



Metodik för verkansvärdering

Sammanfattande slutrapport för åren 2008-2010

MATS HARTMANN, PERNILLA MAGNUSSON

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



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
Försvars- och säkerhetssystem
Grindsjöns forskningscentrum
164 90 Stockholm

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

www.foi.se

FOI-R--3089--SE Användarrapport
ISSN 1650-1942 December 2010

Försvars- och säkerhetssystem

Mats Hartmann, Pernilla Magnusson

Metodik för verkansvärdering

Sammanfattande slutrapport för åren 2008-2010

Titel	Metodik för verkansvärdering Sammanfattande slutrapport för åren 2008-2010
Title	Methodology for vulnerability and lethality assessments - Summarizing final report 2008-2010
Rapportnr/Report no	FOI-R--3089--SE
Rapporttyp Report Type	Användarrapport / User report
Sidor/Pages	40 p
Månad/Month	December / December
Utgivningsår/Year	2010
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	Försvarmakten
Projektnr/Project no	E20523
Godkänd av/Approved by	Magnus Oskarsson

FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut	FOI, Swedish Defence Research Agency
Avdelningen för Förvars- och säkerhetssystem	Defence & Security, Systems and Technology
Grindsjöns forskningscentrum	
164 90 Stockholm	SE-164 90 Stockholm

Sammanfattning

Denna rapport sammanfattar de verksamheter som genomförts inom ramen för projektet ”Metodik för verkansvärdering” under åren 2008-2010.

Projektet har arbetat inom ett brett område med frågeställningar som relaterar till hur man kan och bör genomföra värderingar av olika typer, verkans-, sårbarhets- och riskvärderingar samt till att skapa underlag och modeller till dessa ändamål. Vidare har mycket arbete fokuserats på att skapa underlag och experimentella förutsättningar för att bedöma vilka ammunitionstyper som utgör hot mot svensk trupp utomlands och hur teknisk prestanda hos sådan ammunition ska kunna bestämmas.

Löpande under åren har ett antal värderingsmetodikbeskrivningar presenterats. Genom att arbeta på ett likartat sätt vid värderingar blir det lättare att jämföra resultat mellan olika värderingar och de som genomför värderingarna bygger upp en erfarenhet av arbetet. I denna erfarenhet ligger även en värdefull kunskap om vilka områden som är svårare än andra, vilket kan ge ett bra underlag för kommande forskningsinsatser.

Utöver metodikbeskrivningarna har projektet även arbetat med underlagsframtagning till värderingar, i form av litteraturstudier, experimentella studier och modellutveckling. Som exempel på verksamheter kan initiering av medförd ammunition genom beskjutning, skadekriterier för komponenter och människans sårbarhet nämnas.

För att skapa ett bättre underlag om teknisk prestanda och kunna värdera såväl egna som fientliga hot- och skyddssystem mot varandra har en försöksmetodik utvecklats. Metodiken inkluderar dels en försöksutrustning för att i detalj bestämma projektilens hastighet och attityd i samband med anslag, dels ett datahanteringssystem där man med kvalificerade statistiska metoder kan bestämma t.ex. sannolikheten för genomslag av en viss skyddskomponent då man ligger nära gränshastigheten.

Inom ramen för hotbedömningsdelen av projektet har även utbildningsinsatser för utlandsstyrkan samt löpande kunskapsavtappning till Försvarmakten och FMV genomförts.

Det tydligaste resultatet av projektets verksamhet är att FOI, genom den kompetens som utvecklas inom projektet, har haft möjlighet att stödja både Försvarmakten och FMV med värderingar. Små konceptstudier har kunnat genomföras inom ramen för projektet och mer omfattande som egna projekt.

Nyckelord: värdering, prestanda, verkan, sårbarhet, risk, AVAL, SWERISK, ammunition, hot, databas, finkaliber, initiering, sårballistik, skadekriterier

Summary

This report summarizes the activities of the project "Metodik för verkansvärdering" (Methodology for vulnerability and lethality assessments) for the years 2008-2010 and some of the results. The project has been working in a broad field of tasks related to how one can and should perform assessments of different types, lethality, vulnerability and risk, and how to find and define base data and models for this. In addition to this, a lot of work has also been focused on creating base data and experimental equipment for assessments of what type of ammunition that can be considered as a threat to Swedish soldiers in international service and the technical performance of these ammunition types.

Focus of the project has been on the interaction between an ammunition and the target (or part of a target). Despite this it is sometimes necessary to also include related areas, e.g. hit probability which might be dependent on a sensor's ability to detect and measure the target.

A number of methodology descriptions have been presented during the three years. By defining a methodology and perform assessments in accordance it will be easier to compare results between different assessments and the people performing the assessments will build their experience of this kind of work. Within this experience it will also be possible to find areas which are difficult and thus may need further research activities.

In addition to the methodology description a lot of work has been devoted to base data extraction to assessments, via literature reviews, experimental studies and model developments. Examples of activities are; initiation of stored ammunition, damage criteria for components and human vulnerability.

In order to create a better base data set for technical performance of threat ammunitions an experimental facility for small arms ammunitions testing is being built. At the moment a number of test shots have been fired and the system appears to work as intended, however the facility needs to be calibrated.

Within the framework of threat assessment of the project a number of education opportunities have been presented for Swedish soldiers going abroad as well as continuous knowledge transfer to the Swedish Armed Forces and the Defence Material Administration (FMV).

The most evident result of this project is that FOI, based upon the competence that has been build up in the project, has been able to support both Swedish Armed Forces and FMV with actual assessments. Minor conceptual studies have been performed as part of the project, while more time consuming studies have been separate projects.

Keywords: assessment, performance, lethality, vulnerability, risk, AVAL, SWERISK, ammunition, threat, data base, small arms, initiation, wound ballistics, damage criterion

Innehållsförteckning

1	Projektbeskrivning	8
1.1	Hotdatasammanställning	8
1.2	Metodikarbete	9
1.3	Underlagsframtagning och modellbeskrivning.....	9
2	Sammanfattning av resultat och slutsatser	10
3	Den nationella och internationella utvecklingen av området	11
3.1	Hotdatasammanställning	11
3.2	Värderingsmetodik	11
3.3	Underlag och modeller för värdering	11
4	Projektmål och frågeställningar	12
5	Behandlade frågeställningar och annan verksamhet inom projektet	13
5.1	Hotdatabas.....	13
5.1.1	Försöksanläggning för finkaliberammunition	13
5.1.2	Tillgång till hotammunition	15
5.1.3	Databasen.....	15
5.2	Prestanda hos egen ammunition	15
5.3	Metodikbeskrivningar	15
5.3.1	Vapenprestanda.....	15
5.3.2	Sårbarhetsvärdering camper	16
5.3.3	Riskbedömning	17
5.3.4	Handbok värdering.....	18
5.4	Människans sårbarhet.....	19
5.4.1	Litteraturstudie om modeller för värdering av verkan på människan.....	19
5.4.2	Studie om risk för nackskador vid ballistiska islag i hjälm – Finita element analys som metod för värdering av människans sårbarhet.....	20
5.4.3	Återtagande av kunskap för verkansvärdering i mjuka mål.....	20
5.5	Skadekriterier för komponenter.....	21
5.6	Initiering av ammunition	23
5.7	Underlagsframtagning för övningssystem	25
5.8	Verktysutveckling	27
5.8.1	SWERISK	27
5.8.2	Modellutveckling för t.ex. AVAL	28

5.9	FMV:s och SSS:s arbete inom ramen för stryktålighet örlogsfartyg	28
5.10	Konferensdeltagande	29
5.10.1	PASS - Personal Armour System Symposium	29
5.10.2	ESW - European Survivability Workshop	29
5.10.3	Specialist meeting on weapon/target interaction tools for use in tri-service applications	29
6	Nytta och effekter för Försvarsmakten	31
6.1	Annan verksamhet som är direkt beroende av projektets grundkompetenser	31
6.1.1	Hottrappa/hotbedömning	31
6.1.2	Värderingar av vapenverkan/effektivitet	31
6.1.3	Värdering av sårbarhet/överlevnadsförmåga	33
6.2	Verksamheter åt andra uppdragsgivare som även ger nytta till Försvarsmakten	34
6.3	Annan verksamhet nödvändig för projektet	35
6.3.1	AVAL förvaltningsuppdrag	35
7	Kunskapsspridning	36
8	Fortsättning	37
9	Referenser	38

1 Projektbeskrivning

Värdering av verkanseffekt, sårbarhet och risk utgör en central del av bedömningsarbetet inför beslut om användning av ett vapensystem, en plattform, en skyddsstruktur etc. Genom detaljerad kännedom om vapnets eller skyddets möjligheter men också alla dess begränsningar kan man anpassa såväl vapeninsatsen som sitt eget uppträdande och risktagande på bästa sätt i förhållande till aktuell situation.

För att kunna utföra en så objektiv värdering som möjligt krävs välutvecklade värderingsverktyg och arbetsmetoder men framför allt detaljerad kunskap om uppbyggnad och funktion hos de system, plattformar eller komponenter som ska värderas. Projektet "metodik för verkansvärdering" har till uppgift att säkerställa att verktyg och metoder finns tillgängliga och utvecklas samt att man tar fram detaljkunskap inom vissa specifika områden. Projektet har varit verksamt under 2008-2010 och rapporten sammanfattar de verksamheter som genomförts under denna tidsperiod.

Projektet har arbetat inom ett brett område med frågeställningar som relaterar till hur man kan och bör genomföra värderingar av olika typer av verkans-, sårbarhets- och riskvärderingar samt till att skapa underlag och modeller för dessa ändamål. Vidare har mycket arbete fokuserats på att ta fram underlag och experimentella förutsättningar för att bedöma vilka ammunitionstyper som t.ex. utgör hot mot svenska förband utomlands och hur teknisk prestanda hos sådan ammunition ska kunna bestämmas.

Utöver direkt framtagen kunskap om värderingsmetoder och tekniker samt t.ex. prestanda hos hotammunition, är en mycket viktig projekteffekt att man säkerställer tillgången på personal med relevant teknik- och värderingskunskap och därmed möjligheten att göra specifika värderingar av olika system, plattformar etc. Flera sådana värderingar har genomförts under projektperioden, i huvudsak som enskilda projekt. För att tydliggöra nyttan med projektet "Metodik för verkansvärdering" sammanfattas därför även några av dessa projekt i kapitel 6.1.

Fokus för projektet ligger på interaktionen mellan ammunition och mål (eller del av ett mål). Dock måste även omkringliggande verksamhetsområden ibland inkluderas, t.ex. träffsannolikhet som kan vara beroende av en sensors möjlighet att detektera och mäta in ett mål.

1.1 Hotdatasammanställning

Att känna teknisk prestanda hos stridsdelar som kan tänkas utgöra ett hot mot svensk trupp är viktigt. En anledning är att det möjliggör skapandet av en så kallad "hottrappa". Ur en hottrappa kan lämplig skyddsnivå väljas, vilken kan användas som kravspecifikation såväl för nya plattformar som för justering av befintlig materiel för att anpassa denna till en aktuell hotmiljö.

Hotdatabasen är tänkt att sammanställa experimentellt framtagna och teoretiskt/statistiskt utvärderade prestandadata för en mängd olika ammunitionssorter.

Det är av största betydelse att den information databasen innehåller kan behållas under lång tid då det är vanligt att olika ammunitionssorter används på olika platser i världen under många årtionden, varför risken att informationen blir inaktuell är liten.

Lika viktigt är det att regelbundet tillföra ny information om de ammunitionssorter som påträffas och som kan införskaffas för testning. Även information som har tagits fram av andra organisationer ska kunna införas i databasen när så är möjligt. Vid genomförande av experiment för att testa till exempel finkalibrig ammunition måste stor vikt läggas vid faktorer såsom korrekt identifiering av ammunition och målmaterial, kvalitet på mätresultat samt att säkerställa att projektilens snedställningsvinkel inte är för stor vid anslaget.

1.2 Metodikarbete

Ett mål med projektet har varit att utveckla förmågan att värdera vapenverkan i olika sorters mål. Ett sätt att utveckla värderingsförmågan är genom att tydliggöra metod och metodik. Metod kan definieras som ”ett planmässigt tillvägagångssätt för att uppnå ett visst resultat” och metodik som ”uppsättning metoder inom ett visst område”. Projektet har arbetat både med beskrivningar av metoder och av metodik.

Nyttan med de framtagna beskrivningarna är att de värderingar som genomförs kan bli mer likformiga, de kan gå fortare och bör därmed kunna ske till en lägre kostnad. Likformiga värderingar och redovisningsmetoder bidrar även till att beställarens hantering och tolkning av resultatet underlättas.

Under projektets gång har tankar om en ”Handbok värdering” vuxit fram. En sådan handbok, innehållande t.ex. definitioner och metodbeskrivningar, kan vara till stor hjälp för att både genomföra värderingar och för att förstå möjligheterna och begränsningar med de typer av värderingar som hanteras.

1.3 Underlagsframtagning och modellbeskrivning

För att genomföra verkans-, sårbarhets-, eller riskvärderingar krävs utöver kännedom om teknisk prestanda hos ammunition en god kännedom om målet som bekämpas. För att kunna bedöma om ett mål slås ut vid en bekämpning måste man bland annat kunna avgöra om träffade delar eller komponenter upphör att fungera eller inte, om ett fartyg börjar läcka in vatten, om medförd ammunition initieras eller inte. Särskild hänsyn måste tas till människor i systemet, oavsett om det är en av många på ett fartyg eller om det är den enskilde avsuttne soldaten. Vad som avses med utslagning av ett mål kan variera från fall till fall bland annat beroende på taktisk situation, därför bör värderingsresultaten beskriva funktionsbortfall hos målet som i sin tur kan tolkas för det aktuella bekämpningsfallet.

Projektet har haft till syfte att samla och skapa information som kan användas till att bedöma målets respons av bekämpningen.

I vissa fall måste även beräkningsmodeller skapas för att hantera olika fenomen, på ett tillräckligt övergripande sätt för att vara användbara och samtidigt tillräckligt noggranna för att ge relevanta resultat. Även detta faller inom projektets ram.

2 Sammanfattning av resultat och slutsatser

Löpande under åren har ett antal värderingsmetodikbeskrivningar presenterats. Genom att arbeta på ett likartat sätt vid värderingar blir det lättare att jämföra resultat mellan dem och de som genomför värderingarna bygger upp en erfarenhet av arbetet. I denna erfarenhet ligger även en värdefull kunskap om vilka områden som är svårare än andra, vilket kan ge ett bra underlag för kommande forskningsinsatser. En av de framtagna metodikbeskrivningarna visar på hur man kan utnyttja värderingsverktyget AVAL^{*} för att skapa indata till PTM[†] och övningssystemet BT46. Genom ett sådant arbete kan man koppla samman mer detaljerade verktyg med övningssystem och få nytta av forskningen ända ut i övningsverksamheten. Givetvis ska värderingsverktyg även användas vid anskaffning och modifiering av materiel [1].

Utöver metodikbeskrivningarna har projektet även arbetat med underlagsframtagning till värderingar, i form av litteraturstudier, experimentella studier och modellutveckling. Resultaten av dessa har rapporterats då verksamheten kommit tillräckligt långt. Som exempel på områden inom vilka arbete genomförts kan nämnas; initiering av medförd ammunition genom beskjutning, skadekriterier för komponenter och människans sårbarhet.

Arbetet med att skapa underlag till värderingar har givit ett bättre underlag, framförallt via litteraturstudien av människans sårbarhet och initiering av ammunition. Dock är detta två mycket svåra områden varför verksamheten måste fortsätta. Detsamma gäller skadekriterier för komponenter, där del av verksamheten kvalitetsgranskats via resultatpubliceringen i Journal of Battlefield Technology.

För kunna värdera såväl egna som fiendliga hot- och skyddssystem mot varandra pågår utveckling av en kvalificerad försöksmetodik. Metodiken inkluderar, dels en försöksutrustning för att i detalj studera interaktionen mellan olika typer av finkaliberprojektiler samt splittersimulatorer och olika typer av mål, dels ett datahanteringssystem där man med statistiska metoder kan bestämma t.ex. sannolikheten för genomslag av en viss skyddskomponent då man ligger nära genomslagshastigheten. I dagsläget har några skjutserier påbörjats men det återstår viss kalibrering innan utrustningen kan nyttjas fullt ut.

Hotdatasammanställningen har visat sig värdefull i stödet till FM och FMV. Att samla teknisk prestanda för hotammunition och bedöma vilken hotmiljö (ammunitionsblandning och motståndartaktik) man troligen möter vid en konflikt är viktigt både inför materielanskaffning och vid modifieringar av befintlig materiel.

Inom ramen för hotbedömningsdelen av projektet har även utbildningsinsatser för utlandsstyrkan samt löpande kunskapsavtappning till FM och FMV genomförts.

Det kanske tydligaste resultatet av projektets verksamhet är att FOI, genom den kompetens som utvecklas inom projektet, har haft möjlighet att stödja både FM och FMV med värderingar. Små konceptstudier har kunnat genomföras inom ramen för projektet och mer omfattande som egna projekt.

^{*} AVAL - Assessment of Vulnerability And Lethality, ett svenskutvecklat verktyg för värdering av vapens verkan i olika typer av mål och målens förmåga att motstå vapenverkan. Programmet ägs av Försvarmakten och förvaltas av FOI på uppdrag av Försvarmakten. AVAL är utsett till att vara förstahandsvalet av värderingsverktyg [1] inom Försvarmakten, FMV och FOI för detta ändamål.

[†] PTM är ett stödprogram som definierar indata till övningssystemet BT46.

3 Den nationella och internationella utvecklingen av området

3.1 Hotdatasammanställning

Inom Sverige ligger ansvaret för att bedöma och sammanställa hotdata på myndighetsnivå. FOI, Försvarsmakten och FMV samarbetar om detta, med lite olika fokus. FOI:s del i detta, kopplat till projektet, är att utvärdera tekniska prestanda hos olika typer av hotammunition.

Internationellt pågår liknande verksamhet i många länder. Resultaten är normalt endast tillgängliga inom respektive land. Stridsskadeanalyser är en viktig informationskälla, vars resultat normalt sett är hemliga.

3.2 Värderingsmetodik

Inom Sverige är det huvudsakligen FOI som arbetar med metodikutvärdering av detta slag. På FMV har man tidigare genomfört arbete inom detta område och är nu på väg att åter beskriva metodik, nu fokuserat på stryktålighet hos fartyg. I FMV:s arbete kommer även FOI vara involverade så att samstämmighet mellan verksamheterna uppnås.

Svensk industri genomför värderingar av egenutvecklad materiel. Troligtvis har de delvis utvecklat interna arbetssätt. En viss insyn i detta ges genom projektmedarbetarnas deltagande i International AVAL User Group.

Även internationellt arbetas det med att förbättra hur värderingar genomförs. Detta redovisas dock oftast endast fragmentariskt vid konferenser, men inom ramen för European Survivability Workshop presenteras ibland metodikbeskrivningar och i vissa fall finns det till och med önskemål om nationsövergripande ansatser.

3.3 Underlag och modeller för värdering

I Sverige måste alla som beskriver ett mål för en värderingsmodell ansätta data för olika ingående fenomen enligt bästa förmåga. I ett fåtal fall finns lämpliga modeller eller experimentella data för detta. FOI försöker, baserat på experimentella data, skapa bättre underlag och modeller.

Det finns ett internationellt intresse av bland annat människans sårbarhet, ett område där FOI eftersträvar samverkan med Nederländerna och Kanada, samt för skadekriterier för komponenter där resultatdiskussioner sker med bland annat Sydkorea. Även här är sekretess ett hinder för spridande av information, så samarbeten måste troligen baseras på generiska komponenter som t.ex. det relä projektet studerat och modell- eller metodbeskrivningar.

4 Projektmål och frågeställningar

Tabell 1 och Tabell 2 redovisar de projektmål (PM) och frågeställningar (FS) som i projektplanen beskrivs med löpande text. I beskrivningen av behandlade frågeställningar i kapitel 5 redovisas även vilket eller vilka projektmål och ursprungliga frågeställningar verksamheten kopplar till.

Tabell 1: Projektmål.

Projektmål	Beskrivning
(PM 1)	Projektet har som målsättning att ta fram metodbeskrivningar för verkans- och sårbarhetsvärderingar.
(PM 2)	För att förbättra möjligheterna att genomföra värderingar tas, om möjligt, en ny modell för tryckberäkningar och annat nödvändigt underlag fram, som t.ex. utslagskriterier för komponenter och initieringskriterier för lagrad ammunition.
(PM 3)	Under projektets livslängd ska dessutom en databas med tekniska prestanda hos relevanta hotstridsdelar skapas och vidmakthållas.
(PM 4)	För att välja relevanta stridsdelar till hotdatabasen krävs ett nära samarbete med bland annat Swedec, FMV TUnd och MUST.
(PM 5)	Försöksutrustning och försöksmetodik anpassas så att kvaliteten på genomförda teknisk- prestandaundersökningar passar ändamålet.

Tabell 2: Frågeställningar.

Frågeställning	Beskrivning
(FS 1)	Hur ska man värdera vapensystems verkan i olika mål?
(FS 2)	Vilken funktionsförändring inträder hos ett mål som utsätts för en viss typ av vapenverkan?
(FS 3)	Vilka vapen/ammunitionssorter/typiska IED-utformningar kan tänkas utgöra hot mot svensk personal och materiel och vilka tekniska prestanda har dessa?

5 Behandlade frågeställningar och annan verksamhet inom projektet

5.1 Hotdatabas

Verksamheten kopplar till (PM 3) och (FS 3).

Att känna teknisk prestanda hos stridsdelar som kan utgöra ett hot mot svensk trupp är viktigt. En är att det möjliggör skapandet av en så kallad "hottrappa". Ur en hottrappa kan lämplig skyddsnivå väljas, vilken kan användas som kravspecifikation såväl för nya plattformar som för justeringar av befintlig materiel för att anpassa denna till den aktuella hotmiljön.

För att på bästa sätt kunna stötta Försvarmakten och FMV med hotbedömningar och teknisk prestanda hos olika typer av hotammunitiön skapas och vidmakthålls en hotdatabas. Hotdatabasen är planerad att kontinuerligt utökas med data och redovisas årligen. Årets hotdatabasredovisning återfinns i [2] som är en uppdaterad version av 2008 års databas [3]. Enligt plan skulle en uppdatering ha levererats även under 2009, men på grund av problem med försöksanläggningen ändrades den leveransen till att bli en statusbeskrivning av försöksanläggningen [4].

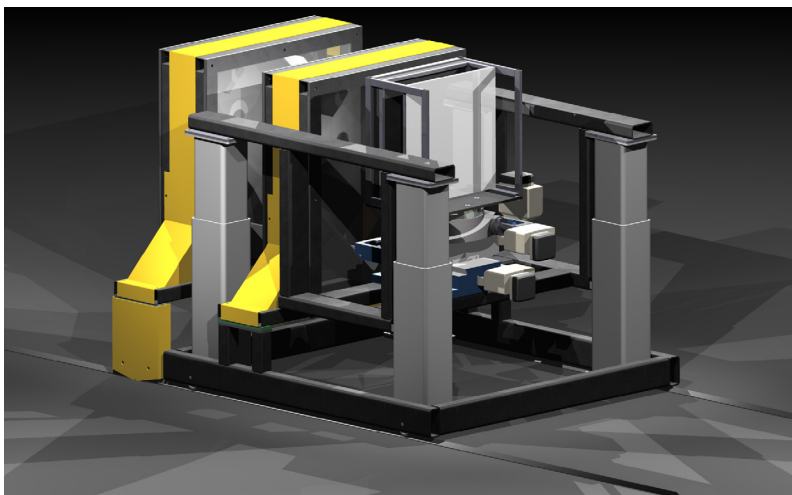
Databasen ska bestå av detaljerad teknisk prestandabeskrivningar för ammunitionssorter som kan utgöra ett hot mot svensk trupp, både i internationell tjänst och i det territoriella försvaret. För att samla den här typen av information krävs väl genomförda experiment med bra instrumentering så att alla väsentliga parametrar kan mätas med tillräckligt hög noggrannhet. Dessutom krävs att projektet samarbetar med andra projekt som karaktäriserar stridsdelar av andra anledningar och försöker påverka försöken så att resultaten även är tillämpbara till detta ändamål.

Genom att ha tillgång till väldokumenterad prestanda hos olika ammunitionssorter som kan tänkas utgöra ett hot mot svensk trupp och materiel ges Försvarmakten och FMV en möjlighet att bedöma risker för förluster vid internationella insatser. Dessutom kan samma data ge ett bättre underlag vid kravställning av ny eller modifierad materiel, med hänsyn till det ballistiska skyddet.

5.1.1 Försöksanläggning för finkaliberammunitiön

Verksamheten kopplar till (PM 5).

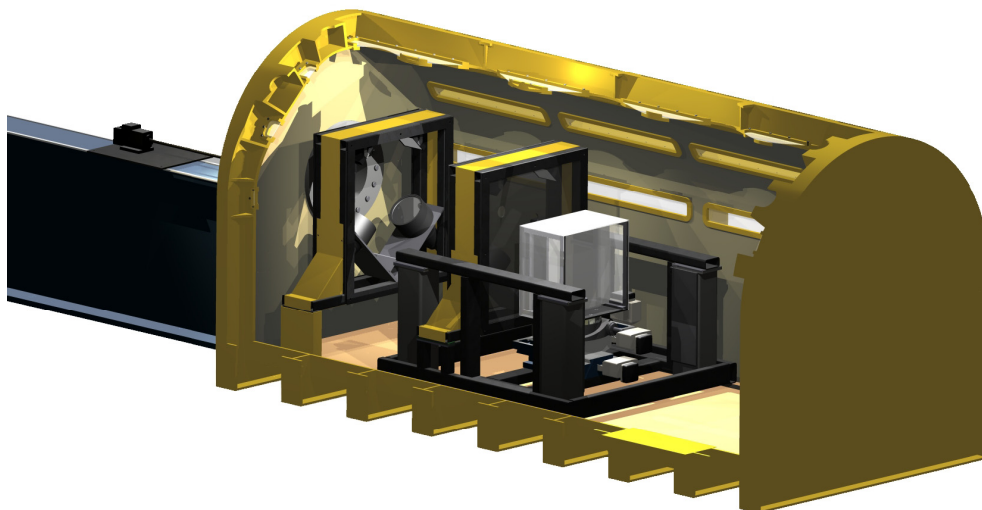
Projektet har arbetat med en försöksanläggning för att kunna genomföra högkvalitativa karakteriseringar av bland annat finkaliberammunitiön och målmateriel/måltyper. Den grundläggande designen har redovisats tidigare [5], då förhoppningen fortfarande var att en befintlig triggutrustning skulle kunna återanvändas. Figur 1 redovisar den del av anläggningen som är placerad inuti måltanken.



Figur 1: Illustration av del av finkaliberanläggningen. Ramarna i vilka kamerorna sitter monterade är gula.

Grundfunktionen hos anläggningen är att den via två laserridåer som bryts av den passerande projektilen ska beräkna vid vilka tidpunkter de två kameraparen ska ta sina bilder så att projektilen hamnar mitt i bilden. Ur bilderna ska sedan projektilens snedställning kunna analyseras. De två kameraparen består vardera av två kameror som är monterade vinkelrätt mot varandra samt två blixtrar som ger en skuggavbildning av projektilen.

Under 2009 visade sig att det var nödvändigt att bygga ett nytt triggsystem. Systemet designades och delarna monterades men det kvarstod trots detta flera problem, där det mest kritiska var att projektilen lätt missade en av de två laserridåerna. Under 2010 har designen ändrats och nu förefaller systemet som helhet fungera [2]. Figur 2 illustrerar hela systemet, dock syns inte det rör som fäster laserridåerna på tankens framsida.



Figur 2: Skiss av anläggningen monterad i tanken samt vapenfästet placerat på den blå balken framför tanken.

Utvärderingsmetoden för bildanalysen är klar men behöver automatiseras ytterligare för att det ska gå snabbt och lätt att skjuta försöksserier med många skott. Utdata från det automatiserade systemet ska anpassas för att det ska var lätt att addera mer information till hotdatabasen.

Det bör poängteras att även andra typer av ammunition eller stridsdelar kan utgöra hot mot svensk trupp utomlands. Ansvar för experimentella försöksanläggningar för RSV (riktad sprängverkan), EFP (projektilbildande RSV) och splitter faller dock under andra projekt.

5.1.2 Tillgång till hotammunition

Det bör noteras och poängteras att det kan vara svårt och dyrt att anskaffa hotammunition, varför vissa sorter som anses vara ett hot inte kan finnas med. Vilka sorter som anses utgöra ett hot mot svensk trupp på olika platser i världen bedöms efter fynd av utlandsstyrkorna samt av FOI, Forsvarsmakten och FMV.

5.1.3 Databasen

Verksamheten kopplar till (PM 3).

Med hjälp av en sammanställning av olika ammunitionssorters prestanda i olika (skydds)material eller (skydds)konstruktioner bör det bli lättare att välja lämpliga skyddsnivåer för materiel. Det bör även bli mycket lättare att föreslå materielförändringar baserade på akuta behov från t.ex. utlandsstyrkan.

Datamängden i hotdatabasen [2] har tyvärr inte nått den nivå som initialt eftersträvades. Detta beror huvudsakligen på problemen med att färdigställa och driftsätta försöksanläggningen för finkaliberammunition, se kapitel 5.1.1.

Dock har en liten mängd prestandadata från andra källor tillförts, varför databasen nu är hemlig. Vidare har även viss ballistisk data tillförts så att det ska vara lättare att relatera en viss hastighet hos en projektil till ett skjutavstånd givet att man vet eller kan göra ett antagande om vilket vapen som används.

5.2 Prestanda hos egen ammunition

Då stora delar av projektets resurser läggs på att möjliggöra prestandakarakterisering av hotammunition bör samtidigt nämnas att samma försöksutrustningar och utvärderingsverktyg även kan användas för prestandabestämning hos egen ammunition. En liten del av en sådan verksamhet nämns även i kapitel 5.4.3.

Prestandadata för egen ammunition är viktig för att kunna värdera egna vapens verkan i fientliga mål samt för att kunna genomföra analyser för risk för oavsiktlig skada i samband med vapeninsatser. I kapitel 6 beskrivs flera verksamheter som är helt beroende av data för egen ammunition.

5.3 Metodikbeskrivningar

5.3.1 Vapenprestanda

Verksamheten kopplar till (PM 1).

Inte sällan finns behov av att värdera vapens prestanda, verkan och effektivitet i olika mål [6]. Dessa behov blir allt vanligare då Sverige finns med på internationella uppdrag runt om i världen och ständigt utsätts för hot av olika slag som kan behöva bekämpas, samtidigt som omgivningen måste skonas. Med värdering av vapen menas här en systemprestandabedömning av vapnets förmåga att bekämpa sitt mål (uppnå en förutbestämd funktionsförändring hos målet). För att göra detta minskas noggrannheten i detaljer, som t.ex. bedömningen av hur vapnets eventuella sensorer fungerar i detalj på samma sätt som beräkningen av hur en penetrator tar sig igenom ett pansar hanteras förenklat, till fördel för den sammanvägda funktionen hos vapnet eller vapenplattformen.

Noggranna bedömningar av t.ex. sensorprestanda och stridsdelsprestanda utgör därmed ett viktigt underlag till värderingsarbetet.

Den föreslagna metodiken [6] beskriver ett arbetssätt för hur man kan gå till väga för att värdera prestanda hos både direktriktade och indirekt riktade vapen. Metodiken grundas på exempel på utförda värderingar där arbetssättet nyttjats och ger därmed stöd för att den fungerar på verkliga fall. Alla arbetsmoment från planeringsstadiet till resultatanalysen finns beskrivna inklusive förslag på var man kan hitta data för t.ex. spridningar av olika slag. Metodiken kan appliceras både på kända vapen som har beskrivningar avsedda för simuleringsverktyget och även på nyare och mindre kända vapen som saknar beskrivning.

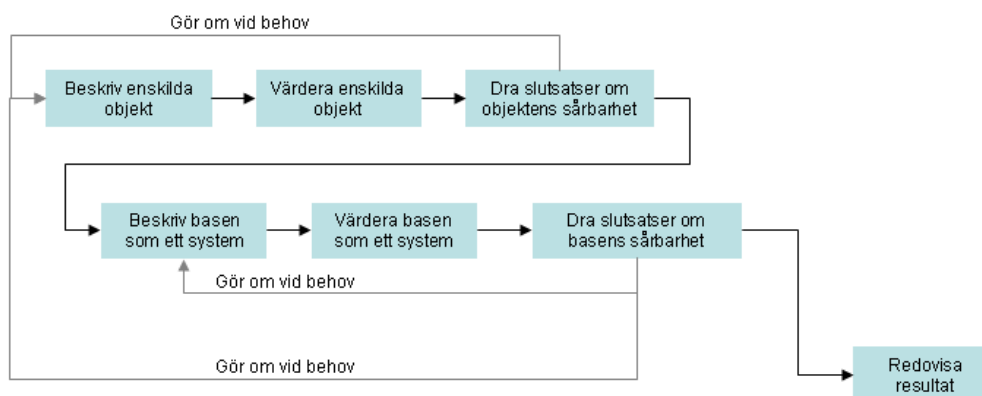
Metodikbeskrivningen är tänkt att utgöra en vägledning för hur vapenprestandavärderingar genomförs. Den är inte avsedd att i detalj styra arbetet då behoven varierar från fall till fall och arbetssättet därmed måste tillåtas variera. Dock bör de skissade huvudpunkterna vara aktuella i nästan alla värderingsarbeten. Nyttan med en metodikbeskrivning för värdering av vapenprestanda är att genomförda värderingar kan bli enhetligare, snabbare och därmed även billigare.

5.3.2 Sårbarhetsvärdering camper

Verksamheten kopplar till (PM 1).

På många platser i världen bor svensk militär personal i tillfälliga camper, förläggningar eller på uppbyggda baser (kan även kallas läger på svenska och camp på engelska). Det finns därför ett stort behov av att utarbeta metoder för värdering av sårbarheten hos olika typer av förläggningar. Utifrån en sårbarhetsvärdering kan man få stöd vid planering, uppförande eller utbyggnad av området vad avser dess förmåga att motstå vapenverkan från konventionella stridsdelar. Sårbarhetsvärderingens mål är att hitta en lämplig balans mellan önskvärda skyddsåtgärder och förbandets förmåga att vistas inom lägerområdet samt att utföra sitt uppdrag. Man kan se campen som en plattform med olika förmågor [7,8,9].

I den föreslagna och presenterade metodiken [10, 11], se även Figur 3, finns ett arbetssätt beskrivet som anger hur man kan gå tillväga för att värdera sårbarheten hos allt från enstaka objekt till en hel camp, med alla viktiga funktioner representerade. Metodiken har använts i ett exemplifierande fall, Camp Pernilla (se Figur 4), och visat sig fungera som tänkt. Ett antal svårigheter tillkommer vid värdering av camper som ett system jämfört med vid värdering av enstaka plattformar. Dessa tillkommande problem är t.ex. svårigheten att ansätta riktpunkten för angriparens vapen och svårigheten att välja vilka resultat som ska beskrivas. Det är enkelt att räkna antal skadade personer eller objekt av olika slag, men dessa resultat bör även uttryckas i form av truppens möjligheter att genomföra de olika typer av uppdrag de har att genomföra. Beskrivs resultaten på det viset blir campen en del av truppens stödsystem och inte bara ett bostadsområde.



Figur 3: Föreslagen arbetsgång vid sårbarhetsvärdering av camper eller andra sorters baser.



Figur 4: AVAL-beskrivningen av camp Pernilla.

En stor svårighet när man ska värdera en camp är att definiera hotbilden. Oosterhout och Alderliesten [8] definierar hotbilden som (fritt översatt från engelska): ”Allt som minskar den egna militära förmågan är ett hot”. En så vid beskrivning av hotet ökar svårigheterna med att definiera en relevant hotbild för den aktuella campen. I deras hotbeskrivning ingår allt från extrema naturfenomen (stormar, stora mängder nederbörd, laviner/jordskred och översvämningar), via mänsklig miljö i form av stora folksamlingar, demonstrationer och upplopp, till hotfulla handlingar där olika former av attacker och militära hot ingår (IED:er (Improvised Explosive Device), självmordsattacker, alla möjliga militära vapen från finkaliber och uppåt). I detta arbete har fokus varit på den sista gruppen, dvs. att värdera campens förmåga att motstå fientlig vapenverkan. Den tekniska prestandan och närvaro/frånvaro av skydd har värderats, medan andra sätt att skydda sig genom t.ex. underrättelsetjänst, att inte uppträda hotfullt etc. inte behandlas här.

För att värderingar av camper ska kunna ske på ett rationellt sätt behöver verktygen vidareutvecklas och ett bibliotek med beskrivningar av objekt som kan finnas på en camp bör skapas och underhållas över tiden.

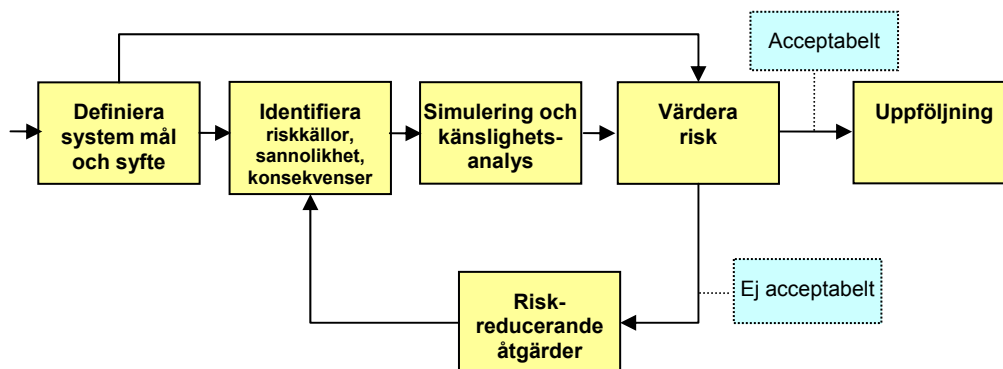
5.3.3 Riskbedömning

Verksamheten kopplar till (PM 1).

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

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

Den här delen av verksamheten ledde till ett förslag på en metodik för riskbedömning för Försvarmaktens verksamhet som rör risker i samband med användning av vapen, primärt med splittergenererande ammunitionseffekter [12, 13]. Riskbedömningen omfattar de tre första stegen i riskhanteringsprocessen, dvs. riskidentifiering, riskskattning samt riskvärdering, se även Figur 18. Det två återstående stegen, som handlar om åtgärder och uppföljning, behandlas inte. Metodikens grundidéer är hämtade ur Försvarmaktens gemensamma riskhanteringsmodell.



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

I metodikbeskrivningen används ord och uttryck enligt Försvarmaktens handböcker, främst "Handbok för systemsäkerhet" (H SystSäk) [14], "Säkerhetsinstruktion för vapen och ammunition med mera, Ammunitions röjning" (SäKI Amröj) [15] samt FOI rapporten "Försvarmaktens gemensamma riskhanteringsmodell [16]" för att erhålla en god koppling till styrande dokument.

Begreppet tolerabel eller acceptabel risk diskuteras och jämförs med samhällsvanliga risknivåer. Vilken risknivå som kan accepteras varierar från fall till fall och måste kunna beslutas av ansvarig chef. För att bedöma risk för tredje part (civila) eller egen personal i närheten av en detonationsplats krävs även kunskap om människans sårbarhet för splitter. Ett antal kriterier för kroppsskada redovisas. Den föreslagna arbetsmetodiken tydliggörs med två exempel på olika komplexitetsnivåer. Vidare beskrivs ett verktyg för riskavståndsberäkningar, SWERISK, kortfattat.

5.3.4 Handbok värdering

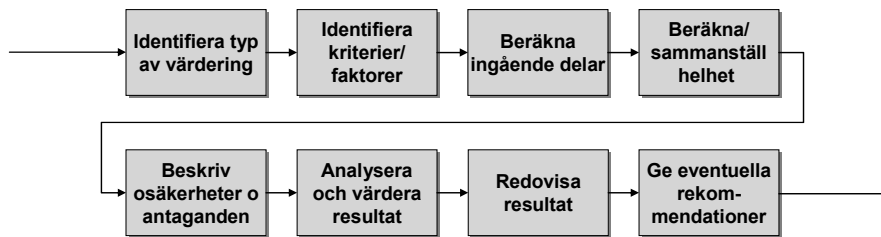
Verksamheten kopplar till (PM 1).

Under 2011 planeras ett första utkast till en "handbok värdering" som är tänkt att sammanställa metodikbeskrivningar för olika typer av värderingar. Det första utkastet kommer troligtvis att bestå av en rubrikstruktur och avgränsningar samt eventuellt delar av de metodbeskrivningar som publicerats inom ramen för FoT-projektet.

Värdering och värderingsmetodik som begrepp förekommer i många sammanhang. Det är inte alltid självklart vad som avses eller vilken typ av verksamhet som förväntas och samma begrepp kan ha olika innebörd. Genom en handbok är det möjligt att beskriva olika typer av värderingsmetodik samt att samla exempel på hur värdering kan genomföras i olika situationer och med olika syften. Detta bidrar till ett strukturerat arbete med värdering. En handbok kan även bidra till att fastställa begrepp som används och till att med exempel belysa olika områden där olika typer av värdering är applicerbara. Inom projektet har en del av verksamheten de senaste åren syftat till att identifiera information som kan ingå i en handbok men också, som tidigare beskrivits, att försöka skapa metodbeskrivningar som kan bidra till att en handbok kan sammanställas.

Värdering kan omfatta allt från snabb underlagsframtagning med en omedelbar påverkan till arbeten som pågår under längre tid och kan få effekt i framtida verksamhet. Den genomförda informationsinsamlingen har gett en bild av att det till stor del är möjligt att dela in värdering i tre huvudsakliga kategorier – värdering av verkan (verkansvärdering), värdering av risk- och sårbarhet samt värdering för val av alternativ. De tre kategorierna har alla sina särdrag men också gemensamma beröringspunkter och tydliga samband mellan varandra. En verkansvärdering skulle till exempel kunna vara en del av eller ett ingångsvärde till en risk- och sårbarhetsvärdering men också ett ingångsvärde till en värdering för att välja alternativ.

Oavsett kategori av värdering kan arbetsgången övergripande sammanfattas enligt Figur 6.



Figur 6: Generell arbetsgång vid värderingsarbeten.

Värderingsarbetet startar med att fastställa typ av värdering. Därefter sker en identifiering av de faktorer som ska belysas under värderingen innan ingående delar beräknas. Utifrån beräkning och sammanställning beskrivs osäkerheter och eventuella antaganden innan resultatet analyseras och värderas. Vid behov kan ytterligare beräkningar behöva genomföras. Slutligen redovisas resultatet och därmed finns grund för eventuella rekommendationer.

Arbetet med handboken kommer att fortsätta för att skapa ett första utkast med en struktur och ett innehåll som kan vara utgångspunkt för fortsatta diskussioner om handbokens innehåll. Innan en generell handbok om värdering kan anses färdig kommer det krävas många utkast som många intressenter bör kommentera för att påverka innehållet. Det kommer säkerligen framkomma att det ibland är stora skillnader mellan värdering av olika typer av vapen, olika typer av plattformar och riskanalyser.

5.4 Människans sårbarhet

5.4.1 Litteraturstudie om modeller för värdering av verkan på människan

Verksamheten kopplar till (PM 2).

En litteraturstudie [17] av befintliga modeller för värdering av vapenverkan mot människan från konventionella vapen och splitter har genomförts. Verkansvärdering mot människan görs i huvudsak med ett av två syften, antingen att bedöma sannolikheten för reduktion av soldatens kapacitet (utslagning) efter träff av ett givet vapen eller att utvärdera risken för skada vid beskjutning.

Den första kategorin är intressant vid studier av vapensystems utformning och möjligheten att jämföra effektiviteten i olika system. Den andra är medicinskt inriktad på personen och risken att bli skadad vid olika situationer. Det finns ett antal modeller som används för att bedöma utslagning av soldater eller risk för skada.

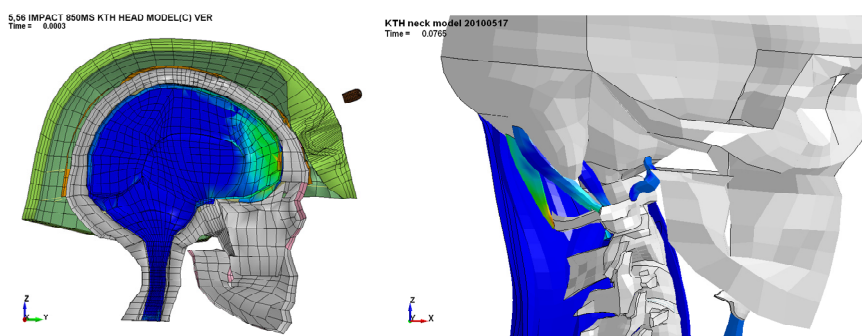
Studien beskriver kortfattat de vanligaste datorbaserade sårbarhetsmodellerna av typen Lethality/Vulnerability/Survivability, t.ex. Sperazza-Kokinakis, ComputerMan, AVAL, VeMo-S, SLAMS och MIC, samt utslagskriterier baserade på anslagsenergi.

Studien listar även analytiska modeller som används för att bedöma risk för hudpenetration av splitter. Dessa är empiriskt framtagna och bygger på tröskelhastigheter och tvärsnittsmassor.

5.4.2 Studie om risk för nackskador vid ballistiska islag i hjälm – Finita element analys som metod för värdering av människans sårbarhet

Verksamheten kopplar till (PM 2).

Denna studie utfördes som en följd av frågeställningen om även nacken kan utsättas för skadliga laster vid en träff av en projektil eller splitter i en ballistisk skyddshjälm. Studien hade även som mål att utvärdera hur väl en redan befintlig Finita element modell (FE) av huvud och nacke fungerar för ballistiska frågeställningar med kortvariga men höga accelerationer. FE modellen, se Figur 7, är utvecklad på Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) och användes som del i ett samarbete mellan FOI och avdelningen för Neuronik, Skolan för teknik och hälsa, KTH. Resultaten från modellen visade att lasterna i nacken är långt under skadliga nivåer då en projektil eller splitter med hastigheter motsvarande relevanta hot träffar hjälmen [18]. Detta stämmer även överens med de experimentella data som gjorts på dockor och som finns i litteraturen.



Figur 7: KTH:s FE modell av skallen respektive nacken som visar belastning i hjärnan och nackmuskulatur då hjälmen träffas av en ickepenetrerande projektil.

5.4.3 Återtagande av kunskap för verkansvärdering i mjuka mål

Verksamheten kopplar till (PM 2) och (PM 5).

Vid nyanskaffning eller nyutveckling av ett finkalibersystem (vapen och ammunition) är det av intresse att värdera dess verkan i olika mål. För att värdera skadeverkan i mjuka mål används ett simulantmedium, t.ex. tvål eller gelatin. De parametrar man vill studera är t.ex.

- Energideposition/kavitetsvolym
- Penetrationsdjup för maximal energiöverföring/max diameter
- Perforationsförmåga
- Restenergi och spridning bakom målet

För att sammanställa den kunskap som finns på FOI om sårballistik och vidareutveckla försöks- och utvärderingsmetodik har en serie med försök på ballistisk tvål, se Figur 8, genomförts. Den resulterande rapporten [19] beskriver metod som den tillämpades med information om utrustning, praktiska detaljer av försöksupställningen och analys av tvålen. Bl.a. studerades effekten av variation i skjutavstånd och storlek på tvål. Vidare diskuteras fördelar och svagheter med metoden samt förbättringsmöjligheter.



Figur 8: Exempel på en kavitetsprofil i tvålvilken används för att analysera projektilers egenskaper i mjuka mål.

5.5 Skadekriterier för komponenter

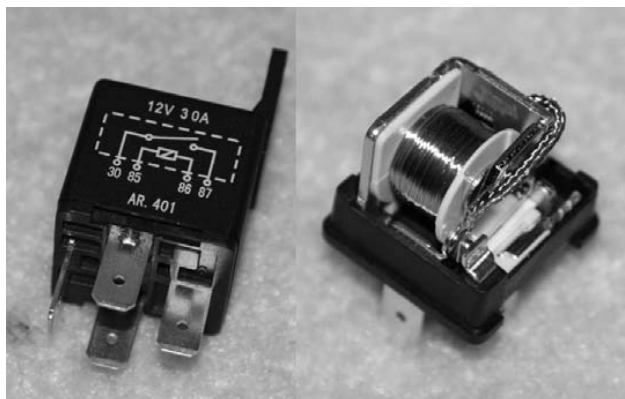
Verksamheten kopplar till (PM 2).

I samband med vapenverkansvärdering med hjälp av simuleringsprogram som t.ex. AVAL följer man varje enskilt splitter eller varje projektil (nedan benämnda penetratorer) längs sina banor för att identifiera vilka komponenter eller delar i ett mål som träffas. Varje penetrator ges vissa fysikaliska egenskaper såsom hastighet, anslagsvinkel, massa och storlek och baserat på dessa egenskaper och den träffade komponentens egenskaper avgör programmet om komponenten upphör att fungera eller inte. Det förefaller naturligt att en komponent som träffas av en lätt och långsam penetrator har större chans att fortsätta fungera jämfört med om den träffas av en större och snabbare penetrator. Det är dock inte alltid självklart att penetratorns fysikaliska egenskaper är kända, som t.ex. i fallet med RSV-strålar där massan är svårbestämd, och då kan man istället utnyttja kännedom om t.ex. penetrationsförmåga istället för de fysikaliska egenskaperna. Skadekriterier (även kallade utslagskriterier) P_k (kill probability) eller $P_{k|h}$ (kill probability given hit), beskriver hur skadesannolikheten/utslagssannolikheten varierar med penetratorns egenskaper.

Värderingsprogrammet bestämmer, baserat på penetratorns egenskaper och komponentens skadekriterier, om komponenten slås ut eller inte då den träffats. Komponentens status (fungerande eller inte fungerande) används därefter för att kontrollera vilka av målets system och funktioner som fungerar eller inte. Som exempel kan en skadad bränslepump leda till att målets rörelseförmåga slås ut. Detta används i sin tur för att bedöma om vapnets verkan varit tillräcklig eller om målet lyckats överleva angreppet, allt beroende på önskad eller kravställd verkan eller överlevnadsmöjlighet.

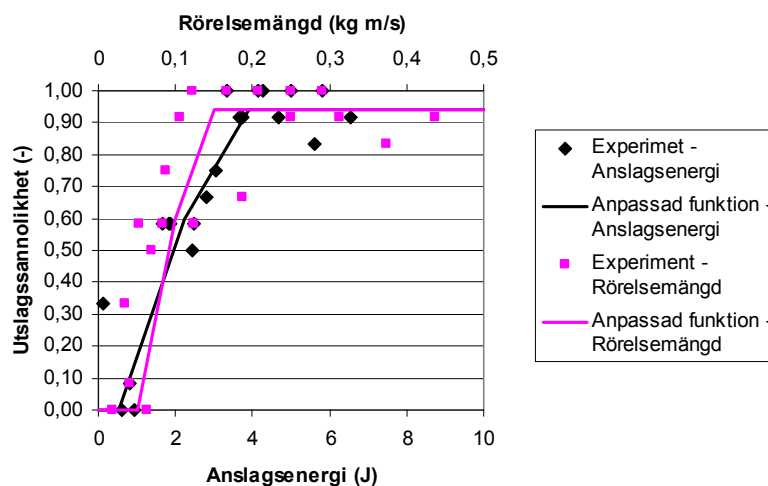
Inför detta projekt föreslogs en simuleringsbaserad metodik [20, 21] för att fastställa skadekriterier för komponenter. Den metodiken var dock inte testad varken mot andra metoder eller mot experimentella data. En litteraturstudie har genomförts [22] för att om möjligt hitta andra metoder för att fastställa skadekriterier, men det var endast möjligt att hitta modeller för några få typer av komponenter, främst kablar. Litteraturstudien visade dock att problemet delas av många.

För att skapa experimentella data att jämföra både mot modeller, om sådana kan hittas, och den simuleringsbaserade metodiken genomfördes en experimentell försöksserie där sfäriska stålkulor av tre olika storlekar sköts med varierande hastigheter mot reläer, se även Figur 9, [23, 24]. Totalt omfattade försöksserien cirka 200 skott.



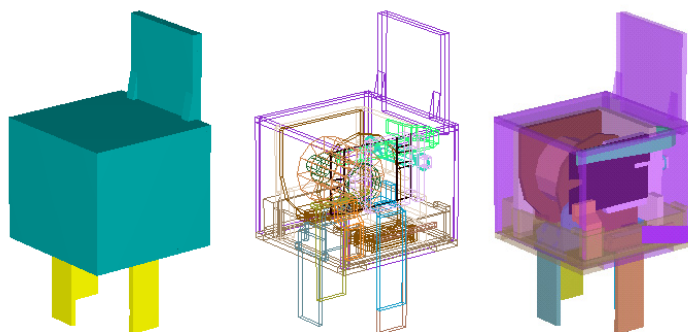
Figur 9: Den typ av relä som valdes som mälkomponent i den experimentella studien.

Resultaten av den experimentella studien visar tydligt att reläet är känsligare vid beskjutning från vissa sidor än från andra. Vid en medelvärdesbildning över alla fyra beskjutna sidor kan utslagssannolikheten som funktion av rörelsemängd och anslagsenergi redovisas enligt Figur 10.

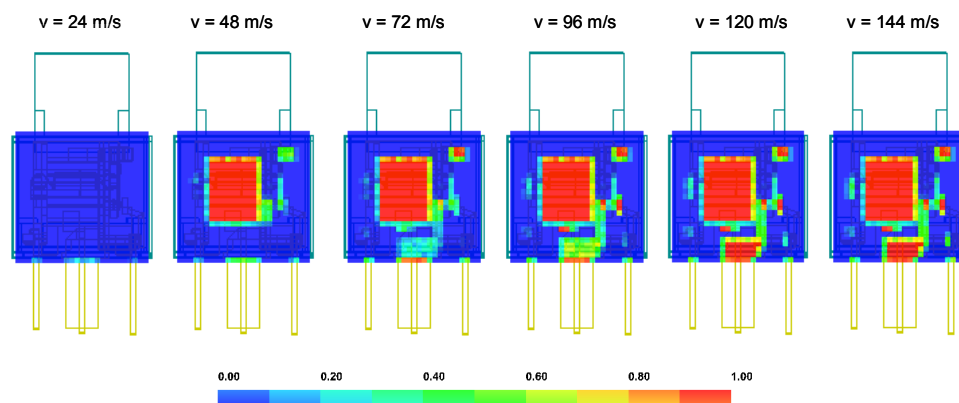


Figur 10: Medelvärdesbildat resultat från den experimentella studien [23].

Det första försöket att simulera verkan av sfäriska stålsplitter mot ett relä, simuleringar som motsvarar de genomförda experimenten, ger en alltför låg utslagssannolikhet. Troligen är detta en följd av att skärningsberäkningarna i AVAL sker med en stråle utan diameter och i en komponent av denna storlek kommer diametern hos den fysiska projektilen inverka mycket. Figur 11 visar reläet som det är beskrivet som mål till AVAL och Figur 12 visar några simuleringsresultat från AVAL [24].



Figur 11: Målbeskrivning för AVAL av reläet.



Figur 12: Simuleringsresultat från AVAL. En av sidorna på reläet beskjuts med ett sfärisk stälsplitter med varierade hasighet (v) och färgskalan ger en utslagssannolikhet givet träff på den delen av sidan.

5.6 Initiering av ammunition

Verksamheten kopplar till (PM 2).

En experimentell studie av känslighet hos ammunition har genomförts [25], som fortsättning till en tidigare studie [26]. Vid dessa studier har 40 mm spårljusspränggranater beskjutits med finkaliberammunition och med RSV. Syftet med försöken har varit att generera data som kan jämföras med enklare modeller och med numeriska simuleringar av initieringsförloppet.

Tryck och temperatur mättes för båda försöksserierna [25]. Vid RSV-försöken mättes även detonationstidpunkt, vittnesplåtarna bakom granaten i skottriktningen fotograferades och även sidoplatarna vid sidan av granaten (90° mot skottriktningen) fotograferades om granaten gick till detonation och bildade splitter. Figur 13 visar en granat som inte reagerade vid beskjutningen.



Figur 13: Resultat från ett av försöken, en granat där sprängämnet inte har reagerat.

En del av projektet har även syftat till att utröna möjligheterna att numerisk simulera (med det kommersiella programmet LS-DYNA 2D) initieringsförloppet då granater beskjuts [27].

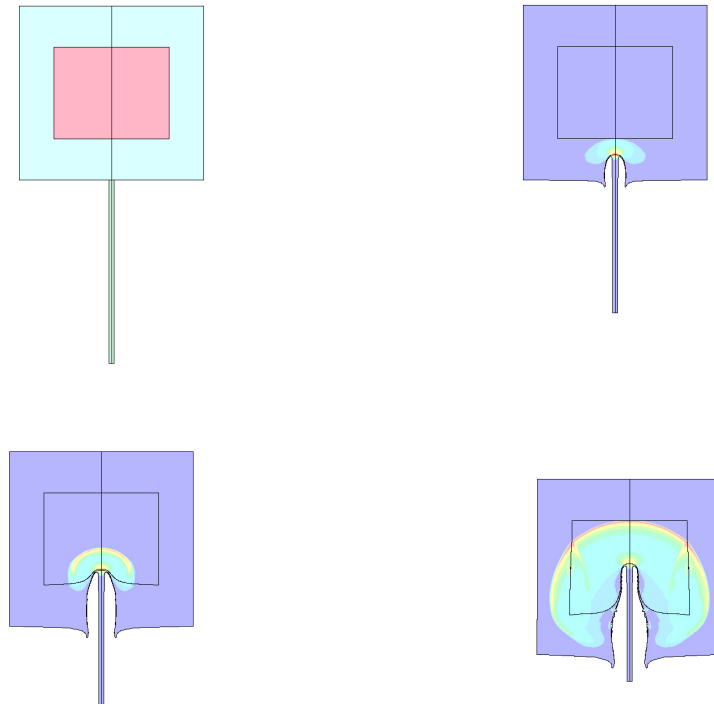
En av slutsatserna från simuleringarna är att generaliseringar från det tvådimensionella axisymmetriska fallet till det allmänna tredimensionella fallet krävs t.ex. vid projektil/RSV-stråle mot granatens mantelyta med rätvinkligt eller snett anslag men också vid projektil/RSV-stråle mot granatens bottenplatta vid snett eller ocentrerat anslag. Problemet i detta sammanhang är det stora antal celler som erfordras för att beskriva sprängämnet. För att ignition & growth-modellen i LS-DYNA ska vara tillämpbar måste upplösningen i reaktionszonen vara tillräcklig. Hela sprängämneskroppen måste modelleras lika fint om detonation/ej detonation ska kunna fastställas.

Initiering som ett resultat av allt annat än den primära stötfrontens passage, t.ex. reflexer från granathöljets insida in i redan av den primära stötfronten påverkat sprängämne, beskrivs inte av materialparametrarna i ignition & growth-modellen. Parametrarna i denna modell måste i så fall kalibreras om, om nu formen på funktionssambanden överhuvudtaget är tillämpliga för dessa senare stötvågspassager.

Ignition & growth-modellen är fenomenologisk till sin natur. En beskrivning av sprängämnet ges i form av ett antal funktionssamband med parametrar som bestäms med hjälp av experiment. Problemet vid jämförelser mellan simuleringar och experiment är att medan beräkningsmodellen är deterministisk till sin natur och möjliggör framräknandet av en skarp gräns mellan detonation/ej detonation vid påförd belastning i form av exempelvis ett projektilanslag ger experimenten en fördelning karakteriserad av ett medelvärde och en spridning. För att jämföra simuleringar med experiment krävs således ett antal experiment för att bestämma medelvärde och spridning och därefter simuleringar med belastningar som motsvarar detta medelvärde och med en viss variation runt detta medelvärde. På så sätt kan en uppfattning erhållas om hur väl materialmodellen för sprängämnet fungerar för ett visst beräkningsfall. Däremot finns ingen möjlighet att med denna materialmodell och denna beräkningsteknik kunna räkna fram ett spridningsmått som går att relatera till det

spridningsmått som erhålls vid experimenten. Detta senare spridningsmått är av fundamental betydelse för att tillsammans med medelvärdet och ett eventuellt antagande om en fördelningsfunktion karaktärisera sprängämnet ur känslighetssynpunkt.

Figur 14 redovisar några resultatbilder från simulering av beskjutning av helt inneslutet sprängämne [27].



Figur 14: Övre vänstra figuren visar en simuleringstartkonfiguration med sprängämne (röd yta), stålhölje (blå yta) och projektil (grön yta), övre högra figuren visar projektilens läge efter 1,6 µs då den primära stötfrenten precis har nått fram till sprängämnet, nedre vänstra figuren visar projektilens läge efter 3,3 µs då den inerta stötvågen övergår i en detonation och den nedre högra visar projektilens läge efter 4,9 µs då detonationsfronten har nått inneslutningens ändyta. Färgerna i de tre delfigurena som redovisar situationen vid olika tidpunkter efter startkonfigurationen redovisar trycknivåer. Skalan för dessa trycknivåer är inte redovisad.

5.7 Underlagsframtagning för övningssystem

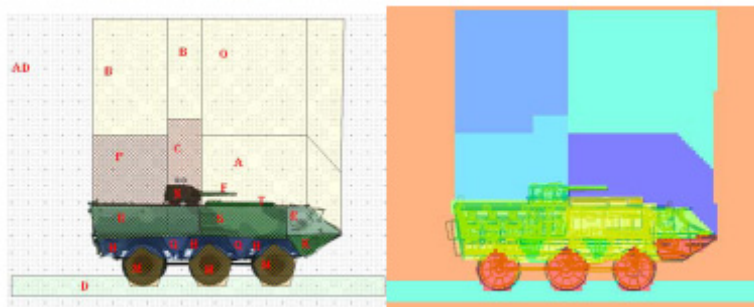
Denna verksamhet svarar inte direkt mot något specifikt projektmål, utan ska snarare ses som en tillämpning av projektets kunskap och verksamhet.

I försvarets stridsutbildning används bland annat digitala system för att simulera beskjutning och träff av ingående plattformar och vapen. Skjutsimulator BT46 är ett system för såväl grundläggande skjututbildning som dubbelsidig stridsutbildning. Systemet består av ett eller flera mål och minst en skjutande enhet. Skjutsystemet skickar över information om ammunitionsslag, ID-nr samt träffkoordinater till målsystemet som utvärderar om det är en träff och i så fall vilken påverkan på målet träffen har. För att bestämma sannolikheten för utslagning hos fordonet givet en träff används målschabloner som beskriver hur sårbart målet är i olika delytor. Vid stridsutbildning ska det finnas en målschablon på respektive fordon som deltar.

Målschablonerna som används i BT46-systemet idag har tagits fram med hjälp av programmet PTM där målet presenteras i ett antal vyer. En vy av målet representeras av mellan 10 och 30 delytor. Detta inkluderar områden ovanför och under målet vilka utgör målytan för t.ex. luftbrisader. Varje delyta tilldelas en sannolikhet för utslagning vid träff

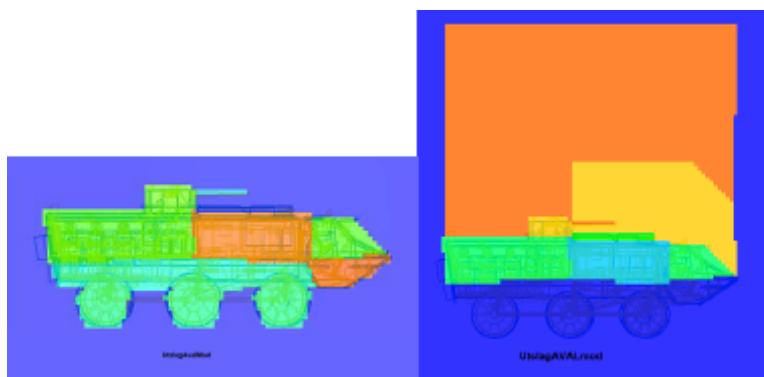
av ett givet ammunitionsslag. Sannolikheten för utslagning baseras på bilder av målet och uppskattade plåttjocklekar.

De framtagna procentsatserna är grova och bygger till stor del på antaganden. Det bör således finnas stora möjligheter att förbättra målschablonernas utslagssannolikheter genom att använda finare analysverktyg. Det arbete som genomförts inom projektet syftar till att skapa en metodik för att använda AVAL som datagenerator och jämföra resultat från AVAL med ansatta data i PTM för ett mål [28].



Figur 15: Målschablon från PTM till vänster och AVAL målbeskrivning till höger med tolkad zonindelning motsvarande den som utnyttjas i PTM.

Resultaten från denna studie har visat att AVAL kan användas för att skapa sårbarhetsdata till målschabloner för BT46 systemet. Utdata från AVAL:s rutnät kan relativt lätt räknas om till medelvärden för de delytor som utgör en given målschablon. Exempel på hur utslagssannolikheter för pansarterrängbil 203 presenteras i AVAL ses i Figur 16, där resultaten är modifierade för att inte visa hemliga simuleringsresultat. Resultatvärden för en delyta kan då även lätt jämföras med motsvarande värden från schabloner skapade i PTM.



Figur 16: Utslagssannolikheter färgkodade för varje delyta, beräknade i AVAL för 120 mm projektil (vänster) respektive Rb55E (höger). Resultaten i bilden är modifierade för att inte redovisa några hemliga uppgifter.

Jämförelsen mellan AVAL och PTM visade på stora skillnader i värden för utslagssannolikhet i de olika zonerna. Resultaten från jämförelsen har separat redovisats i [29].

I samband med ovan nämnda arbete uppdaterades AVAL-beskrivningen av Patgb 203A för att passa med den senaste versionen av AVAL [30].

5.8 Verktögsutveckling

5.8.1 SWERISK

Verksamheten kopplar till (PM 1) och (PM 2).

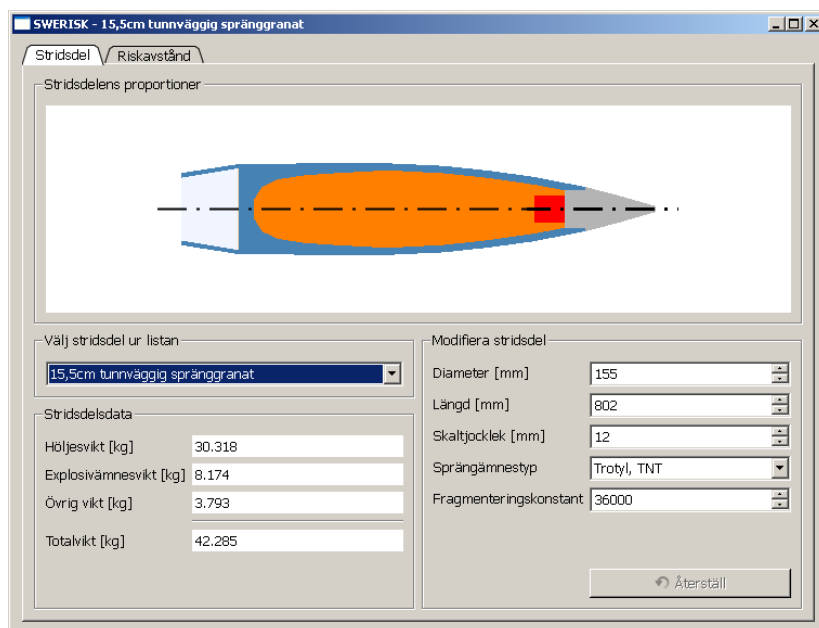
Vid min- och ammunitionsröjning krävs att man säkerställer att tredje part, i första hand civila, inte kommer till skada om röjobjektet skulle detonera under röjförsöket. Man är därför tvungen att avlysa och bevaka ett område kring röjobjektet så att inga obehöriga kommer in på området under operationen.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

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

FOI har på uppdrag av SWEDEC under senare år utvecklat ett sådant program kallat SWERISK [31]. Inom ramen för projektet har delar av programmet vidareutvecklats för att kunna besvara fler frågor än de som var aktuella inom ramen för SWEDEC:s beställning, framförallt för att behandla riskområden vid vapeninsatser och diskussionsunderlag om acceptabla risknivåer. Dessutom har ett användningsexempel för SWERISK redovisats i samband med riskbedömningar för camper eller liknande platser [13].

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

Programmet ska kunna köras på en bärbar PC under Windows och vara enkelt att hantera via ett grafiskt användargränssnitt, se Figur 17.



Figur 17: Inledande dialogfönster för val och modifiering av stridsdel.

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

5.8.2 Modellutveckling för t.ex. AVAL

Verksamheten kopplar till (PM 2).

En tryckmodell som hanterar både stötbelastning och kvasistatiskt övertryck är på väg att utarbetas. Grunden till att detta arbete påbörjats är att den tryckmodell som idag finns implementerad i AVAL i många fall är för enkel och trubbig. Dessutom saknas referensinformation till modellen i AVAL [32], vilket gör det ännu svårare att bedöma relevansen hos den vid olika frågeställningar. Den nya modellen beskrivs på ett sätt så att den passar till AVAL, men inte blir begränsad till just det verktyget.

En stor skillnad mellan den nya modellen och den som idag nyttjas i AVAL är att belastning på komponenter kommer att anges med fysikaliska mått, d.v.s. trycknivå och impuls. Dagens modell har endast trycknivå och saknar helt det tidsberoende som impulsbelastning omfattar. Generering av övertryck kommer att ske baserat på den mängd gas som bildas vid detonation av sprängämnet i kombination med den värmeenergi som avges. På detta sätt blir det även möjligt att följa varma gasers strömning till omkringliggande utrymmen om sådana finns. Detta medför dock att man blir tvungen att beräkna ett tryck-tidsförlopp med många tidsiterationer, vilket leder till ökad tidsåtgång för simuleringarna.

I likhet med dagens modell föreslås den nya grunda sig på TNT-ekvivalenta mått, något som finns tabellerat i öppen litteratur, dock med den skillnaden att det blir möjligt att ange TNT-ekvivalenser för både stöt och impuls. Vidare kommer det så kallade skalade avståndet användas, något som är brukligt i flera andra förenklade tryckmodeller.

Tryckmodellen är inte färdigutvecklad. I dagsläget krävs jämförelser med experiment och eventuellt numeriska simuleringar för att säkerställa att modellen fungerar tillfredställande i ett stort spann av frågeställningar, allt från tryckpåkänningar inuti ett stridsfordon till utomhusexplosioner på en camp. Det finns inte heller någon metod för att bestämma det initiala övertrycket i ett utrymme med öppningar av olika storlekar.

Genom att ange komponentbelastningen med fysikaliska enheter istället för de svårtolkade samband som används i AVAL idag bör det även bli enklare att ange skadekriterier för komponenter och delar av väggar.

5.9 FMV:s och SSS:s arbete inom ramen för stryktålighet örlogsfartyg

Verksamheten kopplar till (PM 1).

Projektmedarbetare har under åren deltagit i möten arrangerade av FMV och Sjöstridsskolan (SSS) [33] där frågor relaterade till överlevnadsförmåga och framförallt stryktålighet hos örlogsfartyg diskuterats. Projektet har även medverkat till att lämna synpunkter på remissutgåvor av Utvecklingsplan Verkanstålighet Örlogsfartyg, UVÖ, [34, 35].

Arbetet har starka kopplingar till Metodik för verkansvärdering, både i form av hur värderingar bör genomföras (metodikbeskrivningar) och inte minst i att verka för att en

gemensam nomenklatur utvecklas och används. Under hösten 2010 har Försvarsmakten av FMV beställt verksamhet som till del omfattar det remissutgåvan av UVÖ omfattade. Även andra länder är intresserade av verksamheter av denna sort [36].

Projektet kommer även i fortsättningen hålla kontakten med FMV i detta ärende.

I samband med AVAL-utbildning [37] på Sjöstridsskolan våren 2010 har även värdering och möjligheterna med värdering i större sammanhang diskuterats, för att på bästa sätt stötta SSS:s verksamheter.

5.10 Konferensdeltagande

För att ha en möjlighet att följa utvecklingen av värderingsverksamheter som ryms inom ramen för detta projekt deltar projektmedlemmar i ett fåtal internationella konferenser. Naturligtvis är mycket inom värderingsområdet hemligt, men det finns trots det delar som kan redovisas öppet.

Ett ökat internationellt samarbete vore önskvärt och inom ramen för metodikbeskrivningar och underlagsframtagning borde det inte vara omöjligt.

5.10.1 PASS - Personal Armour System Symposium

Som en del av samarbetet mellan FOI, Experimentell traumatologi på KI, AK Gem på FMV och Försvarsmakten närvarade en projektmedlem på konferensen PASS i Quebec City, för att se var forskningsfronten internationellt ligger inom människans sårbarhet och specifikt kroppsskydd. PASS är en regelbundet återkommande konferens.

5.10.2 ESW - European Survivability Workshop

ESW arrangeras vartannat år av ett av de sex deltagarländerna, Sverige (FOI), Norge (FFI), Storbritannien (Dstl), Nederländerna (TNO), Frankrike (DGA) och Tyskland (EMI). Konferensen spänner över ett mycket större område än vad detta projekt gör men en stor del av det som presenteras och diskuteras i så kallade "break out sessions" är relevant för Metodik för verkansvärdering. Att konferensen spänner över ett stort område syns tydligt i den definition av överlevnad som används "Survivability - The ability to complete a mission successfully in the face of a hostile environment". Deltagarna kommer från både myndigheter och industrier.

Det bakomliggande samarbetsavtalet, Europa Memorandum of Understanding, möjliggör att även hemliga uppgifter presenteras under konferensen.

Under de två konferenser som arrangerats 2008 respektive 2010 har projektmedlemmar presenterat resultat av ett antal olika verksamheter [11, 18, 24, 38, 39]

För närvarande är den svenska representanten i styrgruppen för ESW tillika projektledare för Metodik för verkansvärdering samt ansvarig för att arrangera ESW 2012 i Sverige.

5.10.3 Specialist meeting on weapon/target interaction tools for use in tri-service applications

2008 arrangerade Nato "Specialist meeting on weapon/target interaction tools for use in tri-service applications" en konferens inom ramen för AVT (Applied Vehicle Technology) dit även Sverige inbjöds. Tyvärr finns inga planer för att göra detta till en regelbundet återkommande konferens.

Deltagandet gav en bra inblick i de andra deltagarländernas strävan i att vidareutveckla sina motsvarigheter till det svenska AVAL. Tydligt var att det finns ett flertal gemensamma svåra områden, bland annat skadekriterier för komponenter och människor.

Den svenska presentationen fokuserade på problematiken med att ansätta skadekriterier för komponenter [40].

6 Nyttan och effekter för Försvarsmakten

Från detta projekt är en del av den direkta nyttan de utbildningsinsatser som genomförts för framför allt insatsförband inför utlandsmissioner. Vidare lämnas även löpande underrättelsetekniskt stöd till både Försvarsmakten och FMV. Annat direktstöd projektet tillhandahållit Försvarsmakten inkluderar stöd vid stridsskadeanalys av attackerade fordon och stöd till specialförband.

Utöver detta har projektet stöttat Försvarsmaktens studier och liknande verksamhet med tekniskt stöd, vilket har skett till bland annat AG C-IED, Hot mot camper och andra fasta anläggningar och Graderad verkan mot markmål.

Projektet har även deltagit i ett flertal möten med representanter från Försvarsmakten och FMV för att tydliggöra de värderingsmöjligheter verksamheten ger. Just möjligheten att genomföra värderingar av olika slag är att betrakta som projektets viktigaste leverans, trots att den är svårgreppad och svårdokumenterad. För att ändå visa på något av vad som möjliggjorts tack vare detta projekt presenteras sådan relaterad verksamhet i kapitel 6.1 och 6.2. Det bör dock även påpekas att delar av denna verksamhet även är beroende av ett annat projekt finansierat av Försvarsmakten, vilket redovisas i kapitel 6.3.

6.1 Annan verksamhet som är direkt beroende av projektets grundkompetenser

Nedan ges exempel på verksamheter som genomförts där resultaten huvudsakligen varit riktade mot Försvarsmakten eller FMV. Verksamheterna har projektmässigt ingenting eller lite att göra med 'Metodik för verkansvärdering' men den grundkompetens som projektet förvaltar och vidareutvecklar har varit och är nödvändig för att kunna genomföra dessa studier och underlagsleveranser.

Det är genom denna typ av studier och underlagssammanställning som värderingar av vapenprestanda och måls sårbarhet faktiskt genomförs och därmed är det resultaten av dessa som utgör den huvudsakliga nyttan för Försvarsmakten.

6.1.1 Hottrappa/hotbedömning

Inom ett tillägg till projektet (2008) skapades en hottrappa [41] som syftar till att förenkla valet av vilken hotammunition som är lämplig att välja som dimensionerande hot. I denna trappa kombineras både ammunitionens tekniska prestanda med förekomsten och därmed sannolikheten att en angripare använder just den sortens ammunition. Förekomsten varierar beroende på var i världen man befinner sig, men den tekniska prestandan är den samma. Underlaget kompletteras löpande med utökade hotanalyser [42, 43, 44].

Ytterligare avtappning av hotdata har genomförts som stöd till ett hjälmprojekt genomfört av FMV [45].

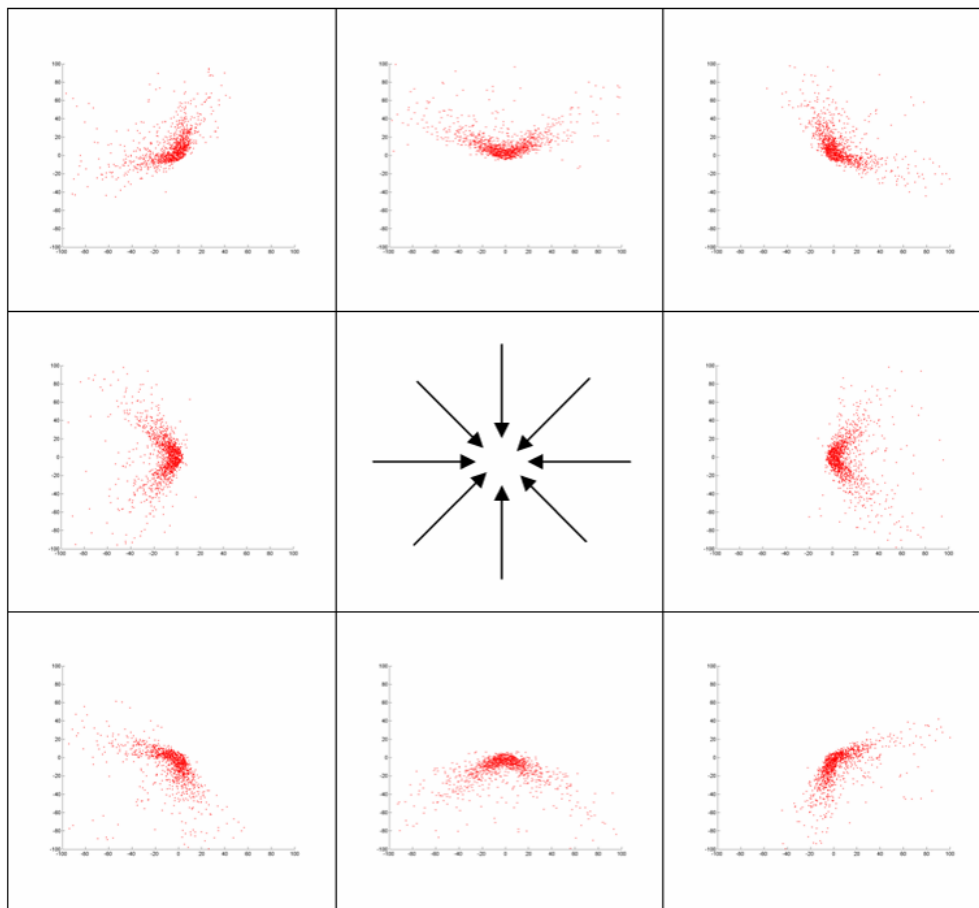
6.1.2 Värderingar av vapenverkan/effektivitet

6.1.2.1 27 mm ammunition till JAS Automatkanon

FOI har medverkat till att skapa en prestandahandbok för 27 mm automatkanon till JAS 39 Gripen. Inom ramen för denna verksamhet har experimentella studier av ammunitionsprestanda genomförts på FOI Grindsjön och FMV T&E Karlsborg. Dessutom har simuleringar med AVAL genomförts för att redovisa sannolikheten att lyckas med en bekämpning vid ett givet flygfall som funktion av salvlängden och ammunitionstypen [46, 47]. Verksamheten fortsätter under 2011 med utvärdering av fler sorters ammunition.

6.1.2.2 GBU12

Verkan i olika typer av mål och riskområden runt brisadpunkten för en GBU12 har beräknats på uppdrag av FMV [48]. Vid resultatredovisningarna framkom att just riskområden var av största intresse för att kunna bedöma om stridsdelen kan användas eller inte vid olika tillfällen. Figur 18 visar ett exempel på resultatpresentation.



Figur 18: Exempel på plottar över utslaget mål för en nedslagsvinkel för alla åtta anfallsvinklar. Målet är placerat i mitten av området och respektive figur redovisar de brisadpunkter som gav utslagning av målet från respektive riktning (redovisad genom pilarna i mittenrutan). Målets framsida är riktad åt vänster.

6.1.2.3 GBU12, GBU39 och GBU49

Här återanvänds stora delar av arbetssättet för effektivvärdering av GBU12, se kapitel 6.1.2.2. Frågeställningen för detta arbete var ”hur nära måste man komma för att slå ut målet?” Skillnaden mellan GBU12, GBU39 och GBU49 testades samt skillnader i mark- och luftbrisad för GBU39 och GBU49 [49].

6.1.2.4 Verkans- och riskbedömningar för indirekta verkanssystem

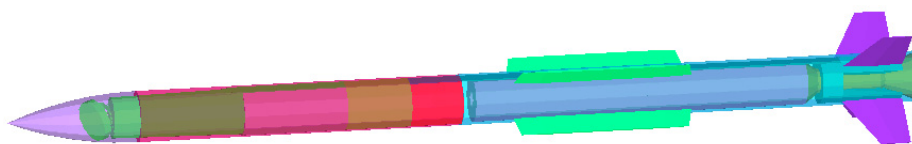
Verkanssimuleringar av system för indirekt eld, granatkastare och artilleri, genomfördes på uppdrag av FMV. Ett antal olika kombinationer av ammunition och vapenplattformar har undersökts vid bekämpning av två olika måltyper i tre olika terrängtyper. Vapensystemen utvärderades med vad som ansågs vara ett fältmässigt användande med avseende på skjutavstånd, antal samverkande pjäser och träffspridning [50]. Med samma förutsättningar som verkanssimuleringarna genomfördes även risksimuleringar. Dessa syftade till att hitta de avstånd, längs och tvärs skjutriktningen, från målmitt där en stående soldat kan befinna sig med tillräckligt låg sannolikhet att träffas av splitter.

6.1.2.5 Granatgevärsammunition

På uppdrag av FMV genomfördes jämförande verkanssimuleringar gällande splitterverkan för två sorters granatgevärsammunition mot soldat i fem olika scenarier [51, 52].

6.1.2.6 Aktiva motmedel, etapp 2

Inom ramen för ett projekt beställt av FMV genomförs studier av verkan av splitterstridsdelar mot en radarjaktrobot, där tillämpningen är aktiva motmedel för flygplan. Dessa studier nyttjar projektets kompetens i att beskriva stridsdelarna, att beskriva radarjaktroboten som ett mål [53], se även Figur 19, och i att simulera verkan av stridsdelarna mot roboten.



Figur 19: Illustration av en generisk radarjaktrobot. Färgsättningen är avsedd att underlätta identifieringen av olika system i roboten.

6.1.2.7 Studiestöd: Graderad verkan mot markmål

För att stötta studien genomfördes ett antal simuleringar, inom ramen för direktstöd till Försvarmakten, för att visa var verkan av övningsprojektil till stridsfordon 90 (40 mm) i pansarskyttefordon jämfört med skarp pilammunition och verkan mot byggnader jämfört med spränggrant 90. Syftet var att studera skillnad i verkan som funktion av avsevärt minskat riskområde hitom, bortom och i sida jämfört med skarp ammunition. I vissa situationer blev verkan fullgod med övningsammunition (484C) [54]. Detta resulterade i att Försvarmakten valde att gå vidare för att utreda saken.

6.1.3 Värdering av sårbarhet/överlevnadsförmåga

6.1.3.1 Sårbarhetsvärdering korvett Visby

FOI stöttade Kockums AB under den sårbarhetsvärdering av korvett Visby som genomfördes på uppdrag av FMV genom att skapa underlag för aktuella hotstridsdelar i de valda hotscenarierna, sannolikhet för oavsiktligt initiering av medförd ammunition vid beskjutning samt ballistiska skyddsprestanda för skrovmaterial. Vidare stöttade FOI Kockums löpande under värderingsarbetet och deltog även vid Kockums slutredovisning på FMV (2010-11-03). FOI:s levererade data finns rapporterade i [55,56,57]

6.1.3.2 Parameterstudie sektionering av camper

Projektet har stöttat Försvarmaktsstudien ”Skydd av camper och andra fasta anläggningar” (en delstudie till MARK 071001S Skydd av stridskrafter på marken - Force Protection) genom att genomföra simuleringar av angrepp mot ett campområde där skydds inverkan av två olika sektioneringar studerades. Flera fall har studerats, utan och med sektioneringar (0,5 m murhöjd respektive 1 m murhöjd), med markbrisad eller luftbrisad (3 respektive 15 m), med stående respektive liggande soldater och med både 120 mm och 155 mm granat [58].

6.2 Verksamheter åt andra uppdragsgivare som även ger nytta till Försvarmakten

Nedan ges exempel på verksamheter som genomförts där resultaten huvudsakligen varit riktade mot andra än Försvarmakten eller FMV. Verksamheterna har projektmässigt ingenting att göra med 'Metodik för verkansvärdering' men den grundkompetens som projektet vidareutvecklar har varit och är nödvändig för att kunna genomföra dessa studier och underlagsleveranser.

Genom dessa arbeten får FOI nya och andra typer av frågeställningar att lösa, lösningar som även kan komma Försvarmakten och FMV till nytta. Inom ramen för uppdragen har även vissa brister i de verktyg vi använder observerats och rättats till, vilket även kommer Försvarmakten och FMV till nytta då samma verktyg används även i projekt riktade till Försvarmakten och FMV.

De projekt som innefattat verksamheterna nedan har helt finansierats av andra än Försvarmakten och FMV.

6.2.1.1 Stridsdelsdesign för utländsk kund

Splitterprestanda hos en nydesignad stridsdel har värderats [59] på ett sätt som till stora delar liknar arbetsmetodiken som utnyttjades vid värderingen av GBU-12. I detta fall var frågeställningen till stor del hur man designar en stridsdel och hur man värderar prestanda hos den, vilket ställer andra och delvis större krav på beskrivningar av hur värderingen genomförts jämfört med de som tidigare levererats till Försvarmakten och FMV.

6.2.1.2 Stöd till polis/åklagare

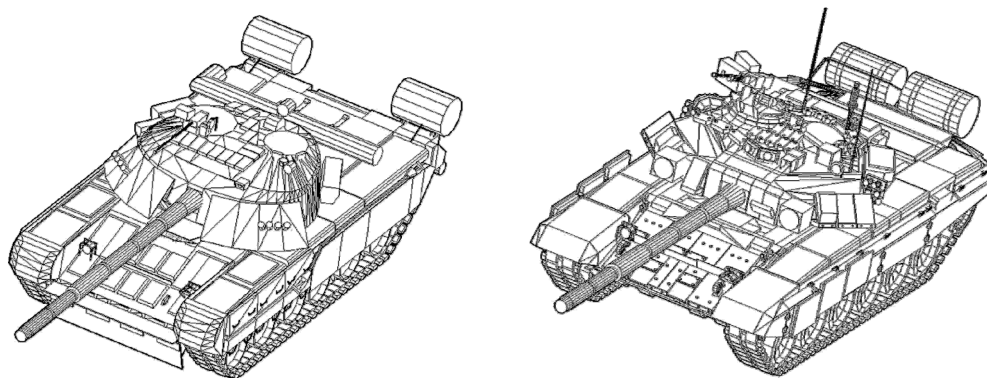
Projektets grundkompetens nyttjades för att genomföra en riskanalys av den jugoslaviska handgranaten M52 P3 på uppdrag av Polismyndigheten i Västra Götaland [60]. Detta efter två händelser där handgranater placerats under bilar.

Kompetensen inom hotanalysområdet har även utnyttjats för att sammanställa en hotanalys för poliskroppsskydd [61], där hotdata baserades på beslagtagna vapen och ammunitionseffekter.

6.2.1.3 Stridsvagnar T-80U och T-90

På uppdrag av utländsk kund har två målbeskrivningar till AVAL framställts, stridsvagn T-80U och stridsvagn T-90. Genom att projektet definierats som en del av det MoU som finns mellan FOI och kunden är resultaten användbara även för svenskt statligt bruk. Alltså finns nu ytterligare två målbeskrivningar av utländsk materiel tillgängliga, utan någon framtagningskostnad för svenska myndigheter. Inom ramen för uppdraget har även diskussioner förts om svårigheten att ansätta utslagskriterier för komponenter, vilket direkt kopplar till ett av FoT-projektets projektmål (PM 2).

Målbeskrivningarna, se Figur 20, som tagits fram [62, 63] är enbart baserade på öppen information. Det bör vara möjligt att även inkludera svensk hemlig underrättelseinformation och skapa versioner av målbeskrivningarna som då endast ska vara tillgängliga för svenska försvarsmyndigheter.



Figur 20: Illustration av målbeskrivningarna, T-80U till vänster och T-90 till höger.

Ett ytterligare värde för Försvarsmakten och FMV är att den kund som beställt målbeskrivningarna ställer mycket höga krav på dokumentationen av beskrivningarna. Den dokumentationsstruktur som nu skapats för att dokumentera data och antaganden för målbeskrivningar kommer FOI även att använda till andra kommande målbeskrivningar.

6.2.1.4 Zil-157 tankbil och robotsystem SS-21.

Som fortsättning på det uppdrag som redovisats i kapitel 6.2.1.3 har samma kund beställt ytterligare målbeskrivningar som ska färdigställas under 2011.

6.3 Annan verksamhet nödvändig för projektet

6.3.1 AVAL förvaltningsuppdrag

Då AVAL utgör ett mycket viktigt verktyg för att kunna genomföra den typen av värderingar som projektet syftar till att öka kunskapen om och möjligheterna till, är det av största vikt att AVAL långsiktigt fortlever. AVAL är dessutom utpekat som det primära verktyget för denna typ av värderingar [1]. FM har beslutat om fortsatt finansiering av AVAL [64] i enlighet med IML:s handlingsregel [1].

Rent projektmässigt har dessa två projekt inte mycket gemensamt, men verksamhetsmässigt är de starkt kopplade till varandra, trots att projektet Metodik för verkansvärdering innefattar delar som ligger långt från AVAL-förvaltningen.

Även många av de andra genomförda verksamheterna som möjliggörs genom Metodik för verkansvärdering är beroende av ett verktyg som AVAL.

7 Kunskapsspridning

Projektets kunskapsspridning sker både muntligt till Försvarsmakten och FMV vid underlagslämnande diskussioner och utbildning, främst gällande hotanalysdelen av projektet, och skriftligt i form av FOI-rapporter och memon.

Muntlig kunskapsöverföring vid möten av olika slag ger en bra kontakt med mottagaren, som dessutom har möjligheten att få vissa delar förklarade mer ingående. Diskussioner med användaren av kunskapen ger även FOI en ökad förståelse för användarens frågeställningar. Den muntliga kunskapsöverföringen måste dock kompletteras med skriftliga rapporter och memon för att informationen ska vara nåbar för andra och sparas över tiden.

Projektets rapporter, memon och konferensbidrag finns identifierade som referensinformation löpande i texten som behandlar den relevanta verksamheten. För att svara upp mot Försvarsmaktens önskemål om vetenskaplig kvalitetsgranskning genom publicering i så kallade "peer review" (d.v.s. expertgranskade) internationella tidskrifter har projektet publicerat en sådan artikel [23]. Denna strävan fortsätter och när så bedöms relevant kommer ytterligare internationell publicering eftersträvas. Även genom att delta i konferenser och där redovisa delar av resultaten får projektet en respons på kvalitet och verksamhetsinnehåll, samtidigt som projektmedarbetarna får ta del av andras arbeten.

8 Fortsättning

Baserat på de metodikbeskrivningar som presenterats finns det förutsättningar för att påbörja ett arbete med att sammanställa något som skulle kunna kallas "Handbok värdering". En handbok med metodikbeskrivningar, definitioner och eventuellt stöd för att ansätta vissa data, som skulle kunna vara ett bra stöd både för dem som genomför värderingarna och dem som ska tolka resultaten därav.

Det återstår mycket arbete innan det finns lättanvända och tidseffektiva modeller och metoder för att bestämma indata till värderingar, speciellt till data som anges för målen. Arbetet inom ramen för människans sårbarhet, initiering av medförd ammunition, tryckmodellering och skadekriterier för komponenter måste fortsätta. Dessutom borde fler fenomen studeras mer ingående om resurser finns tillgängliga, t.ex. risk för branduppkomst till följd av bekämpning, risk för och effekter av hydraulisk ram i vätskefyllda tankar.

Arbetet att kalibrera finkaliberanläggningen måste fortsätta så att produktionsskjutningar kan påbörjas och därmed kan även databasen för teknisk prestanda hos hotammunition fyllas på med data. Varefter datamängden ökar kan det bli nödvändigt att se över hur data hanteras i databasen för att den ska vara så lätthanterad som möjligt.

9 Referenser

1. Leif Nylander (C IML FM), Per Lodin (C IML FMV), Rolf Arremark (C IML FOI), C IML ställningstagande: Värderingsmodellen AVAL - specifika handlingsregler, IML 07-029:1, 2009-01-13
2. Patrik Appelgren, Mats Hartmann, Hotdatabas - Tekniska prestanda - Rapport 2010, FOI-RH--1035--SE, December 2010
3. Mats Hartmann, Hotdatabas Teknisk prestanda, FOI-R--2658--SE. December 2008
4. Bo Johansson, Lägesrapport: Uppbyggnad av finkaliberanläggning, FOI-R--2882--SE, December 2009
5. Irina Eriksson, Mattias Elfsberg, Lägesrapport avseende utrustning för rationell uppmätning av projektilsnedställning, FOI-R--1957--SE, Mars 2006
6. Pernilla Magnusson, MajBritt Hansson, Mats Hartmann, Metodik för värdering av vapenprestanda, FOI-R--2887--SE, December 2009
7. Ellen Verolme, Koen Alderstein, Jolanda van Deursen, Lucas van Ewijk, Marike van der Horst och Rob van Heijster, Protection and survivability of compounds, 4th European Survivability Workshop, 15-17 April 2008, Malvern, United Kingdom
8. Ton. v. Oosterhout och Koen Alderliesten, Protection and survivability of compounds, A representative threat library, 4th European Survivability Workshop, 15-17 April 2008, Malvern, United Kingdom
9. Rob van Heijser, Ellen Verolme, Koen Alderliesten, Jolanda van Deursen och Marike. van der Horst, Protection and survivability of compounds, The added value of situational awareness, 4th European Survivability Workshop, 15-17 April 2008, Malvern, United Kingdom
10. Pernilla Magnusson, Mats Hartmann, Metodik för sårbarhetsvärdering av camper, FOI-R--2673--SE, December 2008
11. Pernilla Magnusson, Mats Hartmann, Methodology for vulnerability assessments of military camps, 5th European Survivability Workshop, 8-10 June 2010 Ålesund, Norway
12. Pernilla Magnusson, Lägesrapportering - Metodik för riskanalys, FOI Memo 3121, 2010-03-09
13. Staffan Harling, Anna-Lena Berg, Markus Karlsson, Pernilla Magnusson, Mats Hartmann, Metodik för riskbedömning, FOI-R--3030--SE, September 2010
14. Försvarsmaktens handbok för systemsäkerhet, M7740-784851, 1996
15. Försvarsmakten, Säkerhetsinstruktion för vapen och ammunition med mera, Ammunitions röjning, M7749-753101, 1999
16. Thérèse Palm, Försvarsmaktens gemensamma riskhanteringsmodell, FOI-R--2591--SE, 2008
17. Sofia Hedenstierna, Modeller för värdering av konventionella vapens verkan på människan, litteraturstudie, FOI rapportmanus, planerad utgivning december 2010
18. Sofia Hedenstierna, Peter Haldin (KTH), Daniel Lanner (KTH), Svein Kleiven (KTH), Finite element analysis of neck injuries due to impact on ballistic helmets, 5th European Survivability Workshop, 8-10 June 2010 Ålesund, Norway
19. Patrik Appelgren, Melker Skoglund, Sofia Hedenstierna, Metod vid verkansprov av finkaliber i två FOI rapportmanus, planerad utgivning december 2010
20. Mats Hartmann, Metodik för framtagning av utslagskriterier för komponenter - ett första steg, FOI-R--1755--SE, November 2005

21. Irina Eriksson, Mats Hartmann, Method for assessing kill criteria for critical components in survivability codes, 3rd European Survivability Workshop, 16-19 May 2006, ENSICA, Toulouse, France
22. Mats Hartmann, Component impact kill criteria - A literature review, FOI-R--2829--SE, August 2009
23. Mats Hartmann, Pernilla Magnusson, COMPONENT IMPACT KILL CRITERIA—AN EXPERIMENTAL STUDY, JOURNAL OF BATTLEFIELD TECHNOLOGY, 2010, Vol. 13, pages 13-18
24. Mats Hartmann, Pernilla Magnusson, Component kill criteria – an experimental study, 5th European Survivability Workshop, 8-10 June 2010 Ålesund, Norway
25. Pernilla Magnusson, Känslighetstest av 40 mm slsgr m/90 genom beskjutning med 12.7 AP och RSV, FOI-DH--0049--SE, oktober 2009
26. Åke Collin, Beskjutning av slsgr m/90 med finkalibriga AP-projektiler samt med RSV-laddning, FOI-RH--0665--SE, juni, 2007
27. Tommie Sundel, Lägesrapportering: Datorsimulering av initiering av inneslutet sprängämne vid beskjutning, FOI Memo 2858, 2009
28. Sofia Hedenstierna, Mats Hartmann, Metodik för utveckling av målschabloner i AVAL till simuleringsprogrammet BT46 - Jämförelse av målschabloner från PTM respektive AVAL, FOI-R--2947--SE, Januari 2010
29. Sofia Hedenstierna, Mats Hartmann, Metodik för utveckling av målschabloner i AVAL till simuleringsprogrammet BT46 - Resultatdel, FOI Memo H716, 2010
30. Mats Hartmann, Sofia Hedenstierna, Uppdatering av målbeskrivning Patgb 203 för AVAL, FOI memo H0748, 2010-04-26
31. Staffan Harling, SWERISK textbaserad testversion, FOI Memo 2679, 2008-12-15
32. AVAL Reference manual 6.7.05, May 24, 2010
33. Björn Nyström, Inbjudan till dialog avseende förmågan att tåla vapenverkan, Utvecklingsplan Verkanstålighet Örlogsfartyg - UVÖ, 2009-01-26, Sjöstridsskolan, SSS beteckning 09 832:2054
34. Björn Nyström, Remiss. Förmågan att tåla vapenverkan, Utvecklingsplan Verkanstålighet Örlogsfartyg - UVÖ, 2009-03-31, Sjöstridsskolan, SSS beteckning 09 832:2281
35. Staffan Harling, Remissvar, Utvecklingsplan Verkanstålighet Örlogsfartyg, FOI-2009-211, 2009-05-12
36. Björn Nyström, Reserapport efter besök vid Platform Survivability Conferece 2010 i Berlin, Sjöstridsskolan, SSS beteckning 19 448:7706, 2010-10-26
37. Lars Johan Svensson, Hemställan om FOI genomförande av kurs AVAL, Sjöstridsskolan, SSS beteckning 16 135:2783, 2009-12-16
38. Mats Hartmann, Staffan Harling, Mission adaptable protection, 4th European Survivability Workshop, 15-17 April 2008, Malvern, United Kingdom
39. Staffan Harling, Safety distance calculation in EOD and demining operations, 4th European Survivability Workshop, 15-17 April 2008, Malvern, United Kingdom
40. Mats Hartmann, Vulnerability Assessments of Land Targets, NATO AVT-153, Specialist meeting on weapon/target interaction tools for use in tri-service applications, 13-16 October 2008, Montreal, Canada
41. John Ottosson, Underlag för hottrappa IED - Splitterstridsdelar utgåva 2, FOI-RH--0782--SE, Oktober 2008
42. Mats Hartmann, Lägesrapport: vapenteknisk hotanalys för internationella insatser, FOI memo H634, 2009-06-15

43. John Ottosson, Patrik Appelgren, Patrik Lundberg, Underlag för hottrappa IED: Splitter- och RSV-stridsdelar, Utgåva 3.0, FOI-RH--0910--SE, December 2009
44. John Ottosson, Patrik Appelgren, Melker Skoglund, Pernilla Magnusson, Analys av finkaliberhot vid internationella insatser, 7,62x54R, FOI-RH--0883--SE, December 2009
45. John Ottosson, Vapenteknisk hotanalys, hjälm ny, 2010, FOI-RH--0964--SE, Juli 2010
46. Bo Gilljam, Mats Hartmann, Verkansprestanda JAS automatkanon - Verkanssimuleringar Allmålsband 06 och PELE, FOI-RH--0996--SE, juli 2010
47. Bo Gilljam, Mats Hartmann, Lethality performance JAS automatic cannon BK27 - Part 2, Lethality simulations Allmålsband 06 and PELE, FOI-RH--1016--SE, Oktober 2010
48. Mats Hartmann, Underlag för verkanssimulering GBU12, FOI-DH--0046--SE, 2008
49. MajBritt Hansson "Rapportering av Utredning av Positionskrav", FOI Memo H0640, 2008
50. Pernilla Magnusson, Sofia Hedenstierna, Bo Johansson, Mats Hartmann, Verkanssimuleringar för bataljonsartilleristudie 2009, FOI-RH--0963--SE, Februari 2010
51. Mats Hartmann, Martin Ohlson, Jämförande verkanssimuleringar, utgåva 2, Granatgevärsammunition 84 mm Sgr m/00B och HEDP 502, FOI-RH--0988--SE, Juni 2010
52. Staffan Harling, Mats Hartmann, Stridsdelsbeskrivningar för AVAL, 84 mm Sgr m/00B och HEDP 502, FOI-RH--0976--SE, Maj 2010
53. Mats Hartmann, AVAL target description - Generic radar attack missile, ver. 1.0, FOI-R--3064--SE, November 2010
54. Richard Sandström, FMV AK Mark, Analys om Försvarsmaktens övningsammunition (40 mm) utifrån graderad verkan kan användas i internationella insatser med Strf 90, FMV dokumentbeteckning 5193/2008, 2008-12-19
55. Mats Hartmann, Staffan Harling, Underlag sårbarhetsvärdering Visby - Stridsdelsbeskrivningar, FOI-RH--1000--SE, Augusti 2010
56. Mats Hartmann, Marita Wanhatalo, Martin Ohlson, Underlag sårbarhetsvärdering korvett Visby - Initiering av medförd ammunition, FOI-RH--1003--SE, September 2010
57. Martin Nilsson, Underlag sårbarhetsvärdering korvett Visby - penetration FOI Memo, planerad utgivning december 2010
58. Mats Hartmann, Pernilla Magnusson, Parameterstudie sektionering av camp, FOI-R--3103--SE, December 2010
59. Ewa Lidén, Staffan Harling, Andreas Helte, Bo Johansson, Saed Mousavi, Lars Westerling, Interim review report. Effect Analysis of Missile Warhead, FOI-RH--0993--SE, June 2010
60. Staffan Harling, Riskanalys handgranat M52 P3, FOI Memo 2624, 2008-12-01
61. John Ottosson, Hotanalys, Poliskroppsskydd, FOI-RH--0853--SE, Mars 2009
62. Mats Hartmann, AVAL target description - Main battle tank T-80U, ver. 1.2, FOI-RH--1018--SE, October 2010
63. Mats Hartmann, AVAL target description - Main battle tank T-90, ver. 1.1, FOI-RH--1020--SE, October 2010
64. Per Öhrström, Svar på FOI hemställan om finansiering av förvaltningsuppdrag AVAL, HKV beteckning 23 321:64584, 2009-10-06