene hvor det ble tilført spen av den nye blyfrie ammunisjonen. Dette vil derfor redusere mobiliteten og transporten av disse forbindelsene, som i praksis vil si at det vil bli en redusert utlekking av tungmetaller til grunnvann og overflatevann. Årsaken til reduksjonen i utlekking av løste forbindelser er at korrosjonsproduktene av stål (jern) har evnen til å binde til seg løste forbindelser av både bly og antimon. Denne bindingen av bly og antimon kan potensielt også bidra til å gjøre forbindelsene mindre biotilgjengelig. Fragmenteringen av mantelen når den blir liggende i en fangvoll over tid vil være mindre sammenlignet med blykjernen fra tradisjonell ammunisjon. Dette medfører at dannelse av løselige korrosjonsforbindelser går langsommere for kobber/sinklegeringen. Utlekkingen av disse metallene vil derfor bli mindre sammenlignet med bly/antimonlegeringen i kjernen av tradisjonell ammunisjon. Ulempene som er påpekt i vurderingen av den nye typen ammunisjon er at det blir en økning i forbruket av kobber på omtrent 20 %.

Rapport:

A E Strømseng, M Ljønes (2002): Miljømessige vurderinger av blyfri ammunisjon – Utvaskingsforsøk med forurenset jord, FFI/Rapport-2002/00818.

Återvinning av explosivämnen

Joakim Hägvall, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)

Sverige har i likhet med många andra länder ett stort förråd med ammunition. Det mesta i detta är och förblir lagervara till dess det måste destrueras på grund av ålder eller annan anledning. Idag destrueras dessa främst med öppen detonation eller öppen förbränning (OD/OB).

Trots att dessa metoder har använts väldigt länge vet man inte vad som bildas i dem. Med en ökad miljöhänsyn behövs metoder som garanterar vilka utsläpp som förekommer.

Tidigare har FOI analyserat vad som kommer ut från rök och lysammunition samt konstruerat en metod för att destruera explosivämnen och explosivämneskontaminerad rest. Det som saknas är metoder för att ta till vara på de explosivämnen som skulle kunna användas igen.

Återvinning

De explosivämnen som skulle vara intressanta att återvinna är de som är dyrare. De explosivämnen som är intressanta är alltså av typen HMX eller liknande. De flesta nyare är också av intresse så som CL-20 och FOX-7.

Idag återanvänds inte så mycket explosivämnen detta beror främst på att USA i sina militära specifikationer inte godkänner material som inte är "virgin" dvs. nygjorda. Troligen kommer USA, liksom de flesta andra länder, att avskaffa detta krav och därigenom tjäna stora pengar på att återanvända vissa explosivämnen.

Annars kan sägas att man inte har kunnat se stora skillnader på ny tillverkad och återvunnen HMX. Det är främst partikelstorleken som skiljer och detta kan man ändra på genom att omkristallisera explosivämnet.

Metoder för återvinning

Det finns främst två metoder för återvinning i världen den ena är amerikansk och den andra är svensk. Den amerikanska är en process framställd av TPL. Här löses explosivämnet i salpetersyra (HNO_3). Det som blir kvar är fast HMX med en syrablandning av matrisen. Eftersom TPL främst inriktat sig mot PBX (Plastic Bonded eXplosive) så blir matrisresten ett polymeriskt explosivämne som man skall försöka sälja på den civila marknaden.

Det svenska patentet innehåvs av Nexplo AB och går ut på att lösa HMX i organiska lösningsmedel. Detta ger ett rent och fint HMX, dock är de organiska lösningsmedlen toxiska och måste renas och återanvändas.

De båda metoderna verkar fungera bra om än på olika typer av matriser. TPL verkar fungera bäst på plast bundna explosivämnen och Nexplo's på gamla typer med vax och trotyl matris.

Under året som kommer skall vi titta på hur dessa metoder fungerar på den materiel som finns i svenska lager.

Urtagningsmetoder

För att kunna återvinna explosivämnet krävs att man tar ut explosivämnet ur dess vapen system.

Detta sker med olika uttagningsmetoder. Det finns en uppsjö av olika typer av metoder det är allt från att man skär ut explosivämnet med en vattenstråle som har ett högt tryck och att man skär det med en laser. Till att man fryser vapendelen och krossar den i en press. Metoderna skall vara säkra och finfördela explosivämnet så att det kan återanvändas.

MILSTØY

Nils Ivar Nilsen, Forsvarsbygg

Forsvarsbygg har gjennom de siste 2 årene utviklet et beregningsverktøy for å beregne støy fra skyte- og øvingsfelt samt skytebaner. Verktøyet er gitt navnet MILSTØY og tar utgangspunkt i digitale kart for både inngangsdata og resultater. I prinsippet kan alle typer støykilder beregnes med verktøyet, men det er så langt fokusert på lyd fra våpen og tyngre militære kjøretøyer.

Verktøyet kan benyttes på en vanlig datamaskin. resultatene gis umiddelbart som kart med fargekoder for støynivå, eller som koter. resultatene kan tas ut som digitale filer på Sosi- format som kan benyttes av digitale kartverktøy.

Det er inngått et samarbeid med FBT Danmark om dette verktøyet. Danmark har fått tilgang til verktøyet mot å bidra til videreutvikling under møtet i Stockholm ble det demonstrert hvordan verktøyet fungerer. Det er i prinsippet laget for følgende formål:

- kartlegge eksisterende støykilder for å sikre buffersoner mot bebyggelse
- kartlegge eksisterende støykilder for å se potensialet for støyreducerende tiltak
- kartlegge støynivå ved endringer av eksisterende aktivitet, samt etablering av ny aktivitet.

Programmet store fordel er et enkelt brukergrensesnitt samt at resultatene synliggjøres umiddelbart, samt at resultatene kan overføres til digitale kart direkte.

Dersom det er flere spørsmål ta kontakt med Nils Ivar Nilsen
nin@forsvarsbygg.no
+47 2309 5147

Toxicitetstest med *Nitocra spinipes* – Effekt av TNT-förorenat sediment

Rune Berglind och Mona Koch, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)

Dumpning i djupa områden av Östersjön, Skagerak och Kategatt var fram till 1970-talet ett vanligt sätt att göra sig av med industriellt kemiskt avfall och överbliven, omodern eller farlig ammunition. Mot bakgrund av att de dumpade kemikaliernas negativa effekter på exempelvis fisket blev dumpning av kemikalier naturen otillåtet 1972.

Syftet med föreliggande undersökning är att utröna om ackumuleringen av TNT/TNT-omvandlingsprodukter i utgör någon risk för uppkomst av skadliga effekter på organismer som lever i sedimentmiljö. Extrakt av sediment och vatten undersöktes på en litet kräftdjur, *Nitocra spinipes*, som lever i bottensediment bl.a. utefter den svenska ostkusten.

Material och metoder

Från Östersjön valdes sediment från en plats med syrerik botten, Möja i Stockholms skärgård och en med syrefattig botten, Fårö. Från Västerhavet valdes en plats med syrerik botten, Stora Pölsan i Göteborgs skärgård. I undersökningen användes radioaktivt inmärkt TNT (^{14}C -TNT) för att kunna spåra omvandlingen av TNT och var i systemet modersubstansen och dess omvandlingsprodukter anrikades.

Extraktion av sediment

Cirka 4 gram sediment våtvikt togs från vardera exponeringskolv och extraherades med hjälp av ASE (Accelerated Solvent Extraction-DIONEX) med destillerat vatten som lösningsmedel. Extraktionen genomfördes under tryck, 10 MPa, vid 150°C under 10 minuters tid.

Toxicitetsstudie

Nitocra spinipes är ett litet bottenlevande käftdjur (harpacticoid, copepod) som finns utefter våra kuster. Den tolererar en salthalt upp till 30 ‰. Fullvuxna djur är mellan 0,45 och 0,75 mm långa där honan är den större (Breitholtz & Bengtsson 2001). *Nitocra s.* odlades i temperaturreglerad odlingskammare under mörker vid 20 °C i ett vatten med en salthalt av 6 ‰. Undersökningen av sedimentextraktens och vattenfasernas toxicitet utfördes enligt Svensk Standard (S.S 028106) och ITM-mauual SOP 8 (*Nitocra spinipes* akut toxicitet).

Resultat /Diskussion

Toxicitetstesterna på vattenfas och extrakt av sediment från försök med omvandling av TNT i bräckt och salt vatten visade på ringa eller ingen akut effekt på överlevnaden av *N. spinipes*. Tidigare analyser av vattenfasen visade att TNT inte fanns i detekterbar mängd eller i mycket låg koncentration (Andersson *et al* 2001). Emellertid fanns viss ^{14}C -inmärkt substans kvar i vattenfasen, främst i kolvar som representerade anaerob nedbrytning. Dessa ämnen som dock inte identifierats men härrör från TNT var således inte giftiga för *N. spinipes*. Några av extrakten från sediment var giftiga för djuren. Kolvarna B, C och D i alla tre fallen är identiskt behandlade sinsemellan. Sedimentens och därmed extraktens innehåll av TNT och omvandlingsprodukter bör således vara lika inom triplikaten. Orsaken till att viss dödlighet förekom i ett respektive två av extrakt från Stora Pölsan och Möja går inte att utläsa från koncentrationen ^{14}C -inmärkt substans i extrakten.

Vid biologisk omvandling av TNT mineraliseras enbart små mängder av molekylerna till koldioxid, vatten och nitrat. Huvuddelen av TNT omvandlas till monoaminer (2-amino-4,6-DNT och 4-amino-2,6-DNT) eller diaminer, (tex. 2,4-diamino-6 MNT), vilka binds hårt till omgivande jordmaterial (Shen *et al* 1998). Toxiciteten av TNT eller någon av dess omvandlingsprodukter har inte undersökts på *N. spinipes*. Undersökningar på vattenloppa (*Daphnia magna*) och virvelmask (*Lytechinus variegatus*) har visat att omvandlingsprodukten 2-amino-4,6-DNT har ett LC₅₀ vid 1 mg/l för vattenloppa resp. virvelmask. TNT har ett LC₅₀ på 5,5 resp. 1,3 mg/l på respektive djur

(Johnason *et al* 1994). Inte i något av sedimentextrakten eller vattenprov nås denna koncentration av radioaktivt inmärkt kol i detta försök. Den låga eller avsaknaden av toxisk effekt på *N. spinipes* av sedimentextrakten och vattenfasen beror därför sannolikt på att koncentrationen av främst TNT-metaboliter inte uppnått toxisk koncentration.

I denna undersökning avsåg vi att maximera extraktionsutbytet av adsorberade ¹⁴C-inmärkt TNT/TNT-metaboliter ur sedimentet med hjälp av hög temperatur och högt tryck (150 °C och 10 MPa). Extrakten skulle på detta sätt representera ett "worst case" för bottenlevande djur med avseende på exponeringsgrad. I det bildade extraktet fanns dock inte tillräckligt hög koncentration av TNT och TNT-metaboliter för att vara akut giftigt för *N. spinipes*. I extrakten fanns motsvarande 4,9 och 11,8 % av det ¹⁴C som sattes till vattenlösningen (totalt 62,5 mg) vid försökets början där TNT-koncentrationen var 25 mg/l. I ett naturligt system, d.v.s. i sediment på de platser där sedimentproverna togs, är temperaturen omkring 4 °C. Extraktion av sedimentbundna ämnen är sannolikt inte lika effektiv vid denna låga temperatur i jämförelse med 150 °C som i detta försök. Sannolikheten för att högre och därmed toxiska halter av TNT-metaboliter skulle förekomma i vattnet i sedimentskiktet under naturliga förhållanden än vad som kunde extraheras vid 150°C (ASE-extraktion) är därför låg. Med resultaten från detta försök kan vi således säga att sedimentbundet mikrobiellt omvandlad TNT i havsmiljö inte utgör någon akut förgiftningsrisk för bottenlevande djur.

Referenser

-Andersson, A.-C., Eriksson, J., Hägglund, L., Nygren, Y., Johansson, T., Forsman, M. 2001. Simulering av TNT-läckage i havsmiljö. FOI-R-0304--SE

-Breitholtz, M. and Bengtsson, B.-E. 2001. Oestrogens have no hormonal effect on the development and reproduction of the harpacticoid copepod *Nitocra spinipes*. Marine Pollution Bulletin, 42(10) 879-886

-Johnson, LR., Davenprot, R., Balbach, H., Schaeffer, DJ. 1994. Phototoxicology: 3. Comparative toxicity of trinitrotoluene and aminonitrotoluenes to *Daphnia magna*, *Dugesia dorotocephala* and sheep erythrocytes. Ecotox. Environ. Safety, 27, 34-49.

- Svensk Standard SS 02 81 06

Studier av marine forurensninger

Arnt Johnsen, Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

FFI har utarbeidet et forslag til risikovurdering av sjøforurensninger. I forslaget ligger det inne en human eksponeringsmodell og en økotoksikologisk metodikk. Det er også sagt noe om prøvetaking og det er samlet en toksikologisk database for relevante miljøgifter. I tillegg er det utarbeidet et dataverktøy i html format. I trinn 1 av risikovurderingen blir analyseresultater sammenlignet med normverdier for mest følsomt område (alle eksponeringsveier aktuelle). I trinn 2 utføres en stedsspesifikk eksponeringsundersøkelse og det beregnes nye normverdier med bakgrunn i nytt datamateriale.

Forsvaret i Norge er i ferd med å utrangere en rekke fartøyer. I forbindelse med dette har FFI foretatt en undersøkelse av mulige miljøgifter i produkter og materialer i fregatten KNM Stavanger som ble valgt til å være målfartøy for skarpskyting med torpedo. Det ble funnet lave mengder med miljøgifter om bord i fartøyet og det ble derfor vurdert til at det var liten miljøfare knyttet til en senking av fartøyet.

Det vil i hovedsak være fire kilder til polyklorerte bifenyler (PCB) i sedimenter ved marinebasen Haakonsværn:

1. Tilførsel i form av lokale utslipp fra land, kaier og fartøyer
2. Tilførsel av PCB i vannmasser fra regionale områder
3. Tilførsel av PCB fra sedimentene
4. Tilførsel av PCB fra nedbør

FFI er i ferd med å kartlegge betydningen av disse kildene. Det er foretatt analyser av mengden PCB i slam fra sandfangkummer for å identifisere mulige utslipp fra land. Denne kartleggingen viste at det ved enkelte områder fortsatt ble tilført PCB. Ved bruk av egenutviklet utstyr for prøvetaking av vann er det foretatt en rekke målinger av løst og partikkelbundet PCB i vann. Det er foretatt innledende undersøkelser på lekkasje av PCB fra sedimenter og det er samlet inn nedbør som er analysert for PCB for å undersøke hvilken betydning nedbør har for tilførsel av PCB.

I forbindelse med oppryddingen av de forurensede sedimentene som nå er i ferd med å avsluttes ved marinebasen Haakonsværn, studerer FFI i samarbeid med Universitet i Bergen effektene av dette tiltaket. Eventuelle toksiske og fysiologiske effekter i torsk og blåskjell blir studert. Det blir sett på endring i akkumulering av PCB i utsatte torsk og blåskjell samt viltvoksende blåskjell. I tillegg er konsentrasjonene av løst PCB i vannmassene undersøkt ved hjelp av lipidfylte semipermeable membraner.

Projektet Miljökonsekvensanalyser vid FOI-NBC-skydd i Umeå

Jan Sjöström, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)

Grunden till den miljöforskning för försvarssektorn som idag bedrivs vid FOI lades 1994. Upprinnelsen till de frågeställningar som projektet Miljökonsekvensanalyser (MKA) i dag arbetar med kom ur en litteraturstudie på uppdrag av Försvarets materielverk (FMV) om explosivämnenas miljöfarlighet, samt genom ett forskningsanslag från Arbetsmiljöfonden där toxiciteten hos mineralfibrer i bl.a. slipdamm från Viggen undersöktes. Vidare fanns vid Försvarmakten ett behov av hjälp med riskbedömning av dumpad ammunition samt av metoder för avveckling av föråldrad ammunition. Resultaten från dessa undersökningar och från försvarmaktens behov identifierade vikten av riktad forskningsverksamhet mot riskbedömning och metodutveckling för testning och kontroll av försvarsrelaterade kemiska ämnen och produkter. Mot bakgrund av bl a slutsatserna i uppdraget från FMV fokuserades frågeställningen mot explosivämnen.

Idag är runt 15 personer engagerade inom MKA-projektet och kompetensen spänner över analytisk kemi, ekotoxikologi, mikrobiolog och geologi/hydrogeologi. Dessutom pågår uppbyggnad av kompletterande kompetensområden, exempelvis inom geografiska informationssystem (GIS). I två större huvuduppdrag för Försvarmakten (FM) bedrivs bl a omvärldsbevakning av försvarsmiljöforskning, förstudier samt utveckling av metoder för försvarsspecifik miljöriskbedömning. Den sedan mitten av 90-talet uppbyggda kompetensen i miljöriskbedömning – särskilt för explosivämnen – är mycket eftertraktad både inom och utanför totalförsvaret. För närvarande pågår ca 15 externa uppdrag där vi arbetar med allt från miljökonsekvensbeskrivningar för försvarsindustrin till bedrivande av miljöutbildning för rysk militär. Några aktuella kunder/finansiärer förutom FM, är Utrikesdepartementet (UD), Saab Bofors Test Center AB och EU mål-1.

Inom ramen för ett EU Mål 1-projekt bedrivs vidareutveckling av förorenings-spridning i mark, dvs ett av de viktigare momenten i den svenska riskbedömningsmodellen MIFO (Metod för inventering av förorenade områden). En nyligen anställd industridoktorand kommer ha som uppgift att undersöka om det är möjligt att implementera en datorbaserad spridningsmodell i MIFO.

I december 2002 kommer vi att påbörja en utbildning av officerare i den ryska armén i miljöriskbedömning vid nedläggning av militära anläggningar. I huvudsak kommer utbildningen att baseras på de erfarenheter FOI skaffat sig från riskbedömningar i Sverige, Ryssland och Baltikum. Uppdraget finansieras av UD.

Deltagarförteckning med e-post och telefon

Navn	Tilhørighet	e-post	Telefon
Mats Ahlberg	FOI Stockholm	mats.ahlberg@foi.se	+46 855504454
Thor Engøy	FFI Oslo	thor.engoy@ffi.no	+47 63807899
Christina Edlund	FOI Umeå	christina.edlund@foi.se	+46 90106643
Birgitta Liljedahl	FOI Umeå	birgitta.liljedahl@foi.se	+46 90106606
John Aa Tørnes	FFI Oslo	john-aa.tornes@ffi.no	+47 63807882
Elisabeth Hochschorner	KTH, FMS Stockholm	elisabeth@fms.ecology.su.se	+46 84023807
Arnljot Strømseng	FFI Oslo	arnljot.stromseng@ffi.no	+47 63807885
Joakim Hågvall	FOI Grindsjön	joakim.hagvall@foi.se	+46 855503984
Torgeir Mørch	Forsvarsbygg Oslo	torgeir.morch@forsvarsbygg.no	+47 23095142
Nils Ivar Nilsen	Forsvarsbygg Oslo	nin@forsvarsbygg.no	+47 23095147
Rune Berglind	FOI Umeå	rune.berglind@foi.se	+46 90106735
Arnt Johnsen	FFI Oslo	arnt.johnsen@ffi.no	+47 63807833
Jan Sjöström	FOI Umeå	jan.sjostrom@foi.se	+46 90106608

Utgivare Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI FOI, Marknadsenheten 172 90 Stockholm	Rapportnummer, ISRN FOI-R--0901--SE	Klassificering Användarrapport
	Forskningsområde 3. Skydd mot massförstörelsevapen	
	Månad, år Juni 2003	Projektnummer GS1104
	Verksamhetsgren 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	Delområde 35 Miljöfrågor	
Författare/redaktör Mats Ahlberg, Redaktör	Projektledare	
	Godkänd av	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning Försvarsmakten	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig	
Rapportens titel Tio föredrag vid norsk-svenskt möte med försvarsmiljöforskare 2002		
Sammanfattning (högst 200 ord) Rapporten innehåller sammanfattningar av nedanstående tio föredrag som presenterades vid ett norsk-svenskt möte med försvarsmiljöforskare i Ursvik, Stockholm, den 24 oktober 2002. AMEC - Arctic Military Environmental Cooperation, Thor Engøy, FFI, Oslo Miljökartor som operativt stöd vid internationella insatser, Birgitta Liljedahl och Christina Edlund, FOI Umeå Risikovurdering av farliga industrimaterialer i Kosovo, John Aa Tørnæs, FFI, Oslo Två miljösystemanalytiska verktyg, Elisabeth Hochschoer, KTH och FOI, Stockholm Miljømessige vurderinger av blyfri ammunisjon –Utvaskingsforsøk med forurenset jord Amljot Strømseng, FFI, Oslo Återvinning av explosivämnen, Joakim Hägvall, FOI Grindsjön MILSTØY (et beregningsverktøy for støy), Nils Ivar Nilsen, Forsvarsbygg, Oslo Toxicitetstest med Nitocra spinipes – Effekt av TNT-förorenat sediment, Rune Berglind och Mona Koch, FOI Umeå Studier av marine forurensninger, Arnt Johnsen, FFI Oslo Projektet Miljøkonsekvensanalyser ved FOI-NBC-skydd i Umeå, Jan Sjöström, FOI Umeå		
Nyckelord Miljöproblem, radioaktivt avfall, hälsorisker, riskvärdering, industrikemikalier, livscykelanalys, blyfri ammunition, återvinning, buller, toxikologi, marin förorening, explosivämnen, försvar		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Norska och Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 19 s.	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency FOI Program Office SE-172 90 Stockholm	Report number, ISRN FOI-R--0901--SE	Report type User report
	Programme Areas 3. Protection against Weapons of Mass Destruction	
	Month year June 2003	Project no. GS1104
	General Research Areas 5. Commissioned Research	
	Subcategories 35 Environmental Studies	
Author/s (editor/s) Mats Ahlberg, Redaktör	Project manager	
	Approved by	
	Sponsoring agency	
	Scientifically and technically responsible	
Report title (In translation) Ten presentations at the Norwegian-Swedish defence research environmental meeting 2002		
Abstract (not more than 200 words) This report contains abstracts from the ten presentations below that were given at a defence research environmental meeting in Ursvik, Stockholm, 24th October 2002. AMEC - Arctic Military Environmental Cooperation, Thor Engøy, FFI, Oslo Environmental maps as operative support for international operations Birgitta Liljedahl och Christina Edlund, FOI Umeå Environmental risk assessment of hazardous industrial materials in Kosovo, John Aa Tømes, FFI, Oslo Two environmental systems analysis tools, Elisabeth Hochschorner, KTH och FOI, Stockholm Environmental assessment of lead free ammunition – leaching test with contaminated soil Arnljot Strømseng, FFI, Oslo Reuse of explosives, Joakim Hägvall, FOI Grindsjön MILSTØY (a tool for calculating noise), Nils Ivar Nilsen, Forsvarsbygg Oslo Toxicity tests with Nitocra spinipes – effects from TNT contaminated sediment Rune Berglind och Mona Koch, FOI Umeå Studies of marine pollution, Amt Johnsen, FFI Oslo The project Environmental Risk Assessment at the FOI NBC-protection division in Umeå, Jan Sjöström, FOI Umeå		
Keywords Environmental problems, radioactive waste, health risks, risk assessment, industrial chemicals, life cycle analysis, lead free ammunition, reuse, noise, toxicology, marine pollution, explosives, defence		
Further bibliographic information	Language Norwegian and Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 19 p.	
	Price acc. to pricelist	