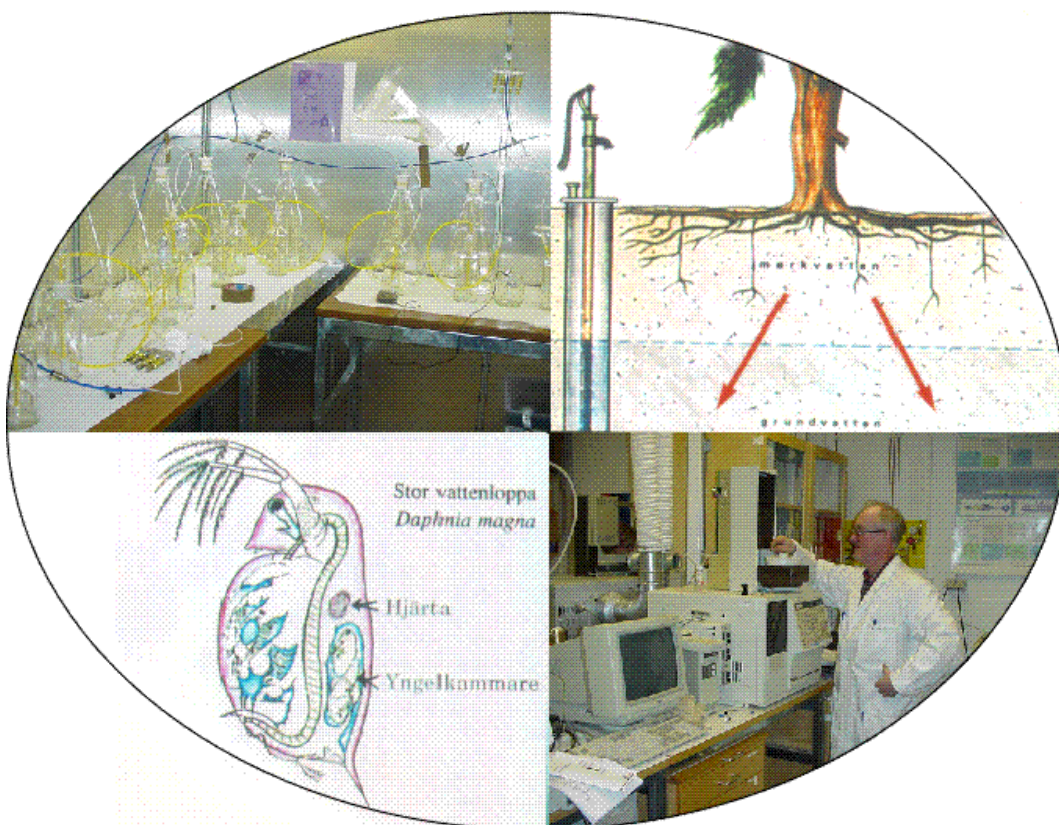


Jan Sjöström, Rune Berglind och Mats Ahlberg

Metoder för miljöriskbedömning av försvarsspecifika kemikalier

I. Explosivämnen

Slutrapport för 1994-2001



TOTALFÖRSVARETS FORSKNING SINSTITUT

NBC-skydd
901 82 Umeå

FOI-R--0885--SE

Maj 2003

ISSN 1650-1942

Användarrapport

Jan Sjöström, Rune Berglind och Mats Ahlberg

Metoder för miljöriskbedömning av försvarsspecifika kemikalier

I. Explosivämnen

Slutrapport för 1994-2001

Utgivare Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI NBC-skydd 901 82 Umeå	Rapportnummer, ISRN FOI-R--0885--SE	Klassificering Användarrapport
	Forskningsområde 3. Skydd mot massförstörelsevapen	
	Månad, år Maj 2003	Projektnummer E4813
	Verksamhetsgren 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	Delområde 35. Miljöfrågor	
Författare/redaktör Jan Sjöström Rune Berglind Mats Ahlberg	Projektledare Jan Sjöström	
	Godkänd av	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning Försvarsmakten (FM)	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig	
Rapportens titel Metoder för miljöriskbedömning av försvarsspecifika kemikalier: I. Explosivämnen		
Sammanfattning (högst 200 ord) 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 integrerades med nyrekryterad kompetens i projektet <i>Miljöriskbedömningar av försvarsspecifika kemikalier: I Explosivämnen</i> . 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, diarietörda 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.		
Nyckelord Miljöriskbedömning, explosivämnen, TNT, toxicitetstester, förorenade markområden		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor 21	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency NBC Defence SE-901 82 Umeå	Report number, ISRN FOI-R--0885--SE	Report type User report
	Research area code 3. Protection against Weapons of Mass Destruction	
	Month year May 2003	Project no. E4813
	Customers code 5. Commissioned Research	
	Sub area code 35. Environmental studies	
Author/s (editor/s) Jan Sjöström Rune Berglind Mats Ahlberg	Project manager Jan Sjöström	
	Approved by	
	Sponsoring agency The Swedish Armed Forces	
	Scientifically and technically responsible	
Report title (In translation) Methods for environmental risk assessments of defence-specific chemicals: I. Explosives		
Abstract (not more than 200 words) In 1994, the defence related environmental research started at the Swedish Research Agency (FOI), Division of NBC protection. Based on results from pilot studies commissioned by the Defence Material Administration, together with the needs of the Swedish Armed Forces, the importance of problem oriented defence related environmental research was pointed out. Initially, the focus was on the environmental fate of explosives. The above mentioned competence at FOI was formalized in the project <i>Methods for environmental risk assessment of defence-specific chemicals: I Explosives</i>, which started in 1998 on commission by the Swedish Armed Forces. This report in brief presents the work performed in the project during the period 1998 to 2001, as well as the pilot research activities within the defence related environmental area initiated in 1994. The presentation is based on annual reports from FOI, published project reports, scientific papers, diary commissions and conference presentations. Spin-off activities such as teaching at universities, and supervising of theses for master and doctoral degrees, are not included in the presentation.		
Keywords Environmental risk assessment, explosives, TNT, toxicity tests, contaminated soil and water areas		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 21	
	Price acc. to pricelist	

Innehållsförteckning

INLEDNING	5
ÅREN 1994-1997	6
<i>Rapporter</i>	<i>7</i>
<i>Diarieförda ärenden</i>	<i>8</i>
ÅRSVIS REDOVISNING AV VERKSAMHETEN	9
ÅR 1998	9
<i>Rapporter</i>	<i>9</i>
<i>Konferensbidrag</i>	<i>10</i>
ÅR 1999	10
<i>Rapporter</i>	<i>11</i>
<i>Diarieförda ärenden</i>	<i>13</i>
ÅR 2000	13
<i>Rapporter</i>	<i>15</i>
<i>Diarieförda ärenden</i>	<i>16</i>
<i>Konferensbidrag</i>	<i>16</i>
<i>Vetenskapliga uppsatser</i>	<i>17</i>
ÅR 2001	17
<i>Rapporter</i>	<i>19</i>
<i>Diarieförda ärenden</i>	<i>20</i>
<i>Konferensbidrag</i>	<i>21</i>
<i>Vetenskapliga uppsatser</i>	<i>21</i>

Inledning

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

Vid riskbedömning av explosivämnen har tidigare endast deras explosiva egenskaper beaktats. Utredningen för FMV visade emellertid att explosivämnen, biprodukter och nedbrytningsprodukter har toxiska egenskaper som kan leda till allvarliga skador på människor och natur. Inledande undersökningar av hur trotyl (trinitrotoluen, TNT) bryts ner i vatten påbörjades 1996. Parallellt inleddes utveckling av metoder för undersökning av substansernas effekter på vattenorganismer samt kemisk analys av TNT och dess nedbrytningsprodukter. Vidare inleddes planeringen för en doktorandtjänst där sedimenttypens betydelse för TNTs sorptionsprocesser skulle studeras.

Kompetens om explosivämnenas miljöfarlighet utnyttjades av Försvarsmakten (FM) och FMV i ett antal uppdrag. Bland dessa var miljöriskbedömning av dumpad ammunition i Dalkarlsbergsgruvan. Inledande kontakter med Bofors AB under 1997 angående miljöriskbedömningar av explosivämnen har inneburit att ett flertal uppdrag med likartat innehåll genomförts för företagets räkning.

Den kompetens som byggts upp under denna inledande period (t.o.m. 1997) integrerades i projektet *Miljöriskbedömning av försvarsspecifika kemikalier: I Explosivämnen*, som startade 1998.

Nedan görs en kort exposé av verksamheten omfattande perioden fram till 1998. Därefter redogörs årsvis för verksamheten inom projektet från 1998 till och med 2001. Sammanställningen är baserad på FOIs årsrapporter samt kategorierna publicerade rapporter, vetenskapliga uppsatser, diarieförda ärenden och konferensbidrag.

Därutöver har kompetens som byggts upp inom projektet nyttjats för undervisning på universitet (grund- och forskarnivå), samt för handledning av ett par examensarbeten, en licentiatuppsats och två doktorsavhandlingar. Under åren fram till 2001 har också ett stort antal föredragningar och presentationer genomförts inom ramen för projektverksamheten. Dessa prestationer redovisas inte i denna rapport.

Projektledare för perioden 1994-2001 har varit Rune Berglind (1994-1996), Birgitta Liljedahl (1996-1997), Mats Forsman (1998-2000) och Jan Sjöström (2000-2001).

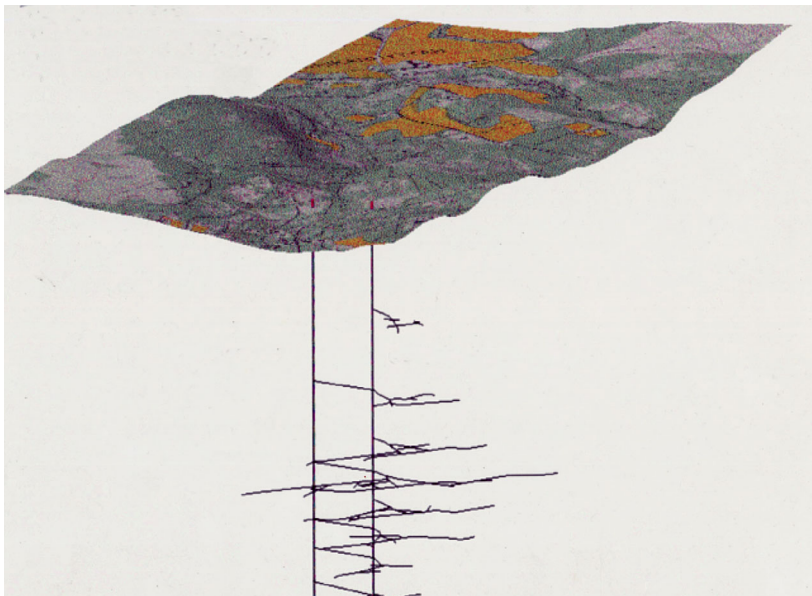
Åren 1994-1997

Parallellt med de aktiviteter som nämnts ovan, genomfördes under 94/95 även förberedande arbete med att skapa internationella kontakter inom grundvattenmodellering och biologisk destruktion av explosivämnen. I en rapport, som redovisas nedan, framträder ett arbetsfält som är stadd i en snabb utveckling. I samarbete med Statens Geotekniska Institut (SGI) och med finansiellt stöd från avfallsforskningsrådet har också en kartläggning av biologiska saneringsmetoder i allmänhet genomförts.

Under 95/96 etablerades två olika testmetoder med evertebrater som försöksdjur. Odling av lövmask (*Esenia foetida*) i kompostjord och inledande undersökningar av djurens känslighet för standardkemikalier påbörjades. Även en metod för odling av vattenloppa (*Daphnia magna*, *Cladocera*, *Crustacea*) såväl som toxikologiska tester med vattenloppa enligt riktlinjer från OECD-guidelines och EPA (amerikanska naturvårdsverket) har inarbetats och utvärderats.

Ett samarbete påbörjas 1996 med US Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, USA avseende metoder för grundvattenmodellering.

Sammantaget under denna period framträder två viktiga milstolpar, dels sammanställningen över miljöfarliga ämnen i dumpad ammunition, dels den omfattande utredningen på dumpad ammunition i Dalkarlsbergs gruvschakt (se rapporter nedan). Dessa arbeten kan sägas vara av pionjärkaraktär och har fler än en gång tjänstgjort som kunskapsunderlag eller stöd i olika sammanhang. Examensarbeten på FOI NBC-skydd (Uppsala universitet) blir också färdiga, ett som behandlar grundvattenmodellering och ett som undersökt TNT i Östersjösediment. Andra arbetsuppgifter har varit undersökning av biologisk nedbrytning av explosivämnen och simulering av TNT-läckage. Utöver huvudområdet explosivämnen har arbeten gjorts på bl a riskbedömning av kablar, preliminära riktvärden för bedömning av förorenad mark samt risker för vattenföroreningar.



Figur 1. Skiss över de två gruvschaktens utbredning i Dalkarlsbergsgruvan. Totaldjup är ca 500 m.

Rapporter

Titel	Miljöfarliga ämnen i dumpad ammunition
Rapportnr	FOA-R--96-00299-864--SE
Författare	Berglind R och Liljedahl B
Inst	44
Titel	Regional grundvattenmodellering utifrån GIS-data
Rapportnr	FOA-R--96-00344-222--SE
Författare	Graffner O
Inst	42
Titel	Återvinning och kemisk destruktion av sprängämnen och drivämnen
Rapportnr	FOA-R--95-00155-4.5--SE
Författare	Granbom P O
Inst	42
Titel	Biologisk nedbrytning av explosivämnen,
Rapportnr	FOA-R--95-00124-4.4--SE
Författare	Sandström J, Forsman M
Inst	44
Titel	TNT i Östersjösediment
Rapportnr	FOA-R--96-00343-8.7--SE
Författare	Eriksson J
Inst	42
Titel	TNT – uppträdande i mark och grundvatten – en kunskapsöversikt
Rapportnr	FOA-R--96-00268-222--SE
Författare	Liljedahl B, Eriksson J
Inst	42
Titel	Dumpad ammunition i gruvschakt, Dalkarlsberg: en miljöriskbedömning
Rapportnr	FOA-R--97-00651-222--SE
Författare	Liljedahl B, Qvarfort U
Inst	42
Titel	Simulering av TNT-läckage i havsmiljö.
Rapportnr	FOI-R--0304--SE
Författare	Andersson A-C, Eriksson J, Hägglund L, Nygren Y, Johansson T, Forsman M
Inst	440, 430

Titel Årsrapport 1994/95 för forskningsområde ”Miljösäkerhet”
 Rapportnr FOA-R--95-00179-1,5--SE
 Författare Ahlberg M
 Inst 42

Titel Årsrapport 1995/96 för FoT-området, miljöfrågor
 Rapportnr R--97-00398-222--SE
 Författare Ahlberg M
 Inst 42

Titel Årsrapport 1997 för FoT-området miljöfrågor
 Rapportnr FOA-R--98-00685-222--SE
 Författare Ahlberg M
 Inst 42

Diarieförda ärenden

DNR 96-5261/U
 Ärendemen FOA-tox 6011
 Mottagare FM HKV Miljö

DNR 97-3436/U
 Ärendemen Slutrapport miljöriskbedömning av sjö- och markkabel
 Mottagare FM HKV Miljö

DNR 96-3175/U
 Ärendemen Svar på remiss- prel riktvärden för bedömning av förorenad mark och dess tillämpning
 Mottagare FM HKV Miljö

DNR 96-1851/U
 Ärendemen Ang bedömning av risk för uppkomst av skadliga miljöeffekter förorsakade av kabel
 Mottagare FM HKV

DNR 97-H762/U
 Ärendemen Granskning: utredning om risker för vattenföroreningar
 Mottagare FM HKV, FORTV, F10

Årsvis redovisning av verksamheten

År 1998

Detta år påbörjas det fyraåriga FM-uppdraget *Metoder för miljöriskbedömning av försvarsspecifika kemikalier: I Explosivämnen*. Under första delen av året inriktades verksamheten mot att försöka bestämma nya explosivämnens giftighet, då kunskapsläget beträffande såväl nya som gamla explosivämnens miljöfarlighet var ofullständig (CL20, ADN, TNT, RDX m. fl).

Genom Rune Berglinds ettåriga vistelse vid Aberdeen Proving Ground i USA kunde projektets ekotoxikologiska kompetens kompletteras med Microtox-test och ett reproduktionstest som baseras på *Ceriodaphnia*. Detta test ingår i OECDs standardmetoder och används för studier av kemikaliers kroniska toxicitet i vattenmiljö.

Vidare införlivades kompetens inom multivariat dataanalys i projektet.

En undersökning som genomfördes för att utröna ifall det finns några synergistiska effekter av blandningar mellan TNT och tungmetaller, visade inte på några sådana fenomen.

Även algtester för toxikologisk bestämning av kroniska effekter/långtidspåverkan av explosivämnen på organismer i mark och vatten påbörjades under detta år.

På modelleringssidan fortsatte samarbetet enligt det avtal som fanns med Waterways Experiment Station (WES), Department of Defence, USA även om slutgiltigt under-tecknande ännu (läs: 2001) inte hade skett. Ytterligare ett förslag på samarbetsavtal mellan DoD USA och Sverige utarbetades under året rörande "Environmental Fate and Ecotoxicology" som ett resultat av Rune Berglinds USA-vistelse.

Tillämpningen av forskningsresultaten i externa beställningar under detta år, kännetecknas av fortsatta studier på ammunition i vatten- och gruvmiljö. Dalkarsbergsprojektet presenteras vid 24th Environmental Symposium and Exhibition, Tampa, Florida.

Rapporter

Titel	Miljöriskbedömning av oexploderad ammunition i akvatisk miljö, förstudie
Rapportnr	FOA-R--98-00814-222--SE
Författare	Andersson A-C, Eriksson J, Nygren Y, Hägglund L, Forsman M
Inst	42, 44, 45

Titel	Dumpad ammunition i Dalarnas län
Rapportnr	FOA-D--98-00397-222--SE
Författare	Liljedahl B, Qvarfort U, Fällman Å
Inst	42, 45

Titel Årsrapport 1998 för FoT-området Miljöfrågor (FM)
 Rapportnr FOA-R--99-00988-222--SE
 Författare Ahlberg M
 Inst 42

Konferensbidrag

Titel Dumped Ammunition in Two Mine Shafts
 Författare B. Liljedahl, J. Sjöström, L. Hägglund, Y. Nygren, R. Berglind, M. Muribi, U. Qvarfort, J.G. Holmén, J. Helldén.
 Konferens 24th Environmental Symposium and Exhibition, Tampa, Florida, USA
 Typ av bidrag Poster (Jan Sjöström)
 Datum 1998-04-06—04-09

År 1999

Arbetet under året har framförallt fokuserats på utveckling av metoder för bestämning av explosivämnens ekotoxikologiska egenskaper. Dessa resultat har varit av stor praktisk nytta vid undersökningar av bl a explosivämneskontaminerade områden inom Bofors skjutfält. Framtagande av försöksuppställning för laborativ simulering av TNT-utsläpp i akvatisk miljö har genomförts.

En modell som tidigare utvecklats för transport i mark och porluft av kemiska stridsmedel har anpassats för TNT och dess metaboliter. Syftet är att modellen ska kunna användas till att bl a studera löst och resuspenderat organiskt materials betydelse för spridning av TNT i mark.

Undersökning av den akuta giftigheten hos de nya explosivämnena CL20 och FOX-7 genomfördes med hjälp av testorganismen vattenloppa (*daphnia magna*) och grönalger (*selenastrum capricornutum*). Resultaten indikerade låg toxisk effekt av CL-20 på vattenloppa och ingen påverkan av FOX-7.

I övrigt avrapporteras under året tre större miljöriskbedömningsuppdrag, nämligen miljöriskbedömning av Bofors skjutfält och Björkborns brännplats i Karlskoga (inkl. deluppdrag på ammunitionsdestruktion), miljöriskbedömning av dumpad ammunition i svenska sjöar, samt miljöriskbedömning av Ämari flygbas i Estland. Under året sammanställdes även forskningsplaner och offerter vad gäller TNTs uppträdande i havssediment och sjödumpning av rökgranater.



Figur 2. Installation av grundvattenrör på Ämari flygbas, Estland. Borrutrustningen är av beprövad och robust rysk modell.

Rapporter

Titel	Akut toxicitet av explosivämnena CL20 och FOX-7 på vattenloppan Daphnia magna
Rapportnr	FOA-R--99-01294-862--SE
Författare	Berglind R, Andersson A-C
Inst	43, 44

Titel	Användning av vattenloppa som screeningorganism vid toxikologisk undersökning av organiska fosforföreningar och vid utveckling av motmedel.
Rapportnr	FOA-R--99-01083-862--SE
Författare	Berglind R, Artursson E
Inst	43

Titel	Ammunitionsdestruktion – metoder, miljöpåverkan och förslag till utsläppsgränser
Rapportnr	FOA-R--99-01172-222--SE
Författare	Hägglund L, Burman J, Lamnevik S och Carlsson S
Inst	2, 45, 47

Titel	Miljöriskbedömning av dumpad ammunition i svenska insjöar, explosivämnens och metallers uppträdande i vatten- och sedimentfas
Rapportnr	FOA-R--99-01070-222--SE
Författare	Forsman M, Liljedahl B, Sjöström J
Inst	42, 44
Titel	Miljöriskbedömning av förbrännings-, sprängnings- och deponeringsområden inom Bofors skjutfält och Björkborns ind område
Rapportnr	FOA-R--99-01029-222--SE
Författare	Scott Å, Sjöström J
Inst	42, 47
Titel	Miljöriskbedömning av förbrännings-, sprängnings- och deponeringsområden inom Bofors skjutfält och Björkborns ind område
Rapportnr	FOA-R--99-01170-222--SE
Författare	Sjöström J, Qvarfort U, Scott Å, Liljedahl B, Fällman Å, Hägglund L, Berglind R, Wiklund A
Inst	42, 45, 47
Titel	Miljöriskbedömning av Ämari Flygbas, Estland Del 1: Rapport
Rapportnr	
Författare	FM, FOA4, SGU, EGK (Jan Sjöström redaktör)
Inst	400
Titel	Miljöriskbedömning av Ämari Flygbas, Estland Del 2: Bilagor
Rapportnr	
Författare	FM, FOA4, SGU, EGK (Jan Sjöström redaktör)
Inst	400
Titel	Årsrapport 1999 för FoT-området Miljöfrågor (FM)
Rapportnr	FOA-R--00-01396-222--SE
Författare	Fängmark I
Inst	400

Diarieförda ärenden

DNR 99-5619/U
 Ärendemen Forskningsplan/ Offert angående spridning och toxicitet av sprängämnen bundet i sediment
 Pers Sjöström J, Berglind R, Forsman M
 Mottagare FM, HKV

DNR 99-5311/U
 Ärendemen Offert: sjödumpning - rökgranater
 Pers Sjöström J, Berglind R, Forsman M
 Mottagare FM, HKV

DNR 99-86/U
 Ärendemen Offert: miljöriskbedömning av Ämari flygfält, Estland
 Pers Sjöström J
 Mottagare FM, HKV

År 2000

Under året genomfördes försök på de komponenter som har störst betydelse för inbindningen av TNT i ett vattenmättat system. Experimenten – som omfattade temperatur, jonstyrka, pH, organisk halt, lertyp A (kaolin), lertyp B(montmorillonit) och tre sandtyper – visade att den organiska halten har störst betydelse. Dessa resultat har blivit viktiga byggstenar i förståelsen av vad som sker med sprängämnet i mark- och vattenmiljön.

Transportmodellen avseende TNT i mark – vilken föregående år tagits fram genom att utgå från en spridningsmodell för C-stridsmedel – vidareutvecklades under året. Kraven var att TNT-modellen ska ta hänsyn till variabel fuktighet, konvektion av gasfas samt utvidgad parametrisering av atmosfäriska storheter. Vid slutet av året framlades ”betaversion” av TNT-transportmodellen.

Explosivämnena CL 20, FOX 7 och FOX 12 undersöktes med avseende på effekter på reproduktionen hos en annan typ av vattenloppa *Ceriodaphnia dubia*. Studien visade att alla tre substanserna påverkar reproduktionen negativt och att explosivämnena måste utredas vidare med avseende på nedbrytbarhet i naturen samt omvandling och nedbrytning i exponerade organismer.

Försök avseende effekter av UV-A strålning på akut toxicitet av CL 20, FOX- 7 och dinitroamidbaserat explosivämne startade under året.

En mikrobiologisk testmetod och en testmetod på alg färdigställdes för att kunna praktiseras nästa budgetår (2001). Arbetet med ovanstående toxicitetsförsök och testmetoder har gjorts i samarbete med FOI Vapen och skydd.

I samordning med ett examensarbete vid Umeå universitet, påbörjades en utvärdering av en toxikologisk cellmodell (L929-fibrocyter från muslunga). Syftet var att eventuellt kunna nyttja en cellmodell för bedömning av långtidspåverkan från explosivämnen i sediment och jord.

En uppgift under året bestod i att se över totalförsvarets behov av och krav på system för miljöriskbedömning och riskklassning; bl a mot bakgrund av de nedläggningar av anläggningar som pågår. Vidareutveckling av metodik och system för miljöriskbedömning och riskklassning diskuterades inom ramen för en EU Mål 1-ansökan som inlämnades vid slutet av året (Marksaneringscentrum Norr, huvudsökande Institutionen för Miljökemi, Umeå universitet). FOIs medverkan i ansökan gäller delar av metodutveckling där samordning med civila intressen bedömts vara nödvändig.

På uppdragssidan genomfördes bl a grundvattenmodellering av Revinge hed (FORTV/FM), en studie över miljörisker med kvarlämnad rökammunition (FM) samt en fördjupad miljöriskbedömning inom Bofors skjutfält. En förstudie genomfördes också på miljöriskerna med markkabel vid militära anläggningar (FORTV).

I övrigt lämnades en lägesrapport av projektet till FM. Två större uppdrag offererades – dels forskningsplan på TNT i havssediment (FM), dels miljöriskbedömning av en rysk militärbas (Utrikesdepartementet, UD). Projektförslaget i Ryssland bifölls under sommaren i form av ett regeringsbeslut och inleddes med besök i Moskva, Pskov och Ostrov i augusti.

Tillgodogjorda erfarenheter i miljöriskbedömning av militära anläggningar i Baltikum presenterades vid två internationella konferenser – i Litauen och USA. Johan Eriksson presenterar forskningsresultat på TNTs fördelning i markens organiska material, vid en internationell konferens i Italien.

Samarbete med FFI Norge och Uppsala univ. Blyspridning i mark från blykulor som legat i marken sedan 1658, 1716 resp. 1718 (Fredrikstens fästning, Halden, samt Tistedalen). Fältundersökning genomfördes 5-7 juni -00.

Mikrobiologiska undersökningar av provmaterial från Bofors brännplats inom skjutfältet i Karlskoga, samt från sjöar med dumpad ammunition presenterades i form av två uppsatser i internationella vetenskapliga tidskrifter. Resultaten har haft betydelse för förståelsen av hur explosivämnen omvandlas/bryts ned i naturlig miljö, samt för hur mikroorganismer i sjösediment påverkas av TNT.



Figur 3. Fynd av 16-lödig blykula från 1654 vid Fredrikstens fästning utanför Halden, Norge. Frånsett ett tunt lager av blyoxid är kulan helt intakt efter över trehundra år i jorden. Notera det fint bevarade lilla lufthålet som uppstår vid gjutningen. Kulan är ca 17 mm i diameter.

Rapporter

Titel	Grundvattenmodellering och känslighetsbedömning av Revinge Hed: en pilotstudie inom ramen för ÖMAS
Rapportnr	FOA-R--00-01601-222--SE
Författare	Liljedahl Birgitta, Burman Jan, Sjöström Jan
Inst	42, 47
Titel	Akut toxicitet av två explosivämnen, ADN och FOX-12, på vattenloppa, <i>Daphnia magna</i>
Rapportnr	FOA-R--00-01364-222-SE
Författare	Berglind Rune, Andersson Ann-Christin
Inst	43
Titel	Kvarlämnad rökammunition med vit fosfor (P4): miljörisker ur ett långtidsperspektiv
Rapportnr	FOA-R--00-01569-222--SE
Författare	Berglind R, Henriksson C
Inst	43, 47
Titel	Indikering av minor med indikatorbakterier.
Rapportnr	FOA-R--00-01412-222--SE
Författare	Ng Lee C, Forsman M
Inst	44

Titel Fördjupad miljöriskbedömning av två sjöar inom Bofors skjutfält
 Rapportnr FOA-R--00-01455-222--SE
 Författare Qvarfort Ulf Sjöström Jan Bäckström Mattias Forsman Mats
 Inst 42, 44

Titel Miljöriskbedömning av kablar i mark vid militära anläggningar, förstudie
 Rapportnr FOA-R--00-01528-222--SE
 Författare Henriksson C, Liljedahl B, Sjöström J
 Inst 42, 47

Titel Årsrapport 2000 för FoT-område Miljöfrågor (FM)
 Rapportnr FOI-R--0005-SE
 Författare Mats Ahlberg
 Inst Stab

Diarieförda ärenden

DNR 00-6056/U
 Ärendemen FOI Memo: Lägesrapport året 2000- Projektet Metoder för
 miljöriskbedömning – I explosivämnen
 Mottagare FM

DNR 00-1324/U
 Ärendemen Forskningsplan/Offert spridning och toxicitet av sprängämnen bundet i
 sediment
 Pers Sjöström J, Berglind R, Forsman M
 Mottagare FM, HKV

DNR 00-1837/U
 Ärendemen Framställan: Försvarsmiljöprojekt: Miljöriskbedömning av den ryska
 armebasen i Ostrov-3 Ryssland.
 Mottagare UD

Konferensbidrag

Titel Environmental Projects in the Baltic States "The Ämari Project"
 Förf Sjöström, J., Berglind, R., Burman, J. & Liljedahl, B.
 Konferens NordSoil Conference Soil and Groundwater Pollution: Expanding
 Possibilities for Nordic-Baltic Co-Operation, Vilnius, Lithuania
 Typ av bidr föreläsning (Birgitta Liljedahl) och abstract
 Datum 2000-03-13--03-15

Titel	US DoD – Swedish Collaborative Defence Environmental Projects in the Baltic States.
Förf	Ulf Fredriksson (FM HKV), Jan Sjöström, Rune Berglind
Konferens	26 th Environmental Symposium and Exhibition, Long Beach, Kalifornien, USA.
Typ av bidr	föreläsning (Ulf Fredriksson)
Datum	2000-03-27--03-30
Titel	Distribution of TNT between aqueous and solid phase soil organic matter
Förf	Johan Eriksson
Konferens	Interactions of Soil Minerals with Organic Components and Microorganisms. Neapel, Italien
Typ av bidr	föredrag, abstract
Datum	Maj 2000

Vetenskapliga uppsatser

Per Wikström, Hägglund L, and Forsman M. 2000. Structure of a natural microbial community in a nitroaromatic contaminated groundwater is altered during biodegradation of extrinsic, but not intrinsic substrates. Microbiol. Ecol. 39:203-210.

Wikström P., Andersson A-C, Nygren Y., Sjöström J., and Forsman M. 2000. Influence of TNT transformation on microbial community structure in four different lake microcosms. J. Applied Microbiol. 89:302-308.

År 2001

Under detta sista år av projektetappen *I Explosivämnen* har det återstående arbetet med att tillämpa TNT-modellen lyfts över till det av SRV, FMV och FM finansierade Mindetektningsprojektet (PL Lena Sarholm, FOI Vapen och Skydd). Modelleringsarbetet kommer där framledes att bedrivas i samarbete med norska FFI.

Undersökning av nyutvecklade explosivämnens (CL20, FOX7, FOX12 och GDN) nedbrytbarhet pågår i skrivande stund (läs: december 2001). Ett av de nya explosivämnena, Guanyldinitroamid (GDN), har varit nedgrävd i sand under sex månader. Toxicitetstest på vattenextrakt av prov från platsen visar ingen toxisk effekt på celler. Detta kan tyda på att substansen är nedbrytbar i naturen.

Metoduppställning för tester av enzymaktivitet färdigställdes under året och en undersökning av nya explosivämnens enzympåverkan startade under hösten. Syftet är att finna indikatororganismer för tidigt påvisande av giftighet från explosivämnen. Preliminära resultat visar att CL20 påverkar djuret att öka aktiviteten eller mängden av viktiga avgiftningensenzym. Dessutom indikerar försöket att CL20 har liknande egenskaper som många mediciner och även miljögifter.

Undersökningen av UV-A: s inverkan på nya explosivämnens giftighet slutfördes och visade att toxiciteten hos tre av substanserna påverkades (FOX12, CL20 och ADN). Den akuta toxiciteten hos FOX7 påverkades inte av UV-A. Resultaten från UV-A-studierna har redovisats på en konferens i toxikologi.

CL20 och FOX7: s effekter på algers tillväxt studerades varvid framkom att substanserna ger små förändringar. För att utröna om dessa nya explosivämnen påverkar algernas förmåga att producera energi kommer kloroplasternas kondition studeras genom s.k. flödescytometri

Extrakt från jordprover testades toxikologiskt på vattenloppa. Resultaten visar på distinkta svar vilka har god överensstämmelse med andra metoder som används för mätningar av lakvattens toxicitet (Microtox och test på celler).

I försök som genomförts inom ramen för utformning av en enkel celltestmetod (celler från muslunga) för scanning av jordextrakt, visades att optimal temperatur och tryck vid extraktionen starkt påverkar uppmätt celltoxicitet. Delresultat från celltestförsöken har publicerats i en konferensposter.

En genomförd litteraturstudie visar att kapillär elektrofores (CE) med fördel kan användas för detektion av explosivämnen (nitroaromater). Med MECC-teknik (micellar electrokinetic capillar chromatography) kan även icke saltformiga sprängämnen analyseras. Inga publikationer som beskriver CE-analys av ADN, GDN eller FOX-12 har dock påträffats. Arbetet med att utveckla analysmetoder för dessa ämnen har påbörjats.

EU Mål 1-projektet Marksaneringscentrum Norr (MCN) beviljades medel vid mitten av året. Inom ramen för vidareutveckling av metodik för riskbedömning har studier startats på verktyg för spridningsberäkning som skulle kunna ha tillämpning inom miljöriskbedömning (t ex invers modellering, geostatistik).

Vad gäller de enskilda beställningarna avrapporterades 2001 en omfattande undersökning av miljörisker med markkablar, utgående från provtagningar och mätningar i fält vid två anläggningar i Sverige. I övrigt har bl a miljöriskbedömningar gjorts för explosivämneskontaminerade industriområden i Lindesberg, samt för områden på Musköbasen. På området geografiska informationssystem (GIS) har genomförts en utveckling av GIS-gränssnitt för föroreningsmodellering i mark, samt GIS-implementering av industriområden i Kosovo. Utbildningsuppdrag och fortsättningsprojekt i Baltikum har genomförts under året för FMs räkning. Projektkompetens har även avtappats för en specialundersökning av tungmetallförorenad jord från Kosovo samt för undersökning av krut som deponerats på sjöbotten. Uppdraget på Ostrovbasen i Ryssland fortgick under året med efter omständigheterna goda resultat och redovisades i en lägesrapport till UD i juni.

Samarbetsdiskussioner har inletts med Holland (TNO) och Kanada (DREV).

Offereringar ha bl a lagts på utbildning i miljöriskbedömning för ryska militärbaser (UD), samt på forstsatt modellering och känslighetsklassificering av övnings- och skjutfält inom ÖMAS (FM/FORTV).

Delresultat från Johans Erikssons doktorsarbete vid SLU i Umeå, redovisas som vetenskaplig artikel i en internationell tidskrift. Uppsatsen behandlar uppträdandet av TNT och dess nedbrytningsprodukter i markorganiskt material.



Figur 4. Provtagning av jord invid markkabel. Jordproverna analyserades senare med avseende på bl a mjukgörare (ftalater) och tungmetaller.

Rapporter

Titel	Utveckling av ett GIS-gränssnitt för modellering av föroreningstransport i mark
Rapportnr	FOI-R--0176--SE
Författare	Jonsson J-O, Burman J
Inst	430
Titel	Undersökning av mark och grundvatten inom Nammo LIAB, Lindesberg, MIFO-Fas 1.
Rapportnr	FOI-R--0029--SE
Författare	Liljedahl B, Qvarfort U, Waleij A
Inst	430, 440
Titel	Miljöriskbedömning av brandövningsplats och bergdeponi vid Musköbasen
Rapportnr	FOI-R--0231--SE
Författare	Qvarfort U, Waleij A
Inst	430, 440
Titel	Fördjupad miljöriskbedömning av två sjöar inom Bofors skjutfält
Rapportnr	FOI-R--0240--SE
Författare	Qvarfort U, Waleij A
Inst	430, 440

Titel Miljöriskbedömning av kablar i mark vid militära anläggningar,
fältundersökning
Rapportnr FOI-R--0220--SE
Författare Edlund C, Genberg H, Liljedahl B, Berglind R, Leffler P, Fällman Å,
Ragnvaldsson D, Sjöström J
Inst 430, 410

Titel Effekt av explosivämnen CL20, FOX-7 och FOX-12 på reproduktionen
hos vattenloppan *Ceriodaphnia dubia*
Rapportnr Manuskript
Författare Berglind, R., Andersson, A-CH.
Inst 430, 410

Diarieförda ärenden

DNR 2001/1073
Ärendemen FOI Memo: Metallundersökning av Kosovoprov
Mottagare SWEDINT

DNR 2001/2239
Ärendemen FOI Memo: Provfiske i Ormtjärn, Bofors skjutfält – innehåll av bly i
muskulatur hos fisk
Mottagare Bofors Test Center AB

DNR 01-2268/U
Ärendemen FOI Memo: Undersökning av krut som deponerats på sjöbotten
Mottagare FM HKV Miljö

DNR 2001/2332
Ärendemen FOI Memo: GIS implementation of industrial sites in Kosovo
Mottagare KFOR

DNR 2001/1273
Ärendemen Offert: Försvarsmiljöprojekt: utbildning i Ämarimodellen- Lettland och
Litauen
Pers Sjöström J, Jonzén B
Mottagare FM, HKV

DNR 2001/1560
Ärendemen Offert: Underlag för beslut- Grundvattenmodellering och
känslighetsbedömning av övnings- och skjutfält
Pers Sjöström J, Jonzén B
Mottagare FM, HKV Miljöavd.

DNR	2001/862
Ärendemen	Offert: Försvarsmiljöprojekt- fördjupad miljöriskbedömning av armébasen i Adazi, Lettland
Pers	-
Mottagare	FM, HKV Fredriksson U
DNR	2001/2268
Ärendemen	Offert: Mark- och grundvattenundersökningar samt riskklassning av en deponi och brännplats på Musköbasen
Pers	Sjöström J, Jonzén B
Mottagare	FM, HKV
DNR	01-4087/U
Ärendemen	Framställan: Program för försvarsmiljöutbildning i Ryssland; Miljöriskbedömning vid avveckling av militära anläggningar i Ryssland
Pers	Sjöström J, Jonzén B
Mottagare	UD
DNR	01-1560/U
Ärendemen	Grundvattenmodellering och känslighetsbedömning av övnings- och skjutfält En komponent inom ÖMAS (Övnings- och Miljöanpassad Skötselplan) Del 2.
Pers	Sjöström J, Jonzén B
Mottagare	FM

Konferensbidrag

Ragnvaldsson, D. & Leffler, P; 2001. Cytotoxicity guided risk estimation of polluted soils. Abstract at the SETAC Conference, May 6-10, Madrid).

Berglind, R. & Andersson, A-C., 2001. Toxic effects of four new explosives in the water flea *Ceriodaphnia dubia* . Poster presenterad vid IXth International Congress of Toxicology 8-12 July 2001, Brisbane, Australia.

Berglind, R. 2001. Interaction between pH, Potassium, Calcium, Bromide and Phenol on the Bioluminescence of *Photobacterium phosphoreum* (Poster presenterad vid 9th Annual Meeting of SETAC-Europe, 25-29 May 1999, Leipzig, Germany)

Vetenskapliga uppsatser

J. Eriksson & U. Skyllberg, 2001: Binding of 2,4,6-Trinitrotoluene and its Degradation Products in a Soil Organic Matter Two-Phase System. J. Environ. Qual. 2001 30: 2053-2061.