

MATS AHLBERG, REDAKTÖR



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1350 anställda varav ungefär 950 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömningen av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Mats Ahlberg, Redaktör

# FOIs miljöforskning för försvarssektorn - En sammanställning av rapporter publicerade 2001 – 2005

Omslagsbilden: Foto Ulf Qvarfort, FOI  
Bilden är tagen på Älvdalens skjutfält i  
samband med de undersökningar som  
redovisas på sidan 23 i rapporten  
FOI-R--1619--SE.

## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

<b>Utgivare</b> FOI - Totalförsvarets forskningsinstitut Avdelningen för forskningsstöd 164 90 Stockholm	<b>Rapportnummer, ISRN</b> FOI-R--2088--SE	<b>Klassificering</b> Användarrapport
	<b>Forskningsområde</b> 3. Skydd mot NBC och andra farliga ämnen	
	<b>Månad, år</b> Oktober 2006	<b>Projektnummer</b> E4812
	<b>Delområde</b> 35 Miljöfrågor	
	<b>Delområde 2</b>	
<b>Författare/redaktör</b> Mats Ahlberg/Redaktör	<b>Projektledare</b> M Ahlberg	
	<b>Godkänd av</b>	
	<b>Uppdragsgivare/kundbeteckning</b> FM	
	<b>Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig</b>	
<b>Rapportens titel</b> FOIs miljöforskning för försvarssektorn - en sammanställning av rapporter publicerade 2001-2005		
<b>Sammanfattning</b> Miljöforskning för försvarssektorn har bedrivits sedan budgetåret 1994/95. Denna rapport utgör en sammanställning av abstrakts för samtliga 67 rapporter som publicerats i FOI-R-serien under femårsperioden 2001-2005. För en bättre överblick har varje rapport hänförs till ett av följande 11 ämnesområden: Indirekt miljöpåverkan Strategiska miljöbedömningar Livscykelanalyser (LCA) på försvarsmateriel Förebyggande modellering Metoder omhändertagande av ammunition och explosivämnen Miljöriskbedömning av dumpad ammunition och undervattenssprängningar Miljöriskbedömning av skjutfält och anläggningar Toxikologiska studier på människa och miljö Miljö- och hälsorisker vid internationella insatser Miljöeffekter av krig och konflikter Årsrapporter och andra sammanställningar Huvuddelen av forskningen är finansierad av Försvarsmakten genom dess FoT-program samt genom enskilda beställningar från GRO MILJÖ, Miljöprovningseenheten och MUST.		
<b>Nyckelord</b> Hydrogeologi, toxikologi, skjutfält, hälsorisker, explosivämnen, miljöriskbedömning, livscykelanalys, internationella insatser		
<b>Övriga bibliografiska uppgifter</b>	<b>Språk</b> Svenska	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Antal sidor:</b> 34 s.	
<b>Distribution enligt missiv</b>	<b>Pris:</b> Enligt prislista	

**FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE**

<b>Issuing organization</b> FOI – Swedish Defence Research Agency Research support SE-164 90 Stockholm	<b>Report number, ISRN</b> FOI-R--2088--SE	<b>Report type</b> User report
	<b>Programme Areas</b> 3. NBC Defence and other hazardous substances	
	<b>Month year</b> October 2006	<b>Project no.</b> E4812
	<b>Subcategories</b> 35 Environmental Studies	
	<b>Subcategories 2</b>	
<b>Author/s (editor/s)</b> Mats Ahlberg/Editor	<b>Project manager</b> M Ahlberg	
	<b>Approved by</b>	
	<b>Sponsoring agency</b> Swedish Armed Forces	
	<b>Scientifically and technically responsible</b>	
<b>Report title (In translation)</b> FOIs environmental research for the defence sector - a compilation of reports published 2001-2005		
<b>Abstract</b> Environmental research for the defence has been conducted since the fiscal year 1994/1995. This report is a compilation of abstracts for all 67 reports published as FOI-R-reports during the period 2001-2005. Each report has been classified into one of the subject areas below: Indirect environmental impact Strategic environmental impact assessment Life cycle analysis (LCA) of defence material, Preventive modelling, Methods for handling old ammunition and explosives Environmental risk assessment of dumped ammunition and underwater explosions, Environmental risk assessment of shooting ranges and military establishments, Toxicological studies of man and environment, Environmental and health risks in international military missions, Environmental effects of war and conflicts, Annual reports and other compilations,  The main part of the research has been financed by the Swedish Armed Forces.		
<b>Keywords</b> Hydrogeology, toxicology, shooting ranges, health risks, explosives, environmental risk assessment, life cycle assessment, international mission		
<b>Further bibliographic information</b>	<b>Language</b> Swedish	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Pages</b> 34 p.	
	<b>Price acc. to pricelist</b>	



## Förord

FOIs miljöforskning för försvarssektorn har utvecklats betydligt sedan starten budgetåret 1994/1995. Antalet personer som engagerar sig i miljöfrågor inom olika delar av försvarssektorn har också ökat.

För att underlätta resultatåterföringen från genomförda uppdrag vid FOI till alla potentiella nyttjare har denna sammanställning gjorts. Sammanställningen omfattar samtliga 67 rapporter som publicerats i FOI-R-serien under femårsperioden 2001-2005. Av rapporterna är 12 skrivna på engelska. För dessa anges både den engelska och den svenska titeln men endast det svenska abstraktet.

En tidigare publikation, FOI-R-0287- -SE, Dec 2001, *FOAs miljöforskning för försvarssektorn, En sammanställning av rapporter publicerade 1995-2000*, omfattar 43 rapporter som publicerats i FOA-R-serien. Tillsammans omfattar de två publikationerna således samtliga rapporter som publicerats om försvarsmiljöforskning vid FOA/FOI till och med 2005.

Ett enkelt sätt att söka i rapporterna är att ladda ned dem som pdf-filer från FOIs hemsida, [www.foi.se](http://www.foi.se). Klicka på rubriken rapporter på hemsidan och sök sedan på rapportnumret.

För en bättre överblick har var och en av de 67 rapporterna i denna sammanställning hänförs till ett av följande 11 ämnesområden:

- Indirekt miljöpåverkan
- Strategiska miljöbedömningar
- Livscykelanalyser (LCA) på försvarsmateriel
- Förebyggande modellering
- Metoder omhändertagande av ammunition och explosivämnen
- Miljöriskbedömning av dumpad ammunition och undervattenssprängningar
- Miljöriskbedömning av skjutfält och anläggningar
- Toxikologiska studier på människa och miljö
- Miljö- och hälsorisker vid internationella insatser
- Miljöeffekter av krig och konflikter
- Årsrapporter och andra sammanställningar

Huvuddelen av forskningen är finansierad av Försvarsmakten genom dess FoT-program samt genom enskilda beställningar från GRO MILJÖ, Miljöprovningseenheten och MUST. Övriga uppdragsgivare är bl a Försvarsdepartementet, Nammo LIAB och Saab Bofors Test Center AB.

Mats Ahlberg  
Forskningsområdesföreträdare



**Innehållsförteckning**

<b>1 Indirekt miljöpåverkan.....</b>	<b>9</b>
<b>2 Strategiska miljöbedömningar.....</b>	<b>9</b>
<b>3 Livscykelanalyser (LCA) på försvarsmateriel.....</b>	<b>10</b>
<b>4 Förebyggande modellering.....</b>	<b>12</b>
<b>5 Metoder för omhändertagande av ammunition och explosivämnen.....</b>	<b>13</b>
<b>6 Miljöriskbedömning av dumpad ammunition och undervattenssprängningar.....</b>	<b>15</b>
<b>7 Miljöriskbedömning av skjutfält och anläggningar.....</b>	<b>17</b>
<b>8 Toxikologiska studier på människa och miljö.....</b>	<b>23</b>
<b>9 Miljö- och hälsorisker vid internationella insatser.....</b>	<b>24</b>
<b>10 Miljöeffekter av krig och konflikter.....</b>	<b>30</b>
<b>11 Årsrapporter och andra sammanställningar.....</b>	<b>30</b>





## 1 Indirekt miljöpåverkan

Finnveden Göran, Wadeskog Anders, Eriksson Björn N, Johansson Jessica, Palm Viveca, Åkerman Jonas, Hedberg Leif  
**Indirekt miljöpåverkan från försvarssektorn.**  
Stockholm, FOI 2002, 54 p.  
(FOI-R--0368--SE) (Vetenskaplig rapport/Scientific report)

Vid införande av miljöledningssystem skall en organisations indirekta såväl som direkta miljöpåverkan kartläggas. Den direkta miljöpåverkan från försvarssektorn har analyserats i tidigare studier. I denna studie studeras den indirekta miljöpåverkan med hjälp av miljöexpanderade input-output analyser, som därmed ger ett livscykelperspektiv. Indirekt miljöpåverkan uppstår vid produktion av alla de varor och tjänster som försvarssektorn använder. Studiens beräkningar omfattar användning av energibärare, några traditionella luftemissioner samt indikatorer för användning av kemiska produkter. Resultaten indikerar att den indirekta miljöpåverkan kan vara signifikant jämfört med den direkta. Det är därför av betydelse att beakta även den indirekta miljöpåverkan vid bedömningar av sektorns totala miljöpåverkan. En relativt stor andel av den indirekta miljöpåverkan uppstår utomlands, till följd av sektorns relativt stora importhandel. Den metodik som utvecklats för detta projekt är generell och kan användas även för att bedöma total miljöpåverkan från andra samhällssektorer. Resultaten kan också användas i samband med strategiska miljöbedömningar av en ny plan eller policy inom en sektor. De resultat som presenteras här torde vara användbara för flera myndigheter inom försvarssektorn och för Försvarsdepartementet bland annat i samband med miljöledningssystem samt inom försvarets arbete med sektorsansvaret.

## 2 Strategiska miljöbedömningar

Johansson Jessica, Jonsson Daniel K, Eriksson Björn, Finnveden Göran  
**Strategisk miljöbedömning i Försvarsdepartementets beslutsprocesser.**  
Stockholm, FOI 2004, 56 p.  
(FOI-R--1434--SE) (Användarrapport/User report)

Strategisk miljöbedömning (SMB) är ett angreppssätt för att miljöbedöma konsekvenser av planer, program och policies. I denna rapport diskuteras hur den SMB-metodik som utvecklats inom olika samhällssektorer kan användas i Försvarsdepartementets beslutsprocesser. Exempel på processer där SMB kan tillämpas är: utarbetande av kommittédirektiv, reglering av perspektivplaneringen, förberedande av propositioner samt i samband med försvarsbeslut. SMB är inte bara ett verktyg för att kunna fatta miljöriktiga beslut utan också ett hjälpmedel för att allokera utrednings- och planeringsresurser på ett effektivt sätt. Men miljöfrågorna måste övervägas redan i det inledande skedet i en besluts- eller utredningsprocess för att kunna påverka det slutliga resultatet, t.ex. försvarsbeslut. Liksom för andra strategiska planeringsaspekter, t.ex. ekonomi och juridik, bör de miljöstrategiska avvägningarna göras på central nivå. För att möta det behovet krävs sannolikt organisatoriska förändringar inom försvarets myndigheter så att miljöfrågor hanteras på samma nivå och inom samma organisation som andra strategiska frågor.

Eriksson Björn, Johansson Jessica, Jonsson Daniel, Finnveden Göran  
**Försvarsanpassad strategisk miljöbedömning. En fallstudie av planeringen inför 2004 års försvarsbeslut.**  
Stockholm, FOI 2005, 49 p.  
(FOI-R--1499--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

Strategisk miljöbedömning (SMB) är ett angreppssätt för att miljöbedöma konsekvenser av planer, program och policies. I denna rapport diskuteras hur SMB-metodik kan användas i Försvarsmaktens perspektivplanering. Diskussionen förs mot bakgrund av en fallstudie av planeringen inför 2004 års försvarsbeslut. SMB är inte bara ett verktyg för att kunna fatta

miljöriktiga beslut utan också ett hjälpmedel för att allokera utrednings- och planeringsresurser på ett effektivt sätt. Men miljöfrågorna måste övervägas redan i det inledande skedet i planeringen inför ett försvarsbeslut, för att kunna påverka det slutliga resultatet.

Liksom för andra strategiska överväganden, t.ex. ekonomi och juridik, bör de miljöstrategiska avvägningarna göras på central nivå. för att möta det behovet krävs sannolikt organisatoriska förändringar inom Försvarsmakten, så att miljöfrågor hanteras på samma nivå och inom samma organisation som andra strategiska frågor.

### 3 Livscykelanalyser (LCA) på försvarsmateriel

Hochschorner Elisabeth, Finnveden Göran, Johansson Jessica

#### **Utvärdering av två förenklade metoder för livscykelanalyser.**

Stockholm, FOI 2002, 104 p.  
(FOI-R--0369--SE) (Vetenskaplig rapport/Scientific report)

I rapporten beskrivs två olika metoder för förenklad livscykelanalys (LCA), MECO-metoden och SLCA. De båda metoderna testas sedan på en redan gjord fallstudie över bilar drivna av bensin, etanol, samt elbilar med el från vattenkraft eller kolkraft. Rapporten innehåller bakgrundsfakta om livscykelanalyser och förenklade livscykelanalyser, beskrivning av den fallstudie som har varit underlag för studien, samt av MECO och SLCA-metoderna. Utvärderingen av MECO och SLCA-metoderna baserar sig på en jämförelse av de resultat som fås från fallstudien, samt deras användbarhet. En slutsats är att SLCA-metoden har en del brister. Bland bristerna finns att den inte täcker hela livscykeln, den kräver rätt mycket information och det finns ett ganska stort utrymme för godtycke. Den är också ganska oflexibel och svår att vidareutveckla. Vi rekommenderar därför inte en användning av SLCA-metoden. MECO-metoden visar i jämförelse med SLCA-metoden flera positiva egenskaper. Det är också intressant att notera att MECO-metoden producerade information som kompletterade den kvantitativa LCA:n. Vi tror samtidigt att det kan finnas skäl att vidareutveckla MECO-metoden och anpassa den till svenska förhållanden. Avslutningsvis så föreslås en procedur i vilken en MECO-analys antingen kan användas direkt, eller

följas av en kvantitativ LCA och då fungera som en förstudie.

Hochschorner Elisabeth

#### **Metodproblem i samband med utvärdering av förenklade metoder för livscykelanalyser.**

Stockholm, FOI 2002, 14 p.  
(FOI-R--0504--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

I rapporten diskuteras metodproblem i samband med utvärdering av förenklade metoder för livscykelanalyser.

Rapporten förklarar kortfattat vad livscykelanalyser är och olika ansatser att förenkla dessa.

De metodproblem som diskuteras är hur två olika förenklade ansatser av livscykelanalyser kan jämföras med varandra samt om resultatet från en traditionell livscykelanalys bör anses som "facit" till resultatet från en förenklad analys.

Innehållet i rapporten bygger vidare på rapporten "Utvärdering av två förenklade metoder för livscykelanalyser" (Hochschorner et al, 2002).

#### **Användning av metodik för livscykelanalyser i upphandlingsprocessen av försvarsmateriel.**

Stockholm, FOI 2003, 32 p.  
(FOI-R--0786--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

Enligt ett regeringsbeslut 1998 ska Försvarsmakten (SAF) och Försvarets Materielverk (FMV) tillämpa 'Riktlinjer för miljöanpassad försörjning av försvarsmateriel' i upphandlingsprocessens alla faser.

Upphandling av försvarsmateriel är ett exempel på offentlig upphandling. Miljöhänsyn i offentlig upphandling skiljer sig från privat upphandling, beroende på skillnader i styrande lagar och föreskrifter. Den här rapporten innehåller en beskrivning av upphandlingsprocessen, aktörer, och styrande dokument vid upphandling av försvarsmateriel i Sverige. Eftersom upphandlingsprocessen genomgår förändringar idag, beskrivs den endast översiktligt.

De miljökrav som, enligt Försvarsmakten bör ställas på den vara som skall upphandlas inkluderas i rapporten.

Rapporten innehåller också preliminära förslag på hur livscykelanalyser (LCAer) eller livscykeltänkande kan integreras i upphandlingsprocessen av försvarsmateriel.

## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

Mer fullständiga resultat kommer att presenteras i projektets slutrapport. 2003-2004.

Vårt huvudsakliga förslag är att försvarssektorn arbetar systematiskt genom olika produktgrupper. För varje produktgrupp bör traditionella eller förenklade LCAer (i detta fall MECO) utföras för referensprodukter inom varje produktgrupp. Resultatet bör ge en identifiering av kritiska aspekter i produkternas livscyklar.

Dessa resultat bör användas vid utformningen av TTEM och kriterier för upphandling, Rapporterna bör vara offentligt tillgängliga för att tillåta granskning och diskussion av resultaten. För att arbetet ska vara kostnadseffektivt bör internationellt samarbete eftersträvas.

SAF eller FMV bör ha ansvaret för att sådana LCA genomförs. SAF bör se till att miljökrav baserade på ett livscykelperspektiv, inkluderas i TTEM.

LCA kan också, i speciella fall, genomföras som en integrerad del av upphandlingsprocessen.

Hägvall Joakim, Hochschorner Elisabeth,  
Finnveden Göran, Overcash Michael, Griffing  
Evan

### **Lifecycle assessment of a PFHE shell grenade. Livscykelanalys på en förfragmenterad granat.**

Stockholm, FOI 2004, 60 p.  
(FOI-R--1373--SE) (Vetenskaplig rapport/Scientific report)

Samhället ökar idag de miljökrav som gäller för alla aktiviteter.

Idag finns det en ökande förståelse för behovet att minska miljöskador, försvaret kan inte vara undantaget.

Än så länge har en stor del av arbetet inom detta område varit fokuserat på direkt miljöpåverkan från de energetiska material som finns i ammunition. Det finns bara ett fåtal arbeten som har tittat på militär materiel med ett livscykel perspektiv. Denna rapport omfattas av ett två års projekt, finansierat av Svenska försvaret, som har haft avsikt att utföra livscykel analyser på ammunition. Som fallstudie har ammunition för Stridsfordon 90 valts. Resultatet från analysen visar att den största miljöpåverkan kommer från att använda granaten i vad som skulle kunna liknas med en krigssituation. Den visar också att metaller och icke förnyelsebara energikällor har ett stort inflytande på livscykeln.

Hochschorner Elisabeth, Finnveden Göran  
**Environmental life cycle methods in acquisition of defence materiel.**

### **Livscykelanalyismetoder för miljöhänsyn i anskaffningsprocessen av försvarsmateriel.**

Stockholm, FOI 2004, 51 p.  
(FOI-R--1384--SE) (Användarrapport/User report)

Enligt försvarsbeslut 1998 ska Försvarsmakten och Försvarets materielverk (FMV) ta miljöhänsyn under hela anskaffningsprocessen.

Miljöhänsyn i offentliga organisationer (exempelvis Försvaret) skiljer sig något från andra organisationer beroende på den gällande lagstiftningen. Den här rapporten innehåller en beskrivning av anskaffningsprocessen av försvarsmateriel, dess aktörer och reglerande dokument.

Eftersom upphandlingsprocessen idag är under utveckling är den inte beskriven i detalj. Betydelsen av att ta miljöhänsyn i ett livscykelperspektiv har framhävts av både Försvarsmakten och FMV. Målet med den här rapporten är att förklara hur det kan göras.

Vårt huvudsakliga förslag är att försvarssektorn systematiskt går igenom olika produktgrupper. För varje produktgrupp ska traditionella kvantitativa livscykelanalyser (LCAer) kombinerat med förenklade LCAer (i detta fall MECO analyser) eller enbart förenklade LCAer utföras på referensprodukter inom samma produktgrupp. Studierna ska identifiera de kritiska aspekter produkterna har i ett livscykelperspektiv. Denna information bör sedan användas för att skriva TTEM (Taktisk Teknisk Ekonomisk Målsättning) och för att ställa krav vid upphandling.

Hägvall Joakim, Karlsson Rose-Marie  
**Livscykelaspekter på ny ammunition i ett miljöperspektiv.**

Stockholm, FOI 2005, 16 p.  
(FOI-R--1782--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

I världen idag finns det ett stort fokus på miljöeffekter, så även inom försvarssektorn. Denna rapport försöker svara på frågan i vilken riktning FOIs forskning skall fortsätta för att ge störst miljönytta av satsade ekonomiska medel och ligga rätt i förhållande till Sveriges behov. Slutsatsen, utifrån tidigare forskning och diskussionerna på FOIs workshop kring temat "Vad bör forskning om livscykelaspekter på ny ammunition fokusera på?" är vikten av att ha en helhetssyn kring ammunition som innefattar ett från

vaggan till graven perspektiv.

Då det är många aktörer inblandade, Försvarsmakten, FMV, industrin och FOI är kraven stora på ett formaliserat och väl fungerande system för hur dessa frågor skall hanteras.

Tidsperspektiven är långa vilket ställer höga krav på långsiktig planering, kunskapsöverföring, tydliga, väl genomtänkta och framsynta kravspecifikationer från beställaren till industrin samt dokumentation och återkoppling.

Om inte detta system fungerar finns alltid risken att återvinningsgraden minskar i framtiden samt att avvecklingen blir onödigt kostsam och problematisk. Därför vill FOI fortsätta forskningen kommande år med att ge en samlad bild över hur dessa frågor hanteras idag på respektive myndighet.

Utifrån den verklighet som framträder är målet att kunna identifiera eventuella svagheter i systemet och kunna föreslå förbättringar.

#### 4 Förebyggande modellering

Jonsson Jan-Olov, Burman Jan

##### **Utveckling av ett GIS-gränssnitt för modellering av föroreningstransport i mark.**

Umeå, FOI 2001, 21 p.

(FOI-R--0176--SE) (Teknisk rapport/Technical report)

Detta examensarbete är en del i utvecklingen av en GIS-baserad modell som simulerar föroreningars spridning i mark och grundvatten vid en kemikalieolycka. Modellen skall användas tillsammans med den redan utvecklade miljökänslighetskartan. Arbetet är utfört för Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI, avdelningen för NBC-skydd i Umeå, i samarbete med Umeå kommun (Räddningstjänsten, Miljökontoret och Stadsbyggnadskontoret).

Syftet är att undersöka möjligheten att integrera grundvattenflödesmodellen MODFLOW och transportmodellen MT3D i ett GIS-gränssnitt för tillämpningen kemikalieolycka.

Denna undersökning har lett till att ett datorprogram för Windows har utvecklats för tänkta användare inom kommuner.

Programmet kallas SKUM (Simulering av kemikalieutsläpp med miljökänslighetskartan).

Det är skrivet i Visual Basic och dess GIS-funktionalitet kommer från MapInfo.

Inför ett eventuellt fortsatt arbete bör fokus ligga på sättet att implementera kemikaliekällan i modellerna, valet av utvecklings- och användarmiljö (programmeringsspråk och GIS-plattform),

visualisering och övrig presentation av simuleringsresultaten, samt användarvänligheten.

Larsson Martin

##### **Hydrogeologiska transportprocesser och modeller för föroreningsspridning.**

Umeå, FOI 2003, 43 p.

(FOI-R--0830--SE) (Teknisk rapport/Technical report)

Rapporten omfattar en allmän och matematisk beskrivning av advektion, dispersion, sorption och andra processer som är viktiga för ämnestransport i förorenad mark. Processernas betydelse skiljer sig åt beroende på förorening samt vilka fysikaliska och kemiska förhållanden som råder på platsen. En översikt ges på var i marken olika typer av ämnen förekommer samt på vilka förlopp som vanligtvis har störst inflytande på spridning. Vid ett val av en datorbaserad spridningsmodell är det viktigt att känna till vilka processer som har störst betydelse.

Anledningen är att olika förlopp matematiskt beskrivs på skilda sätt och olika numeriska metoder behövs därför för att lösa problemen.

Det är ofta avgörande om advektion eller dispersion dominerar ämnestransporten. Samtidigt konstateras att det ofta är kvaliteten på indata som är det största problemet vid datorbaserad modellering och inte den numeriska metoden.

I mättad zon, under grundvattenytan, finns flera metoder för att hantera tredimensionella problem. Processerna i den omättade zonen är däremot svårare att beskriva matematiskt.

Idag finns framför allt en- och tvådimensionella modeller. Exempel ges på olika modeller och programpaket som används för simulering av föroreningstransport.

Moberg Jan-Olov, Burman Jan

##### **Grundvattenmodellering och sårbarhetsanalys för Utö skjutfält.**

Umeå, FOI 2004, 12 p.

(FOI-R--0999--SE) (Användarrapport/User report)

En grundvattenmodellering och sårbarhetsanalys är genomförd över Utö skjutfält.

Resultatet presenteras i kartform där grundvattnets modellerade sårbarhet för kemikaliespill samt strömningsriktning redovisas. Till kunden levereras också ett digitalt underlag, anpassat för ett geografiskt informationssystem, GIS.

Grundvattenmodelleringen är utförd med modellen

MODFLOW som ingår i mjukvaran "Groundwater Modelling System", GMS. För sårbarhetsbedömningen används DRASTIC-metoden och beräkningarna utförs i ett egenutvecklat tillägg i GIS-programmet ArcView. Området är sedan klassat med en för området relativ skala där man kan särskilja mer eller mindre sårbara markområden. Syftet med sårbarhetsbedömningen är att ge vägledning och underlag när det gäller val av aktivitet inom området för att på så sätt minimera risk för grundvattenförorening.

### 5 Metoder för omhändertagande av ammunition och explosivämnen

Carlsson Tomas

#### **Destruktion av explosivämnesavfall i fluidiserad bädd.**

Stockholm, FOI 2002, 16 p.

(FOi-R--0229--SE) (Användarrapport/User report)

Till följd av dagens överskott av ammunition inom försvaret skickas idag stora mängder ammunition till destruktion.

De ingående komponenterna i ammunitionen, såsom värdefulla metaller och explosivämnen, återvinns till stor grad till civila tillämpningar. Dessa återvinningsprocesser är dock inga slutna processer, utan genererar ett industriavfall på samma sätt som andra industriella processer. Skillnaden är att detta avfall ofta är kontaminerat med explosivämnen. Det kan därför av säkerhetsskäl inte skickas till konventionella anläggningar för destruktion av avfall, utan måste destrueras på plats.

Idag sker detta genom öppen bränning, med okontrollerade utsläpp till luft som följd.

I denna rapport redovisas metoder för destruktion av explosivämneskontaminerat avfall.

Genom att först våtmala avfallet, blanda upp det i vatten och tillsätta stabilisatorer, kan en icke-detonierbar, icke-sedimenterande, pumpbar slurry bildas. Denna slurry kan sedan pumpas in i en fluidiserad bädd, där den förbränns.

Detta möjliggör rökgasrening och förhindrar utsläpp av miljöskadliga ämnen.

En kostnadsanalys har gjorts. Att uppföra en dylik anläggning för destruktion av 25 kg avfall per timme kostar ca 19-24 Mkr.

Carlsson Tomas, Dyhr Kurt

#### **Finfördelning av krut och plastbundna sprängämnen.**

Stockholm, FOI 2001, 18 p.

(FOI-R--0248--SE) (Användarrapport/User report)

Till följd av dagens överskott av ammunition inom försvaret skickas idag stora mängder ammunition till destruktion.

De ingående komponenterna i ammunitionen, såsom värdefulla metaller och explosivämnen, återvinns till stor grad till civila tillämpningar. Dessa återvinningsprocesser är dock inga slutna processer, utan genererar ett industriavfall på samma sätt som andra industriella processer. Skillnaden är att detta avfall ofta är kontaminerat med explosivämnen.

Det kan därför av säkerhetsskäl inte skickas till konventionella anläggningar för destruktion av avfall, utan måste destrueras på plats.

Idag sker detta genom öppen bränning, med okontrollerade utsläpp till luft som följd.

Syftet är att kunna förbränna dessa i en sluten process. För att detta skall kunna uppnås krävs att explosivämnena först mals ner.

I denna rapport redovisas malningsförsök med ett flertal kvarnar, deras för och nackdelar.

Resultaten visar att med rätt kvarn kan de flesta material malas.

Vid de tillfällen då explosivämnen malts, har det gjorts under vatten. Ingen antydan till antändning har detekterats. Innan metoden används i större skala bör en riskanalys genomföras.

All malning av explosivämnen bör ske med fjärrstyrd utrustning för att undvika skador på människa vid en vådaexplosion.

Carlsson Tomas, Dyhr Kurt, Johansson Martin, Lamnevik Stefan

#### **Destruktion av rökgranater under vatten.**

Stockholm, FOI 2002, 20 p.

(FOI-R--0280--SE) (Användarrapport/User report)

Metoden att förbränna rökburkar under vatten studerats i stor skala och ca 150 burkar har förbränts.

Försöken har visat att det är möjligt att bränna rökburkar under vatten i stor skala, men metoden måste förfinas för att den skall fungera industriellt. För att finna en avsättning för den bildade zinkkloriden så har ett fåtal företag som säljer zinkklorid kontaktats. Tyvärr har vi inte lyckats få en tillräckligt ren zinkkloridlösning för att klara renhetsspecifikationen från dessa företag.

En alternativ metod som maler de obrända burkarna och separerar de ingående komponenterna har också

testats.

Metoden har fungerat framgångsrikt och zinkmetall, hexaklorethan och tillsatssämnena har separerats. Problemet är att finna en avsättning för hexaklorethan.

Följande slutsatser har dragits: 1. För bränning av rökgranater under vatten måste en effektiv antändningsmetod utvecklas. 2 För att metoden skall bli lönsam måste en marknad för zinkkloriden identifieras. Tyvärr möter den inte den specifikation som gäller på marknaden idag. 3. Metoden att separera ingående komponenter kan finna alternativa tillämpningar, t.ex. för magnesium och HMX. 4. Nya energetiska material bör vara enkla att separera och återvinna.

Hägvall Joakim

### **Förslag på metoder för återanvändning av explosivämnen.**

Stockholm, FOI 2002, 13 p.

(FOI-R--0638--SE) (Användarrapport/User report)

Försvaret har ett stort lager med ammunition.

Huvuddelen av detta kommer förmodligen aldrig att behöva användas och kommer därför att ligga i lager tills det inte kan användas längre på grund av ålder. Då måste ammunitionen destrueras.

De flesta metoderna för destruktion ger ingen möjlighet att utnyttja den resurs som gammal ammunition kan vara.

I denna rapport studeras metoder för att återanvända de i ammunition ingående explosivämnena som skulle kunna vara av intresse. Dessa är främst dyrbarare explosivämnen såsom HMX.

Rapporten redogör för ett flertal urtagningsmetoder och de två metoder som vi funnit då det gäller återvinning av explosivämnen.

Syftet med rapporten är att identifiera vilka metoder som finns tillgängliga idag då det gäller främst återvinning av explosivämnen.

Hägvall Joakim

### **Utvärdering av metoder för återvinning av explosivämnen.**

Stockholm, FOI 2003, 16 p.

(FOI-R--1017--SE) (Användarrapport/User report)

Återvinning av explosivämnen är en växande marknad. Att återvinna explosivämnen ger både en ekonomisk vinst och en miljö vinst.

Här har två metoder för återvinning av explosivämnen utvärderats, detta har gjorts på tre olika material, ett plastbundet, ett vaxbundet och ett

trotylbundet sprängämne.

Resultaten är inte helt entydiga men det går att återanvända explosivämnena. Metoderna ger dock olika resultat beroende på typen av bundet sprängämne som skall återvinnas.

Hägvall Joakim, Johansson Martin, Holmgren Erik

### **Utvärdering av återvinningsmetoder på nyframtagna explosivämnen.**

Stockholm, FOI 2004, 21 p.

(FOI-R--1402--SE) (Teknisk rapport/Technical report)

Idag strävar samhället efter att återvinna så mycket material som möjligt. Detta är främst av miljöskäl. Svenska försvaret är på framkant när det gäller miljöfrågor. Projektet är en del i att öka försvarets miljöhänsyn.

Idag återvinner försvaret stora delar av de energetiska material som går till destruktion, detta projekt tittar på hur det skall vara möjligt också i framtiden.

Detta projekt har undersökt möjligheten att återvinna energetiska material från explosivämneskompositioner som utvecklats idag. Genom att välja ett lämpligt lösningsmedel för varje komposition har det visat sig möjligt att återvinna energetiska material från kompositioner med tvärbundna plaster, det vill säga de explosivämnena som idag utvecklas. Med hjälp av HPLC-MS och DSC har också visats att de produkter som metoden producerar är rena. Det behövs dock ytterligare analyser för att se om denna produkt uppfyller kraven för militära specifikationer.

Rapporten visar att det är möjligt att återvinna olika kompositioner av "framtidens" explosivämnen.

Det har inte gjorts försök att optimera processen för återvinning utan rapporten visar bara på möjligheterna.

Hägvall Joakim, Johansson Martin, Holmgren Erik, de Flon John

### **Metoder för återanvändning av explosivämnen.**

Stockholm, FOI 2005, 37 p.

(FOI-R--1763--SE) (Användarrapport/User report)

Samhället ställer idag högre miljökrav på alla aktörer i samhället. Även försvarsmakten är med och försöker minska sin miljöbelastning.

Rapporten beskriver hur det är möjligt att återvinna de energetiska material som finns i Sverige idag men även hur en eventuell återvinning kan ske i framtiden med nya energetiska material.

Vidare beskrivs dagens teknik och dess möjligheter samt hur dessa metoder kan ändras för att möta de krav som framtiden ställer.

Slutsatsen är att det även i framtiden kommer att vara fullt möjligt att återvinna explosivämnen, även om dessa tenderar att bli mer och mer komplexa.

### 6 Miljöriskbedömning av dumpad ammunition och undervattenssprängningar

Andersson Ann-Christin, Eriksson Johan, Hägglund Lars, Nygren Yvonne, Johansson Thorsten, Forsman Mats

#### Simulering av TNT-läckage i havsmiljö.

Umeå, FOI 2001, 22 p.

(FOI-R--0304--SE) (Vetenskaplig rapport/Scientific report)

Efter andra världskriget användes dumpning som en snabb och enkel metod för att bli av med omodern, överbliven och opålitlig ammunition. Dumpning i svenska vatten genomfördes mellan 1940 och 1968 främst i insjöar men också i havsområden och nedlagda gruvhål. Försvarsmakten utreder (i samarbete med Naturvårdsverket /NV)) de säkerhetsmässiga och ekologiska frågeställningarna kring den åldrade ammunitionen.

Trotyl eller trinitrotoluen (TNT) klassas som ett miljöfarligt ämne och är en huvudkomponent i ammunitionsdumpningarna.

Genomförda undersökningar har visat att endast ett begränsat utläckage av TNT i insjöar kommer att ske, eftersom TNT snabbt omvandlas till metaboliter och adsorberas hårt till sediment. Skillnaderna mellan förhållanden i sjö och hav är dock stora. Bland annat är korrosionen avsevärt högre i havet, vilket medför att läckage av explosivämnen kan förväntas ske betydligt tidigare i havsvatten än i sjö och gruvmiljö. Därför har FOI, på uppdrag av Försvarsmakten (FM), genomfört simulering av TNT-läckage i havsmiljö.

Undersökningen redovisas i föreliggande rapport. Sediment och vatten från tre olika havsdumpningsmiljöer användes. Från Östersjön valdes en provplats med syrerik botten och en med syrefattig botten, Möja respektive Fårö. Västerhavet representerades av prov från en syrerik botten, Stora Pölsan. Resultaten från denna studie visade på att en snabb omvandling av TNT till metaboliter även sker i havsvatten.

Metaboliterna adsorberades hårt till de olika sedimenten i studien, men en avsevärt mindre mängd adsorberades till sedimenten under syrefria förhållanden.

Vattenlösliga metaboliter härrörande från TNT bildades under syrefria förhållanden och långtidsutlakningen av TNT-metaboliter var i samtliga fall mindre än 10 % av den totala sedimentinbundna mängden.

Berglind Rune, Koch Mona

#### Simulering av TNT-läckage i havsmiljö : akut toxicitet av vattenfas och extrakt av sediment på *Nitocra spinipes*.

Umeå, FOI 2003, 13 p.

(FOI-R--0643--SE) (Vetenskaplig rapport/Scientific report)

Ödet i vatten och bottensediment för TNT som finns i dumpad ammunition har undersökts av FOI på uppdrag av Försvarsmakten. Undersökningar har gjorts på sediment och vatten från tre olika havsdumpningsmiljöer.

Från Östersjön valdes sediment från en plats med syrerik botten, Möja, i Stockholms skärgård och en med syrefattig botten, Fårösund. Från Västerhavet valdes en plats med syrerik botten, Stora Pölsan, i Göteborgs skärgård.

I laboratorieförsök har TNT satts till havsvatten med sediment för att simulera utsläpp i marin miljö. Syftet med föreliggande undersökning var att undersöka om vatten och sediment 80 dagar efter det 14C-TNT, 25 mg/l, satts till vattnet kan skada de organismer som lever i de miljöer sedimenten tagits från.

Giftigheten hos vatten och extrakt av sediment undersöktes på litet kräftdjur, *Nitocra spinipes*, som normalt lever i bottensediment bl.a. utefter den svenska ostkusten. Extraktionen utfördes under högt tryck, 10 MPA, samt vid hög temperatur, 150°C, för att även mycket hårt bundna ämnen skulle kunna lossna från sina bindningar till sedimentet. Resultaten från undersökningen visar att vare sig vatten eller extrakt av sediment var akut toxiskt för *N. spinipes*.

Undersökningens slutsats är att koncentrationen av de vattenlösliga metaboliter från TNT som bildats i havssediment inte är akut giftig för ett bottenlevande kräftdjur som *N. spinipes*.



### Wingfors Håkan, Hägglund Lars, Sjöström Jan **Jämförelse av metoder för TNT-bestämning i sediment**

Umeå, FOI 2003, 17 p.  
(FOI-R--0796--SE) (Methodology report/Metodrapport)

Dumpad ammunition i exempelvis sjö och havs-sediment kan utgöra ett hot mot miljön. Det är därför av stor vikt att adekvata analysmetoder för bestämning av sprängämnen i miljön tas fram för att korrekt kunna bedöma spridning, omvandling och effekter i olika miljöer.

I den här studien har tre olika analysmetoder utvärderats för bestämning av 2,4,6-trinitrotoluen (TNT) i 12 kontaminerade sedimentprover från Skredsvik på svenska västkusten.

Den första analysmetoden är en fältmetod baserad på kolorimetri där karbanjonen till aceton tillåts reagera med TNT för att bilda dess Janowski-komplex vilket har ett absorptionsmaxima vid 540 nm.

De två andra metoderna baserar sig på vätskekromatografi kopplat till ultraviolett detektion (HPLC/UV) samt gaskromatografi kopplat till masspektrometri (GC/MS).

Analysresultaten från sedimentproverna visade på ej detekterbara eller mycket små halter i storleksordningen 10-200 ng g<sup>-1</sup> TS (torrsubstans). Endast GC/MS-metoden når ned i dessa nivåer. Känsligheten för HPLC/UV-metoden var cirka 250 ng g<sup>-1</sup> TS och cirka 2000 ng g<sup>-1</sup> TS för den kolorimetriska metoden.

Vidare var GC/MS-metoden överlägsen gällande specificitet jämfört med de andra metoderna. Ytterligare försök visade att Soxhlet i kombination med en vätska/vätskeupparbetning gav både ett bättre utbyte och högre känslighet.

Karlsson Rose-Marie, Almström Henrik, Berglind Rune

### **Miljöeffekter av undervattenssprängningar.**

Umeå, FOI 2004, 80 p.  
(FOI-R--1193--SE) (Användarrapport/User report)

Försvarsmakten (FM) och Försvarets materielverk (FMV) genomför varje år ett antal undervattenssprängningar.

Enligt Miljöbalkens allmänna hänsynsregler skall en verksamhetsutövare inneha nödvändig kunskap för att kunna skydda människors hälsa och miljön. Syftet med denna litteraturstudie är därför att utifrån dagens kunskapsläge sammanfatta undervattenssprängningars miljöeffekter samt ge en översikt av metoder för att begränsa negativa verkningar.

Sprängning i vatten genererar två olika typer av skadescenarios på miljön; skador orsakade av detonationens fysikaliska effekter och skador orsakade av explosivämnet i sig eller dess reaktionsprodukter genom toxisk påverkan eller frisättning av partiklar.

Undervattenssprängningar genererar ett större riskområde än sprängning i luft, men då de flesta följdverkningarna göms under vattenytan underskattas de ofta.

Det finns flera tänkbara skyddsåtgärder för att minska miljöeffekterna av undervattenssprängning. Främst bör olika alternativ till sprängning övervägas, t ex användandet av simulering, attrapper, att spränga i bassäng eller tank. En annan nyckel till framgång när det gäller miljöhänsyn är kunskap om den akvatiska miljön och de topografiska förutsättningarna hos en aktuell sprängplats. Mycket kan t ex vinnas bara genom en så enkel åtgärd som att undvika sprängning underbiologiskt känsliga perioder.

Här rekommenderas samarbete med miljömyndigheter och forskningsinstitut.

De mer tekniska skyddsåtgärderna för att minska negativ påverkan kan vara mer eller komplicerade att tillämpa i praktiken. Användandet av luftbubbelridåer har troligen störst potential, även om repellerande ljud också är intressant.

Det senare alternativet har dock inte utvärderats i samband med sprängning.

De modeller som finns för att i förväg kunna uppskatta riskzoner för bl a fiskdöd bör användas med insikten om deras begränsning, då de främst är anpassade för sprängning ute på öppet vatten.

Sjöström Jan, Karlsson Rose-Marie, Qvarfort Ulf  
**Environmental risk assessment of dumped ammunition in natural waters in Sweden - a summary.**

### **Miljöriskbedömning av dumpad ammunition i sjö och hav - en sammanfattning.**

Umeå, FOI 2004, 27 p.  
(FOI-R--1307--SE) (User report/Användarrapport)

Efter Andra världskriget dumpades ammunition som inte längre behövdes och i Sverige skedde dumpningen främst i insjöar men också i havsområden. På uppdrag av Försvarsmakten har FOI genomfört en miljöriskbedömning av dumpad ammunition insjöar och hav.

För att kunna göra denna bedömning har litteraturstudier, fältarbeten, kemiska analyser och laboratorieförsök (simulering av TNT-utsläpp) med avseende på sprängämnens fastläggning till sjö-

## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

respektive havssediment genomförts. Även försök för att utreda bottenlevande djurs känslighet för sprängämnesförorenat sediment och vatten, gällande både sjö och havsmiljö, har utförts.

Ur miljösynpunkt är det främst risken för läckage av TNT (trinitrotoluen) och dess nedbrytningsprodukter samt tungmetaller från den dumpade ammunitionen som är av betydelse.

Föreliggande rapport sammanfattar och diskuterar de mest framträdande resultaten från FOIs undersökningar om miljöeffekter av dumpad ammunition i sjö och hav.

Karlsson Rose-Marie, Moberg Jan-Olov, Sjöström Jan, Wingfors Håkan

### **Sedimentdatabas för ammunitionsdumpningslokaler i Sverige.**

Umeå, FOI 2004, 7 p.

(FOI-R--1366--SE) (Användarrapport/User report)

På uppdrag av Försvarsmaktens Miljöavdelning, HKV/GRO/Miljö, har FOI NBC-skydd dels analyserat ytsedimentprov från dumpningsområden i sjöar och havsområden, dels bearbetat och datalagt resultaten i en speciellt framtagen användarvänlig miljö.

Analys har genomförts med avseende på metallerna arsenik, bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink samt explosivämnen TNT, 2,4-DNT och sA-4,6-DNT. Resultat presenteras som tabeller.

För metallerna används också Naturvårdsverkets klassning för att åskådliggöra resultaten i kartform. Metallundersökningen visar på överlag normala halter i sedimenten fränsett något enstaka fall där mycket höga halter uppmätts. Höga metallhalter återfinns i lokalt belastade områden och kan inte kopplas till den dumpade ammunitionen.

Inga detekterbara halter av analyserade explosivämnen kunde påvisas.

### **7 Miljöriskbedömning av skjutfält och anläggningar**

Liljedahl Birgitta, Qvarfort Ulf, Waleij Annica  
**Undersökning av mark och grundvatten inom Nammo LIAB, Lindesberg, MIFO-Fas 1.**

Umeå, FOI 2001, 21 p.

(FOI-R--0029--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

Nammo LIAB AB har sedan grundandet 1953 tillverkat explosiva varor på ett 50 ha stort område

på fastigheten Hermanstorp 7:1 i Lindesberg. Successivt har uppbyggnad och förändring av verksamheten skett och inom området finns ett 70-tal byggnader som används för olika ändamål. I tidigare verksamhet, fram till 1999, utfördes renovering av ammunition, varvid smältning av sprängämnet trotyl (TNT) företogs med vattenånga. Ursmält trotyl flingades och förpackades för återanvändning eller försäljning.

Den idag pågående verksamheten omfattar konvertering av äldre stridsladdad artilleriammunition till övningsammunition och nytillverkning av ammunition och vissa ammunitionskomponenter.

Krut återanvänds om kvaliteten är godtagbar. I annat fall sker destruktion genom förbränning på en speciell brännplats, detsamma sker med trotylavfall och sprängämneskontaminerat avfall.

Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI, har på uppdrag av Nammo LIAB genomfört en översiktlig miljöklassning av industriområdet.

Undersökningen har genomförts enligt MIFO-modellen, fas 1 (Metodik för inventering av förorenade områden, Naturvårdsverket) och grundar sig på intervjuer och platsbesök samt genomgång av kartmaterial och tidigare gjorda provtagningar.

Med hänsyn till verksamhetens art och förevarande kemikaliehantering placeras industriområdet i Riskklass 2.

I en översiktlig undersökning som denna innebär Riskklass 2 att fortsatta undersökningar rekommenderas för att kunna göra en miljöriskbedömning ur såväl ett nutids- som framtidsperspektiv.

En plan för provtagning och analys av eventuella förekommande miljöstörande ämnen inom området finns framtagen.

Hägglund Lars, Qvarfort Ulf

### **Undersökning av mark och grundvatten inom FOA Ursvik, MIFO - Fas 2.**

Umeå, FOI 2001, 14 p.

(FOI-R--0143--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

Totalförsvarets forskningsinstitut, avdelningen för NBC-skydd i Umeå, har enligt uppdrag utfört en miljöklassning av industriområdet FOA Ursvik med anledning av att anläggningen delvis kommer att övergå i ny ägo. Undersökningen har utförts enligt MIFO-modellen, fas 2 (Metodik för inventering av förorenade områden, Naturvårdsverket).

Resultatet av undersökningen visade att området i stort inte innehåller några miljöstörande ämnen som

## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

fordrar sanering om det fortsättningsvis kommer att användas som industrimark. I den samlade riskbedömningen placeras därför området i riskklass 3. I de fall man önskar bygga bostäder bör dock exempelvis deponin och eventuellt områden med något förhöjda PCB-halter åtgärdas.

Edlund Christina, Genberg Helen, Liljedahl Birgitta, Berglind Rune, Leffler Per, Fällman Åsa, Ragnvaldsson Daniel, Sjöström Jan  
**Miljöriskbedömning av kablar i mark vid militära anläggningar : fältundersökning.**  
Umeå, FOI 2001, 110 p.  
(FOI-R--0220--SE) (Användarrapport/User report)

När militära anläggningar i Sverige nu avyttras uppstår frågor om miljöhänsyn. En är huruvida markförlagda kablar kan ligga kvar eller om de på lång sikt gör en miljörisk om de lämnas i marken. I föreliggande studie har läckaget av tungmetaller och organiska föreningar från två vanliga typer av kabel undersökts vid två anläggningar. Undersökta kablar är en PVC-kabel, av typen EKKJ/FKKJ och en äldre blymantlad, pappersisolerad telekabel av typen EPJ. Undersökta anläggningar är en flygbas i Västerbottens inland samt en kustartilleribas i Stockholms skärgård. Kablarna har legat i marken mellan 35 och 50 år. I undersökningen har jordprover tagits ner till 80 cm under kablarna och analyserats med avseende på bland annat bly, koppar, arsenik, PAH, PCB och ftalater (mjukgörare). Toxikologiska tester på musceller har också utförts. Sammanfattningsvis är läckaget av föroreningar från de undersökta kablarna till omgivande mark begränsat. Halterna av bly, koppar, arsenik och PAH i marken kan endast i undantagsfall betecknas som mycket allvarliga eller allvarliga enligt Naturvårdsverket (SNV, 1999). I dessa fall finns föreningen huvudsakligen i jordlagren allra närmast under kabeln (0-2 cm). Om kablarna lämnas kvar är det dock viktigt att dokumentera kablarnas läge m m för framtiden, om nya kunskaper om föroreningars giftighet eller spridning kommer fram.

Qvarfort Ulf, Waleij Annica, Mikko Henrik  
**Miljöriskbedömning av brandövningsplats och bergdeponi vid Musköbasen.**  
Umeå, FOI 2001, 25 p.  
(FOI-R--0231--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

Inom ramen för ett större miljöprojekt har FOI och SGU genomfört en miljöutredning vid Musköbasen avseende förorenade områden, efterbehandling och därmed sammanlänkade kostnader. Syftet med miljöutredningen var att ta fram ett preliminärt underlag avseende efterbehandlingsbehov av förorenade områden (mark, grundvatten, ytvatten och sediment) vid en eventuell del- respektive totalavveckling av verksamheten. Miljöriskbedömningen av Musköbasen har genomförts enligt den s.k. MIFO-modellen. Undersökningsmetodiken är uppdelad i två faser, där Fas 1 omfattar orienterande studier och Fas 2 översiktliga undersökningar. I Fas 1 identifierades två objekt som ansågs vara i behov av närmare undersökning, nämligen brandövningsplatsen och bergdeponin. En undersökning enligt Fas 2 har därefter genomförts avseende dessa objekt. Med ledning av resultaten från genomförda jord- och grundvattenanalyser har en slutlig riskbedömning gjorts för dessa objekt. Sammanfattningsvis placeras brännplatsen i Riskklass 2 främst med hänsyn till att höga halter av PCB förekommer inom själva brännytan samt att mycket höga halter tributyltenn återfunnits i grundvattnet. För att åtgärda problemet bör massorna grävas bort PA och sändas till deponi. Bergdeponin placeras i Riskklass 3 med förbehåll att ett kontrollprogram upprättas för att kunna studera eventuella förändringar över tiden. Trots relativt höga halter av organiska tennföreningar sker sannolikt ett begränsat utflöde till viken och den övriga verksamheten torde bidra med ett betydligt större tillskott av organiska tennföreningar till miljön.

Qvarfort Ulf, Waleij Annica  
**Undersökning av mark och grundvatten inom Nammo LIAB, Lindesberg, MIFO-Fas 2.**  
Umeå, FOI 2002, 19 p.  
(FOI-R--0240--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI, har på uppdrag av Nammo LIAB AB genomfört en miljöriskbedömning av företagets industriområde på Hermanstorp 7:1, Lindesberg.

## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

Miljöriskbedömningen har genomförts enligt den s.k. MIFO-modellen.

Undersökningsmetodikerna är uppdelade i två faser, där Fas 1 omfattar orienterande studier och Fas 2 innefattar översiktliga undersökningar.

I Fas 1 identifierades åtta objekt som ansågs vara i behov av närmare undersökning. En undersökning enligt Fas 2 har därefter genomförts avseende dessa objekt. Med ledning av resultaten från genomförda jord- och vattenanalyser har en slutlig riskbedömning gjorts.

Sammanfattningsvis placeras brännplatsen (Objekt 3), branddammen (Objekt 4), samt en destruktionsplats (Objekt 8) i Riskklass 2 främst med hänsyn till att förhöjda halter av tungmetaller eller explosivämnen förekommer.

Förslag till kompletterande undersökningar av dessa objekt lämnas i rapporten.

Övriga objekt placerades i Riskklass 3 och fordrar ingen vidare åtgärd.

### Qvarfort Ulf, Waleij Annica, Mikko Henrik **Sedimentundersökning i förtunnlarna vid Musköbasen.**

Umeå, FOI 2002, 43 p.

(FOI-R--0497--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

Inom ramen för ett större miljöprojekt har FOI och SGU genomfört en miljöutredning vid Musköbasen avseende förorenade områden, efterbehandling och därmed sammanlänkade kostnader.

Syftet med miljöutredningen var att ta fram ett preliminärt underlag avseende efterbehandlingsbehov av förorenade områden (mark, grundvatten, ytvatten och sediment) vid en eventuell del- respektive totalavveckling av verksamheten.

I en översiktlig sedimentundersökning som genomfördes under maj 2000, konstaterades det att det bitvis förekom höga PCB- och metallhalter i samtliga förtunnlar.

Med anledning av detta genomfördes en kompletterande sedimentundersökning under september 2001 i förtunnlarna till samtliga dockor. Resultaten av undersökningen visar att sedimenten i dockorna punktvis kan innehålla höga till mycket höga halter av tungmetaller, främst koppar och kvicksilver, PCB och organiska tennföreningar (TBT, MBT, DBT). En riskbedömning har därpå gjorts enligt den s.k. MIFO-modellen.

Med ledning av funna resultat, främst de höga halterna av organiska tennföreningar, placeras de undersökta objekten (förtunnlarna till dockorna 1-3 samt Risdal (i riskklass 1, vilket innebär att

sedimenten i förtunnlarna bör saneras och tas om hand.

Då även höga halter av ovanstående föreningar uppmätts i golv- och väggdamm i dockorna bör en sanering av golv och väggar i de olika dockorna föregå en sanering av sedimenten i förtunnlarna. Hur detta praktiskt kan genomföras, samt ungefärliga kostnader förknippade med detta redovisas i rapporten.

Qvarfort Ulf, Waleij Annica

### **Bly i skjutvallar : fördelningen av bly i olika sandfraktioner vid skjutning med 7,62 ammunition.**

Umeå, FOI 2002, 25 p.

(FOI-R--0614--SE) (Teknisk rapport/Technical report)

Inom Försvarsmakten har bly använts framförallt i ammunition samt i samband med mark- och sjöförlagda kabelförändringssystem.

Användningen av bly räknas allmänt som ett miljöproblem och åtgärder vidtas därför fortlöpande. Som ett led i detta arbete har Försvarsmakten initierat olika forskningsuppdrag, varav denna rapport är ett exempel. I syfte att studera fördelningen av bly i olika sandfraktioner i ett kulfång genomfördes försök där ammunition 7,62 sköts mot en trälåda fylld med sand.

Efter försöket öppnades lådan och prov uttogs, siktades i olika fraktioner och analyserades med avseende på totalhalter av bly och koppar samt den lakbara andelen av dessa element. Efter 7 månader upprepades försöket vad gäller lakbarhet. En sekventiell lakning av de olika fraktionerna har också utförts.

Resultatet av undersökningen kan sammanfattas enligt följande; då en 7,62 mm kula träffar en skjutvall kommer huvuddelen av ingående bly att fördelas inom ett avstånd på ca 25-30 cm från anslagspunkten.

Huvuddelen av blyet fördelas inom fraktionsintervallet <2 mm och fördelningen är sedan relativt jämn inom de finare fraktionerna. Den lakbara andelen bly utgör ca 0,5 % av totalhalten från början och ökar inte under de första 7 månaderna.

Huruvida den lakbara mängden sedan ökar med tiden har inte studerats närmare inom ramen för undersökningen.

## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

Liljedahl Birgitta, Waleij Annica, Qvarfort Ulf, Karlsson Rose-Marie

### **Fördjupad miljöriskbedömning av sjön Långsjön inom Bofors skjutfält.**

Umeå, FOI 2002, 25 p.

(FOI-R--0617--SE) (Användarrapport/User report)

Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI NBC-skydd, har på uppdrag av Saab Bofors Test Center AB gjort en fördjupad miljöriskbedömning av sjön Långsjön inom Bofors skjutfält. Långsjön har tidigare, med koncessionsnämndens tillstånd, använts för kvittblivning av miljöfarligt avfall och dumpning har skett mer eller mindre kontinuerligt, främst under perioden 1954 till 1975. Dumpningarna avslutades 1993.

Förhöjda tungmetallhalter (framför allt bly) har tidigare detekterats i sjöns sediment och i vattenmossa i Långsjöns utlopp (främst kvicksilver och bly). Vattnet uppvisar genomgående låga pH-värden, vilket bl a medför ökad risk för tungmetallläckage. En misstanke har uppstått om att läckage av kvicksilver sker från Långsjön. Syftet med föreliggande undersökning har varit att utifrån sedimentprover, vattenprover och bottenfaunaundersökning beskriva den påverkan på sjön och dess sediment som dumpningarna medfört. Resultaten visade att Långsjön har en genomgående hög till mycket hög halt av kvicksilver i de översta sedimentlagren.

Bottenvattnet var relativt opåverkat i de punkter som provtogs, utom i ett par punkter med hög till mycket hög halt av bly i sjöns mitt och norra del.

Det kan även konstateras att bottenfaunan i Långsjön är mycket kraftigt påverkad, särskilt vid inloppet från Tuvtjärnsbäcken.

En höjning av pH-värdet, exempelvis genom kalkning, skulle kunna ge en positiv effekt, dels på grund av att utlakningen av tungmetaller minskar, dels skulle det förbättra förutsättningarna för det biologiska livet i sjön.

### **Qvarfort Ulf, Waleij Annica, Nygren Yvonne Kompletterande undersökningar av förorenade mark- och vattenobjekt vid Nammo LIAB, Lindesberg.**

Umeå, FOI 2003, 19 p.

(FOI-R--0953--SE) (Användarrapport/User report)

Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI NBC-skydd i Umeå, har på uppdrag av Nammo LIAB AB, Lindesberg, genomfört en miljöriskutredning av tre mark- och vattenobjekt inom dess industriområde. Syftet har varit att komplettera tidigare utförda

MIFO-undersökningar (Naturvårdsverkets metodik för inventering av förorenade områden) avseende dessa objekt samt ta fram ett bättre underlag för eventuella saneringsåtgärder inom området.

För Objekt 3 (Brännplats), har en dimensionering av ett markfilter utförts.

Markfiltret avser rena det vatten som uppkommer i samband med förbränning av sprängämneskontaminerat avfall vid brännplatsen.

För Objekt 4 (Branddamm), har försök med genomströmning av luft i dammen genomförts för att försöka binda ett eventuellt överskott av TNT till sedimenten.

För Objekt 8 (Gammal destruktionsplats), har sedimentprovtagning uppströms och nedströms den forna destruktionsplatsen genomförts för att fastställa utbredningen av kvicksilverföroeningen. Sammanfattningsvis har konstaterats att vad gäller brännplatsen, kan ett markfilter relativt enkelt anläggas för att rena vatten från brännplatsen med förväntat gott resultat.

Vad gäller branddammen torde sedimenten i branddammen kunna lämnas utan åtgärd till den dag området får en förändrad markanvändning.

Sedimenten i bäcken runt den gamla destruktionsplatsen bör saneras vid en lämplig tidpunkt. Ur miljösynpunkt är detta inte omedelbart nödvändigt utan kan anstå till ett senare tillfälle. Innan sanering är det viktigt att arbets- och saneringsplaner utarbetas.

Waleij Annica, Qvarfort Ulf, Ragnvaldsson Daniel

### **Förstudie inför sanering av dockor och tillhörande förtunnlar inom Ostkustens marinbas.**

Umeå, FOI 2004, 21 p.

(FOI-R--0994--SE) (Användarrapport/User report)

På uppdrag av Försvarsmakten har FOI NBC-skydd, i samråd med MCN (Marksaneringscentrum Norr), genomfört en förstudie med syfte att studera förutsättningar och begränsningar med olika saneringsalternativ för förtunnlar och dockor inom Ostkustens marinbas.

I en förtunnel har försök med den s.k. FriGeotekniken gjorts, vilket innebär bärgning av sediment med frysteknik. I Docka 1 gjordes uttag av betongprover på representativa väggytor som behandlats på något av följande sätt; genom tvättning med vatten med högtryckstvätt, dammsugning eller på obehandlad yta.

Resultaten från undersökningen visar att sedimenten i samtliga förtunnlar bör saneras och tas om hand.

Det konventionella tillvägagångssättet för upptag kan vara slamsugning alternativt grävning och torrläggning av förtunnlarna. FriGeo-metoden /frysmuddring) utgör ett alternativt upptagsätt.

Oavsett val av upptagsmetod måste sedimenten avvattnas och vattnet tas om hand (filtreras) före återförande till recipienten.

Ekonomiskt bör hela saneringen genomföras i en följd eftersom etableringskostnaderna är relativt höga.

Transport till SAKAB utgör troligen det enda realistiska alternativet för omhändertagande.

En sanering av golv och väggar i de olika dockorna bör föregå en sanering av sedimenten i förtunnlarna. Någon fullständig sanering av väggytorna verkar inte vara möjlig med de metoder som undersökts i förstudien.

Den mest realistiska metoden torde vara dammsugning. För detta ändamål anlitas en saneringsfirma.

Vid en sanering bör även bullerabsorbenterna bytas ut och sändas för destruktion då resultaten tyder på att adsorberar en viss halt av de analyserade föroreningarna.

Waleij Annica, Karlsson Rose-Marie, Qvarfort Ulf, Scott Andersson Åsa, Lackman Tomas, Åkerman Jonas, Wingfors Håkan, Berglind Rune, Sjöström Jan

### **Miljökonsekvensbeskrivning för Bofors skjutfält.**

Umeå, FOI 2003, 91 p.  
(FOI-R--1118--SE) (Metodrapport/Methodology report)

Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI NBC-skydd, har på uppdrag av Saab Bofors Test Center AB, gjort en miljökonsekvensbeskrivning, MKB för Bofors skjutfält. Bofors skjutfält är ett ca 10 000 ha stort civilt skjutfält som har funnits sedan 1912.

Olika verksamhetsutövare har sedan dess tillkomst nyttjat fältet för försvarsmaterielprovning (skjutningar) samt för avfallsdestruktion.

Sedan 1999 bedrivs verksamheten inom skjutfältet av Saab Bofors Test Center AB, SBTC, som avser att söka tillstånd enligt miljöbalken för fortsatt verksamhet inom området.

Denna rapport är ett sammandrag av ovan nämnda miljökonsekvensbeskrivning. MKBn i sin helhet finns redovisad i FOI Dnr 03-1457/U.

Verksamheten inom ett skjutfält påverkar miljö och hälsa på olika sätt, både positivt och negativt.

Miljökonsekvensbeskrivning behandlar miljö- och hälsoeffekter som verksamheten skulle kunna

medföra de närmaste tio åren men även vilka effekter som man kunnat se av den verksamhet som tidigare bedrivits inom området, då de påverkar områdets status idag.

I utredningen har vissa miljökonsekvenser givits extra uppmärksamhet, utifrån en bedömd grad av miljöpåverkan samt de synpunkter som framkommit under samråden med allmänhet och myndigheter.

De områden som har prioriterats särskilt är påverkan på naturmiljö, påverkan från öppen bränning, påverkan från tidigare utförda dumpningar, påverkan från buller och vibrationer, påverkan från transporter samt miljö- och hälsopåverkan av olyckor.

I utredningen har även olika alternativ diskuterats, nollalternativ, alternativa tekniska lösningar och alternativa lokaliseringar.

Det alternativ som förordas är att fortsätta verksamheten inom Bofors skjutfält eftersom skjutfältet redan existerar.

Qvarfort Ulf, Waleij Annica

### **Bly - förekomst och miljöeffekter till följd av militära och andra vapenrelaterade aktiviteter.**

Umeå, FOI 2004, 32 p.

(FOI-R--1178--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

Bly (Pb) är en tungmetall som har sitt ursprung främst från mineralet blyglans. Bland de viktigare tillskotten av bly till miljön kan nämnas gruvhantering, smältning, deponering av blyhaltigt avfall samt batterier. Hantering och användning av bly inom Försvarsmakten är också en annan viktig källa liksom det civila skyttet. Tidigare förekom bly även som en komponent i bensin.

Syftet med föreliggande rapport har varit att göra en kunskapssammanställning över de olika studier som genomförts inom skytteområdet ur olika aspekter, som korrosion, löslighet och vidare transport av bly till miljön. Bakgrunden till föreliggande sammanställning är också att regeringen har beslutat om ändringar i lagstiftningen med avsikt att minska tillflödet av bly till naturen.

Rapporten kan användas som ett underlag i miljöfrågor både för den militära och civila skytteverksamheten.

Ampleman Guy, Thiboutot Sonia, Martel Richard, Edlund Christina, Karlsson Rose-Marie, Ahlberg Mats, Sjöström Jan, Qvarfort Ulf, Bladfält Kent, van Ham Nico, Duvalois Willem

### **Evaluation of the contamination by explosives and metals in soils at the Älvdalen Shooting Range. Part 1. Investigation strategies and sampling.**

#### **Bedömning av föroreningar av explosivämnen och metaller i mark på Älvdalens skjutfält. Del 1. Provtagningsstrategier och provtagning.**

Umeå, FOI 2005, 47 p.

(FOI-R--1619--SE) (Technical report/Teknisk rapport)

I maj 2003 deltog representanter från Nederländerna, Kanada och Sverige i en gemensam fältundersökning av Älvdalens skjutfält i Dalarna. Undersökningen var en del i ett trilateralt avtal; Project Arrangement Number 2003-02, mellan de tre nationerna rörande miljömässiga aspekter av energetiska material. Syftet var att demonstrera hur en plats med denna typ av kontaminering kan undersökas och karakteriseras.

Älvdalens skjutfält är ca 540 km<sup>2</sup> stort och ca 120 km<sup>2</sup> utgör målområden. Ammunition som används inom området är exempelvis lös ammunition, övningsammunition, rökammunition, pyroteknisk utrustning, skarpa sprängmedel och tändladdningar. Tre specifika områden inom skjutfältet har undersökts, en övningsbana för handgranater, ett anti-tankområde med målområde samt avfyringsplatser (Karlgrav) och ett målområde för skjutning på längre avstånd (Rivsjöbrändan).

Prover som tagits i de olika områdena kommer att analyseras med avseende på TNT och resultaten kommer att presenteras i Part 2, Analyses, Results and Discussion.

Wingfors Håkan, Edlund Christina, Hägglund Lars, Waleij Annica, Sjöström Jan, Karlsson Rose-Marie, Leffler Per, Qvarfort Ulf, Ahlberg Mats, Thiboutot Sonia, Ampleman Guy, Martel Richard, Duvalois Willem, Creemers Alain, van Ham Nico

### **Evaluation of the contamination by explosives and metals in soils at the Älvdalen Shooting Range. Part II. Result and discussion.**

#### **Bedömning av föroreningar av explosivämnen och metaller i mark på Älvdalens skjutfält. Del II. Resultat och diskussion.**

Umeå, FOI 2005, 30 p.

(FOI-R--1877--SE) (Scientific report/Vetenskaplig rapport)

Tidigare miljöstudier från skjutfält i Kanada och USA har visat på förhöjda halter av sprängämnesrester i jord, vatten och grundvatten. Spridningen har vidare visats vara synnerligen heterogen vilket ställer stora krav på att representativitet uppfylls vid provtagning och analys.

Vid Älvdalens övnings- och skjutområde togs jordprover på ett antitankområde, handgranatbanan samt ett antal krevadgropar enligt ett systematisk-slumpmässigt upplägg.

En laboratoriemetod för att behandla kompositprover (0.5-1.5 kg) togs fram innan proverna analyserades med vätske- och gaskromatografi. Metallanalyser genomfördes bara för prover tagna vid antitank-området.

Överlag var halterna av sprängämnen låga på de studerade områdena.

Vid antitank-områdets målområde hittades dock HMX (4.2 microg/g) medan avfyringsplatserna dominerades av nitroglycerin (262 microg/g).

Vid krevadgropsområdet hittades förhöjda halter av TNT (59 microg/g) endast runt en av stridsvagnarna som var ditsatta som övningsmål.

Av metallerna var halterna av bly, koppar och krom förhöjda i vissa prover från antitank-området.

Baserat på resultaten, och jämfört med skjut- och övningsfält i Kanada och USA, var halterna låga på de studerade områdena på Älvdalens skjutområde. Detta kan förmodligen förklaras av både en generellt låg intensitet och frekvens av skjutövningar i Älvdalen jämfört med Kanada och USA.

## 8 Toxikologiska studier på människa och miljö

Berglind Rune, Andersson Ann-Christin  
**Akut toxicitet av fyra explosivämnen, ADN, FOX-12, CL20 och FOX-7, på vattenloppa, Ceriodaphnia dubia, under inverkan av ultraviolett ljus, UV-A.**

Umeå, FOI 2003, 12 p.

(FOI-R--0754--SE) (Användarrapport/User report)

De explosivämnen som idag används inom försvaret uppfyller i många fall inte moderna miljökrav med avseende på biologisk nedbrytbarhet och toxicitet. Intensiv forskning pågår för att ersätta dagens miljöfarliga explosivämnen med nya som är mindre miljöfarliga.

Inom ramen för projektet "Metoder för Miljöriskbedömning" genomförs forskning för att i ett tidigt skede karakterisera nya explosivämnens ekotoxikologiska egenskaper.

I denna undersökning har den inverkan ultraviolett ljus (UV-A) har på den akuta giftigheten på CL-20, FOX-7, FOX-12 och ADN undersökts.

FOX-7 hade ingen akuttoxisk effekt vid den högsta testade koncentrationen, 83 mg/l, i kombination med eller utan belysning med UV-A.

För CL-20, FOX-12 och ADN ökade den akuta toxiciteten efter 6 timmare belysning med UV-A.

Berglind Rune, Larsson Roland, Leffler Per, Ragnvaldsson Daniel, Sjöström Jan, Wingfors Håkan

**Ekotoxikologisk utredning av exponeringsnivåer hos fisk och musslor samt toxiska effekter av sediment från Musköbasens akvatiska närområde.**

Umeå, FOI 2003, 25 p.

(FOI-R--0844--SE) (Användarrapport/User report)

Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) har tidigare (2002) på uppdrag av Försvarsmakten (FM) kartlagt förekomst av vissa miljöförorenande substanser i sediment från tunnlar till bergrummen vid Musköbasen.

I avsikt att studera om dessa föroreningar spridits även till farvatten utanför basen har en ekotoxikologisk utredning genomförts inom Musköbasens marina närområde.

Målet med föreliggande undersökning var att undersöka toxiska effekter av sediment samt halter av PCB, organiskt tenn och tungmetaller i sediment, blåmussla, östersjömussla och fisk samt att kartlägga närområdet ur miljöfarlighetssynpunkt.

Provtagning av sediment och vattenlevande

organismer (musslor, fisk) utfördes i möjliga föroreningsgradienter på förvalda provplatser inom Horsfjärden samt Mälbyfjärden.

Området runt ön Svartarsen/Blacken sydost om Muskö valdes som referensprovplats för musslor och sediment medan referensprov för fisk av praktiska skäl infångades i Blista fjärd nordväst om Gålön. Toxicitetstester på extrakt av sediment genomfördes med två oberoende metoder, akutttest på vattenloppan *Ceriodaphnia dubia* och akut tillväxttest på musceller (L-929) i cellkultur. Undersökningarna visade på toxiska effekter i celltoxicitetstest av föroreningar i sediment från enskilda punkter i Lugnevik och sydväst om Skramsö. Testerna på sedimentextrakt med vattenloppa tyder på att akuteffekter på levande djur för närvarande ej förväntas i området.

Mälbyfjärden med närområden uppvisar förhöjd exponering för tennorganiska föreningar (blåmussla och abborre) samt även för kvicksilver (abborre). Sediment i Mälbyfjärden med närområden uppvisar förhöjda halter i av tennorganiska föreningar samt metallerna koppar, kadmium och kvicksilver. Kritiska områden ur miljöfarlighetssynpunkt utgörs av Lugnevik och samt angränsande områden med en vattenföring norrifrån genom Skramsösundet.

Leffler Per

**Icke akuta effekter - slutrapport från en förstudie.**

Umeå, FOI 2005, 40 p.

(FOI-R--1014--SE) (Användarrapport/User report)

Svensk personal i Försvarsmakten verkar numera i situationer som motsvarar "stridens efterfas". Detta innebär en förändrad och vidgad hotbild med avseende på möjliga exponeringar. Fokus för skadespektrum förflyttas därför från klassiska akuteffekter (död m.m.) mot icke-akuta effekter. De icke-akuta skadeeffekter som riskeras omfattar mutationer, tumörer, fortplantnings- och hormonstörningar, immunförsvarsstörningar samt funktionsstörningar i nervsystem och utsöndringssystem karakteriserade av latenstider omfattande månader till år före symptomdebut. En rad frågor aktualiseras vars svar måste sökas genom riktad forskning. Dessa frågor är: - Vilka icke-akuta effekter är relevanta för totalförsvaret? - Vilka exponeringskombinationer är av betydelse för icke-akuta effekter? - Vilka mekanismer genererar icke-akuta effekter? - Vilka tolkningstekniker är lämpliga för data om icke-akuta effekter?

Företrädesvis söks svaren genom en blandning av interna FOI-projekt och genom forskning i nätverk



## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

där kunskaper från den civila sektorns universitet och myndigheter anpassas till totalförsvarets behov. På kort sikt kan projektet dels bidra till ökad förståelse om vilka exponeringsfaktorer (NBC-agens) som är möjliga orsaker till icke-akuta effekter i relevanta exponeringsmiljöer, dels ge ledtrådar till vilka krigs- och katastrofzoner som är särskilt farliga med avseende på sådana exponeringsfaktorer. På lång sikt kan projektet generera forskningsprojekt angående anpassat tekniskt och/eller medicinskt skydd.

Berglind Rune

### **Toxikologisk utvärdering av Halotron IIB - ett brandsläckningsmedel för användning i slutna utrymmen.**

Umeå, FOI 2004, 16 p.

(FOI-R--1247--SE) (Användarrapport/User report)

Brandsläckmedel ombord på marinens Ubåtar och ytfartyg måste dels ha mycket god släckande förmåga, dels ha låg toxisk inverkan på människor. Försvarets Materialverk, FMV, har uppdragit åt FOI NBC-skydd att genomföra en litteraturstudie och toxikologisk bedömning av släckmedlet Halotron IIB som är avsett att användas i bl.a. marinens fartyg.

Släckmedlet Halotron IIB är en trycksatt blandning av tre olika gaser, HFC-134a (tetrafluoretan), HFC-125 (pentafluoretan) och CO<sub>2</sub> (koldioxid). Idag marknadsförs en analog produkt under namnet Halotron II av American Pacific Corporation - Halotron Division (AMPAC), USA. Halotron IIB uppnår släckeffekt vid halten >- 12,4 volymprocent i luften. Beräknad HFC-halt i luften vid släckning är ca 11 volymprocent. Absorptionen liksom eliminationen via lungorna av HFC-134a och HFC-125 till respektive från blodet är snabb.

På grund av substansernas höga fettlöslighet förväntas akuta toxiska effekter uppkomma i nervsystemet och yttra sig som bl.a. narkotisk effekt. Både HFC-134a och HFC-125 har låg akut giftighet men HFC-134a har i försök på rått visat sig påverka inlärt beteende vid en koncentration i luften som överstiger 10 volymprocent.

Kontrollerade försök på människa har visat att inga effekter kunnat iakttas efter 45 minuters exponering för HFC-134a vid en halt på 0,8 volymprocent. AMPAC anger LOAEL och NOAEL värden på 7,5 respektive 5 volymprocent för HFC-134a.

DuPont anger 8 volymprocent som den högsta acceptabla koncentrationen för exponering för HFC-125 i 5 minuter.

Mot bakgrund av betydelsen av utrymningstid,

sannolik exponeringstid samt inhalerad och upptagen mängd HFC under den tid utrymning av en eldhärjad lokal beräknas ta, har nivåerna för NOAEL respektive LOAEL underordnad betydelse, med tanke på att brandgasers giftighet och den hetta som eventuell brand utvecklar torde utgöra en betydligt större fara än släckmedlets gaser under den tid evakueringen tar.

### **9 Miljö- och hälsorisker vid internationella insatser**

Liljedahl Birgitta, Waleij Annica, Sandström Björn, Edlund Christina

### **Fältrapport från resa till Kosovo, 8-13 juni, 2001.**

Umeå, FOI 2001, 79 p.

(FOI-R--0181--SE) (Underlagsrapport/Base Data Report)

Inom ramen för projektet "Fallstudie Kosovo" gjordes en studieresa till Kosovo under perioden 8-13 juni 2001. Under besöket togs ett antal prover på vatten, jord/sediment och livsmedel. Provtagningen hade två syften, dels att undersöka värdet av stickprovstagning under starkt begränsande former, dels att besvara direkta frågor från SWEBAT. Provtagning med enstaka stickprover genomfördes i direkt anslutning till väg. Vattenprover togs från broar och vägsand samlades in direkt från vägbanan. Den föroreningsprofil som framkom under stickprovstagningen har jämförts med tidigare, mer omfattande internationella undersökningar i Kosovo. FOIs provtagning av mark och vatten kunde bekräfta motsvarande föroreningsprofil.

Vid internationella konfliktsituationer är det av praktiska och tidsmässiga skäl knappast möjligt att genomföra systematiska provtagningar, utan det är mer sannolikt att varianter, liknande den vi har använt oss av, kommer att användas. Därför får det ändå anses att den här typen av provtagning har ett värde, trots att tolkningsmöjligheterna av analysresultaten är starkt begränsade.

En slutsats från undersökningen är att en modell för systematisk stickprovstagning i det tidiga rekognoseringskedet bör utredas för att redan i ett tidigt skede få en grov uppfattning om hälsorisker kopplade till föroreningar i ett nytt, "okänt", område. En central fråga blir var proven tas och vilka avrinningsområden/markområden de i verkligheten representerar.

## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

Edlund Christina Liljedahl Birgitta

### **Kartor som operativt stöd vid internationella operationer : pilotstudie.**

Umeå, FOI 2002, 25 p.

(FOI-R--0337--SE) (Användarrapport/User report)

Förändrade och mer komplexa hotbilder (miljöförstöring, terrorism m m) innebär att svensk insatspersonal i internationell fredsbevarande verksamhet ställs inför nya problem och krav. Insatspersonal verkar ofta i områden med utslagen infrastruktur, främmande infektionssjukdomar och kraftigt förorenade mark- och vattenområden. Detta kan medföra både akuta och långsiktiga hälsoproblem. För att möta dessa problem ökar behovet av medicinskt relaterad information (MedUnd) vad gäller den normala sjukdomsbilden, sjukvårdskapacitet och föroreningsbild i det aktuella landet.

Vid internationella operationer saknas idag möjlighet att i god tid få en systematisk överblick över den komplexa riskbilden i ett missionsområde. Information kommer ibland för sent och centrala fakta når inte alltid "ända ut i fält". Detta påverkar allt från möjlighet att välja rätt skyddsutrustning, till lokalisering av camp och bedömning av hälsorisker och profylaxåtgärder för personal.

Behov finns att utveckla ett operativt stöd för MedUnd, och systematiskt presentera komplexa fakta om ett missionsområde så att utvärdering, bearbetning och beslutsprocesser avsevärt underlättas.

FOI NBC-skydd i Umeå har genomfört en pilotstudie för att ge en översikt över hur kombinationen av MedUnd och geografiska informationssystem (GID) kan beskriva situationen och potentiella problem som insatspersonal kan möta.

Berglind Rune, Edlund Christina, Engberg Birgitta, Lagerkrantz Barbro, Liljedahl Birgitta, Lindblad Anders, Melin Lena, Sandström Björn, Tegnell Anders, Waleij Annica, Westerdahl Kristina

### **"Afghanistanstudien" : miljö- och hälsorisker för insatspersonal**

Umeå, FOI 2002, 130 p.

(FOI-R--0426--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

Som ett led i FOI NBC-skydds höjda beredskap efter den 11 september 2001 initierades projektet "Afghanistanstudien". Avsikten med projektet är att lyfta fram de eventuella NBC-relaterade miljö- och

hälsorisker som kan möta insatspersonal som skall verka i Afghanistan eller omkringliggande länder, t. ex. Turkmenistan, Uzbekistan, Tadzjikistan, Pakistan eller Iran. Fokus i denna rapport ligger på situationen i Afghanistan.

"Afghanistanstudien" bedrivs i samverkan med FOI, HKV/MUST, HKV/Sjv, SkyddC, SWEDEC, SMI samt med intressenter vid SRV och SoS.

Det har varit av varierande svårighetsgrad att få tag på relevant information om situationen i landet och kunskapen uppdateras ständigt. Kvaliteten på bedömningsunderlaget vid tidpunkt för tryck (mars 2002) anges i rapporten.

De viktigaste slutsatserna som kunnat dras utifrån tillgänglig information är att det sannolikt inte innebär stora industri- eller NBC-relaterade hälsorisker att vistas i Afghanistan. Det kan dock inte uteslutas att det lokalt kan förekomma sådana problem.

De huvudsakliga riskerna med att befinna sig i landet är istället relaterade till minor och oexploderad ammunition, frågor av sanitär karaktär, diarrésjukdomar, kriminalitet samt klimatologiska faktorer (hög höjd, stora temperaturväxlingar etc.).

Edlund Christina, Follin Per, Liljedahl Birgitta, Lindblad Anders, Sandström Björn, Sundström Sture, Waleij Annica

### **DR Kongo : miljö- och hälsorisker för insatspersonal.**

Umeå, FOI 2003, 46 p.

(FOI-R--0651--SE) (Användarrapport/User report)

På förfrågan från SWEDINT har FOI NBC-skydd gjort en snabb, preliminär översikt över eventuella hälso- och miljörisker som kan möta insatspersonal som skall verka i DR Kongo.

Militära eller civila observatörer är tidigt på plats i ett missionsområde. Observatörernas erfarenheter är en viktig länk i uppbyggandet av kunskapsbanken över ett insatsområde.

Avsikten med denna rapport är i första hand att på ett tidigt stadium lyfta några frågor till personal ute i fält och att sedan ta till vara deras erfarenheter rörande NBC-, miljö- och hälsorisker i landet.

Rapporten resulterar i ett antal frågor om erfarenheter rörande miljö- och hälsoförhållanden och riktas till observatörer och annan insatspersonal i eller på väg till DR Kongo.

Rapporten behandlar EIHH, NBC-hotbild, terrorism och kriminalitet, minor och OXA (oexploderad ammunition), epidemiologi samt sanitära frågor. De viktigaste slutsatserna som kunnat dras utifrån tillgänglig information är att det sannolikt inte

## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

innebär stora industri- eller NBC-relaterade hälsorisker att vistas i DR Kongo. Det kan dock inte uteslutas att det lokalt kan förekomma sådana problem.

De huvudsakliga riskerna med att befinnas sig i landet är istället relaterade till minor och oexploderad ammunition, frågor av sanitär karaktär, infektions- och diarrésjukdomar samt kriminalitet.

Edlund Christina, Engberg Birgitta, Liljedahl Birgitta, Melin Lena, Persson Kurt, Sandström Björn, Waleij Annica

### **Somaliastudien : miljö- och hälsorisker för insatspersonal.**

Umeå, FOI 2003, 64 p.

(FOI-R--0788--SE) (Användarrapport/User report)

På förfrågan från MUST har FOI NBC-skydd gjort en snabb, preliminär översikt över eventuella NBC- eller miljörelaterade hälsorisker som kan möta insatspersonal som skall verka i Somalia.

Det har varit av varierande svårighetsgrad att få tag på relevant information om situationen i landet och ständig uppdatering bör därför ske. Arbetet har genomförts inom tidsramen 1 vecka och skall ses som ett exempel på hur en första "scanning" av kunskapsläget kan se ut. Kvaliteten på bedömningsunderlaget i denna rapport avser tidpunkten då informationen insamlades (mars 2002).

Rapporten behandlar EIHH (Environmental and Industrial Health Hazards), NBC-hotbild, terrorism och kriminalitet, minor och OXA (oexploderad ammunition), sjukdomar samt sanitära frågor.

De viktigaste slutsatserna som kunnat dras utifrån tillgänglig information är att det sannolikt inte innebär stora industri- eller NBC-relaterade hälsorisker att vistas i Somalia. Det kan dock inte uteslutas att det lokalt kan förekomma sådana problem.

De huvudsakliga riskerna med att befinna sig i landet är istället relaterade till minor och oexploderad ammunition, frågor av sanitär karaktär, infektions- och diarrésjukdomar, samt kriminalitet.

Edlund Christina, Engberg Birgitta, Fahlander Thomas, Liljedahl Birgitta, Lindblad Anders, Melin Lena, Persson Kurt, Sandström Björn, Waleij Annica, Westerdahl Kristina

### **Kosovostudien : miljö- och hälsorisker för insatspersonal.**

Umeå, FOI 2003, 72 p.

(FOI-R--0790--SE) (Användarrapport/User report)

Internationella insatser är ett växande svenskt ansvarsområde som engagerar såväl civil som militär personal. För att säkra personalens hälsa och för att kunna genomföra själva uppdraget krävs att kunskap finns om de risker i missionsområdet som kan möta insatspersonalen.

FOI NBC-skydd har på uppdrag av Försvarsmakten (FM) och Krisberedskapsmyndigheten (KBM,) under 2001 och 2002 arbetat med projektet "NBC vid internationella missioner - fallstudie Kosovo". Projektet har syftat till att, med Kosovo som modell, ta fram metoder för att i ett tidigt skede identifiera olika NBC-, miljö- och hälsorisker som kan möta insatspersonal vid internationella insatser samt att hitta möjligheter för att förbättra rutinerna för att hantera dessa risker.

Projektet har varit indelat i fyra faser:

Miljöbeskrivning av Kosovo, Utbildning och utrustning, "Lessons learned" samt Förslag till nya rutiner.

I föreliggande rapport redovisas resultatet av den första fasen Miljöbeskrivning av Kosovo.

Bedömningar av NBC-, miljö- och hälsorisker är en färskvara och informationsinhämtning måste ske kontinuerligt för att bedömningarna skall vara aktuella.

Föreliggande rapport är i första hand ett underlag i arbetet med att se över behoven av nya rutiner och endast i andra hand ett faktaunderlag om NBC-, miljö- och hälsoläget i Kosovo.

Edlund Christina, Follin Per, Häggström Britta, Liljedahl Birgitta, Lindblad Anders, Melin Lena, Norlander Lena, Sandström Björn, Sundqvist Roger, Sundström Sture, Waleij Annica

### **Iraq: environmental and health concerns for Swedish deployed personnel.**

### **Irak: miljö- och hälsorisker för insatspersonal.**

Umeå, FOI 2003, 77 p.

(FOI-R--0820--SE) (User report/Användarrapport)

På förfrågan från MUST har FOI NBC-skydd gjort en snabb, preliminär översikt över eventuella miljö- och hälsorisker som kan möta insatspersonal som skall verka i Irak.

## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

Tyngdpunkten i arbetet ligger på EIHH (Environmental and Industrial Health Hazards), NBC-risker samt sanitära frågor. Aktuell epidemiologisk riskbedömning, vaccinationsprogram och profylaxförslag har behandlats av Kunskapscentrum för Mikrobiologisk beredskap (KcB) vid SMI. En kort kommentar ges även kring minor/oexploderad ammunition och har stämts av med SWEDEC.

I rapporten presenteras en preliminär lägesbeskrivning över potentiella hälso- och miljörisker för insatspersonal i Irak och avser kunskapsläget i mars 2003.

Det bör noteras att informationen inom detta område är en färskvara och att den ständigt bör uppdateras. När denna rapport trycktes fanns ingen tillgänglig information från det pågående kriget 2003, uppdateringar kommer att ske.

Walej Annica, Liljedahl Birgitta, Flyman Hans, Nyström Claes, Holmström Helena

### **Erfarenheter från besök i Demokratiska Republiken Kongo, 22-30 november, 2003**

Umeå, FOI 2004, 23 p.

(FOI-R--1152--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

Denna rapport redovisar erfarenheter från genomförda aktiviteter under resa till FK01, Demokratiska Republiken Kongo den 22-30 november, 2003. Syftet med resan till DR Kongo var att inom ramen för projektet "Demo NBC-ledningssystem" utveckla informationsunderlag och presentationsformer på strategisk, operativ och taktisk nivå vid NBC-händelser.

Vidare avsågs att vidareutveckla metodik för hälso- och miljöriskbedömningar vid internationella operationer och att enligt förfrågningar stödja FK01 i miljörelaterade frågor.

Några av de slutsatser som dragits utifrån resan är att uppdatering av miljö/hälsoriskinformation via FN under en mission i dagsläget inte sker i tillräcklig omfattning för svenska behov. Det är även tydligt att det finns en skillnad i FNS ambitioner att leva upp till sitt formella ansvar att tillhandahålla tillräcklig hög (svensk) kvalitet på logistisk service och hur verkligheten ser ut.

MOU-förhandlingen (Memorandum of Understanding) med FN inför en ny mission är därför utomordentligt viktig liksom tillgång till en egen miljö- och hälsoskyddskompetens (EHO) inom missionen. Rekognosering inför en ny mission kan bidra med viktig input till MOU-förhandlingarna. För att utföra miljörekognosering och medicinsk

informationsinhämtning i okända områden med gott resultat krävs dock dels en genomarbetad plan för genomförande, dels en bred kompetensbas.

Konceptet med ett sammansatt EIHH & PHC-team (Environmental Industrial Health Hazards and Public Health Concerns) med kompetenser i form av läkare, veterinär, miljö- och hälsoskyddsinspektör samt vid behov NBC-kompetens vid rekognosering inför en ny mission bör utvärderas.

Resultaten från MSI-studien - Modellering av B-händelse - kommer att inarbetas och tolkas inom ramen för projektet "Demo NBC ledningssystem". Avsnitten rörande metodutveckling kommer under 2004 att fördjupas i en metodrapport där de resonemang som lyfts fram i denna rapport utvecklas vidare.

Edlund Christina, Follin Per, Liljedahl Birgitta, Lindblad Anders, Tegnell Anders, Melin Lena, Normark Magnus, Sandström Björn, Walej Annica, Westerdahl Kristina

### **Moldova : environmental and health risks for personnel to be deployed to Moldova.**

### **Moldavien : miljö- och hälsorisker för insatspersonal i Moldavien.**

Umeå, FOI 2004, 44 p.

(FOI-R--1169--SE) (User report/Användarrapport)

På förfrågan från MUST har FOI NBC-skydd gjort en preliminär översikt över eventuella NBC- eller miljörelaterade hälsorisker som kan möta insatspersonal som skall verka i Moldavien. Svårighetsgraden att få tag på relevant information om situationen i landet har varierat och ständig uppdatering bör därför ske. Arbetet har genomförts inom tidsramen en vecka och skall ses som ett exempel på hur en första "scanning" av kunskapsläget kan se ut.

Kvaliteten på bedömningsunderlaget i denna rapport avser tidpunkten då informationen samlades in (maj 2003).

Rapporten behandlar EIHH (Environmental and Industrial Health Hazards), NBC-hotbild, terrorism och kriminalitet, minor och OXA (oexploderad ammunition), sjukdomar samt sanitära frågor. De viktigaste slutsatserna som kunnat dras utifrån tillgänglig information är att det sannolikt inte innebär stora industri- eller NBC-relaterade hälsorisker att vistas i Moldavien. Det kan dock inte uteslutas att det lokalt kan förekomma sådana problem.

De huvudsakliga riskerna med att befinna sig i landet är istället relaterade till sanitära frågor, infektionssjukdomar, diarréer och kriminalitet.

## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

rekommendationer avseende profylax till personer som ska besöka Moldavien är beroende av flera olika faktorer, såsom fysiskt och medicinskt hälsotillstånd, arbetsuppgifter, besökets varaktighet och under vilka omständigheter de ska arbeta i landet.

Edlund Christina, Liljedahl Birgitta, Lindblad Anders, Melin Lena, Normark Magnus, Qvarfort Ulf, Sandström Björn, Sundström Sture, Tegnell Anders, Waleij Annica, Westerdahl Kristina  
**Liberia : environmental and health risks for personnel to be deployed to Liberia.**  
**Liberia : miljö- och hälsorisker för insatspersonal.**  
Umeå, FOI 2004, 68 p.  
(FOI-R--1181--SE) (User report/Användarrapport)

På förfrågan av Försvarsmakten (MUST) har FOI NBC-skydd gjort en uppdaterad översikt över eventuella NBC- eller miljörelaterade hälsorisker som kan möta insatspersonal som skall verka i Liberia. Det finns begränsad information om miljö- och hälsorisker i Liberia och ständig uppdatering av data bör därför ske.  
Denna rapport ersätter den preliminära rapporten från december 2003 och grundar sig på information och erfarenheter från Försvarsmaktens rek-resor 1,2, och 3 samt erfarenheter från SHIRBRIGs uppdrag i Liberia under september-november 2003.  
Rapporten behandlar EIHH & PHC (Environmental and Industrial Health Hazards and Public Health Concerns), NBC-hotbild, NBC-terrorism och kriminalitet samt sjukdomar.  
De viktigaste slutsatserna från denna uppdaterade studie är att sanitära frågeställningar, infektionssjukdomar, diarréer, klimat (värme/fukt) och kriminalitet kan utgöra en allvarlig risk om förebyggande åtgärder ej vidtas.  
Industri- och/eller NBC-relaterade hälsorisker bedöms som måttliga i Liberia.  
Det kan dock inte uteslutas att det lokalt kan förekomma sådana problem.

Waleij Annica, Edlund Christina, Holmberg Martin, Lesko Birgitta, Liljedahl Birgitta, Lindblad Anders, Melin Lena, Normark Magnus, Sandström Björn, Sedig Magnus, Sundström Sture, Westerdahl Kristina  
**SUDAN : Environmental and Health Risks to personnel to be deployed to Sudan : pre-deployment assessment.**  
**SUDAN : miljö- och hälsorisker för insatspersonal.**  
Umeå, FOI 2004, 75 p.  
(FOI-R--1218--SE) (User report/Användarrapport)

På förfrågan från Försvarsmakten (MUST) har FOI NBC-skydd gjort en preliminär översikt av eventuella NBC- eller miljörelaterade hälsorisker som kan möta insatspersonal som skall verka i Sudan. Det finns begränsad information om miljö- och hälsorisker i Sudan och ständig uppdatering av data bör därför ske.  
Rapporten behandlar EIHH & PHC (Environmental and Industrial Health Hazards & Public Health Concerns), NBC-hotbild, NBC-terrorism, minor och oexploderad ammunition, kriminalitet samt sjukdomar.  
De viktigaste slutsatserna från denna studie är att vatten- och livsmedelsburna sjukdomar, vektorburna sjukdomar och luftvägsinfektioner utgör de största riskerna för svensk personal stationerad i Sudan. Minor och oexploderad ammunition, klimatet (värme/fuktighet), trafiken samt kriminalitet är andra faktorer som kan utgöra en allvarlig risk om förebyggande åtgärder ej vidtas.  
NBC-relaterade hälsorisker bedöms som små i Sudan. Det kan dock inte uteslutas att industriföroreningar (EIHH) lokalt kan förekomma.

Edlund Christina, Liljedahl Birgitta, Waleij Annica, Lindblad Anders, Melin Lena, Normark Magnus, Sandström Björn, Sundström Sture, Westerdahl Kristina S, Tegnell Anders  
**Northern Afghanistan - environmental and health hazards to personnel to be deployed to Northern Afghanistan - pre-deployment assessment. Version 2.**  
**Norra Afghanistan - miljö- och hälsorisker för insatspersonal.**  
Umeå, FOI 2004, 80 p.  
(FOI-R--1287--SE) (User report/Användarrapport)

På förfrågan från Försvarsmakten (MUST) har FOI NBC-skydd gjort en preliminär översikt över eventuella NBC- eller miljörelaterade hälsorisker som kan möta insatspersonal som skall verka i norra

## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

Afghanistan, i provinserna Sar-E-Pol, Jowzjan, Balkh och Faryab. Det finns begränsad information om miljö- och hälsorisker i landet i allmänhet och provinserna i synnerhet och ständig uppdatering av data bör därför ske.

Rapporten behandlar EIHH och PHC (Environmental and Industrial Health Hazards & Public Health Concerns), NBC-hotbild, NBC-terrorerism, kriminalitet samt sjukdomar. De viktigaste slutsatserna från denna studie är att - förutom minor och oexploderad ammunition, som inte bedömts i denna rapport - vatten- och livsmedelsburna sjukdomar, vektorburna sjukdomar och luftvägsinfektioner utgör de största riskerna för svensk personal stationerade i Afghanistan. Lokalt kan föroreningssituationen utgöra ett hot (t.ex. föroreningar relaterade till oljeindustrin samt pesticider), även trafiken samt kriminalitet är faktorer som kan utgöra en allvarlig risk om förebyggande åtgärder ej vidtas. Klimatet kan i viss utsträckning utgöra en risk pga kraftiga dygnsvariationer i temperatur. NBC-relaterade hälsorisker bedöms som små i Afghanistan.

Waleij Annica, Edlund Christina, Eriksson Håkan, Liljedahl Birgitta, Lindblad Anders, Sandström Björn, Westerdahl Kristina S  
**Hazards related to NBC or EIHH & PHC within Swedish AOR MNTF (N), Bosnia and Herzegovina.**  
**Bosnien och Hercegovina - miljö- och hälsorisker för insatspersonal.**  
Umeå, FOI 2004, 73 p.  
(FOI-R--1352--SE) (User report/Användarrapport)

På förfrågan från Försvarsmakten (MUST) ahr FOI NBC-skydd gjort en preliminär översikt över eventuella NBC-eller miljörelaterade hälsorisker som kan möta insatspersonal som skall verka i Bosnien och Hercegovina. Rapporten behandlar EIHH & PHC (Environmental and Industrial Health Hazards & Public Health Concerns) och NBC-hotbild i Bosnien och Hercegovina. Problem av betydelse är i första hand; Lokala luftföroreningar från industri, trafik, energiproduktion eller från förbränning av avfall; föroreningar av vatten från industri, avfall och avrinning från jordbruk; sjukdomar som sprids genom föda och vatten; markföroreningar från tung industri; bristfällig hantering av avfall (industriellt, kommunalt och medicinskt); industri och ROTA. Sammantaget bedöms de största riskerna för svensk personal stationerade i Bosnien och Hercegovina

vara de sanitära och folkhälsorelaterade problemen i landet samt, i viss utsträckning, ROTA-relaterade problem. NBC-relaterade hälsorisker bedöms som låga.

Liljedahl Birgitta, Sundström Sture, Ivgren Claes, Nyström Claes, Roffey Roger  
**Environmental and Industrial Health Hazards (EIHH) : hot mot personalens hälsa vid internationella insatser : Sveriges framtida roll internationellt.**  
Umeå, FOI 2005, 13 p.  
(FOI-R--1590--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

Syftet med arbetet har varit att uppdatera internationella trender samt nationella och internationella kontaktnät av relevans i arbetet att minimera hälso- och miljörisker vid internationella insatser, men särskilt fokus på frågor inom EIHH (Environmental and Industrial Health Hazards). Det konstateras att EIHH har hög internationell aktualitet, och att svenska arbeten inom området har väckt internationellt intresse. En ny policy inom EIHH diskuteras där Sverige med fyra andra nationer driver förarbetet. I det nya, snabbt växande internationella EIHH-nätverk som nu bildas har Sverige idag en central position. Sammantaget innebär detta goda möjligheter för Sverige att etablera en ny, internationell nisch inom det framväxande EIHH-området. Flera svenska arbeten och modeller är redan idag efterfrågade och bör marknadsföras mot EU, EAPC/NATO och FN. Den civilmilitära plattformen avseende hälso- och miljörisker vid internationella insatser bör snarast förstärkas, för att säkra såväl hälsan hos insatspersonalen som för att minimera svenska insatsers påverkan på miljön i mottagarländerna. Detta är särskilt angeläget med tanke på gällande nationella och internationella regelverk avseende internationella insatser.

Waleij Annica, Eriksson Håkan, Edlund Christina, Sundström Sture, Holmberg Martin, Sandström Björn, Westerdahl Kristina S, Berglind Rune, Liljedahl Birgitta

### **Ache Province - Environmental and health hazards for personnel to be deployed to the Ache Province, Indonesia.**

#### **Aceh-provinsen - miljö- och hälsorisker**

Umeå, FOI 2005, 51 p.

(FOI-R--1730--SE) (User report/Användarrapport)

På förfrågan från Försvarsmakten (MUST) har FOI NBC-skydd gjort en preliminär översikt över eventuella NBC- eller miljörelaterade hälsorisker som kan möta insatspersonal som skall verka i Aceh-provinsen, Indonesien. Det finns begränsad information om miljö- och hälsorisker i landet i allmänhet och ständig uppdatering av data bör därför ske.

Rapporten behandlar EIHH & PHC (Environmental and Industrial Health Hazards & Public Health Concerns), NBC-hotbild samt sjukdomar.

De viktigaste slutsatserna från denna studie är att vatten- och livsmedelsburna sjukdomar samt vektorburna sjukdomar utgör de största riskerna för svensk personal stationerade i Aceh.

Lokalt kan även trafiken, samt rådande förorenings-situation utgöra ett hot (t ex föroreningar relaterade till industrier som skadats i samband med tsunamin) om förebyggande åtgärder ej vidtas. Klimatet kan i viss utsträckning utgöra en risk pga dygnsvariationer i temperatur. NBC-relaterade hälsorisker bedöms som små i Aceh.

Den här rapporten tar inte upp kulturella skillnader eller den politiska situationen i Aceh.

Det är därför viktigt att sådan information införskaffas på annat håll, före avfärd till Aceh.

### **10 Miljöeffekter av krig och konflikter**

Waleij Annica, Liljedahl Birgitta, Edlund Christina, Lindblad Anders, Sjöström Jan, Ahlberg Mats

#### **Miljökonsekvenser av krig och konflikter.**

Umeå, FOI 2005, 72 p.

(FOI-R--1864--SE) (Användarrapport/User report)

Negativa effekter på miljön till följd av aktiviteter kan uppstå vid ett flertal faser.

I föreliggande studie (delstudie 1) har en ansats till en förutsättningslös översikt av tänkbara miljökonsekvenser från olika konflikter som kan härröras till militära insatser genomförts. I rapporten ges exempel från Vietnam, Afghanistan, Irak,

Balkan, Tjetjenien och Afrika.

En genomgående kunskapslucka som konstaterats är bristen på bakgrundsinformation om hur miljösituationen varit innan konflikten, vilket gör att det kan vara svårt att bedöma exakt vilka konsekvenser konflikten haft och vilka som beror av ett bristfälligt miljöskydd innan konflikten. Vidare är det svårt att i litteraturen hitta exempel där man lyckats separera effekter på miljön från humanitära effekter. Det kan därför konstateras att det krävs systematiserade riskbedömningsmodeller anpassade för kris- och konfliktområden för att på ett heltäckande sätt kunna belysa miljökonsekvenserna av en konflikt.

Internationella insatser är ett växande svenskt ansvarsområde som engagerar såväl civil som militär personal. Detta aktualiserar nödvändigheten av att i ett tidigt skede i planeringen ta hänsyn till miljön i mottagarlandet.

Det finns idag en ansenlig mängd dokument som avser att skydda miljön i händelse av en väpnad konflikt. Merparten av dessa berör även Sverige vid medverkan i internationella insatser. Detta innebär att försvarsmakten, vid planerande av en ny insats, måste bedöma miljöeffekter både före och efter den egna insatsen.

Delstudie 2 kommer att utreda detta vidare.

### **11 Årsrapporter och andra sammanställningar**

Ahlberg Mats

#### **Årsrapport 2000 för FOAs forskning inom FoT-område Miljöfrågor (FM).**

Stockholm, FOI 2001, 20 s.

(FOI-R--0005--SE) (Användarrapport/User report)

Rapporten sammanfattar uppnådda resultat under budgetåret 2000 för forskningsområde Miljöfrågor. I samarbete med Norge studeras blyspridning från kulor i mark. Materialet hämtas från slagfältet invid Fredrikstens fästning utanför Halden.

En transportmodell avseende TNT i mark har tagits fram genom att utgå från en spridningsmodell för C-stridsmedel. De faktorer som har störst betydelse för inbindningen av trinitrotoluen (TNT) i mark är den organiska halten samt därefter lerhalten. Till löst organiskt material är bindningen av specifik typ medan bindningen till fast organiskt material är en hydrofob fördelning.

Explosivämnen CL 20, FOX 7 och FOX 12 har alla tre visat sig påverka reproduktionen av vattenloppa och måste därför utredas med avseende på ekotoxikologiska egenskaper.

En mikrobiologisk testmetod och en testmetod på

## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

alg har utvecklats.

För att kunna destruera spröda material som konventionella sprängämnen har en malningsmetod utvecklats.

Metoden ger en suspension som miljövänligt och säkert kan förbrännas i en fluidiserad bädd.

Bränslevärdet är dock lågt varför tillsatsbränsle behövs, t ex från förpackningsmaterial.

En översikt över tillgängliga metoder för kvalitativ livscykelanalys (LCA) har identifierat tre metoder som är lämpliga för utvärdering i kommande projekt.

Ahlberg Mats (red.) Engström Christina (red.)  
**FOAs miljöforskning för försvarssektorn. En sammanställning av rapporter publicerade 1995-2000.**

Stockholm, FOI 2001, 22 p.  
(FOI-R--0287--SE) (Underlagsrapport/Base data report)

Miljöforskning för försvarssektorn har bedrivits sedan budgetåret 1994/95.

Denna rapport utgör en sammanställning av abstrakts för samtliga 43 rapporter som publicerats i FOA-R-serien under perioden 1995-2000 det vill säga de rapporter som publicerats inom den numera nedlagda myndigheten Försvarets forskningsanstalt. Rapporterna har delats upp på följande 10 ämnesområden: Framtidsstudier mm, Förebyggande modellering, Ekotoxikologiska studier, Miljöfarliga ämnen i ammunition, Metoder för destruktion av ammunition, Explosivämnen i miljön, Miljöriskbedömning av dumpad ammunition, Miljöriskbedömning av skjutfält och militära anläggningar, Miljöeffekter och krig, Årsrapporter. Huvuddelen av forskningen är finansierad av Försvarsmakten.

Övriga uppdragsgivare är bl a Försvarsdepartementet, Fortifikationsverket, Statens räddningsverk och Bofors AB.

Ahlberg Mats  
**Årsrapport 2001 för FOIs forskning inom FoT-området Miljöfrågor (FM).**

Stockholm, FOI 2002, 18 p.  
(FOI-R--0358--SE) (Användarrapport/User report)

Rapporten sammanfattar uppnådda resultat under budgetåret 2001 för forskningsområde Miljöfrågor. Under året har en sammanställning över samtliga rapporter utgivna 1995 - 2000 gjorts.

En pilotstudie har genomförts avseende möjlighet att använda kartunderlag för bedömning av miljö- och

hälsorisker vid internationella operationer.

Undersökningar av blandsystem med ler, humus och sand, pekar på att markens mikroorganismer är viktiga för TNT:s inbindning till humus.

Analysen på blykuler och markprover från historiska slagfält i Norge, indikerar att läckage av bly i marken varit mycket litet under närmare 300 år.

Giftigheten hos tre testade explosivämnen (FOX12, CL20 och ADN) påverkas av UV-A-bestrålning. Den akuta toxiciteten hos FOX7 påverkades inte av UV-A. CL20 och FOX7 ger små förändringar på algers tillväxt.

Toxicitetstest av jordextrakt med vattenloppa ger distinkta svar vilka har god överensstämmelse med andra metoder. Försök med celltestmetoden visar att temperatur och tryck vid extraktionen starkt påverkar uppmätt celltoxicitet.

Säkra metoder för malning av krut och plastbundna sprängämnen (sega material) har undersökts.

En malmetod, som kan mala de flesta material är att först grovmala materialet i en shredder, och därefter finmala det in i en kolloidkvarn/raffinör.

Olika metoder för livscykelanalys (LCA) har studerats. Två tidigare identifierade metoder för förenklad LCA har jämförts med en redan gjord kvantitativ fallstudie. De två metoderna för förenklad LCA visar båda prov på förtjänster och brister jämfört med varandra och jämfört med en mer traditionell, kvantitativ LCA.

SLCA-metoden tar inte hänsyn till hela livscykelperspektivet, vilket är en brist och kan leda till snedvridna resultat.

MECO-metoden är kvantitativ där så är möjligt. Den behöver anpassas till svenska förhållanden varefter den kan vara användbar i samband med upphandling.

Sjöström Jan Berglind Rune Ahlberg Mats

**Metoder för miljöriskbedömning av försvarsspecifika kemikalier. I. Explosivämnen.**

Umeå, FOI 2003, 21 p.  
(FOI-R--0885--SE) (Användarrapport/User report)

Grunden till den miljöforskning för försvarssektorn som idag bedrivs vid FOI NBC-skydd lades 1994. med ledning av resultat från inledande undersökningar för bl a FMVs räkning samt utgående från Försvarsmaktens behov, framkom vikten av en riktad forskningsverksamhet i första hand fokuserad mot explosivämnens påverkan på miljön.

Den uppbyggnad av relevant kompetens vid FOI NBC-skydd som började redan i mitten av 90-talet



## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

integrerades med nyrekryterad kompetens i projektet Miljöriskbedömningar av försvarsspecifika kemikalier: 1. Explosivämnen. Projektet pågick mellan 1998 och 2001 på uppdrag av FM.

Föreliggande rapport redovisar kortfattat projektverksamheten som bedrivits 1998-2001. En redogörelse görs även för de inledande arbetena under 1994-1997.

Sammanställningen baseras på FOIs årsrapporter samt kategorierna publicerade rapporter, vetenskapliga uppsatser, diarieförda ärenden och konferensbidrag. utöver detta har projektkompetensen nyttjats flitigt även för undervisning på universitet samt för handledning av examensarbeten, en licentiatuppsats och två doktorsavhandlingar, vilka dock ej ingår i sammanställningen.

Ahlberg Mats (Ed.)

### **Tio föredrag vid norsk-svenskt möte med försvarsmiljöforskare 2002.**

Stockholm, FOI 2003, 19 p.

(FOI-R--0901--SE) (Användarrapport/User report)

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, Johan Aa Tørnes, FFI, Oslo.

Två miljösystemanalytiska verktyg, Elisabeth Hochschorner, KTH och FOI Stockholm.

Miljømessige vurderinger av blyfri ammunisjon - Utvaskningsforsøk med forurenset jord, Arnljot Strømseng, FFI Oslo.

Återvinning av explosivämnen, Joakim Hägvall, FOI Grindsjön.

MILSTØY (et beregningsverktøy), 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 Miljökonsekvensanalyser vid FOI-NBC-skydd i Umeå, Jan Sjöström, FOI Umeå.

Ahlberg Mats

### **Årsrapport 2003 för FoT-området Miljöfrågor (FM).**

Stockholm, FOI 2004, 22 p.

(FOI-R--1146--SE) (Användarrapport/User report)

Rapporten sammanfattar uppnådda resultat under 2003 för forskningsområde Miljöfrågor (FM).

Ett trilateralt avtal har slutits rörande Environmental Aspects of Energetic Materials och ett gemensamt fältarbete har genomförts på Älvdalens skjutfält. Möjligheterna till samverkan inom miljöområdet vid internationella operationer undersöks också.

I en förstudie om bullermodellering har ett projektförslag tagits fram avseende Utveckling av numeriska verktyg för bedömning av bullerstörning vid militära flyg- och skjutövningar.

I avsikt att ta fram ett flexibelt försökssystem för studier av föroreningars spridning i mark har en lysimeterprototyp konstruerats.

Kadmium, PCB och VX har identifierats som möjliga typsubstanser för toxikometriska studier av försvarsspecifika exponeringar i t ex internationella operationer.

Nedbrytningsstudier av explosivämnet guanidindinitroamid, GDN, visar att det är biologiskt nedbrytbart.

Studier av explosivämnet FOX-7 pekar på att det är svagt allergiframkallande.

De flesta nedbrytningsprodukter från explosivämnen som TNT, oktogen (HMX), hexogen (HMX), CL20 är mycket polära vilket försvårar analys.

Preliminära resultat pekar på att en hydrofil uppberedningsmetod skulle kunna användas på extrakt från sediment/jord och vatten.

Under året har de explosivämnen som är intressanta för återvinning undersökts samt vilka problem som finns och hur man skall dessa.

Laboratorieundersökningar på oktogen och hexogen visar att återanvändning skall vara fullt möjlig.

Inom forskningen om hur livscykelanalyser och livscykel tänkande kan integreras i materielanskaffningsprocessen har en LCA-fallstudie på en militär produkt (Kulsprängsgranat, ammunition till SV 90) genomförts.

Projektet har även resulterat i ett förslag till hur LCA kan integreras i materielanskaffningsprocessen.

## FOIs miljöforskning för försvarssektorn 2001 – 2005, FOI-R--2088--SE

Ahlberg Mats

### Årsrapport 2004 för FoT-området Miljöfrågor (FM).

Stockholm, FOI 2005, 22 p.

(FOI-R--1545--SE) (Användarrapport/User report)

Rapporten sammanfattar uppnådda resultat under 2004 för forskningsområde Miljöfrågor (FM).

Två trilaterala avtal har slutits, ett rörande Environmental Aspects of Energetic Materials där ett gemensamt fältarbete har genomförts på ett utländskt skjutfält och ett avseende Environmental Health Risks vid internationella operationer.

I en förstudie har områden inom miljöområdet som är att beakta vid internationella operationer studerats.

Ett försökssystem för studier och nedbrytning av kemikalier i mark har färdigställts. Inom arbetet med toxikometrisk metodutveckling har celler exponerats för utvalda substanser, däribland kadmium och TNT. En förbättrad metod för analys av explosivämnen i miljöprover har tagits fram och testats på bl a TNT, RDX, HMX och CL-20. Metodiken går i korthet ut på att utnyttja masspektrometri och elektropray.

Inom ramen för EU-projektet Marksaneringscentrum Norr (MCN) har bl a ett spårämnesförsök gjorts för att öka förståelsen av hur föroreningar sprids i markzonen ovanför grundvattenytan.

Forskningen om återvinning av explosivämnen har under året inriktats mot att utvärdera de metoder som finns tillgängliga idag för att se hur dessa fungerar på nya kompositioner.

Resultaten visar att det är fullt möjligt att återvinna även framtidens explosivämnes kompositioner.

Forskningen om livscykelanalyser i materielanskaffningsprocessen fortsätter i ett nytt projekt med titeln Hantering av miljöns livscykelaspekter i anskaffningsprocessen.

En konceptuell modell för en LCA databas för ammunition har konstruerats och en analys om vilka typer av material och kemikalier som bör ingå i en sådan har påbörjats.

En analys av hur livscykelkostnader, LCC, kan utvecklas till att innehålla miljökostnader visar att det finns flera olika typer av miljökostnader som kan inkluderas i en LCC.

Sjöström Jan, Qvarfort Ulf, Ahlberg Mats  
**Slutrapport - FOIs försvarsmiljöprojekt i Ryssland 2000-2004.**

Umeå, FOI 2005, 34 p.

(FOI-R--1673--SE) (Användarrapport/User report)

Rapporten redovisar resultat och erfarenheter från två försvarsmiljöprojekt i Ryssland som drivits av FOI NBC-skydd med finansiellt stöd från UD.

Det första projektet avser en miljöriskbedömning av den ryska armébasen i Ostrov-3, där en större mängd eldningsolja läckt ut på området och hotade en av regionens viktigare dricksvattenresurser.

Det andra handlar om miljöutbildning av ryska officerare inom försvarsspecifik verksamhet.

Insatsen har bestått i att via seminarieföreläsningar behandla hela processen från det att man beslutat stänga en militär anläggning till de vanligaste metoderna att upptäcka och sanera förorenad mark och grundvatten.

Författarna har även på förfrågan medverkat i den ryska försvarsmaktens ekologiska handbok. De genomförda miljöprojekten har visat på att kunskapsöverföring kan leda till mycket goda resultat.

Det är dock viktigt att man så tidigt som möjligt etablerar en bra direktkontakt med ryssarna, gärna på lokal nivå.

I varje fall inom området försvarsmiljö bör kunskapsöverföringen koncentreras till praktiska tillämpningar av föreslagen teknik.

Den samverkan som varit med Gröna Korset har varit av avgörande betydelse för projektens lyckade genomförande.