

JOAKIM HÄGVALL,  
ROSE-MARIE KARLSSON



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.

Joakim Hägvall, Rose-Marie Karlsson

# Livscykelaspekter på ny ammunition i ett miljöperspektiv

<b>Utgivare</b> FOI - Totalförsvarets forskningsinstitut Vapen och skydd 147 25 Tumba	<b>Rapportnummer, ISRN</b> FOI-R--1782--SE	<b>Klassificering</b> Underlagsrapport
	<b>Forskningsområde</b> 5. Bekämpning och skydd	
	<b>Månad, år</b> November 2005	<b>Projektnummer</b> E2031
	<b>Delområde</b> 51 VVS med styrda vapen	
	<b>Delområde 2</b>	
<b>Författare/redaktör</b> Joakim Hägvall Rose-Marie Karlsson	<b>Projektledare</b> Joakim Hägvall	
	<b>Godkänd av</b>	
	<b>Uppdragsgivare/kundbeteckning</b> FM	
	<b>Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig</b>	
<b>Rapportens titel</b> Livscykelaspekter på ny ammunition i ett miljöperspektiv		
<b>Sammanfattning</b> <p>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.</p> <p>Då det är många aktörer inblandade, Försvarmakten, 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.</p> <p>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.</p>		
<b>Nyckelord</b> Återvinning, explosivämnen, miljö, ammunitionsavveckling, demil		
<b>Övriga bibliografiska uppgifter</b>	<b>Språk</b> Svenska	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Antal sidor:</b> 16 s.	
<b>Distribution enligt missiv</b>	<b>Pris:</b> Enligt prislista	

<b>Issuing organization</b> FOI – Swedish Defence Research Agency Vapen och skydd 147 25 Tumba	<b>Report number, ISRN</b> FOI-R--1782--SE	<b>Report type</b> Base data report
	<b>Programme Areas</b> 5. Strike and protection	
	<b>Month year</b> November 2005	<b>Project no.</b> E2031
	<b>Subcategories</b> 51 Weapons and Protection	
	<b>Subcategories 2</b>	
<b>Author/s (editor/s)</b> Joakim Hägvall Rose-Marie Karlsson	<b>Project manager</b> Joakim Hägvall	
	<b>Approved by</b>	
	<b>Sponsoring agency</b> Swedish Armed Forces	
	<b>Scientifically and technically responsible</b>	
<b>Report title (In translation)</b> Lifecycle analysis of new ammunition - an environmental view		
<b>Abstract</b> <p>In the world today there is a focus on environmental impacts and the military defence sector is not an exception. This report analyses in which direction the FOI research should develop to ensure most benefit concerning cost efficiency on environmental issues and has to meet the needs suited for Swedish conditions. It is concluded that it is important to have a cradle to the grave perspective concerning ammunition.</p> <p>Due to the large number of actors involved, The Swedish Armed Forces, FMV, the industry and FOI, there is a great demand on a formalized and well functioning system for demilitarisation. The ammunition life cycle is long and that means great demands on long-term planning, transference of knowledge, documentation, feedback and precise, far-sighted and well thought out specifications from the orderer to the manufacturer. If this system doesn't work there is a risk that the recycling decreases and that the demilitarisation gets unnecessarily expensive and problematic.</p> <p>Therefore, FOI wants to continue the research the next years with a survey of the way these issues are managed today at the different authorities. The objective is to identify possible weaknesses of the system and to suggest improvements.</p>		
<b>Keywords</b> Reuse, energetic material, environment, demil		
<b>Further bibliographic information</b>	<b>Language</b> Swedish	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Pages</b> 16 p.	
	<b>Price acc. to pricelist</b>	

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>1</b>
<b>ACKRONYMER</b> .....	<b>3</b>
<b>BAKGRUND</b> .....	<b>4</b>
<b>TIDIGARE FORSKNING</b> .....	<b>4</b>
FÖRBRÄNNINGSMETODER.....	4
METOD FÖR ÅTERVINNING AV SVENSK RÖKFACKLA.....	5
ÅTERVINNING AV EXPLOSIVÄMNEN.....	5
LCA.....	6
EUROPA.....	7
<b>UTLÄNDSKA KOMMENTARER</b> .....	<b>7</b>
USA.....	7
NATO.....	7
STORBRITANNIEN.....	8
FRANKRIKE.....	8
ÖVRIGA VÄRLDEN.....	8
<b>WORKSHOP</b> .....	<b>9</b>
FÖRSVARSMAKTEN SYN PÅ AMMUNITIONSÄVVECKLING.....	9
<i>Dokumentation</i> .....	9
<i>Kemiska egenskaper</i> .....	9
<i>Miljöfarliga ämnen</i> .....	10
<i>Demonteringsrationalitet</i> .....	10
<i>Säkerhet</i> .....	10
<i>Spårbarhet</i> .....	10
<i>Emballage</i> .....	10
GRUPPARBETE.....	11
<i>Sammanfattning av båda gruppdiskussionerna</i> .....	11
GRUPPREDOVISNING.....	13
<i>Grupp 1</i> .....	13
<i>Grupp 2</i> .....	13
UPPSUMMERING.....	14
<b>SLUTSATSER</b> .....	<b>15</b>
REFERENSER.....	16

## Bilagor

1. Inbjudan och program till workshopen
2. Deltagarförteckningen från workshopen
3. Återgivning av diskussionerna i grupp 1
4. Återgivning av diskussionerna i grupp 2

## Sammanfattning

I världen idag finns det ett stort fokus på miljöeffekter, så även inom försvarssektorn. Traditionellt sett har forskningen avseende ammunition inriktats mot utveckling av miljövänligare energetiska material. Resultat av FOIs forskning har dock visat att det inte alltid är explosivämnet i sig som ger störst miljöpåverkan (Hägvall 2004). 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.

Rapporten behandlar internationella och nationella åsikter inom området, samt andra nationers forskningssyn inom det specifika området miljöeffekter från ammunition. Det finns också en rapport från en workshop som hölls av FOI den 18 maj 2005. Titeln på denna workshop löd ”Vad bör forskning om livscykelaspekter på ny ammunition fokusera på?”.

Slutsatsen utifrån tidigare forskning och diskussionerna på den nämnda workshopen 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 det viktigt att det finns ett formaliserat och väl fungerande system för hur dessa frågor skall hanteras. Tidsperspektiven är långa vilket ställer höga krav på långsiktig planering, kunskapsöverföring, tydliga, 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.



## Ackronymer

Demil – Nedrustning av ammunition

IATA - International Air Transport Association, är namnet på ett internationellt samarbetsorgan för omkring 150 av världens ledande flygbolag.

LCA – Livscykelanalys, den består som regel av tre steg: en *inventering* av vad som släpps ut, hur mycket energi som går åt etc., en *klassificering* av utsläppens miljöbelastning och en *värdering* av miljöpåverkan (Ur Nationalencyklopedin).

OB – Öppen förbränning

OD – Öppen detonation

Q vikt – Vikten av explosivämnet i ammunition

PFP – Partnership for Peace

SAKAB – Svensk Avfallskonvertering AB



## Bakgrund

I världen idag anses energetiska material vara den komponent i ammunition som ger störst negativ miljöpåverkan. När det gäller miljöfrågor inom försvarssektorn ligger därför fokus ofta på explosivämnen. Detta har varit ett accepterat fenomen inom hela forskningsetablissemang. En livscykelanalys genomförd vid FOI (Totalförsvarets Forskningsinstitut) visade dock att andra faktorer än explosivämnet hade större inflytande på en granats miljöpåverkan (Hägvall et al 2004).

Inom FOI pågår en rad olika forskningsinsatser inom området miljö. Detta omfattar vitt skilda ämnen såsom återvinning av explosivämnen, provtagningsstrategier för miljöriskbedömning och livscykelanalyser. Två av dessa forskningsprogram inriktar sig mot miljö och ammunition. En forskargrupp inom FOI har ställt frågan om FOIs forskning inom detta område ligger rätt i förhållande till de behov som Sverige har. Berörda parter inom Försvarsmakten (FM), Försvarets materielverk (FMV) och industrin inbjöds av FOI till en workshop den 18 maj 2005 för att diskutera den framtida forskningsinriktningen. Målet är att få största möjliga miljönytta för satsade resurser. Resultatet av workshopen presenteras i slutet av denna rapport. Nedan följer en översikt av genomförd och pågående FOI-forskning om ammunition och miljö, samt hur andra länder ser på samma frågor. Här finns flera års samlande erfarenheter från forskning inom området.

## Tidigare forskning

FOI har bedrivit forskning inom ett flertal områden utifrån ett miljöperspektiv. Här presenteras en översikt av de forskningsinsatser vilka berör området ammunition och miljö. Ur denna forskning formades projektet om livscykelaspekter på ny ammunition ur ett miljöperspektiv.

### Förbränningsmetoder

Under ett flertal år har FOI tittat på metoder för att förbränna energetiska material eller restprodukter som kan innehålla explosivämnen. Syftet är att komma ifrån användandet av öppen detonation eller öppen förbränning. Behovet uppstår t.ex. i situationer då explosivämnet inte kan återvinnas på grund av att det blivit alltför instabilt, om ammunitionen inte kan plockas isär och för att ta hand om explosivämneskontaminerat avfall på ett säkert och ekonomiskt acceptabelt sätt. I explosivämnen kan miljöfarliga ämnen som TNT<sup>1</sup> ingå och ammunition innehåller även metaller som bly, krom, tenn, koppar och zink vilka ingår i olika typer av krut, tändsatser eller pyrotekniska satser. När röksatser bestående av hexakloretan och zink förbränns har miljögiften dioxin påvisats (Hägglund et al 1999).

Studier av ett flertal metoder för destruktion av explosivämnen och avfall kontaminerat av explosivämnen har genomförts (Hägglund et al 1999, Wallman 1999, Wallman och Carlsson 2000 samt Carlsson 2001). De tekniker som undersökts är bl.a. nyttjandet av en saltsmälta, vilket användes i USA, öppen förbränning och förbränning i en fluidiserande bädd med rökgasrening. Vid en jämförelse mellan att använda en saltsmälta respektive en fluidiserande bädd visade sig det senare alternativet vara både effektivare, säkrare, billigare samt ge mindre miljöfarliga utsläpp (Wallman 1999). I projektet som drevs i samarbete med Chalmers tekniska högskola, Nammo Vingåkersverken AB och TPS Termiska processer och kvarnleverantörer utvärderades konceptet med allt från simuleringar till testförbränningar och utveckling av specifika tillbehör. Genom att våtmala avfallet, blanda upp det med vatten och tillsätta stabilisatorer kan en icke sedimenterande slurry tillverkas. Denna slurry är pumpbar och kan med vattentillsatsen göras icke detonerbar. Förbränning i en fluidiserande bädd möjliggör rökgasrening med konventionell teknik. Det hela resulterade i ett i princip färdigt anläggningskoncept som industrin skulle kunna använda sig av. En sådan anläggning har kapacitet att förstöra 25 kg explosivämneskontaminerat avfall eller explosivämnen per timme, men nackdelen är det beräknade priset på ca 20 miljoner kronor. De flesta företag som hanterar energetiska material har inte råd med en så stor kostnad enbart för att bli av med sitt avfall.

<sup>1</sup> TNT är detsamma som trotyl eller 2,4,6-trinitrotoluen

## Metod för återvinning av svensk rökfackla

Under ett par år försökte FOI lösa problemet med Försvarens stora lager av röksatser bestående av hexakloretan och zink, vilka skulle avvecklas. Denna forskning resulterade i två metoder för avveckling av rökfacklor.

Den första metoden gick ut på att försöka separera de olika komponenterna från varandra med hjälp av en kemisk process. Separationen lyckades trots att det visade sig vara en relativt komplicerad procedur. En nästan ren zinkmetall, hexakloretan och tillsatserna var de restprodukter som erhöles efter separationen. Däremot uppstod nya problem på grund av ämnet hexakloretan. Det är ett mycket giftigt ämne och dess marknad visade sig vara ytterst begränsad. Ämnet klassas som farligt avfall och därmed är det bara SAKAB som kan omhänderta det för destruktions. Omhändertagande av detta ämne är extremt kostsamt eftersom det har så högt innehåll av klor.

Den andra metoden innebar att rökfacklorna förbrändes under vatten (Carlsson et al 2001). Detta angreppssätt medför att den bildade zinkkloriden löser sig i vatten. Metoden med förbränning under vatten går att genomföra i stor skala. Problemet är att även i detta fall blir restprodukten dyr att omhänderta, kostnaden för vatten förorenat av zinkklorid är ca 2000 kronor per kubikmeter vatten. För att det skall finnas en ekonomisk fördel med förbränning av rökgranater under vatten, krävs det att det finns en marknad för den bildade zinkkloridlösningen. Funderingar fanns då på möjligheten att sälja denna zinkklorid till en tillverkare av zink. Förslaget lyckades inte då kostnaden för att göra sig av med klorid skulle belasta köparen istället. Då bästa lösningen vore om zinkkloriden kunde användas i befintligt skick, togs kontakter med tillverkare av zinkklorid. Föreningar i form av kalium och natrium, vilka översteg gränsvärdet i tillverkarnas specifikationer med 10 gånger, medförde dock att de inte var intresserade. Ett alternativ kan vara att finna en användare som upparbetar zinkkloriden eller att hitta en tillämpning med lägre krav på renhetsgrad. Idag kvarstår problemet med rökfacklor.

## Återvinning av explosivämnen

Under de senaste åren har det funnits ett forskningsprogram som tittat på hur man skall kunna återvinna dyrbara explosivämnen som HMX<sup>2</sup> och återföra dem i nya militära system (Hägvall 2002 och 2003). Projektet har även syftat till att undersöka möjligheten att upprätthålla en hög återvinningsgrad av de explosivämnen som utvecklas idag (Hägvall et al 2004). Återvinning skulle ge minskad miljöpåverkan och möjliggöra en ekonomisk vinst. I projektet har det även delvis studerats vad som normalt sker med explosivämnen idag.

För att kunna återanvända explosivämnet i ammunition måste man först separera det från dess hölje. Det finns ett flertal metoder för att göra det, t ex ursmältning, skära ut explosivämnet med hjälp av vatten under högt tryck eller med laser alternativt med hjälp av nedkylning och pressning, s.k. cryofracture. En genomgång av dessa processer finns i rapporten "Förslag på metoder för återanvändning av explosivämnen" av Hägvall (2002). När explosivämnet väl är urtaget måste det oftast behandlas vidare då åldring kan ha förändrat explosivämnets egenskaper. Projektet har bedömt två metoder som finns idag och som främst används för att återvinna HMX (Hägvall 2003).

Metoderna är patenterade av TPL Inc. (Phillips, Cain et al 1998) och Eurochem, tidigare Nexpro, Bofors AB (Nygqvist 1995). De visar på två olika sätt att lösa samma problem. Eurochem Bofors AB använder en metod som utnyttjar olika organiska lösningsmedel. Dessa lakar ur den önskade komponenten, HMX eller RDX<sup>3</sup>, vilken sedan filtreras och kristalliseras eller omkristalliseras för att få önskad renhetsgrad. Enligt patentinnehavaren skall metoden fungera oavsett bindemedel. TPL Inc. har en annan metod där istället oorganiska lösningsmedel används, men i övrigt fungerar den i princip likadant som Eurochem Bofors AB metod. Dock har metoden nackdelen/fördelen att den enbart

<sup>2</sup> HMX är detsamma som oktogen eller cyklotetrametylentetramin

<sup>3</sup> RDX kallas även för hexogen

påverkar bindemedlet i explosivämnet. Detta betyder att till skillnad mot metoden med organiska lösningsmedel så löser sig explosivämnet inte utan förblir kristallint.

Projektet har inriktat sig på att utvärdera hur dessa metoder fungerar och hur användbara de är avseende svenska material idag. Det innefattar även de explosivämnen som är under utveckling. Det finns klara möjligheter för både TPL Inc. och Eurenco Bofors AB metoder, men för svenska behov så är Eurenco's metod som kan lösa ut HMX ur TNT mest intressant. Vid rätt val av lösningsmedel fungerar metoden även för framtidens explosivämnesformuleringar (Hägvall et al 2004). Det framgår att varje komposition av energetiskt material som ska återvinnas kräver en optimering avseende val av lösningsmedel och process. Det bör tilläggas att dessa metoder kommer att ge olika mängder lösningsmedelsrester som måste kunna omhändertas på ett miljöriktigt och kostnadseffektivt sätt. Detta måste beaktas när återvinningskostnaden eller förtjänsten beräknas.

Återvinningsaspekten bör komma in tidigt i utvecklingen av ett nytt system för att minska risken att avvecklingskostnaderna vida överstiger de totala kostnaderna för systemet. I Sverige har historiskt sett de flesta laddningar varit gjutna. Detta underlättar urtagningen av explosivämnet då innehållet i en granat kan smältas och sedan rinna ur granaten. I dagens vapensystem kommer explosivämnet att innehålla en högre andel av plast som bindemedel/matris och majoriteten av dessa polymerer är tvärbundna. Detta innebär större problem då explosivämnet ska separeras för återvinning. Explosivämneskompositioner med tvärbundna plaster kan inte smältas ur granaten. Istället måste den öppnas och explosivämnet fragmenteras och eventuellt lösas upp i lösningsmedel för att kunna separera plasten från explosivämnet. Idag är en ny generation av polymerer på väg att tas i bruk vars samlingsnamn är termoplastiska elastomerer. Dess tvärbindande egenskaper påverkas av temperatur och typ av lösningsmedel och polymeren kan genom påverkan av dessa faktorer bli lättflytande. I flytande form kan den blandas med energetiska material. Polymeren återtar sina ursprungliga egenskaper när lösningsmedlet avlägsnas och man får ett bundet material. Ur ett återvinningsperspektiv är termoplastiska elastomerer att föredra om denna typ av polymerer skulle uppfylla kraven på ett matrissystem för energetiska material (Hägvall et al 2004).

## LCA

Inom FOI och forskningsområdet miljö finns ett projekt som behandlar livscykelanalyser, vars vedertagna benämning är termen LCA. Det är ett etablerat verktyg för att systematiskt beskriva och utvärdera all miljöpåverkan av nödvändiga energi- och materialflöden för framställning, användning och återvinning av en produkt eller tjänst. Denna miljöbedömning av en produkts hela livscykel kallas populärt för ett från vaggan till graven perspektiv. Detta projekt startade år 2002 med en fallstudie av en kulspränggranat till stridsfordon 90 (Hägvall et al 2004). Denna första studie var klar år 2004 och trots att det är en förenklad form av LCA ger den en uppfattning om vilka aspekter som medför stor miljöpåverkan.

Resultatet visar att den största miljöpåverkan kommer från att använda granaten i en krigsliknande situation. Detta beror på utsläppen vid en öppen detonation samt utsläpp i samband med transporter av ammunitionen. Vidare så visar den att brytning och förädling av metaller och användandet av icke förnyelsebara energikällor också har ett stort inflytande på livscykelns negativa effekter på miljön. De energetiska materialen kommer ganska långt ner på listan över miljöpåverkande faktorer. Detta beror främst på att de utgör en ganska liten del av det totala innehållet i en granat. Denna 40 mm granat väger totalt ca 4,5 kilo och innehåller lite drygt 600 gram explosivämne. Viktigt att notera är således att det i vissa sammanhang kan finnas andra aspekter som har större negativ inverkan på miljön än själva explosivämnet.

I rapporten föreslås följande strategier för att förbättra granaten ur miljösynpunkt: byt material i granathöljet, minska om möjligt användandet i övningssituationer, öka graden av återvinning, öka andelen av återvunnet material i granaten, undvik användandet av icke förnyelsebara energikällor och överväg en ersättning av farliga substanser både i granaten och vid produktion av den.

## Europa

Den vanligaste formen avseende hantering av icke brukbar ammunition är att man destruerar den i vad som kallas öppen förbränning (OB) eller öppen detonation (OD). Detta betyder att man lägger upp ammunitionen eller delar av den och antingen antänder eller detonerar detta. Det vanligaste är nog öppen detonation då det historiskt sett har ansetts vara den bästa destruktionsmetoden. I de flesta fall görs detta storskaligt, t.ex. 20 ton i explosivämnesvikt (Q-vikten), för att få fullständig destruktionsmetoden. Hur detta ter sig miljömässigt är svårt att veta då det är komplicerat att göra mätningar i omgivningen vid en sådan detonation. Kraften i detonationen slår oftast ut mätutrustningen.

Däremot har det gjorts en del småskaliga experiment (Wilcox J.L. 1996) avseende öppen detonation. Dessa pekar på att denna typ av destruktionsmetoden inte är så ren som det tidigare ansetts. Då kunskapen om miljöpåverkan vid öppen detonation är begränsad, samtidigt som misstanken väckts att den kanske ger betydande utsläpp, börjar inställningen till öppen detonation att förändras. Det innebär att man i Europa och även i övriga delar av världen försöker hitta bättre alternativ. Det finns trots detta flera länder som inte vill gå ifrån öppen detonation, men 2003 infördes en ny lag i Sverige (Naturvårdverket 2002). Orsaken till detta är att det finns ett EU direktiv (EU 2000) som begränsar förbränning av farligt avfall. På det sätt som denna lag tolkas betyder detta att all öppen förbränning är förbjuden från och med den första januari 2006. Vissa tolkar denna lag som om öppen detonation därmed också skulle vara förbjuden. Det beror på att i enlighet med lagens definition skulle öppen detonation kunna definieras som en förbränning.

## Utländska kommentarer

### USA

I USA tänker man i lite andra banor vilket har börjat påverka andra länder. Utifrån egna erfarenheter har den amerikanska armén fått klarhet i att fel komponenter i ammunition kan bli mycket dyrt i slutändan. Det betyder att ett ammunitionssystem förutom de traditionella funktionerna även måste anpassas för avveckling redan i utvecklings- och tillverkningsstadiet. Denna strategi kallas "design for demil" och är ett starkt ökande område i USA.

Anledningen till detta är de dyrköpta erfarenheterna i samband med avvecklingen av ADAM minor. De ingår i ett raketssystem som sprider ut de små minorerna. I varje raket finns det ca 30 minor. För att få minan att hålla ihop har man använt ett uranbaserat bindemedel. Det faktum att bindemedlet innehåller uran betyder att det krävs ett avvecklingssystem anpassat enbart för denna typ av mina. Forskning för att lösa problemet har pågått i ca 10 år och först nu börjar en färdig produkt ta form. En total kostnad för detta är svårt att uppskatta men den torde ligga runt ca 100 miljoner dollar och då finns det ännu ingen helt fungerande anläggning i drift.

### NATO

Nato har också börjat tänka på miljöaspekterna i samband med avveckling av ammunition och har bland annat satt upp en grupp inom NATO/PFP som heter AVT 115 (Applied Vehicle Technology nr 115). Den gruppen behandlar miljöeffekter av destruktionsmetoden samt sanering av skjutfält. Gruppens uppgift är främst riktad mot forna östblocksstater för att lösa deras problem med avveckling. I dagsläget finns dock ingen klar riktlinje för hur Nato skall hantera dessa frågor utan man låter de enskilda länderna sköta sig själv. Avsaknaden av en tydlig strategi kan skapa problem i situationer som exempelvis internationella operationer i varmare länder. Anledningen är att i ett varmare klimat åldras ammunitionen fortare. Snabb åldring kan göra ammunition mera osäker och betyda att destruktionsmetoden skulle behövas genomföras tidigare än i kallare klimat. Vid sådana operationer kan det bli nödvändigt att lösa destruktionsfrågan gemensamt. Nato är medveten om detta problem men har i dagsläget inte funderat på en lösning. Nato har ingen egen forskning på området.

## Storbritannien

I Storbritannien har problematiken med den nya miljölagstiftningen uppmärksammas men de anser att deras förbränningsugnar uppfyller kraven. Om detta stämmer är i dagsläget svårt att avgöra. Storbritannien har för närvarande ett stort problem med den egna ammunitionen som finns i Irak. Orsaken till det är beslutet att betrakta ammunition som befunnit sig i Irakisk värme mer än 6 månader som icke klassad. Detta i enlighet med de klassningsbestämmelser som finns och som har satts upp av FN. Det betyder att de inte kan transportera hem ammunitionen utan måste göra avvecklingen på plats. De har ännu inte möjligheten att destruera ammunition på plats på annat sätt än genom öppen detonation. I dagsläget skeppas den gamla ammunitionen hem trots att det är förenat med flera säkerhetsrisker. Storbritannien bygger också kylda förvaringslokaler för att kunna säkerställa en säker förvaring i varmare länder. Storbritannien har endast mycket lite forskning på området.

## Frankrike

Frankrike har i dag börjat titta allt mer på frågor angående miljöeffekter. De är ganska nya inom området och tar hjälp av nationer som jobbat längre med dessa frågor. De insatser som startas är bland annat studier av nya miljövänligare ammunitionstyper och stora saneringsarbeten. I dagsläget har Frankrike endast lite forskning på området.

## Övriga världen

De flesta länder har ingen forskning inom området miljö och ammunition. Detta för att de anser att miljö och försvar är svårt att förena. Det är få länder som har pengar att utföra forskning inom detta område. De flesta länder anser dock att miljöpåverkan skall vara så liten som det rimligen är möjligt. Vidare anses det också att miljöfrågor aldrig får hindra det huvudsakliga syftet med ammunition genom att på något sätt påverka ammunitionens prestanda och verkan.

## Workshop

Den 18 Maj 2005 hölls en workshop på temat ”Vad bör forskning om livscykelaspekter på ny ammunition fokusera på?”. Till denna workshop hade det gått ut inbjudningar till industrin, FOI, Försvarets materielverk (FMV) och Försvarmakten (FM). Deltagarna på workshopen representerade ett brett spektrum av intressen, inbjudan och program för workshopen finns i bilaga 1 och en deltagarförteckning finns i bilaga 2.

Syftet med workshopen var att få respons från FOI:s avnämare om huruvida de tycker att vi är på rätt väg och i vilken riktning vår forskning bör utvecklas i framtiden. Detta främst med avseende på den tidigare nämnda livscykelanalysen av en granat som visade att det inte nödvändigtvis är explosivämnet som ger störst miljöpåverkan.

Workshopen började med att Joakim Hägvall (FOI), som representant för projektet livscykelaspekter på ny ammunition, gav en beskrivning av vad som tidigare skett inom FOI:s forskning på detta område. Innehållet återfinns i en längre version under rubriken Bakgrund. Därefter gav Tommy Westin Försvarmaktens syn på forskningen inom detta område. Med detta som bakgrund och utrustade med ett antal diskussionspunkter fördelades deltagarna i två grupper. Dessa fick sedan tid och möjlighet att diskutera sina egna tankar kring miljöpåverkan och ny ammunition.

### Försvarmakten syn på ammunitionsavveckling

Tommy Westins presentation beskrev Försvarmaktens erfarenheter av ammunitionsavveckling mellan åren 2000 till 2005. Det som Tommy redan från början underströk är att avveckling måste finnas i fokus redan vid tillverkningen av ny ammunition. Han nämnde flera punkter vilka måste beaktas för att säkerställa att ny ammunition inte orsakar problem när den senare skall avvecklas och dessa var:

- Dokumentation
- Kemiska egenskaper
- Miljöfarliga ämnen
- Demonteringsrationalitet
- Säkerhet
- Spårbarhet
- Emballage

### Dokumentation

Dokumentation av ammunitionens ingående komponenter och deras egenskaper är avgörande med tanke på att avvecklingen blir onödigt dyr och komplicerad ifall den inte är korrekt. Det är ett levande dokument som måste uppdateras med information om eventuella ändringar av olika partier eller modifieringar av konstruktionen. Det har hänt flera gånger att ammunition inte innehåller det den skall göra enligt gammal dokumentation. Med tanke på att livslängden på ammunition är ca 30 till 50 år går det inte att förlita sig på den personbundna kunskapen om olika ammunitionstyper. Det måste gå att hitta skriftlig och korrekt information om varje ammunitionstyp när det är dags för avveckling.

### Kemiska egenskaper

Kemiska egenskaper är viktigt då de ingående komponenterna i ammunition måste vara stabila över den aktuella tidsperioden. Likaså får det inte finnas kompatibilitetsproblem mellan komponenterna i systemet. Detta gäller både olika komponenter i själva explosivämnet men också mellan explosivämnet och behållaren. För att åskådliggöra med ett avskräckande exempel fick Anna-Helena Brandt från FMV berätta om de problem som uppkommit med burkladdningar från 1950-talet. Dessa innehåller nitrolit och kompatibilitetsproblem resulterade i att explosivämnet utsöndrar en gas. Denna förgasning får täta burkladdningar att svälla. Det har också visat sig att denna förgasning gör

explosivämnet mer känsligt. Idag finns det 386 ton kvar av dessa svårhanterliga burkladdningar som skall förstöras.

### **Miljöfarliga ämnen**

Miljöfarliga ämnen skall undvikas för att Försvarsmaktens stränga miljömål skall kunna uppfyllas. Ingående komponenter bör kunna återvinnas och man bör också vara framsynt avseende vilka ämnen som kan förbjudas i framtiden så att inte heller dessa finns i systemen.

### **Demonteringsrationalitet**

Ammunition bör vara uppbyggd av komponenter som är enkla att separera från varandra vid destruktion. Det inneslutna explosivämnet skall vara lätt att separera från höljet, helst utan att behöva smälta ur explosivämnet. Det bör medfölja en manual över hur demontering och destruering av ammunition skall ske.

### **Säkerhet**

Om de givna instruktionerna för demontering och destruktion följs måste det vara riskfritt att hantera ammunitionen i denna situation. Det skall också finnas enkla kontrollmoment som garanti för att den verkligen är riskfri att hantera.

### **Spårbarhet**

Ingående explosivämnen skall vara spårbara även efter att de har detonerats enligt IATA-konventionen. Den uppkom efter Lockerbiekatastrofen 1988 då ett amerikanskt passagerarplan sprängdes i luften av terrorister ovanför byn Lockerbie i Skottland. Sverige har dock inte skrivit på denna konvention ännu.

### **Emballage**

Ammunitionen skall vara förpackad i emballage som uppfyller nationella och internationella krav gällande transporter av farligt gods. Enligt dessa krav ska emballage klara ett fall mot marken med hörnet först. Det får inte uppstå något splitter om en detonation ändå skulle uppstå. Idag löser man detta problem med hjälp av att plasta in allt emballage, vilket är både dyrt och tidskrävande. Det finns också exempel på emballage av äldre typ som innehåller miljöfarliga ämnen som t.ex. insektsgifter och arsenik (impregnerat virke). För att underlätta transport och möjliggöra ett maximalt utnyttjande av lastutrymmet skall ammunition om möjligt levereras på standardpall.

Därefter kompletterade Mats Ahlberg, FOI med några synpunkter på temat ammunition och miljö. Han poängterade att även tidsaspekten är viktig i dessa sammanhang. Ammunition får inte heller orsaka några miljöproblem efter det att den har använts. Det gäller både ur säkerhetssynpunkt, med tanke på problemet att lokalisera oexploderad ammunition (OXA), samt ur miljötoxikologisk synpunkt.

## Grupparbete

Efter den inledande beskrivningen av den forskning och de erfarenheter som gjorts under åren delades deltagarna in i två grupper. De fick med sig några frågor som workshopens arrangörer ville ha svar på och som därför skulle diskuteras, nämligen:

- Ligger dagens forskning rätt?  
Avseende
  - Energetiska material
  - Metalliska material
  - Allmänna avvecklingsmetoder
  - Framtida/dagens problem
- Var gör fortsatt forskning mest nytta?
- Vilken nytta ska forskningen göra?
- Hur ska forskningen förmedlas?

I diskussionerna uppmanades deltagarna tänka på vad som gör mest nytta för miljön.

Dokumentationen av gruppdiskussionerna sköttes av två administratörer från FOI. Kommentarer återges så nära sin ursprungsform som möjligt men vissa delar är delvis omformulerade för att förenkla förståelsen. Kommentarer återges i rätt ordningsföljd och denna dokumentation av de två gruppdiskussionerna redovisas i bilaga 3 och 4.

### **Sammanfattning av båda gruppdiskussionerna**

Först presenterade sig deltagarna i respektive grupp för varandra, under rubriken Grupparbete längre fram i denna rapport namnges deltagarna. Nedan ges ett sammandrag av de huvudsakliga synpunkterna som framkom i de båda grupperna.

#### Dokumentation

Grundproblemet är att det saknas ritningar och beskrivningar över ammunition som skall avvecklas. Kompetensen avseende äldre ammunition försvinner när personal slutar. Systemet blir därmed väldigt sårbart. Ta fram metoder för att ta tillvara den kunskap som finns idag så att den inte försvinner. Kunskap om vår ammunition, vad som finns i den, hur den tas isär och hur man destruerar den. Om 20-50 år kommer vi kanske att lyfta upp den ammunition som är dumpad i sjöar och hav. Det är viktigt att vi bevarar kunskapen om dessa urgamla vapen. Förr eller senare blir vi ställda inför problemet och då måste det kunna hanteras.

#### Ersättning av miljöfarliga ämnen

Tungmetaller som utarmat uran, wolfram, bly med flera är ett problem. Bly som kommer ut i små partiklar är ett större problem än en klump bly som ligger i naturen. Wolfram kan återvinnas – det är dessutom eftertraktat i dag. IR-system innehåller koppar som är miljöfarligt. Dessa ämnen bör på sikt ersättas av miljövänligare ämnen.

#### Avveckling av ammunition

Idag är det inte vanligt att man skjuter upp ammunitionen. Beräkningar visar att det skulle ta orimligt lång tid att avveckla den ammunition som finns i lager idag, genom att skjuta upp den. Samtidigt argumenterades det för att i större utsträckning använda ammunitionen i övningsituationer för att undvika bildandet av stora lager. Detta bör gå att tillämpa i det nya försvaret. Problemet med detta är att man då får en okontrollerad spridning.

Ugnarna med fluidiserande bädd är inte ekonomiskt försvarbara. Metoder för att kretsloppshantera explosivämnen behövs. Förr eller senare kommer lagen att kräva detta.



Design för demil

Tänk efter före – hur skall man ta hand om de nya produkter man tar fram? Det är viktigt att se till hur ammunitionens hela livscykel påverkar miljön. Kör simuleringar istället för verkliga försök i möjligaste mån. Se till att få en systemsyn. Tänk även på hur ammunitionen lätt kan plockas isär redan från början. Den som skapar ett explosivämne måste även ta hand om det till slut. Diskussion om spårbarhet för explosivämnena och hur detta fungerar. Vid framtagningen måste tanken på en anpassning till en internationell marknad finnas. System måste vara möjliga att hantera för alla länder. Se till att hitta metoder som fungerar för den globala marknaden.

Omhändertagandekostnad bör inkluderas i anskaffningskostnaden

Utvecklingen går från enkla ammunitionstyper mot mer komplicerade vapentyper idag. Vissa är anpassade så att man enklare kan plocka isär dem, andra är mycket svåra att demontera. Detta innebär idag att det blir stora hantverksinsatser. Det är kanske något FOI bör titta mer på – hur tar man hand om komplicerad ny ammunition? Det är viktigt att titta på kostnad för avveckling och väga in den vid inköpstillfället. Var är kostnaden för ammunition enligt en LCA? Är det tillverkning? Användning? Avveckling? Enorma värden går idag åt till att förstöra det man har tagit fram. Målet är att behålla så mycket av värde som möjligt.

Avveckling av skjutfält

Vilka rester finns? Vad ska dessa områden kunna användas till i framtiden? Hur har resterna påverkat marken och omgivningen? Ammunitionen skall vara lätt att hitta när den väl har skjutits iväg, då det är viktigt att lätt hitta igen OXA. Det är även viktigt att kunna hitta igen oexploderad ammunition vid internationella insatser. Det är också viktigt att forska vidare på ammunition som förstör sig själv efter en viss tid. Oförstörbar märkning av ammunition är betydelsefullt.

Synpunkter på FOIs forskning

Gruppen önskar se en fortsatt koncentration på energetiska material. Man bör inte gå in för mycket på metaller. Hittills har forskning på detta område varit bra. Vi måste bli bättre på att marknadsföra vår kunskap inom dessa områden. Sprid kunskap genom pdf-filer på nätet. I rapporterna skall kontaktpersoner anges ifall någon har ytterligare frågor.

FOI kan ta fram metoder men man måste också se till att de inte blir för dyra. Ett nära samarbete med industrin är viktigt vid framtagandet. FOI bör koncentrera sig på det förebyggande arbetet. Punktinsatser görs när ett visst problem dyker upp. Dessa kommer alltid att behövas.

Ju komplexare system desto lättare måste det vara att byta ut moduler i systemet. Detta bör forskningen titta på. Hur tar man hand om IM (Insensitive Munition, dvs okänslig ammunition)? Hur tar man hand om AP-baserat<sup>4</sup> krut? Det är viktiga frågor för framtiden.

Miljövänligt fyrverkeri behövs, utveckla detta. Här finns åtskilligt som behöver förbättras miljömässigt. Omhändertagande av sjösäkerhetsprodukter och fyrverkerier behövs. Återanvändning inom detta område vore mycket bra.

Materiel som är på utgående bör forskningen inte ägna sig åt. Produkter som kommer att försvinna är det ingen idé att lägga någon energi på.

Problematik kring internationella operationer

Hur hantera ammunition som kommer hem med folk som varit ute i internationell tjänst? Vi får då även hem utländsk ammunition som vi måste veta hur vi ska ta hand om.

---

<sup>4</sup> AP-baserat betyder att krutet är baserat på ammoniumperklorat

De två gruppernas egen sammanfattning av det som diskuterades i respektive grupp redovisas nedan.

### Gruppredovisning

Efter genomfört grupparbete genomförde varje grupp en presentation för att belysa de delar av diskussionerna som de ansåg var viktigast.

#### Grupp 1

Deltagare: Mats Ahlberg (FOI), Christer Daun (FMV), Jan Daunfeldt (Aerotech Telub AB), Elisabeth Hochschorner (FMS, KTH), Hans Wallin (KCEM), Tommy Westin (HKV). Anteckningar fördes av Jenny Nilsson (FOI).

Avveckla ammunition genom att skjuta upp den istället för via uppeldning.

Ersätt miljöfarliga ämnen i ammunition, försök att använda miljövänligare material/råvaror.

Utlandsstyrkan – hur skall ammunitionen från dessa tas omhand. Öppna förpackningar, utländsk ammunition, mm.

Kretsloppstänkande – från start till mål skall det mesta vara återanvändbart.

Hälsoaspekter skall beaktas vid framtagning och handhavande av explosivämnen. Vid utveckling och produktion av nya explosivämnen är det viktigt att tänka på arbetsmiljön. Personalen får inte exponeras för hälsofarliga ämnen.

Se till helheten – inte bara på försvaret utan också på samhället i stort.

Gruppen framförde att vi måste bli bättre på att marknadsföra vår kompetens inom området avveckling och fortsätta arbeta med det vi är bra på. I Sverige är vi särskilt duktiga på explosivämnen och demilitarisering, även sett ur ett internationellt perspektiv.

#### Grupp 2

Deltagare: Mats Ahlberg (FOI), Anna-Helena Brandt (FMV), Carl-Johan Hedberg (FM Miljöprovningsenheten), Lena Kinell (Bofors Defence AB), Dan Loyd (IKP LTH), Lars Moe (FM HKV), Rolf Tryman (FOI). Anteckningar fördes av Ulrica Jönsson (FOI).

Framtida aspekter – ställa krav på tillverkarna så att det som tillverkas idag görs utifrån ett kretsloppstänkande.

Att göra sig av med dagens ammunition – hur ska man planera för denna destruktion

Forska på billiga och bra metoder för destruktion

Forska på hur man bäst destruerar pyroteknik.

Bättre spridning av forskningsresultat. Skriv lättillgängliga rapporter där slutsatserna bör kunna leda till föreslagna åtgärder

Gör en kartläggning på hur problemet ser ut för att sedan kunna undersöka hur man ska lösa det.

Inventering – framförhållning – planering – relation till ekonomi

Mobil destruktionsanläggning för de internationella insatsstyrkorna.

## Uppsummering

Workshopen avslutades med en uppsummering av arrangörerna där de försökte att belysa de viktigaste sakerna som de uppfattat på denna workshop för att ge deltagarna en chans att se hur de har upplevt denna workshop.

När det gäller avveckling av ammunition måste man skilja på krav och angreppssätt när det gäller ny ammunition respektive ”våra gamla synder”. För detta krävs det en långsiktig plan för hur vi ska omhänderta det som redan ligger i våra ammunitionsförråd samt för den ammunition som nu är under utveckling. Titta på de metoder för destruktion som finns idag och välj ut de som är billigast och bäst. Identifiera de avvecklingsproblem vi inte kan hantera idag och forska för att hitta lösningar. Pyroteknik, lys- och rökammunition är exempel på produkter som vi inte kan avveckla på ett bra sätt idag. En annan utmaning gäller hanteringen av ammunition som använts vid internationella insatser i varmare länder. Det bästa vore att ha en mobil destruktionsanläggning så att ammunitionen kan destrueras på plats. Detta är en frågeställning som blir allt mer angelägen i takt med alla signaler om att Sverige skall öka sitt deltagande och engagemang i internationella operationer.

Avseende ny ammunition måste det finnas en bra kravspecifikation med tanke på framtida avveckling. Om krav ställs på vapensystem som är lätta att avveckla så löser industrin det. Vad händer om man löser detta genom att skjuta upp ammunitionen istället för att ta hand om den i en återvinningsanläggning? Det är viktigt att den ekonomiska aspekten beaktas redan på forskningsstadiet. Lösningarna måste vara ekonomiskt genomförbara. Finns det till exempel något sätt att få en bättre ekonomi i en anläggning med fluidiserande bädd. I detta sammanhang poängteras också att det är viktigt med en helhetssyn för att inte tappa verklighetsperspektivet. Försvarets miljöproblem måste ställas i relation till miljöproblemen i det övriga samhället så att inte kraven på försvarssektorn blir oproportionerliga.

Nyheter som hamnade i fokus utifrån Tommy Westins presentation och gruppdiskussionerna var:

- Emballage
- Planering

Emballage till ammunitionen är också viktig ur både miljö- och säkerhetssynpunkt vilket lätt glöms bort i dessa sammanhang. Det bör inte innehålla några miljöfarliga ämnen och skall inte vara onödigt skrymmande. Det är viktigt att lastutrymmet i en lastbil utnyttjas optimalt då den tidigare nämnda livscykelanalysen visade att transportererna utgör en viktig del då det gäller miljöpåverkan. Förpackningen måste också vara tålig och får inte ge upphov till farligt splitter i händelse av en detonation.

Planering eller så kallad design for demil är något som allt fler länder insett vikten av. Det gäller att hela systemet från vaggan till graven avseende ammunitionen borgar för att hänsyn tas till miljön. I detta sammanhang är det viktigt att komma ihåg de miljötoxikologiska och säkerhetsmässiga aspekterna på ammunition som använts. Ammunition som sprids i terrängen bör ej förgifta omgivningen på sikt och OXA skall lätt kunna detekteras och omhändertas. På detta sätt undviker man att skapa nya problem för framtiden, slippa onödiga kostnader och även kunna spara in pengar genom återanvändning. Kunskapsöverföring och återkoppling mellan de olika aktörerna måste fungera för att lyckas med detta. Både gammal kunskap och tidigare erfarenheter samt ny forskning krävs för att kunna hantera avvecklingen av ammunition på ett bra sätt.

Kunden önskar att den forskning som FOI genomför resulterar i rapporter med tydliga riktlinjer och åtgärdsförslag som är konkreta och handfasta. Det är också viktigt att innehållet är lättillgängligt för kunden både då det gäller spridning, t.ex. att rapporten går att ladda ner från Internet, och rapportens språk.

FOI Vapen och Skydd vill rikta ett stort tack till deltagarna i workshopen för deras insatser.

## Slutsatser

Det råder ingen tvekan om att det finns många problem kvar att lösa när det gäller forskningsområdet miljö och ammunition. Gemensamt för de flesta av dessa är att de uppkommit på grund av brister i planeringen för avveckling. För att minska ammunitionens miljöpåverkan måste alla aspekter av dess livscykel beaktas. Vikten av att ha en helhetssyn när det gäller utveckling av ny ammunition, användandet av den och avveckling av gammal ammunition återkom ständigt i diskussionerna under FOIs workshop. Andra centrala begrepp var dokumentation, kunskapsöverföring, återkoppling och att tänka efter före dvs. design for demil.

Slutsatsen utifrån tidigare forskning, svenska samt utländska erfarenheter och diskussionerna på FOIs workshop är vikten av en helhetssyn kring ammunition som innefattar ett från vaggan till graven perspektiv. Då det är många aktörer inblandade, Försvarmakten, 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, genomtänkta och framsynta kravspecifikationer från beställaren till industrin samt dokumentation och återkopplingen av erfarenheter. Om inte detta system fungerar finns alltid risken att återvinningsgraden minskar i framtiden samt att avvecklingen blir onödigt kostsam och problematisk.

Detta blir än mer betydelsefullt med tanke på att dagens vapensystem blir allt mer komplicerade och nya utmaningar i form av ökat deltagande vid internationella operationer. Därför är det viktigt att vår ammunition samt våra destruktionstekniker fungerar även i ett globalt perspektiv.

Utifrån dagens situation kan tre drivkrafter identifieras vilka motiverar nödvändigheten i att beakta livscykelaspekter på ny ammunition ur ett miljöperspektiv, dessa är:

- Miljölagstiftning
- Ekonomi
- Hållbar utveckling

Med ett väl fungerande system för hantering av ammunitionsfrågor från vaggan till graven ökar förutsättningen att klara kraven från framtidens miljölagstiftning, få en god ekonomi avseende återvinning och destruktion av ammunition samt därigenom även bidra till en hållbar utveckling.

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.

## Referenser

Carlsson, T. (2001). Destruktion av explosivämnesavfall i fluidiserad bädd. FOI-R—0229—SE.

Carlsson, T., Dyhr, K., Johansson, M., Lamnevik, S. (2001). Destruktion av rökgranater under vatten. FOI-R-0280—SE.

EU (2000). 2000/76/EG.

Hägglund, L., Burman, J., Lamnevik, S., Carlsson, T. (1999). Ammunitionsdestruktion - Metoder, miljöpåverkan och förslag till utsläppsgränser. FOA-R--99-01172-222--SE.

Hägvall, J., Hochschorner, E., Finnveden, G., Overcash, M., Griffing, E. (2004). Life Cycle Assessment of a PFHE Shell Grenade. FOI-R--1373--SE.

Hägvall, J., Johansson, M., Holmgren, E. (2004). Utvärdering av återvinningsmetoder på nyframtagna explosivämnen. FOI-R--1402--SE.

Hägvall, J. (2003). Utvärdering av metoder för återvinning av explosivämnen. FOI-R--1017--SE.

Hägvall, J. (2002). Förslag på metoder för återanvändning av explosivämnen, FOI-R--0638--SE.

Naturvårdverket (2002). NSF 2002:1060.

Wallman, P.H. (1999). Förbränningsteknik för Sprängämnen - En Jämförelse mellan Saltsmälta och Fluidiserad bädd, Institutionen för Energiteknik, Chalmers Tekniska Högskola.

Wilcox J.L., E. B., Molenaar M.J., Shreeve T.R. (1996). Characterisation of Emissions Produced by the Open Burning/Open Detonation of Complex Munitions. Dugway, U.S. Army Dugway Proving Ground: 94.

FOI har nöjet att inbjuda till en workshop på temat:

**”Vad bör forskning om livscykelaspekter på ny ammunition fokusera på?”**

Vi vill härmed ge intressenter inom försvarsmakten och försvarsindustrin i Sverige chansen att påverka FOI:s forskningsinriktning avseende miljöaspekter på ny ammunition. Workshopen riktar sig till personer och företag med intresse av nyutveckling och destruktion av ammunition.

Inom försvarsmaktens FoT plan för miljöforskning har det ingått flera projekt med inriktning mot ammunition och miljö. Det senaste gällde metoder för återvinning av dyra explosivämnen. FOI har tidigare arbetat med andra ämnen relaterade till avveckling av ammunition såsom rökgranater, metallinnehåll i krut samt förbränningsmetoder för explosivämnen och explosivämneskontaminerade rester.

Den tidigare inriktningen har därmed behandlat avveckling av energetiska material och därtill associerade komplikationer. Under åren 2002 till 2004 utfördes dock en livscykelanalys på ammunition vilken pekade på andra områden som skulle kunna innebära en större miljönytta att forska på.

Syftet med denna workshop är att få information och synpunkter från er intressenter. Resultatet kommer att sammanfattas i en rapport. Den skall utgöra basen för framtida forskningsinsatser avseende ny ammunition och miljö inom ramen för FoT planen.

**Tid:** 09.00-16.00 den 18 Maj 2005

**Plats:** Piperska muren Scheelegatan 14, 112 28 Stockholm  
[www.piperskamuren.se](http://www.piperskamuren.se)

**Anmälan:** Senast den 27 april 2005, ange även om särskilda önskemål gällande lunchen finns t.ex. vegetariskt eller laktosfritt.

**Kontaktperson:** Jenny Nilsson  
Telefon: 08-5550 3903  
E-mail: [jenny.nilsson@foi.se](mailto:jenny.nilsson@foi.se)

**Preliminärt schema:** Se bilaga

**Avdelningen för Vapen och skydd**

Postadress  
Grindsjöns  
forskningscentrum  
147 25 Tumba

Besöksadress  
Grindsjön

Telefon  
08-55 50 30 00

Telefax  
08-55 50 41 43

[www.foi.se](http://www.foi.se)

### Preliminärt schema

09.00-09.30	Anmälan och Kaffe	
09.30-10.00	Genomgång av förutsättningar och dagens arbete	Joakim Hägvall
10.00-10.30	Försvarsmaktens syn	Tommy Westin
10.30-12.00	Grupparbete inleds	
12.00-13.00	Lunch	
13.00-15.00	Fortsatt grupparbete, avslutas med redovisning av resultatet	
15.00-15.30	Eftermiddagskaffe	
15.30-16.00	Uppsummering och avslut	

---

#### **Avdelningen för Vapen och skydd**

Postadress  
Grindsjöns  
forskningscentrum  
147 25 Tumba

Besöksadress  
Grindsjön

Telefon  
08-55 50 30 00

Telefax  
08-55 50 41 43

[www.foi.se](http://www.foi.se)





## **Grupp 1**

Deltagare: Mats Ahlberg (FOI), Christer Daun (FMV), Jan Daunfeldt (Aerotech Telub AB), Elisabeth Hochschorner (FMS, KTH), Hans Wallin (KCEM), Tommy Westin (HKV).  
Anteckningar fördes av Jenny Nilsson (FOI).

### **1. Kunskap**

#### Problem:

Dålig tillgänglig kunskap om den ammunition som ska destrueras idag.

#### Lösning:

Krav på tillverkare/utvecklare på dokumentation om innehåll i ammunition samt hur de är uppbyggda och bäst tas isär och destrueras. Utvecklaren ska redan i utvecklingskedet beskriva hur avvecklingen ska gå till. Framtagning av metod för att överföra kunskap om ammunitionen till alla berörda – utvecklare, tillverkare, användare. Inventera den information som finns idag. Se till att den struktureras upp och sprids.

Spridning av information: Pdf-rapporter på nätet. Via rapporter får man uppgifter om vem man kan vända sig till för kompletterande frågor.

Återkoppling: Samla in synpunkter från dem som idag destruerar ammunition. Dokumentera vad som fungerar bra/dåligt och se till att utvecklarna får ta del av denna information.

### **2. Råvara / Ämnen / Material**

#### Problem:

Användning av miljöfarliga ämnen

#### Lösning:

Mer forskning på mindre miljöfarliga ämnen som kan ersätta de tungmetaller som används idag (t.ex. uran, koppar, kadmium, wolfram). Använd ämnen som kan återvinnas.

Ta fram ett miljövänligt fyrverkeri.

### **3. Sanering /Avveckling**

#### Problem 1:

Vi får allt mer komplexa vapen

#### Lösning:

Flexibilitet. Nya vapen måste ha en inbyggd flexibilitet som gör att det är lätt att plocka isär det och att byta ut delar i vapnet. Det ska även vara lätt att ta ut delar och destruera dessa.

#### Problem 2:

Explosivämnen på skjutfält. Hur mycket finns det? Hur påverkar de miljön? Hur hittar man dem?

#### Lösning:

Satsa på forskning på spårbar ammunition samt på självförstörande ammunition och minor. Undersök hur ammunition kan märkas upp så att den alltid kan spåras till källan.

Problem 3:

Stora lager av ammunition.

Lösning:

Skjut upp ammunitionen så att vi slipper stora lager som är kostsamma att avveckla. I det nya försvaret bör detta gå att tillämpa.

Problem 4:

Stor miljöpåverkan vid skjutningar

Lösning:

Simulera mera!

**4. Hälsa**

Problem:

Vid utveckling och produktion av explosivämnen utsätts personalen för miljöskadliga ämnen.

Lösning:

Forska på hälsoaspekter vid utveckling av explosivämnen.

**5. Internationella insatser**

Problem 1:

Svenska trupper får med sig utländsk ammunition tillbaka till Sverige.

Lösning:

Forskning på hur man ska hantera denna.

Problem 2:

Vad händer med ammunition som varit med vid internationella insatser? Öppnade förpackningar mm?

Lösning:

Forska på hur man ska ta hand om denna typ av ammunition. Se till att nya vapen anpassas till den internationella marknaden. Avveckling ska vara genomförbar oavsett var man befinner sig i världen.

**6. Helhetsyn /Kretslopp**

Problem:

Det finns ingen överblick över alla delar av problemet.

Lösning:

Tänk miljö redan från början. Tänk efter före! Utveckla system och metoder som stödjer kretsloppstänkande även för ammunition. Undersök var i livscykel som den största miljöskadan finns. Handla utefter detta.

**7. Vi är bäst**

Gruppen framförde starkt att vi måste tala om vad vi kan på området och fortsätta att arbeta med det vi är bra på. Vi är särskilt duktiga på explosivämnen och demilitarisering.

## Grupp 2

Deltagare: Mats Ahlberg (FOI), Anna-Helena Brandt (FMV), Carl-Johan Hedberg (FM Miljöprovningseenheten), Lena Kinell (Bofors Defence AB), Dan Loyd (IKP LTH), Lars Moe (FM HKV GRO MILJÖ), Rolf Tryman (FOI). Anteckningar fördes av Ulrica Jönsson (FOI).

Från industrins sida vill man ha riktlinjer eller en checklista med bör- och skallkrav för nyttillverkning. Ha en specifikation. Miljöanalyser krävs av kunderna, hur ska de utformas. Livscykelanalyser finns. Enklare varianter av analyser efterfrågas.

Tänket att lätt plocka isär och ihop.

Instruktion för avveckling, ser hur man ska bära sig åt, ser vad problemen. Krav finns.

Två problem. Framtiden, nytänkande. Återvinningsbarhet. Stora problemet från HKVs sida. Ståda upp arvet. Mkt skit finns kvar. Tidigare produkter. Finns inga instruktioner. Stora forskningsinsatser krävs för att ta hand om arvet. Det nya finns med i miljöbalken från 1999, kommer med ändå.

Olika metoder. Kommer bestämmelser från EU. OD/OP kommer att förbjuda öppen förbränning. Så ej konsekvenser av att förbränna explosiver i stängda system. Sjöminor skalet är kontaminerat. Mindre mängder som kan behöva sprängas ute. Bygga upp förbränningsanläggningar – kostar tid och pengar.

Förbränning av sprängämnen. Generellt finns sätt att rena. Stefan Lamnevik har patent. Löser upp sprängämnet. Problematiskt att behandla att få det i den formen, flyktigt. Gäller att komma fram till lösningar ej dyraste, på en acceptabel nivå.

Modern sopförbränning är dyrt. Vet ej beståndsdelarna komponenter. Inte heller i sprängämnena. Lite grundsortering. Resten vad som ligger i påsar, kan vara kemiska rester. Ammunitionsbitarna – begränsad mängd vi behöver göra oss av med. Reduceras hela tiden. Dagens nyproduktion är anpassad för att kunna hanteras. Begränsad tid.

I produktionsledet måste förändringar göras.

Rökgasbränning i Vingåker. Lindesberg ej demil längre. Ej bra rökgasanläggning i Vingåker. Finns i Tyskland tar ned material dit med EUs regler för röggasrening. I Trondheim spränger. Sjöminor som skulle innehålla ren trotyl visar sig att metod för tillverkning har ändrats, annorlunda minor. Glasfiberarmerat. Få bort detta? Hur göra? Sprängdes i Norge. AHA-upplevelse. Gashantering i gruvan. Ja. 965 m djup. Det djupt ner. Allt enl EUs bestämmelser. Hård berggrund. Väl lämpad för ändamålet. Dock transport problem, t ex en hiss för mat och personal. Tidskrävande. Inom Nammo-koncernen.

Pågående arbete med att sätta upp på bakgården.

Ligger forskningen rätt? Vad gör vi? Hittar snabbare metoder? En del produkter rel nya? Görs tillräckliga insatser för att hitta metoder (inte tillverka såna mängder, ej behöva desturera så mkt). Markandsekoniskt perspektiv. Frågasätta lager?

Kräver instruktion.

Har arbetat fel. Industrin ej satsat på utveckling pga höga kostnader. Ind ta reda på vad som kommer från Försvarsmaketen i framtiden. Nu FM tar beslut och ind ställs inför faktum. Hr funnits många bra idéer. Men satsningar har uteblivit.

Civila sidan. Skärpta bestämmelser på relativt kort tid. Måste räkna med detta. Lätt att säga. Men hur utforma anläggning för en framtid vi inte vet ngt om. Det ska mätas också, problem! En sak att mäta på labb, stor skillnad på driftsanläggning från labb. Ej bortse från mätproblem. Räddning m dagens sopanläggningar kan mäta utsläppet. Kriterium för att man har lyckats.

Kommer bestämmelse anpassning – ny bestämmelse.

Otroliga mängder kvar för avveckling. Nytt paket m pyroteknisk ammunition, tårgasfacklor. Har ej tagit hand om förut. Kommer mkt mindre ammunition med helt andra kemikalier.

Pyroteknik, civil tillämpning. T ex krockkuddar. Hur skrota dem?  
Bilskroten ej medveten om farligheter.

Många problem. Fler komponenter i samma produkt som man inte känner till. Reducera antalet komponenter. Göra dem smartare, lättare att plocka isär. Ganska nytt intressen för skrotning. Produktansvaret har utvecklats. Lagen gäller ej stridsvagnar. Arvet finns kvar. Forskning på det som finns kvar sen förr.

Har ändrat på tillverkningsprocess.

Lönsamhetskrav. FOIs roll de närmsta tio, femton åren ta hand om det vi har på ett säkert och effektivt sätt.

Inventera förråd? Inventera framtida problem. Göra upp planer på avveckling. Om förbud att elda upp allt öppet, måste hitta alternativ.

Eldningsanläggning i Vingåker. Har gjort mkt investeringar, klarar mkt. Förbränningstekniskt bäst i Tyskland. Finkaliber matas in i Vingåker. Enorma mängder gammal ammunition. Löpande band. 130 Miljoner skott!! Eltändare etc. Konkurrensupphandling. Stöldbegärligt. Transport utomlands ger andra problem. Stöldbegärligt ska vara följevagn med bevakning. Komplicerad logistik. Bra om det kan stanna i Sverige. Måste bedöma utlandskostnader.

Ej långt ifrån Baltikum. Har skänkt. Dokumentation lämnar mkt att önska. Finns enorma mängder. Besök i Ryssland. Kronstadt. Fyllt av ammunitionsförråd, även runt förråden, vet inte alltid vad man har. Fruktansvärda miljöproblem. Civilbefolkning ej kunskap. Svårt att motivera att pengar läggs på avveckling.

Hur många vet att krockkuddar är farliga? Ngt fbg har utbildat personal, t ex Volvo. Sämre ställt med Pelles bilskrot.

Inventering av vad som återstår. Listor finns. BTDListor. Tommy Westin och personal på FM Log. Fattar beslut om vad som bör avvecklas.

Finns pengar avsatta? Varifrån tas pengar. KRI. Nov listor får Tommy. Paket. Räknar på kostnader. Reserverar pengar i ekonomiska planer mellan 95 och 120 Mkr. Neddragningar? Olika besked. Återtagit pengar? Minst 80 Mkr. Ta ej med siffror i protokoll.

Sjöminor stor del. Förhoppningsvis ej glasfiber.

Rimligen måste det bli mindre och mindre. Kommer helt nya ämnen i stället. Förhoppningsvis är de producerade under nya omständigheter med livscykelaspekter i åtagande.

FMV ställer krav? Går igenom arkiv för teknisk information. Bristfällig dokumentation.

Både FMV och Industrin ska dokumentera.

När demonteringseran började blev det direkt en återkoppling till produktionen? Avvecklingen kom först. När kom tänket in i produktion? När är brytpunkten? Har nog kommit till den brytpunkten. Sedan många år tillbaka har man vid tillverkning tänkt till. Lavinartat på senare år. Produktionen fortsätter ju att rulla på. Ammunition från 90-taler som inte uppfyller nya krav. Uppfyller dagens produktion de nya kraven? Hur ser dokumentationen ut. Trycka på återkoppling.

Låγκänslig ammunition med plast i sprängämnet. Svår att tas om hand. Blir duktigare. Jobbar på alternativa metoder. Lyckades sälja TNT till USA. Kunde sälja krut till Tjeckien, går bra att spränga där. Kan vara bra i ett hänseende och sämre i andra.

Koppling nyproduktion och avveckling.

Pansarskott 68. Ej så höga miljökrav. Kunde deponeras på kommunal soptip. Kan stjälas. Körde över med ångvält. Fick kontakt med Bilfragmentering. Glasfiberarmering med plast snodde sig runt maskineriet. Till slut Uppsala Energiverk. Slutdeponi.

FMV kan ställa krav på industrin om enkel demontering. Behövs inte så mkt forskning. FOI tittar mkt på nya sprängämnen.

FM har intresse av miljövänligare produkter. Producentansvar. Hur mkt sprängämnesforskning finns på Bofors. Beställaren måste ställa krav. Lagstiftning styr hårt vad man får producera. Vill ha klara direktiv. I konflikt med Miljöbalken.

En fråga som måste finnas med är kopplad till att ställa rätt krav. Kan vara lagstiftning likväl som beställaren. Får ej glömmas bort.

Resultat av livscykelanalys – använder metalliska material.

Finns olika ammunitionstyper – komma fram med riktlinjer för repektive typ i termer av livscykelaspekter.

Exempel sjöminor. Robotar – trådstyrning och elektronik. Tittar man på det? Ja.

Emballaget får inte glömmas bort. Indränkt med PCP. Otroligt giftigt. Kostsamt. Industrin flisar på området. Får betala extra för det. Går det att elda?

Inte bara emballaget. Innerhölje, vagga etc.

Hur långt har USA kommit? Olika delar. Öppen förbränning restriktivt. Satsade på ammunitionsavveckling. Jocke kan ge besked.

Olika områden:

- Emballage
- Explosivämnen
- Metaller
- Elektronik

Färger man målar med? Zinkkromat har förekommit. Tätmedel, O-ringar, kablar befinner oss i gränsson, vet en del om men inte allt.

Titta på livscykelaspekter och vilken miljöpåverkan de gör.

Alternativa användningsområden.

Globalt problem. Marknaden mätas. Priserna sjunker. Det kommer alltid kosta.

Bästa ur miljösynpunkt att återanvända.

Ej helt lätt att bara satsa på det gamla. Beställarkompetensen måste finnas. Måste veta vad man beställer. Vet ej vilken produktionsutrustning man vill ha. Avvecklar utvecklingsavdelningar. Ej kan göra beställningar för att kompetensen ssknas. Balansgång mellan satsning av gammalt och nytt. Dra erfarenhet av avveckling av det gamla och försöka överföra det i produktionen av det nya. Titta på det som kommer nytt, i form av nya kombinationer.

Nya regler från EU. Svårt att förutse. Sverige ligger ofta högre än EU. Fasa ut bly och kadmium etc. Kommer från EU. 2006 är det sagt.

- Krav till industrin
- Ta hand om gammalt

Definiera största problemet med dagens ammunition i lager?

FOI har identifierat pyroteknik som ett stort problem.

Ovilja att satsa på utveckling på grund av konkurrensupphandling.

Miljön prioriteras inte högst.

FM och FMV ställer höga krav på miljövänlig hantering och betalar för det.

Återvinning dyr. Ska gå till civil tillämpning. Får ej användas militärt.

Ett problem är vad omvärlden kommer att göra? Kommer Baltikum att bygga upp egna anläggningar. I och med inträde i EU kommer ngt att ske. Vi ligger ganska långt framme.

Amövervakning? Finns det i de nya EU-länderna. Uppdrag på HKV samarbete med FMV (Daun) vad gäller övervakning av skänkt ammunition. Förfrågan från Ungern. Intresse finns. Affärsidé?

Prioritetsordning. Bra om det framgår.

Beställarkompetensen bör lyftas upp. Baserad på erfarenheter från hantering av gammal ammunition samt ny teknikutveckling.

Demilkonferensen. Beställaren äger inte problemet. Mer komplicerade explosivämnen. Tittar mer på prestation. Varningsklocka tidigt i processen.

1. Ligger dagens forskning rätt? Vad saknas?  
Vad forska på för att få mest miljönytta?

Början och slutet. Utveckling och avveckling. Vilka krav bör vi ställa på industrin. Uppdelat på emballage etc?

Om man tittar på miljöbelastning på olika delar, se till vad som är värst. Kopplat till krav från Miljöbalken, Kemikalieinspektionen, EU etc.

Förfining av metoder, alternativa sätt att hantera/avveckla arvet.

Vilken tid har vi på oss? Om avvecklingen ska ske om fem år är det värt att satsa på forskning? Ett tänkbart scenario. Återvinner det vi har teknik för idag och låter resten ligga tills det kan tas om hand på ett effektivt och miljövänligt sätt.

Problem måste finnas relevans i det vi gör.

Vingåker måste börja tänka på alternativa metoder. Snabbt satsa på bra metoder och bredda sig mot den civila marknaden.

Ska vår forskning ligga direkt mot Vingåker. FM/HKV ska få direkt nytta. Minska kostnaderna för Demil.

Processen finns beskriven? Anbudsinfordran från FMV. Högsta möjliga miljöhänsyn, Följ EUs direktiv. Kan inte göra så mycket mer idag. I tillverkningsfasen? I uppköpsituationen? Avvecklingsprocessen från beslut till verkställande.

Finns kunskapen någonstans i forskarvärlden? Måste tas fram? Många samarbeten. God uppfattning om problem och befintliga lösningar. Avveckling av ammunition kan även vara borttagning av minor. Hur man hanterar pyroteknik (tungmetaller, plaster, explosivämnen). Svårhanterligt. Ljus, rök, airbags osv. System där man får effekt som ej är sprängkraft. Hexakloretan och zink t ex. Giftig. Har runt 300 ton. Lysammunition (magnesium, fosfor, aluminium). Rökammunition (kopparflagor).

Klassning. Vad är det som finns? Åtgärdsbart med teknik som finns? Kartläggning. Vilka problem finns? Vad måste göras något åt?

Hela tiden omhändertagandet av arvet. Problem om 10 år nytt arv. Måste föras vidare till beställarkompetensen så att misstagen inte upprepas. Bygger in kombinationer av metaller som inte går att ta isär.

Konstruktörerna har bara kunskap om effekten i vapnet, men inte vad som händer vid avveckling.

Ex Rolls Royce.

BD, SBD och FM jobbar med frågorna. Breddutbildning för konstruktör. Utveckling har pågått länge.

Komma med krav. FOI utbilda FM? FM/FMV utnyttjar FOI som konsulter?

Vet vad som finns. Ekonomiska förutsättningarna och militära direktiv ändras. Diskussion med FM att invänta slutförd forskning. Dialog med FM/FMV.

Vad är effekterna av att låta ammunition ligga kvar? Forskning får ej vara utopisk.

FM vill dra ner på förråd. Kan kosta tre ggr så mkt för avveckling idag.

Helhetsperspektiv saknas.

Pengar ska finnas med i inköpen för Demil. Bra idé.

Vad är akut? Hur akut?

Tillbaka till kartläggning. Vad kan göras med befintlig teknik? Helhetsgrepp om vad som ligger framför oss. HKV/FMV vet vad som finns men inte hur det kan tas om hand med befintlig teknik. Ställa miljökostnader och adm kostnader.

Ryckiga medel.

Konstruktivt. Svårt att argumentera emot när det inte finns pengar. Så här ser det ut.

Kostnadsaspekt. Bästa miljövänliga åtagande.

Andra variabler? Transport, säkerhet.

Prissätta risker? Exempelvis burkladdningar. Svårt att motivera med risker vid transport för vanlig ammunition. Regeringen vill inte gå in och rikta upphandling.

Idealförhållande? Bedömer hur länge ammunition kan ligga. Känner till avvecklingsplaner. Ta upp dialog med FOI om möjligheter för destruktion. FOI ta initiativ att ta in från varje bat? Stickprov. Oväntade variationer. Inte säkert att vi upptäcker dessa.

Det kanske är där problemet ligger. Vad styr avvecklingen? Ngt måste bestämma. Innan tidsplan. Göra stickprovsbedömningar och sedan ta fram en tidsplan.

T ex tömma förråd pga för höga Q-värden. En variant om man kört in ammunition får en småförråd till centralförråd. Avveckla snabbt! Vill ej köra ut dem till småförråd. Väga plus och minus. Väga olika kostnader mot varandra. Säkerhet nummer 1 och miljö nr 2.



Ändra på planeringen. HKV får direktiv från regeringen. Då kan man börja forska om metoderna.

I USA har man upptäckt att med dagens Demiltakt har man till 2008 på sig innan lagren är fulla. Om 259 Mkr till 2012. Lager om 450 kton. I Irak 600 ton per dag.  
I Sverige livstid på 30-50 år.

Skulle kunna forska på mobil metod för destruktion som kan säljas till varmare länder.  
Kommer vara mer och mer med internationellt. Ska vi ta hem den eller destruera på plats?  
Skulle minska risk för krishärdar. Åtminstone lite mindre ammunition.

FM beslut om ammunition? Beslut om organiskt material att det ej får tas hem. Ammunition från Kosovo togs hem för avveckling.

Fakta finns om vilken ammunition som finns och när den måste avvecklas, men ej konkret hur den kan tas om hand. Det svåra är att även om vi vet när idag kan vara helt förändrat imorgon.

Ett behov är att hitta bättre metoder. Gå igenom om vad som kommer i framtiden. För viss ammunition finns redan en återvinningsgrad på 97 %, får sägas vara tillräckligt. Industrin och FOI gemensamt bestämma vad man ska satsa på.

Mkt lysammunition till England.

Metoder som finns med men som anses för dyra. Om industrin visste att det fanns en efterfrågan.

Problem att sätta pris på miljövänlighet? Samma problem med säkerhetsaspekter.

Det gäller för företag att ligga långt fram i miljöutvecklingen. Fluidiserad bädd. Ta till vara på värmen. Energiåtervinning till egna lokaler. Vad är 20 Mkr? Problem så små volymer att det inte blir kontinuitet. Idé elda med emballaget som skulle ge energi. Olika krav. Den ska gå när man behöver den.

Hur forskningsresultat ska förmedlas?

Industrin vill ha detaljerade krav. Om forskningsresultat kan användas på det viset.

Tänka utanför ”boxen”.

Forskare skriver för forskare. Vill nå annan målgrupp.

Forskningsresultat förmedlas i form av direktiv och rekommendationer. Motioner till regering/riksdag. Slutsatser bör kunna leda till föreslagna åtgärder. Bör ledas till industrin. Emottagandet beror på den som presenterar det.

FMV ger ut böcker, t ex Vapen och Ammunitionshandboken.

Beställarens roll. Rapporten är frukten av beställning. Bör finnas mer lättåtkomlig form.

Hantering av miljöfrågor – tvärvetenskapligt problem. (Ekonomi!!)

Slutsats:

- Bättre och (fler) metoder för destruktion. Framförallt vad gäller pyroteknik.
- Industrin kravspecifikationer.
- Kan inte skära hur mkt som finns om miljöhänsyn ska tas
- (Bättre) framförhållning