

Ulf Qvarfort, Annica Waleij

Bly i skjutvallar

Fördelningen av bly i olika sandfraktioner
vid skjutning med 7,62 mm ammunition



TOTALFÖRSVARETS FORSKNINGSINSTITUT

Avdelningen för NBC-skydd

901 82 Umeå

FOI-R--0614--SE

November 2002

ISSN 1650-1942

Teknisk rapport

Ulf Qvarfort, Annica Waleij

Bly i skjutvallar

Fördelningen av bly i olika sandfraktioner
vid skjutning med 7,62 mm ammunition

Utgivare Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI Avdelningen för NBC-skydd	Rapportnummer, ISRN FOI-R--0614--SE	Klassificering Teknisk rapport
	Forskningsområde 3. Skydd mot massförstörelsevapen	
	Månad, år November 2002	Projektnummer E 4813
	Verksamhetsgren 2. NBC-Skyddsforskning	
	Delområde 35.Miljöfrågor	
Författare/redaktör Ulf Qvarfort Annica Waleij	Projektledare Jan Sjöström	
	Godkänd av	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig	
Rapportens titel Bly i skjutvallar. Fördelningen av bly i olika sandfraktioner vid skjutning med 7,62 mm ammunition.		
Sammanfattning (högst 200 ord) Inom Forsvarsmakten har bly använts framförallt i ammunition samt i samband med mark- och sjöförlagda kabelsystem. Användningen av bly räknas allmänt som ett miljöproblem och åtgärder vidtas därför fortlöpande. Som ett led detta arbete har Forsvarsmakten initierat olika forskningsuppdrag, varav denna rapport är ett exempel. I syfte att studera fördelningen av bly i olika sandfraktioner i ett kulfång genomfördes försök där ammunition 7,62 mm sköts mot en trälåda fylld med sand. Efter försöket öppnades lådan och prov uttogs, siktades i olika fraktioner och analyserades med avseende på totalhalter av bly och koppar samt den lakbara andelen av dessa element. Efter 7 månader upprepades försöket vad gäller lakbarhet. En sekventiell lakning av de olika fraktionerna har också utförts . Resultatet av undersökningen kan sammanfattas enligt följande: Då en 7,62 mm kula träffar en skjutvall kommer huvuddelen av ingående bly att fördelas inom ett avstånd på ca 25-30 cm från anslagspunkten. Huvuddelen av blyet fördelas inom fraktionsintervallet < 2 mm och fördelningen är sedan relativt jämn inom de finare fraktionerna. Den lakbara andelen bly utgör ca 0,5 % av totalhalten från början och ökar inte under de första 7 månaderna. Huruvida den lakbara mängden sedan ökar med tiden har inte studerats närmare inom ramen för undersökningen.		
Nyckelord Bly, lakbarhet, skjutvall, sand		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 17 s.	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency Division of NBC Defence SE-901 82 Umeå, Sweden	Report number, ISRN FOI-R--0614--SE	Report type Technical report
	Research area code 3 Protection against Weapons of Mass Destruction	
	Month year November 2002	Project no. E 4813
	Customers code 2. NBC Defence research	
	Sub area code 35. Environmental Studies	
Author/s (editor/s) Ulf Qvarfort Annica Waleij	Project manager Jan Sjöström	
	Approved by	
	Sponsoring agency	
	Scientifically and technically responsible	
Report title (In translation) Lead in shooting ranges: the distribution of lead in various sand fractions using caliber 7.62 mm ammunition		
Abstract (not more than 200 words) <p>The Swedish Armed Forces has traditionally used lead for different purposes, mostly in ammunition but also in cable systems in marine environment and at land in the ground. The use of lead is generally considered to be an environmental hazard. Actions are therefore being taken for the limitation of the negative effects of the use of lead. For instance, the Armed Forces has initiated different research projects to investigate the matter further.</p> <p>The aim of this investigation was to study the distribution of lead in different fractions of sand in a shooting range. Therefore 7.62 mm ammunition was shot against a wooden box filled with sand. Samples were taken, sieved and analysed for total content of lead and copper including the leachable proportion of these elements. After seven months the leaching test was repeated.</p> <p>The results showed that when a 7,62 mm bullet hits a range earthen berm, most of the lead content will be distributed within a distance of 25-30 cm from the target point. Most of the lead is distributed within the fraction interval of < 2 mm and the distribution is relatively constant among the smaller fractions. Initially the leachable amount of lead constitutes approximately 0.5 % of the total content, and does not increase substantially within the first seven months. If the leachable fraction increases during the following period of time is yet to be discovered.</p>		
Keywords Lead, leachable fraction, range earthen berm, sand		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 17 p.	
	Price acc. to pricelist	

Innehållsförteckning

1. Bakgrund	5
2. Problemställning	5
3. Genomförda försök	7
3.1 Totalanalys och lakbar andel	7
3.2 Sekventiell extraktion	7
4. Resultat	8
4.1 Totalanalys och lakning.....	8
4.2 Sekventiell lakning.....	11
5. Förändring med tiden	12
6. Sammanfattande slutsatser	12
7. Referenser	13

Bilaga 1. Rådata

1. BAKGRUND

Inom Försvarmakten har bly använts framförallt i ammunition samt i samband med mark- och sjöförlagda kabelsystem. Användningen av bly räknas allmänt som ett miljöproblem och åtgärder vidtas därför fortlöpande för att begränsa eventuella skadeverkningar. Frågan aktualiseras också i samband med avyttringen av militära anläggningar.

Som ett led i detta arbete har Försvarmakten initierat olika forskningsuppdrag där man kartlagt bl.a. blyfördelningen i skjutvallar och inom skjutfält, allt i syfte att finna lämpliga metoder för återställning eller för s.k. inaktivering. Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) har på uppdrag av FMV genomfört miljöriskbedömningar av kablar i mark vid militära anläggningar (Edlund et al., 2001).

Inom saneringsområdet pågår ett omfattande arbete med att genom tvättning sanera äldre skjutvallar och ersätta dessa med s.k. miljökulfång. Tillvägagångssättet för rening av skjutbanesand finns angivet i anvisningar från Högkvarteret (24610:62402). Dessa arbeten är dock inte helt problemfria eftersom "reningen" i vissa fall inte uppnår avsedd effekt och avsättningen av den tvättade sanden för andra ändamål kan vara problematisk.

2. PROBLEMSTÄLLNING

Miljöbelastningen inom ett skjutfält hänför sig i huvudsak till förhöjda blyhalter inom vissa partier som målområden, kulfång och skjutvallar. Nedslagna och/eller nedfallna ammunitionsrester förekommer också. Utförda detaljundersökningar indikerar förhöjda blyhalter i ytjorden vid målområdena, där halterna bitvis kan ligga inom intervallet 500-10 000 mg/kg. I kulfången och i skjutvallarna är halterna alltid förhöjda. Då det gäller den totala miljöbelastningen inom ett skjutfält finns få undersökningar gjorda. Under 1995 genomfördes en undersökning av skjutfältet i Älvdalen. I denna undersöktes halterna av några metaller i vatten, sediment och fisk. Resultaten visade som helhet en ringa påverkan på vattenområdet och funna halter ligger inom den naturliga variationen för liknande sjöar och vattendrag i denna del av landet. Orsaken till den begränsade belastningen ansågs vara ett relativt högt pH-värde i marken, vilket gynnar blyadsorptionen (Lindeström, 1995).

Av den genomförda litteraturstudien kan man dra vissa generella slutsatser om blyets uppträdande i en markprofil och dess rörlighet i mark, vatten och växter. Blyinnehållet i naturliga jordar och bergarter är i regel mycket lågt. Bly koncentreras till svavelfasen i bergarterna genom sin starka affinitet till svavel. Den viktigaste malmen för blyframställning är PbS (galena). I Sverige är bakgrundshalterna av bly i

humus 26 mg/kg i skogsmark. Ett uppskattat preindustriellt bakgrundsvärde för bly i jord är sannolikt 10 mg/kg (Bergbäck, 1997).

Bly påverkas (korroderar) i vattenlösningar genom olika reaktioner med syre. Omfattningen av korrosionen kommer dock att bestämmas av möjligheten till bildande av ett skyddande lager runt metallen. Försök har visat att korrosionshastigheten är låg inom pH-intervallet 5-10, men ökar betydligt om pH-värdet är under 5 eller över 10. Bly blir emellertid passivt i både karbonat- och sulfatrika vatten medan lösligheten ökar något i nitrathaltiga vatten. Mätningar av korrosionen som genomförts i sandiga lerjordar vid olika aciditet har visat att korrosionen ökar något med ökande aciditet i jorden. Resultaten har sammanfattats i tabell 1 (Logan & Romanoff 1944).

TABELL 1. Korrosionen av bly i sandig lera vid olika aciditet efter Logan & Romanoff (1944).

Total aciditet mekv/kg TS	Korrosion $\mu\text{m}/\text{år}$
0,5	0,2
1	0,5
2	1
3	1
4	1-2
5	1-5
7	2-8
10	2-8

Eftersom blyet skyddas av ett ytskikt kommer i regel korrosionshastigheten att bestämmas av lösligheten av själva skiktet. Detta betyder i sin tur att det kommer att råda ett komplicerat förhållande mellan syretransporten i jorden och förekomsten av karbonat-, sulfat- och nitratjoner. pH-värdet synes spela en nyckelroll i denna process. Den mest skyddande korrosionsprodukten verkar vara blykarbonat (PbCO_3) och blyulfat ($\text{Pb}(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2$) (Lin et al. 1995).

Bly kan under sura betingelser lösas upp och bildar då i regel föreningar av typen $\text{PbCO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, PbCO_3 och PbSO_4 . Lösligheten på dessa föreningar varierar men inom ett mycket belastat område och under sura förhållanden kan halterna i markvattnet lokalt uppgå till något eller några mg/l. Bly binds dock vanligen snabbt till organiskt material, vilket medför att blyhalterna i vattnet i regel är inom intervallen några $\mu\text{g}/\text{l}$.

Bestämmande för blybelastningen från bl.a. skjutvallar eller kulfång kommer att vara förhållandet mellan den metalliska andelen av bly samt den del som genom olika omvandlingsreaktioner kan vara lös. En viktig frågeställning i detta sammanhang är huruvida en del av blyet redan från början är lösligt eller om lösligheten ökar med tiden. Andelen lösligt bly i olika typer av skjutvallar har studerats i olika undersökningar. Funna resultat visar att det alltid finns en viss andel lösligt bly, men om detta bildas genom olika typer av vittringsreaktioner eller ej är ännu inte klarlagt (Lin et. al 1995).

3. GENOMFÖRDA FÖRSÖK

Försöken genomfördes på ett nytt kulfång. De olika försöken redovisas närmare nedan.

3.1 Totalanalys och lakbar andel

I syfte att studera fördelningen av bly i olika sandfraktioner i ett kulfång genomfördes försöket på följande sätt:

En trälåda av storleken 150×30×30 cm fylldes med sand av storleken 0-8 mm med sammansättning enligt tabell 2. Skjutning genomfördes med Automatkarbin (AK4) och ammunition 7,62 mm Sk. ptr. (innehåll ca 6g Pb). 10 stycken skott avlossades mot lådans ena kortsida.

TABELL 2. Kornstorleksfördelning för använd sand baserad på 8 st prover fördelade inom försöklådan.

Kornstorlek	Låda %
≥ 8	3,2
< 8 - 4	23,7
< 4 - 2	28,2
< 2 - 1	19,5
< 1 - 0,5	12,7
< 0,5 - 0,25	6,5
< 0,25 - 0,125	3,7
< 0,125 - 0,063	1,5
<0,063	0,9

Efter försöket öppnades lådan och prov uttogs på följande sätt:

Inom den sida där skjutningen skett uttogs prov i 5 centimetersintervall in till 40 cm. Proven uttogs genom att ett skikt som var ca 15×15 cm skars ut från sanden i lådan, utgående från ingångshålen och med kulorna i centrum. Materialet siktades i olika fraktioner, se ovan, och materialet analyserades med avseende på totalhalter av bly och koppar samt den lakbara andelen av dessa element (L/S 1). Samtliga försök genomfördes efter bortsiktning av kulorna. Efter 7 månader upprepades försöket vad gäller lakbarhet.

Totalhalterna i proven har bestämts genom syralakning (SIS: Salpetersyra) och efterföljande bestämning. Lakningen har utförts som 1/1 lakning innebärande ca 50 g prov och 50 g vatten som skakades i kolvar under 1 timme. Samtliga bestämningar har skett med hjälp av Atomabsorptionsspektrofotometri.

3.2 Sekventiell extraktion

Förutom analys av totalhalterna och den lakbara andelen genomfördes också en sekventiell lakning av de olika fraktionerna. Den sekventiella extraktionen utfördes för att bestämma bindingsstyrkan mellan metallerna och markpartiklarna. Vilka

extraktioner som genomfördes framgår av redovisningen nedan. Metoden finns närmare beskriven i Lin et al (1995).

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. Vattenlösliga metaller | Lakning med vatten |
| 2. Utbytbara joner | Extraktion med Ammoniumacetat |
| 3. Bundna till organiskt material samt till lermineral | Extraktion med EDTA |
| 4. Som oxider eller i metallisk form | Extraktion i 7M HNO ₃ |

De olika använda extraktionsmedlens förmåga att lösa ut bly i den sekventiella analysen kan exemplifieras enligt beskrivningen i tabell 3.

Tabell 3. De olika extraktionsmedlens förmåga att lösa ut bly.

Hårdare bundet i marken →

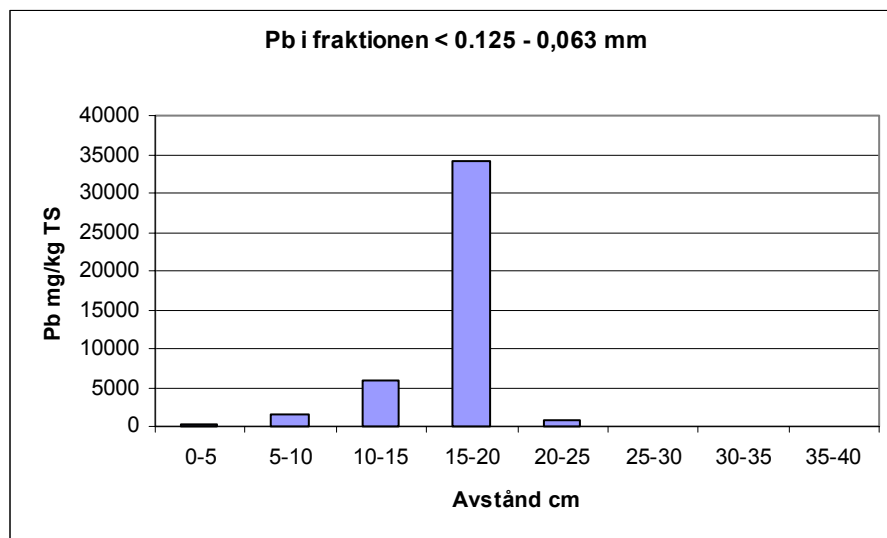
	Vattenlösligt	Utbytbart	Till organiskt material, lermineral, Fe, Mn oxider	Metallisk form Sulfider I andra mineral
Vattenextraktion				
Ammoniumacetat				
EDTA				
7M HNO ₃				

4. RESULTAT

4.1 Totalanalys och lakning

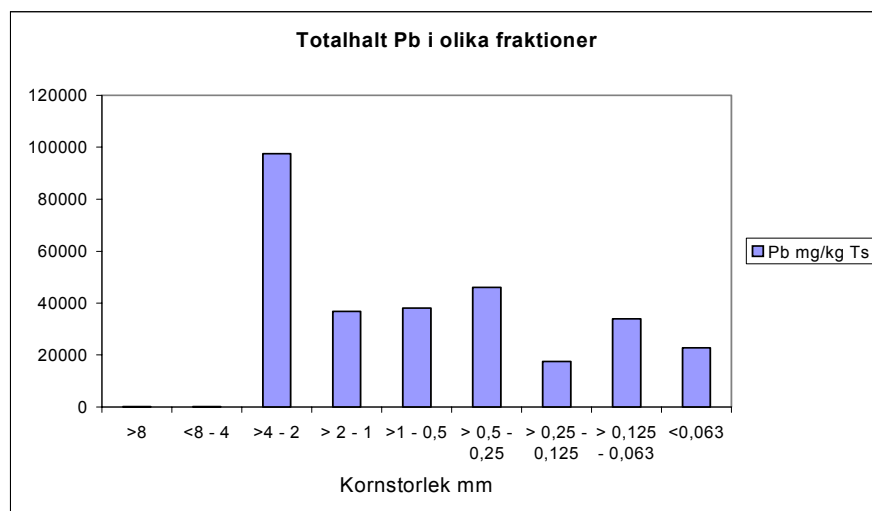
Resultatet av undersökningen redovisas i tabeller och figurer samt kommenteras nedan. Rådata presenteras i bilaga 1.

I figur 1 har blyhalten i fraktionen < 0,125-0,063 mm (som exempel) avsatts mot avståndet. Detta visar att fördelningen av bly i stort börjar vid ingångshålet och når ett maximalt värde vid nivån 15-20 cm där kulorna påträffades. Halten avtar sedan för att i stort vara av bakgrundskaraktär vid avståndet 25-30 cm.



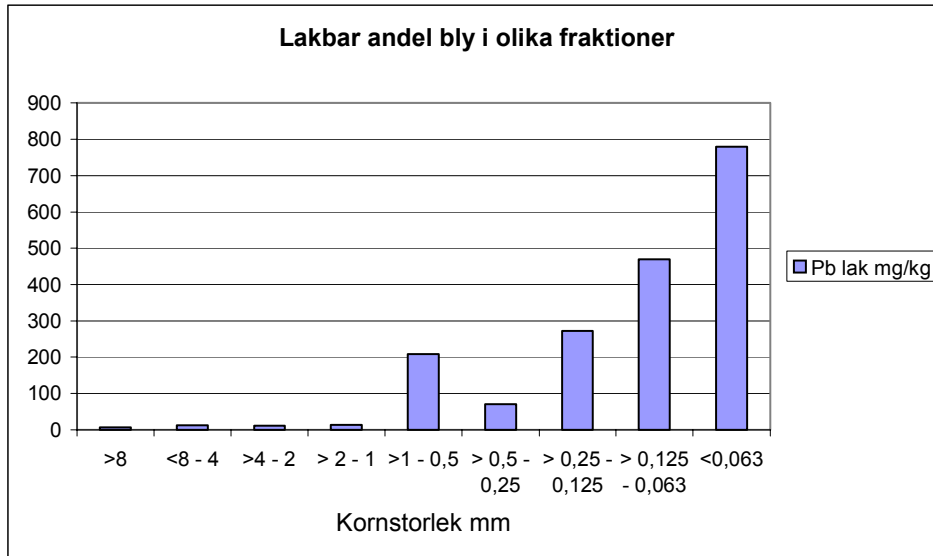
Figur 1. Fördelningen av bly på olika avstånd från ingångshålen. Fraktionen 0,063 har använts som exempel.

I figur 2 redovisas totalhalten bly i olika fraktioner. Av figuren framgår att de högsta halterna förekommer i fraktionen < 4-2 mm medan halterna sedan är relativt jämt fördelade mellan de mindre fraktionerna. Detta gäller dock enbart inom det avsnitt av sanden där kulorna förekommer, 0-25 cm. Hela fördelningen redovisas närmare i tabell 2. Detta innebär att kulorna splittras och att blyet blir relativt jämt fördelat inom kornstorleksintervallet < 4-2 mm.



Figur 2. Totalhalten bly i olika fraktioner.

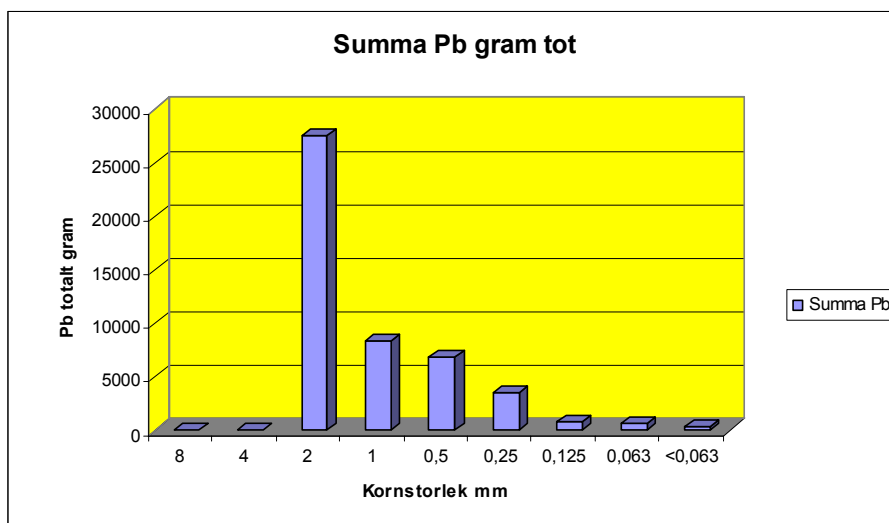
Av figur 3 framgår att den lakbara andelen av bly ökar med minskande kornstorlek. I fraktionerna >1 mm förekommer mycket låga lakbara mängder.



Figur 3. Den lakbara andelen bly i olika fraktioner.

Sammanfattningsvis visar resultaten av undersökningen att de högsta halterna förekommer inom avsnittet < 4 mm varefter halterna sedan är relativt jämnt fördelade inom de finare fraktionerna. Lakhalterna däremot visar ett tydligt samband mellan ökande halt och minskande kornstorlek. Till detta kommer sedan den blymängd som finns kvar i själva kulan (manteln) och som inte lösgjorts. En analys av detta har visat på mängder mellan 1 och 2 gram. Om mängden bly i varje kula antas vara ca 6 gram skulle detta innebära att mellan 4 och 5 gram bly tillförs sanden vid varje skott.

Ur återställningssynpunkt är det också intressant att studera hur mycket bly som kan avlägsnas enbart genom siktning. I figur 4 har resultaten från försöket redovisats som den totala mängden bly inom varje fraktion. Hänsyn har då också tagits till kornstorleksfördelningen för sanden. Redovisade mängder har omräknats till 1 kg sand för att få en jämförelse mellan de olika fraktionerna, eftersom dessa representerar olika mängder. Resultaten har även sammanfattats i tabell 4.



Figur 4. Totalhalten bly i olika fraktioner

Av figuren framgår att de högsta absoluta mängderna av bly i stort förekommer i fraktionerna mindre än 4 mm med ett maximum i fraktionen 2 mm.

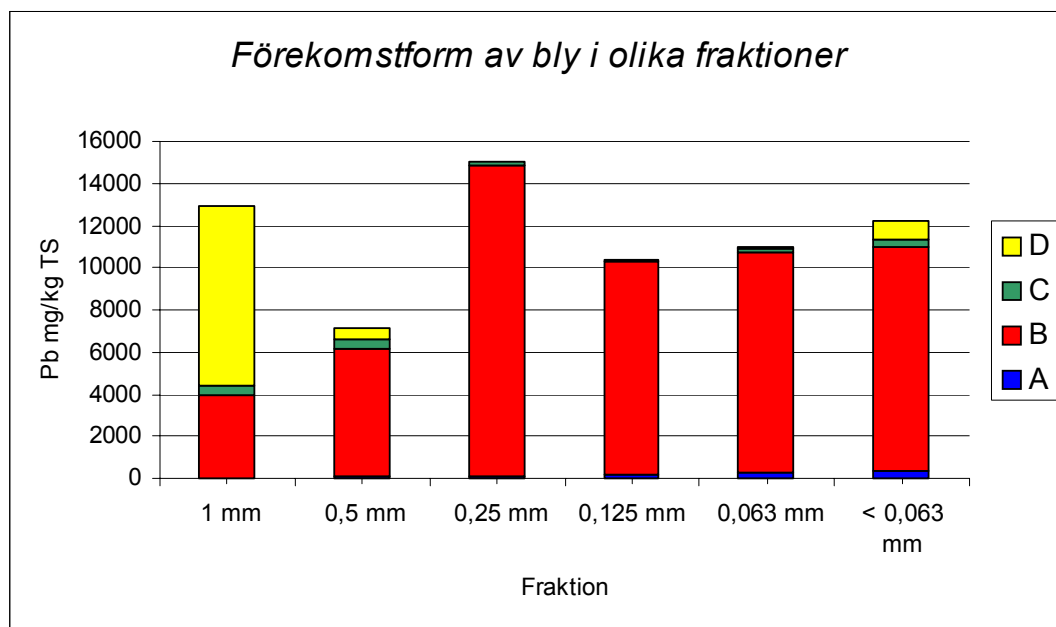
4.2 Sekventiell lakning

För att undersöka förekomstformen för bly genomfördes en sekventiell lakning på materialet från försökslådan, se tabell 4. Analysen har skett på material 10-20 cm från ingångshålet samt på fraktionen < 1 mm. Metodiken finns närmare beskriven i Lin et.al (1995), se också kapitel 3.2.

TABELL 4. Sekventiell lakning av de olika fraktionerna. Samtliga halter i mg/kg TS. A = Andel vattenlösliga metaller, B= Andel utbytbara joner, C= Bundna till organiskt material samt till lermineral, D= Förekomst som oxider eller i metallisk form.

Metod	1 mm	0,5 mm	0,25 mm	0,125 mm	0,063 mm	< 0,063 mm
A	29	51	46	163	241	329
B	3900	6100	14800	10100	10500	10700
C	452	408	196	116	192	322
D	8500	600	30	29	79	890

Av resultaten framgår att en stor del av det bly som förekommer är i form av utbytbara joner. Denna del är dock inte lakbar med vatten utan är hårdare bunden. Andelen metalliskt bly är större i fraktionen 1 mm samt i den som representerar avsnittet < 0,063 mm. Hela fördelningen har exemplifierats i figur 5.



Figur 5. Förekomstform för bly inom fraktionsintervallet < 1mm. A = Andel vattenlösliga metaller, B= Andel utbytbara joner, C= Bundna till organiskt material samt till lermineral, D= Förekomst som oxider eller i metallisk form.

5. FÖRÄNDRING MED TIDEN

För att studera om det sker någon förändring med tiden utfördes en förnyad provtagning efter 7 månader. Lådan har under tiden fått stå utomhus, d.v.s. öppen för nederbörd. Analysprogrammet har i detta fall enbart innefattat lakanalyser (L/S1) och på fraktionerna < 0,25 mm. Resultatet framgår av tabell 5.

TABELL 5. Lakbarheten av bly efter 0 respektive 6 månader

	Avstånd cm	Pb 0 ug/g	Pb 6 ug/g		Avstånd cm	Pb 0 ug/g	Pb 6 ug/g
Fraktion > 0,25 mm	0-5	0,77	0,7	Fraktion > 0,063 mm	0-5	3,5	2,8
	5-10	3,2	3,3		5-10	4,2	4,1
	10-15	13,9	11,4		10-15	29	25
	15-20	46	35		15-20	141	124
	25-30	3,17	3,2		25-30	11,4	10,5
	30-35	0,41	0,3		30-35	0,78	n.d
	35-40	0,5	0,45		35-40	n.d	n.d
Fraktion > 0,125 mm	0-5	0,73	0,6				
	5-10	6,2	5,6				
	10-15	24	22				
	15-20	63	64				
	25-30	5,5	4,7				
	30-35	0,61	0,5				
	35-40	0,31	0,25				

Resultatet av undersökningen visar att det i princip inte skett någon förändring i lakbarheten under 7 månader.

6. SAMMANFATTANDE SLUTSATSER

Resultatet av undersökningen kan sammanfattas enligt följande:

1. Då en 7,62 mm kula träffar en skjutvall kommer huvuddelen av ingående bly att fördelas inom ett avstånd på ca 25-30 cm från anslagspunkten.
2. Fördelningen av bly inom skjutvallen medför att huvuddelen av blyet fördelas inom fraktionsintervallet < 2 mm och att fördelningen sedan är relativt jämn inom de finare fraktionerna.
3. Den lakbara andelen bly utgör ca 0,5 % av totalhalten redan från början. Den lakbara mängden ökar inte under de första 7 månaderna. Huruvida den lakbara mängden sedan ökar med tiden har inte studerats närmare inom ramen för undersökningen.

En slutsats av dessa resultat blir att en rening med hjälp av nuvarande tvättmetod torde vara svår att genomföra. Detta sammanhänger inte bara med att kulan finfördelas, utan även med att blyet, när delar av kulan sönderfaller, får en väldigt stark affinitet till sandkornet. Med hänsyn till detta och den låga lakbarheten, så är det

även tveksamt om en tvättning är motiverad ur miljösynpunkt. Vidare förmår inte dagens tvättmetod att rena sanden ned till en nivå under 300 mg/kg, vilket medför restriktioner i hur sanden kan återanvändas.

7. REFERENSER

Bergbäck, B. (1997) *"Bly- förekomst och flöden i Sveriges teknosfär samt belastning på miljön"* Rapport från Högskolan i Kalmar.

Edlund C., Genberg H., Liljedahl E., Berglind R., Leffler P., Fällman Å., Ragnvaldsson D., Sjöström J. (2001) *"Miljöriskbedömning av kablar i mark vid militära anläggningar"* FOI-R-0220-SE.

Kucera, V., (editor) (1999) *"Effects of water and soil acidification on corrosion"* Report from a workshop held in Sigtuna, Sweden 29-31 may 1989.

Lin, Z., Comet, B., Qvarfort, U & Herbert.R., (1995) *"The chemical and mineralogical behaviour of Pb in shooting range soils from central Sweden"* Environmental pollution, Vol 89, No3, pp. 303-309.

Lindeström, L. (1995) *"Älvdalens skjutfält"* Rapport från Miljöforskargruppen, Fryksta.

Logan, K.H.& Romanoff, M. , (1944) *"Soil-corrosion studies"* Journal of Research of NBS 33, pp 145-198.

Munktell, A., (1999) *"Efterbehandling av skjutfält – en litteratur- och laboratoriestudie"* Examensarbete i kvärtärgeologi, Institutionen för geovetenskaper, Uppsala Universitet.

BILAGA 1 - Rådata

Tabell 1. Fördelning av bly och koppar inom olika fraktioner och avstånd från ingångshålen.

Nivå	Fraktion	Pb mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Nivå	Fraktion	Pb mg/kg TS	Cu mg/kg TS
0-5	8	4	4	25-30	8	8	3
	4	6	4		4	4	4
	2	11	5		2	7	9
	1	13	6		1	9	7
	0,5	14	7		0,5	8	7
	0,25	122	7		0,25	10	8
	0,125	42	12		0,125	35	11
	0,063	176	54		0,063	91	22
	<0,063	309	96		<0,063	224	40
Nivå			Nivå				
5-10	8	3	2	30-35	8	3	6
	4	10	4		4	5	4
	2	18	6		2	6	8
	1	29	9		1	9	9
	0,5	35	11		0,5	10	8
	0,25	93	15		0,25	11	9
	0,125	500	40		0,125	12	10
	0,063	770	176		0,063	36	19
	<0,063	1460	370		<0,063	70	33
Nivå			Nivå				
10-15	8	11	5	35-40	8	4	2
	4	14	7		4	4	3
	2	76	11		2	7	5
	1	5800	12		1	9	11
	0,5	16300	15		0,5	9	9
	0,25	7300	29		0,25	10	9
	0,125	5100	97		0,125	10	13
	0,063	5900	239		0,063	19	18
	<0,063	9400	440		<0,063	44	35
Nivå			Nivå				
15-20	8	59	7	Ref:	8	3	4
	4	43	12		4	2	4
	2	97675	11		2	6	9
	1	36700	14		1	6	9
	0,5	38100	208		0,5	7	9
	0,25	46000	70		0,25	9	10
	0,125	17600	272		0,125	10	9
	0,063	34000	470		0,063	14	19
	<0,063	22800	780		<0,063	36	31
Nivå			Nivå				
20-25	8	8	8				
	4	7	3				
	2	11	6				
	1	12	8				
	0,5	18	9				
	0,25	102	10				
	0,125	360	13				
	0,063	880	43				
<0,063	1560	85					

Tabell 2. Fördelning av bly och koppar på olika fraktioner.

	Nivå	Pb mg/kg TS	Cu mg/kg TS		Nivå	Pb mg/kg TS	Cu mg/kg TS
Fraktion > 8 mm	1:	4	4	Fraktion > 0,25 mm	1:	122	7
	2:	3	2		2:	93	15
	3:	11	5		3:	7300	29
	4:	59	7		4:	46000	70
	5:	8	8		5:	102	10
	6:	8	3		6:	10	8
	7:	3	6		7:	11	9
	8:	4	2		8:	10	9
Fraktion > 4 mm	1:	6	4	Fraktion > 0,125 mm	1:	42	12
	2:	10	4		2:	500	40
	3:	14	7		3:	5100	97
	4:	43	12		4:	17600	272
	5:	7	3		5:	360	13
	6:	4	4		6:	35	11
	7:	5	4		7:	12	10
	8:	4	3		8:	10	13
Fraktion > 2 mm	1:	11	5	Fraktion > 0,063 mm	1:	176	54
	2:	18	6		2:	770	176
	3:	76	11		3:	5900	239
	4:	97675	11		4:	34000	470
	5:	11	6		5:	880	43
	6:	7	9		6:	91	22
	7:	6	8		7:	36	19
	8:	7	5		8:	19	18
Fraktion > 1 mm	1:	13	6	Fraktion > < 0,063	1:	309	96
	2:	29	9		2:	1460	370
	3:	5800	12		3:	9400	440
	4:	36700	14		4:	22800	780
	5:	12	8		5:	1560	85
	6:	9	7		6:	224	40
	7:	9	9		7:	70	33
	8:	9	11		8:	44	35
Fraktion > 0,5 mm	1:	14	7				
	2:	35	11				
	3:	16300	15				
	4:	38100	208				
	5:	18	9				
	6:	8	7				
	7:	10	8				
	8:	9	9				

1= 0-5cm 2= 5-10cm 3=10-15cm 4=15-20cm 5=20-25cm
6= 25-30cm 7=30-35cm 8=35-40

Tabell 3. Fördelning av bly och koppar på olika fraktioner efter lakning 1/1.

	Nivå	Pb mg/kg TS	Cu mg/kg TS		Nivå	Pb mg/kg TS	Cu mg/kg TS
Fraktion > 8 mm	1:	0,06	0,05	Fraktion > 0,25 mm	1:	0,77	0,28
	2:	0,33	0,08		2:	3,20	0,49
	3:	0,39	0,07		3:	13,90	0,07
	4:	1,77	0,08		4:	46,00	1,42
	5:	0,28	0,03		5:	3,17	0,24
	6:	0,19	0,02		6:	0,41	0,12
	7:	0,07	0,06		7:	0,50	0,24
	8:	0,05	0,03		8:	0,28	0,18
Fraktion > 4 mm	1:	0,04	0,05	Fraktion > 0,125 mm	1:	0,73	0,26
	2:	0,28	0,08		2:	6,20	0,94
	3:	0,43	0,06		3:	24,00	0,11
	4:	3,00	0,06		4:	63,00	1,86
	5:	0,4	0,03		5:	5,50	0,39
	6:	0,18	0,04		6:	0,61	0,18
	7:	0,04	0,05		7:	0,31	0,25
	8:	0,04	0,06		8:	0,24	0,21
Fraktion > 2 mm	1:	0,38	0,11	Fraktion > 0,063 mm	1:	3,50	1,50
	2:	0,53	0,12		2:	4,20	s
	3:	8,40	0,01		3:	29,00	1,28
	4:	16,20	0,14		4:	141,00	3,90
	5:	0,52	0,05		5:	11,40	0,72
	6:	0,14	0,05		6:	0,78	0,25
	7:	0,09	0,11		7:	s	s
	8:	0,01	0,06		8:	s	s
Fraktion > 1 mm	1:	0,36	0,14	Fraktion > < 0,063	1:	s	s
	2:	1,14	0,22		2:	s	s
	3:	6,40	0,02		3:	115,00	s
	4:	29,00	0,35		4:	29,00	0,98
	5:	1,25	0,11		5:	s	s
	6:	0,29	0,10		6:	s	s
	7:	0,16	0,14		7:	s	s
	8:	0,12	0,11		8:	s	s
Fraktion > 0,5 mm	1:	0,60	0,22				
	2:	1,46	0,31				
	3:	6,70	0,03				
	4:	51,00	1,26				
	5:	1,49	0,12				
	6:	0,39	0,13				
	7:	0,18	0,16				
	8:	0,08	0,11				

S= under detektionsgränsen < 0,1 ug/l i laktlösningen

TABELL 4. Summa totalbly och lakbar andel inom varje fraktion. Resultaten avser avstånden 10-15, 15-20, 25-30 och 30-35 cm från ingångshålen.

Fraktion	Avstånd	% andel	Total g/kg	Pb	Pb	Pb	Pb	Summa	Summa	%
mm		Material	Material	mg/kg TS totalhalt	mg/kg TS lak 1/1	Totalt g	Lak g	gram	gram	lak/tot
8	10-15	3,2	32	11	0,39	0,352	0,01248			
	15-20			59	1,77	1,888	0,05664			
	20-25			8	0,28	0,256	0,00896			
	25-30			8	0,19	0,256	0,00608	2,8	0,08	3,058
4	10-15	23,7	237	14	0,07	3,318	0,01659			
	15-20			43	0,05	10,191	0,01185			
	20-25			7	0,04	1,659	0,00948			
	25-30			4	0,28	0,948	0,06636	16,1	0,10	0,647
2	10-15	28,2	282	76	0,43	21,432	0,12126			
	15-20			97675	3	27544,35	0,846			
	20-25			11	0,4	3,102	0,1128			
	25-30			7	0,18	1,974	0,05076	27570,9	1,13	0,004
1	10-15	19,5	195	5800	0,04	1131	0,0078			
	15-20			36700	0,04	7156,5	0,0741			
	20-25			12	0,38	2,34	0,10335			
	25-30			9	0,53	1,755	1,638	8291,6	1,82	0,022
0,5	10-15	12,7	127	16300	8,4	2070,1	1,0668			
	15-20			38100	16,2	4838,7	2,0574			
	20-25			18	0,52	2,286	0,06604			
	25-30			8	0,14	1,016	0,01778	6912,1	3,21	0,046
0,25	10-15	6,5	65	7300	13,9	474,5	0,9035			
	15-20			46000	46	2990	2,99			
	20-25			102	3,17	6,63	0,20605			
	25-30			10	0,41	0,65	0,02665	3471,8	4,13	0,119
0,125	10-15	3,7	37	5100	24	188,7	0,888			
	15-20			17600	63	651,2	2,331			
	20-25			360	5,5	13,32	0,2035			
	25-30			35	0,61	1,295	0,02257	854,5	3,45	0,403
0,063	10-15	1,5	15	5900	29	88,5	0,435			
	15-20			34000	141	510	2,115			
	20-25			880	11,4	13,2	0,171			
	25-30			91	0,78	1,365	0,0117	613,1	2,73	0,446
<0,063	10-15	0,9	9	9400	115	84,6	1,035			
	15-20			22800	29	205,2	0,261			
	20-25			1560	1	14,04	0,009			
	25-30			224	1	2,016	0,009	305,9	1,31	0,430