

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

MILJÖRISKBEDÖMNING AV TVÅ PROVPLATSER INOM BOFORS SKJUTFÄLT

Innehåll

1 SAMMANFATTNING	2
2 BAKGRUND	4
3 VERKSAMHET OCH UNDERSÖKNINGSOMRÅDE	5
3.1 Provplats Björnen.....	6
3.2 Provplats Roten.....	8
3.3 Tidigare undersökningar och efterbehandlingsåtgärder.....	9
4 METODIK.....	10
4.1 Provtagningsstrategi.....	10
4.2 Provtagning och kvalitetssäkring.....	10
4.3 Noteringar från provtagning.....	10
4.4 Provberedning och analyser.....	11
4.5 Metodik för inventering av förorenade områden – MIFO.....	13
5 RESULTAT.....	14
5.1 Riskklassning.....	14
5.2 Metaller i mark.....	14
5.2.1 Provplats Björnen.....	15
5.2.2 Provplats Roten.....	18
5.3 Metaller i sediment.....	21
5.3.1 Provplats Björnen.....	21
5.3.2 Provplats Roten.....	21
5.3.3 Bedömd påverkansgrad för provplatserna Björnen och Roten.....	22
5.4 Explosivämnesrester i mark och sediment.....	24
6 SLUTSATSER.....	25
6.1 Provplatserna Björnen och Roten.....	25
6.2 Bedömning av föroreningar vid övriga provplatser.....	25
7 BILAGOR.....	28

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva Edition No.	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor No. of app.	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

1 SAMMANFATTNING

Vid provplatsernas målområde sker utsläpp av tungmetaller främst i metallisk form (splitter och större metallfragment) från dels själva ammunitionen, dels målet som beskjuts. Metalldelarna sprids till marken och genom korrosionsprocesser kan metalljoner med vattentransport spridas vidare ner i markprofilen, ut i dikessystemen och vidare till vattendragen.

För att bedöma risken för att naturmiljön ska ta skada av föroreningsspridningen har de undersökta provplatserna Björnen och Roten klassificeras enligt MIFO-modellen (Naturvårdsverkets rapport 4918). MIFO-metodikerna har en fyrgradig skala, där riskklass 1 innebär omedelbara åtgärder ned i fallande skala till klass 4, som innebär att objektet dokumenteras och lämnas utan åtgärder.

Två provplatser har undersökts; dels Björnen (målområde 300 m), dels Roten (målområde 400 m). Båda provplatserna har bedömts tillhöra riskklass 3, vilket innebär att områdena innehåller en del föroreningar men att dessa inte är av akut karaktär. Några särskilda saneringsåtgärder behöver i dagsläget inte utföras.

Vid båda provplatserna har verksamheten varit mycket omfattande under de senaste decennierna. Att provplatserna innehåller relativt höga halter koppar och bly är därför ingen överraskning. Generellt sett gäller att höga metallhalter finns i den övre delen av markskiktet (20 cm-nivån). Djupare ner (80 cm-nivån) är halterna genomgående lägre. Undantaget är bly; där är haltskillnaden betydligt mindre.

Kvicksilver har förmågan att bilda gasformiga ämnen och reemitteras vilket gör att utsläpp vid provplatsen inte säkert kan spåras just, där utan reemissionsförloppen leder till att kvicksilvret sprids vidare. Det kan vara en orsak till att kvicksilverhalterna är generellt sett mycket låga, även om det inte förväntades att kvicksilver skulle förekomma i någon särskild omfattning.

Vid resp provplats har sedimentprov tagits för att undersöka hur mycket föroreningar som sprids från själva målområdet. Överensstämmelsen är ganska god mellan metallhalter i mark och sediment. Det finns koppar och bly i sedimenten samtidigt som förekomsten av andra tungmetaller är mindre. Undantaget är kadmium vid provplats Björnen. Någon särskild förklaring har inte kunnat identifieras; kadmiumhalterna i Björnens målområde avviker inte från halterna vid Roten.

Några explosivämnesrester kunde inte upptäckas; vare sig i marken vid målområdet eller i omgivande dikessediment. Orsaken är att vid provning förintas explosivämnena i princip fullständigt. Om det skulle uppkomma en blindgångare el likn, tas objektet bort och destrueras vid Rösimmens destruktionsplats.

Den samlade bedömningen baseras på att föroreningsbelastningen vid provplatserna är ganska låga och att spridningsförhållandena är i dikessystemen är små runt provplatserna. Den närbelägna recipientpunkten i Rotbäcken, där vattenmossa analyseras m a p tungmetaller, visar heller inte på någon större belastning av föroreningar (Enstedts Limnologiska Konsultbyrå AB; "Metaller i vattenmossa inom Bofors skjutfält 2000, utvärdering 1995 – 2000", 2000-10-10). Halterna av bly och

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

koppar är förhöjda; ungefär 50 % förhöjning för bly resp 25 % förhöjning för koppar som bakgrundsvärdet i utloppet från Gårdsjön i östra delen av Kilsbergen. Övriga metaller är låga.

Sammantaget bör riskklassificeringen vara 3 för båda provplatserna. För skjutvallarna vid provplatserna Övre och Nedre torde även de tillhöra samma riskklass; klass 3, då omfattningen av verksamheten vara ungefär densamma som för Björnen och Roten. Förhållandena är i övrigt likartade för spridning av föroreningarna, känsligheten och skyddsvärdet. Föroreningarnas farlighet är förstås densamma. För de övriga provplatserna gäller att omfattningen av verksamheten varit på en betydligt lägre nivå och därmed är föroreningsspridningen mindre. Vi bedömer därför att övriga provplatser tillhör riskklass 4.

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

2 BAKGRUND

Saab Bofors Test Center AB (SBTC) söker tillstånd för den samlade verksamheten inom Bofors skjutfält. I ansökan ingår en miljökonsekvensbeskrivning, som bl a ska visa vilka effekter och påverkan på miljön som provverksamheten (t ex skjutning med grovkalibrig ammunition) leder till.

Under juni 2003 har därför medarbetare inom SBTC tagit prov på mark och sediment vid två provplatser för att få kunskap om spridningen av explosivämnen och tungmetaller vid tester.

Syftet med undersökningen har varit att riskbedöma de undersökta objekten och placera dessa i någon av riskklasserna 1 till 4 enligt den s k MIFO-modellen (Naturvårdsverket 1999: Metodik för inventering av förorenade områden. SNV-rapport 4918).

Resultaten redovisas i denna rapport som ingår som underlag i tillståndsansökan, som lämnas in till Länsstyrelsens Miljöprövningsdelegation i slutet av år 2003.

I SBTCs projektgrupp har ingått Åke Eriksson, Arne Rådesjö och Martin Ahlfors. De bedömningar som redovisas i rapporten har arbetats fram av gruppen.

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

3 VERKSAMHET OCH UNDERSÖKNINGSOMRÅDE

Två undersökningsområden har valts ut för att spegla föroreningsbelastningen från provverksamhet som pågått under flera decennier; provplatserna Björnen och Roten. Provplatserna består i princip av en lång raksträcka (600 – 800 m). Raksträckan är i form av en grusad väg. I ena änden finns skjututrustning och lokaler med mätutrustning, i andra änden en skjutvall med stora stenblock. På önskat avstånd mellan pjäsen och stenvallen finns målområdet. De kan ställas upp på särskilt iordningställda platser, t ex 300 eller 400 m avstånd från pjäsen.

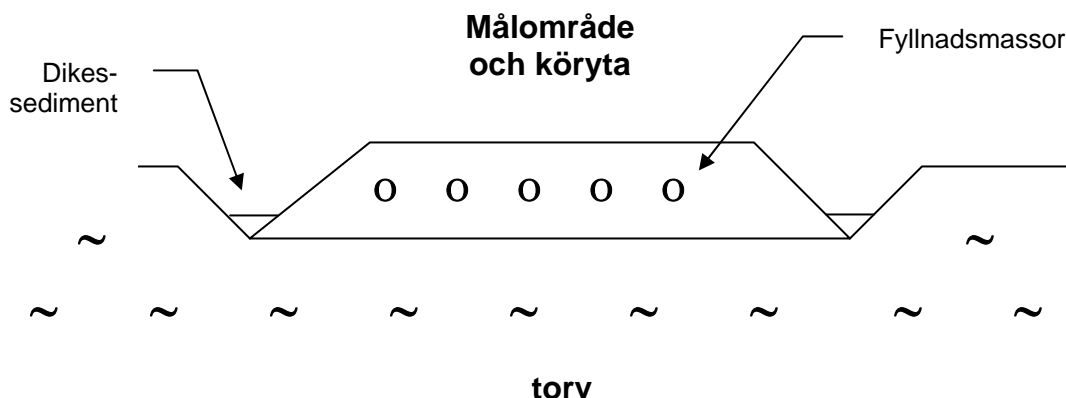
Vid provning av skarp ammunition mot mål av pansarplåt, förstörs både granaten och målet. Större metalldelar samlas upp, medan mindre delar blir kvar i marken. Några explosivämnesrester uppkommer inte vid proven, utan de explosivämnena som finns i skarp ammunition detonerar och förintas fullständigt.

Provplatserna inom skjutfältet är oftast lokaliserade på myrområden. Det betyder att marken successivt komprimeras och nytt grus måste läggas på för att kompensera att marken sjunker. Speciellt svåra förhållanden råder vid provplats Björnen. Utfyllnadsmassorna består i huvudsak av moränmaterial. Men även sand från kulfångare har använts. Från 1995 upprättades kontroll av kulfångarsanden för att inte riskera att använda sand med för höga halter av tungmetaller. Om halterna översteg vissa nivåer ska sanden sändas till extern anläggning för omhändertagande. Annars kunde sanden användas för utfyllnad.

Runt provplatserna har dikningsåtgärder genomförts för att inte få för mycket vatten stående på provplatserna främst under vår och höst. Nivån på grundvattenytan är hög och hydrauliska lågpunkter finns i angränsande diken. Vid provtagningsstillfället låg grundvattenytan på ca 80 – 90 cm under befintlig markyta vid båda provplatserna.

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva Edition No.	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor No. of app.	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

Figur 1: Principskiss av mark och jordlagerföljd vid en provplats



3.1 Provplats Björnen

I slutet av 70-talen till mitten av 90-talen skedde prov med 40 mm, 10,5 cm och 15,5 cm granater. Proven avsåg att testa funktionen hos drivladdningar och proven skedde mot kulfång, ej skjutvall. Några föroreningar av betydelse till marken uppkom inte i samband med dessa prov.

Sedan mitten av 90-talen har det därefter skjutits 84 mm grovkalibrig ammunition. Mängden har uppgått till ungefär 1 500 st per år och den totala mängden under åren fram till nu beräknas uppgå till 20 000 - 25 000 skott. Provverksamheten vid Björnen kan betraktas som ”typisk” vad gäller omfattning och spridning av metallföroreningar och explosivämnesrester.

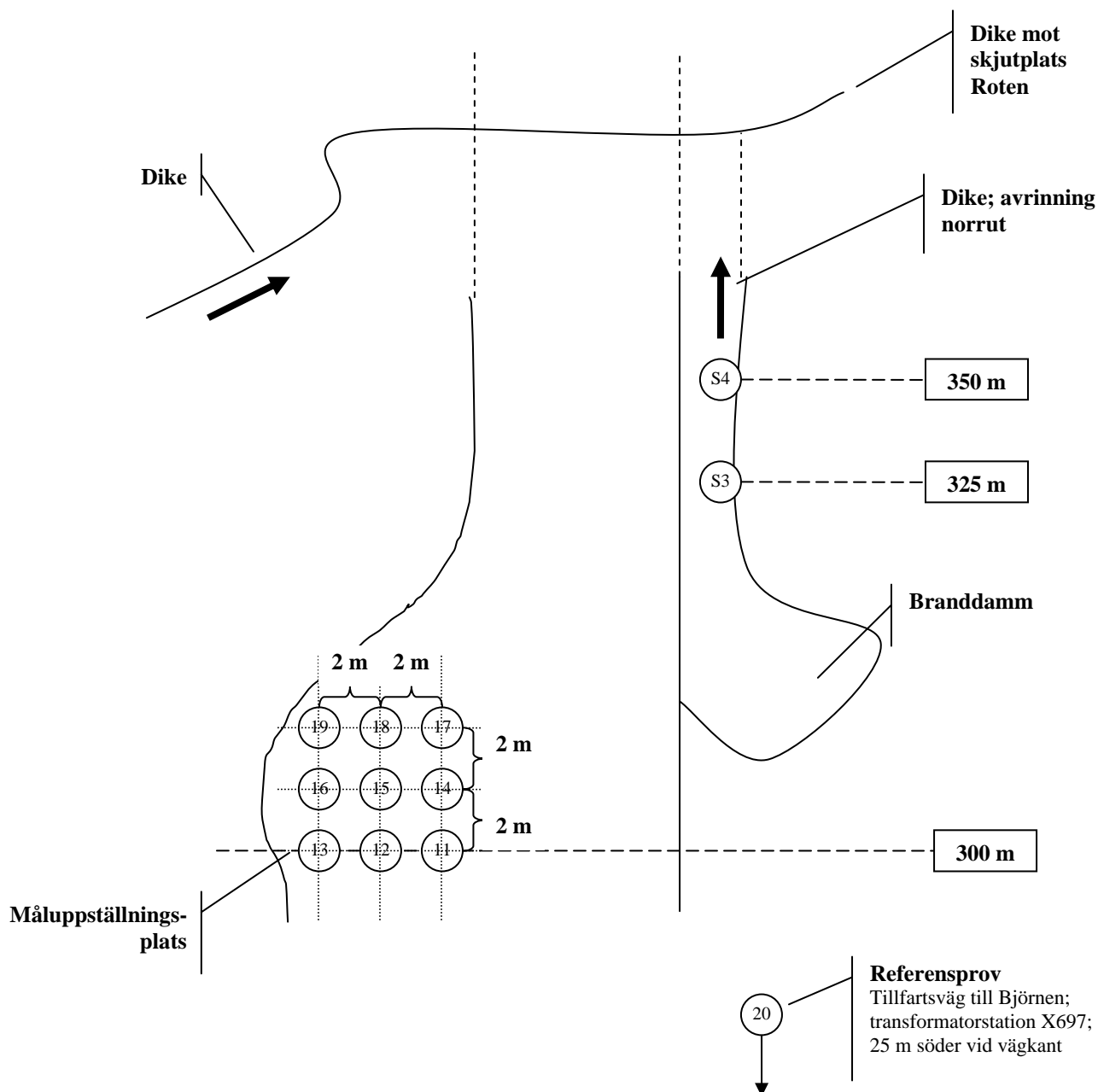
Den skarpladdade granaten innehåller en RSV-laddning (=riktad sprängverkan); en kopparkon som vid detonation skjuter iväg en flytande kopparstråle. Förutom koppar finns även zink. Vid detonationen splittras granaten i metallfragment. Fragmenten består av låglegerat stål, d v s i huvudsak järn och låga halter krom och nickel. Aluminium finns i ytterhöljet runt granaten. Drivladdningen i granaten; krutet, består av ca 1 % blyazid.

Granaten träffar mål som består av pansarplåt, som är stål och består i huvudsak av järn, krom och nickel. Målen kan, istället för pansarplåt bestå av handelsjärn.

Vid provplatsen finns därför metallpartiklar spridda på marken. Partiklarna korroderar till metalljoner, som kan lakas ur jordprofilen till angränsande diken och vidare transporteras till vattendrag och sjösystem.

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

Figur 2: Kartskiss över provtagningsområdet vid Björnen



Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva Edition No.	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

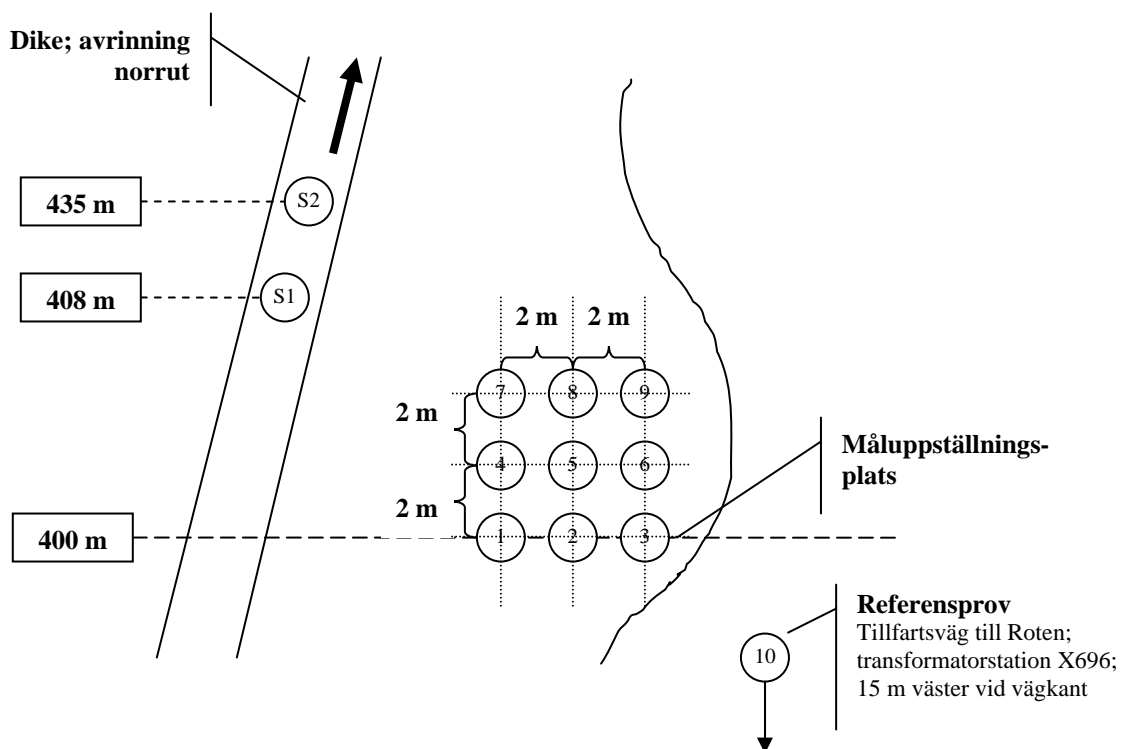
3.2 Provplats Roten

Under perioden 1974 – 1986 provades över 100 000 st tändrör i 40 mm mellankalibrig ammunition. Tändrör är en avkännare som styr när granaten ska detonera. Nuvarande verksamhet är likartad den som pågår vid provplats Björnen med provning av 84 mm granater.

Tändrören till den skarpladdade granaten innehåller, förutom järn, en koppargördel. Kvicksilver fanns i batterier som ingick i tändröret. Mål som skjutning sker emot, består av lättmetallplåt eller handelsjärn. När målet träffas, detonerar granaten och metallsplitter uppkommer. Så som vid provplatsen Björnen består krutet i drivladdningen av ca 1% blyazid. Tändrör med blyazid förekommer dock inte numera. De metaller som därför kan förväntas finnas i marken är järn, koppar, bly, och kvicksilver. Kvicksilver reemitterar vilket kan leda till att halterna inte är så höga i marken, utan kvicksilvret har avdunstat och spridits vidare till omgivningen. Höga halter av zink, krom och nickel bör inte.

Även här förväntas uppkomna metalljoner laka ur jordprofilen till angränsande diken och vidare transporteras till vattendrag och sjösystem.

Figur 3: Kartskiss över provtagningsområdet vid Roten



Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

3.3 Tidigare undersökningar och efterbehandlingsåtgärder

Enligt uppgift har det någon gång i slutet av 90-talen genomförts provtagning av mark och/eller vatten i anslutning till Rotens provplats. Någon sådan rapport har dock inte kunnat återfinnas i våra arkiv. Uppgifter om verksamhetens art har fått via intervjuer av personal som fortfarande arbetar inom skjutfältet.

Några undersökningsrör, brunnar el dyl finns inte vid någon av provplatserna. Några saneringsåtgärder har inte skett; dock finns en rutin att ta bort större metallföremål och annat skräp efter en provning.

När det gäller undersökningar bör dock nämnas att den storskaliga metallbelastningen inom skjutfältet regelbundet undersöks med hjälp av biomätning. Vattenmossa placeras ut på fastställda punkter enligt kontrollprogrammet (senast reviderat år 2002). Vattenmossa har använts sedan 1995 och resultaten finns redovisade i rapporter (se t ex Enstedts Limnologiska Konsultbyrå AB; "Metaller i vattenmossa inom Bofors skjutfält 2000, utvärdering 1995 – 2000", 2000-10-10).

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

4 METODIK

4.1 Provtagningsstrategi

Strategin var att ta ett stort antal jordprov vid resp målområde för att få ett säkert underlag att kunna beskriva föroreningsbelastningen. De två skjutplatser som valdes anses representera platser där provverksamheten varit stor och där föroreningsbelastningen torde vara störst relativt sett de övriga provplatserna.

Förutom markprover togs sedimentprover i diken i omedelbar anslutning till själva provplatsen. Sedimentproverna togs för att få en bild av föroreningstransporten från den antagna föroreningsbelastade markprofilen.

4.2 Provtagning och kvalitetssäkring

Provgropar grävdes med hjälp av grävtraktor. Själva proven togs med järnspade och lades i plastkärl tillhandahållna av analyslaboratoriet. Provtagningen genomfördes av SBTCs personal (Arne Rådesjö och Martin Ahlfors) med erfarenhet av dels provtagning, dels av den aktuella verksamheten. De uppfyller kraven i SNFS 1990:11 som provtagare.

Prov togs vid två skjutplatser, Björnen och Roten, i form av ett rutnät med tre gånger tre delprov på två nivåer. Avståndet mellan delproven var 2 m (se kartsnitt nedan). Nivåerna var 20 cm resp 80 cm under befintlig marknivå. Vid respektive provplats erhöles därmed 18 delprov.

Vid resp provplats togs ett bakgrundsprov i anslutning till provplatsen. Provet grävdes för hand med järnspade på djupet 20 cm i väggkanten (vägggrus). Proven lades i plastkärl tillhandahållna av analyslaboratoriet. Bakgrundsprovet togs i mark som med största sannolikhet skulle vara fritt från påverkan av lokal föroreningskälla (provverksamhet, fordon etc).

Dessutom togs fyra sedimentprov; två från varje provplats. Proven togs av ytskiktet av SBTCs personal med järnspade och lades i plastkärl tillhandahållna av analyslaboratoriet.

Principskisserna ovan visar provrutornas placering vid provplatserna, var sedimentproven togs och lokaliseringen av bakgrundsproven.

4.3 Noteringar från provtagning

Grundvattenytan vid båda provplatserna låg på 80 – 90 cm under befintlig markyta. Större fragment av plast och metall sågs i samband med provtagningen. Sådana delar togs bort ur provet.

Vid provplats Björnen var marken ganska lös och grävningen gick lätt. Materialet bestod av en blandning av sand och morän (isälvmaterial). Sanden utgörs troligtvis av förbrukad kulfångarsand och kan därför redan från ”början” innehålla låga föroreningshalter av tungmetaller. Ett fåtal block

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

grävdes upp. Vid 80-cm nivån trängde grundvatten fram; här fanns också en tydlig gränslinje mellan grus och torv. Proven togs i gruset även på de platser där markdjupet understeg 80 cm; nivån var då ca 70 cm.

Vid provplats Roten var marken hård och bestod av morän (isälvsmaterial). Förekomsten av sand var ringa. En hel del block grävdes upp, liksom större grenar och rötter. Även små delar av byggnadsvirke (impregnerat?) förekom. Vid punkterna 3, 6 och 9 var djupet till torven omkring 70 cm; prov togs i gruset, inte i torven. Grundvattenytan låg strax ovanför torven.

4.4 Provberedning och analyser

Proven har torkats vid 105°C enligt svensk standard SS028113. Analysproven har torkats 50°C och elementhalterna TS-korrigerats. Upplösning har skett med mikrovågsugn i slutna teflonbehållare med 5 ml koncentrerad HNO₃ + 0,5 ml H₂O₂/vatten 1:1. Analysprovet har siktats genom en 2 mm siktduk. Analys har skett enligt EPA-metoder (modifierade) 200.7 (ICP-AES) och 200.8 (ICP-MS). Provberedning och analyser har utförts av Analytica AB i Luleå.

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva Edition No.	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

Delproven, totalt 42 delprov analyserades m a p explosivämnesrester (vissa) och tungmetaller (alla) enligt följande tabell:

Tabell 1: Analysplan

Provplats	Provnr	Analys		Fotnot
		Metallanalys M2 ¹ + Fe	TNT,HMX,RDX ² , nitroglycerin	
Roten	1a	X		
	1b	X		
	2a	X	X	
	2b	X	X	
	3a	X		
	3b	X		
	4a	X		
	4b	X		
	5a	X	X	
	5b	X	X	
	6a	X		
	6b	X		
	7a	X		
	7b	X		
	8a	X	X	
	8b	X	X	
	9a	X		
	9b	X		
	10a	X	X	Referensprov (bakgrundshalt)
	S1	X	X	Sediment
	S2	X		Sediment
Björnen	11a	X		
	11b	X		
	12a	X	X	
	12b	X	X	
	13a	X		
	13b	X		
	14a	X		
	14b	X		
	15a	X	X	
	15b	X	X	
	16a	X		
	16b	X		
	17a	X		
	17b	X		
	18a	X	X	
	18b	X	X	
	19a	X		
	19b	X		

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

Tabell 1 forts: Analysplan

20a	X	X	Referensprov (bakgrundshalt)
S3	X	X	Sediment
S4	X		Sediment

Förklaring:

1: Analyspaket enligt Analytica AB: As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, V och Zn samt TS

2: TNT = 2,4,6-trinitrotoluen; HMX = oktogen; RDX = hexogen

4.5 Metodik för inventering av förorenade områden – MIFO

Syftet med miljöriskbedömningen har varit att placera de undersökta objekten i någon av riskklasserna 1 till 4 enligt den s k MIFO-modellen (Naturvårdsverket 1999: Metodik för inventering av förorenade områden. SNV-rapport 4918).

Riskklassningen bygger på en samlad bedömning av farligheten hos de kemikalier som hanteras, föroreningsnivå, spridningsförutsättningar och områdets känslighet och skyddsvärde. I Naturvårdsverkets rapport anges hur värderingen går till varför hänvisning i dessa delar görs till den rapporten.

Som bilagor redovisas gjorda bedömningar enligt de blanketter som ingår i MIFO-modellen.

Resultaten ger en indelning i fyra riskklasser:

- Riskklass 1: Mycket stor
- Riskklass 2: Stor risk
- Riskklass 3: Måttlig risk
- Riskklass 4: Liten risk

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

5 RESULTAT

Alla analysresultat finns redovisade i särskilda analysprotokoll. I den här rapporten redovisas analysresultat för de viktigaste metallerna och explosivämnesresterna. Ett jordprov analyserades om p g a kraftigt avvikande zinkhalter. Enligt analyslaboratoriets bedömning kan en metallflaga ha ingått i analysen.

5.1 Riskklassning

På basis av MIFO-utredningen har båda provplatserna bedömts tillhöra *riskklass 3*. Det innebär att den samlade bedömningen är det råder en måttlig risk för de båda förorenade områdena. Det finns föroreningar i områdena men att de inte är av akut karaktär. Några särskilda saneringsåtgärder eller liknande torde därför inte behöva genomföras i dagsläget.

Utredningen visar att områdena kring provplatserna är påverkade av verksamheten för *tungmetaller*, främst koppar och bly. Påverkansgraden är tydlig gentemot både de nationella riktlinjerna och de bakgrundsvärden som finns för resp provplats. Halterna är låga och mängderna ganska små. Den *totala tungmetallmängden* för provplats Björnen är ca 30 kg, varav zink utgör hälften. För provplats Roten gäller totalt ca 25 kg, varav zink utgör en femtedel.

Några *explosivämnesrester* har inte kunnat spåras; inte ett enda prov innehöll några föroreningar. Det betyder att provningsverksamheten med största sannolikhet inte leder till någon spridning av sprängämnen.

När det gäller föroreningstransporten vid provplatserna är förhållandena sådana att själva målområdet vilar på ganska genomsläppliga jordarter (fyllnadsgrus och sand; dock till viss del hårt packade), medan omgivningen utgörs av täta organogena jordarter; torv. Området är mycket flackt vilket leder till att avrinningen och transporten av vatten och föroreningar sker trögt och mycket långsamt.

Den samlade bedömningen baseras på att föroreningsbelastningen vid provplatserna är ganska låg och att förutsättningarna för spridning är små till ytvatten. Den närbelägna recipientpunkten i Rotbäcken, där vattenmossa analyseras m a p tungmetaller, visar heller inte på någon större belastning av föroreningar.

Sammantaget gör det att riskklassificeringen bör vara 3 för båda provplatserna.

5.2 Metaller i mark

Här följer i sammanställd form resultaten av metallanalyser i mark vid resp provplats. För att beskriva föroreningsnivån jämförs resultaten dels mot bakgrundsnivån i området (provpunkt 20a för Björnen; punkt 10a för Roten), dels mot generella riktlinjer angivna av Naturvårdsverket i "Riktvärden för förorenad mark", 1996. Nivån "Känslig markanvändning" har tillämpats. I MIFO-analysen (se bilagor) finns redovisat erhållna resultat.

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva Edition No.	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

5.2.1 Provplats Björnen

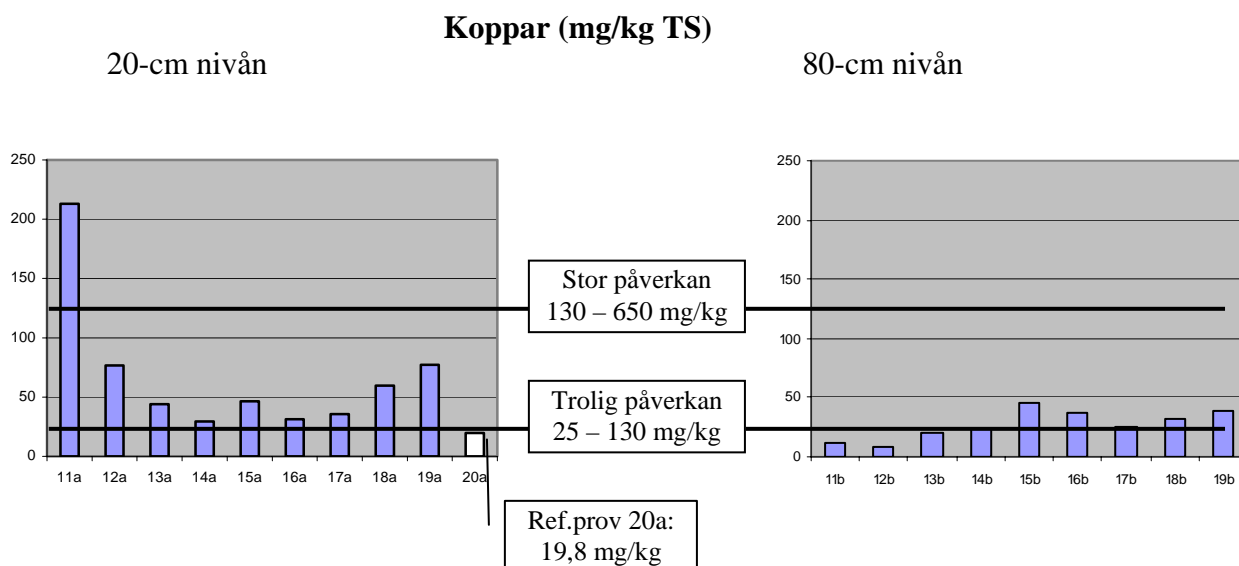
I nedanstående diagram redovisas erhållna analysresultat. De totala föroreningsmängderna har beräknats till följande baserat på att mängden förorenad jord uppgår till 100 m³ (10 m x 10 m x 1 m). Mängden jord beräknas till 150 ton.

Tabell 2: Beräkning av mängd föroreningar i jorden

Ämne	Arsenik	Kadmium	Kobolt	Krom	Koppar	Kvicksilver	Nickel	Bly	Vanadin	Zink
Aritmetiskt medelvärde (mg/kgTS)	4,47	0,20	4,18	8,75	47,59	< 0,04	6,54	24,02	13,39	97,07
Mängd (kg)	0,7	0,03	0,6	1,3	7,1	< 0,01	1,0	3,6	2,0	14,6

Fotnot: Beräkningarna baseras på att densiteten för fyllnadsmassorna är satt till 1,5 kg/l (ref. munt. komm. Lena Maxe, Sveriges Geologiska Undersökning, 2003-09-23)

Belastningen av tungmetaller är koncentrerad i de övre markskikten. Skillnaden mellan halterna på 20 cm- resp 80 cm-nivån är oftast tydlig.

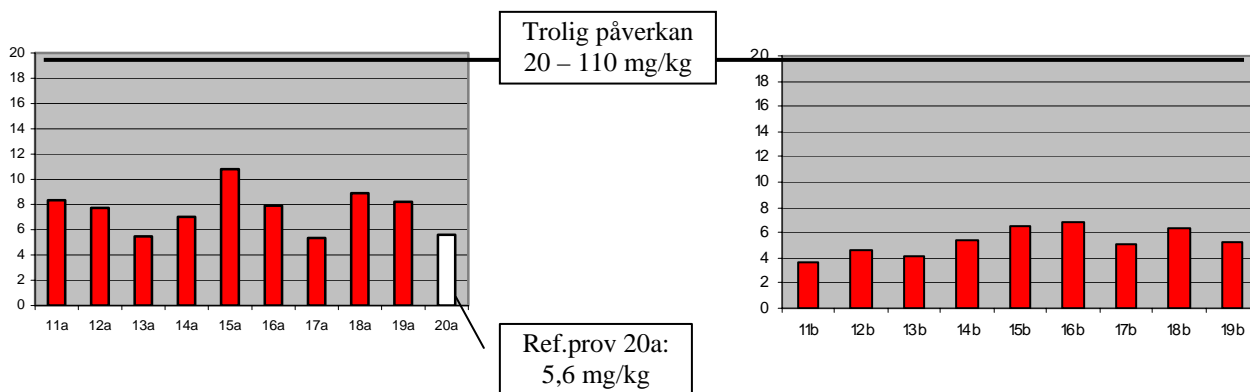


Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>	Ant bilagor <i>No. of app.</i>		Informationsklass <i>Classification</i>
	10		Öppen

Nickel (mg/kg TS)

20-cm nivå

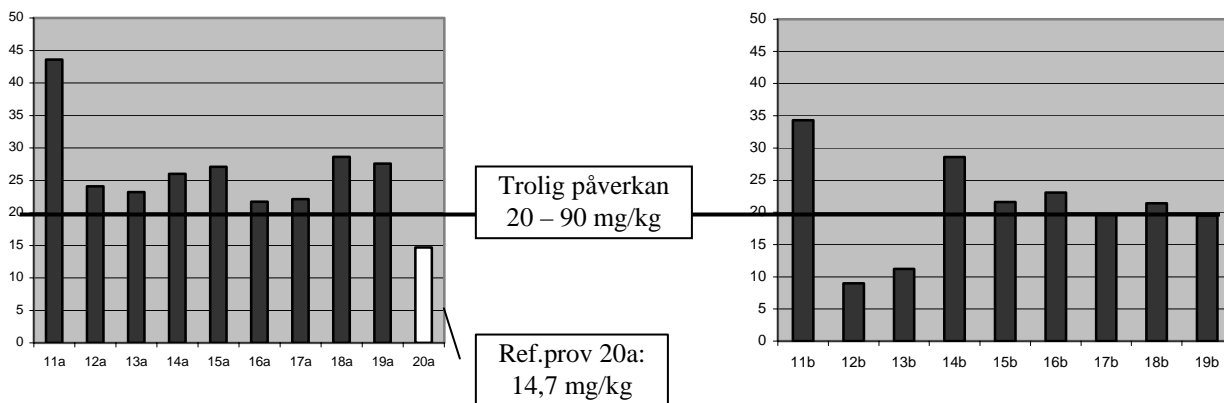
80-cm nivå



Bly (mg/kg TS)

20-cm nivå

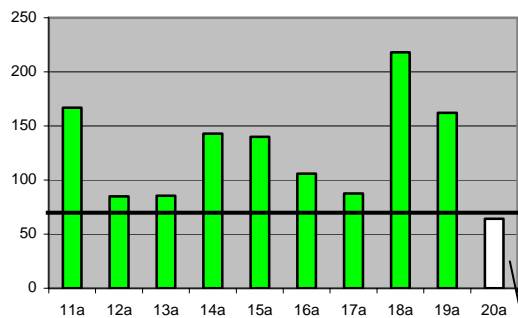
80-cm nivå



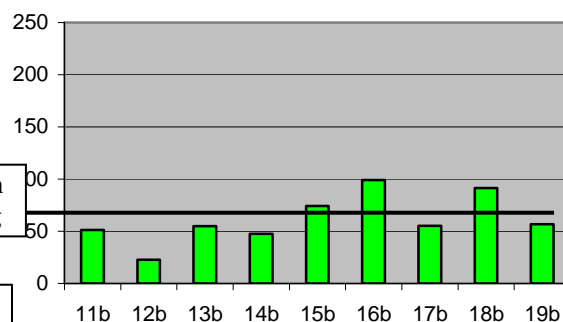
Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

Zink (mg/kg TS)

20-cm nivå



80-cm nivå

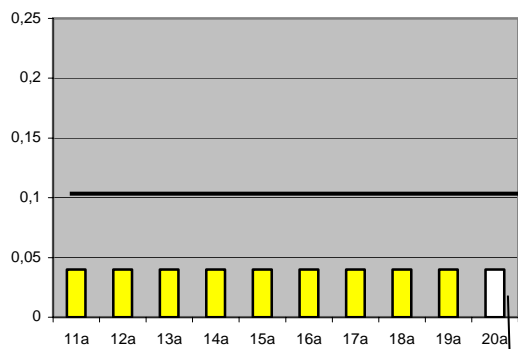


Trolig påverkan
60 – 300 mg/kg

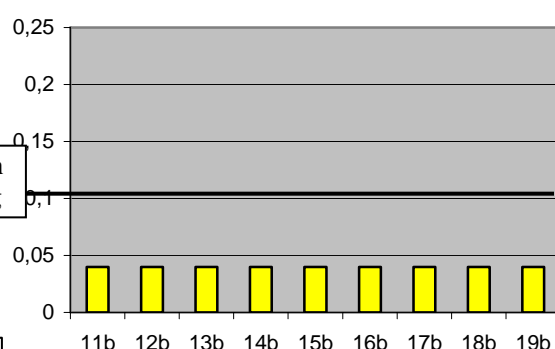
Ref.prov 20a:
64,3 mg/kg

Kvicksilver (mg/kg TS)

20-cm nivå



80-cm nivå



Trolig påverkan
0,1 – 0,5 mg/kg

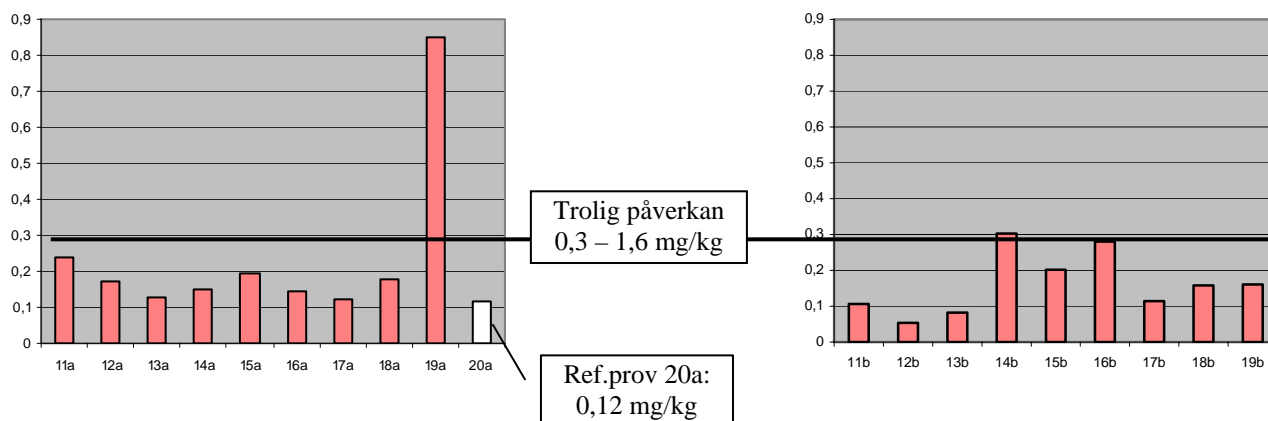
Ref.prov 20a:
<0,04 mg/kg

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva Edition No.	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

Kadmium (mg/kg TS)

20-cm nivå

80-cm nivå



5.2.2 Provplats Roten

I nedanstående diagram redovisas erhållna analysresultat. De totala föroreningsmängderna har beräknats till följande baserat på att mängden förorenad jord uppgår till 100 m³ (10 m x 10 m x 1 m). Mängden jord beräknas till 150 ton.

Tabell 3: Beräkning av mängd föroreningar i jorden

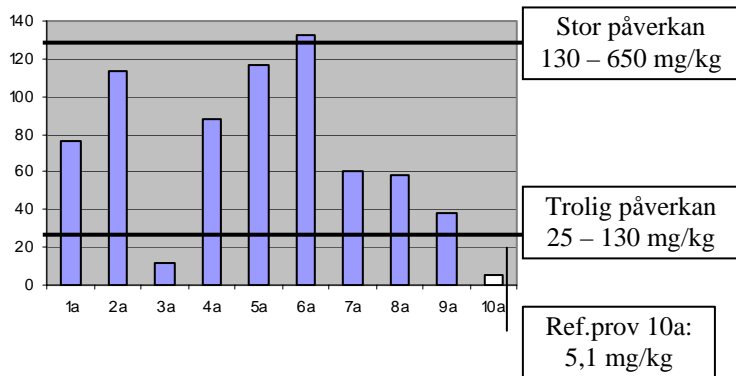
Ämne	Arsenik	Kadmium	Kobolt	Krom	Koppar	Kvicksilver	Nickel	Bly	Vanadin	Zink
Aritmetiskt medelvärde (mg/kgTS)	1,99	0,20	2,78	8,91	42,40	< 0,05	9,69	27,31	27,31	36,68
Mängd (kg)	0,3	0,03	0,4	1,3	6,4	< 0,01	1,5	4,1	4,1	5,5

Fotnot: Beräkningarna baseras på att densiteten för fyllnadsmassorna är satt till 1,5 kg/l (ref. munt. komm. Lena Maxe, Sveriges Geologiska Undersökning, 2003-09-23)

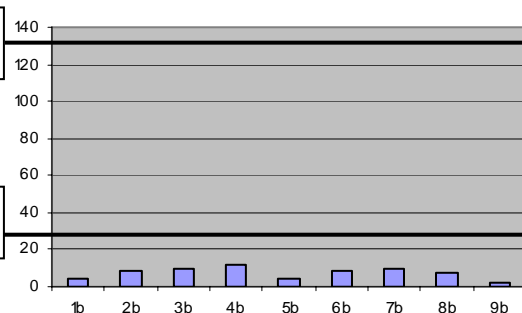
Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

Koppar (mg/kg TS)

20-cm nivå

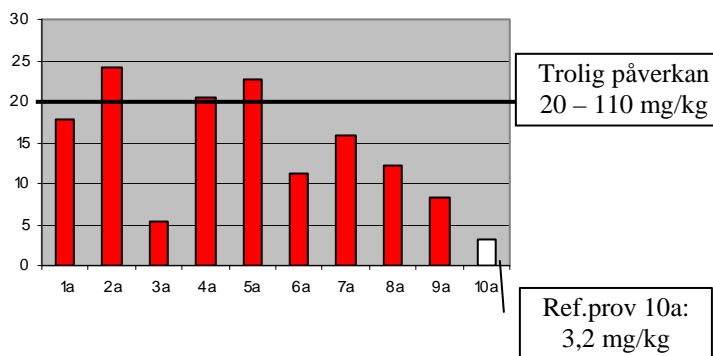


80-cm nivå

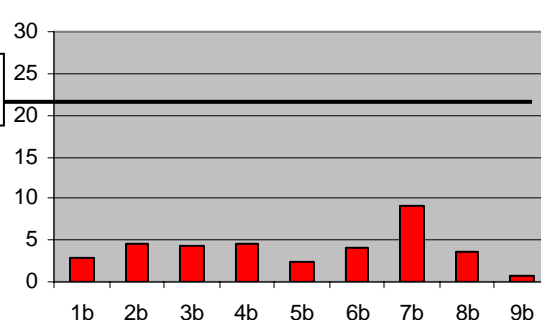


Nickel (mg/kg TS)

20-cm nivå

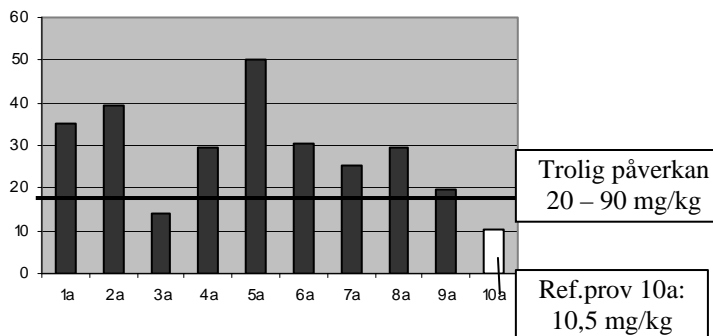


80-cm nivå

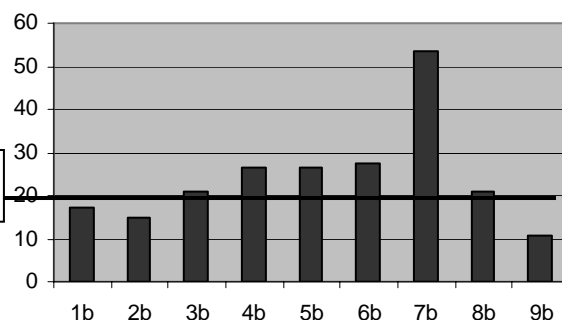


Bly (mg/kg TS)

20-cm nivå



80-cm nivå

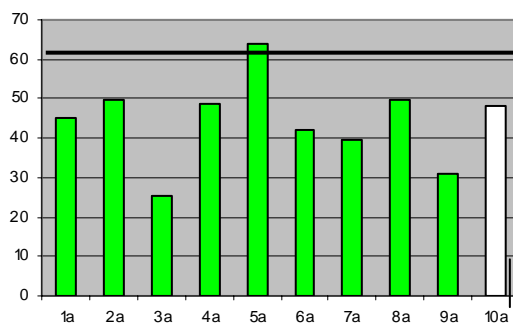


Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

Zink (mg/kg TS)

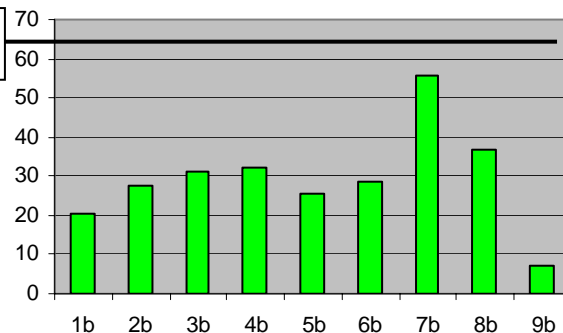
20-cm nivå

80-cm nivå



Trolig påverkan
60 – 300 mg/kg

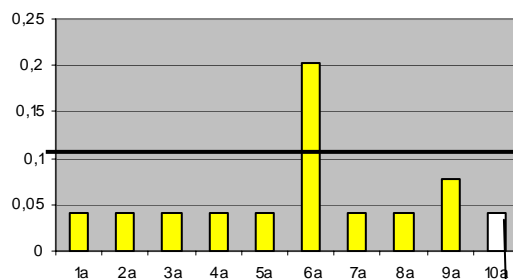
Ref. prov 10a:
48,4 mg/kg



Kvicksilver (mg/kg TS)

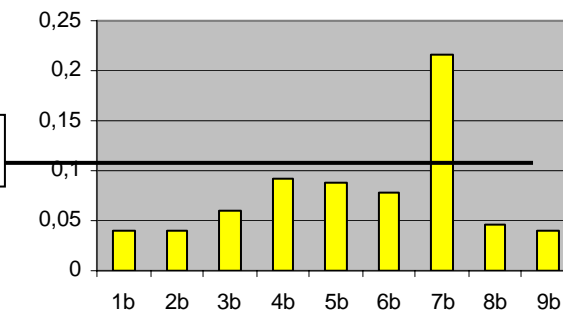
20-cm nivå

80-cm nivå



Trolig påverkan
0,1 – 0,5 mg/kg

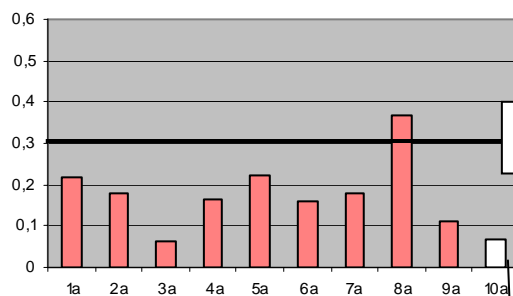
Ref. prov 10a:
<0,04 mg/kg



Kadmium (mg/kg TS)

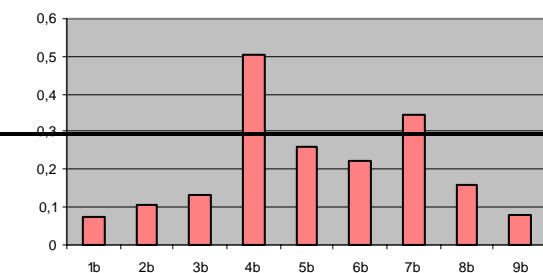
20-cm nivå

80-cm nivå



Trolig påverkan
0,3 – 1,6 mg/kg

Ref. prov 10a:
0,07 mg/kg



Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

5.3 Metaller i sediment

Två sedimentprov uttogs per provplats. Inget referensprov togs, utan jämförelse sker med redovisade metallhalter i djupa sedimentjordarter (tabell 3, SNV rapport 4918). I nedanstående diagram redovisas erhållna analysresultat.

5.3.1 Provplats Björnen

De totala föroreningsmängderna har beräknats till följande baserat på att mängden förorenat sediment uppgår till 50 m³ (100 m långt x 1 m brett x 0,5 djupt m). Mängden jord beräknas till 65 ton.

Tabell 4: Beräkning av mängd föroreningar i sediment

Ämne	Arsenik	Kadmium	Kobolt	Krom	Koppar	Kvicksilver	Nickel	Bly	Vanadin	Zink
Prov 1	0,40	0,34	1,31	1,08	13,7	<0,04	2,39	6,41	<2	34,7
Prov 2 (mg/kgTS)	0,28	0,30	0,67	0,82	8,58	<0,04	1,38	6,32	<2	26,3
Mängd (kg)	0,02- 0,03	0,02	0,04- 0,09	0,05- 0,07	0,6-0,9	0,00	0,1-0,2	0,4	<0,1	1,7-2,3

Fotnot: Beräkningarna baseras på att densiteten för sediment är satt till 1,3 kg/l (ref. munt. komm. Lena Maxe, Sveriges Geologiska Undersökning, 2003-09-23)

5.3.2 Provplats Roten

De totala föroreningsmängderna har beräknats utifrån samma mängd förorenat sediment som för Björnen; ca 50 m³ (100 m långt x 1 m brett x 0,5 djupt m). Mängden jord beräknas till 65 ton.

Tabell 5: Beräkning av mängd föroreningar i sediment

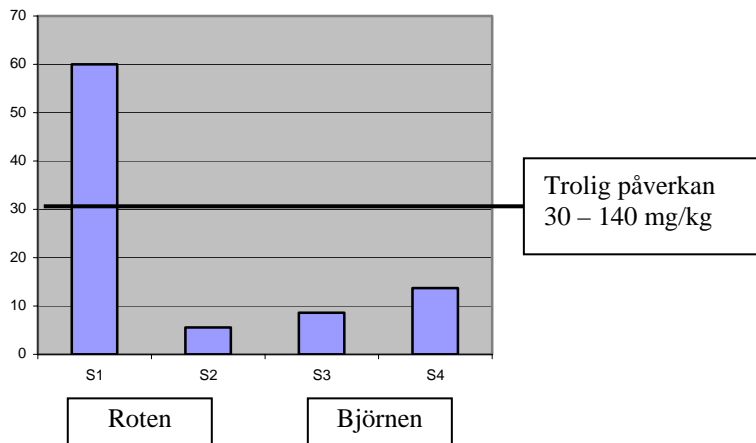
Ämne	Arsenik	Kadmium	Kobolt	Krom	Koppar	Kvicksilver	Nickel	Bly	Vanadin	Zink
Prov 1	2,16	0,12	2,86	38,7	60,0	0,07	13,2	24,5	14,5	27,3
Prov 2 (mg/kgTS)	0,33	0,02	1,90	5,32	5,54	<0,04	2,91	6,34	10,0	12,3
Mängd (kg)	0,02-0,1	0,00-0,01	0,1-0,2	0,3-2,5	0,3-3,9	0,00	0,2-0,9	0,4-1,6	0,6-0,9	0,8-1,8

Fotnot: Beräkningarna baseras på att densiteten för sediment är satt till 1,3 kg/l (ref. munt. komm. Lena Maxe, Sveriges Geologiska Undersökning, 2003-09-23)

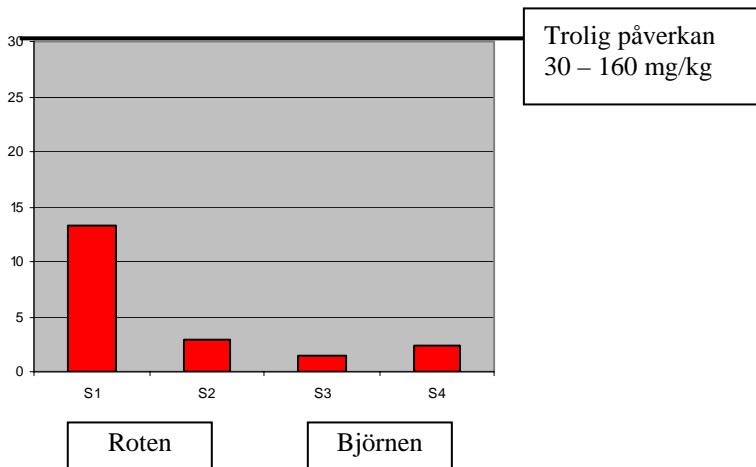
Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

5.3.3 Bedömd påverkansgrad för provplatserna Björnen och Roten

Koppar (mg/kg TS)

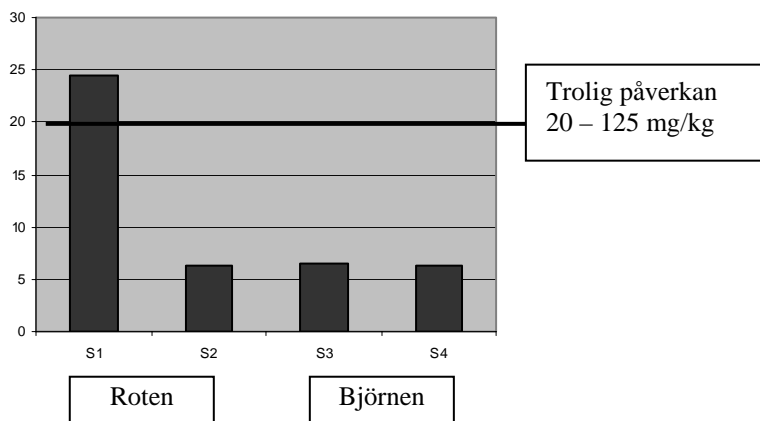


Nickel (mg/kg TS)

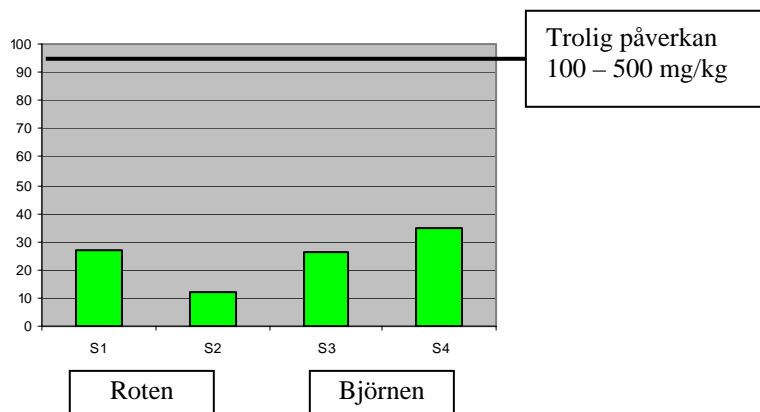


Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

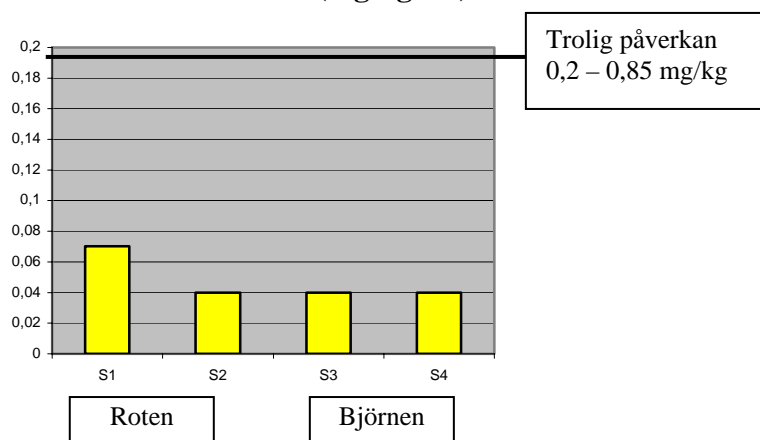
Bly (mg/kg TS)



Zink (mg/kg TS)

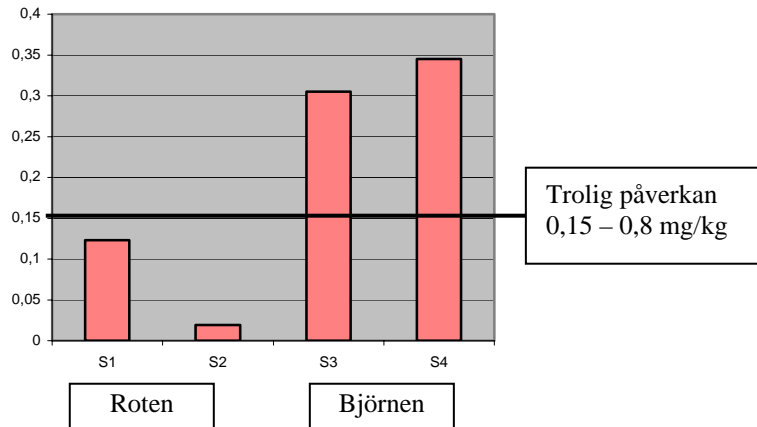


Kvicksilver (mg/kg TS)



Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

Kadmium (mg/kg TS)



5.4 Explosivämnesrester i mark och sediment

I inget av de 16 proven som valdes ut, fanns något av de explosivämnen som analyserades.

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

6 SLUTSATSER

MIFO-modellen innehåller fyra riskklasser:

- Riskklass 1: Mycket stor
- Riskklass 2: Stor risk
- Riskklass 3: Måttlig risk
- Riskklass 4: Liten risk

6.1 Provplatserna Björnen och Roten

I marken vid provplatserna Björnen och Roten är föroreningsnivån av tungmetaller generellt sett måttlig; undantag är koppar och bly där den är stor. Förekomsten av koppar och bly ger en riskklassificering på nivå 2. Samtidigt är spridningsförutsättningarna små till måttliga vilket gör att målområdena kan betraktas som små "hot spots". Skyddsvärdet och känsligheten enligt MIFO-modellen kan betraktas som liten till måttlig.

Av analysresultaten framgår att transporten av tungmetallerna är lokaliserade i den övre delen av markprofilen. Troligtvis sker en långsam transport av tungmetalljoner genom markprofilen; undantaget verkar vara bly där skillnaderna mellan 20 cm-nivån och 80 cm-nivån är betydligt mindre i jämförelse med övriga metaller. Ett av fyra sedimentprov innehåller också relativt höga halter bly vilket torde bero på bly från det närliggande målområdet vid Rotens skjutplats. I sedimenten råder liknande förhållanden med måttliga föroreningsnivåer samt känslighets- och skyddsvärdesnivåer.

Orsaken till de relativt höga halterna av kadmium i sediment vid Björnens målområde kan inte förklaras. Någon ammunition eller målplåt som innehåller kadmium hanteras inte. Kadmium förekommer ofta som förorening i zink, men zinkhalterna är förhållandevis låga. Möjligtvis kan det bero på att slumpmässiga avvikelser i provtagning och analys.

I och med att det inte kunde spåras några explosivämnesrester i marken eller sedimenten har det antagits att marken är fri från dessa föroreningar och att någon riskbedömning inte är aktuell.

Den samlade riskbedömningen enligt MIFO-modellen ger därför för båda provplatserna riskklass 3.

6.2 Bedömning av föroreningar vid övriga provplatser

De målområden som valts ut vid provplatserna Björnen och Roten är de platser där provning skett mest. Därmed torde de båda platserna vara mest kontaminerad av föroreningar i jämförelse med övriga platser.

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva Edition No.	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

Baserat på resultaten vid Björnen och Roten kan vi bedöma riskklassificeringen för övriga provplatser. Vi utgår då från följande omständigheter:

1. Föroreningarnas farlighet är densamma;
2. Förekomsten av tungmetaller står i direkt relation till omfattningen av provverksamheten vilket betyder att föroreningsnivån är i nivå eller lägre för övriga provplatser;
3. Explosivämnen förstörs i princip fullständigt vid provning och några rester finns inte i marken;
4. Spridningsförutsättningarna vid övriga provplatser är jämförbara med dem som råder vid Björnen och Roten;
5. Värdet för känslighet och skyddsvärde är likartad för övriga provplatser.

Det betyder att den faktor som kan avvika mest för övriga provplatser i jämförelse med Björnen och Roten, är omfattningen av provverksamheten.

För skjutvallarna vid provplatserna Övre och Nedre bedömer vi att omfattningen av provverksamheten totalt sett är i samma omfattning som för Björnen och Roten. Skjutvallarna byggdes då skjutfältet anlades d v s redan under 1910-talen. Vid övriga provplatser och målområden är provverksamheten av en betydligt mindre omfattning. Därmed torde föroreningsbelastningen med största sannolikhet också vara på en lägre nivå.

Skjutvallarna vid Övre och Nedre bör därför tillhöra riskklass 3.

Det kan vara värt att förklara varför prov inte tagits vid någon av skjutvallarna. Anledningen är att det är svårt att ta prov vid vallarna. Vallarna består av stora stenblock. När projektiler träffar vallen slås projektilerna sönder i större och mindre delar. Stenblocken slås successivt sönder till mindre block och sten. Material *inne* i vallen bland stenblocken kan inte provtas; istället är man hänvisad till områden framför och vid ändarna på vallen. Området är undersöka blir därmed relativt stort i jämförelse med ett begränsat målområde. Viss sanering sker löpande vid skjutvallarna. Större metalldelar plockas bort för skrotåtervinning.

Spridningsförutsättningarna från skjutvallarna vid Övre och Nedre är likvärdiga i jämförelse med målområdena vid Björnen och Roten. Den faktor som i första hand påverkar föroreningsbelastningen är hur mycket ammunitionsrester som vallen eller målområdet utsätts för. De valda målområdena vid Björnen och Roten är de områden som i särklass utsatts mest för tungmetaller och explosivämnesrester. Det finns inget som tyder på att belastningen, och därmed föroreningsnivån, skulle vara större vid skjutvallarna vid Övre och Nedre. Halterna av tungmetaller vid vallarna är troligtvis lägre i jämförelse med Björnen och Roten. Däremot är det belastade området större. Vi anser därför att en undersökning inte kommer att ge sådana fakta att riskklassificeringen skulle kunna bli annan än 3.

För de övriga provplatserna gäller att omfattningen av verksamheten varit på en betydligt lägre nivå och därmed är föroreningsspridningen mindre. Förhållandena är likartade för spridning av föroreningarna, känsligheten och skyddsvärdet. Föroreningarnas farlighet är förstås densamma. Vi bedömer därför att övriga provplatser tillhör riskklass 4, se tabell 6.

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva Edition No.	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

Tabell 6: Miljöriskbedömning av mark vid fasta provplatser inom Bofors skjutfält. Utgångspunkten är undersökningsresultat vid Björnen (mål 300 m) och Roten (mål 400 m). För övriga har en bedömning gjorts; se text ovan

Provplats	MIFO-klassificering			
	1	2	3	4
Övre skjutvall 600 m			X	
Nedre skjutvall 600 m mål 300 m			X	X
Björnen skjutvall 1000 m mål 300 m			X ¹	X
Roten skjutvall mål 400 m övriga mål 50 - 500 m			X ¹	X X
Röntgenblixtnläggning; RBX				X
Abborrtjärn Lystorn Raketbrännhus CS-stugor Kulfång, mål Brännprov (cockoff)				X X X X X
Robotkullen Statiska brännprov				X
ETK-anläggning Elektrotermisk kanon; mål				X
Lillen Statisk sprängning				X

Fotnot: 1 = klassificeringen baseras på provtagning och analys, för övriga har en bedömning skett.

Vid en del provplatser finns kulfång. Vid skjutning tas alla ammunitionsrester om hand och därmed sprids inga föroreningar till marken vid kulfången. Kulfången har därför inte riskbedömts.

I praktiken innebär riskklass 3 att en viss föroreningsbild förekommer, men att den inte är akut. Några saneringsåtgärder behöver inte vidtas men förhållandena kräver fortsatt uppsikt. Riskklass 4 innebär att objektet dokumenteras och lämnas utan fortsatt åtgärder.

Riskklass 1 innebär att den samlade risken för människa och miljö som objektet ger upphov till omedelbar åtgärd eller sanering för att ta omhand om föroreningen. Riskklass 2 innebär att planering för åtgärder/fördjupad utredning bör påbörjas i närtid.

Utfärdare, tjänsteställe, telefon <i>Issued by, Department, Telephone</i>	Datum <i>Date</i>	Utgåva <i>Edition No.</i>	Dokumentbeteckning <i>Document ID</i>
Martin Ahlfors, SK, 4024	2003-10-22	1	SBTC 02-0161
Mottagare <i>Addressee(s)</i>		Ant bilagor <i>No. of app.</i>	Informationsklass <i>Classification</i>
		10	Öppen

7 BILAGOR

1. MIFO-blankett A Björnen
2. MIFO-blankett B Björnen
3. MIFO-blankett C Björnen
4. MIFO-blankett D Björnen
5. MIFO-blankett E Björnen
6. MIFO-blankett A Roten
7. MIFO-blankett B Roten
8. MIFO-blankett C Roten
9. MIFO-blankett D Roten
10. MIFO-blankett E Roten

Till ärendet hör även analysprotokoll, som inte beläggs. Protokollen arkiveras under diarienummer SBTC 02-0161.