



Metodik för riskbedömning

STAFFAN HARLING, ANNA-LENA BERG, MARKUS KARLSSON,
PERNILLA MAGNUSSON, MATS HARTMANN

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
Försvars- och säkerhetssystem
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00
Fax: 08-55 50 31 00

www.foi.se

FOI-R--3030--SE Metodrapport
ISSN 1650-1942 September 2010

Försvars- och säkerhetssystem

Staffan Harling, Anna-Lena Berg, Markus Karlsson,
Pernilla Magnusson, Mats Hartmann

Metodik för riskbedömning

Titel	Metodik för riskbedömning
Title	Methodology for risk evaluation
Rapportnr/Report no	FOI-R--3030--SE
Rapporttyp Report Type	Metodrapport Methodology report
Sidor/Pages	39 p
Månad/Month	September/September
Utgivningsår/Year	2010
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Projektnr/Project no	E20523
Godkänd av/Approved by	
FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut	FOI, Swedish Defence Research Agency
Avdelningen för Försvars- och säkerhetssystem	Defence & Security, Systems and Technology
164 90 Stockholm	SE-164 90 Stockholm

Sammanfattning

Den här rapporten ger ett förslag på en metodik för riskbedömning för Försvarmaktens verksamhet som rör risker i samband med användning av vapen, primärt med splittergenererande ammunitionseffekter. Riskbedömningen omfattar de tre första stegen i riskhanteringsprocessen, dvs. riskidentifiering, riskskattning samt riskvärdering. Det två återstående stegen, som handlar om åtgärder och uppföljning, behandlas inte. Metodikens grundidéer är hämtade ur Försvarmaktens gemensamma riskhanteringsmodell.

Begreppet tolerabel eller acceptabel risk diskuteras och jämförs med samhällsvanliga risknivåer. Vilken risknivå som kan accepteras varierar från fall till fall och måste kunna beslutas av ansvarig chef. För att bedöma risk för tredje part (civila) eller egen personal i närheten av en detonationsplats krävs även kunskap om människans sårbarhet för splitter. Ett antal kriterier för kroppsskada redovisas.

Den föreslagna arbetsmetodiken tydliggörs med två exempel på olika komplexitetsnivåer. Vidare beskrivs ett verktyg för riskavståndsberäkningar kortfattat.

Nyckelord: risk, metod, värdering, splitter, oavsiktlig sidoverkan, SWERISK, sårbarhet, människa, beslutsunderlag

Summary

This report suggests a methodology on risk evaluation for The Swedish Armed Forces for the use of weapons, primarily fragmenting warheads. The risk evaluation comprises the first three steps in the risk management model, i.e. risk identification, risk estimation, and risk assessment. The two remaining steps, measures and follow-up, are not described. The essential parts of the proposed methodology have large similarities with Risk Management in The Swedish Armed Forces.

The concepts tolerated and acceptable risk are discussed and compared to risk levels in everyday society. The level of risk that can be accepted varies from case to case and must be decided by the commander in charge. Knowledge of human vulnerability to fragments is essential to assess the risk for civilians or own troops close to a detonation location. A number of human vulnerability criteria are presented.

The suggested methodology is exemplified by two examples with different levels of complexity. A tool for calculation of risk distances is also briefly described.

Keywords: risk, method, assessment, fragment, collateral damage, SWERISK, vulnerability, human, basic data for decision-making

Innehållsförteckning

1	Inledning	8
2	Bakgrund	9
2.1	Riskhantering	9
2.2	Riskbedömning vid samhällsplanering	9
2.2.1	Risker i vardagslivet.....	10
2.3	Riskavstånd.....	12
2.4	Människans sårbarhet.....	13
2.4.1	Riskhantering enligt H SystSäk	13
2.4.2	Kriterier för utslagning/skada	15
2.5	Försvarsmaktens gemensamma riskhanteringsmodell	17
3	Förslag till metodik för riskbedömning	20
3.1	Identifiera syfte.....	20
3.2	Inventering	20
3.3	Analys	21
3.4	Genomför simulering.....	21
3.5	Känslighetsanalys	21
3.6	Värdering.....	21
3.7	Sammanställ resultat	22
4	Exempel på riskbedömning	23
4.1	Troop-house, en snabb bedömning	23
4.1.1	Identifiera syfte.....	23
4.1.2	Inventering	23
4.1.3	Analys	23
4.1.4	Simulering.....	24
4.1.5	Värdering av risk	24
4.1.6	Sammanställ resultatet	25
4.2	Camp - en mer omfattande bedömning	25
4.2.1	Identifiera syfte.....	25
4.2.2	Identifiera data	27
4.2.3	Genomför simulering.....	28
4.2.4	Värdering	29
4.2.5	Förmågebedömning och rekommendationer.....	31
5	SWERISK, kortfattad modellbeskrivning	32
5.1	Bakgrund.....	32
5.2	Utvecklingsmål	32

5.3	Regelbaserade riskavståndsberäkningar	32
5.3.1	NATO-modellen	32
5.3.2	FN-modellen	32
5.3.3	Nederländska modellen	33
5.4	"FOI-modellen"	33
5.5	Beräkningsgång i stort	33
5.6	Resultatpresentation	35
5.7	Vidarutveckling	36
5.7.1	Utvecklingssteg 1	36
5.7.2	Utvecklingssteg 2	37
6	Slutsatser	38
7	Referenser	39

1 Inledning

Denna rapport utgör slutrapportering av ”Metodik för riskanalys” som ingår som en del i Försvarsmaktens projektet ”Metodik för verkansvärdering”. Rapporten bygger dels på en tidigare rapport: FOI Memo ”Lägesrapportering - Metodik för riskanalys” [1], och har delar gemensamt med FOI Memo ”Riskavstånd vid ammunitionsröjning” [2].

Tidigare har ”Metodik för sårbarhetsvärdering av camper [3]” samt ”Metodik för värdering av vapenprestanda [4]” rapporterats. Denna metodik utgör en del i denna serie.

Detta arbete avgränsas till att gälla de tre första delarna av riskhanteringsprocessen, dvs. riskidentifiering, riskskattning samt riskvärdering. Enligt inledande litteraturstudier brukar dessa tre steg ingå i begreppet ”riskbedömning” medan begreppet ”riskanalys” endast inkluderar de två första stegen. Därför kommer denna slutrapportering att behandla riskbedömning snarare än riskanalys, som var den ursprungliga benämningen på arbetet.

Riskbedömning inom militär verksamhet är en inte helt enkel men nödvändig uppgift. Det är en balansgång att göra rätt avvägningar, t.ex. i samband med att göra en riskbedömning för användandet av ett nytt vapensystem. Det är inte bra om gränserna för nyttjande sätts för snäva så att systemet inte får användas men det är naturligtvis inte heller acceptabelt med för vida gränser så att militär personal eller civila kan komma till skada.

Detta arbete behandlar risker för egen personal och civila vid användning av vapensystem. Initialt har arbetet endast behandlat splitterstridsdelar och tillvaratar resultat från utförda riskbedömningar som genomförts för olika stridsdelar på FOI. I de simuleringar som har utförts förenklades förutsättningarna genom att initialt studera verkan av en enskild granat på mark. Avsikten är att senare även inkludera träffpunktsspridning och rikoschett.

I metodikbeskrivningen används ord och uttryck enligt Försvarsmaktens handböcker, främst. ”Handbok för systemsäkerhet” (H SystSäk) [5], ”Säkerhetsinstruktion för vapen och ammunition med mera, Ammunitions röjning” (SäkI Amröj) [6] samt FOI rapporten ”Försvarsmaktens gemensamma riskhanteringsmodell [7]”.

Försvarsmakten definierar risk enligt det internationella standardiseringsorganets ISO/IEC Guide 73 [8] som kombinationen av sannolikheten för viss händelse och dess konsekvenser.

Att siffersätta risk är svårt. Vad som är en acceptabel risk varierar mycket beroende på situation, den allmänna risknivån i aktuell miljö, kulturella skillnader och en rad andra faktorer. För att kunna sätta in riskresonemanget i en kontext som många kan känna igen sig i har vi här valt att utnyttja olycksstatistik från samhället i stort. Detta kan underlätta skattningen av risker även i militära sammanhang och sätter en bakgrund för ”risktänket” i sin helhet.

2 Bakgrund

Försvarmaktens handbok för Systemsäkerhet [5] ger följande definitioner av begreppen "olycka" och "risk":

"För att en olycka skall anses inträffa fordras dels att en vådahändelse inträffar, dels att någon eller något skadas på ett icke tolerabelt sätt".

"Med begreppet risk avses kombinationen av sannolikheten för att en olycka inträffar och konsekvensen av den inträffade olyckan".

Hur sannolikheten för en olycka och konsekvensen av olyckan ska kombineras kan inte definieras rent matematiskt. Rent generellt kan man dock säga att ju allvarigare konsekvensen av en olycka är desto mindre sannolikhet kan tolereras [2].

2.1 Riskhantering

Riskhanteringsprocessen kan sägas bestå av fem steg: riskidentifiering, riskskattning, riskvärdering, åtgärder och uppföljning [9] enligt Figur 1.



Figur 1. Riskhanteringsens olika delar [9].

I **riskidentifieringen** bör uppgiften avgränsas och riskerna (dvs. hoten) identifieras, tydliggöras och kategoriseras.

Riskskattning innebär att uppskatta risken, hur stor den är och hur rimliga olika utfall är. Här finns ibland statistiska data att använda, men ofta görs subjektiva bedömningar. Riskidentifieringen ska tillsammans med riskskattningen svara på följande frågor: Vad kan hända? Hur troligt är det att det händer? Vilka är konsekvenserna av händelsen? [10]

Riskvärdering är kombinationen av den skattade sannolikheten och konsekvensen av händelsen vilket ger ett riskvärde som sedan värderas gentemot riskkriterier som är bestämda i förväg.

Åtgärder, dvs. vilka risker som ska accepteras och vilka som bör åtgärdas är frågor som får sitt svar i detta steg.

Uppföljning innebär kontroll av att beslutade åtgärder har genomförts och att dessa fått avsedd effekt vad gäller risk,

2.2 Riskbedömning vid samhällsplanering

I samhällsplaneringsarbete finns behov att bedöma risker av både befintlig och planerad verksamhet i ett område. Det kan till exempel gälla risk vid transport av farligt gods

genom ett samhälle. Man brukar då resonera kring två typer av risker, dels individrisk och dels samhällsrisk. Dessa risker definieras på följande sätt [11]:

Individrisk: Sannolikheten för att en fiktiv person som ständigt befinner sig på en bestämd plats drabbas.

Samhällsrisk: Sannolikheten per år att ett visst antal personer drabbas till följd av olyckor.

Det finns inga givna normer eller kriterier för vilka risknivåer som kan tolereras i samhället. Tendensen är att man har lägre tolerans mot ofrivilliga risker, exempelvis kärnkraftsolyckor, än risker som man själv väljer att utsätta sig för, som till exempel att köra bil.

Räddningsverket har i samarbete med Det Norske Veritas 1997 tagit fram förslag till riskkriterier [11] som har vunnit viss acceptans. Tabell 1 sammanfattar dessa kriterier och nivåer.

Tabell 1. Räddningsverkets förslag till riskkriterier [11].

Risk	Riskenivå	Frekvens 1/år	Frekvens år
Individrisk	Tolerabel	$< 1 \cdot 10^{-5}$	< 1 per 100 000 år
Individrisk	Försumbar	$< 1 \cdot 10^{-7}$	< 1 per 10 miljoner år
Samhällsrisk	Oacceptabel	$> 1 \cdot 10^{-4}$	> 1 per 10 000 år
Samhällsrisk	Acceptabel	$< 1 \cdot 10^{-6}$	< 1 per 1 miljon år

Vad gäller samhällsrisk så ska risknivåer mellan den oacceptabla och acceptabla sänkas så långt det är möjligt med rimliga åtgärder. För samhällsrisk gäller att den angivna frekvensen egentligen är produkten mellan antal förolyckade i en olycka och frekvensen för olyckstypen. Det vill säga om 100 personer omkommer i en olycka så är den acceptabla olycksfrekvensen < 1 per 100 miljoner år.

Om ovanstående resonemang skulle appliceras på militär verksamhet skulle individrisk kunna motsvara risk för egen personal och samhällsrisk risken för tredje part.

2.2.1 Risker i vardagslivet

Personer i vårt samhälle utsätter sig frivilligt och ofrivilligt för olika typer av risker.

2.2.1.1 Frivillig risk

Ett exempel på en frivillig risk är risken att dödas eller skadas i trafiken. Trots de uppenbara riskerna rör människor sig i trafiken dagligen. Ur individsynpunkt anses detta som en tolerabel risk.

2.2.1.2 OFrivillig risk

Ett exempel på ofrivillig risk är risken att mördas eller misshandlas svårt på öppen gata. Detta är en risk som många, framför allt äldre och kvinnor finner icke tolerabel och som gör att de inte rör sig i områden och vid tider då denna risk är förhöjd. Samhället arbetar med att minska dessa risker genom olika insatser, bland annat genom att anordna belysning och övervakningskameror på utsatta platser samt straffrättsliga påföljder för den som utfört ett sådant dåd. Medieintresset för denna typ av dramatiska händelser är stor och präglas ofta av sensationslystnad. Detta gör folk väl medvetna om riskerna som tenderar att överdrivas av media.

2.2.1.3 Trafikstatistik

Risken att omkomma eller skadas i trafiken är exempel på en risk som många frivilligt utsätter sig för. Nedanstående risker har beräknats ur statistik från 2006 som hämtats ur VTI minibasstatistik [12].

År 2005 fanns det totalt 4 878 000 fordon i trafiken varav 250 000 motorcyklar. Fordonen kördes totalt 75 197 miljoner km varav 712 miljoner km på motorcykel. Ur statistiken har en risktabell beräknats, se Tabell 2.

Tabell 2. Olycksrisker i trafiken 2005 [12].

	Totalt			MC		
	Antal	Risk/ fordon/år	Risk/km	Antal	Risk/ MC/år	Risk/km
Död	440	$9 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-9}$	46	$2 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-8}$
Svår skada	3915	$8 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-8}$	371	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-7}$
Lindrig skada	11549	$2 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$	745	$3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-6}$

Av tabellen framgår att det är dubbelt så farligt att köra motorcykel som vanlig bil, tio gånger så farligt räknat per körd kilometer. Ändå finns en kvarts miljon människor i Sverige som anser det värt risken. I övrigt kan man konstatera att det konsekventa trafiksäkerhetsarbetet som genomförts i Sverige har sänkt risken att förolyckas med en faktor tjugo sedan 1950. I USA är motsvarande risk en faktor tre högre jämfört med Sverige. I USA dog 43 443 personer i trafiken 2005 [12], vilket motsvarar befolkningen i en medelstor svensk stad

2.2.1.4 Brottsstatistik

Brott av olika slag är exempel på risker som man ofrivilligt utsätts för. Detta påstående är dock inte helt sant eftersom grova våldsbrott inte sällan drabbar folk som rör sig i kriminella kretsar.

Nedanstående statistik (Tabell 3) är hämtad från Brottsförebyggande rådet [13] och utgör ett urval av anmälda brott 2005 i hela landet.

Tabell 3. Utdrag ur BRÅ brottstatistik för 2005 [13].

Hela landet	Antal	Antal/100 000 invånare
Dödligt våld	243	3
Försök till mord eller dråp	690	8
Misshandel inkl. grov misshandel	72645	805

Nedan följer BRÅ kommentarer till statistiken:

***Dödligt våld** är ett samlingsbegrepp för våldshändelser där någon eller några personer berövar en annan människa livet. Statistiken över anmälda brott ger en kraftig överskattning av det faktiska dödliga våldet. Överskattningen har ökat under 1990-talet fram till år 2002. Före år 1990 bedöms överskattningen ligga mellan 5*

och 20 procent. Därefter har den successivt ökat, för att år 2002 vara mer än 100 procent.

Med **misshandel, grov misshandel** avses brott mot Brottsbalken 3 kap, 5-6 §§. Dessa brott utgör majoriteten av de våldsbrott som polisanmäls i Sverige. Mörkertalet är stort och man räknar med att ungefär en fjärdedel av alla misshandelsbrott anmäls till polisen. Grova brott anmäls oftare än lindriga, brott mellan obekanta oftare än mellan bekanta och brott som sker på allmän plats oftare än de som sker på privat plats.”

Med hänsyn till BRÅ kommentarer till statistiken rörande överdrifter och mörkertal skulle den verkliga brottstatistiken kunna se ut som i Tabell 4.

Tabell 4. Korrigerad brottstatistik för 2005 [13].

	Antal brott 2005	Risk/individ/år
Dödligt våld	120	$1,3 \cdot 10^{-5}$
Försök till mord/dråp	690	$8 \cdot 10^{-5}$
Misshandel inkl. grov misshandel	290 000	$3 \cdot 10^{-2}$

2.2.1.5 Tolerabel risk

Ovan nämnda risknivåer förefaller allmänt accepterade i samhället men det kan diskuteras om man skall acceptera dessa i samband med ammunitionsröjning. Riskerna kanske kan vara tolerabla för ammunition- och minröjarna men definitivt inte för personer som ovetande, ofrivilligt befinner sig i riskområdet. Idag saknas fastställda värden för tolerabel risk, inte bara inom Försvarsmakten utan även i samhället i övrigt. IPS [14] gör dock ett försök att ge vägledning vad gäller tolerabel risk inom den kemiska processindustrin.

2.3 Riskavstånd

I mångt och mycket handlar risk i militära sammanhang om avstånd, dvs. att befinna sig på ett avstånd som är säkert ur en riskhanteringssynpunkt. Naturligtvis önskar man att det beräknade riskavståndet ska medföra en försumbar risk för egen trupp och även civila.

Internationellt används ofta enkla empiriska formler för att snabbt bestämma säkerhetsavstånd. Dessa baseras vanligtvis antingen på den totala stridsdelsvikten eller på explosivämnesvikten i stridsdelen. Mer detaljerade analyser med verkansmodeller kan också genomföras, här krävs dock detaljerad information och längre beräkningstider [15]. Ett verktyg för att beräkna riskavstånd och skadesannolikhet för soldater och civila är SWERISK, se kapitel 5.

Säkerhetsavståndsberäkningar för naturligt fragmenterande stridsdelar är relativt enkelt om man accepterar förenklingen att definiera säkerhetsavståndet som maximalt splittrutkast plus en säkerhetsmarginal. Maximalt splittrutkast kan beräknas med ett beräkningsprogram för ballistik med maximal hastighet och massa för splittrén, minimal splittrébromsning, optimal elevationsvinkel och rimlig medvind. För stora stridsdelar är dessa säkerhetsavstånd dock praktiskt omöjliga, de blir för stora. Så åtminstone för stora stridsdelar behövs en förfinad metod för att beräkna säkerhetsavstånd.

Med risk avses här en icke försumbar sannolikhet för att erhålla en icke tolerabel kroppsskada. Ett problem är att den risk som är kopplad till ett visst riskavstånd sällan definieras. Den stora variation som föreligger vad gäller riskavstånd för en given

ammunitionstyp bottnar förmodligen i olika uppfattningar vad gäller icke acceptabel skada och därtill kopplad skadesannolikhet.

2.4 Människans sårbarhet

2.4.1 Riskhantering enligt H SystSäk

Försvarsmaktens handbok för systemsäkerhet (H SystSäk) [5], utgör grunden för systemsäkerhetsarbetet inom Försvarsmakten. Den innehåller bl.a. lagar och förordningar, riktlinjer för säkerhetsarbetets genomförande och ett metodikavsnitt.

I avsnittet om risknivå sägs att "*En generell strävan skall vara att risker för person, egendom och yttre miljö skall hållas så låga som är praktiskt och rimligt möjligt*".

Där sägs även att "*Sannolikheten för att under fredstid drabbas av dödsfall, invaliditet eller annan personskada i tjänsten för all personal, bör inte överstiga vad som anses som acceptabelt i det civila samhället. Med nödvändighet måste högre risker accepteras i krig samt även i fredstid för vissa uppdrag i krigsliknande miljöer*".

Människokroppen är känslig för många olika typer av verkansformer såsom splitserverkan, tryck, ljud och värme. Den verkansform som har den största räckvidden för konventionella stridsdelar är splitserverkan. De övriga verkansformerna har för konventionella stridsdelar en betydligt kortare räckvidd och klingar snabbt av. Splitserverkan är därför gränssättande vid riskbedömning och den fortsatta framställningen koncentreras till denna verkansform. Övriga verkansformer behandlas översiktligt i [16] och [17].

Människans sårbarhet för splitserverkan har analyserats och kriterier för utslagning/skada har definierats utgående från människans sårbarhet för splitterskador och lagts in i H SystSäk [5] konsekvensdefinition enligt Tabell 5.

Tabell 5. Förslag [2] till konsekvensbeskrivning enligt H SystSäk [5] för oskyddade civila.

Beskrivning	Klass	Definition	
Katastrof	I	Dödsfall, systemförlust, egendomsförlust, allvarlig miljöskada	Splitterenergi ≥ 160 J vilket medför att sannolikheten för dödsfall $\geq 0,1$ vid splittrträff
Kritisk	II	Allvarlig personskada, allvarlig ohälsa, allvarlig egendomsskada eller större miljöskada	a) Splitterenergi ≥ 20 J b) Ögonskada, risk för blindhet då tröskelenergi ≥ 1 J/cm ²
Marginell	III	Mindre allvarlig personskada, mindre allvarlig ohälsa, mindre skada på egendom eller mindre miljöskada	Splittret kan ev. penetrera huden då tröskelenergi ≥ 5 J/cm ²
Försumbar	IV	Mindre omfattning än ovan	Splittret kan ej penetrera huden då tröskelenergi < 5 J/cm ²

2.4.1.1 Inträffandefrekvens

Hur ofta en vådahändelse inträffar baseras utifrån systemets livslängd enligt Tabell 6.

Tabell 6. Inträffandefrekvens enligt H SystSäk [5].

Beskrivning	Nivå	Definition för enstaka enhet	Definition för en hel population av enheter
Frekvent	A	Inträffar ofta	Kontinuerligt inträffande
Trolig	B	Inträffar flera gånger under livslängden	Inträffar ofta
Tillfällig	C	Inträffar någon gång under livslängden	Inträffar några gånger
Försumbar	D	Osannolik, men kan möjligen inträffa under livslängden	Osannolik, men kan förväntas inträffa
Osannolik	E	Osannolik, förväntas inte inträffa under livslängden	Osannolik, men möjlig

2.4.1.2 Riskvärderingsmatris

Med begreppet risk avses kombinationen av sannolikhet för vådahändelse (inträffandefrekvens) och konsekvensen av den inträffade händelsen.

Ett förslag till en riskvärderingsmatris återfinns i [2], som har sin utgångspunkt i H SystSäk [5], civilt riskanalyserbete men även olycks- och brottsstatistik. Denna matris, se Tabell 7, skulle kunna utgöra ett underlag för värderingen, men är inte att se som ett slutligt ställningstagande från FOI:s sida vad gäller risknivåer. I matrisen vägs frekvensen och konsekvensen i risker som är antingen 'ej tolerabla (ET)', 'begränsat tolerabla (BT)' eller 'tolerabla (T)'. Viktigt är dock att vid allt värderingsarbete ha ett kritiskt tänkande då det annars finns risk för att bara sträva efter att hamna inom ett godtagbart intervall eller att nöja sig med en viss nivå. Även att se till hur och under vilka förutsättningar kriterierna tagits fram och under vilka förutsättningar de är giltiga krävs.

Tabell 7. Ett förslag på hur en riskmatris för oskyddade civila skulle kunna se ut. Från [2] där den utgjort diskussionsunderlag. ET = Ej tolerabel risk, BT = Begränsat tolerabel risk, T = Tolerabel risk.

Skadenivå	Risknivå	$> 10^{-4}$	$> 10^{-5}$ $\leq 10^{-4}$	$> 10^{-6}$ $\leq 10^{-5}$	$> 10^{-7}$ $\leq 10^{-6}$	$\leq 10^{-7}$
		A	B	C	D	E
Dödsfall	I	ET	ET	BT	BT	T
Allvarlig skada	II	ET	BT	BT	T	T
Mindre allvarlig skada	III	BT	BT	T	T	T
Försumbar	IV	T	T	T	T	T

2.4.2 Kriterier för utslagning/skada

2.4.2.1 Splitterenergi

De vanligaste kriterierna för utslagning pga. splitter baseras på splittrens rörelseenergi som är enkel att beräkna med ekvation (1), där E är rörelseenergi [J], m är splittermassa [kg] och v är splitterhastighet [m/s].

$$E = \frac{m * v^2}{2} \quad (1)$$

Det första splitterverkanskriteriet formulerades i början av nittonhundratalet. ”*To remove a human from the battlefield, a kinetic energy of 8 kgm is sufficient according to the prevailing view in the German artillery community*” [18]. Detta kriterium används fortfarande ofta och är känt som 80-joules kriteriet.

I USA används inom DoD (Department of Defense) ett annat energikriterium för att bestämma ett avstånd som inte får underskridas p.g.a. risk för svåra splitterskador. Denna energi är 58 footpounds vilket motsvarar 43 J.

I Tabell 8 redovisas skadekonsekvenser för olika splitterenergier [16].

Tabell 8. Skadekonsekvenser för olika splitterenergier [16].

Anslagsenergi	Skadekonsekvens
20 J	Gräns allvarlig skada
80 J	Stridsoduglig soldat
160 J	10 % dödlighet
360 J	90 % dödlighet

2.4.2.2 ComputerMan

USA har utvecklat en datormodell, ComputerMan, baserad på omfattande kliniskt underlag och medicinsk sakkunskap [19]. Målbeskrivningen av den mänskliga anatomin utgörs av 124 000 volymselement som var och ett anges bestå av en av 290 olika vävnadstyper som beskrivs av ett antal parametrar. Ett splitters eller en projektils väg genom kroppen kan följas och skador på de enskilda cellerna (volymselementen) beräknas. De medicinska följderna av dessa skador klassas enligt en internationellt accepterad kod AIS, (Abbreviated Injury Scale) [20]. Slutligen beräknar programmet soldatens möjlighet att lösa olika funktionsbaserade uppgifter med hänsyn till skadorna.

2.4.2.3 Hudpenetration

Om splittret har en så låg hastighet att det inte förmår penetrera huden blir den fysiska skadan begränsad. Personen kanske får ett blåmärke eller mindre rispa. En viktig egenskap hos huden är att om splitterhastigheten marginellt överskrider hastigheten för hudpenetration, den så kallade tröskelhastigheten, så kan splittret tränga in flera centimeter i den underliggande vävnaden. Detta kan medföra allvarliga skador på ytliga organ till exempel blodkärl.

Om belastningen på huden uttryckt i splittrets rörelseenergi per cm^2 anslagsyta överskrider ett visst gränsvärde så penetreras huden. Detta värde brukar kallas tröskelenergi, E_{th} . Om splittret har en massa m [g] och tvärsnittsarea A [cm^2], så får dess hastighet ej överskrida tröskelhastigheten V_{th} [m/s] som kan bestämmas med ekvation (2).

$$V_{th} = \sqrt{2000E_{th}A / m} \quad (2)$$

Mycket arbete har lagts ned för att bestämma tröskelenergin, t.ex. [21,22,23]. Såsom alla mänskliga karaktäristika varierar tröskelenergin mycket mellan individer och var på kroppen splittret eller projektilen träffar. Tröskelenergin, E_{th} , varierar från 10 J/cm^2 till 35 J/cm^2 . I risksammanhang bör man försiktigtvis utgå från det lägre värdet 10 J/cm^2 .

Publicerade värden baseras ofta på försök med kulor eller olika typer av finkaliberprojektiler. Splitter är ofta kantiga och har därför förmodligen lägre tröskelvärden. I skrivande stund har dock inte några sådana värden identifierats i litteraturen. Mot bakgrund av resultaten i det följande avsnittet om ögat, skulle ett rimligt nedre tröskelvärde för splitter vara ca 5 J/cm^2 .

2.4.2.4 Ögat

Ögonens yta rakt framifrån är cirka 1 cm^2 och ännu mindre sett från sidan. Ögonen ligger djupt i huvudet och skyddas uppifrån av det utskjutande pannbenet. Risken för att träffas i ögat är sålunda mycket liten men konsekvenserna är ofta allvarliga och kan leda till blindhet.

I [21] finns en sammanställning över skjutförsök med stålkulor av varierande storlek mot kaninögon. Tröskelenergin har i medeltal ett värde på $E_{th} = 6 \pm 1,5 \text{ J/cm}^2$. En försöksserie har även genomförts med stålkuber. Tröskelenergin är väsentligt lägre än för kulor, nämligen $E_{th} = 1,8 \pm 0,6 \text{ J/cm}^2$. Detta beror på att kuben har vassa kanter och hörn som ger en väsentligt större belastning vid anslag än en den väl avrundade kulan.

2.4.2.5 Förslag till skadenivåer/kriterier

Acceptabel skadenivå är i hög grad beroende på vem som utsätts för skadan och i vilken politisk/taktisk situation skaderisken föreligger. Egen trupp i krig förväntas acceptera höga risker för att lösa aktuell stridsuppgift. I andra änden av skalan finns risk för kroppsskada på tredje part, i första hand civila, vid fredsbevarande insatser.

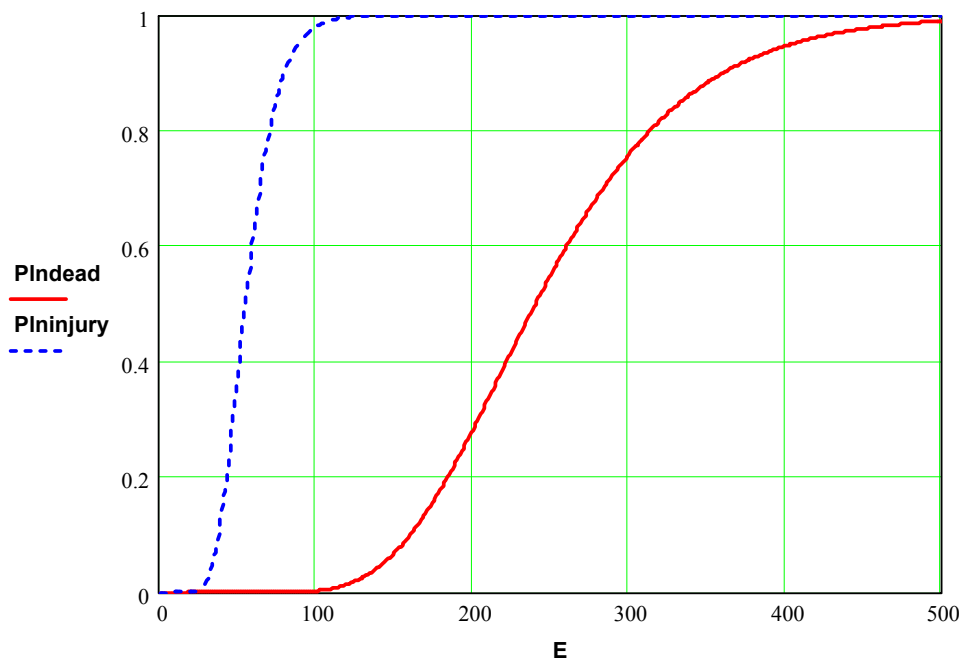
Fem olika skadenivåer föreslås:

- **Splittret har en anslagsenergi överstigande 160 J.** Soldaten eller personen försätts ur stridbart skick pga. allvarlig kroppsskada eller död.
- **Splittret har en anslagsenergi understigande 20 J.** Risken för allvarliga skador är liten.
- **Splittret förmår ej penetrera huden. Tröskelenergi 5 J/cm^2 .** Ingen risk för allvarliga skador om inte ögat träffas.
- **Splittret förmår ej skada ögat. Tröskelenergi 1 J/cm^2**
- **Splittret förmår ej träffa en person.** Detta motsvarar splittrets maximala räckvidd. Bortom detta avstånd är risken för splitterträff och skada försumbar.

2.4.2.6 Risk och sannolikhet för kroppsskada

Ovanstående förslag till skadenivåer/kriterier är så kallade tröskelvärden. Det vill säga överskrids värdet anses skadan inträffa med sannolikheten ett, om inte är sannolikheten noll för skada. I verkligheten är det naturligtvis inte så utan slumpen (t.ex. träffpunkt) avgör om skadan inträffar eller inte. Det man med visshet kan säga är att om splitterenergin ökar så ökar också sannolikheten för skada.

I stället för tröskelvärden använder riskberäkningsprogrammet SWERISK (se kapitel 5) funktioner som anger sannolikheten för kroppsskada som funktion av splittrets energi. Figur 2 visar funktionerna för dödsfall och kroppsskada.



Figur 2. Sannolikhet för död eller allvarlig kroppsskada som funktion av splitterenergi.

På motsvarande sätt har funktioner för hudpenetration (lindrig skada) och ögonskada som funktion av energi/ytenhet skapats och lagts in i SWERISK.

Dessa funktioner är naturligtvis inte den absoluta sanningen utan har skapats utgående från publicerade data som i många fall är osäkra. För den matematiskt intresserade antas skadesannolikheten kunna beskrivas med en kumulativ lognormal fördelning.

I Tabell 9 anges de energinivåer som enligt dessa funktioner ger en femtioprocentig risk för kroppsskada:

Tabell 9. Energinivåer för femtioprocentig risk för kroppsskada.

Skadetyper	Energinivå
Dödsfall	240 J
Allvarlig kroppsskada	50 J
Hudpenetration	20 J/cm ²
Ögonskada	3 J/cm ²

2.4.2.7 Målareor och exponering

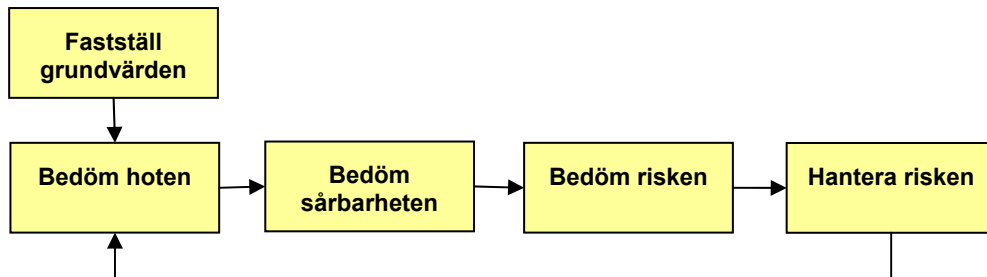
Risken för att träffas av splitter är naturligtvis beroende av hur stor kroppsytan som exponeras för splitterinfall. I SWERISK, se kapitel 5, har den exponerade kroppsytan baserats på [24] och representerar en medelstor person.

2.5 Försvarsmaktens gemensamma riskhanteringsmodell

Under 2007 blev en gemensam riskhanteringsmodell [7] som utarbetats av Försvarsmakten färdig. Denna riskhanteringsmodell är främst tänkt att användas som stöd för analys och hantering av de risker Försvarsmaktens personal utsätts för i internationell verksamhet, men ska även kunna användas för andra typer av riskhantering inom Försvarsmakten.

Syftet är att ge beslutsfattare underlag för beslutsfattande, att underlätta samarbete mellan olika funktioner och nivåer samt att säkerställa spårbarhet och transparens. Modellen kan ses som en blandning av både en risk- och sårbarhetsvärdering.

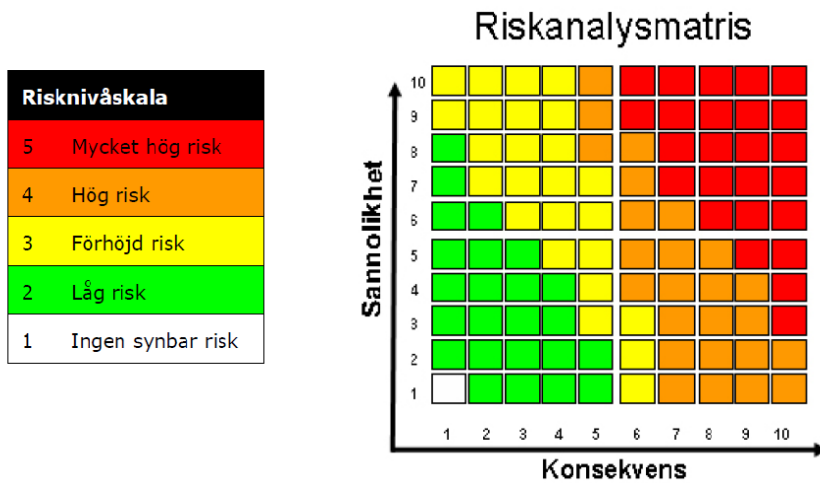
Försvarsmaktens gemensamma riskhanteringsmodell består av fem steg där olika funktioner och nivåer i Försvarsmaktens organisation är ansvariga för olika steg, se Figur 3.



Figur 3. De fem stegen i Försvarsmaktens riskhanteringsmodell.

- Steg 1, fastställ grundvärden; består av att fastställa grundvärden, detta görs av beslutsfattaren. Först definieras vilken uppgift som ska analyseras, vilken tidsperiod och inom vilket område. Sedan bestäms vad som är att klassa som skyddsvärd^a och vilka hot det skyddsvärda kan komma att ställas inför. Avslutningsvis bestäms en konsekvensskala, utifrån beslutsfattarens preferenser, från ”försumbar” (1) till ”allvarlig” (10) där händelsernas konsekvenser senare kan rangordnas.
- Steg 2, bedöm hoten; går ut på att fastställa en hotnivå utifrån intention, kapacitet och tillfälle. Vilket beskriver en aktörs vilja, motiv och förmågor samt tillfällena när och hur denne har möjlighet att påverka det skyddsvärda.
- Steg 3, bedöm sårbarheten; innebär att bedöma hur sårbar den egna organisationen är gentemot dessa hot. Denna bedömning görs utifrån säkerhetsmedvetande, resurser och exponering. Sårbarheten bedöms på en femgradig skala för varje enskild faktor.
- Steg 4, bedöm risken; i detta steg bedöms risken som ett resultat av hotbedömning och sårbarhetsbedömning. Sannolikheten för att ett hot inträffar och även vilka konsekvenserna skulle bli. Sannolikheten kan bedömas utifrån en statisk skala eller utifrån bedömarnas egna erfarenheter. Konsekvensskalan togs fram i steg 1. Både den statistiska sannolikhetsskalan och konsekvensskalan är tiogradiga. De värden man kommer fram till utifrån de båda skalorna förs sedan i en riskanalysmatris, se Figur 4, för att en risknivå ska kunna utläsas. I Försvarsmaktens gemensamma riskhanteringsmodell är matrisen konstruerad så att konsekvens väger tyngre än sannolikhet.
- Steg 5, hantera risken; här ska beslutsfattaren besluta om hur risken ska hanteras. Antingen finner han/hon risken acceptabel, vilket inte kräver några åtgärder. Om risken inte befinns vara acceptabel måste åtgärder vidtas för att minska den. Förslag på åtgärder kan ha framkommit redan i det inledande arbetet, men bör ändå testas i modellen för att kontrollera att åtgärderna inte leder till nya större risker inom andra områden.

^a En skyddsvärd tillgång är någonting som Försvarsmakten av olika anledningar anser värt att skydda. Skyddsvärda tillgångar kan till exempel uppstå inom något av områdena information, personal, materiel eller förtroende. När det gäller de internationella insatserna utgår riskhanteringen ofta från personalens liv och hälsa.



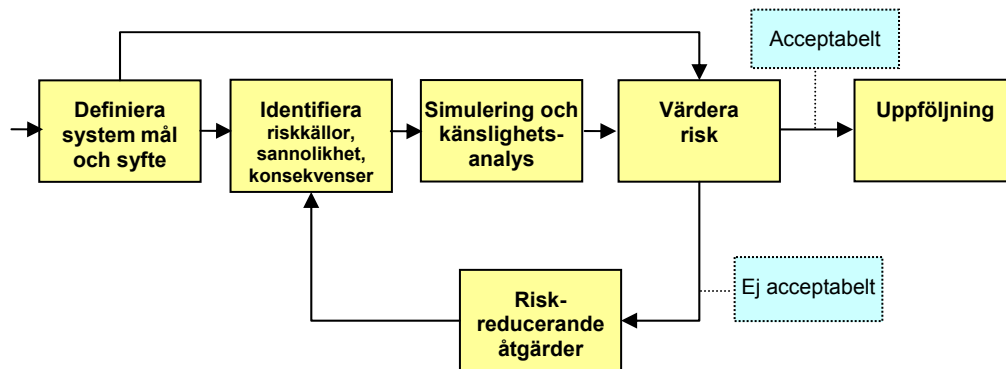
Figur 4. Exempel på en matris från [7] som kan användas för att tydligt presentera och enklare värdera riskerna mot varandra. Nivåskalan för sannolikhet är statisk medan den för konsekvens har tagits fram av beslutsfattare.

3 Förslag till metodik för riskbedömning

Riskanalyser kan genomföras både kvantitativt och kvalitativt där det i den senare inte görs några försök att bestämma precisa sannolikheter för olika utfall utan snarare utgår av en bedömning om risken är stor, mellan eller liten. I riskanalyser med båda typerna, finns intresse för, och önskas svar på följande frågor [25]:

- Vad kan gå fel?
- Hur ofta händer det?
- Om det går fel, vad blir konsekvenserna?

Figur 5 visar ett möjligt arbetssätt då man ska göra en riskbedömning.



Figur 5. Beskrivning av en tänkbar processväg för en riskvärdering, där strävan ligger i utifrån fastställda kriterier få en ur för beslutsfattare acceptabel lösning.

3.1 Identifiera syfte

Inledningsvis i riskvärderingen bör det ske en avgränsning i område, tid och utifrån vilka förutsättningar värderingen ska göras. Det bör även fastställas vad syftet är med analysen och vilken detaljeringsgrad som krävs. Även kriterier som riskerna senare ska värderas mot ska sättas upp, exempelvis sannolikhet för att som tjänstgörande personal i utlandsstyrkan omkomma. Beslut om kriterier fattas av beslutsfattare och kommer således i mångt och mycket avgöra vilken nivå hela riskhanteringsarbetet kommer sträva mot då kriterierna avspeglar vad beslutsfattaren är villig att acceptera i form av skador eller förluster.

3.2 Inventering

Det andra steget handlar om att identifiera de risker som finns i det egna systemet. Detta är viktigt, då en förbisedd risk inte kommer att analyseras, vilket medför att risken underskattas.

Typiska händelser är sådana som finns inom egen, eller liknande verksamhet eller risker som är uppenbara med anledning av verksamhetens karaktär. Även utfall av olika kombinationer bör ses över. Denna metodik är avsedd för vapenverkan och inriktning bör ske mot det hot som en beväpnad aktör kan utgöra.

3.3 Analys

I fallet med vapenverkan är det förmodligen smakfullt att en stor del av analysen utgår från dels inventeringen och dels från simuleringen, då denna är ett stöd i att bestämma del av sannolikheten eller konsekvensen.

Analysen syftar dock till att, kvalitativt eller kvantitativt bestämma storleksordningen på hoten. I Försvarsmaktens gemensamma riskhanteringsmodell ska hoten då de väl är fastställda även bedömas utifrån intention, kapacitet och tillfälle. Intention avser aktörs vilja, motiv och mål medan kapacitet är en aktörs resurser och förmågor, till exempel utrustning och personal. Tillfälle syftar till var och när en aktör kan påverka en skyddsvärd tillgång. Inom Försvarsmaktens verksamhet är detta steg nödvändigt, när ett stort hot i form av kapacitet, men med låg intention, inte nödvändigtvis behöver vara ett stort hot för de skyddsvärda tillgångarna.

Under intention bör identifieras vad aktören vill skada och syftet med detta, till exempel människor, materiel eller möjlighet att genomföra verksamhet. Vad det finns för kapacitet, vilken vapentyp, ammunition, utbildningsståndpunkt och så vidare, kommer att avgöra vilka. Ges det tillfälle, och var och när i så fall, att påverka de skyddsvärda tillgångarna, på natten, dagen och på vilket avstånd.

Dessa grundförutsättningar, eller hot i form av intention, kapacitet och tillfälle bestämmer sedan ingångsdata för simuleringen tillsammans med identifierade grundvärden.

3.4 Genomför simulering

Simuleringarna syftar till att utifrån identifierade ingångsdata avgöra hur det analyserade påverkas. Detta görs förmodligen enklast genom att bestämma sannolikheten för utslagning utifrån vissa kriterier framför att försöka bedöma exakt hur den skyddsvärda tillgången påverkas.

3.5 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys innebär att variera olika parametrar för att identifiera vilka parametrar som medför stora förändringar i resultatet och när dessa förändringar uppstår, dvs. hitta omslagspunkter. Genom att identifiera denna typ av påverkan är det också möjligt att se om händelserna som medför påverkan har en stor risk för att inträffa.

3.6 Värdering

Efter att risker har identifierats och sannolikheter och konsekvenser uppskattats, måste resultatet sammanställas, för att ge ett mått på den risk som den analyserade verksamheten är upphov till. För att kunna fatta beslut från detta resultat måste en värdering göras. Här tas exempelvis hänsyn till riskens karaktär, nyttan av verksamheten som är upphov till risken, samt individers upplevelse av risken [26]. Det svåra är att göra värderingen för vilka risker som är acceptabla och vilka som inte är det. Entydiga riskkriterier finns idag inte utformade och fastställda i Sverige även om ett försök görs i till exempel [11].

Det finns dock olika principer som kan användas till stöd för utformning av riskkriterier. Till exempel kan rimlighets-, proportionalitets- och fördelningsprincipen användas. Den första innebär att en verksamhet inte bör innebära risker som med för verksamheten rimliga medel kan undvikas eller minskas. Den andra principen att de totala riskerna som en verksamhet medför inte bör vara oproportionerligt stora i förhållande till nyttan den medför. Den sista innebär att riskerna ska vara så fördelade att de som utsätts för riskerna, också ska vara de som drar nytta av de fördelar verksamheten bidrar med.

Överlag bör strävan även ligga i att undvika katastrofer (stora konsekvenser), där det inte finns tillräckliga resurser till skillnad från mindre händelser där resurserna för att hantera konsekvenserna kan vara tillräckliga [26].

3.7 Sammanställ resultat

Resultatet sammanställs med en förteckning över väntevärden med utgångspunkt från de olika händelserna. Rekommendationer som gör att antingen sannolikheten minskar att händelsen inträffar eller att konsekvenserna mildras bör beskrivas. Beslutsfattaren har sedan möjlighet att ta ställning till, utifrån sina kriterier om dessa risker är acceptabla i nuvarande situation, eller om rekommendationerna ska implementeras i verksamheten. Viktigt är dock att se till vilka risker som är inkluderade och under vilka förutsättningar riskbedömningen gäller.

4 Exempel på riskbedömning

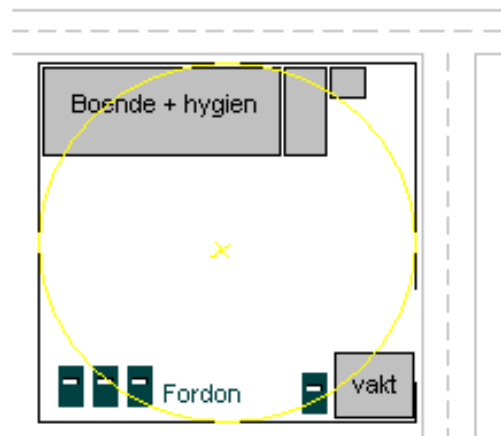
Nedan följer två exempel på riskbedömningar. Exempelen tillämpar ovan beskrivna ingångsvärden och metodik.

4.1 Troop-house, en snabb bedömning

4.1.1 Identifiera syfte

Under en internationell insats byggs ett så kallat Troop-House, en liten framskjuten camp, där en mindre styrka befinner sig och från vilken patrullering i närområdet kan ske.

Exemplens Troop-house är omgivet av 2,5 meter höga betongmurar och området är drygt 40 x 40 meter. Vid ena sidan finns en infart för fordon och en mindre vaktkur. En ansvarig beslutsfattare anser att risken soldaterna utsätter sig för, åtminstone när de befinner sig i detta troop-house, inte ska vara oproportionerligt större än vad en civil person utsätter sig för i Sverige.



Figur 6. Beskrivning av Layout på campen: Boende- och hygienbyggnad, till höger om denna en liten matsal och ett elverk. Nederst i bild finns en vaktkur och fordonsuppställningsplats. En cirkel är inritad med radien 20 meter.

4.1.2 Inventering

Samme säkerhetsmedvetne beslutsfattare anser nu att det absolut största (i det här fallet enda) hotet mot truppen som befinner sig innanför murarna är att en fientlig aktör kastar en handgranat över muren. Beslutsfattaren menar att detta är rent livsfarligt och kräver omedelbara åtgärder, dock anser hans chefer att han överdriver faran. I övrigt ser beslutsfattaren ingen möjlighet för en eventuell illasinnad aktör att åsamka truppen allvarlig skada.

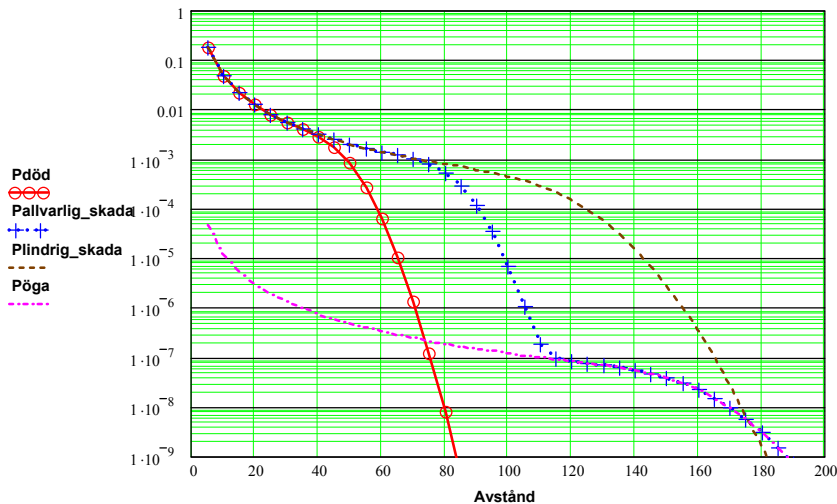
4.1.3 Analys

Hotet som identifierats är en attack med handgranat. Bedömningen görs att det mycket väl kan finnas aktörer som har intention att attackera svensk trupp, då det svenska truppbidraget aktivt stört kriminella element. Aktörens kapacitet att komma över en handgranat, i detta fall en M53 P3 av jugoslaviskt ursprung, bedöms också vara god. Även tillfälle finns då ingen bevakning sker på utsidan av muren utan bara vid ingången, någon tid på dygnet, och två av anläggningens sidor vetter emot trafikerade vägar. Bedömningen görs också att det är möjligt att kasta en handgranat över betonghuset där soldaterna bor, och hygiencontainrarna vilket medför att den troligen kommer att explodera någonstans på parkeringsplatsen.

4.1.4 Simulering

Vid en snabbanalys blir resultatet att sannolikhet för kroppsskada som funktion av avståndet från detonationspunkten kan beskrivas enligt

Figur 7. Detta förutsatt att handgranaten exploderar på plan mark och att inget splitterbromsande föremål finns mellan den stående personen på den öppna ytan och granaten.



Figur 7. Exempel på hur sannolikhet för kroppsskada som funktion av avstånd från detonationspunkten skulle kunna se ut, från [27].

4.1.5 Värdering av risk

Med utgångspunkt från de kriterier som satts upp kan risken värderas. Matrisen i Tabell 7 används, risken bedöms som "ej tolerabel" för dödsfall om den överstiger 10^{-5} . Ur Figur 7 kan vi samtidigt utläsa att sannolikheten för dödsfall för en person som befinner sig inom en radie från detonationspunkten på 20 meter är större än 0,01. Detta under förutsättning att granaten landar mitt på den plana ytan och minst en person utan skydd befinner sig där. Då den förmodligen största svårigheten är att bedöma sannolikheten för att någon skulle kasta in en granat kan vi vända på det och i stället beräkna fram denna.

Då $P_{\text{granat}} * P_{\text{död}} > 10^{-5}$ inte är acceptabelt får således P_{granat} inte överstiga 0,001 eller 1/1000.

Grovt kan därefter skattningen göras, att om bedömningen är att en handgranatsattack skulle vara så trolig att det skulle kunna inträffa en gång om året, då krävs det säkerhetshöjande åtgärder. Om detta inte är fallet krävs inga åtgärder. Denna bedömning måste dock samtidigt göras med ett mått av sunt förnuft.

Som läsaren nu förstår ligger det flera osäkerheter i denna bedömning, men detta är gjort som ett mycket enkelt exempel som sedan kan byggas vidare på.

I verkligheten borde till exempel ett händelsetråd göras för att beskriva attacker/händelser med olika vapentyper utifrån olika scenarion. Sannolikheten för varje gren beskrivs i ett intervall i stället för ett absolut värde. Detta borde sedan kombineras med en fördelning av antalet personer och avstånd från detonationspunkten på den plana ytan över tiden. Genom att därefter Monte-Carlo-simulera händelserna bör mer rättvisande värden åstadkommas. Sedan ska samma sak genomföras för alla icke-antagonistiska hot. Därefter kan den ackumulerade risken som återfinns på detta Troop-house, jämföras med de kriterier som beslutsfattaren fastställt.

4.1.6 Sammanställ resultatet

I detta exempel skulle kanske bedömningen kunna göras att det inte är troligt att handgranatsattacker sker så ofta som en gång per år, efter att ha granskat statistik ifrån liknande insatser världen över. Dock ses samtidigt att en stor del av den acceptabla ackumulerade risken ligger i just handgranatsattacker och då kan det ändå vara värt att göra enkla insatser för att minska konsekvenserna av en handgranatsattack. En bedömning om åtgärder är värd att genomföra kan göras med en Cost-Benefit analys. Samtidigt bör det tas i beaktande att soldaternas egna upplevda risk kan vara så stor att det är motiverat med åtgärder, om det kan ske till en rimlig kostnad. En tanke bör tillägnas rimlighets-, proportionalitets- och fördelningsprincipen.

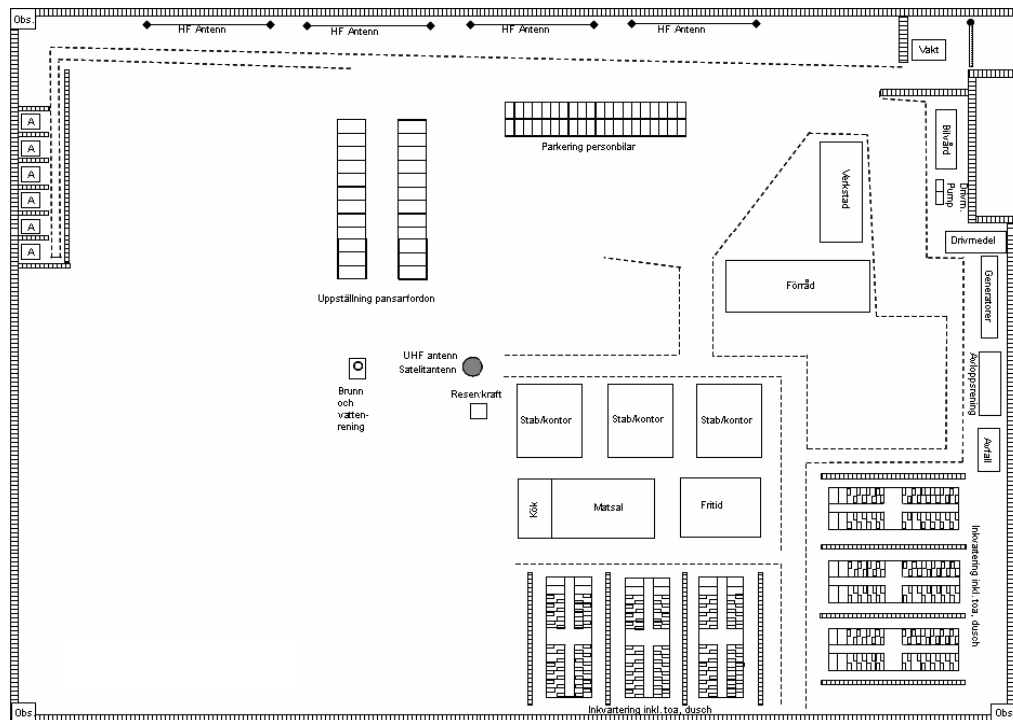
Viktigt är även att redovisa alla antaganden och förenklingar som gjorts. I det här fallet till exempel att det enda hotet har bedömts vara en handgranatsattack, att det alltid finns minst en person ståendes på planen inom en radie på 20 meter från detonationspunkten osv. Trots alla förenklade antaganden kan det dock vara ett mycket effektivt instrument att relativt enkelt bedöma vilka händelser som utgör de största riskerna och var de säkerhetshöjande åtgärderna bör sättas in för att effektivast påverka säkerheten.

4.2 Camp - en mer omfattande bedömning

Nedan följer ytterligare ett exempel på en riskbedömning (som även kan ses som en sårbarhetsvärdering), om än en kraftigt förenklad sådan. Exemplet syftar till att beskriva hur en beslutsfattare kan nyttja metoden och simuleringsmodeller för att få en ur sin egen synvinkel acceptabel risknivå.

4.2.1 Identifiera syfte

Kontingentschefen för den svenska bataljonen utomlands är intresserad av att göra en risk- och sårbarhetsbedömning av sitt camp-område, Camp Pernilla [3], i syfte att stärka robustheten emot fientliga attacker. Dock vet denne inte idag vad som utgör det största hotet. En lång lista görs på för verksamheten skyddsvärda objekt såsom personal, fordon, förtroende hos befolkning, it-system, vattenrening, el-försörjning, bränsledepå och så vidare. Det som främst identifieras som skyddsvärt är dock personalen, och el-försörjningen då denna påverkar larmsystem, kommunikationsmöjligheter, vattenrening, matlagningsmöjligheter med mera. Båda dessa mest skyddsvärda objekt kommer också indirekt att påverka flera andra skyddsvärda saker, bland annat förmågan att lösa sin uppgift i området. Detta dels genom låg moral efter det att kamrater omkommit eller skadats svårt, men även med en organisation som tvingas arbeta under mental bearbetning. Även el-försörjningen påverkar lösandet av uppgift. Då nedsatt möjlighet till kraftuttag bara räcker till att driva campens nödvändigheter såsom kommunikation, men inte driva vattenreningen, köksutrustning, reningsverk, uppvärmning av inkvartering med mera.



Figur 8. Översiktlig beskrivning av camp Pernilla [3].

Den konsekvensskala, se Tabell 10, beslutsfattaren väljer att utgå från för skador på personal kommer från Försvarsmaktens gemensamma riskhanteringsmodell [7]. Den svenska campen kan dessutom bara själva hantera enklare skador på personalen. För mer kvalificerad sjukvård är man hänvisad till en annan nations camp.

Tabell 10. Konsekvensskala för personal.

Konsekvensskala		Händelse (Skyddsvärt person)
9-10	Synnerligen allvarlig	Ett stort antal döda (>10) och många allvarligt skadade
7-8	Allvarlig	Flera döda (≤10) och flera allvarligt skadade
5-6	Kännbar	Skada som kräver kvalificerad sjukvård. Permanenta fysiska med, och dödsfall, kan förekomma.
3-4	Lindrig	Skada som kräver läkarvård. Eventuellt kortare konvalescens, men inga permanenta fysiska men.
1-3	Försumbar	Skada som kräver enklare vård (egenvård, sjuksköterska)

För el-försörjningen används en liknande konsekvensskala, se Tabell 11, men utifrån 'vilken konsekvens ett el-bortfall skulle få för campen'. Att jämföra konsekvensskalorna mellan olika skyddsvärda tillgångar är inte alltid rättvisande. Skalan ska i detta fall snarare ses som en jämförelse inom en skyddsvärd egenskap.

Tabell 11. Konsekvensskala för elförsörjning.

Konsekvensskala		Händelse (skyddsvärt elförsörjning)
9-10	Synnerligen allvarlig	Båda kraftverken helt utslagna
7-8	Allvarlig	Ordinarie kraftverket är utslaget
5-6	Kännbar	Bränsleförsörjningen till kraftverken utslagna
3-4	Lindrig	Båda kraftverken initialt utslagna men går bedömt laga
1-3	Försumbar	Enbart reservkraftverket utslaget

Även sannolikhetsskalan, se Tabell 12, som beslutsfattaren använder sig av kommer från Försvarmaktens gemensamma riskhanteringsmodell [7]. I detta fall används den som sannolikheten för att en konsekvens ska inträffa när en attack redan är ett faktum, vilket i sig kan ses som mycket konservativt.

Tabell 12. Sannolikhetsskala från Försvarmaktens gemensamma riskhanteringsmodell [7].

Sannolikhetsskala		
Sannolik	> 50 %	9-10
Trolig	< 50 %	7-8
Möjlig	< 25 %	5-6
Mindre trolig	< 5 %	3-4
Osannolik	< 1 %	1-3

4.2.2 Identifiera data

Nästa steg är att identifiera vilken typ av hot som finns mot det skyddsvärda. I Försvarmaktens gemensamma riskhanteringsmodell [7] ska hoten då de är fastställda bedömas utifrån en aktörs intention, kapacitet och tillfälle.

Hotet fastställs till att intention finns, då det finns grupper som inte alls uppskattar den svenska närvaron. Även tillfälle ges en aktör, eftersom campen har en fast position och inte mycket bevakning sker utanför den. Vad gäller kapacitet är aktören dock något begränsad. En bedömning görs att den absolut troligaste attacken kommer att bestå i att direktriaktad eld med maximal kaliber 7,62 skjuts mot campen. Den troligaste riktningen att bli beskjutet från är i väster, norr eller öster på avstånd över 300 meter. Söderifrån där det sluttar uppåt från campen, är det dock troligare med betydligt kortare avstånd, antagligen mindre än 100 m

En annan relativt trolig attack bedöms vara att campen beskjuts med granatkastare (grk) med 80 mm spränggranater. Utbildningsnivån bedöms dock hos aktören som ganska låg, och en bedömning görs att maximalt 3 granater kommer att slå ner inom campens murar innan personalen befinner sig i skydd.

En analys krävs också över hur många personer som finns inne på campen och var dessa befinner sig. Här finns troligen skillnader över dygnet medan el-verken alltid befinner sig på samma plats.

4.2.3 Genomför simulering

Vid simuleringen beräknas vad motsvarande attacker skulle ge för konsekvens och hur stor sannolikheten för att denna konsekvens inträffar blir. En stor del av arbetsuppgiften ligger i att först omformulera ett tänkt scenario till ett flertal simuleringar och sedan från simuleringen till en konsekvens och en bedömd sannolikhet för att konsekvensen inträffar. Från den simulering som genomförs för en granatattack identifieras vad både konsekvensen och sannolikheten blir, som en bedömning från det beräknade underlaget. Till exempel händelse #1 i Tabell 13 nedan beskriver ett stort antal döda (>10) och många allvarligt skadade. Detta får en 10:a på konsekvensskalan från tabellen för konsekvensskala. Samtidigt visar simuleringen att detta scenario inte är särskilt troligt, troligtvis under 1 % vilket medför en 1:a på sannolikhetsskalan. Händelse #2 blir allvarlig konsekvens, en åtta på skalan, med en något högre sannolikhet 0,02 vilket blir en fyra på sannolikhetsskalan.

Tabell 13. Händelser med konsekvens och sannolikhet för personal vid attack med granatkastare respektive 7,62.

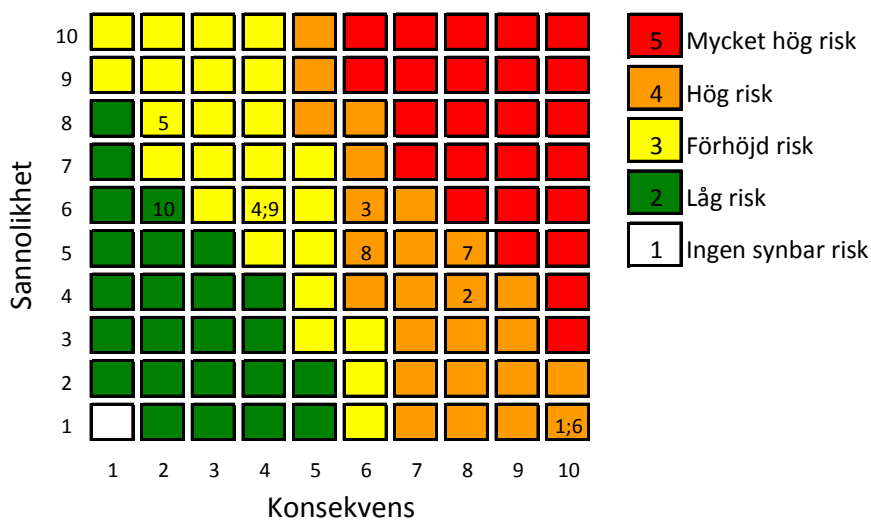
Händelse grk	Konsekvens (skyddsvärt personal)		Sannolikhet	
	#1	Synnerligen allvarlig	10	0,005
#2	Allvarlig	8	0,02	4
#3	Kännbar	6	0,05	6
#4	Lindrig	4	0,10	6
#5	Försumbar	2	0,35	8
Händelse 7,62 mm	Konsekvens (skyddsvärt personal)		Sannolikhet	
#6	Synnerligen allvarlig	10	0,005	1
#7	Allvarlig	8	0,05	5
#8	Kännbar	6	0,1	5
#9	Lindrig	4	0,2	6
#10	Försumbar	2	0,2	6

Tabell 14. Händelser med konsekvens och sannolikhet för elförsörjning vid attack med granatkastare respektive 7,62.

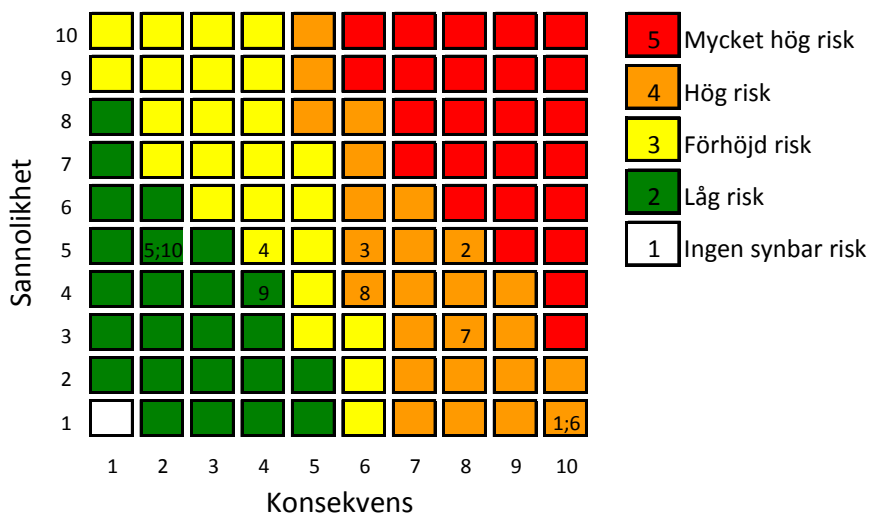
Händelse grk	Konsekvens (skyddsvärt elförsörjning)		Sannolikhet	
#1	Synnerligen allvarlig	10	0,005	1
#2	Allvarlig	8	0,05	5
#3	Kännbar	6	0,05	5
#4	Lindrig	4	0,1	5
#5	Försumbar	2	0,1	5
Händelse 7,62 mm	Konsekvens (skyddsvärt elförsörjning)		Sannolikhet	
#6	Synnerligen allvarlig	10	0,005	1
#7	Allvarlig	8	0,02	3
#8	Kännbar	6	0,04	4
#9	Lindrig	4	0,04	4
#10	Försumbar	2	0,10	5

4.2.4 Värdering

Med utgångspunkt från de tabeller som togs fram genom kvalitativa bedömningar, efter det att simuleringarna genomförts, skapas en riskmatris. Den ena axeln utgörs av en sannolikhetskala och den andra utgörs av konsekvensskala och produkten av dessa är då i enlighet med definitionen risk. I matrisen i Figur 9 är konsekvens och sannolikhet för personskador införda från Tabell 13 ovan. Figur 10 är samma fast gällande påverkan av elförsörjningen och kommer från Tabell 14.



Figur 9. Riskmatris för personal. Siffrorna markerar händelse från Tabell 13.



Figur 10. Riskmatris för elförsörjningen. Siffrorna markerar händelse från Tabell 14

I fallet där personalen är det skyddsvärda utgör händelserna 7, 1, 6 och 2 den största risken. De innebär en hög risk, vissa är nära en mycket hög risk. Dessa händelser är också de med de största tänkbara konsekvenserna, vilka kan vara svåra för den egna organisationen att hantera, och därmed bör dessa åtgärdas.

I fallet gällande el-försörjningen är det händelserna 2, 1 och 6 som enligt motsvarande resonemang bör åtgärdas.

Ingen händelse uppnådde nivån ”mycket hög risk” uppsatt av chefen. Dock kan tyckas att alla händelser med ”hög risk” ska åtgärdas, inte bara de med de största konsekvenserna. I detta fall är det en kvalitativ bedömning som dessutom i många fall har varit grovt konservativ, till exempel genom att utgå från att en attack är ett faktum. Då beslutsfattaren själv har satt upp sannolikhets- och konsekvenskriterier, som sedan olika händelser bedöms emot, kan detta utgöra stöd eller underlag till det beslut som ska tas. Vilka risker som är acceptabla och vilka som inte är det och bör åtgärdas är således upp till chefen att besluta.

Utifrån 20 olika händelser har vi nu 7 stycken kvar där vi kan göra bedömningar om inbördes rangordning, förmåga att hantera händelsen samt åtgärdsrekommendationer.

4.2.5 Förmågebedömning och rekommendationer

Med utgångspunkt från allvarlighetsgrad, vår egen förmåga att hantera den indirekta påverkan på annat skyddsvärt, kostnader eller andra belastningar för att införa åtgärder, men framförallt vår egen förmåga tas sedan åtgärder fram.

Då inte tillräckliga egna sjukvårdsresurser finns (egen förmåga) för att ta hand om allvarligare skador, bör detta vara en av händelserna som bör prioriteras. Konsekvensen kan mildras genom att höja sjukvårdskompetensen, vilket dock är en ganska kostsam åtgärd. Genom att minska sannolikheten för att bli träffad både av direktriaktad eld, förmodligen söderifrån med tanke på omgivningen, samt splitter från grk sätter vi upp ett antal murar som korsar campen från öst till väst. På detta sätt kommer även konsekvensen att sjunka då inte lika många blir träffade. Mest effektivt är åtgärden givetvis i områden där flest personer befinner sig stor del av tiden.

Angående elförsörjningen ser vi att det är det ordinarie kraftverket som bedöms mest sårbart. Åtgärder kan lämpligen vara att dels bygga murar runt det, men även att skaffa reservdelar, så en snabbare reparation kan möjliggöras. En annan lämplig åtgärd är att flytta bränsledepån. Detta då det under identifierings steget upptäcktes att även denna påverkar elförsörjningen. Dess placering precis jämte elverket är också olämplig, då en brand i depån riskerar att skada elverket. En lämplig åtgärd kan alltså vara att flytta den befintliga depån, dessutom bygga en ytterligare depå samt att valla in dessa för att minska risk för en pölbrand men även ha murar runt om för att minimera skador.

Riskbedömningen ska användas på detta sätt för att identifiera risker, rangordna dem och därefter möjliggöra åtgärder för att minska dessa. Utgångspunkten är beslutsfattarens referensramar genom sannolikhets- och konsekvenskriterierna, och beslutsfattaren fattar sedan beslut om riskerna är acceptabla att ta.

Några extra murar, invallning, en extra bränsledepå och eventuellt extra sjukvårdsresurser är alltså rekommendationer som gör de två identifierade skyddsvärda egenskaperna mer robusta. Åtgärderna medför att campen klarar större påfrestningar än innan de infördes.

En sådan här bedömning kan användas för att jämföra risknivå mellan olika tillgångar som är lika skyddsvärda. Detta medför att en prioritering är möjlig. Anses de inte lika skyddsvärda, eller svåra att jämföra, som i exemplet ovan, kan ändå en prioritering göras inom en kategori, för att eliminera de största riskerna.

5 SWERISK, kortfattad modellbeskrivning

5.1 Bakgrund

Vid min- och ammunitionsröjning krävs att man säkerställer att tredje part, i första hand civila, inte kommer till skada om röjobjektet skulle detonera under röjförsöket. Man är därför tvungen att avlysa och bevaka ett område kring röjobjektet så att inga obehöriga kommer in på området under operationen. För bestämning av riskavstånd finns flera beräkningsregler som används internationellt från bl.a. FN och Nato. Dessa är mycket enkla och baseras antingen på röjobjektets totalvikt eller explosivämnesvikt.

Ett problem är att reglerna ger olika avstånd och att risknivån för dessa avstånd är okänd. SWEDEC (Försvarets ammunitions- och minröjningscentrum) önskade sig därför ett PC-program för beräkning av risk för splitterskador som stöd vid röjning av OXA (OeXploderad Ammunition), framför allt vid internationella insatser.

FOI har på uppdrag av SWEDEC under senare år utvecklat ett sådant program kallat SWERISK.

5.2 Utvecklingsmål

Programmet ska kunna användas i fält för beräkning av risker vid röjning av splittersstridsdelar där man endast har en grov uppfattning om dess konstruktion i form av storlek, vikt och eventuellt skaltjocklek och typ av sprängämne. Risk enligt förenklade standardiserade metoder (FN, Nato m.m.) beräknas. Dessutom beräknas riskerna för en stående civil person utan skydd som befinner sig i området mera noggrant enligt en metod utvecklad vid FOI.

Programmet ska kunna köras på en bärbar PC under Windows och vara enkelt att hantera via ett grafiskt användargränssnitt.

5.3 Regelbaserade riskavståndsberäkningar

I SWERISK finns tre olika beräkningsregler inlagda baserad på olika principer.

5.3.1 NATO-modellen

Nato-modellen, ekvation (3), ger riskavståndet R [m] baserat på objektets laddningsvikt, Q , och parametern k , där $k=300$ för tunnväggig och $k=500$ för tjockväggig stridsdel.

$$R = k\sqrt[3]{Q} \quad (3)$$

En stridsdel betraktas som tjockväggig om höljesvikten utgör 80 % eller mer av totala massan.

5.3.2 FN-modellen

FN-modellen är ännu enklare än Nato-modellen och baseras på totalvikten, m_t , av ammunition och röjladdningar. Två riskavstånd, R [m], beräknas: riskavstånd för civil personal och djur (okontrollerat riskområde) enligt ekvation (4) och riskavstånd för röjpersonal (kontrollerat riskområde) enligt ekvation (5).

$$R = 634 \sqrt[6]{m_t} \quad (4)$$

$$R = 444 \sqrt[6]{m_t} \quad (5)$$

5.3.3 Nederländska modellen

Nederländerna har tagit fram ett förslag till ny nationell metod för beräkning av riskavstånd. Den är baserad på omfattande sprängförsök av stridsdelar från handgranater upp till flygbomber. Riskavståndet R [m] påverkas enbart av stridsdelens diameter, D [mm] enligt ekvation (6).

$$R = 3,34D + 200 \quad (6)$$

5.4 "FOI-modellen"

FOI-modellen är ett försök att beskriva hela det fysikaliska förloppet från detonation till splittrträff och utgående från detta beräkna risken för splitterskador av olika allvarlighetsgrad. I detta avseende har den stora likheter med verkansprogram såsom t.ex. AVAL.

En avgörande skillnad relativt AVAL är att SWERISK räknar helt analytiskt på förloppet och inte med Monte-Carlo-metoden. Detta kan förefalla förvånande eftersom hela processen från splitтерgenerering till skada i hög grad är stokastiskt. Monte-Carlo fungerar utmärkt vid verkansberäkningar där verkanssannolikheten ofta kan räknas i tiotals procent och där körtiden kan räknas i timmar. Om man skulle använda samma metodik i risksammanhang där intressanta sannolikheter för kroppsskada kan röra sig om tusendelar till miljondelar skulle det krävas körtider som kan räknas i dygn eller veckor.

En stridsdel genererar splitтер av många olika storlekar och hastigheter från olika delar (utkastningsområden) av stridsdelshöljet. I SWERISK förväntar sig användaren ett resultat inom ett tiotal sekunder på en inte alltför kraftfull bärbar dator. Detta gör att programmet måste räkna analytiskt och med sannolikhetsfunktioner för att få rimliga körtider. I botten av programmet beräknas därför risknivån eller skadefrekvensen P_{skada} enligt ekvation (7), där P_{sk} är skadesannolikheten om personen träffas av ett splitтер, $P_{träff}$ är träffsannolikheten dvs. målarean/ytan av splitтерutkastningsområdet och N är antalet splitтер inom utkastningsområdet.

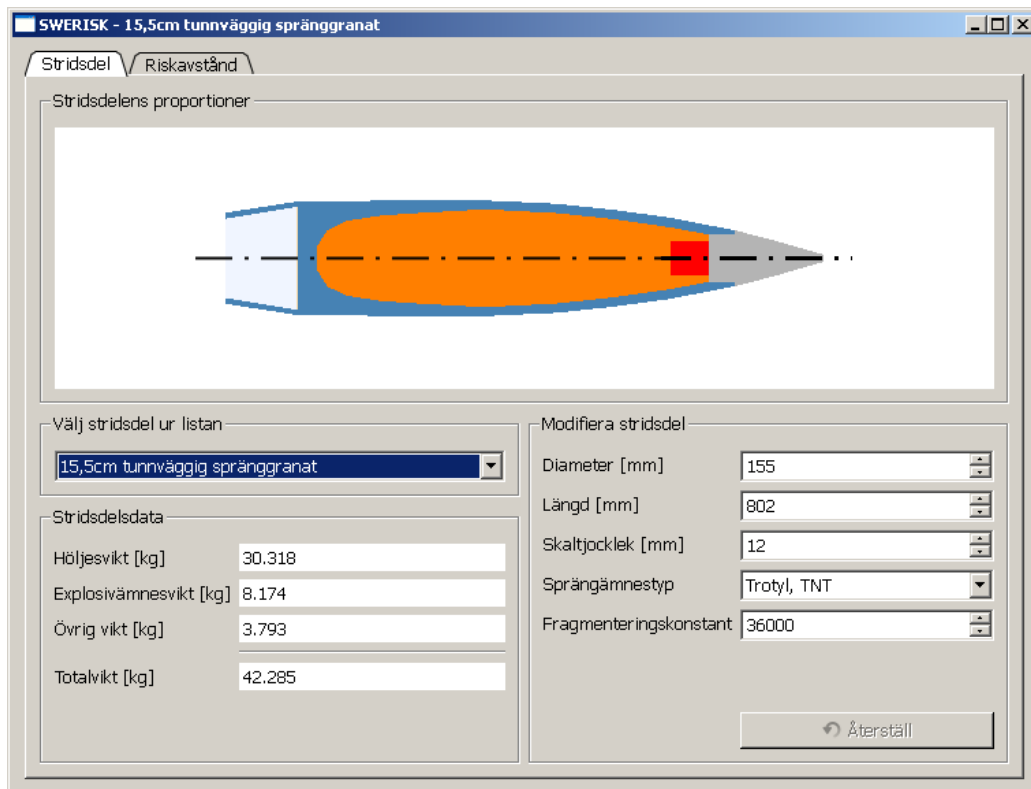
$$P_{skada} = 1 - \Pi \left((1 - P_{sk} P_{träff})^N \right) \quad (7)$$

Π i ekvation (7) indikerar att sannolikheten för att inte skadas måste ackumuleras över alla splitтерstorlekar och utkastningsområden för att kunna beräkna den slutliga risken. Detta ska sedan i sin tur ske i lämpliga avståndssteg från detonationspunkten ut till max splitтерavstånd.

P_{sk} , skadesannolikhet givet att personen träffas, antas i SWERISK vara en funktion av split�rets rörelseenergi [J] eller i tillämpliga fall (hud- eller ögonskada) en funktion av split�rets rörelseenergi dividerat med split�rets tvärsnittsytan vid träff [J/cm^2].

5.5 Beräkningsgång i stort

Figur 11 visar öppningsfönstret till SWERISK.



Figur 11. Inledande dialogfönster för val och modifiering av stridsdel

I den inledande dialogen börjar användaren med att välja en stridsdel vars allmänna uppbyggnad överensstämmer med det aktuella objektet. Nästa steg i processen är att ändra stridsdelsdata så att de i möjligaste mån överensstämmer med kända data för röjobjektet. Användaren kan ändra stridsdelens diameter, längd och skaltjocklek med hjälp av rullisterna till höger i bilden. Stridsdelsdata till vänster i bilden ändras kontinuerligt i takt med modifieringarna. Användaren kan också välja mellan ett antal vanligt förekommande sprängämnen. Med hjälp av fragmenteringskonstanten kan man ändra splinterfördelningen. En hög fragmenteringskonstant ger en ökad andel små splinter och en låg en större andel stora splinter.

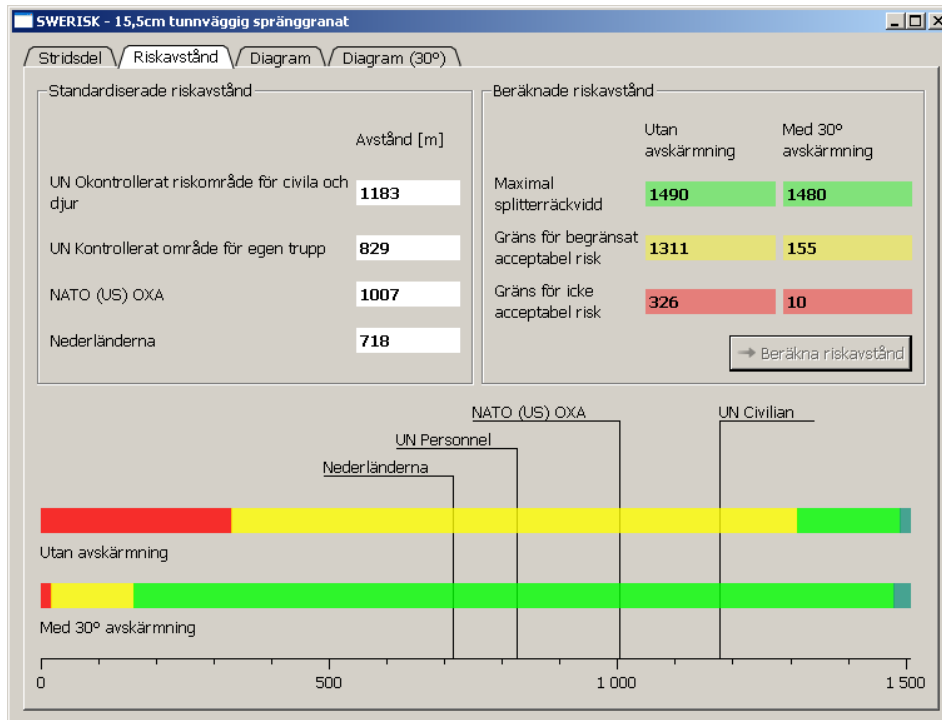
Utgående från dessa data kan programmet sedan starta beräkningarna som grovt kan delas in i följande steg:

- Splittergenerering. Programmet beräknar splinterfördelningen, dvs. antalet splinter av olika viktsklasser, från stridsdelshöljets olika delar enligt Moot-Linfoots metod.
- Splitterutkastning. Här beräknas splittrens utkastningshastighet.
- Splitterballistik. I detta steg beräknas splittrens nedslagsvinkel och hastighet vid ett givet avstånd
- Träffsannolikhet. Beräknar sannolikheten att ett splinter av given storlek träffar en stående person med hänsyn till den beräknade nedslagsvinkeln.
- Skadesannolikhet betingat träff beräknas enligt de fördelningsfunktioner som beskrivs i kapitel 2.4.2.6.

Slutligen beräknas den resulterande risken enligt ekvation (7).

5.6 Resultatpresentation

Ett exempel på resultatpresentation, ges i Figur 12.

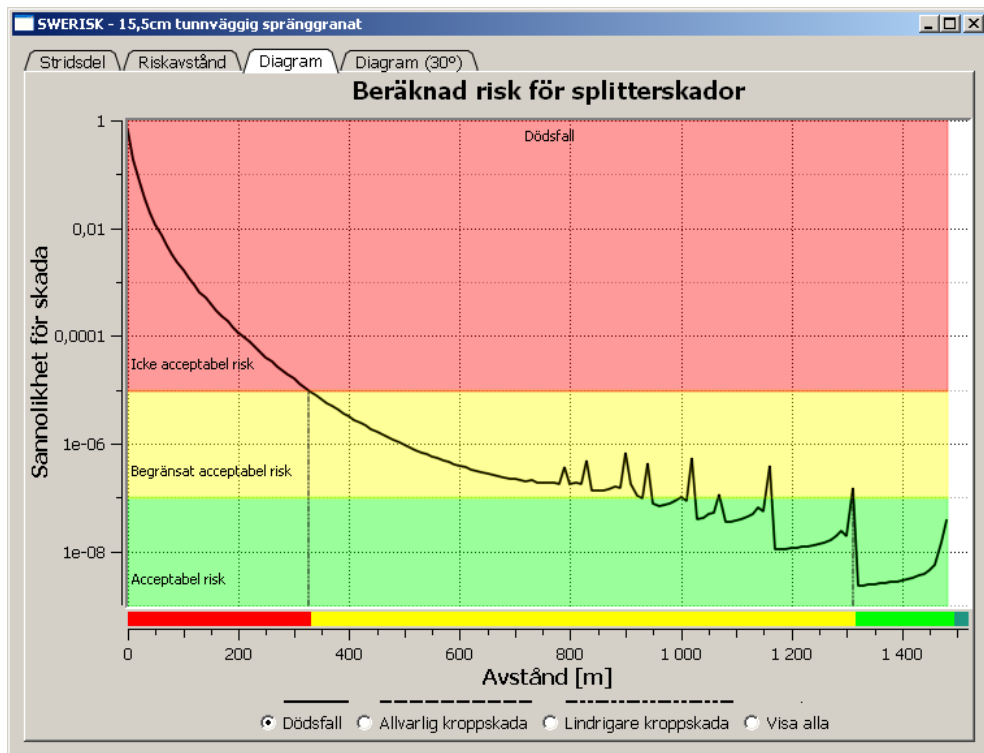


Figur 12. Beräknade riskavstånd enligt de olika metoderna.

I Figur 12 presenteras samtliga beräknade riskavstånd både i sifferform och grafiskt så att man enkelt kan jämföra dem. Grönt markerar acceptabel risk, gult begränsat acceptabel risk och rött icke acceptabel risk.

Som synes presenteras två uppsättningar beräknade riskavstånd, utan och med avskärmning. Riskavstånden med avskärmning visar hur kraftigt en skyddsbarriär som stoppar splitter med en utkastningsvinkel mindre än trettio grader relativt markplanet reducerar riskavstånden. Detta ger en fingervisning om att det kan löna sig att skapa en skyddsbarriär om man inte kan avspärra ett så stort område som skulle krävas.

Vilka risknivåer som definierar vad som är acceptabel och icke acceptabelt har diskuterats ingående i kapitel 2. Det finns inga officiellt fastslagna risknivåer utan markeringarna i bilden baseras på vad som kan vara rimligt med hänsyn till de risker som man utsätts för i vardagslivet. För att den operativa chefen ska kunna göra en rimlighetsbedömning presenteras riskerna även i diagramform i Figur 13 nedan.



Figur 13. Risknivåer som funktion av avstånd.

I Figur 13 har områdena för icke acceptabel risk, begränsat acceptabel risk och acceptabel risk färgmarkerats. På så sätt ser man enkelt hur de olika riskavstånden har bestämts. I programmet i dag bestäms exempelvis avståndet för begränsad risk av det största avstånd där riskkurvan överskrider nivån för begränsad risk överskrids, dvs. 1 300 m. Avståndet 1 000 m förefaller rimligare med hänsyn till att det endast är smala toppar som sticker över den acceptabla risknivån.

5.7 Vidarutveckling

SWERISK är för närvarande anpassat för behovet av enkel bestämning av riskavstånd vid ammunitionsröjningsinsatser. En vidareutveckling skulle förbättra möjligheterna att med större precision beräkna det område som måste utrymmas vid dessa operationer.

En vidareutveckling skulle också öppna för att använda SWERISK vid planering av insatser med egna vapen. Till exempel skulle programmet kunna underlätta för den operativa chefen på fältet att bestämma hur nära egen trupp kan grupperas ett område där egen vapeninsats ska genomföras. Det ger även insatschefen möjlighet att snabbt bedöma risker för en tredje part (civila).

Programmet kan också möjliggöra bestämningen av säkerhetsområde vid försök och övning med olika typer av ammunitionseffekter.

5.7.1 Utvecklingssteg 1

En svaghet med dagens version av SWERISK är att programmet enbart beräknar medelrisken för splitterskada som funktion av avståndet om en stridsdel som ligger på marken detonerar. I verkligheten varierar risken för splitterskador kraftigt med vinkeln relativt stridsdelens längdaxel. Till exempel, en spränggranat som detonerar kastar huvuddelen av splittren nära vinkelrätt mot stridsdelsaxeln. Andra farliga sektorer är längs stridsdelsaxeln, dvs. direkt framför och bakom stridsdelen. En person som inte står i dessa riktningar löper mindre risk för splitterskador.

Utvecklingen syftar till att beräkna risken för splitterskador med hänsyn till var personen befinner sig, inte enbart beroende av avståndet utan även i förhållande till vinkeln mot stridsdelsaxeln.

Ett annat syfte är att programmet inte enbart ska beräkna risken från en stridsdel som ligger horisontellt på marken utan även för en stridsdel som detonerar ovan mark med hänsyn till dess detonationshöjd, hastighet och dykvinkel, t.ex. en flygbomb eller artillerigranat.

5.7.2 Utvecklingssteg 2

Vid riskberäkningar utgår man från försiktighetsprincipen. I SWERISK utgår man från att marken kring detonationspunkten är platt och saknar bebyggelse eller andra splitterbromsande objekt. Detta antagande kan leda till stora beräknade risk/säkerhetsavstånd som medför problem vid röjnings- eller insatsoperationer.

Utvecklingen syftar till att i SWERISK även kunna ta hänsyn till terrängens topografi och eventuell bebyggelse. Indata kan komma från GIS (geografiska informationssystem) eller t.ex. laserskanning av området. Beräkningsmässigt är det inte särskilt svårt att ta hänsyn till terrängobjekt som skärmar av splittren från en detonerande stridsdel. Problemet är att smidigt kunna överföra data från en terrängdatabas (karta) eller laserskanning till programmet.

6 Slutsatser

De presenterade tillämpningsexemplen visar att den föreslagna riskvärderingsmetodiken är möjlig att följa. Utifrån arbetsdokumentationen och resultaten kan beslutsfattare fatta spårbara och rimligt välgrundade beslut. Vilka risknivåer som är acceptabla varierar från fall till fall och välgrundade dokumenterade beslut kan, om olyckor trots allt inträffar, stödja beslutsfattande chef i en eventuellt kommande utredning av händelsen.

Det är uppenbart att kvalitén på en riskvärdering som behandlar risk för att splitter träffar och skadar antingen egen personal eller civila i omgivningen ställer stora krav på möjligheterna att beräkna träffsannolikheten och skadesannolikheten givet träff. Utveckling av verktyg för att beräkna detta pågår. Om största försiktighet krävs kan man negligera delen med skadesannolikhet givet träff och enbart basera värderingen på träffsannolikheter, detta kan dock leda till orimligt stora riskområden och eventuellt förhindra eller omöjliggöra en stödinsats, t.ex. med ”close air support”, för en attackerad grupp soldater. I ett sådant fall bör ansvarig chef kunna dra nytta av soldaternas burna skyddsutrustning och kunna jämföra risker kopplade till stödinsatsen med den risk det innebär att inte ge soldaterna det stöd som behövs.

För att definiera så små riskområden som möjligt behöver man kunna nyttja naturliga eller byggda objekt som fungerar som splittersköldar. Detta ingår inte i SWERISK, det verktyg för riskområdesberäkningar som är under utveckling, men ingår som viktig del i utvecklingsförslagen för programmet.

7 Referenser

- [1] Pernilla Magnusson, ”Lägesrapportering - Metodik för riskanalys”, FOI Memo 3121, 2010.
- [2] Staffan Harling, ”Riskavstånd vid ammunitionsröjning”, FOI Memo 1926, 2007.
- [3] Pernilla Magnusson, Mats Hartmann, ”Metodik för sårbarhetsvärdering av camper”, FOI-R--2673--SE, 2008.
- [4] Pernilla Magnusson, MajBritt Hansson, Mats Hartmann, ”Metodik för värdering av vapenprestanda”, FOI-R--2887--SE, 2009.
- [5] Försvarsmaktens handbok för systemsäkerhet, M7740-784851, 1996.
- [6] Försvarsmakten, Säkerhetsinstruktion för vapen och ammunition med mera, Ammunitions röjning, M7749-753101, 1999.
- [7] Thérèse Palm, ”Försvarsmaktens gemensamma riskhanteringsmodell”, FOI-R--2591--SE, 2008.
- [8] ISO Guide 73:2009, utgiven av International Organisation for Standardization, 2009.
- [9] Ronald Wennersten, ”Vad är riskanalys?”, föreläsningmaterial för kurs 3C1383, KTH, 2004. <http://www.ima.kth.se/im/3c1383/3C4365/PDF/Vad%20är%20riskanalys.pdf> (datum för besök på hemsidan: 2010-03-04).
- [10] Marcus Abrahamsson, Sven Erik Magnusson, ”Risk- och sårbarhetsanalyser. Utgångspunkter för fortsatt arbete”, KBMs forskningsserie nr 2, Krisberedskapsmyndigheten, Stockholm, 2004.
- [11] Göran Davidsson, Mats Lindgren, Liane Mett, ”Värdering av risk”, Räddningsverket P21-128/97, ISBN 91-88890-82-1, 1997.
- [12] Ulf Bruede, ”Minibasstatistik över olyckor och trafik samt andra bakgrundsfaktorer”, Uppdaterad version 2006-11-16, VTI 2006.
- [13] Hämtat från Brottsförebyggande rådets statistik på: <http://statistik.bra.se/solwebb/action/index>, Juni 2010.
- [14] Anders Jacobsson, Stefan Lamnevik, ”Tolerabel risk inom kemikaliehanterande verksamheter. En vägledning från IPS”, 2001.
- [15] Staffan Harling, ”Safety distance in EOD and demining operations”, 4th European Survivability Workshop, 2008.
- [16] Stefan Lamnevik, ”Skydd mot explosioner”, FOA 98-4529/S, 1998.
- [17] ”DoD Ammunition and Explosives Safety Standards”, DoD 6055.9-STD, USA Department of Defense, 1997.
- [18] D. N. Neades, Rudolph R. R., ”An examination of injury criteria for potential application to explosive safety studies”, Minutes of the Explosive Safety Seminar, Houston, Texas, 1984.
- [19] R. Saucier, H. Kash, ”ComputerMan Model Description”, ARL-TR-500, US Army Research Laboratory, Aberdeen Proving Ground, USA, 1994.
- [20] Association for the Advancement of Automotive Medicine, ”The Abbreviated Injury Scale 1990 revision”, Des Plaines, USA, 1990.
- [21] K. Sellier, B. Kneubuehl, ”Wound Ballistics and the Scientific Backgrounds”, ISBN 0-444-81511-2, Elsevier Science B.V. Amsterdam, Nederländerna, 1994.
- [22] J. Sperazza, W. Kokinakis, ”Ballistic Limits of Tissue and Clothing”, Annals of the New York Academy of Sciences, Volume 152, 1968.
- [23] J. Jussila, ”Wound ballistic simulation: Assessment of the legitimacy of law enforcement firearms ammunition by means of wound ballistic simulation”, ISBN 952-91-8000-4, Helsinki, Finland, 2005.
- [24] Kummers presentation vid NATO AC/32 - SG 6 möte september 2005.
- [25] Mattsson B., Riskhantering vid skydd mot olyckor - Problemlösning och beslutsfattande, Räddningsverket, 2000.
- [26] Räddningsverket, Handbok för riskanalys, 2003.
- [27] Staffan Harling, ”Riskanalys handgranat M52 P3”, FOI Memo 2624, 2008.