



Foto: Ulf Hansson

# VITBOK

– Om bly i kulfång

Ulf Qvarfort, Per Leffler, Jan Sjöström



FOI CBRN-skydd och säkerhet, Umeå

**Produktion:**

Svenska Pistolskytteförbundet  
Frivilliga Skytterörelsen  
Skytterörelsens Ungdomsorganisation  
Svenska Skyttesportförbundet  
Stiftelsen Skolskyttefrämjandet

**Sättning och layout:**

Annette Hofvander Text å Form AH AB

**Tryckning:**

08 Tryck AB 2008

## Förord

Värnandet av en god miljö är en självklarhet för de flesta. Vi vill lämna över till kommande generationer ett Sverige där människor, djur och natur skyddas och är i harmoni med varandra.

Alla har ett ansvar för att detta uppnås. Den svenska skytterörelsen arbetar aktivt med de miljöfrågor som berör dess verksamhet.

Särskilt intresse har frågan om bly i ammunition tilldragit sig. Det är viktigt att debatten om detta liksom eventuella politiska beslut i ärendet grundas på vetenskap och beprövad erfarenhet.

Huvuddelen av den samlade skytterörelsens skjutbanor för kulskytte har så kallade traditionella kulfång, d.v.s. de består av grus och sand i fraktionen 0–8 mm. Skytterörelsen har funnit det angeläget att i en vetenskaplig rapport belysa huruvida dessa kulfång innebär risker för hälsa och miljö och vilka möjligheter det finns att eliminera eventuella risker, d.v.s. miljöpåverka kulfången.

Föreliggande vitbok i ärendet vill ge fakta i frågan och peka på de möjligheter som föreligger att utöva skytte och förena detta med ansvar för miljön.

Vi vill också rikta ett varmt tack till stiftelsen Kronprinsessan Margaretas Landstormsfond, som genom sitt generösa bidrag möjliggjort denna forskningsinsats.

Det är vår förhoppning vitboken skall nå ut till dem som har beröring med skytte i olika former och som deltar i miljödebatten och har att fatta beslut på området.

*Anders Björck*  
Förbundsordförande  
Svenska Pistolskytte-  
förbundet

*Henrik von Vegeack*  
Förbundsordförande  
Frivilliga Skytterörelsen

*John Landin*  
Styrelseordförande  
Svenska Skyttesport-  
förbundet

*Magnus Gustafsson*  
Styrelseordförande  
Skytterörelsens  
Ungdomsorganisation

*Leif Törnquist*  
Ordförande  
Skolskyttefrämjandet

## Författarpresentation

### Ulf Qvarfort

*Docent i Miljögeologi vid Uppsala Universitet sedan början av 1980-talet. Där bedrevs forskningen huvudsakligen inom områden som var förknippade med gruvindustrins avfallsproblem. Efter kortare avbrott för anställning vid Sveriges Geologiska Undersökning enheten Hydrogeologi är han numera Laborator vid Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) i Umeå, inom ämnesområdet Försvarsspecifika föreningar i Mark och Grundvatten. Detta innebär att han arbetat med Försvarsmaktens miljöfrågor där blyproblematiken ingår. Bland övriga meriter kan nämnas ledamot av Bygghälsorådet och Naturvårdsverkets forskningskommittéer. Han deltog även i Naturvårdsverkets grupp som utarbetade MIFO modellen samt den grupp som behandlade Regeringsuppdraget bly i ammunition. Medverkat i mer än 200 rapporter och vetenskapliga publikationer. Medförfattare till Vitboken om bly och alternativ i ammunition vid skytte.*

### Per Leffler

*Per Leffler har en doktorsexamen i yrkes- och miljömedicin med inriktning på metallers toxicologi. Avhandlingsarbetet omfattade såväl experimentella studier om njurskador av kadmium, som fältstudier av njurskadors förekomst hos sorkar i kraftigt metallförorenade områden. Efter 20 år som universitetslärare inom miljö- och hälsoskyddsområdet, arbetar han nu som seniorforskare vid Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) med inriktning på toxikologisk riskanalys. Andra meriter är Europakommissions-stipendiat vid EU:s Miljöinstitut i Italien 1995-1996, Civilingenjörförbundets Miljöpris 1997, medlem i ett internationellt nätverk för 'Bioavailability of Soil Pollutants and Risk Assessment' sedan 2003. Leffler var också en av författarna till Vitboken om bly och alternativ i ammunition vid skytte.*

### Jan Sjöström

*Jan Sjöström har en bakgrund som Kvartärgeolog med miljöinriktning vid Uppsala universitet där han avlade doktorsexamen 1996. Han har forskat på mark- och grundvattenkemiska frågeställningar. Under 1990-talet arbetade Sjöström på Länsstyrelsen i Västerbottens län med att bygga upp underlag till den regionala miljöövervakningen. Han är numera anställd som Forskningsledare på Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) med Försvarsmaktens miljöfrågor som främsta arbetsfält. I samarbete med Sveriges Lantbruksuniversitet och Universitetet i Quebec, Kanada, driver han tillsammans med en kanadensisk gästforskare ett forskningsprojekt som handlar om hur ammunitionsbly sprids i kulfångssand. Några övriga meriter är tidigare styrelseledamot i Centrum för Miljövetenskaplig forskning i Umeå, granskare av flertalet artiklar i internationella vetenskapliga journaler samt tjänstgöring i den militära NBC-insatsstyrkan BC02. Sjöström har medverkat i närmare hundratalet rapporter och vetenskapliga publikationer.*

## Innehåll

<b>Förord</b> _____	<b>1</b>
<b>Författarpresentation</b> _____	<b>2</b>
<b>Sammanfattning</b> _____	<b>4</b>
<b>Skyttets historik</b> _____	<b>7</b>
Frivilliga skytterörelsen (FSR) _____	7
Svenska Pistolskytteförbundet (SPSF) _____	8
Svenska Skyttesportförbundet (SvSF) _____	9
Sammanfattning historik _____	9
<b>Kulfång och deras uppbyggnad</b> _____	<b>10</b>
Traditionella kulfång _____	10
Begreppet miljökulfång _____	11
<b>Miljöpåverkan från kulfång</b> _____	<b>12</b>
<b>Bly i kulfång</b> _____	<b>14</b>
<b>Miljöanpassade kulfång</b> _____	<b>17</b>
<b>Verksamhetsanpassade riktvärden för kulfång</b> _____	<b>18</b>
<b>Kontrollprogram för kulfång</b> _____	<b>19</b>
Önskvärda villkor för skytteverksamhetens egenkontroll _____	19
Metodik _____	19
Dokumentationskrav vid egenkontroll _____	20
<b>Avveckling av kulfång – Sanering</b> _____	<b>21</b>
Jordtvätt _____	21
Kalkning _____	22
Deponering _____	22
Kostnader _____	22
Framtida saneringstekniker _____	22
<b>Referenser</b> _____	<b>24</b>

## Sammanfattning

I föreliggande rapport redovisas olika aspekter på kulfång som berör deras uppbyggnad, lokalisering, miljöpåverkan och möjligheten att vid behov miljöanpassa befintliga kulfång. Huvudvikten har lagts på de civila kulfången även om vissa erfarenheter inhämtats från militära diton. Vidare behandlar rapporten huvudsakligen de kulfång som är lokaliserade utomhus. I rapporten diskuteras möjligheten av att de befintliga kulfången skulle kunna anses utgöra ett miljöanpassat kulfång om det kan visas att de förmår ”fånga upp och behålla bly ” och dess vittringsprodukter på ett miljömässigt acceptabelt sätt. Detta kan innebära att utlakning, damning och övriga exponeringsrisker är i nivå med vad som anses vara hållbart ur miljösynpunkt.

### *Historik*

I Sverige nyttjar drygt 400 000 skyttar och jägare någon av landets c:a 4000 registrerade skjutbanor. Utöver dessa finns det c:a 500 banor för luftgevärsskytte inomhus som registrerats frivilligt. Den civila skytteverksamheten har under åren bedrivits i form av gevärsskytte, pistolskytte och jaktskytte i regi av Frivilliga skytterörelsen (FSR), Svenska Pistolskytteförbundet (SPSF) och Svenska Skyttesportförbundet (SvSF). Ett försök har gjorts att beräkna mängden ackumulerat bly i kulfången (efter rensning). Resultatet redovisas nedan. Återvinningsgraden (rensningen) har satts till 65% för bly i kulfång. Redovisade data omfattar i stora drag förbrukningen under 1900-talet.

Förbund	Kulfång efter återvinning (ton)
SPSF	967
FSR	3953
SvSF	1277

### *Traditionella kulfång*

Ett traditionellt kulfång består av grus och sand inom fraktionen 0-8 mm. Den huvudsakliga uppgiften är att fånga upp kulorna på ett sådant sätt att de stannar inom kulfånget. Kulfångets hela uppbyggnad och utformning är således främst en fråga om säkerhet. Normalt ligger kulfånget över marknivån och är ofta lokaliserat till skogsmark på långt avstånd från bebyggelse. Undantaget utgörs av skyttecentrum som är mera centralt belägna och de militära skjutbanorna som normalt är lokaliserade inom ett garnisonsområde eller skjutfält.

### *Begreppet miljökulfång*

Vid slutet av 1990-talet lät Försvarsmakten (FM) på eget initiativ installera s.k. miljökulfång. Dessa tillverkas av STAPP och finns patenterade i 18 länder. FM ställde vissa krav på leverantören gällande bl.a. vatteninträngning, sanering och möjlighet

att kontrollera blyläckage. Dessa kulfång har successivt installerats vid förbanden och ersatt de äldre kulfången. Begreppet miljökulfång har dessvärre, utan att närmare definierats, kommit att användas som ”varumärke” för ett flertal mer eller mindre genomtänkta konstruktioner.

### *Det miljöanpassade kulfånget*

Även om det idag saknas säkra och entydiga möjligheter att förutse utlakningen från och riskbedömningen av kulfång, kan man, trots de osäkerheter som redovisas i denna rapport, göra vissa generaliseringar. Utlakningen från ett normalt kulfång inom ett skogsmarksområde torde knappast utgöra en miljöpåverkan eftersom det inte har kunnat visas att någon utlakning sker annat än i speciella fall. Det är inte heller troligt att människor kommer till skada då områdena med sina speciella förhållanden utgör en större säkerhetsrisk än miljörisk. Generellt gäller dock att kulfången bör uppfylla vissa grundkrav vad gäller utformning och lokalisering. Dessa är:

- Sanden i kulfången ska ha ett pH värde som överstiger 5. Om så inte är fallet ska kalk blandas in i sanden.
- Lokaliseringen eller konstruktionen får inte medföra genomströmning av yt- eller grundvatten då detta innebär en låg men långsiktig utlakning av bly främst i partikelform. Med ytvatten avses diken, bäckar, åar etc. Exakt hur påverkan på yt- eller grundvatten kan ske får bedömas från fall till fall eftersom detta beror på lokala förhållanden som bl.a. regleras av topografi och jordarter. På vissa skjutbanor finns dräneringsdiken i omedelbar närhet av kulfånget. Som regel är dessa täckta varför de inte kan antas bidra till påverkan. Öppna diken kan däremot, om de ligger alltför nära kulfånget (intill 10 meter), innehålla bly i form av blypartiklar. Dock är det inte troligt att vatten från dräneringsdiken används för konsumtion.
- Inga dricksvattenbrunnar får finnas inom ett möjligt påverkansområde. Även i detta fall kommer påverkansområdet att bestämmas av lokala förhållanden. Det går således inte att ange ett generellt avstånd mellan kulfånget och exempelvis en brunn eller bäck, se ovan. Som en tumregel torde brunnar på ett avstånd av minst hundra meter från kulfånget vara utanför påverkansområdet.
- Ett kontrollprogram upprättas för kulfånget.

Om ovan listade kriterier är uppfyllda kan ett befintligt kulfång anses uppfylla de grundkrav som bör ställas på ett miljöanpassat kulfång. Det odefinierade begreppet miljökulfång bör därför ersättas med begreppet miljöanpassat kulfång. Med ett miljöanpassat kulfång avses ett kulfång som uppfyller ovanstående kriterier. Detta begrepp innefattar således inte andra mer eller mindre genomtänkta konstruktioner som i dag används under beteckningen miljökulfång.

### *Miljöpåverkan – Kontrollåtgärder*

Negativ påverkan av en förorening i mark eller vatten kan enbart ske om föroreningen överstiger en viss halt, det finns ett riskobjekt samt en exponeringsväg mellan föroreningen och objektet. Med andra ord, enbart förekomsten av en förorening innebär inte automatiskt en risk för påverkan. En miljöriskbedömning av ett kulfång innefattar således inte enbart föroreningskällans storlek (totalhalt av bly) utan också spridningsvägarna och i synnerhet vilka riskobjekt som potentiellt kan påverkas negativt.

Den huvudsakliga spridningen av metaller från ett kulfång kan ske på följande sätt:

- Via läckage till omkringliggande bäckar och vattendrag
- Via damning i samband med skytte eller vindens inverkan.
- Via exponering genom plockning av bär eller svamp på eller i närheten av kulfånget.
- Exponering i samband med kulfångsrensning av kulor och vegetation.

Den sammanvägda riskbedömningen innebär dock att risken för människor som vistas i närheten av aktiva eller nedlagda kulfång bedöms som marginell.

Kontrollprogram saknas för närvarande för kulfång. I rapporten lämnas därför ett förslag till kontrollprogram som utgår från Naturvårdsverkets föreskrift om genomförande av mätningar och provtagningar i vissa verksamhet (NFS 2000:15), samt de allmänna råd som publicerats i frågan.

Vid miljöanpassade kulfång kan egenkontrollen lösas på ett relativt enkelt och förhållandevis billigt sätt. Detta kan bestå i att installera ett uppsamlingskärl i kulfånget med vars hjälp man kan samla upp dräneringsvattnet genom exempelvis återkommande provtagning och analys. Systemet möjliggör en kontinuerlig övervakning av dräneringsvattnet.



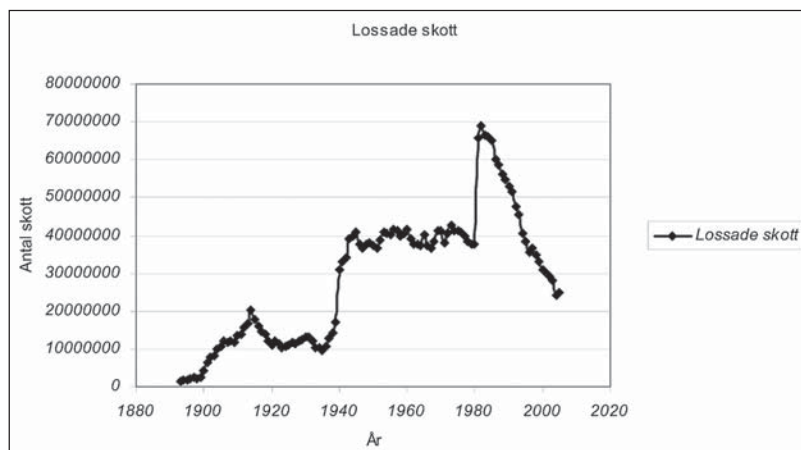
## Skyttets historik

Tävlingsskytte har bedrivits i Sverige sedan lång tid tillbaka. Ett första rejält uppsving fick skyttet i och med skarpskytterörelsens tillkomst på 1860-talet. Skarpskytterörelsen hade sin ideologiska grund i tanken på ett frivilligt folkförsvar, d.v.s. syftet var i första hand militärt men tävlingsmomentet fanns med redan från början. Ur skarpskytterörelsen uppstod mot slutet av 1800-talet (1893) den Frivilliga Skytterörelsen (FSR). Verksamheten bedrevs med armégevär av fastställd modell. År 1936 bildades Svenska Pistolskytteförbundet (SPSF) och år 1943 organiserades det internationella skyttet (pistol, gevär, jaktskytte och lerduveskytte) inom ramen för Svenska Sportskytteförbundet (SSF). Svenska Sportskytteförbundet ändrade 2008 namn till Svenska Skyttesportförbundet (SvSF) Den samlade skytterörelsen utgör en av Sveriges största folkrörelser med närmare 200 000 medlemmar. Skytte är en av landets största idrotter och skytteorganisationerna har, i egenskap av frivilliga försvarsorganisationer, fortsatt betydelse för landets försvar.

### Frivilliga skytterörelsen (FSR)

Frivilliga skytterörelsen bildades 1893 och har sitt ursprung i skarpskytterörelsen. Vid slutet av 1800-talet infördes gevär m/96, "Mausergeväret", i kaliber 6,5x55. Denna enhetskaliber är fortfarande i bruk och på senare år har utvecklingen av denna kaliber inneburit övergång till lättare kulor. Verksamheten har utökats med kpist-skytte (mitten av 50-talet), korthållsskytte med kaliber .22 lr samt luftgevärsskytte (båda i slutet på 60-talet). Korthålls- och luftgevärsskyttet har haft stark koppling till ungdomsverksamheten som fick ett uppsving när Skytterörelsens Ungdomsorganisation bildades 1968.

Sammanställning över antalet lossade skott inom FSR (Figur 1).



Figur 1. Antal avlossade skott inom FSR under perioden 1883-2005. I figuren redovisas alla typer av ammunition. Från 1981 ingår även luftvapen i redovisningen.

Nedan sammanfattas resultatet uttryckt i ton bly från 1900-talets början och fram till idag.

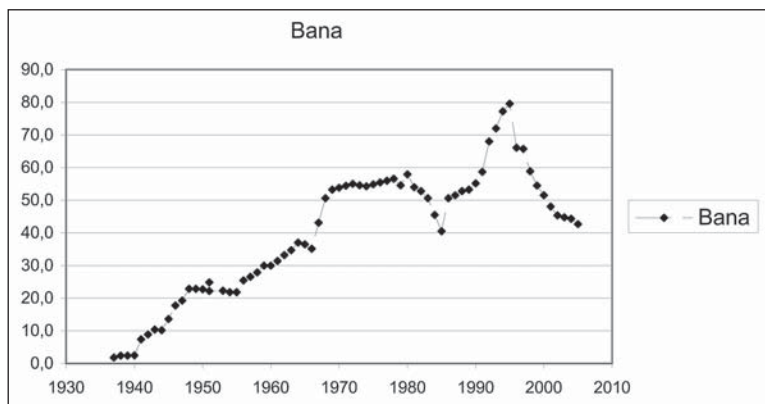
Tabell 1. Blymängder från FSRs verksamhet. Tillkommer 770 miljoner luftgevärsskott (385 ton bly) som skjuts inomhus och räknas som återvunnet.

Period	Kulfång ton	Kulfång efter återvinning ton
1900-1945	2909	1018
1946-1960	2652	2005
1961-1970	1733	2615
1971-1980	1563	3159
1981-1990	1354	3633
1991-2000	603	3844
2001-2005	109	3953

### Svenska Pistolskytteförbundet (SPSF)

Svenska Pistolskytteförbundet bedriver en bred verksamhet med ett stort antal olika grenar där pistoler av många olika kalibrar kommer till användning. Förbundet bildades 1936. Inledningsvis bedrevs verksamheten med olika tjänstevapen (7,65 mm Walther och armépistol m/07). Det grovkalibriga skyttet dominerade fram till 1970-talet då vapengrupp C (kaliber .22 lr) infördes. Numera bedrivs huvuddelen av förbundets verksamhet med vapen av denna kaliber. På senare tid har magnumskytte och PPC tillkommit. Med tanke på att många olika kalibrar används inom pistolskyttet är det viktigt att kulfången är konstruerade så att de täcker hela ammunitionsspektrat.

Utifrån bevarad statistik över antalet avlossade skott för perioden 1937-2005 har den totala blymängden kunnat beräknas till 2641 ton för perioden. Härav har 1825 ton återvunnits och 816 ton ligger kvar i kulfången. En redovisning finns i figur 2.



Figur 2. Diagrammet visar mängden bly från avlossade skott mot pistolskyttebanornas kulfång mellan 1937 och 2005. Angivna mängder är i ton. Redovisningen avser den totala mängden bly innan rensning.

## Svenska Skyttesportförbundet (SvSF)

Sportskytte har gamla traditioner internationellt och nationellt och har funnits med på det olympiska programmet alltsedan starten 1896. Svenska Skyttesportförbundet bedriver en bred skytteverksamhet bestående av gevär, löpande viltmål, pistol och lerduveskytte. Efterhand har olika grenar tagits in i tävlingsprogrammet. Som introduktionstidpunkt har satts det år som grenen fått SM-status.

I nedanstående statistik har medtagits allt skytte mot löpande älg 80 meter inklusive jaktskytteträning. Svenska Skyttesportförbundet är den organisation som har bäst grepp om dessa verksamheters omfattning. I stort har kulskyttets omfattning minskat kraftigt. Några av förbundets grenar har och har haft en mycket begränsad omfattning beroende på att de enbart utövats av en smal elit. På samma sätt som för Pistolskytteförbundet och FSR har utskjuten blymängd beräknats för sportskyttet av Sportskytteförbundet (Tabell 2).

Tabell 2. Blymängd för olika delar av sportskytteförbundets verksamhet. Avser ackumulerad mängd i kulfång efter återvinning, alltså det som betraktas som förråd.

Aktivitet	Bly ton
.22 lr	362
Gevär (6-8mm)	870
Pistol (.32-.38)	45

## Sammanfattning historik

Sammanfattningsvis har den totala mängden ackumulerat bly i kulfång beräknats till 6197 ton. Fördelningen per organisation framgår av nedanstående tabell (Tabell 3).

Tabell 3. Sammanfattande blyfördelning för SPSF, FSR och SvSF. Återvinningsgraden har satts till 65% för bly i kulfång.

Förbund	Kulfång efter återvinning ton
SPSF	967
FSR	3953
SvSF	1277

## Kulfång och deras uppbyggnad

I föreliggande kapitel redovisas olika aspekter på kulfång som berör deras uppbyggnad, lokalisering, miljöpåverkan och möjligheten att vid behov miljöanpassa befintliga kulfång. Huvudvikten har lagts på de civila kulfången även om vissa erfarenheter inhämtats från militära diton. Vidare behandlar kapitlet huvudsakligen de kulfång som är lokaliserade utomhus.

I kapitlet diskuteras möjligheten av att de befintliga kulfången skulle kunna anses utgöra ett miljöanpassat kulfång om det kan visas att de förmår ”fånga upp och behålla bly” och dess vittringsprodukter på ett miljömässigt acceptabelt sätt. Detta kan exempelvis innebära att utlakningen från kulfången är i nivå med vad som anses vara hållbart ur miljösynpunkt.

### Traditionella kulfång

Utöver ett stort antal militära områden med skjutverksamhet finns det nästan 4 000 civila skjutbanor registrerade hos FSR. Dessa skjutbanor inspekteras regelbundet av Statens skytteombud (SSO) med avseende på säkerhet. Vid såväl civila som militära skjutbanor förekommer blyet koncentrerat på relativt begränsade ytor i form av kulfång. Emellanåt har dessa så hög blyhalt att massorna inte kan läggas på kommunala avfallsdeponier. Eftersom man i många fall inte vet hur man ska åtgärda dessa blyförorenade jordmassor har sådana objekt ofta tillåtits vara kvar. Det skall understrykas att kulfången regelbundet rensas på bly och att återvinningsgraden är 65%.

Ett normalt traditionellt kulfång består av grus och sand inom fraktionen 0–8 mm. Den huvudsakliga uppgiften är att fånga upp kulorna på ett sådant sätt att de stannar inom kulfånget. Kulfångets hela uppbyggnad och utformning är således främst en fråga om säkerhet. Normalt ligger kulfånget ovanför marknivån och är ofta lokaliserat till skogsmark på långt avstånd från bebyggelse. Undantaget utgörs av skyttecentrum som är mera centralt belägna och de militära skjutbanorna som ofta är lokaliserade inom ett garnisonsområde eller skjutfält.

I Sverige nyttjar drygt 400 000 skyttar och jägare någon av de c:a 4000 registrerade skjutbanorna. Utöver dessa finns det c:a 500 banor för luftgevärsskytte inomhus som registrerats frivilligt.

De banor som är avsedda för kulskytte är fördelade på följande typer:

- 973 st. 300 m banor (på dessa finns också 200 m och 100 m banor som använder samma kulfång).
- 23 st. 200 m banor.
- 82 st. 100 m banor.
- 618 st. 50 m banor.

- 53 st. 25 m banor (50 m och 25 m banorna ligger ofta parallellt med varandra och nyttjar samma kulfång).
- 1 225 viltmålsbanor 80 m (älgbanor).
- 313 viltmålsbanor 50 m (rådjurs- och grisbanor).

Huvuddelen av banorna är utomhusbanor. Antalet skjutplatser uppgår till c:a 20 000.

## **Begreppet miljöulfång**

Vid slutet av 1990-talet lät Försvarsmakten (FM) på eget initiativ installera s.k. miljöulfång. Dessa tillverkas av STAPP och finns patenterade i 18 länder. Dessa kulfång har successivt installerats vid förbanden och ersatt de äldre kulfången. I flera fall har miljöulfånget byggts med det äldre kulfånget som underlag. Principen för de av Försvarsmakten använda miljöulfången är följande:

- Den avlossade projektilen penetrerar först en täckduk som tillsluter sig efter att projektilen passerat.
- Friktionen hos det underliggande stoppmaterialet bromsar därefter projektilen som förvaras i stoppmaterialet fram till rensning. Detta kan bestå av ett gum-migranulat från fragmenterade bildäck vilket innebär att granulatet kan innehålla PAH<sup>1</sup> (Uppgift från Fortifikationsverket).
- En vattentät duk under stoppmaterialet leder det vatten som kan tränga in i kulfånget via de minimala skothålen eller via oavsiktligt uppkomna skador i täckduken till en vattenseparerande behållare.
- Behållaren som finns innesluten i kulfånget tappas på vatten under kontrollerade former via ett stös till ett transportkärl.
- Vattnet analyseras och föroreningsgraden avgör den slutliga behandlingen. Huruvida detta sker i praktiken är i dagsläget osäkert.

Försvarsmakten ställde följande krav på leverantören avseende funktion:

- Förhindra vatteninträngning i kulfånget och därmed risken för utlakning.
- Täckduken ska tåla minst tre miljoner skott.
- Blyläckaget ska vara kontrollerbart.
- Kunna användas vintertid d.v.s. inte frysa vid hög kyla som sanden kan göra.
- Lätt att sanera och återvinna blykulorna.

Trots upprepade försök har det inte varit möjligt att få Naturvårdsverket och Kemikalieinspektionen att närmare beskriva hur ett civilt miljöulfång ska se ut eller fungera. Man kan därför förmoda att konstruktionen och hanterandet av STAPP:s kulfång inte bygger på en samlad traditionell kunskap eller erfarenhet av civilt skytte

---

*1 PAH är en stor grupp av föreningar, varav många ger hälso- och miljöskadliga effekter. De flesta PAH som ingår i olja är långlivade bioackumulerande och cancerframkallande.*

utan enbart är framtaget för militära ändamål. För ytterligare fakta om miljökulfång och därmed sammanhängande frågor se Naturvårdsverket (2007).

Att använda Försvarsmaktens miljökulfång vid civilt skytte är förknippat med vissa komplikationer. Vid användning av omantlad ammunition (homogena blykulor), vilket är vanligt inom det civila skyttet, på denna typ av kulfång förångas bly vid projektilens passage genom täckduken och kondenserar på denna. Det kondenserade blyet sköljs bort av regn varvid det hamnar utanför kulfånget. Vidare är risken vid civilt skytte stor för oplanerat vattenintrång p.g.a. sönderskjutna täckdukar, orsakat av kulor med skärande profil (wadcutter, scharfrand eller hålspets).

Begreppet miljökulfång har dessvärre, utan att närmare definierats, kommit att användas som ”varumärke” för ett flertal mer eller mindre genomtänkta konstruktioner. Begreppet miljökulfång bör därför utgå och ersättas av begreppet miljöanpassat kulfång. Med miljöanpassat kulfång avses ett kulfång som uppfyller de grundkrav som bör ställas för att kulfånget inte ska förorsaka skada på eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. (se kapitlet ”Miljöanpassade kulfång”).

## Miljöpåverkan från kulfång

Negativ påverkan av en förorening i mark eller vatten kan enbart ske om föroreningen överstiger en viss halt, det finns ett riskobjekt samt en exponeringsväg mellan föroreningen och riskobjektet. Med andra ord, enbart förekomsten av en förorening innebär inte automatiskt en risk för påverkan. Detta har exemplifierats i Figur 3.



Figur 3. Illustration av miljö/hälsorisken av ett kulfång.

De exponeringsrisker som människor utsätts för vid vistelse i närheten av kulfång kan enklast beskrivas som följer:

- Spridning via eventuellt läckage till omkringliggande vattendrag, bäckar m.m.

Generellt sett är blyhalterna i ett kulfång höga och då speciellt inom målområdena. Sett över hela kulfånget torde halterna uppgå till 1000 mg/kg TS. Den huvudsakliga spridningen av metaller från ett kulfång sker via nederbörden vilken bildar lakvatten. Föroreningen kan förekomma som lösta joner i vattnet alternativt bunden till andra partiklar/kolloider. Den dominerande transportmekanismen är konvektion. Konvektion innebär att lösta joner transporteras ut via lakvattnet. Uttransporten av föroreningar via konvektion kan beräknas genom att multiplicera lakvattenmängden med koncentrationen av respektive löst ämne i lakvattnet. Utlakning av föroreningar via konvektion reduceras med minskad vattenomsättning och kommer främst att regleras av nederbörd och vegetation.

Att beräkna den blyhalt som kulfångsmassorna skulle bidra med är svårt eftersom det inte går att uppskatta den fastläggning som sker inom kulfånget. Däremot kan blymängden i det primära lakvattnet från själva kulfånget uppskattas utifrån lakdata, se exemplet nedan.

Exempel:

För ett kulfång av storlek 100 m x 15 m skulle detta innebära följande:

- Yta: 1500 m<sup>2</sup>
- Blymängd beräknad med ledning av lakanalys (Helldén 2006): ~0.5 mg/l.
- Lakvattenbildning 200 mm motsvarar: 300 000 l/år.
- Förutsatt utlakning vid (C0) motsvarande 25% av kulfånget blir den frigjorda mängden bly 38 g/år. Under motsvarande tid bidrar nederbörden (0.9 mg/m<sup>2</sup>) med 1.4 g/år.

Troligtvis kommer en mycket liten del av detta bly att nå utanför själva kulfånget, vilket indikeras av att det generellt inte går att finna några förhöjda grundvattenhalter i anslutning till kulfång (Qvarfort & Waleij, 2004). Detta innebär att blyet enbart omfördelas inom själva kulfånget genom korta transportvägar och adsorption/utfällning. En tänkbar transport via vatten skulle däremot vara i de fall en bäck passerar genom eller i direkt anslutning till kulfånget. I detta fall är det däremot mera fråga om erosion än utlakning, d.v.s. att blyet transporteras bundet på partiklar som sedan kan transporteras vidare i bäcken. Det är dock inte sannolikt att någon skulle dricka vatten direkt i anslutning till ett kulfång. Halterna i detta vatten är vidare så låga att någon risk knappast föreligger ens vid ett oavsiktligt intag.

Förutom ovan angivna exponering kan även följande vara teoretiskt möjliga:

- Via bär eller svamp på eller i närheten av kulfånget.
- Via damning i samband med skytte eller vindens inverkan.
- Via direktkontakt med ammunition och sand.

Vid skjutbanor som används regelbundet antas människor vistas på området i begränsad omfattning. Personer som hanterar målmaterielen och vistas i markörgravnen befinner sig närmast kulfånget och utsätts därvid för en större exponering än skyttarna. De som tillfälligt befinner sig i närheten av kulfången bedöms inte exponeras. Människor antas inte plocka bär eller svamp direkt på aktiva kulfång eller intilliggande området.

Vid nedlagda skjutbanor bedöms människor (såväl vuxna som barn) vistas kortare tid än vid aktiva banor. Vistelsen kan antas vara tillfällig. Själva kulfånget är inte en plan yta som man enkelt vistas på. Bär och svamp plockas eventuellt intill kulfånget men inte direkt på detta. I regel kommer äldre nedlagda kulfång med tiden att bli skogbevuxna.

Sammantaget visar ovanstående förhållanden att både utlakningen och vidaretransporten av bly från ett kulfång i normalfallet är små. Samma förhållanden gäller för exponeringen av människor som tillfälligt vistas vid kulfången. De eventuella bär eller svampar som växer endera på kulfången eller i dess omedelbara närhet torde inte vara av den omfattningen att de utgör en risk.

Den största exponeringsrisken föreligger för personer som aktivt vistas vid kulfånget exempelvis i markörgravar. Vidare kan viss blyexponering ske vid de tillfällen då kulfånget rensas från kulor, vegetation mm. När så sker görs i regel en omgrävning av kulfångsmassorna. Skytterörelsen kommer att ta fram råd och anvisningar för arbeten på kulfång. Dessa kommer att publiceras tillsammans med övriga anvisningar för hantering av bly i en särskild skrift som kommer att distribueras till samtliga skytteföreningar.

## Bly i kulfång

De flesta undersökningar som behandlat bly i kulfång har studerat relationen mellan totalhalt och löslig/lakbar andel och på detta sätt fått ett mått på vittring och utlakning. I några få undersökningar har även den vertikala transporten av bly i kulfånget studerats. Det som genomgående saknas är mer genomgripande undersökningar där man studerat den verkliga utlakningen från ett kulfång och på detta sätt skapat sig en bild av den verkliga miljöpåverkan som kulfånget utgör. Detta sammanhänger främst med de höga kostnaderna som är förknippade med grundvattenundersökningar. Nedan redovisas emellertid resultaten av några undersökningar som kan ligga till grund för bedömningen av kulfångens miljöbelastning. Ytterligare information om bly i kulfång och därmed sammanhängande problem finns i Naturvårdsverket (2006a).

Den kanske mest omfattande undersökningen är den som Försvarsmakten lät genomföra under åren 2002–2006 då ett 60-tal kulfång undersöktes med avseende på lakningsegenskaper. Totalt omfattar undersökningen 104 prov. Försöken har utförts



i form av s.k. kolonntester enligt EU-standard EN 14405 (d.v.s. ”uppåtflödestest för oorganiska beståndsdelar”). Resultaten av de genomförda laktesterna på kulfångssand har jämförts med gränsvärden/lakvattenkriterier enligt Naturvårdverkets författningssamling (NFS, 2004:10). Samtliga lakförsök/kolonntester är utförda på materialprover med höga blyhalter, ofta upp emot 10 000 mg/kg TS (torrsubstans). Materialen är hämtade från olika delar av landet och representerar således olika mineralsammansättning och pH-värde.

Resultatet av undersökningen visade att antalet prov som klarade kriterierna för ”deponi för icke farligt avfall” vid L/S 0.1 och L/S 10 var 91% respektive 95%. Slutsatsen är att kulfångssand med avseende på lakningsegenskaper generellt kan klassificeras som ”icke farligt avfall” oavsett totalhalten av bly. Något tydligt samband mellan pH i materialet och blyutlakningen kunde inte påvisas. Samma förhållande gällde mellan blyhalten och organisk halt (Johan Helldén AB 2006).

I en undersökning av fem skjutbanor i Florida, USA analyserades jord och vatten på dess innehåll av bly. Studien kompletterades också med vissa lakanalyser, s.k. toxicitetstester (TCLP). Resultaten visar att totalhalten av bly i flertalet fall översteg USEPAs gränsvärde på 400 mg Pb/kg. Kulfångssand med högt innehåll av fosfor eller hög katjonutbyteskapacitet visade liten mobilitet för bly (Cao et al 2003).

Andelen lösligt bly i olika typer av kulfång har också studerats i flera undersökningar. Funna resultat visar att det alltid finns en viss andel lösligt bly. Huruvida detta lösliga bly bildas genom vittringsreaktioner eller ej är ännu inte klarlagt (Lin et al 1995). En viktig frågeställning i detta sammanhang är huruvida en del av blyet redan från början är lösligt eller om lösligheten ökar med tiden. Att en viss del av det bly som förekommer i ett kulfång redan vid anslaget är lakbart har påvisats av (Qvarfort & Waleij 2004).

Kulor funna i ett kulfång uppvisar vanligtvis ett korrosionsskikt av varierande tjocklek. I samtliga fall kvarstår dock metallkärnan. Eftersom verksamheten existerat mer än 100 år för detta speciella undersökningsområde dras slutsatsen att korrosionshastigheten är liten vilket är orsakad av ett skyddande blykarbonat-skikt. Samtidigt när blyhalterna bakgrundsniån vid c:a 50 cm djup (Vantelon et al. 2002).

I ett kulfång beläget i en kalkhaltig jord i Schweiz som använts i c:a 90 år (Ober-Uzwil), är kulorna omgivna av en mjuk orangefärgad korrosionsprodukt vilken också omfattade några centimeter av den omgivande jorden (Vantelon et al. 2002). De kvarvarande kulorna är oregelbundna i formen och mindre än originalet eftersom en betydande del vittrat bort. Slutsatsen av detta blev att c:a 50% av kulan hade vittrat under en tidsperiod av mellan 1 och 90 år. Detta medför en minsta vittringshastighet på c:a 0.5% per år. Samtidigt dras slutsatsen att bildandet av blykarbonat inte fullständigt skyddar kulan och att resultaten bekräftar också de som redovisats av Lin et al. (1995).

I motsats till ovanstående genomfördes en undersökning av en mycket sur jord rik på organiskt material vid den schweiziska arméns skjutbana vid Losone (Knechtenhofer et al., 2003). I denna studie påträffades enbart ett fåtal kulor i markytan. Utförda beräkningar visar en vittringshastighet på c:a 2.5% per år vilket även kan tyda på att skjutbanan inte utnyttjats.

Strömseng & Ljones (2000) har undersökt den vertikala fördelningen av bl.a. bly och antimon i ett kulfång. Förhöjning av bly förekom ned till en nivå av c:a 30 cm. De fann också förhöjda halter i porvattnet och att dessa var mest påtagliga vid regnperioder som inträffade efter en längre torrperiod. Antimon var även korrelerad med den organiska halten. Den sammanfattande slutsatsen var att vertikala transporten av metaller var liten, men att nederbörden efter en torr period kan mobilisera bly och antimon.

Till dessa undersökningar kan tillfogas ytterligare två undersökningar som ofta citeras då det gäller blybelastningen från kulfång och skjutbanor. Den första behandlar metaller i vattendrag (Göteborgs kommun 2005). I denna undersökning redovisas resultatet av metallhalterna i 29 vattendrag av vilka tre dränerar skjutbanor. Metallhalterna mättes i vattenmossa efter två veckors exponering. Resultaten visade förhöjda blyhalter (8- 24 gånger bakgrunden) för två av skjutbanorna. I vad mån halterna kommer från grundvattenutflöden eller genom erosion och partikeltransport framgår inte.

Den andra undersökningen behandlar resultatet från marksanering av en nedlagd skjutbana vid Trumtorp i Eskilstuna kommun (Länsstyrelsen i Södermanland 2006). I denna undersökning presenteras resultatet av halterna av bly och andra metaller inom ett område där man spridit ut material från en tidigare skjutbana. Resultaten visade höga blyhalter i ytvattnet (9.79-20.9 µg/l, 3 g/kg i rötter från vattenväxter och 7-24 mg/kg i lingonris). Sammanfattningsvis kan sägas att resultaten enbart visar vad som sker vid utspridning av skjutfångssand och kan således inte användas för att bedöma belastningen genom vittring/utlakning/transport.

En i vissa sammanhang citerad undersökning är den som år 2000 genomfördes av Svenska Pistolskytteförbundet. (Svenska Pistolskytteförbundet, 2000) Där genomfördes en landsomfattande studie av blyhalter i avrinningsvatten från skjutbanor. Inom ramen för denna studie undersöktes vattenprover från totalt 47 skjutbanor från hela Sverige. De undersökta skjutbanorna användes huvudsakligen för pistolskytte på 25 meter med kulammunition. Från ungefär hälften av banorna togs också prov utanför anläggningen. Dessa prov antogs vara opåverkade av lakvatten från respektive skjutbana. Blyhalterna i dessa prover varierade mellan <1 och 15 µg/l. För c:a en tredjedel (31%) av totalt 135 prov på dränerings- eller ytvatten från skjutbanorna uppmättes blyhalter >15 µg/l och den högsta uppmätta halten var 6700 µg/l. Undersökningens upplägg, genomförande och presentation fyller knappast minimikraven för en vetenskaplig studie. Man har dels använt 47 olika provtagare, dels saknas uppgifter om provens ursprung. Till detta kommer att det är oklart hur

proven analyserats. Allt detta medför att det överhuvudtaget inte går att utvärdera än mindre tolka undersökningsresultaten. Detta är olyckligt eftersom den annars hade kunnat bidra med värdefull information om kulfångens miljöbelastning.

Undersökningar av Turpeinen et al (2000) beskriver hur bly från en nedlagd skjutbana i södra Finland påverkar granskogen. Man använder ljusutsäandande bakterier som känner av bly och finner att gran inlagrar bly i sitt rotsystem och därmed delvis förhindrar att bly utlakas. Däremot förefaller inte granplantan i övrigt påverkas särskilt mycket av att rötterna tagit upp bly. Granskogen växer snabbt in på gamla skjutbanor som lagts ner. Det händer således inga katastrofer om saneringsarbetet av en eller annan anledning skulle skjutas upp eller helt utebli.

## Miljöanpassade kulfång

Även om det idag saknas säkra och entydiga möjligheter att förutse utlakningen från och riskbedömningen av kulfång kan man trots ovan redovisade osäkerheter göra vissa generaliseringar. En närmare beskrivning av olika sätt att göra riskbedömningar finns i Naturvårdsverket (2006a och 2006b).

Utlakningen från ett traditionellt kulfång inom ett skogsmarksområde torde knappast utgöra en miljöpåverkan eftersom det inte har kunnat visas att någon utlakning sker annat än i speciella fall. Det är inte heller troligt att människor kommer till skada då områdena med sina speciella förhållanden utgör en större säkerhetsrisk än miljörisk. Generellt gäller dock att kulfången bör uppfylla vissa grundkrav vad gäller utformning och lokalisering. Dessa är:

- Sanden i kulfången ska ha ett pH värde som överstiger 5. Om så inte är fallet ska kalk blandas in i sanden.
- Lokaliseringen eller konstruktionen får inte medföra genomströmning av yt- eller grundvatten då detta innebär en låg men långsiktig utlakning av bly. Med ytvatten avses diken, bäckar, åar etc. Exakt hur påverkan på yt- eller grundvatten kan ske får bedömas från fall till fall eftersom detta beror på lokala förhållanden som bl.a. beror av topografi och jordarter. På vissa skjutbanor finns dräneringsdiken i omedelbar närhet av kulfånget. Som regel är dessa täckta varför de inte kan antas bidra till påverkan. Öppna diken kan däremot, om de ligger alltför nära kulfånget (intill 10 meter), innehålla bly i form av erosionsprodukter. Dock är det inte troligt att vatten från dräneringsdiken används för konsumtion.
- Inga dricksvattenbrunnar får finnas inom ett möjligt påverkansområde. Även i detta fall kommer påverkansområdet att bestämmas av lokala förhållanden. Det går således inte att ange ett generellt avstånd mellan kulfånget och exempelvis en brunn eller bäck, se ovan. Ett riktvärde kan vara att brunnar på en radie av 100 meter från kulfånget ligger klart utanför påverkansområdet.
- Ett kontrollprogram upprättas för kulfånget.

Om dessa kriterier är uppfyllda kan ett traditionellt kulfång anses svara upp mot

de miljömässiga grundkrav som bör ställas på ett miljöanpassat kulfång. Med miljöanpassat kulfång avses således ett kulfång som uppfyller de grundkrav enligt ovan som bör ställas för att kulfånget inte ska förorsaka skada på eller olägenhet för människors hälsa eller miljön.

Begreppet miljökulfång, som är odefinierat, bör därför utgå och ersättas av begreppet miljöanpassat kulfång.

## Verksamhetsanpassade riktvärden för kulfång

För att uppskatta om en förorening som exempelvis bly utgör en risk eller inte inom ett område beräknas riktvärden. Dessa jämförs med de faktiska halterna på den plats som ska bedömas. I opublicerad rapport, Lundgren & Qvarfort (2006), har riktvärden för kulfångssand vid aktiva respektive nedlagda skjutbanor beräknats. Dessa riktvärden kan, tillsammans med annan information om platsen, användas som underlag för en bedömning av eventuella risker avseende negativa effekter på hälsa och miljö. Syftet med rapporten är att visa på möjligheten av att använda verksamhetsspecifika riktvärden generellt för en viss typ av objekt. Därigenom blir det möjligt att miljöriskbedöma objekten utan omfattande undersökningar.

Riskbedömningsmodeller för främst förorenade områden har tagits fram av Naturvårdsverket. Som underlag för riskklassning används uppgifter om känslighet för människor och skyddsvärde för miljö samt föroreningarnas farlighet, halt och spridningsförutsättningar. När den generella modellen inte är tillämpbar kan en fördjupad riskbedömning göras. Som en del i en sådan fördjupad bedömning ingår ofta att ta fram platsspecifika riktvärden vilka sedan jämförs med halterna på den aktuella platsen. Markanvändningen vid skjutbanor skiljer sig i flera väsentliga delar från de typer av markanvändning som Naturvårdsverket har tagit fram riktvärden för. Verksamheten i sig begränsar dessutom viss exponering. Skjutbanor är företrädesvis lokaliserade till samma typ av områden, i regel skogsmark. Det är därför motiverat att utarbeta verksamhetsspecifika riktvärden för kulfång. Ytterligare ett motiv är det stora antalet områden med samma typ av verksamhet.

Naturvårdsverkets generella modell för riskbedömning av förorenade områden är svår att anpassa till platsspecifika förhållanden för skydd av markmiljö. En jämviktsmodell (se Lundgren & Qvarfort (2006) har därför använts för skydd av marklevande organismer baserad på lakdata från kulfång. Riktvärden för skydd av organismer i ytvatten och hälsa beräknades med Naturvårdsverkets modell. Fördjupade riskbedömningar för bly finns även redovisade i Naturvårdsverket (2006b).

Det riktvärde som föreslås i Lundgren & Qvarfort (2006) för aktiva och nedlagda skjutbanor, är 2000 mg/kg TS för markmiljö. Motsvarande riktvärde för hälsoeffekter vid aktiva och nedlagda banor har satts till 7000 mg/kg TS. Användning av grundvatten som dricksvatten ingår inte i modellen. Ovan angivna värden kan också användas som en lämplig saneringsnivå vid avveckling av kulfång.

## Kontrollprogram för kulfång

Kontrollprogram saknas för närvarande för kulfång. Föreliggande kapitel innehåller en genomgång av de viktigaste ingående komponenterna i, samt ett förslag till ett kontrollprogram för kulfång. Programmet utgår främst från Naturvårdsverkets föreskrift om genomförande av mätningar och provtagningar i viss verksamhet (NFS 2000:15), samt de allmänna råd som publicerats i frågan. NFS gäller kontrollprogram för yrkesmässig verksamhet klassad som miljöfarlig och som är tillstånds- eller anmälningspliktig enligt miljöbalken, s.k. B- och C-anläggningar.

### Önskvärda villkor för skytteverksamhetens egenkontroll

De flesta svenska skytteföreningar bygger på medlemmarnas privata intresse och engagemang. Verksamhetens intäkter utgörs i huvudsak endast av medlemsavgifter och föreningarnas budget ger därför begränsade resurser för egenkontroll. Ett realistiskt kontrollprogram bör därför inte vara dyrt samt bygga på att medlemmarna själva kan genomföra arbetet med provtagning, mätning och dokumentation av möjlig miljöbelastning. Då det gäller kulfång bör kontrollprogrammet främst syfta till att undersöka ett eventuellt läckage till omgivningen för att långsiktigt kunna garantera en minimal miljöpåverkan.

Ansvariga för miljöpåverkande verksamhet utför normalt s.k. egenkontroll av verksamheten. Således kan en skytteförening vara en ansvarig part för egenkontrollen vid respektive berörd skjutbana.

### Metodik

Den miljöbelastning som kan uppstå vid en lämpligt utformad skjutbana beror av mängden ammunition som används. Ett miljöanpassat kulfång, med utformning enligt tidigare beskrivning, kommer att fånga upp närmare 100% av avlossade projektiler med ett försumbart läckage till omgivningen. Ett kontrollprogram kan därför inriktas på att storleksbestämma eventuellt läckage från själva kulfånget. Det går dock att successivt undvika att blyinnehållet i kulfånget byggs upp genom återkommande rensningsåtgärder.

De viktigaste faktorerna för miljöbelastningen vid en skjutbana är följande:

- Mängden ammunition som avlossas.
- Spridningsförhållandena från kulfång till omgivande ekosystem.
- Relationen mellan blyhalterna från kulfång, från angränsande mark samt halten från det atmosfäriska nedfallet.

Mängden bly kan storleksbestämmas genom att föreningen kontinuerligt dokumenterar antalet avlossade skott, vilket ger en uppfattning om hur många kulor som ansamlats in i kulfånget. I de fall man är intresserad av totalhalterna i kulfånget kan fältmätning av blyhalt i kulfång göras genom s.k. röntgenfluorescens teknik (XRF; X-Ray Fluorescence). Fältmätning med ett hyrt XRF-instrument med-

ger ofta fler mätningar inom området till rimlig kostnad, vilket normalt sett bättre täcker kulfångets variationer i blyhalt. En beställd laboratorieanalys av bly kan vara ett alternativ om än något dyrare.

En nyckelfråga är emellertid i vad mån kulfånget läcker bly till omgivningen eller inte. Vid kulfång som inte uppfyller kriterierna för miljöanpassade kulfång och med oklar avrinning till omgivande mark, kan det bli aktuellt med vattenprovtagning. Vattenprover kan tas i dräneringsdiken, vattendrag eller i nedslagna grundvattenrör. Proverna analyseras i laboratorium med avseende på blyhalten. Sådana undersökningar finns etablerade vid riskbedömningar av miljöfarliga anläggningar och torde kunna vara lämpliga även vid kontroll av befintliga kulfång. Vid miljöanpassade kulfång kan egenkontrollen lösas på ett relativt enkelt och förhållandevis billigt sätt. Exempelvis går det att installera ett uppsamlingskärl i kulfånget med vars hjälp man kan samla upp dräneringsvattnet genom exempelvis återkommande provtagning och analys. Systemet möjliggör en kontinuerlig övervakning av dräneringsvattnet och ger en möjlighet att ha kontroll på kulfånget. En eventuellt förhöjd blyhalt i dräneringsvattnet indikerar ett ökat läckage och signalerar att man snabbt bör genomföra miljöförbättrande åtgärder. Kostnad för en laboratorieanalys av bly i sådant vattenprov är mindre än 1000 kr.

### **Dokumentationskrav vid egenkontroll**

Myndigheternas instruktion för egenkontroll följer av NFS 2000:15. Paragraf fem listar innehållet i den dokumentation som krävs av verksamhetsutövaren.

*5 § Verksamhetsutövaren skall dokumentera*

- a) syftet med mätningarna*
- b) mätresultaten*
- c) de tekniska egenskaperna hos mätanordningar, provtagningsutrustning, givare och andra liknande tekniska anordningar för mätning och provtagning som används*
- d) de tekniska förhållanden som omger mätningarna*
- e) de metoder för mätning, provtagning och analys som använts och*
- f) tid och plats för mätningarna*

*Dokumentationen skall sparas i fem år*

Syftet med mätningar i kulfång är att registrera den tillförda mängden bly från själva skyttet samt att bestämma i vad mån utlakningen ger en skadlig påverkan på ekosystemet. Om vattendrag förekommer i kulfångets närområde kan vattenprovtagning med efterföljande analys bli aktuell, vilket då anges under denna rubrik. Mätresultaten beror bl.a. av vilken metod eller teknik som använts. En beskrivning görs av använd utrustning för provtagning, provberedning, mätning, tolkning. Provtagning och registrering av bly i kulfångsmaterialet anges liksom eventuell blyhalt i vattenprov. Plats, datum, tid, väder samt geografiska och hydrologiska data anges. Dokumentationen bör förvaras säkert för att kunna uppvisas under fem år. Lagring kan göras elektroniskt eller med utskrifter på papper för lagring i pärm.

## Avveckling av kulfång – Sanering

Ett kulfång utgör sällan en miljörisk även om den samlade blymängden kan vara hög. Detta beror främst på blyets låga korrosionshastighet och därmed sammanhängande utlakningspotential, vilket betyder att lösliga blyföreningar sällan lämnar själva kulfånget. Detta innebär att kulfång endast i undantagsfall behöver saneras. I regel kan det räcka med vissa avslutande åtgärder som exempelvis kalkning eventuellt kompletterat med jordövertäckning och grässådd. Vid avveckling bör också befintliga markörgravar läggas igen av säkerhetskäl. En sanering kan dock vara motiverad i de fall markanvändningen förändras eller om kulfånget utgör ett hinder för exploatering av ett område.

Vid val av metod för en eventuell sanering är det miljönyttan som ska vara det främsta styrmedlet. Att enbart fokusera på totalmängden bly i kulfånget räcker därför inte. För att ett föroreningsproblem i kulfången ska kunna lösas krävs det en helhetssyn där man även väger in omgivningens känslighet och skyddsvärde samt den eventuella risk som ett kvarlämnat kulfång kan utgöra. Platsspecifika riktvärden kan i detta sammanhang vara ett värdefullt underlag för en korrekt bedömning. Vid val av saneringsmetod måste det även vägas in att blyet kan tas om hand på ett miljömässigt riktigt sätt och att det renade materialet kan användas för något alternativt ändamål. För efterbehandling av blyförorenad sand i kulfång finns i idag följande tekniska möjligheter;

- jordtvättning
- kalkning
- deponering

Det finns företag specialiserade på teknik för att ta hand om bly i kulfång och man har utvecklat mobila anläggningar. Metoderna varierar men har en del gemensamt. För att rena kulfångsmaterialet från bly används oftast en kombination av siktning, tvättning och en slutlig separation där man utnyttjar de densitetsskillnader som finns mellan sand och bly. I princip försöker man efterlikna de metoder som gruvindustrin utnyttjar för att skilja metaller från berget.

### Jordtvätt

Mellan åren 1996 till 2000 genomförde Försvarsmakten ett omfattande tvättprogram av kulfångssand. Totalt tvättades c:a 100 000 ton. Senare kontroller har dock visat att det genomförda tvättprogrammet endast undantagsvis gav ett resultat där blyhalten i det renade materialet understeg 300 mg/kg för bly. I många fall var man därför tvingad att deponera den tvättade sanden eftersom avsättningsmöjligheter saknades. Kontrollerna visade också att utlakningen av bly var lika stor oberoende om sanden var tvättad eller inte. Med anledning av detta avbröts programmet och numera sker ingen kulfångsrening. I stället byggs i några fall nya miljökulfång med de äldre som underlag. Kulfångssanden har också vid några tillfällen använts för att bygga bullervallar på skjutfält.

Tyvär har Försvarsmaktens försök inneburit en allmän uppfattning om att tvättningen är en bra och säker reningsmetod som kan ges en allmän tillämpning. Dessvärre stämmer inte den bilden eftersom metoden varken är miljömässigt eller ekonomiskt försvarbar, vilket gör att man tvärtom bör avhålla sig från att använda tvättning för kulfångsrening.

### **Kalkning**

Som framgått av tidigare avsnitt behöver ett kulfång endast i undantagsfall saneras. Som regel räcker det att olika kalkblandningar tillsätts för att förhindra utlakning från blyförorenad jord. Syftet med metoden är att få en minskad omgivningpåverkan. Det har också provats att i ett kombinerat sand- och kalkfilter rena avrinningsvattnet från kulfång. Bägge metoderna fungerar men kräver viss framtida skötsel.

### **Deponering**

Idag finns i princip ingen annan metod än bortgrävning och extern deponering som garanterar ett i alla avseenden tillfredsställande resultat. Deponering skall ske enligt det senaste EU-direktivet och skall utgöras av antingen klass 1- eller klass 2-deponier. Om ett förändrat riktvärde för bly kan accepteras skulle däremot sanden kunna användas som avjämningsmassor på befintliga avfallsupplag. Detta kräver dock att man förändrar synsättet på metalliskt bly.

Sammanfattningsvis kan således konstateras att det idag endast finns en fullt fungerande saneringsmetod för kulfångssand vilket är bortgrävning och deponering. Möjligan kan denna föregås av en frånsiktning av ingående kulor för blyåtervinning.

### **Kostnader**

Kostnaderna för att sanera ett kulfång varierar inom vida gränser främst beroende på den egna arbetsinsatsen, möjlighet till avsättning av sanden, områdets fortsatta markanvändning mm. Nedanstående kostnader kan därför mera ses som ett exempel än som en fullständig sanning

1. *Bortgrävning och tvättning (kostnad c:a 1000-2000 kr/ton).*
2. *Bortgrävning och deponering i klass 2 deponi(800 kr/ton).*
3. *Bortgrävning och deponering i klass 1 deponi (1500 kr/ton).*
4. *Vällen lämnas kvar efter viss återställning (250 kr/ton).*

### **Framtida saneringstekniker**

Flera nya saneringstekniker för förorenad mark är under utveckling, men förekommer idag fortfarande på försöksstadiet. Såväl gammal som ny saneringsteknik diskuterades under en workshop i regi av The World Forum on the Future of Sport Shooting Activities (WFSA 2007) I övrigt finns olika tekniker beskriven i litteraturen. Bland dessa är kemisk stabilisering med fosfater (Schwab et al. 2006), aska och torv (Kumpiene et al. 2007), respektive järnpartiklar (Kumpiene et al.2008) biosanering (Guieysse et al. 2001, Munoz & Guieysse 2006), foto(ljus)sanering



(Fernández-Álvarez et al. 2008), fytostabilisering (Conesa et al. 2007), järnpartiklar (Kumpiene et al, 2008). Den intresserade kan läsa vidare i de angivna referenserna.

Med stabilisering menas att olika kemiska tillsatser reagerar och binder markföroreningar. Det innebär att läckaget av metalljoner sänks (till exempel bly) varigenom markvatten och grundvatten utsätts för en betydligt lägre tillförsel av förorening.

Biosanering innebär en behandling av marken med tillsats av mikroflora av bakterier och/eller mikrosvampar som omvandlar framförallt organiska föroreningar till dottersubstanser av ändrad giftighet.

Vid fotosanering bestrålas den förorenade marken med ultraviolett ljus för nedbrytning av organiska föroreningar, ibland förstärkt med nanopartiklar för ökad effektivitet.

Fytostabilisering innebär att planterade växter kan rena metallförorenad mark genom rotupptag av metalljoner. Denna stabiliseringsmetod aktiverar även den marklevande mikrofloran som i sig kan omvandla eller bryta ned organiska föroreningar.

Sammanfattningsvis kan konstateras att det idag endast finns en fullt fungerande saneringsmetod för kulfångssand vilket är bortgrävning och deponering. Möjligen kan denna föregås av en fränsiktning av ingående kulor för blyåtervinning. Något alternativ till detta som medger en godtagbar rening av ingående blymängder finns inte. Med detta avses att den renade sanden ska kunna användas för något ändamål exempelvis som fyllnadsmassor. Flera nya saneringstekniker är under utveckling men flertalet är idag fortfarande på försöksstadiet. Detta betyder att det enda realistiska alternativet till att låta kulfångsmassorna ligga kvar är att sända dem på extern deponi. Sett till den sammanlagda miljöpåverkan kommer detta alternativ att betydligt överstiga den miljöbelastning som ett kvarlämnat kulfång innebär. Enda anledningen till sanering är egentligen i de fall området ska exploateras.

## Referenser

- Cao, X., Ma, L.Q., Chen, M., Hardison, D.W. & Harris, W.G., (2003) Lead transformation and distribution in the soils of shooting ranges in Florida, USA. *The Science of the Total Environment* 307, 179-189.
- Conesa, H.M., Faz, A. & Arnaldos, R. (2007). Initial studies for the phytostabilisation of a mine tailing from the Cartagena-La Union Mining District (SE Spain). *Chemosphere* 66:38-44.
- Fernández-Álvarez, P., Le Noir, M., Guieyssea, M. (2008) Removal and destruction of endocrine disrupting contaminants by adsorption with molecularly imprinted polymers followed by simultaneous extraction and phototreatment. *J Haz Mat* (In press).
- Guieysse, B., Wikström, P., Forsman, M. & Mattiasson, B. (2001) Biomonitoring of continuous microbial community adaptation towards more efficient phenol-degradation in a fed-batch bioreactor. *Appl Microbiol Biotechnol* 56:780-787.
- Göteborgs kommun (2005): Redovisning av vattendata från 29 ytvattendrag. Rapport från Miljökontoret.
- Helldén, J. (2006) Sammanställning av laktester genomförda på kulfångssand. Rapport 06/007-1. Johan Helldén AB.
- Knechtenhofer, L. A., Xifra, I. O., Scheinost, A. C., Fluhler, H., Kretzchmar, R. (2003). Fate of heavy metal distribution and its relation to preferential water flow. *Journal of Plant and Soil Science* 166, 84-92.
- Kumpiene, J., Ore, S., Lagerkvist, A. & Maurice, C. (2007) Stabilization of Pb- and Cu-contaminated soil using coal fly ash and peat. *Environ Pollut* 145:365-73.
- Kumpiene, J., Ragnvaldsson, D., Lövgren, L., Tesfalidet, S., Gustavsson, B., Lättström, A., Leffler, P. & Maurice, C. (2008). Impact of water saturation level on arsenic and metal mobility in the Fe-amended soil. *Chemosphere* (under publicering).
- Lin, Z., Comet, B., Qvarfort, U. & Herbert, H. (1995) The chemical and mineralogical behaviour of Pb in shooting range soils from central Sweden. *Environmental pollution* 89, 303-309.
- Lundgren, N. & Qvarfort, U. (2006) Miljö och Hälsoriskbedömning av bly i kulfång. Underlagsrapport till NV PM 5627.
- Länsstyrelsen i Södermanland (2006). Redovisning av en sanering vid Trumtorps skjutbana, Eskilstuna. Rapport från länsstyrelsen.

Munoza, R. & Guieysse, B. (2006) Algal–bacterial processes for the treatment of hazardous contaminants: A review. *WATER RESEARCH* 40:2799–2815.

Naturvårdsverket (1999). Metodik för inventering av förorenade områden. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Vägledning för insamling av underlagsdata. NV rapport 4918, Stockholm.

Naturvårdsverket. (2006a). Konsekvenser av förbud mot bly i ammunition. Ett regeringsuppdrag rapporterat av Naturvårdsverket och Kemikalieinspektionen. NV Rapport 5627.

Naturvårdsverket (2006b). Fördjupade riskbedömningar. Erfarenheter av riskvärdesberäkningar och användning av ny kunskap. Rapport 5592.

Naturvårdsverket(2007). Underlagsrapport till regeringsuppdraget om bly i ammunition. Rapport 5624.

NFS 2000:15. Naturvårdsverkets föreskrifter om genomförande av mätningar och provtagningar i vissa verksamheter; Naturvårdsverkets författningssamling 2000:15.

NFS 2004:10. Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfarande för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall, Naturvårdsverkets författningssamling 2004:10.

Qvarfort, U. & Waleij, A. (2004) Bly – Förekomst och miljöeffekter till följd av militära och andra vapenrelaterade aktiviteter. Totalförsvarets forskningsinstitut, NBC skydd, Umeå..

Schwab, A.P., Lewis, K. & Banks, M.K. (2006) Lead stabilization by phosphate amendments in soil impacted by paint residues. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng* 41:359–68.

SFS 2001:512. ”Förordning (2001:512) om deponering av avfall”, utfärdad 2001-06-07, Miljödepartementet.

SFS 2001:1063 ”Avfallsförordning (2001:1063)”, utfärdad 2001-12-06, Miljödepartementet.

Strömseng, A. E. & Ljønes, M. (2002) Miljömässige vurderingar av blyfri ammunition. FFI rapport 2002/00818.

Svenska Pistolskytteförbundet (2000). Bly i skjutbanor 2000. Svenska Pistolskytteförbundets förstudie 47 skjutbanor i Sverige. Rapport från Svenska Pistolskytteförbundet.

Turpeinen, R., Salminen, J. & Kairesalo, T. (2000) Titel (fritt översatt från engelska): Rörlighet och biologisk tillgänglighet av bly i förorenad skogsmark; Environ. Sci. Technol. 34, 5151-5156 (2000).

Vantelon, D., Lanzirotti, A., Aeschlimann, B., Guenther, D., Scheinost, A. C. & Kretzschmar, R. (2002) Micro-scale Pb distribution and oxidation in a shooting range soil. *Geochimica Et Cosmochimica Acta* 66, A799-A799.

WFSA (2007) Workshop on shooting ranges. Workshop Proceedings. 2/3 October. Palermo.

## Anteckningar

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





## Kontaktinformation



**Svenska Pistolskytteförbundet**  
tel: 08-553 401 60  
e-post: kansli@pistolskytteforbundet.se



**Frivilliga skytterörelsen**  
tel: 08-663 63 50  
e-post: kansli@fvsrskytte.se



**Skytterörelsens Ungdomsorganisation**  
tel: 08-663 63 50  
e-post kansli@skytteuo.se



**Svenska Skyttesportförbundet**  
tel: 08-449 95 90  
e-post: office@skyttesport.se



**Stiftelsen Skolskyttefrämjandet**  
tel: 08-553 401 61  
e-post: mats.stoltz@pistolskytteforbundet.se