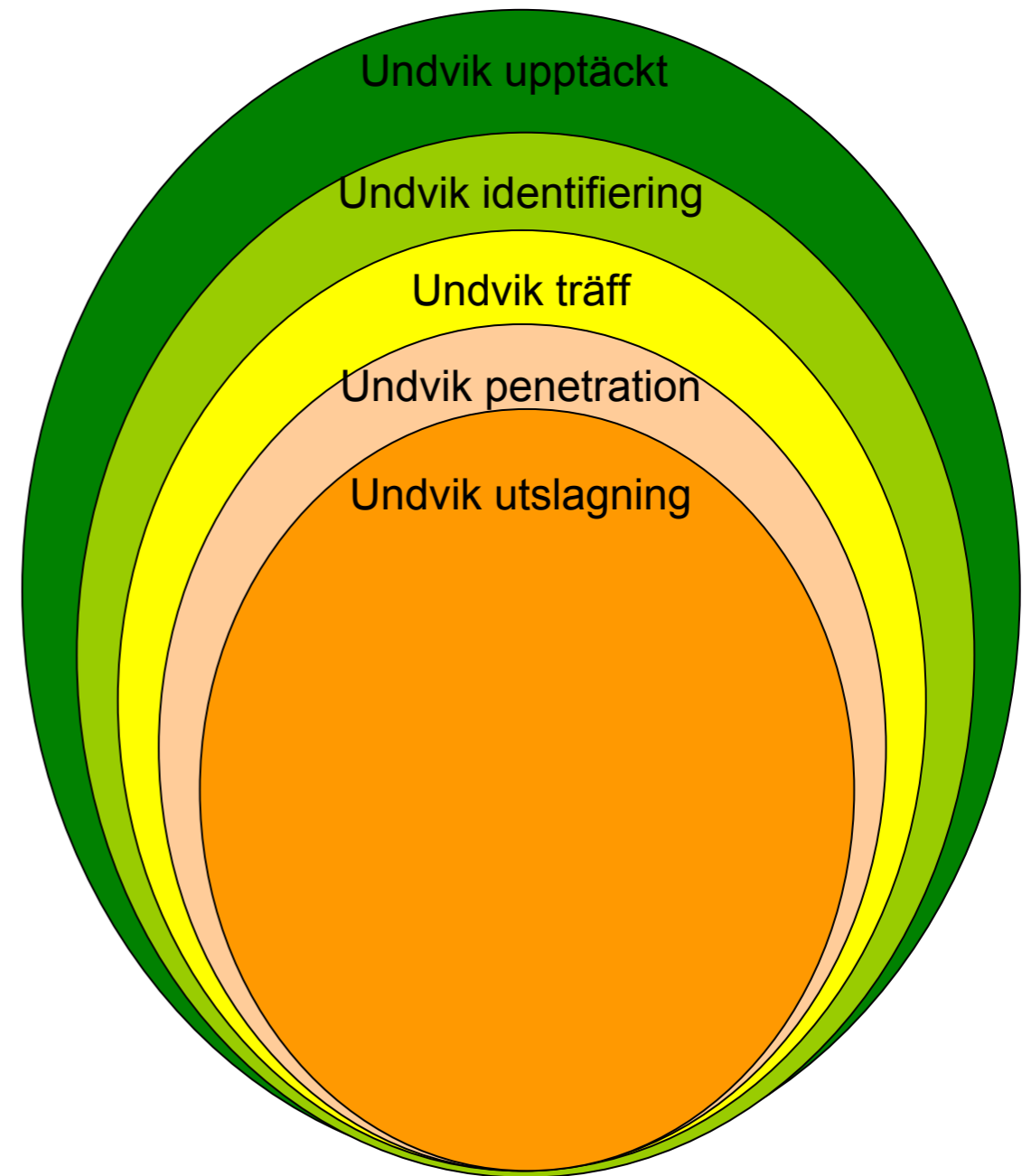


MATS HARTMANN (RED.)



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1250 anställda varav ungefär 900 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.

Mats Hartmann (red.)

# Missionsanpassat skydd

<b>Utgivare</b> FOI - Totalförsvarets forskningsinstitut Vapen och skydd 147 25 Tumba	<b>Rapportnummer, ISRN</b> FOI-R--2180--SE	<b>Klassificering</b> Metodrapport
	<b>Forskningsområde</b> 5. Bekämpning och skydd	
	<b>Månad, år</b> December 2006	<b>Projektnummer</b> E20421
	<b>Delområde</b> 51 VVS med styrda vapen	
	<b>Delområde 2</b>	
<b>Författare/redaktör</b> Mats Hartmann (red.)	<b>Projektledare</b> Mats Hartmann	
	<b>Godkänd av</b>	
	<b>Uppdragsgivare/kundbeteckning</b> Försvarsmakten	
	<b>Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig</b>	
<b>Rapportens titel</b> Missionsanpassat skydd		
<b>Sammanfattning</b> <p>För att kunna anpassa skyddet hos olika objekt till en given hotmiljö har en scenariebaserad spelmetodik utarbetats och testats. Spelformen förefaller vara ett bra sätt att samla representanter från många olika skyddsområden och få dem att tillsammans diskutera och ge lösningsförslag till en gemensam problemställning.</p> <p>I rapporten presenteras spelmetodiken och resultatthanteringen. Resultaten föreslås sammanställas i tabellform och utifrån dessa bör man sedan kunna välja skyddsmetoder anpassade för den aktuella missionens krav. Dessutom redovisas ett förslag på hur generella spel som avtappas till olika missioner skulle kunna struktureras.</p>		
<b>Nyckelord</b> skydd, mission, spel, ballistiskt, signatur, radar, IR, IM, värdering,		
<b>Övriga bibliografiska uppgifter</b>	<b>Språk</b> Svenska	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Antal sidor:</b> 49 s.	
<b>Distribution enligt missiv</b>	<b>Pris:</b> Enligt prislista	

<b>Issuing organization</b> FOI – Swedish Defence Research Agency Weapons and Protection SE-147 25 Tumba	<b>Report number, ISRN</b> FOI-R--2180--SE	<b>Report type</b> Methodology report
	<b>Programme Areas</b> 5. Strike and protection	
	<b>Month year</b> December 2006	<b>Project no.</b> E20421
	<b>Subcategories</b> 51 Weapons and Protection	
	<b>Subcategories 2</b>	
<b>Author/s (editor/s)</b> Mats Hartmann (editor)	<b>Project manager</b> Mats Hartmann	
	<b>Approved by</b>	
	<b>Sponsoring agency</b> Swedish armed forces	
	<b>Scientifically and technically responsible</b>	
<b>Report title (In translation)</b> Mission adapted protection		
<b>Abstract</b> <p>A game methodology based on scenarios has been tested for the process of adjust the level of protection to a given threat environment. The methodology seems to be an effective way to gather experts from different areas of research and make them propose usefull solutions to a common problem.</p> <p>The methodology and how to handle the results are presented in the report. It is suggested that the results are gathered in tables. From these tables it should be possible to choose a sutible level of protection if the threat level is known. A long-term cyclic game strategy usefull for transferring game results to real missions is also presented.</p>		
<b>Keywords</b> protection, mission, game, ballistic, signature, radar, IR, IM, assessment		
<b>Further bibliographic information</b>		<b>Language</b> Swedish
<b>ISSN</b> 1650-1942		<b>Pages</b> 49 p.
		<b>Price acc. to pricelist</b>

# Innehållsförteckning

1	Inledning .....	5
1.1	Bakgrund .....	5
1.2	Sammanfattning .....	5
2	Metodik.....	7
2.1	Allmän beskrivning .....	7
2.2	Scenario .....	8
2.3	Genomförande av resonemangsspel.....	8
2.4	Fördjupad analys.....	9
2.5	Hantering av hemligt underlag .....	10
3	Resultat.....	12
4	Spelade situationer .....	14
4.1	Situation 1: Framryckning under hot 1 .....	15
4.2	Situation 2: Framryckning under hot 2.....	20
4.3	Situation 3: Säkra flygplats, luftvärn mot landande C130.....	24
4.4	Situation 4: Säkra flygplats, grk mot C130 på marken.....	29
4.5	Situation 5: Anfall mot drivmedelsfordon.....	34
4.6	Situation 6: Anfall mot camp.....	37
5	Fortsatt arbete.....	42
5.1	Spel med generella scenarier.....	42
5.2	Missionsinriktade spel .....	42
	Bilaga 1 - Kommentarer till spel Missionsanpassat skydd: Brand.....	44
	Bilaga 2 - Kommentarer till spel Missionsanpassat skydd: Ammunitionsinitiering .....	47
	Bilaga 3 - Exempel på möjlig sammanställningstabell .....	48
	Bilaga 4 - Medarbetare .....	49

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Våra förbands överlevnadsförmåga och sårbarhet vid internationella insatser är inte enbart beroende av dessas fysiska skydd utan en mängd andra egenskaper såsom beväpning, C3I, egensignatur, rörlighet mm. Det är viktigt att det råder en balans mellan dessa egenskaper och att det finns en förmåga att värdera dessa och föreslå förbättringar som kan öka överlevnadsförmågan.

Projektet har syftat till att belysa de möjligheter som redan idag finns för att värdera olika aspekter av överlevnadsförmågan hos markplattformar samt att lyfta fram de områden där motsvarande kunskap/verktyg saknas. Med hjälp av de metoder och verktyg som finns att tillgå ska en metodik för att värdera förbandets överlevnadsförmåga i en viss hotmiljö tas fram.

Med hjälp av denna metodik bör man kunna värdera förbanden innan de sätts in i olika missionsområden och olika uppgifter för att utröna huruvida skyddet är tillräckligt eller om det måste kompletteras med hänsyn till vissa egenskaper, t.ex. förändrad radarsignatur eller utökat ballistiskt skydd.

## 1.2 Sammanfattning

På ett tidigt stadium i projektet fastslogs att lämpligaste arbetsmetodiken var att genomföra så kallade "diskuterande spel". Som grund för spelen utnyttjades det väl genomarbetade scenariot som FOI tagit fram och Försvarmakten utnyttjat för att belysa svensk-finsk snabbinsatsförmåga vid internationella insatser. Utgående från sex olika typsituationer med varierande hot kunde målens sårbarhet och skyddsförmåga belysas och diskuteras.

Den scenariobaserade arbetsmetodiken fungerade väl och gav möjlighet att koppla (skydds)egenskaperna hos plattformarna till de behov som måste uppfyllas. Tankarna kring och erfarenheterna av den använda arbetsmetodiken framgår av kap. 2-3.

I diskussionerna för respektive händelse deltog flera personer som arbetar med olika typer av skyddsteknologier. Dessa skyddsområdesrepresentanter fick möjlighet att fritt beskriva hur hotet kan klaras av, om det överhuvudtaget bedömdes möjligt, och hur man kan värdera effekten av ett eller flera samverkande skyddsteknologier. För att leda dessa diskussioner utnyttjades ett antal frågor. Dessa frågor och de spelade situationerna redovisas i kap. 4, tillsammans med resultat från diskussionerna. Underlaget kompletterades med bidrag från ett efterföljande arbete som utfördes enskilt av olika områdesexperter eller i små grupper.

Utifrån önskvärda fordonsegenskaper och tillgängliga skyddsmetoder som framkommer i situationsdiskussionerna samt en bedömning av vikten av de olika hotsituationerna är förhoppningen att man ska kunna välja en fordonstyp som uppfyller "de flesta" önskemålen. Diskussionerna ger även förslag på tilläggskydd och liknande.

Det absolut svårast i detta sammanhang, som detta projekt inte arbetat med alls, är med största sannolikhet:

- bedömningen av hotmiljön - vad behöver man skydda sig mot?
- frekvensen av de olika hoten - vilka förekommer oftare än andra?
- vilken risktagningsnivå är acceptabel?

Dessa frågor måste besvaras av Försvarmakten inför respektive mission.

Då projektet syftar till att se om den föreslagna metoden kan vara en framkomlig väg för val av utrustning, ansågs det tillräckligt med att enbart utnyttja FOI-personal. De personer som deltagit i projektet kan sägas representera kompetensområden enligt Bilaga 4 - Medarbetare.

Rapporten utgör slutrapportering av det arbete som genomförts i det ettåriga projektet Missionsanpassat skydd, men förslag på fortsatt arbete lämnas.

## 2 Metodik

### 2.1 Allmän beskrivning

Syftet med den metod som föreslås är att förbättra samarbetet mellan flera personer som arbetar med olika typer av skyddsteknologier. För att detta ska vara möjligt krävs att alla diskuterar samma frågeställning utifrån sina olika förutsättningar. I det genomförda arbetet efterfrågades dock inte bara skyddsmetoder utan även metoder och verktyg för att värdera dessa, enskilt och/eller i kombinationer.

Den metod som föreslås utgörs av styrda gruppdiskussioner (hädanefter kallat spel) med experter utifrån ett scenario med ett antal beskrivna situationer där mål och olika hotsystem konfronteras. Under spelet skapas en ömsesidig förståelse hos deltagarna av scenariot, situationerna, olika målobjekt, skyddslösningar, hotsystem och problemställningar. Efter genomfört spel genomför respektive expert fördjupade analyser inom sitt expertområde. Dessa redovisas och diskuteras sedan med de övriga experterna (speldeltagarna) och ett sammanfattande resultat skapas där olika skyddslösningar och viktigare aspekter av dessa presenteras.

Genom att i metodens inledning skapa eller välja ett scenario som beskriver förbandets uppgifter och typ av materiel, och till det koppla ett antal mer detaljerat beskrivna händelser, kan en ensad syn kring frågeställningarna uppnås. Dessa frågeställningar diskuteras väldigt fritt och förslag på olika skyddsmetoder som passar in just på den händelsen föreslås. Därefter åligger det var och en som via sitt expertområde kan bidra att fördjupa beskrivningen av förslagen i respektive situation. En positiv bieffekt av diskussionerna är att deltagarna får en bredare kunskap gällande skydd i allmänhet, vilket kan vara väldigt värdefullt i kommande arbeten.

Den sammanställning av diskussionsresultaten och de fördjupade beskrivningarna som erhålls som slutprodukt av metoden utgör ett smörgåsbord av skyddsmetoder, anpassat till behoven i den aktuella missionen/scenariet. Skyddsegenskaperna hos den tillgängliga fordonsparken kan därefter jämföras med de behov och möjligheter som framkommit. I vissa fall hittas kanske något fordon som klarar alla eller de flesta situationerna, i andra fall kan det behövas mer eller mindre omfattande förändringar.

Det bör poängteras att innan materiel väljs till en mission så måste förstås hänsyn även tas till de uppgifter som ska lösas av förbandet. Att inte ge fältarbetsmaskiner till ett förband som behöver gräv/schakt/lastmöjligheter för att skyddsnivån på maskinerna inte är tillräcklig blir fel. I det fallet kan tillräckligt skydd uppnås via en skyddsstyrka i anslutning till maskinernas arbetsområde.

Utkastet till metod togs fram i diskussioner mellan projektledningen (Mats Hartmann och Staffan Harling) samt Erik Nordstrand och Eva Andersson. Metodiken prövades och utvecklades med FOI:s experter vid två speltillfällen. Resultatet från speltillfällena i form av förslag på skyddslösningar mm bearbetades sedan av experterna för att i ett senare skede redovisas för hela spelgruppen. Vid detta andra tillfälle utvärderades förslagen metodik och resultatet från de olika experternas bedömningar sammanfattades.

Hur metodiken kan användas i ett större perspektiv skisseras i kap.5.



## 2.2 Scenario

”Med ett scenario avses en övergripande rambeskrivning av en händelseutveckling. Det innehåller en omvärldsbeskrivning samt intentioner och agerande i stort hos olika aktörer. Vilka resurser som disponeras av respektive aktör är normalt också översiktligt angivet.”<sup>1</sup>

Scenarier där miljö, händelser, aktörer, resurser mm beskrivs är avgörande för att spelen ska kunna genomföras. Scenariot är ett verktyg både för att ge spårbarhet och en referensram åt resultaten men skapar även en ram och en gemensam föreställningsvärld för de gruppdiskussioner som genomförs. Scenariot är dessutom ett viktigt verktyg för dialoger mellan spelets intressenter inför spelen avseende bl.a. tolkningen av uppgiften, problemställningar och som en inriktande del av framtagningen av spelrelaterat underlag som i detta fall beskrivningar av målobjekt, hotsystem mm.

Scenarier kan tas fram och se ut på många olika sätt beroende av scenariots syfte och vad som ska belysas, tillgången på tidigare underlag, tillgången på resurser för scenarioframtagningen som tid och personal mm. Grunden i scenarioarbetet är att identifiera vad man vill att spelen ska belysa och att därefter skapa en övergripande händelsebeskrivning med möjlighet till fördjupningar som kan stödja detta. Scenarioarbetet kan härvid antingen utgå från ett tidigare scenario som utvecklas för de egna syftena eller så skapas ett helt nytt scenario.

Syftet med scenariot i detta arbete var att ge möjlighet att diskutera och värdera dueller mellan olika hotsystem och målobjekt i ett internationellt sammanhang. Av tids-, förankrings- och resursskäl valde vi att utgå från ett tidigare framtaget scenario som utspelar sig i en internationell miljö<sup>2</sup>. Det som skulle belysas med stöd av scenariot dvs. möjliga och intressanta duellsituationer, identifierades i scenariots fördjupade avsnittsbeskrivningar (Typsituationer) och beskrevs sedan i form av Spelhändelser. Spelhändelserna redovisas senare i rapporten. Det önskade scenariot med spelhändelser togs således fram genom att utgå från ett befintligt scenario<sup>3</sup> och fördjupa och utveckla valda delar av detta. Sammanhang, typ av hot och typ av mål fanns med i ursprungsscenario. Detaljeringen av hot, mål och avstånd har dock gjorts inom detta projekt<sup>4</sup>.

## 2.3 Genomförande av resonemangsspel

Utgångspunkten för speldiskussionerna var alltid att diskutera olika lösningar för hur målet kan skyddas mot det aktuella hotet. Detta har gjorts utan att verkliga data på de exemplifierande fordonens skyddsprestanda eller verkliga hotbilder har utnyttjats. Genom detta angreppssätt har arbetsmetodiken prövats samtidigt som rapporten inte behöver klassas som hemlig.

Spelen/diskussionerna leds av en spelledare som börjar med att beskriva scenariot och därefter de situationer/händelser som ska diskuteras, en i taget. För varje händelse ställdes följande frågor (med viss anpassning) till de olika områdesföreträdarna:

- Vad kan göras för att ett hot som trängt in i målet inte ska ge katastrofala skador (personal och materiel)?
- Vad kan göras för att hotet inte ska tränga igenom målets skydd?

---

<sup>1</sup> Tore Isacson, *FoRMA Spel för värdering av Försvarmaktsstrukturer*, FOI-R--1195--SE, Mars 2004, ISSN 1650-1942.

<sup>2</sup> Mats Hartmann, *Scenariobeskrivning Missionsanpassat skydd*, FOI Memo 1714, 2006

<sup>3</sup> Hur scenariot utvecklades beskrivs i rapporten: Erik Nordstrand, *Metodik för genomförande av spelverksamhet. – Erfarenheter av FoRMAs stöd till Försvarmakten under åren 2003 och 2004*, FOI Memo 1415, September 2005.

<sup>4</sup> Mats Hartmann och Staffan Harling med stöd av Erik Nordstrand, Eva Andersson och Camilla Andersson.

- Vad kan göras för att hotet ska missa målet?
- Vad kan göras för att undvika händelsen?
- Kan effekten av skyddsåtgärderna kvantifieras? Finns verktyg för värdering?
- Kan man bedöma värdet av åtgärderna?

Under de genomförda spelen startade diskussionerna inifrån centrum av skyddslöken och stegade därefter utåt varför situationerna beskrivs som om någonting redan hade hänt. Till sin hjälp har spelledaren en biträdande spelledare som löpande antecknar svaren på de ovan nämnda frågorna. Dessa anteckningar skedde öppet så att alla var med på de preliminära slutsatserna innan nästa situation hanterades. Utöver den biträdande spelledaren fanns stöd för löpande diskussionsanteckningar och samtliga deltagare svarade för att anteckna områdesspecifik information för kommande fördjupningsarbete. Efter speldagarna sammanställdes och distribuerades anteckningarna till samtliga speldeltagare.

En utförligare beskrivning av spelmetodik finns redovisad i en FOI-intern rapport<sup>5</sup>.

## 2.4 Fördjupad analys

Efter speldiskussionerna fick var och en i uppgift att förfina beskrivningen av metoderna inom sitt eget kompetensområde. Detta är antagligen nödvändigt då det skulle ta alltför lång tid i plenum. Till den djupare beskrivningen kan även värderingsverktyg av olika slag användas för att visa på hur bra ett skyddssystem är i ett visst fall, åtminstone bör det av beskrivningen framgå vilka värderingsmöjligheter som finns för senare analyser.

Det fördjupade underlaget måste sammanställas på ett lämpligt sätt. Under det här arbetet tillsändes alla deltagare ett dokument med färdig rubrikstruktur enligt kap. 4. På detta sätt möjliggjordes en första sammanställning av det fortfarande ganska spretiga inkomna underlaget. Rubrikerna, som sammanföll med spelledarnas arbetsmetodik, var avsedda att leda arbetet i riktning inifrån centrum av skyddslöken och utåt. Att vissa rubriker inte fått någon brödtext är naturligt då vissa skydds- och värderingsmöjligheter saknas eller inte fanns tillgängligt under spelet.

För att ta hand om alla de skyddsmöjligheter som framkom efter det enskilda arbetet skapades en tabell. Tabell 1 visar ett exempel på upplägg för en sådan tabell och en delvis ifylld tabell för en av spelsituationerna visas i kap. 4.6.6. Tabellen har skapats genom att för varje skyddsmetodik svara på följande frågor:

- Vilken del av skyddslöken påverkas?
- Storleksordningar (hur mycket bättre blir det med skyddet)?
- Kan kombinationer av två eller fler ”vinna” över en annan?
- Motverkar några tekniker varandra?
- Hur påverkas signaturen?

Till dessa huvudfrågor måste även mer teknikdetaljerade frågor hanteras, som t.ex.

- Vikt?
- Pris?
- Modularitet?
- Monteringsmöjligheter?

<sup>5</sup> Erik Nordstrand, Eva Andersson, Beskrivning av spelmetodik för projektet Missionsanpassat skydd, FOI-D-0264-SE augusti 2006.

- Eventuell miljöpåverkan.

**Tabell 1: Tabellhuvud för strukturering av spelresultat av respektive situation**

Metod	Skyddslökslager	Storleksordning på skyddseffekt	Neg. bieffekt	Pos. sidoeffekt	Anm.

När resultattabeller finns för samtliga spelade händelser måste dessa sammanställas för alla situationer samtidigt. Detta hanns inte med under årets arbete men förslås att genomföras i tabellform enligt Tabell 2. Tabellen består av de tre första kolumnerna från respektive spelad situation. På detta sätt påvisas vilken skyddseffekt olika skyddsmetoder ger i olika situationer och i vilket skyddslökslager skyddet ger effekt. Tabellen sorteras lämpligen så att alla metoder som ger verkan i samma skyddslökslager grupperas tillsammans.

**Tabell 2: Tabellhuvud för total sammanställning av möjliga skyddsmetoder.**

Metod	Skyddslökslager	Storleksordning på skyddseffekt			
		Situation 1	Situation 2	Situation 3	Situation 4

Utifrån de möjligheter som framkommer kombineras lämpligen en eller flera metoder från varje skyddslökslager för att ge ett så heltäckande skydd som möjligt. Vissa av skydden finns redan monterade på dagens plattformar och vissa måste tillföras. När man strävar efter att hitta skyddsmetoder som fungerar i så många av de spelade situationerna som möjligt uppkommer problemet med att vikta de olika situationerna mot varandra. Vilken situation är den dimensionerande?

Resultaten av spelen redovisas i efterföljande kapitel. För varje händelse beskrivs där det sammanhang i vilket händelsen inträffade, hotet samt de mål som bekämpades och därför skulle skyddas. Resultaten från spelen har sammanfattats i punktsatser. Till detta har underlag från de olika områdesexperterna tillförts. Detta underlag ger en något bredare beskrivning av de möjligheter som finns tillgängliga (eller som i vissa fall är på forskningsstadiet).

Underlaget är ofullständigt men kan ändå ses som ett smörgåsbord av åtgärder för att skydda plattformarna. Utifrån detta kan man välja en eller flera åtgärder, dock krävs en analys för att säkerställa att åtgärderna inte motverkar varandra eller omöjliggör lösandet av förbandets uppgifter. Vårt arbete har i någon mening varit plattformsbundet, möjligheten att slå ut ett hot innan konfrontationen uppstår (preventivt) har inte diskuterats i något fall.

## 2.5 Hantering av hemligt underlag

Hotbedömningen inför en skarp mission kommer troligen att vara hemlig. Detta måste beaktas vid val av personal och lokal för ett arbete av den här typen. På samma sätt kommer man under de diskuterande spelen vara tvungen att verkliga skyddsegenskaper på egen materiel, vilket är och ska vara hemlig information. Vilken sekretessnivå som spelen ska behandla måste beslutas av Försvarmakten inför respektive mission. Viss särskilt skyddsvärd information påverkar antagligen endast någon eller några varför detta kan hanteras i det efterföljande arbetet, utan diskussion i plenum. Den slutliga sammanställningen kan därefter genomföras av en liten kärngrupp med behörighet att arbeta med material med hög sekretessgrad, för att inte sprida den extra detaljinformation som tillkommit under det enskilda arbetet.

Utan att delge (allt för mycket) hemlig information bör dock alla deltagare informeras om de slutsatser som dras av arbetet. Detta för att skapa en djupare förståelse för besluten och därmed kunna ge ett ännu bättre underlag inför nästa mission och inriktning av eventuell forskning.

### 3 Resultat

Det scenariobaserade arbetssättet förefaller ha god potential för att samla personal med olika kompetensbakgrund som ska samarbeta för att lösa ett gemensamt problem, i detta fall skydd. Genom öppna och tillåtande diskussioner kan flera olika sätt att skydda sig mot de definierade hoten hittas och kombineras. Dock måste man ha i åtanke att då arbetsgruppen växer ökar tidsåtgången och vissa personer blir mer och mer tillbakadragna. Dessa förhållandevis små problem kan lätt ordnas med väl tilltagen tid och genom att en moderator kontrollerar att alla deltar aktivt. Betydligt svårare är att hitta tidpunkter då alla kan delta. Här kan prioriteringar behövas och om den här metoden ska användas inför en skarp mission kanske chefer måste kunna beordra deltagande. Trots dessa möjliga problem bör ändå alla samlas för speldiskussionerna, för att undvika att vissa frågeställningar faller mellan stolarna.

Då framkomna förslag på skyddsmetoder baseras helt på de uppställda scenarierna måste dessa vara relevanta för missionen och beskrivna med en tillräcklig detaljrikedom. Scenarierna måste beskriva vilka typhot truppen ska skyddas mot och i vilken miljö detta ska ske. Hotvapen exemplifieras lämpligen med typbeteckning, både för vapen och för ammunition, då det i många fall finns en stor spännvidd på egenskaper för dessa inom respektive vapentyp. Samtidigt måste det poängteras att scenarierna utgör typsituationer. Att ha en skyddsmetod som klarar av att avstyra ett specifikt hot just under scenariets regniga skymningstimme kanske inte räcker om hotet skulle uppstå under resten av dygnet eller vid andra väderförhållanden.

Trots att endast FOI-personal deltog i detta projekt framkom många förslag på skyddslösningar, dock huvudsakligen begränsat till de kompetensområden som representerades av deltagarna. Tre huvudsakliga områden där ökad kunskap/vana önskas har tydligt framkommit. Det första är kunskapen om dagens skyddsnivåer på de plattformar som används av Försvarsmakten. För att avhjälpa det problemet kan personal från t.ex. FMV:s materielprojekt delta i arbeten av den här typen och stå för den kompetensen. På detta sätt slipper man sprida skarpa skyddsprestanda mer än nödvändigt. Dock bör den allmänna materielkännedomen (gällande all militär materiel) ökas inom FOI, för att fler ska förstå i vilket sammanhang forskningen ska utnyttjas. Att sätta forskningen i sitt sammanhang kommer även troligen att underlätta arbetet med civila uppdragsgivare. Utifrån behovet av ökad materielkännedom är steget inte långt till det andra området där kompetensen bör ökas dvs. hur materielen används och vilka uppgifter som kan tänkas behöva lösas. Truppens taktiska uppträdande påverkar hur ett lämpligt skydd utformas och tvärt om. Att sätta in olika skyddstekniker i sitt sammanhang är en central uppgift för detta projektet och det behövs säkerligen även göras för andra områden än skydd. Det tredje området kan lösas helt internt, till skillnad från de två tidigare där FM och FMV har kunskapen som vi behöver ta del av. Det handlar helt enkelt om att skapa en metodik/vana att koppla samman olika discipliner och speciellt olika simuleringsverktyg (dock är det i detta projekt inte helt utklarat om det saknas modeller eller om personerna med kunskap om de befintliga modellerna inte var med i spelen).

I många fall kopplas redan idag olika specialmodeller samman, men ofta slutar större modeller (även internationellt) med att t.ex. ett brisadläge för en granat bestäms, granatens verkan i målet simuleras inte. Det motsatta gäller i verkans- och sårbarhetsvärderingar där granaten ges ett brisadläge och dess verkan simuleras. Ett fåtal försök att simulera en hel bekämpningskedja har genomförts med lyckade resultat. Därför förefaller det möjligt att förbättra situationen för det tredje området genom fler områdesöverskridande projekt, vilket framtingar en vana att arbeta med denna typ av frågeställningar. Även dessa områdesöverskridande projekt bör verka för att sätta in FOI:s olika kompetenser i sitt sammanhang.

Företrädare för alla nödvändiga kunskapsområden har inte kunnat ges möjlighet att delta, dels av ekonomiska skäl men framförallt av hanteringsmässiga. Några exempel på ytterligare lämpliga deltagare när fokus ligger på en skarp insats kan vara personer med kunskap om:

- Hotbild, hotmiljö för den aktuella missionen
- Uppgifter som ska lösas av truppen
- Logistik
- Fordon, främst med inriktning på befintligt skydd men även för bedömningar av reparationsmöjligheter, tidsåtgång samt lastförmåga och framkomlighetsförmåga m.m.
- Missionsområdets karaktär m.h.t. klimat, vägnät och liknande
- CBRN(E)
- ROE
- Förbandssammansättning för den aktuella missionen
- Kommunikation, inklusive störning och skydd mot störning
- Acceptabel risktagningsnivå
- Eventuella NGO i området
- Eventuella andra insatta styrkor i området och möjligheter att få hjälp av dessa
- Camper och fortifikatoriska byggnader

## 4 Spelade situationer

Diskussionerna under spelet fokuserades till sex händelser. Fem av dessa kom ursprungligen från det scenario som användes av Försvarsmakten för värdering av ett förslag på svensk/finsk snabbinsatsstyrka hösten 2004. Scenariot redovisas översiktligt i projektets första milstolperrapport<sup>6</sup>. Den sjätte händelsen lades till efter önskemål under den första speldagen. Händelsen avsåg ett anfall mot en camp. Händelsen skulle visserligen mycket väl ha kunnat inträffa under samma scenario som de övriga händelserna men fanns inte redovisad i det ursprungliga scenariot från 2004.

För varje händelse beskrivs nedan det sammanhang i vilket händelsen inträffade, hotet samt de mål som bekämpades och därför skulle skyddas. Sammanhang, typ av hot och typ av mål fanns med i ursprungsscenariot. Detaljeringen av hot, mål och avstånd har dock gjorts inom detta projekt<sup>7</sup>.

Utgångspunkten för speldiskussionerna var som tidigare nämnts alltid att diskutera olika lösningar på hur målet skulle kunna skyddas mot det aktuella hotet. Detta har gjorts utan att verkliga data på de exemplifierande fordonens skyddsprestanda eller verkliga hotbilder har utnyttjats. Genom detta angreppssätt har arbetsmetodiken prövats samtidigt som metodrapporten inte behöver klassas som hemlig.

De frågor som ställdes till de olika områdesföreträdarna under speldiskussionerna var:

- Vad kan göras för att ett hot som trängt in i målet inte ska ge katastrofala skador (på personal och materiel)?
  - Jfr bl.a. reparationsmöjligheterna d.v.s. möjligheten att fortsatt använda/återställa fordonet till dugligt skick. Förhindra att skadat objektet ej kan återanvändas utan särskilda reparationer, jfr stridsfältreparationer eller verkstad i Sverige eller skroten direkt.
- Vad kan göras för att hotet inte ska tränga igenom målets skydd?
  - Jfr förhindra skada på objektet efter ”träff”
- Vad kan göras för att hotet ska missa målet?
  - Jfr förhindra att stridsdelen ”träffar” objektet
- Vad kan göras för att undvika händelsen?
  - jfr skyddsåtgärder innan ev. träff i objektet (förhindra att vapnet aktiveras)
- Kan effekten av skyddsåtgärderna kvantifieras?
  - Finns verktyg för värdering?
- Kan man bedöma värdet av åtgärderna?
  - Förutsatt att all information om målobjektet är känd

I redovisningen nedan har frågorna omarbetats något för att passa respektive situation bättre och diskussionsresultaten har sammanfattats i punktsatser. Till detta har underlag från de olika områdesexperterna tillförts. Detta underlag ger en något bredare beskrivning av de möjligheter som finns tillgängliga (eller som i vissa fall är på forskningsstadiet).

Underlaget är fragmentariskt och kan ses som ett smörgåsbord av åtgärder för att skydda plattformarna. Utifrån detta kan man välja en eller flera åtgärder, dock krävs en analys för att säkerställa att de inte motverkar varandra eller omöjliggör lösandet av förbandets uppgifter.

---

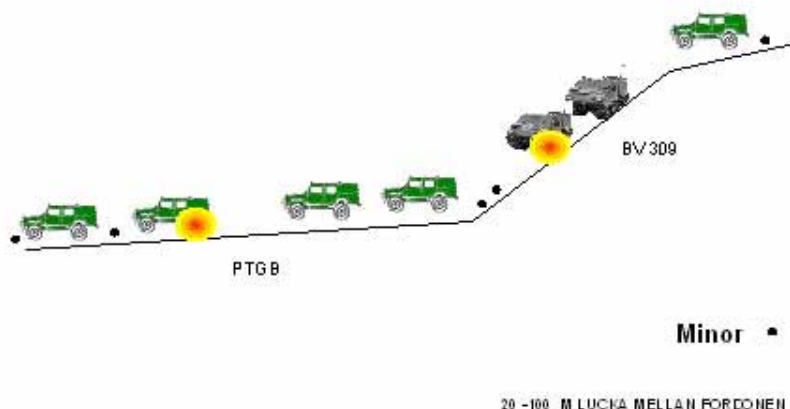
<sup>6</sup> Mats Hartmann, Scenariobeskrivning Missionsanpassat skydd, FOI Memo 1714, 2006

<sup>7</sup> Mats Hartmann och Staffan Harling med stöd av Erik Nordstrand, Eva Andersson och Camilla Andersson.

## 4.1 Situation 1: Framryckning under hot 1

### Framryckning under hot 1

- minor



**Figur 1: Spelhändelse 1: Minor mot framryckande fordonskolonn**

Spelhändelsen utspelar sig när delar av de luftburna delarna av snabbinsatsstyrkan framrycker från huvudstaden i Charlieland till hamnstaden Astad i Alpha-land. Syftet är att säkra hamnen för att resterande delar av snabbinsatsstyrkan ska kunna anlända med sjötransport.

I samband med framryckningen kör förbandet på ett antal minor. Minorna är av typen TM-62B och är tryckverkande. De drabbade fordonen är en personterrängbil (4x4 SPS-RG32M) och en Bandvagn 309. Luckorna mellan fordonen i kolonnen varierar naturligtvis men antogs för diskussionerna vara mellan 20 och 100 meter.

TM-62B är en rysk stridsvagnsmina innehållande 7-7.5 kg trotyl och har diametern 315 mm och höjden 67 mm. Minan kan förses med flera olika tändmekanismer, dels mekaniskt tryck- eller sprötutlöst, dels elektroniskt magnetiskt eller seismiskt utlöst. Minan saknar hölje alternativt har ett hölje tillverkat i papp vilket innebär att de splitter som kan tänkas orsaka skada i huvudsak härrör från tändmekanismen samt markmaterialet som täcker minan. Minan utgör ett hot mot lätta fordon upp till tyngre fordon såsom stridsvagnar som saknar tilläggs skydd mot bottenverkande minor.

### **4.1.1 Åtgärder för att undvika att personal dör/skadas då fordonet kört på minan**

#### **4.1.1.1 Sammanfattat diskussionsresultat**

- Det är knappast troligt att dessa förhållandevis små och lätta fordon kan klara en mina som är avsedd att slå ut betydligt större och tyngre stridsvagnar.
- Hög markfrigång minskar belastningen på fordonens bottenstruktur.
- Vinklad (båtformad) botten leder bort en del av belastningen.
- Säkerhetsbälten håller personal kvar i säten och kan hindra islag i karosseri.
- Dubbla golv minskar stötöverföring till fötter och ben.
- Säten upphängda på ett fjädrande sätt minskar stötöverföring till ryggrad.
- Surrad last för att förhindra att den kastas omkring i fordonet.
- Dela fordonet (som t.ex. BV309). Kan ge en möjlighet för delar av besättningen att klara händelsen bättre.
- Fjädrande underlag till eventuellt stående observatör.



- Tillse att stående observatör inte har onödigt tung utrustning (hög grundbelastning på rygg och ben).
- Förarens pedalställ upphängt på lämpligt sätt.
- Automatiskt brandsläcksystem för att släcka eventuellt uppkommen brand.

#### 4.1.1.2 Fördjupat underlag

Enligt uppgift från FMV<sup>8</sup> har personterrängbilen (Galten) tomvikten 5.4 ton, max totalvikt 6.7 ton, och är försedd med ballistiskt skydd enligt STANAG 4569 level 1, även underifrån. Detta innebär att Galten inte behöver ha skydd mot TM-62B. BV 309 har ungefär samma maximala totalvikt men uppdelad på två enheter (främre och bakre vagn). Denna är ej heller skyddad mot bottenverkande minor av detta slag. Oavsett tändmekanism på minan kan båda dessa fordon utlösa denna.

Vid påkörning med hjul eller band kommer dessa att tryckas upp och deformeras in i fordonet samtidigt som bitar, framförallt av metall, rycks loss och bildar sekundärsplitter som kan kastas in i vagnen. Om minan detonerar mitt under fordonet utsätts golvet för en större tryckbelastning men troligen genereras då färre sekundärsplitter. Om golvet spricker upp på grund av trycket från detonationen, vilket är högst sannolikt, kommer en del av detta tryck tränga in och kraftigt påverka personalen i fordonet. Trycket kan ge upphov till skador på främst lungor och trumhinnor. Deformationen av golvet kan orsaka allvarliga skador på fötter och ben och om personal står upp, även på rygg och nacke. Dessa lätta fordon kommer också att utsättas för en mycket kraftig acceleration vilket resulterar i en stor vertikal rörelse av hela fordonet. En sådan rörelse orsakar allvarliga skador på ryggrad och nacke och det finns stor risk att slå i huvudet. Dödsfall är en högst möjlig utgång av en sådan påkörning. För jämförelse kan nämnas två rapporterade minicidenter i Bosnien 1993 respektive 1996 där personalen erhöll allvarliga skador<sup>9,10</sup>. Incidenterna orsakade framförallt skador på ben och fötter, i ett fall även rygg. Observera att det i båda fallen användes fordon som är betydligt tyngre än de som används i denna situation varför skador relaterade till acceleration av fordonet ej dominerar. Fordonet som har en initial hastighet kan också komma att skada tredje man, till exempel genom att komma i vägen för mötande fordon samt att åka in i byggnader.

Bandvagnen är uppdelad på två enheter och har därmed fördelen att personal i den icke direkt utsatta delen löper mindre risk att drabbas av allvarliga skador. Denna uppdelning där varje enhet väger mindre än personterrängbilen gör dock att varje enhet utsätts därför för högre acceleration än personterrängbilen varför skaderisken förväntas vara större.

Tänkbara åtgärder för att reducera skador är att använda säten upphängda i vägg eller tak, fyrpunktsbälten eller bättre; dubbla golv alternativt fotstöd, fjädrande underlag till observatör, att surra fast all lös materiel, höja markfrigången och att förse fordonets bottenkrov med tilläggsskydd. Att höja markfrigången på befintliga fordon är sällan möjligt. Tilläggsskydd mot stridsvagnsmina TM-62B är av viktsskäl inte möjligt att införa på dessa typer av fordon.

Ett tänkbart sätt att förbättra skyddet på personterrängbilen är att avskilja förarutrymmet från det bakre personalutrymmet. Ännu bättre vore att kunna offra motorrummet och ha en löst kopplad säkerhetsbur för förare och personalutrymmet. Detta kan ha en skyddseffekt om minan detonerar under ett framhjul.

<sup>8</sup> PROTEC nr 3 2005

<sup>9</sup> Utredning av minolycka med Sisu XA-180 vid Nordbat 2 i Bosnien. FMV beteckning: FORDON M52:20122/94

<sup>10</sup> Utredning av minolycka vid SWEBAT, 1996-01-14. HKV beteckning: AL 14 900: 612 42, Besättningsens reaktioner i PBV 302 på minsprängningen i Bosnien 1996-01-14. FOA-R--97-00458-310--SE

För bandvagnen kan ett splitterskydd mellan bandvagnens främre och bakre enhet vara effektivt.

Effekten av mindetonationen är relativt lokalt verkande mot fordonet varför andra fordon ej löper någon större risk förutsatt att tillräckligt avstånd mellan fordonen kan bibehållas (de spelade avstånden anses vara tillräckliga). Sekundärsplitter kan dock tränga in i oskyddade fordon.

#### **4.1.1.3 Verktyg och andra möjligheter för att värdera åtgärderna**

Den funktion för minverkan mot band och hjul som finns i AVAL<sup>11</sup> har inte förmågan att simulera nyttan av olika sorters minskydd.

Brand är inte trolig i detta fall. Om minan detonerar och förstör motorn kan brand uppkomma lokal som en sekundäreffekt. Det finns dock inga verktyg för att uppskatta sannolikheten att brand uppstår. För en något utförligare beskrivning av läget gällande kunskap och metoder för att hantera brandfrågor se Bilaga 1.

Fullskaleprov av hela fordon tillsammans med instrumenterade Hybrid III dockor kan göras. Detta är dock både svårt och kostsamt. Hybrid III dockan används för att mäta accelerationsresponsen vid minsprängning. Det finns en vedertagen kriterieuppsättning för att värdera skaderisker på människor vid minsprängningar mot fordon. I nuläget finns ingen erfarenhet inom FOI av att applicera dessa. FOI saknar kompetens för att utifrån simuleringar värdera accelerationsrelaterade konsekvenser på människor. Enkla empiriskt framtagna modeller för impulslast från minor kan användas för att uppskatta den vertikala höjd (och med vilken hastighet) som ett fordon med en viss vikt rör sig till följd av en minsprängning. Accelerationsfasen är dock inte med i denna modell.

Simuleringar av minsprängningar mot hela fordon kan av beräkningsekonomiska skäl (med befintliga beräkningsresurser) endast göras för grova modeller och förenklade geometrier. Grova modeller kan ge låg noggrannhet och ofta missar man viktiga principiella detaljer. Simuleringar av finare mer renodlade modeller ger svar på principiella detaljer och har fördelen av att de kan jämföras med experimentella resultat utförda med samma konfiguration.

### **4.1.2 Åtgärder för att undvika att verkan tränger in i fordonen**

#### **4.1.2.1 Sammanfattat diskussionsresultat**

- Om närliggande fordon har öppna luckor/fönster finns risk för trumhinnerupturer. Hörselskydd bör användas. Ökande avstånd mellan fordonen minskar snabbt denna risk.
- Fast monterad skyddskrans till stående observatörer för att minska risken att skadas av splitter och jordmassor som kastas upp från mindetonation under närliggande fordon.
- Skyddskrage/-krans istället för hel skyddsväst till stående observatör för att ge splitterskydd för överkroppen utanför fordonet och samtidigt så låg vikt som möjligt.
- Använda minvältar e dyl. som initierar minan framför fordonet.
- Förse första fordonet med radiostyrning, utan personal och bara innehålla materiel.

#### **4.1.2.2 Fördjupat underlag**

Inget underlag inlämnat, men vissa av metoderna beskrivna ovan bör vara tillämpbara.

#### **4.1.2.3 Verktyg och andra möjligheter för att värdera åtgärderna**

Kastat material som riskerar att träffa omkringvarande fordon kan simuleras med AVAL, där även nyttan av t.ex. en skyddskrans kan bedömas.

---

<sup>11</sup> AVAL - Assessment of Vulnerability And Lethality, ett värderingsprogram som säljs av FMV.

### 4.1.3 Åtgärder för att undvika att minan detonerar under fordonet

#### 4.1.3.1 Sammanfattat diskussionsresultat

- HPM kan ha effekt mot elektriska tändsystem.
- Använda svävare, kräver en helt ny fordonspark och vissa manöverproblem uppstår.

#### 4.1.3.2 Fördjupat underlag

Inget underlag inlämnat.

#### 4.1.3.3 Verktyg och andra möjligheter för att värdera åtgärderna

Inget underlag lämnat.

### 4.1.4 Åtgärder för att hitta minan så tidigt att den kan undvikas

#### 4.1.4.1 Sammanfattat diskussionsresultat

- Gå före med minröjning, tidskrävande metod.
- Minspaning (optisk, termisk, IR, radar). Det forskas på tekniker för att kunna ha minsplaning upp till ca 50 km/h men det ligger flera år fram i tiden.
- Använda en trafikerad väg.
- Flygspaning före och omedelbart före i syfte att genomföra differensanalys och se skillnader på vägen mellan de olika tidpunkterna.
- Hindra att mineringen genomförs genom att ha uppsikt över och/eller bevakning på vägen.
- Fordonen bör ha möjlighet att köra i terräng där så bedöms säkrare.
- IR-utblick för föraren eventuellt överlagrad multispektral.
- Bildbehandling i realtid för att upptäcka och uppmärksamma föraren på misstänkta ”man-made”-objekt som t ex spröt.
- Motåtgärder (observationsutrustning (LEMUR) med beväpning t ex 12,7 med amröjammunition eller laser, styrt av operatör alternativt automatiskt mod).

#### 4.1.4.2 Fördjupat underlag

##### Optisk minsplaning

Optisk minsplaning kan användas för att detektera minor och på så sätt göra att minan missar målet. Flera varianter diskuteras varav ingen är operativ i dag. Den här aktuella minan TM-62B är dold vilket gör att minan i sig inte kan observeras med ett optiskt system. Sekundära effekter kan under vissa fall detekteras, dels i form av form/struktur/färg på marken och dels i form av avvikande termiska egenskaper. Dagtid kan passiva visuella/nir-system användas för att detektera den första klassen av effekter. Aktiva system, exempelvis laser, är oberoende av solbelysning. IR-system kan användas för båda klasserna av sekundära effekter. Efterföljande signal/bildbehandling är väsentlig. Forskning sker runt dessa metoder och kombinationer därav inom projektet MOMS<sup>12</sup>. Optiska tekniker som är relevanta: hyperspektral teknik, polarisation, 3D-laser, fluorescens, termisk IR. En demonstrator ska finnas framme 2010.

För ytlagda minor blir förutsättningarna för optisk minsplaning bättre eftersom minornas ytegenskaper i form av färg kan kännas av.

Kan förändringsanalys göras (flera mätningar på samma område) förbättras förmågan.

##### Radar

Det idag viktigaste verktyget för minsplaning är metalldetektorn (induktansmätningar). Med den moderna metalldetektorns hjälp kan huvuddelen av de idag befintliga minorna detekteras.

---

<sup>12</sup> Multispektral Optisk Minsplaning

Metalldetektorns känslighet uppnås till priset av en drastisk ökad känslighet även för övriga i marken förekommande metallföremål (t.ex. splitter, hylsor, mm). Detta ger upphov till ett mycket stort antal falsklarm vilka alla måste behandlas med stor försiktighet och omsorg. Det har visat sig att radartekniken i kombination av signalbehandling ger stora möjligheter att reducera andelen falsklarm avsevärt, vilket medför en säkrare, snabbare och mer ekonomisk fördelaktig minröjning. Tekniken bygger på att radarn detekterar minor genom att minans dielektriska egenskaper skiljer sig från den omgivande jorden. Detta innebär att även icke metalliska minor kan detekteras. Den snabba utvecklingen inom såväl hårdvara (pulsgeneratorer, förstärkare, processorkraft, dataöverföring, mm) som mjukvara (signalbehandling, algoritmoptimering, mm) har gjort att det finns ett antal befintliga operativa system tillgängliga på marknaden.

Sammantaget kan man konstatera att:

- Radartekniken har potential att detektera och klassificera såväl ytlagda som nedgrävda minor.
- I markfallet har radarn potential att detektera och klassificera minor i alla typer av terräng dygnet runt och året runt.

Den aktuella minan TM-62B är dold men bedöms inte behöva vara några svårigheter att detektera med radar. De begränsningar som ofta påtalas är tidsaspekten. Det är tidsödande att leta minor även med radarsystem som är fordons- eller manburna. Det finns dock flygburna radarsystem under utveckling som m.h.a. syntetisk apertur radar (SAR) teknik kan detektera och lokalisera minor. Detta innebär att man skulle kunna rekognosera och minröja innan förflyttning sker.

#### **4.1.4.3 Verktyg och andra möjligheter att värdera åtgärderna**

Utgående från experiment och modellering/simulering kan förmågan kvantifieras i form av ROC-kurvor (detektionssannolikhet i förhållande till falsklarm). Dessa studier kan göras för olika min-, mark-, väder-, och sensorparametrar.

#### **4.1.5 Verktyg för och möjligheter att värdera kombinationer av de olika åtgärderna**

För att värdera kombinationer av de ovan föreslagna åtgärderna behövs ett verktyg/arbetssätt som hanterar sannolikheterna att

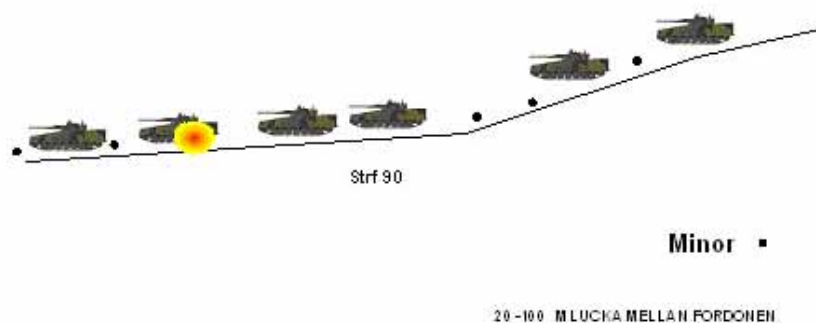
- minan kan upptäckas/röjas och därmed helt undvikas
- minan inte utlöses under fordonet, med hänsyn till t.ex. eventuell HPM motverkan mot elektriska tändare, fordonets magnetsignatur, storlek och belastning på hjul och band
- verkan av minan i fordonet får vissa konsekvenser, med hänsyn till fordonets konstruktiva utformning, personalens placering och utrustning respektive människans tålighet mot stötbelastningar mm.

Idag finns endast enstaka fragment av dessa möjligheter. Möjligen kan det gå att använda AVALS Minefield option, där fordon körs över ett kartutsnitt med minerade områden.

## 4.2 Situation 2: Framryckning under hot 2

### Framryckning under hot 2

- minor



**Figur 2: Spelhändelse 2: Minor mot framryckande fordonskolonn**

Spelhändelsen utspelar sig när huvuddelen av snabbinsatsstyrkan framrycker till staden Evakua. Syftet är att möjliggöra en evakuering av ett stort antal personer från staden. Detta på grund av de oroligheter som har brutit ut i området.

I samband med framryckningen kör förbandet på en mina. Minorna är av typen TMK2 med RSV. Det drabbade fordonet är ett stridsfordon 90. Luckorna mellan fordonen i kolonnen antogs för diskussionerna vara mellan 20 och 100 meter.

TMK-2 är en rysktillverkad projektilbildande RSV-mina med skålformat inlägg av metall som innehåller ca 6 kg TNT alternativt TNT/RDX. Enligt Jane's<sup>13</sup> penetrerar minan 60 mm eller 110 mm RHA beroende på om explosivämnet är TNT eller TNT/RDX (kanske finns fler orsaker till skillnaden i penetrationen, exempelvis materialet i inlägget). Minan är metallkapslad och försedd med spröttändare (8-12 kg belastning) vilket innebär att den kan verka mitt under vagnen. En fullt utvecklad projektil har troligen en hastighet på ca 2 km/s och en relativt kort inhomogen form med en radiell utsträckning (längd/diameter ungefär ett).

### **4.2.1 Åtgärder för att undvika att personal dör/skadas då fordonet kört på minan**

#### **4.2.1.1 Sammanfattat diskussionsresultat**

- Separerade utrymmen för att minska eventuell brandspridning. På detta sätt minskas även splitter- och tryckspridningen.
- Komplettera fordonet med extra skydd under/runt ammunitionslagret.
- Snabb nedkylning av ammunition som träffas.
- Splitterskyddsliner för att ta upp en del av de splitter som stöts ut från fordonets egna plåtar.
- Skyddsväst på personal för splitterskydd.
- Undvika att ha besättning och ammunition i samma utrymme.
- Brand kan uppkomma som en sekundär effekt om RSV-projektilen träffar t.ex. ammunition eller trycksatta ledningar med brännbar vätska. Största brandbelastningen kommer

<sup>13</sup> Jane's Mines and Mine Clearance 2002-2003

sannolikt från elsystemet samt från soldaternas uniformer och packning. (Det är grundläggande att tänka på brandrisken vid design av dessa.)

- Vid påkörning av minan finns risken att ammunitionen träffas och initieras. Detta kan ske genom träff av RSV:n i ammunitionen eller genom sekundärsplitter. Användandet av lågkänslig ammunition (IM; Insensitive Munition) på stridsfordonet är ett sätt att minska risken för allvarliga skador på fordon och personal.

#### **4.2.1.2 Fördjupat underlag**

Stridsfordon 90 väger 23 ton (version B) alternativt 28 ton (version C). Stridsfordon 90C har uppgraderat skydd i form av tilläggsskydd och minskydd. Det är dock inte troligt att minskyddet kan stoppa TMK-2.

Om minan detonerar under vagnen kommer projektilen penetrera fordonets botten (troligen även ett minskydd). Projektilen i sig slår ut det den träffar. Sekundärsplitter som genereras vid genomslaget kommer att utgöra ett hot mot en större volym än själva RSV-projektilen. Ammunition kan antändas. Vid påkörning med band kan i vissa fall minan betraktas som en vanlig tryckverkande laddning eftersom projektilen inte kan bli fullt utvecklad då den stoppas av band och bärhjul. Trycket utgör i detta fall troligen inget direkt hot mot fordonets botten och genererar heller inte någon hög acceleration av detta förhållandevis tunga fordon.

Åtgärder för skydd är splitterliners och separata släcksystem för ammunition och personal. Om möjligt bör ammunitionen placeras i skyddade utrymmen separerat från personalutrymmet. Lågkänslig ammunition (IM) är lämpligt.

Tryckverkan kan temporärt slå ut personal, hörselskador är troliga om man ej har hörselskydd.

Det är svårt att stoppa RSV-projektilen med det utrymme som finns till förfogande under vagnen. Eventuellt kan skydd med begränsad utsträckning placeras under särskilt sårbara delar, till exempel under säten. Som exempel kan följande överslag göras: En 0.1 m tjock stålplatta med ytan 0.5x0.5 m väger ca 200 kg. En projektil med vikten 0.5 kg och hastigheten 2000 m/s som stoppas i stålplåten accelererar upp stålplåten till hastigheten ca 5 m/s. Om projektilen har utsträckningen 0.1 m och matas in successivt i plåten med bibehållet materialflöde ( $m^3/s$ ) för det inmatade materialet fås tiden för lastöverföring till 50  $\mu s$ . Om plåten antas accelereras konstant fås accelerationen 10 000 g. Detta är en dålig lösning om plåten är fritt upphängd direkt under sätet. Plåten måste alltså sitta fast (i bottenstrukturen) och ej komma i kontakt med skyddsobjektet.

Hur en IM ammunition (lågkänslig) skulle reagera vid påkörning av minan är beroende av vilken typ av IM ammunition som stridsfordonet lastas med. Vid en träff med RSV skall inte reaktionen hos IM ammunitionen vara kraftigare än en explosion, enligt STANAG 4439. Detta kan vara nog så förödande i ett slutet utrymme som fordonet utgör och det skulle därför vara önskvärt med en IM ammunition vars kraftigaste reaktion är brand vid RSV beskjutning.

Vid träff av IM-ammunition med splitter får inte reaktionen vara kraftigare än brand, enligt STANAG 4439. Även om en brand kan få ett våldsamt förlopp i ett fordon av detta slag så ges personalen i alla fall en chans att hinna ta sig ur fordonet. Utbildningsnivå och träning hos personal på stridsfordonet är dock troligen avgörande för att personalen ska kunna ta sig ut så snabbt som möjligt.

#### **4.2.1.3 Verktyg och andra möjligheter för att värdera åtgärderna**

Simuleringar kan utföras av projektilbildningen för att bestämma hotets egenskaper och hur detta hot påverkas av olika skyddskonfigurationer. Verkansvärdering kan utnyttjas för att hitta sårbara volymer som kan bli föremål för extra skyddsåtgärder.

Penetrerande minor av olika slag, som i detta fall en mina med RSV, går bra att värdera i AVAL, om man bortser från den i dessa fall oftast mindre viktiga tryckverkan som även penetrerande minor ger. Här bör det finnas goda möjligheter att jämföra olika alternativa skyddslösningar. Risk för initiering av lagrad ammunition och verkan av den kan hanteras i AVAL men det är normalt väldigt svårt att ansätta indata till de modeller som finns. Ett mycket grovt sätt att värdera IM-ammunition är att ”stänga av” initieringsfunktionaliteten under simuleringarna, vilket motsvarar en helt okänslig ammunitionssort.

Brandsläcksystem kräver genomtänkt design; man vill gärna inertera hela volymen men inte skapa ett högt övertryck och inte heller påverka sikten i vagnen alltför mycket eller skapa en akut hälsovådlig miljö. Deflagration i ammunition påverkas troligen inte av ett sådant system.

För splitterverkan på människa kan man utnyttja ComputerMan som FOI fått från ARL.

För tryckverkan i frifältsfallet kan programmet CONWEP användas för att beräkna tryck-tid-förloppet. Risken för dödsfall/skador på människan kan sedan beräknas utifrån de s.k. Bowen-kurvorna. Bowens metod bygger på topptrycket och övertrycksfasens varaktighet. I allmänhet används dock inte denna metodik vid verkansberäkningar i AVAL utan då används snarare kriterier och metodik vars ursprung/relevans idag är okänt.

I ett fordon (inneslutning) får man komplexa tryckfält som är svåra att beräkna. För att kunna genomföra beräkningar inom detta krävs FEM-program med möjligheter till s.k. re-zoning, för att kunna modellera tryckvågornas reflexion och interferens. FOI har idag vissa, men begränsade, möjligheter till detta. Verksamhet/forskning för att ta fram verktyg som kan åstadkomma detta pågår inom stridsdelsprojektet. Befintliga verktyg har använts för att räkna på tryck kring vapen snarare än tryckverkan.

Tryckverkan kan resultera i svåra lungskador. Internationellt sett finns ingen vedertagen metodik att bestämma skaderisken på människor från komplexa tryckfält. En av de mest använda metodikerna är framtaget på FOA av Håkan Axelsson. Metodiken innehåller mätmetod (aluminiumcylinder med fyra tryckgivare), utvärderingsmetod (1 dof matematisk modell av bröstkorgen för att räkna ut bröstkorgsväggens respons från en komplex tryck-tid-kurva), samt skadekriterium (baserade på bröstkorgsväggens rörelse). FOI saknar för närvarande forskning inom området. Erfarenheten av att utvärdera tryckskador enligt Axelssons metodik är starkt begränsad (obefintlig?), kunskapsöverföring är önskvärd.

## **4.2.2 Åtgärder för att undvika att minan detonerar under fordonet**

### **4.2.2.1 Sammanfattat diskussionsresultat**

De åtgärder som redovisas i kap. 4.1.3 är tillämpliga även här.

- Minor med sprötutlösning kan utlösas med en vajer framför fordonet vilket borde kunna kombineras med hög hastighet om terrängen medger monteringen.

### **4.2.2.2 Fördjupat underlag**

Se kap.4.2.1.2.

### **4.2.2.3 Verktyg och andra möjligheter för att värdera åtgärderna**

Om minan inte detonerar under fordonet fås troligen ingen verkan, alltså bör det räcka att fastställa sannolikheten att man kan undvika mindetonation under fordonet.

### **4.2.3 Åtgärder för att hitta minan så tidigt att den kan undvikas**

#### **4.2.3.1 Sammanfattat diskussionsresultat**

- Fallet konstaterades ha stora likheter med den förra mindiksussionen.

#### **4.2.3.2 Fördjupat underlag**

Optisk minspaning behandlades i kap. 4.1.4 och samma metoder är tillämpliga här. Den här aktuella mintypen TMK2 har ett spröt som tillför en ytterligare möjlighet att detektera minan. Speciellt intressanta nya tekniker är polarisation och 3D-laser. Det ordinarie siktet (ev. modifierat) bör dessutom kunna användas.

Den här aktuella mintypen TMK2 har ett spröt som tillför en ytterligare möjlighet att detektera minan inom radarområdet, utöver de som anges i kap. 4.1.4.

#### *Variationsbetraktelse: Sidverkande mina TM-83*

Optisk minspaning med samma metoder som nämnts ovan är tänkbara. Minan är större och ej nedgrävd vilket är en fördel. Den kritiska frågan är huruvida minan kan detekteras innan den aktiveras av fordonet. Användning i urban miljö ger snäva siktsektorer. Detta talar för ett spaningsfordon som är väsentligt mindre och tystare än Strf90 och som går före. Beroende på hur minan är monterad så bör sensorer monterade på Strf90 också kunna ge förvarning. Den optiska sensorn bör kunna detekteras med en laserbaserad optikspanare som skulle kunna kombineras med 3D-laser.

#### **4.2.3.3 Verktyg och andra möjligheter att värdera åtgärderna**

Inget underlag inlämnat.

#### **4.2.4 Verktyg för och möjligheter att värdera kombinationer av de olika åtgärderna**

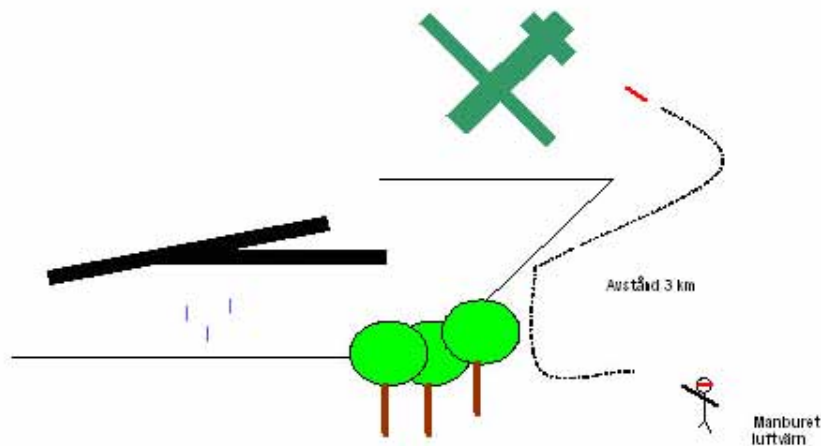
En arbetsmetodik liknande den som skisseras i kap. 4.1.5 behövs även i detta fall.

Här är möjligheterna att simulera minans verkan i fordonet mycket bättre, då det handlar om penetration. Med AVAL kan man t.ex. hantera funktionsförlust av brandsläcksystem till följd av skadade komponenter i systemet, dock är det svårt att ansätta data för sannolikheten att brand uppstår. På detta sätt kan man se huruvida ett ökat ballistiskt skydd kan öka sannolikheten att brandsläcksystemet inte skadas och därmed kan släcka eventuell brand. Det är även möjligt att studera splitterspridning från eventuellt initierad lagrad ammunition och vilken nytta man kan ha av att separera ammunition och personal.



## 4.3 Situation 3: Säkra flygplats, luftvärn mot landande C130

### Säkra flygplats - Luftvärn mot C 130



Figur 3: Spelhändelse 3: Luftvärn mot landande transportflygplan

Spelhändelsen utspelar sig i samband med evakueringen av ett stort antal personer från staden Evakua. Flygplatsen skyddas av snabbinsatsstyrkan.

Under evakueringen bekämpas ett inflygande (landande) transportflygplan med en luftvärnsrobot. Hotet utgörs här av ett bärbart luftvärnssystem, SA-7 (även SA-18 diskuterades som variation), med värmesökande och splitterverkande robotar. Det beskjutna transportflygplanet är av typen Hercules (C-130).

SA-7 har en splitterstridsdel med anslagsinitiering och vikten på stridsdelen är 1.2 eller 1.8 kg beroende på variant (A eller B).

### 4.3.1 Åtgärder för att undvika att personal/flygplan skadas allvarligt då luftvärnsroboten träffar sitt mål

#### 4.3.1.1 Sammanfattat diskussionsresultat

- Skyddsväst för besättning för splitterskydd.
- Splitterskydd runt vitala komponenter.
- Redundanta system - är standard på flygplan.
- Inerterade bränsletankar med backventiler för att förhindra att eventuell brand går baklänges i bränslesystemet.

#### 4.3.1.2 Fördjupat underlag

Hercules är ett förhållandevis stort fyrmotorigt transportflygplan och är som många andra flygplan försedd med olika redundanta system. Dessa system är viktiga för planets normala funktion men utgör också ett skydd vid påskjutning.

Eftersom roboten har IR-målsökare är det troligaste målet för denna någon av flygplanets motorer.

Utslagning av en motor med en eventuell brand kan klaras med släcksystem. Träffas en ving kan problem med planets manöverförmåga uppstå vilket försvårar eller omöjliggör normal landning. Träff med splitter i skrovet kan tränga igenom och skada besättning och materiel i planet. Flera system, hydraulik- och elektroniksystem, är redundanta varför träff i dessa funktioner kan klaras.

Sannolikhet för träff är beroende av närheten till brisad. Om cockpit är försett med visst ballistiskt skydd kan sårbarheten för besättningen minskas betydligt.

Resultatet vid träff är att evakueringen försenas till följd av reparationsbehov eller omöjliggörs om tillgång till reservdelar saknas eller planet inte är möjligt att reparera.

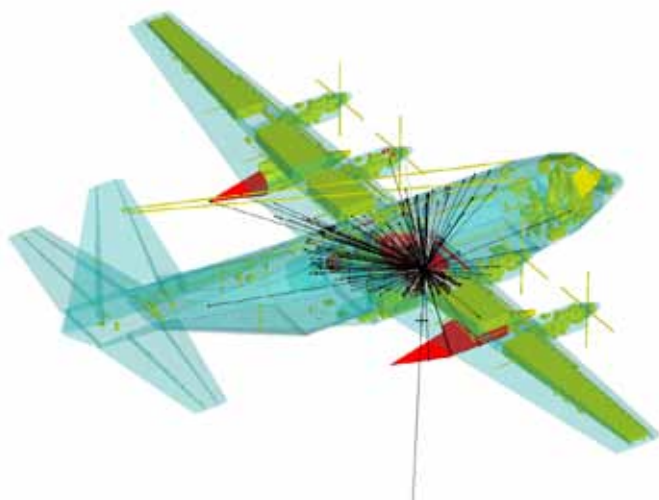
De skyddsåtgärder som är effektiva är splitterskydd av skrovsidor, släcksystem om sådant saknas, inerterade bränsletankar och att personalen har kroppsskydd mot splitter.

#### 4.3.1.3 Verktyg och andra möjligheter för att värdera åtgärderna

Olika skyddslösningar mot splitterverkan kan mycket väl jämföras med AVAL. AVAL följer varje splitter som kan träffa målet tills det inte har tillräcklig hastighet för att skada fler komponenter. För att beskriva splitterstridsdelen behövs SplitX eller något liknande verktyg. SplitX beräknar egenskaperna för varje splitter i stridsdelen och dess resultatfiler kan utgöra indata till stridsdelsbeskrivningen till AVAL.

Av de ovan nämnda exemplen på åtgärder kan inte inerterade bränsletankar hanteras i AVAL på ett godtagbart sätt. Det är lätt att skilja på simuleringsfall där man får brand respektive inte får brand, men man vet ändå inte när det uppstår brand i ett verkligt fall. Det är oklart hur känsligt bränslet är för den gnistskur som följer av träff.

Ett exempel på en AVAL-simulering av en generisk splitterstridsdel i ett flygplan visas i Figur 4.



Figur 4: Exempel på simulering med en generisk splitterstridsdel mot flygplan.

### 4.3.2 Åtgärder för att undvika att roboten träffar flygplanet

#### 4.3.2.1 Sammanfattat diskussionsresultat

- Varnare (elektrooptisk) och facklor. För att lura en SA18 krävs facklor med viss färgkvot då sensorn jobbar i två våglängdsband.
- Störning av optik med laser, billigare och mer robust än facklor.
- Optimera flygbanorna med hänsyn till säkrade områden på marken.
- Motmedel som t ex IR-facklor, laser mm (finns sannolikt redan)
- EW
- Hardkill-system

#### 4.3.2.2 Fördjupat underlag

Här antas att en robot har lyckats låsa på flygplanet och har avfyrats. Motverkan kan ske mot robotens målsökare som arbetar i SWIR-området. Signaturanpassning och telekrigsåtgärder kan

användas var för sig eller i kombination. IR-signaturen hos C-130 är i hög grad koncentrerad till de fyra motorerna och deras avgasrör. Signaturen är större under start än under landning eftersom motorpådraget är större vid start.

#### Signaturanpassning

I följefasen är det frågan om att minska strålningen från motorerna. Konstruktionsmässigt kan detta göras genom att suppressorer monteras på motorerna (info finns på Internet men osäkert om det är operativt). Momentant motoravdrag minskar signaturen, tidskonstanten för minskningen okänd. Ändring av motorpådrag är sannolikt en oönskad åtgärd i samband med start och landning.

#### Telekrig: varning

Vid en telekriginsats är det väsentligt att få varning för påskjutning. Varning sker i enklaste formen genom visuell spaning av flygbesättningen. Tekniska system finns i form av radarvarnare eller elektrooptiska varnare. Radarvarnare bygger på att en radar på flygplanet detekterar annalkande robotar. Elektrooptiska varnare detekterar strålningen från roboten och arbetar i UV eller IR. UV-varnare är operativa idag och detekterar strålningen från motorn. IR-varnare är i utvecklingsstadiet och har även viss möjlighet att detektera robotar med avslagen motor. IR-varnare förväntas ha större räckvidd.

#### Telekrig: motmedelsfacklor

Motmedelsfacklor är det traditionella motmedelssystemet mot robotar med IR-målsökare. Facklorna kastas ut från flygplanet i syfte att bryta följningen hos målsökaren. Designen av facklorna syftar till att facklan ska vara ett mer attraktivt mål för målsökaren utan att aktivera eventuella störskydd som målsökaren kan ha. Utvecklingen mot mer kvalificerade målsökare ställer allt högre krav på facklornas prestanda avseende spektralfördelning, strålningsnivå, tidsförlopp och rörelsedynamik. Facklor är fortfarande det dominerande motmedelssystemet men kommer troligen inte att vara verksamt mot framtidens bildalstrande målsökare.

#### Telekrig: DIRCM

DIRCM (Directed IR CounterMeasure) bygger på att optisk strålning riktas mot målsökaren för att störa ut den eller förstöra den. Störningen kan vara antingen open-loop eller closed-loop. Open-loop är störning utan närmare kännedom om målsökaren. Closed-loop bygger på att målsökarens funktion hela tiden mäts upp optiskt i syfte att effektivare störa den. DIRCM bygger på en laser som arbetar i samma spektralband som målsökaren. Inriktningen av lasern mot målsökaren är mycket kritisk och ställer höga krav på de tekniska lösningarna. DIRCM finns operativt för långsammare (större) flygfarkoster. Utvecklingstakten är hög, inte minst p.g.a. ett stort intresse av att utrusta civila flygplan med motmedelssystem.

#### **4.3.2.3 Verktyg och andra möjligheter för att värdera åtgärderna**

AVAL fungerar lika bra för att bedöma skadorna i planet oavsett om stridsdelen initieras vid anslag mot flygplanskroppen eller om den initieras på ett avstånd från planet. Däremot är AVAL mindre utvecklat då det gäller motmedel. Det behövs även andra hjälpmedel för att skapa rätt brisadpunkter.

Tekniska prestanda hos de ingående delsystemen värderas genom olika procedurer och kommenteras inte specifikt här. Här ges en översiktlig beskrivning av värdering av motmedelssystem för att hindra låsning eller leda till bruten följning.

Värdering av signaturanpassning och telekrig kan delas in i tre kategorier:

- Mjukvarusimuleringar
- Experimentella modellförsök
- Fältprov

Mest effektivt är värderingen om alla kategorierna kombineras och det finns också flera effektiva hybridmetoder. De experimentella delarna kan då stödja mjukvarusimuleringarna.

#### Mjukvarusimuleringar

Duellsimuleringar genomförs, dels som detaljerade målsökare-mål dueller men också i form av förenklade dueller men i stort antal för att få statistik m.a.p. skyttens position, motmedelsinsatsen karaktär mm. För simuleringarna krävs indata, antingen från beräkningar eller från uppmätningar och tekniska analyser.

#### Experimentella modellförsök

Målsökare kan köras i testbänk varvid den verkliga målsökarens optiska system och signalbehandling används. Målsignaturen genereras med hjälp av varma källor. Olika varianter förekommer.

#### Fältprov

Utgår från riktiga flygplan och målsökare. Målsökaren kan vara fast monterad på marken eller på en flygande plattform (jaktrobot). Alternativt avfyras roboten men i så fall mot skenmål som på något sätt är monterat i realistisk riktning (himmelsbakgrund).

### **4.3.3 Åtgärder för att undvika att roboten skjuts mot flygplanet**

#### **4.3.3.1 Sammanfattat diskussionsresultat**

- Optimera flygbanorna genom säkra områden
- Lämplig färgsättning på flygplanet.
- Hitta målsökaren med retroeffekt.
- Säkra området runt flygplatsen.
- Flygspaning t ex UAV av området runt flygplatsen. Fokus på tänkbara eldställningar och användande av bildförändringsanalys. Detta kan eventuellt vara svårt i en urban miljö.
- Ahkp/Helikopterburen snabbinsatsstyrka för motbekämpning.
- Strategiskt utplacerade tunga prickskyttar (övervakning + bekämpning räckvidd >1 km).

#### **4.3.3.2 Fördjupat underlag**

Två faser kan identifieras:

- Spaning - flygplanet ska upptäckas och klassificeras av skytten
- Låsning - robotens målsökare ska låsa på målet

I spaningsfasen kan signaturanpassning och flygbaneanpassning användas för att minska skyttens möjligheter att hitta målet. Skytten har sannolikt endast tillgång till visuella hjälpmedel. Under låsningsfasen sker motverkan mot robotens målsökare som arbetar i SWIR-området på liknande sätt som för följning. Denna typ av robotar avfyras inte förrän låsning skett. Signaturanpassning och telekrigsåtgärder kan användas. IR-signaturen hos C-130 är i hög grad koncentrerad till de fyra motorerna och deras avgasrör. Signaturen är större under start än under landning eftersom motorpådraget är större vid start.

#### Flygbaneanpassning

Flygbanan anpassas så att flygplanet befinner sig inom syn och skotthåll så kort tid som möjligt. Exempelvis genom brant start och landning, girar från osäkra områden.

#### Signaturanpassning

I spaningsfasen görs visuell signaturanpassning, målning i ljusa färger. I låsningsfasen är det frågan om att minska strålningen från motorerna, se avsnittet ovan angående undvikande av träff.

### Säkring av området - optikspaning

Skyttens sikte kan upptäckas med hjälp av optikspanare som detekterar optiska system. Optikspanaren kan sitta på C-130 eller på annan plattform, t.ex. hög- eller låghöjds-UAV eller helikopter. Generell spaning av området kring flygplatsen kan ske med optiska system i visuellt, NIR eller TIR.

### Telekrig: motmedelsfacklor

Fällning av motmedelsfacklor förekommer i syfte att förhindra låsning på målet. Genom att det hela tiden är flera mål i målsökarens synfält förhindras korrekt låsning. Preventiv fällning ökar dock upptäcktsrisken i spaningsskedet. Facklor är beskrivna ovan.

### Telekrig: DIRCM

Är en potentiell skytt och målsökare identifierad kan DIRCM hindra korrekt låsning. DIRCM är beskrivet ovan.

#### **4.3.3.3 Verktyg och andra möjligheter att värdera åtgärderna**

Skyddet i spaningsfasen kan värderas genom att flygplanets kontrast mot bakgrunden (här i regel himlen) uppskattas. Detta kan ske med hjälp av modellering och simulering (upptäcktsduellen) eller utgående från mätningar. Ur detta kan upptäcktsavstånd och/eller upptäcktssannolikheten för flygplanet för en viss sensor uppskattas. Parametervariation kan genomföras m.a.p. färg, motoråtgärder, flygbana, tid på dygnet, siktshjälpmedel mm.

Effektiviteten hos motmedelsfacklor i låsningsfasen kan värderas på liknande sätt som för följefasen.

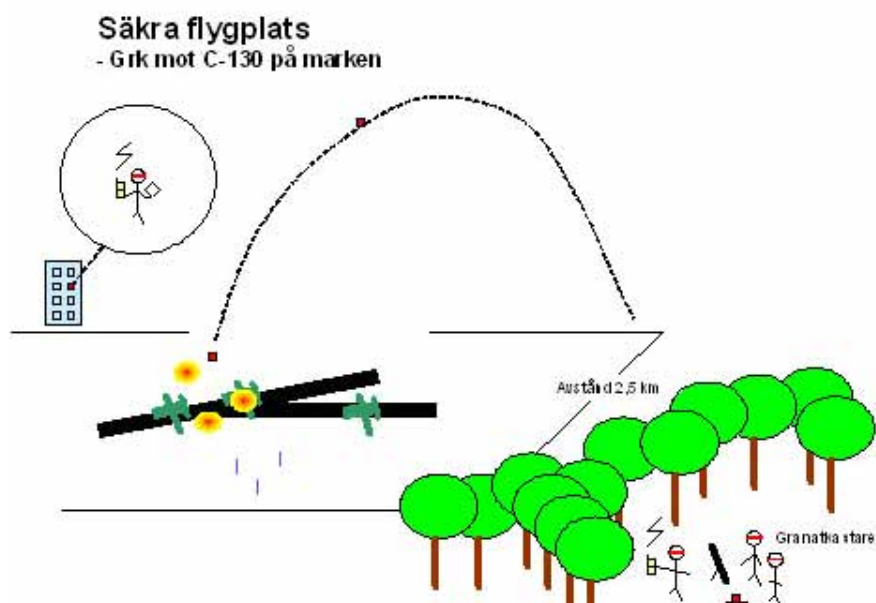
#### **4.3.4 Verktyg för och möjligheter att värdera kombinationer av de olika åtgärderna**

Denna situation är något mer komplex än de tidigare två. För en komplett värdering av situationen måste man ta hänsyn till bland annat sannolikheterna att:

- hitta skytten innan flygplanet kommer
- flygbanan inte går över det område där skytten kan verka
- skytten kan avfyra vapnet mot flygplanet
- roboten kan låsa på flygplanet
- motmedelsfunktionerna lurar roboten
- flygplanet skadas av splitter från en briserande stridsdel.

För en bedömning av situationer likt denna lämpar sig troligen krigsspel bäst. Där kan olika deltagare ha olika roller och därmed kan ett ”riktigt” anfall simuleras.

## 4.4 Situation 4: Säkra flygplats, grk mot C130 på marken



Figur 5: Spelhändelse 4: Granatkastare mot transportflygplan på marken

Spelhändelsen utspelar sig i samband med evakueringen av ett stort antal personer från staden Evakua. Flygplatsen skyddas av snabbinsatsstyrkan.

I samband med att flera transportflygplan med passagerare är på väg att lyfta bekämpas de med granatkastare. Granatkastaren är av typen M27M med en kaliber på 82 mm. Granaterna är splittergranater. Eldledning sker via mobil- eller satellittelefonkommunikation med eldledare placerade i bostadshus nära flygplatsen. Målet är några Hercules (C-130) som är på väg att lyfta med full tank och med ett stort antal passagerare för evakuering från området.

### 4.4.1 Åtgärder för att undvika att personal/passagerare skadas allvarligt då granater och splitter träffar planen

#### 4.4.1.1 Sammanfattat diskussionsresultat

- Tjockare flygplansstruktur - leder till ökad vikt
- Kompletterande skydd runt vitala områden på planet, t.ex. cockpit
- Hjälmars och skyddsvästar till all personal och alla passagerare.
- Splitterskyddsliner inuti planet där personal eller passagerare finns
- Draperier av splitterstoppande textilier eller dyl. för att dela upp last-/passagerarutrymmet i flera områden
- Skydd mot brand i utströmmande bränsle - kräver troligen tillgång till flygplatsbrandbil för tillräckliga mängder släckmedel
- I och urlastning inne i hangar (insynsskyddat).
- Transportera last och passagerare i container som ställs in i planet och utgör splitterskydd och insynsskydd. Det blir dock vikts- och volymkrävande.

#### 4.4.1.2 Fördjupat underlag

Hotet är i detta fall en splitteralstrande granat med anslagsinitiering. Splittren antas vara något större men har samma hastighet som i fallet kap. 4.3. Den stora skillnaden i hot är att luftvärnsroboten går mot motorn medan granaten kan träffa flygplanskroppen direkt ovanifrån.

Granaten initieras antingen genom träff mot planet eller genom träff på omgivande hårda ytor. Vid träff på vingar och på omgivande ytor blir resultatet liknande det i kap. 4.3, så när som på att det i detta fall finns ett stort antal oskyddade civila mål i och i närheten av planet. Träff mot

flygplanskroppen innebär genomslag av ett stort antal splitters som slår ut ett stort antal passagerare inne i flygplanet.

Bästa sättet att minska den totala verkan är mer skyddande material om vikten så tillåter. Ett antal alternativ är tänkbara:

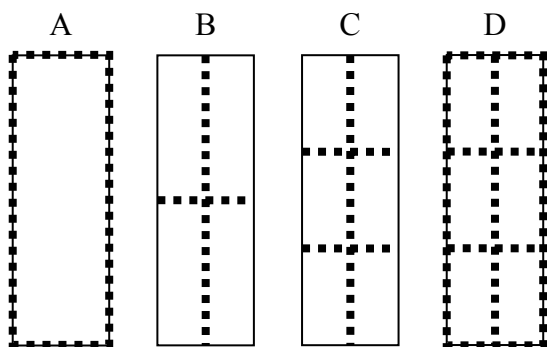
- Sektionera lastutrymmet med väggar av skyddsmaterial. Ett vanligt material för splitterskydd är aramid (säljs under varumärken som Kevlar och Twaron). Aramiderna har även en brandskyddande effekt. Olika varianter där sektionering utnyttjas är tänkbara, se nedan. Splitterskyddet kan vara i form av lösa liners (aramidfilter), som kan tas bort när vikt behövs för last. Kan eventuellt förekomma i C-130.
- Klä passagerare och personal med skyddsvästar och hjälmar. Dock kommer fortfarande armar och ben att vara oskyddade.
- Använd skyddande stolar. Det finns helikopterstolar som ger skydd mot splitters och finkaliberprojektiler.
- Genom att placera passagerarna i splitterskyddade containrar erhålls skydd på bekostnad av utrymme och vikt som annars kunde användas för att evakuera fler passagerare. Sådana containrar kan också användas som temporärt skydd utanför i direkt anslutning till flygplanet; dessa kan lämnas kvar på plats.

Om granaten inte initieras vid träff mot flygplanskroppen kan den perforera flygplanskroppen och eventuellt detonera inne i lastutrymmet. Sektionering kan vara ett sätt att bättre utnyttja den begränsade massa extra skydd som kan tas med. Nedan följer ett räkneexempel:

- Lastutrymmet approximeras som en låda med samma mått som en 40-fots container. (C-130 H uppges<sup>14</sup> ha lastutrymmet 12,49 x 3,12 x 2,74 m.)
  - Längd 40 fot = 12 m
  - Bredd 8 fot = 2,4 m
  - Höjd 8 fot = 2,4 m
- Om hela lådans utsida ska skyddas blir den totala ytan som ska skyddas inklusive golv och tak  $4 \times 12 \times 2,4 \text{ m}^2 + 2 \times 2,4 \times 2,4 \text{ m}^2 = 127 \text{ m}^2$ . Om lådan skyddas med en tjocklek motsvarande ytvikten T väger skyddet 127T. Vid invändig detonation är 100 % av passagerarna oskyddade. Detta är alternativ A, se Figur 6.
- Om skyddsmaterialet placeras enligt alternativ B, Figur 6, (golv, tak och 2 väggar) minskar arean som ska skyddas  $3 \times 12 \times 2,4 \text{ m}^2 + 1 \times 2,4 \times 2,4 \text{ m}^2 = 92 \text{ m}^2$ . Med bibehållen totalvikt ökar vägg tjockleken till 1,375T. Vid en invändig detonation är 25 % av volymen oskyddad, 50 % skyddad av 1,375T och 25 % skyddad av 2,75T.
- Om skyddsmaterialet placeras enligt alternativ C, Figur 6, (golv, tak och 3 väggar) blir arean som ska skyddas  $3 \times 12 \times 2,4 \text{ m}^2 + 2 \times 2,4 \times 2,4 \text{ m}^2 = 98 \text{ m}^2$ . Med bibehållen totalvikt ökar vägg tjockleken till 1,29T. Vid en invändig detonation är 17 % av volymen oskyddad, 33 % skyddad av 1,29T, 33 % skyddad av 2,58T och 17 % skyddad av 3,88T.
- Om skyddsmaterialet placeras enligt alternativ D, Figur 6, (golv, tak och 7 väggar) blir arean som ska skyddas  $5 \times 12 \times 2,4 \text{ m}^2 + 4 \times 2,4 \times 2,4 \text{ m}^2 = 167 \text{ m}^2$ . Med bibehållen totalvikt minskar vägg tjockleken till 0,76T. Vid en invändig detonation är 17 % av volymen oskyddad, 33 % skyddad av 0,76T och 33 % skyddad av 1,52T och 17 % skyddad av 2,28T.

---

<sup>14</sup> <http://www.soldf.com/tp84.html>



Figur 6: Sektionering

#### 4.4.1.3 Verktyg och andra möjligheter för att värdera åtgärderna

Se kap. 4.3.1.3 för hur AVAL kan användas.

### 4.4.2 Åtgärder för att undvika att splitter kan tränga in i planen

#### 4.4.2.1 Sammanfattat diskussionsresultat

- Skärmar/vallar runt uppställningsplatser och banor - tar tid att bygga men kan ge ett gott skydd. Containrar, skyddande vävar kan användas.

#### 4.4.2.2 Fördjupat underlag

En möjlighet att förhindra att splitter tränger in i planet är att klä lastutrymmet på insidan med skyddsmaterial. Ett vanligt material för splitterskydd är aramid (säljs under varumärken som Kevlar och Twaron). Eventuellt finns redan tilläggs-skydd för C-130 med skyddsnivå finkalibriga projektiler och granatsplitter<sup>15</sup>. Skyddet anges väga 1600 lb. (720 kg) vilket sannolikt enbart kan täcka cockpit (t ex 40 m<sup>2</sup> x 20 kg/m<sup>2</sup>, för 7,62 -skydd).

Om mindre lastvikt kan accepteras är det inga problem att öka skyddet mot detta splitterhot till en acceptabel nivå. Flygplanen är dimensionerade för en relativt hög lastvikt, till exempel en ca 38000 lb. (17 ton) Stryker.

Tillfälliga splitterskyddade utrymmen/korridorer fram till flygplanet kan upprättas. Exempel på sådana skydd är barriärer av typ Hesco Bastions<sup>16</sup> (stålätikassar fyllda med exempelvis grus). Markförhållandena på platsen kan ha en viss inverkan - betongplattan gör att fler splitter rikoschetterar.

#### 4.4.2.3 Verktyg och andra möjligheter för att värdera åtgärderna

Åtgärder som syftar till att minska splitterhastigheten vid träff på planet kan hanteras i AVAL oavsett om det är strukturer mellan brisadpunkten och planet eller om avståndet mellan planet och brisadpunkten är långt.

### 4.4.3 Åtgärder för att undvika att granater träffar så att splitter kan nå planen

#### 4.4.3.1 Sammanfattat diskussionsresultat

- Ilasta i hangar. Initieringen av granaten sker då på ett avstånd så att splittren sprids ut varvid sannolikhet för utslagning minskar. Hangaren är dock ett tydligt och inmätt mål, dvs. eldgivning kan fortsätta även om eldledaren faller bort. Om tid och resurser finns kan

<sup>15</sup> <http://www.washingtonwatchdog.org/documents/gao/04/GAO-04-925.html>

<sup>16</sup> Hesco Bastions är ståltrådkorgar invändligt täckta med geotextil. Korgarna levereras hopvikta och kan sedan vikas ut och fyllas för hand eller med maskin. Hescos går att stapla för att bygga höga skydd.



hangarens tak förses med extra tak så att det första taksiktet initierar stridsdelen och det andra stoppar merparten av splittren.

- Lägg rök eller dimma över området runt flygplanet. Kräver utrustning.
- Ett möjligt skyddsalternativ är att använda ett varningssystem som relativt noggrant kan beräkna granatens nedslagspunkt, (ARTHUR), och låta planet vara igång under påstigning. Om granaten har initialt hastigheten 230 m/s och skjuts från 2.5 km avstånd tar det ca 20 s för den att nå nedslagspunkten. Om hälften av tiden används till att detektera granaten och beräkna nedslagspunkten kan övrig tid användas för att försöka förflytta planet. Med en genomsnittlig hastighet av 10 km/h hinner planet förflyttas sin egen längd. Även om artillerilokaliseringssystemet inte medger flyttning av planet, kan det ge varning så att folk hinner ta skydd i förberedda splitterskydd på marken, eller åtminstone lägga sig ned.
- Lokaliseringssystemet möjliggör motbekämpning av granatkastarservisen och även bekämpning av utskjuten granat med aktiva skyddssystem.
- Skärmar/vallar runt uppställningsplatser och banor - tar tid att bygga men kan ge ett gott skydd.
- Insynsskydd för att minska möjligheten till lägesangivning och eldreglering - kan utgöras av nät och byggas i enstaka riktningar om tid finns. Temporärt kan även rök användas.
- Oskadliggöra eldledaren, t.ex. genom bländning med laser.
- Hindra kommunikation mellan eldledare och dem som bemannar granatkastaren.
- Undvika att planen står still på öppet område.
- Området kring flygplatsen kan spanas av optiskt eller radarmässigt och säkras mot granatkastare
- Sensoraktiverade skydd (SAS) kan aktiveras m.h.a. optiska sensorer eller radarer

#### **4.4.3.2 Fördjupat underlag**

Antingen kan invisaren motverkas direkt eller kan flygplanet döljas på något sätt för invisaren. I det första fallet måste invisaren hittas vilket kan ske med optikspanare om han använder något sikhjälpmedel. Motverkan kan ske genom bländning med laser. I det andra fallet kan flygplanet döljas med rök eller dimma som då måste ha en utbredning som är större än riskavståndet för granaterna. Flygplanet eller en stor del av flygplatsen kan också skärmas av med plank e.d. för att omöjliggöra insyn.

Flygspaning i närområdet kan ske på samma sätt som i kap. 4.3 i syfte att lokalisera granatkastaren.

#### **4.4.3.3 Verktyg och andra möjligheter att värdera åtgärderna**

Olika strukturella skydd runt planet kan hanteras i AVAL, dock är modellerna för penetration mm inte utvecklade med jordmaterial i åtanke varför viss försiktighet måste iaktas. Om AVAL:s funktion för indirekt eld används kan även osäkerhet i mållägesangivelse från observatören/eldledaren hanteras i simuleringen.

I de två första skedena som innebär att hitta en invisare respektive granatkastare kan värdering av upptäcktssannolikhet ske på samma sätt som redovisats tidigare. Förmågan att dölja flygplanet med rök eller dimma kan värderas genom speciella försök under olika väderförhållanden. Detta får kombineras med uppskattningar av bomavstånd. Inmätning av granatbana och SAS-aktivering måste också värderas i speciella försök. När förmågan (reaktionstid, vinkelnoggrannhet mm) är uppskattad kan en värdering av hela åtgärden genomföras.

#### **4.4.4 Åtgärder för att undvika händelsen**

##### **4.4.4.1 Sammanfattat diskussionsresultat**

- Flygspaning (eventuellt med UAV) i området runt flygplatsen för att hitta och därefter identifiera och vid behov avlägsna eventuella hot. Värmekameror kan hitta personer där det inte borde finnas folk. Det kan vara problem med civilbefolkningen i området.
- Terränganalys för att hitta platser som motståndaren kan tycka är lämpliga för gruppering. Analysen kan stöttas av laserkartering av området.
- Säkra och utrymma området runt flygplatsen.
- Lasta på natten och ha IR-maskering. Nattetid är det troligen mindre folk ute än på dagen vilket kan göra det lättare att identifiera hot.
- Hindra insyn på flygplatsområdet, t.ex. genom att hänga nät på staket eller sätta upp nytt. Rök kan användas tillfälligt vilket då även kan ge skydd i andra våglängder än det syliga ljuset.
- Lastning i hangar.

##### **4.4.4.2 Fördjupat underlag**

Inget specifikt underlag inlämnat med tidigare analyser bör även kunna gälla här.

##### **4.4.4.3 Verktyg och andra möjligheter att värdera åtgärderna**

Inget underlag inlämnat.

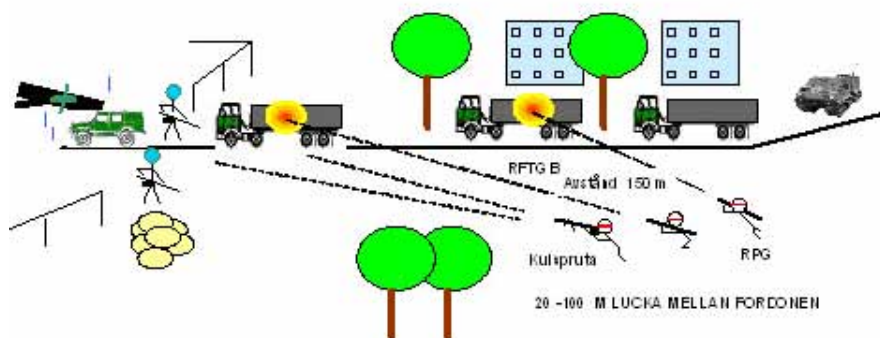
#### **4.4.5 Verktyg för och möjligheter att värdera kombinationer av de olika åtgärderna**

Här förordas krigsspel av samma anledning som i kap. 4.3.4

## 4.5 Situation 5: Anfall mot drivmedelsfordon

### Säkra flygplats

#### – Anfall mot drivmedelsfordon



Figur 7: Spelhändelse 5: Anfall med kulspruta och granatgevär mot drivmedelsfordon

Spelhändelsen utspelar sig i samband med evakueringen av ett stort antal personer från Evakuas flygplats. Flygplatsen skyddas av snabbinsatsstyrkan.

I samband med att en kolonn med drivmedelsfordon anländer till flygplatsen bekämpas de med kulspruta och granatgevär. Kulsprutan har en kaliber på 7,62 mm och ammunitionen är av typen ”ball”. Granatgeväret är en RPG 7 med granater av typen PG7V med RSV. Målet utgörs av drivmedelsfordon lastade med flygbränsle. Luckorna mellan fordonen i kolonnen varierar naturligtvis men antogs för diskussionerna vara mellan 20 och 100 meter.

### 4.5.1 Åtgärder för att undvika att personal skadas allvarligt då stridsdelar tränger in i målen

#### 4.5.1.1 Sammanfattat diskussionsresultat

- Splitterskyddsliner för att minska mängden splitter i hytten efter penetration
- Självläkande tankar för att förhindra stort bränslespill med följande brandrisk.
- Skyddsväst och hjälm på personalen
- Gummisäck för det transporterade bränslet, bör ge små hål och litet utläckage och därmed minskad brandrisk.

#### 4.5.1.2 Fördjupat underlag

Lämpligen förses lastbilar och andra fordon med skydd och personalen med skyddsvästar, hjälmar och skyddsglasögon. Att förse fordon med skydd kräver egna fordon (möjligen används lokala fordon för transporter av detta slag).

Även om det inte går att skydda fordonen mot RSV kan åtgärder tas för att minska verkan av övermatchande stridsdelar. Användandet av spall-liners minskar konvinkeln på den splitterkärve som skapas när en RSV-stråle perforerar ett mål och minskar risken för att personal skadas. Om fordonet är skyddat mot finkaliberammunition och med utgångspunkt från påskjutningen med RSV mot PBV 302 på Balkan<sup>17</sup> borde personalen klara sig relativt oskadad om de inte träffas av strålen och stridsdelen initierar utanför fordonet.

<sup>17</sup> Blast overpressures, gases and fumes from a HEAT warhead caused temporary incapacitation to the crews of two attacked armoured personnel carriers 302, FOA-R--97-00626-310--SE

#### **4.5.1.3 Verktyg och andra möjligheter för att värdera åtgärderna**

Med AVAL kan man simulera vad som händer i båda dessa fall, om även med viss svårighet med att bestämma en eventuell reaktion i bränsletanken.

Effekten vid träff i tank med brännbar vätska är inte känd. Rimligen beror denna på vilken typ av vätska som transporteras, typ av ammunition, enkel eller multipel träff och var i tanken som träffen/träffarna sker. För stora projektiler finns en referens daterad mars 1985 i vilken 90 mm HEAT avfyrats mot en bränsletank innehållande diesel placerad på insidan av ett bepansrat fordon. Resultatet blir som regel brand, givet att släcksystem inte aktiveras.

I mitten av 1950-talet genomfördes försök på Grindsjön med RSV, 8cm respektive 12 cm och med både koppar- och zinkliner, mot dunkar med olika bränslen.

- Bensin, antändes i samtliga fall
- Brännolja (liknande diesel men med högre flampunkt), antändes som regel, dock inte av 8 cm RSV då bränsledunken var helt fylld.
- Smörjolja och hypoidolja (med flampunkter omkring 200°C) antänds inte.

Man måste beakta att vissa bränslen, däribland diesel, kan uppfattas som ”svårantändliga” i den mening att det är svårt att antända dem med tändsticka. Om samma bränslen finfördelas till en spray, exempelvis till följd av en detonation, blir de istället mycket lättantändliga.

#### **4.5.2 Åtgärder för att undvika att stridsdelar kan tränga in i målen**

##### **4.5.2.1 Sammanfattat diskussionsresultat**

- Det är nog inte möjligt att stoppa RSV-strålen
- Finkaliberhotet bör gå att klara av.

##### **4.5.2.2 Fördjupat underlag**

RSV-stridsdelar penetrerar flera decimeter pansarstål och det innebär att det inte går att skydda lätta fordon mot RSV i nuläget. Burar av plattjärn, så kallat ”slat armour”, har verkan mot vissa RSV-laddningar. Normalt sitter de på fordon med grundskydd som kan ta hand om de skrotrester som ändå kommer farande men har även ett visst skyddsvärde för lättare fordon.

Fordonen kan ges förstärkt skydd så att de klarar finkalibrig ammunition. För att erhålla skydd mot finkaliberammunition av typen ”ball” krävs det storleksordningen 5 mm pansarstål. Om finkaliberprojektilen är pansarbrytande blir det lite svårare, dyrare och tyngre att skydda förarhytten men det är fortfarande möjligt.

Genom att använda gummisäck istället för ståltank borde in- och utgångshål bli mindre. Man kan tänka sig självläkande tankar där ett laminat med gummi som sväller i kontakt med bränslet ligger i mitten.

Ballistiskt skyddade förarhytter på fordonen kan skydda mot finkaliberhotet (det är fullt möjligt att skydda lastbilshytter mot vissa typer av 7.62 mm ammunition).

Laminerade fönster för att slippa glassplitter.

Bur runt hytten för att minska effekten av PG7 granaten, det går dock antagligen inte att stoppa strålen om den bildats.

##### **4.5.2.3 Verktyg och andra möjligheter för att värdera åtgärderna**

AVAL bör kunna användas för att värdera dessa åtgärder, även om det krävs lite kreativa metoder för att beskriva splittringen av fönster och därigenom visa på effekten av bra laminering.

### **4.5.3 Åtgärder för att undvika stridsdelar träffar målen**

#### **4.5.3.1 Sammanfattat diskussionsresultat**

- Avidentifiera bilarna, låt dem likna lastbilar för stycke gods (ADR-skyltning krävs antagligen enligt lag)
- Rökridå vid passage genom områden som anses farliga.
- Bländning av fiender (lys, bländammunition, laser)
- IR-detektion av mynningsflammar och automatisk invisning ger möjlighet att skjuta tillbaka. Stoppar inte första skotten men kan korta ner angreppet.
- Genomför transporten på natten - mindre trafik, svårare för en dåligt utrustad motståndare.
- Kontroll av området utanför ingången till flygplatsen.
- Upphöjd spaning, mast vid ingången, UAV.
- Granater kan bekämpas med sensoraktiverade skyddssystem.
- Hög hastighet minskar risken att träffas.
- Med punkteringsfria ”Run-flat”-däck kan fordonet köra vidare trots sönderskjutna däck.
- Massiv moteld.

#### **4.5.3.2 Fördjupat underlag**

Inom det optiska området kan verksamma metoder finnas inom:

- Detektion av skyttar eller spanare/utpekare
- Motverkan mot skytten genom bländning
- Döljning av målen

Detektion av skyttar eller spanare/utpekare kan ske m.h.a. optikspanare eller bildalstrande system, t.ex. IR-kameror. IR-system finns operativa idag. Ett upphöjt spaningssystem kan ha bättre förmåga att hitta skytten. Om skytten har öppnat eld kan mynningsflammar detekteras. Motverkan i form av bländning har kommenterats för tidigare situationer och kan ske med laser eller lysammunition. Målen kan döljas så skytten inte hittar bra riktpunkter. Mest uppenbart är att köra på natten med NVG-utrustning för förarna. (Skytten kan i och för sig också ha NVG eller IR-kameror varvid vinsten blir mindre). Ett alternativ är att lägga ut maskerande rök mellan vägen och skyttarna.

Inom radarområdet finns relativt små men dock så effektiva system, så kallade stridsfältsradarer. Dessa kan dels användas för att förhindra eller undvika situationen och dels som invisningssystem av fienden och inriktning av eventuell bekämpning.

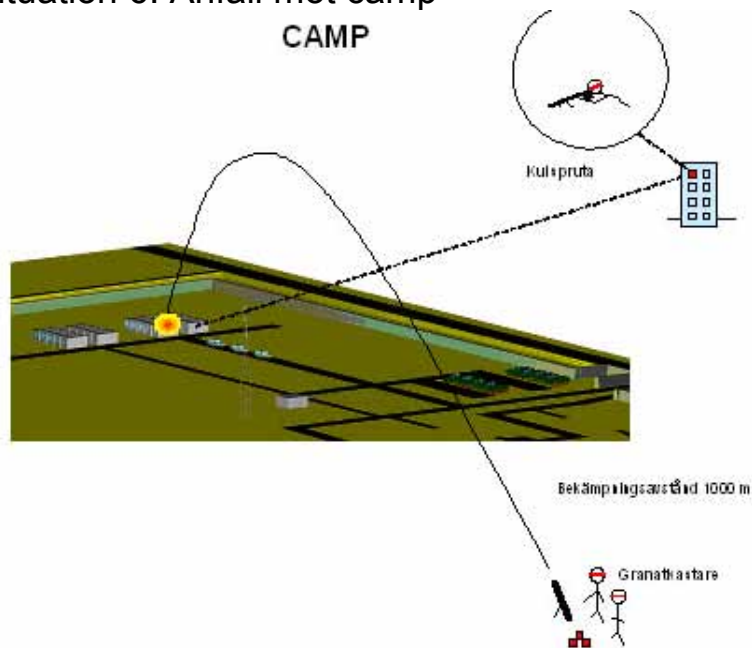
#### **4.5.3.3 Verktyg och andra möjligheter att värdera åtgärderna**

Inget underlag inlämnat.

### **4.5.4 Verktyg för och möjligheter att värdera kombinationer av de olika åtgärderna**

Även i detta fall är komplexiteten antagligen enklast att hantera inom ramen för olika krigsspel, med specialverktyg för vissa delsituationer.

## 4.6 Situation 6: Anfall mot camp



**Figur 8: Spelhändelse 6: Anfall med kulspruta och granatkastare mot camp**

Spelhändelsen finns inte i grundscenariot men skulle ändå kunna placeras in på ett flertal ställen i detta. Ett sådant tillfälle är när förbandet förbereder evakueringen av ett stort antal personer från staden Evakua.

Campen bekämpas av en 12,7 mm kulspruta med B32 ammunition samt en 82 mm granatkastare av typen M27M med splittergranater. Målen är bostadscontainrarna med personal inne på campen. Bostadscontainrarna är gjorda av tunt stål och har öppningar för både fönster och dörrar. Campen omgärdas av en 2.4 m hög mur.

### 4.6.1 Åtgärder för att undvika att personal skadas allvarligt då projektiler, granater och splinter träffar containrarna

#### 4.6.1.1 Sammanfattat diskussionsresultat

- Sannolikheten att en person (dold, på godtycklig plats) inne i en container träffas av en projektil är liten utifrån en geometrisk betraktelse.
- Splitterskyddsliner inne i containern.
- Brandsläckningsutrustning i containern

#### 4.6.1.2 Fördjupat underlag

Om person träffas av en 12,7 mm projektil som tränger in containern hjälper vare sig hjälm eller skyddsväst för att undgå allvarlig kroppsskada/död. Träffsannolikheten är dock relativt låg. Kevlarväv på insidan av kan dock fånga upp en 12,7 mm projektil om den har vält vid anslaget. Vad gäller sekundärsplinter och lättare splinter från grk fångar skyddsväst och hjälm upp dessa. Förmodligen blir dock splintertätheten från en direktträff i containern av en 82mm grkgranat så hög att skadorna på personal blir synnerligen allvarliga även med dessa skyddsåtgärder.

Placera utrustning och strukturer så att de skyddar personal (t.ex. sängar innanför utrustningsförvaring, etc.). Förvarning om inkommande granatkastareld genom t.ex. artillerilokaliseringsradar möjliggör för personalen att ta skydd vid larm.

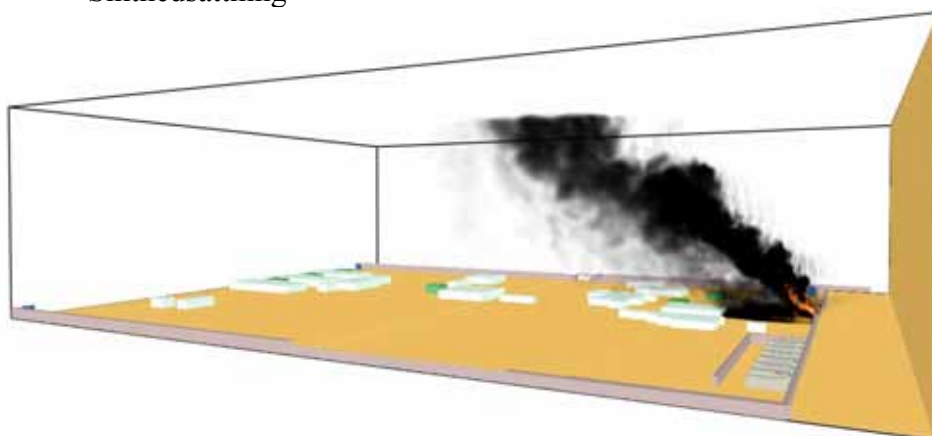
För att minska fiendens förmåga att verka med direkteld kan det löna sig att insynsskydda containrarna (helst hela campen).

#### 4.6.1.3 Verktyg och andra möjligheter för att värdera åtgärderna

Med AVAL kan man bedöma sannolikheten att träffa en person inne i en container utifrån antaganden om riktpunkt, spridning och salvlängd för kulsprutan. På motsvarande sätt kan även granatkastaren hanteras. Splitterskyddsliner inne i containern kan lätt hanteras, det svåra är att hitta lämpliga data för den. Brandmodellen i AVAL är för enkel för att ge bra resultat.

I bostäder kan förekomma fotogenlampor samt små mängder ammunition. Mest trolig är dock brand i terrängen vilken i och för sig kan vara ett störmoment. Grk granat eller 12.7 API kan möjligen initiera brand vid träff i eller nära bränsledepå eller ställverk och liknande. Om en granat träffar en bil finns risk för brand. Redan nu finns någorlunda bra möjligheter att utvärdera konsekvenserna av brand såväl inne i en anläggning som i terrängen. Figur 9 ger en översiktlig bild av brand och rökplymen vid en brand i cisterngården på campen. Från samma beräkning erhålls information om

- Brandgastemperatur
- Infallande värmeflöde (till exempel värmestrålning mot närliggande byggnader)
- Flödeshastighet
- Sikttnedsättning



Figur 9: Simulering av brand i drivmedel. I simuleringen blåser det med 5 m/s från höger

#### 4.6.2 Åtgärder för att undvika att projektiler och splitter kan tränga in i containrarna

##### 4.6.2.1 Sammanfattat diskussionsresultat

- Nedgrävning
- Tilläggskydd runt ytterkanter.
- Jordvallar runt containrarna, kornstorleken är av betydelse.
- Tilläggskydd i form av t.ex. kevlar på insidan.

##### 4.6.2.2 Fördjupat underlag

Beroende på markförhållandens kan det krävas markförstärkning eller förstärkning av containrarna om det ska gå att gräva ned dem. Containrarna kan förstärkas med mer plåt och invändig fiberkomposit. Mot finkaliberprojektiler kan geometriska skyddstekniker användas. De kostar och väger lite men tar stor plats.

Murar av Hesco Bastions kan placeras runt bostadscontainrarna för att skydda mot närmiss. Placering av containrarna mot varandra gör att mindre väggyta behöver skyddas.

För skydd av tak, då främst mot granatbeskjutning, kan taken förses med en initieringsplåt och splitterskydd.

#### **4.6.2.3 Verktyg och andra möjligheter för att värdera åtgärderna**

Nedgrävningen ger en mindre möjlig träffyta, den kan hanteras med AVAL som beskrivet i kap. 4.6.1.3. Det samma gäller för de andra punkterna med undantag av inverkan av kornfördelningen i eventuella jordvallar runt containrarna.

Modellen VEBE (Verkan i bebyggelse) kanske kan användas.

### **4.6.3 Åtgärder för att undvika träffar i containrarna**

#### **4.6.3.1 Sammanfattat diskussionsresultat**

- Insynsskydd för camp.
- RPG-nät.
- Sektionering av campområdet.
- Artillerilokaliseringstrustning möjliggör motbekämpning av granatkastarservisen.
- Aktiva skydd.
- Placera personalintensiva områden lågt om terrängen medger.
- Optikspanare (Observatör med kikare)
- IR/Akustisk (UV?) lokalisering av Ksp-servis
- Tung prickskytte för moteld mot kulspruteservis
- Hindra insyn och siktmöjligheter.
- Låta bostads-, kontors- och förrådscontainrar vara lika och blandade.

#### **4.6.3.2 Fördjupat underlag**

Huvudsakligen gäller samma metoder som för tidigare situationer. För en camp är det rimligt att använda ett fast övervakningssystem med dag/nattkapacitet. System baserat på signal/bildbehandling kan användas för automatisk detektion eller som operatörsstöd.

Skydd av campen kan erhållas genom insynsskydd och någon form av maskering av containrarna så användningen inte framgår.

Inom radarområdet finns att tillgå, som tidigare nämnts, både stridsfältsradarer som kan övervaka relativt stora områden, dag som natt och under alla väderförhållanden samt system som kan mäta in granatkastareld och därmed ha möjlighet till snabb bekämpning.

#### **4.6.3.3 Verktyg och andra möjligheter att värdera åtgärderna**

Värdering kan i stort sett ske som för tidigare situationer. Värdering av containermaskering känns svårare och bygger mycket på vilken insyn i campen som finns och vilken erfarenhet av camper som motståndaren har. Antaganden om motståndarens förmåga måste göras först.

### **4.6.4 Åtgärder för att undvika händelsen**

#### **4.6.4.1 Sammanfattat diskussionsresultat**

- Hindra insyn.
- Kontrollera området runt campen, t.ex. med sensorer med automatisk övervakning (men vad ska man leta efter?)
- Välja lämplig plats för campen (undvika närhet till höga byggnader, potentiellt farliga objekt)

#### **4.6.4.2 Fördjupat underlag**

Inget underlag inlämnat.

#### **4.6.4.3 Verktyg och andra möjligheter att värdera åtgärderna**

Inget underlag inlämnat.



#### 4.6.5 Verktyg för och möjligheter att värdera kombinationer av de olika åtgärderna

Krigsspel är troligen lämpligast.

#### 4.6.6 Sammanställningstabell över framkomna skyddsmetoder

Tabell 3: Sammanställning över skyddsmetoder för situation 6: Anfall mot camp

Metod	Skyddslöks- lager <sup>18</sup>	Storleksordning på skyddseffekt	Neg. bieffekt	Pos. sidoeffekt	Anm.
Stridsfältssradar	1	Stor i öppen terräng Liten i bebyggelse	Fel id	Und, nedkylande (avskräckande) Invisning till andra sensorsystem, Förvarning till aktiva system	Grk, falskmål + ROE begränsar, Motverkan kräver aktivt system som komplement
Stridsfältssradar	4	Minskar med faktor 5-10	Falsklarm	Lägre krav på beredskapsgrad	Förvarning 20 sek
Insynsskydd	2	90 % till 1 %	Egna sensorer utanför insynsskyddet	Försvårar spaning mot campen	Ksp, marginell påverkan på grk
Splitterskyddsliner i container	3 (4)	Red 80-90 %	Tungt, dyrt, mörkt, splitterskyddat glas	Fungerar som skyddsrum	
Brandsläckningsutr ustning	4	Liten risk för brand, hög sannolikhet för lyckad släckning			Förhindrar brandspridnin g Automatiskt i am-container viktigast
Nedgrävning	3	Minst red 95 %	Dränering, mer tidskrävande konstruktion, mörkt, ventilation	Jämnare inomhus klimat	Minst 2 m + takskydd
Tillägsskydd runt	3	Minst red 90 %	tidskrävande		Även takskydd
Delvis nedgrävning + tillägsskydd	3	Minst red 95 %	Dränering, mer tidskrävande konstruktion,	Jämnare inomhus klimat	Totat minst 2 m + takskydd
Jordvallar runt	3	Minst red 95 %	Enklare dränering, mer tidskrävande konstruktion, mörkt, ventilation	Jämnare inomhus klimat	Minst 2 m + takskydd
RPG-nät	2-3				Ej mot grk och ksp (mot RSV)
Sektionering av camp	2-3	Tveksamt		Även skydd av personal utomhus	

<sup>18</sup> Här utnyttjas fyra lager. 1 - undvika händelsen; 2 - undvika träff; 3 - undvika penetration; 4 - undvika utslagning

Metod	Skyddslöks- lager <sup>18</sup>	Storleksordning på skyddseffekt	Neg. bieffekt	Pos. sidoeffekt	Anm.
Artlokradar	1-2	Stor i öppen terräng Liten i bebyggelse		Und, nedkylande (avskräckande) Invisning till andra sensorsystem, VMS Förvarning till aktiva system	Undvika upprepad händelse Grk, falskmål + ROE begränsar, Motverkan kräver aktivt system som komplement
Artlokradar	3-4	Minskar med faktor 5-10		Lägre krav på beredskapsgrad	Förvarning 20 sek
Aktiva skydd	2	Okänt	Viss risk för våda- bekämpning		Ej ksp Typ Abraham
Utnyttja terrängen	1-2	Bra mot direktriktad eld och spaning	Bara om terrängen medger		Campen högt personal- intensiva delar lågt Tveksamt mot grk
Optikspanare	1	Förvarning kan ge högre skydds nivå i målet	Risk för falsklarm	Nedkylande	Ksp om sikte och ev. invisning av grk
IR/akustisk lok av Ksp-servis	1				Se artlok men mot ksp akustisk även mot grk

## 5 Fortsatt arbete

Då den provade arbetsmetoden verkar fungera har projektet skisserat på hur den faktiskt kan användas inom Försvarsmakten. Det är även mycket möjligt att arbetssättet fungerar för andra områden än skydd. I visas hela den föreslagna arbetsprocessen översiktligt tillsammans med ett utkast till tidsskala där alla moment återkommer i treårscykler. Det är mycket möjligt att tiden för realisering i form av inköpsprocess, säkerhetsgodkännande och montering är för kort i denna presentation.

### 5.1 Spel med generella scenarier

De generella spelen föreslås vara cykliskt återkommande, t.ex. vart tredje år, och utgör en grund som kan avtappas inför olika missioner. Inför dessa spel vet man knappast i vilken del av världen nästa mission kommer att genomföras, varför scenariot här är generiskt och ganska allmänt hållet. Inför och under spelen bör man kartlägga brister i form av kunskapsluckor, glapp mellan olika områden och försöka åtgärda dessa. Kartläggningen kan dessutom ge underlag för inriktningen av kommande FoT.

I dessa spel kan man diskutera ett antal alternativa hot, miljöer, uppgifter och i resonemangen utrusta förbanden med materiel som kan vara aktuell för Försvarsmakten under de kommande ca 10 åren. Resultaten av spelen kan utgöras av möjliga skyddslösningar idag, i närtid och på längre sikt. Om spelen innefattar nytt taktiskt uppträdande som möjliggörs av föreslagna nya skyddslösningar kan även nyttan av taktikanpassningen belysas.

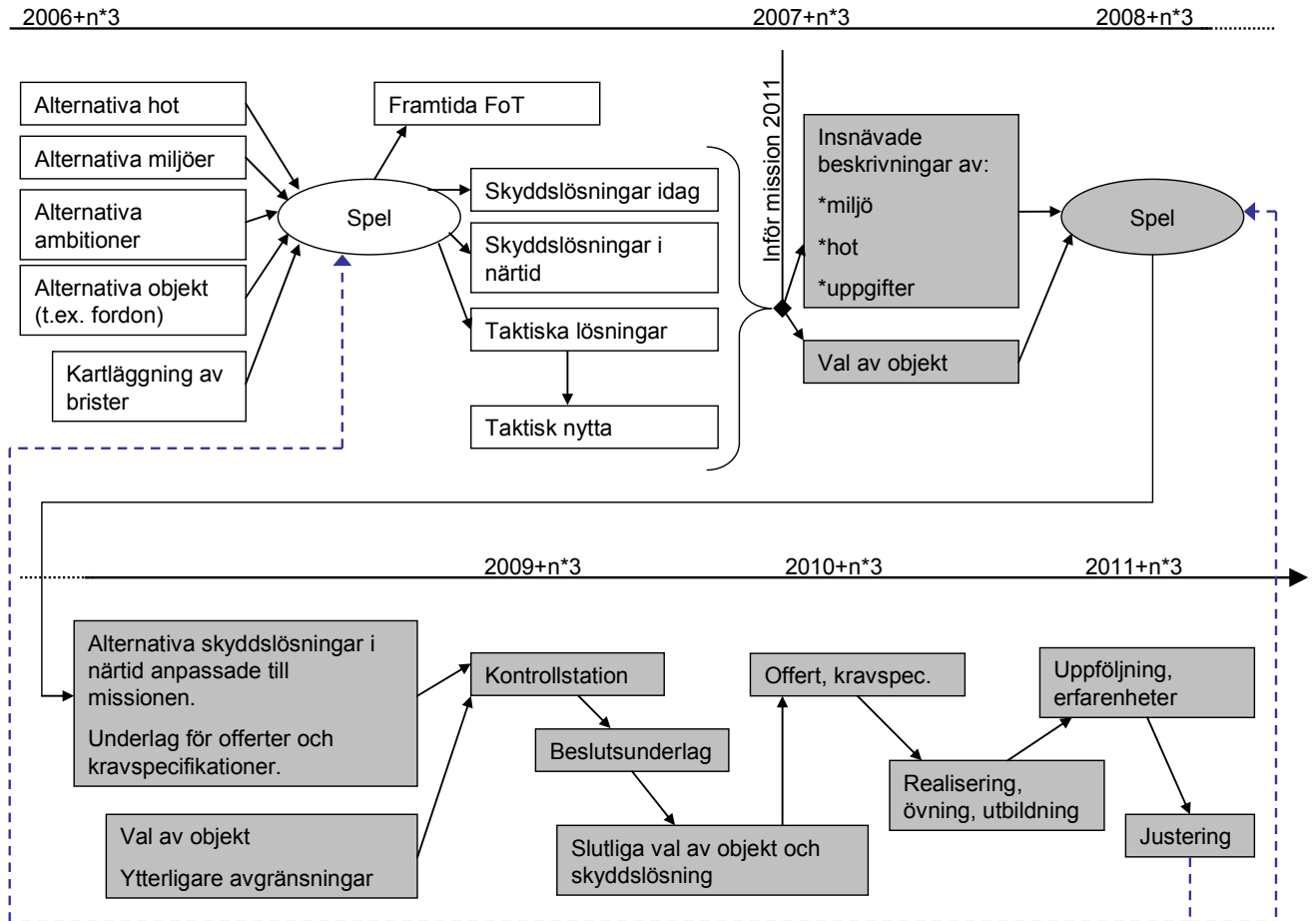
Verksamheterna i de löpande spelen är ofärgade i Figur 10.

### 5.2 Missionsinriktade spel

Inför en mission görs en insvävad beskrivning av miljö, hot och uppgifter utifrån troliga scenarier i missionen. Därefter väljs ett antal objekt, t.ex. fordon, som kan vara aktuella för missionen. Utifrån dessa beskrivningar och val genomförs spel som även bör innefatta olika taktiska lösningar och konsekvenserna av dessa. Spelen ger förslag på ett antal skyddsmetoder som kan användas för de intressanta objekten i närtid och därmed utgöra en missionsanpassning av skyddet. Spelet kan även ge underlag för eventuella offertförfrågningar och kravspecifikationer. Bland dessa objekt och skyddsmetoder görs ytterligare insvävningar och därefter måste man, i någon form av kontrollstation, kontrollera att de ursprungliga antagandena (miljö, hot, uppgifter mm) fortfarande gäller.

Om de antagna förutsättningarna fortfarande gäller har man nu underlag för att ta beslut om materiel inför missionen. När besluten är tagna krävs realisering, övning och utbildning med den nya materielen och dess inverkan på det taktiska uppträdandet. Både under övning och under den faktiska missionen bör uppföljningar ske för att ta vara på erfarenheter och möjliggöra justeringar.

Verksamheterna i de missionsanpassade spelen är gråa och erfarenhetsåterkopplingen visas med en streckad linje i Figur 10.



Figur 10: Arbetsprocess, de ofärgade rutorna utgör arbetsmoment i de generella spelen och de gråa rutorna utgör missionsanpassningen. De streckade linjerna är erfarenhetsåterkoppling.

# Bilaga 1 - Kommentarer till spel Missionsanpassat skydd: Brand

I ett flertal scenarier är risken för brand i drivmedel den brandtekniskt största stöttestenen. Samtidigt är det också detta som är lättast att associera till. Egenskaperna hos olika drivmedel varierar dock kraftigt vilket påverkar riskerna kopplade till antändning, brand och (gas)explosion. I nedanstående tabeller förklaras några av de brandtekniskt olika egenskaperna hos våra två vanligaste drivmedel, bensin och diesel. Även etanol tas med för jämförelsen eftersom det ibland anses vara ett miljövänligt alternativ.

**Tabell 4: Bränsle i tank eller dunk**

Ämne	Brännbarhetsområde	Ångtryck vid 20°C	Praktisk betydelse (exempel)
Bensin	0.6-8.0 vol. %	> 45 kPa	Gasvolymen ovanför vätskeytan i en bensintank innehåller alldeles för mycket bränsle för att kunna brinna.
Diesel	0.5-7.0 vol. %	< 0.3 kPa	Gasvolymen ovanför vätskeytan i en dieseltank innehåller för lite bränsle för att kunna brinna.
Etanol	3.3-19.0 vol. %	5.9 kPa	Gasvolymen ovanför vätskeytan är explosiv om tanken innehåller etanol.

Såväl brännbarhetsområde som ångtryck kan variera lite beroende på kvalitet. Bensin och diesel är blandningar av olika kolväten.

Innebörden är, till exempel, att inget av de bränslen vi använder idag (bensin och diesel) har egenskaper som gör att en flamma kan spridas via bränslepåfyllningsröret ner till tanken. Inte heller kommer tanken att explodera.

Dock, om temperaturen stiger så vidgas brännbarhetsgränserna samtidigt som ångtrycket ökar. Om det blir mycket varmt kan därför dieseln få en brännbar blandning i tanken.

Parametrarna i nedanstående tabell, Tabell 2, är inte entydigt pålitliga utan är kopplade till vilken testmetod som använts och vilken definition man väljer. Därför kan olika siffror presenteras av olika källor.

**Tabell 5: Bränslespill**

Ämne	Flampunkt	Termisk tändpunkt	Praktisk betydelse (exempel)
Bensin	-30°C -40°C	400°C	Så länge bensinångorna inte kommer i direkt kontakt med flammor, gnistor eller liknande måste temperaturen överstiga 400°C för antändning.
Diesel	< 61°C	220°C	
Etanol	13°C	363°C	

Ur Tabell 5 kan utläsas att om diesel hettas upp till säg 250°C kommer vätskan sannolikt att antändas. Detta kommer inte vara fallet om vi istället har bensin eller etanol eftersom den termiska tändpunkten för dessa bränslen är väsentligt högre.

Om man å andra sidan har ett spill med diesel och introducerar en gnista ovanför vätskeytan händer ingenting (om inte dieseln är kraftigt uppvärmd vilket ökar ångtrycket). Både bensin och etanol kommer däremot att antända snabbt. Den energi som måste tillföras för att antändning ska ske är mycket liten, storleksordningen 0,001 Joule. Detta kan till exempel jämföras med energin i

den gnistskur som produceras då en projektil träffar en plåt i hög fart, en sådan innehåller avsevärt mycket mer energi än 1 mJ.

Forskningen kring antändning av heta ytor är inte helt entydig. Det verkar som om det krävs högre temperaturer än om en brännbar vätska hettas upp homogent. Vätskan måste komma upp till sin termiska tändpunkt, skapa en gasblandning ovanför ytan som är inom brännbarhetsgränserna och som har en tillräckligt lång uppehållstid för att antändas. Exponeringssättet och omfattningen på läckaget styr alltså i hög grad antändningsegenskaperna då en brännbar vätska kommer i kontakt med en het yta. Tillgänglig mätdata är mycket spretig, nedanstående tabell måste ses lika mycket kvalitativt som kvantitativt.

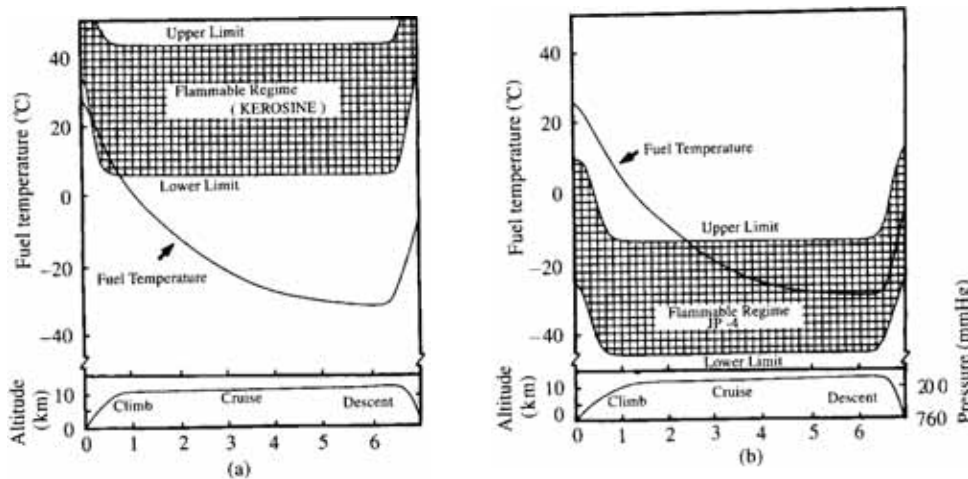
**Tabell 6: Exempel på nödvändiga yttemperaturer för att antända olika vätskor.**

Ämne	Yttemperatur nödvändig för att antända vätskan
Bensin	520-620°C
Diesel	520-550°C
Motorolja	320-600°C
Bromsolja	410-500°C

Som jämförelse har vi avgassystemet på personbilar som rapporteras ha en temperatur någonstans mellan 200-500°C. Uppgifter avseende militära fordon har inte hittats.

Situation 3. Luftvärn mot landande C130

Använt bränsle är flygfotogen, Jet A1, med ett brännbarhetsområde mellan 1 och 5 vol. % vid normala förhållanden och en flampunkt på omkring 38 °C. Brännbarhetsgränserna flyttar sig dock något beroende på tryck och temperatur. Hur det ser ut i tankarna styrs alltså, förutom av typ av bränsle, av i vilken fas flygplanet befinner sig, se Figureerna nedan.



**Figur 11: För Jet A1 torde den högra bilden vara mest relevant. Man är alltså som mest känslig vid lyft**

Situation 4. Grk mot flygplats.

Heta splitter kan lätt sätta eld på torr mark men, återigen, det är oklart vad effekten blir vid då bränsletankar penetreras. Vätska från läckande, punkterade, tankar kan givetvis påverkas av närliggande brand i terrängen. Ej punkterade tankar, cisterner och andra behållare för brandfarliga vätskor kan explodera om de exponeras för brand.

Skyddsåtgärder kan vara att inte tanka planen förrän direkt före avgång. Inerterade tankar på stående plan, dvs. fylla tankarna med någon gas, t.ex. kvävgas, kan övervägas om risken för anfall bedöms stor.

#### Verktyg för värdering av brandrisker/forskningsinsatser

Vapeninducerad brand är ett relativt outforskat område. En orsak till detta kan vara att det i regel är svårt att, vid tester, göra relevanta mätningar. Varje situation kan i sig studeras och beskrivas kvalitativt. Antändning är svårt att förutsäga men formerna är relativt välkända. Det finns också välkända tumregler; det är väl känt att man svårigen antänder en träbalk men om man finfördelar träet antänds det lätt, detsamma är sant för exempelvis dieselolja som ju är svårt att antända med en tändsticka men som lätt antänds i sprayform vilket kan bli effekten då en tank träffas av en stridsdel.

För att räkna på effekterna av en redan uppkommen brand finns ett flertal relativt bra modeller. Vi kan till exempel med god precision beräkna temperatur, gasspridning och värmestrålning från en brand. Hur detta fungerar för militära plattformar är inte känd, men det finns en del svårigheter som inte finns i andra fall.

Det område som är i stort behov av utveckling är alltså antändning som en del av vapenverkan. Möjligheten att modellera/beräkna sådant förlopp är svårt även kvalitativt. Som framgått av ovanstående blir ofta svaret "kanske", "möjligen" och liknande. Den exakta designen på stridsdelen/ammunitionen kan spela roll, effekterna av efterförbränning av detonations/förbränningsgaser från en större stridsdel inverkar liksom mängd och typ av eventuella rester från raketbränsle.

Temperaturerna i de brandsatser som ofta används i militära sammanhang (även i finkaliber ned till 7.62 mm) når normalt 2000-2500°C, men eftersom exponeringstiden (brinntiden) är så försvinnande liten är det inte säkert att något annat är de mest lättantändliga substanser börjar brinna av en sådan exponering. Här finns emellertid behov av testmetoder.

## Bilaga 2 - Kommentarer till spel Missionsanpassat skydd: Ammunitionsinitiering

NATO har definierat IM (Insensitive Munition) såsom: ammunition som tillförlitligt uppfyller prestanda, stridsberedskap och operationella krav, men som minimerar sannolikheten för oönskad initiering och därpå följande skada på vapenplattformar, logistiksystem och personal om de utsätts för oavsiktlig stimuli<sup>19</sup>.

Enklare förklarar är IM ammunition som brinner då den utsätts för snabb eller långsam upphettning, träffas av en kula eller ett splitter samt ej detonerar då den utsätts för RSV-stråle eller om intilliggande ammunition exploderar.

De samlande dokumenten för provning av lågkänslig ammunition är STANAG 4439. Den innehåller stöd och riktlinjer för provningen medan de olika provningsmetoderna beskrivs i separata STANAG:s. Tabell 7 listar en del av de test, och tillåten respons för IM-klassning, som behandlas i STANAG 4439.

**Tabell 7: Provningsmetoder samt tillåten respons för IM-klassning enligt STANAG 4439.**

<b>Hot</b>	<b>Test</b>	<b>IM-krav</b>
Bränslebrand i lager, magasin, flygplan eller fordon	Brandprov (fast cook-off) STANAG 4240	Ej kraftigare reaktion än brand (Klass V)
Brand i närliggande förråd, magasin eller fordon	Långsam uppvärmning (slow cook-off) STANAG 4382	Ej kraftigare reaktion än brand (Klass V)
Angrepp från vapen med mindre kaliber	Beskjutningsprov (bullet impact) STANAG 4241	Ej kraftigare reaktion än brand (Klass V)
Angrepp från fragmenterande vapen	Beskjutningsprov med fragment (fragment impact) STANAG 4496	Ej kraftigare reaktion än brand (Klass V)
Angrepp från RSV	Beskjutningsprov med RSV STANAG 4526	Ej kraftigare reaktion än explosion (Klass III)
Detonation i lager, magasin, flygplan eller fordon	“Sympathetic detonation” STANAG 4396	Ej kraftigare reaktion än explosion (Klass III)

STANAG 4439 har godkänts av ett flertal NATO länder, dock är IM-kraven något olika mellan de olika länderna. Den svenska IM-policyn är under utredning men inget beslut är ännu taget.

Det finns olika angreppssätt för att uppnå IM-egenskaper hos ammunition. Dels kan själva explosivämnet i sig vara lågkänsligt, dels kan man designa tekniska lösningar (exempelvis tryck- och/eller temperaturavlastning hos hylsorna) eller utforma olika skydd för ammunitionen vid lagring, transport och hantering (hur ammunitionen packas, materialval i emballage osv.). Oftast krävs en kombination av dessa åtgärder för att uppnå full IM-klassning av ammunitionen.

Det kan också vara aktuellt att titta på hur och var ammunitionen lagras i stridsfordonet. Kan den ligga åtskilt från personal, hur packas ammunitionen och kan någon form av temperatur- (släcksystem) eller tryckavlastning (ventilering) integreras i stridsfordonet?

<sup>19</sup> *Policy for Introduction, Assessment and Testing for Insensitive Munitions (MURAT)*, STANAG 4439, 1998, NATO.



## Bilaga 3 - Exempel på möjlig sammanställningstabell

I Tabell 8 visas ett exempel på hur en tabell över tillgängliga fordon och uppsatta skyddskrav respektive andra krav/önskemål kan konstrueras. I detta fall har de olika situationerna (motsvarande de situationer som spelats inom projektet) som beskriver skyddsegenskaperna även getts en viktning eller inbördes rangordning. Situation A, med värdet 10, kan antas inträffa 5 gången oftare än situation D, med värdet 2, och därför vara viktigare att klara av. I värderingen av de olika situationerna måste man även ta hänsyn till konsekvenserna av att inte klara av hotet dvs. leder det bara till materiella eller även personella skador/förluster?

Jämförelsen mellan de olika fordonstyperna kan antingen ske genom att helt enkelt räkna hur många egenskaper som uppfylls. Vill man även ta hänsyn till den inbördes rangordningen mellan olika egenskaper kan man ge poäng enligt ovan för de egenskaper som uppfylls. Vissa förmågor/egenskaper kan även ges ett tvingande krav. Om man behöver förmågan att vara flygtransportabel så utesluts alla fordonstyper som inte klarar av det, oavsett hur bra de är inom andra områden. Liknande tabeller kan framställas för t.ex. olika varianter av bostadscontainrar till en camp, olika fartygstyper och så vidare.

**Tabell 8: Exempel på (delar av) sammanställningstabell för markfordon.**

Fordonstyp	Skyddsegenskaper					Transporterbarhet			Förmågor				Kravuppfyllnad	
	Situation A [10]	Situation B [8]	Situation C [3]	Situation D [2]	Situation E [5]	Flygtransportabel	Lämplig att köra landsväg	Förstör inte svaga vägar	Terrängframkomlighet	Personaltransport	”Kraftig” beväpning	Gräva diken	Antal uppfyllda krav	Viktad poängbedömning (skydd)
Personterrängbil i grundutförande	X					X	X	X	X	X			6	10
Personterrängbil +skydd A	X		X			X	X	X	X	X			7	13
Personterrängbil + skydd B	X	X				X	X	X	X	X			7	18
Personterrängbil + skydd C	X	X		X		X	X	X	X	X			8	20
Pansarterrängbil i grundutförande	X	X			X	X	X	X	X	X			8	23
Pansarterrängbil + skydd A+B	X	X	X		X		X			X			6	26
Pansarterrängbil + skydd C	X	X		X	X	X	X	X		X			8	28
Stridsfordon i grundutförande	X	X			X	X			X	X	X		7	23
Stridsfordon + skydd F	X	X		X	X					X	X		6	25
Stridsfordon + skydd G	X	X	X	X	X				X	X	X		7	28
Stridsvagn	X	X	X	X	X				X		X		7	28
Drivmedelsfordon	X					X	X		X				4	10
Grävmaskin									X			X	2	0
Grävmaskin med splitterskydd	X		X						X			X	4	13

## Bilaga 4 - Medarbetare

I Tabell 9 listas de personer som har deltagit i projektet under speldagarna och som underlagslämnare till föreliggande rapport.

**Tabell 9: Projektdeltagare**

Namn	FOI avdelning	Huvudsakligt verksamhetsområde (inom projektet)
Mats Hartmann	Vapen och skydd	Projektledare, verkansvärdering, slutrapportsredaktör
Staffan Harling	Vapen och skydd	Verkansvärdering, verkan på människa, val av situationer
John Ottosson	Vapen och skydd	Ballistiska skydd, sensoraktiverade skydd, vapenprestanda
Bo Johansson	Vapen och skydd	Minskydd, minhot
Andreas Tyrberg	Vapen och skydd	IED, verkan på människa, verkansvärdering
Ewa Lidén	Vapen och skydd	Ballistiska skydd
Jörgen Carlsson	Vapen och skydd	Brand
Ulrika Jönsson	Vapen och skydd	Löpande speldokumentation
Marita Wahnatalo	Vapen och skydd	Låγκänslig ammunition (IM)
Martin Nilsson	Vapen och skydd	Materialteknik
Claes Nelsson	Sensorteknik	IR-system
Lars Bohman	Sensorteknik	Sensorer allmänt
Jonas Rahm	Sensorteknik	Radar
Lage Svensson	Sensorteknik	Taktiskt uppträdande
Camilla Andersson	Försvarsanalys	Spel, scenario
Eva Andersson	Försvarsanalys	Spel, scenario, sammanfattande anteckningar
Erik Nordstrand	Försvarsanalys	Spel, scenario, spelledare
Per Brämning	Systemteknik (Vapen och skydd from oktober 2006)	Värderingar på systemnivå
Maj-Britt Hansson	Systemteknik (Vapen och skydd from oktober 2006)	Luftvärnssimuleringar