



Sammanvägd överlevnadsbedömning

Integrated survivability, lägesrapport 2018

CAMILLA ANDERSSON, CHARLIE HAGERMAN,
ROLF JARLÅS, HENRIK REIMER, LARS SVENSSON

Camilla Andersson, Charlie Hagerman, Rolf
Jarlås, Henrik Reimer, Lars Svensson

Sammanvägd överlevnadsbedömning

Integrated survivability, lägesrapport 2018.

Titel	Sammanvägd överlevnadsbedömning
Title	Integrated survivability
Rapportnr/Report no	FOI-R--4677--SE
Månad/Month	November
Utgivningsår/Year	2018
Sidor/Pages	31 p
Kund/Customer	Försvarsmakten
Forskningsområde	11. Vapen, Skydd och säkerhet
FoT-område	Vapen och skydd
Projektnr/Project no	E60875
Godkänd av/Approved by	Torgny Carlsson
Ansvarig avdelning	Försvars och säkerhetssystem

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk, vilket bl.a. innebär att citering är tillåten i enlighet med vad som anges i 22 § i nämnd lag. För att använda verket på ett sätt som inte medges direkt av svensk lag krävs särskild överenskommelse.

This work is protected by the Swedish Act on Copyright in Literary and Artistic Works (1960:729). Citation is permitted in accordance with article 22 in said act. Any form of use that goes beyond what is permitted by Swedish copyright law, requires the written permission of FOI.

Sammanfattning

Sammanvägd överlevnadsbedömning (Eng: *Integrated survivability*) avser bedömning av överlevnadsförmåga på övergripande systemnivå. Överlevnadsförmåga definieras här som förmågan att framgångsrikt bedriva verksamhet i en hotmiljö.

Arbetet bedrivs som ett delprojekt inom FoT-projekt Metoder för sårbarhets- och verkansvärdering. Målet med delprojektet är kunna genomföra en sammanvägd överlevnadsbedömning utgående ifrån olika funktioners inverkan på överlevnadsförmågan hos i första enstaka plattformar.

Under året har fokus legat på att få en grundläggande uppfattning om hur en metodik bör struktureras och vilka metoder som står till buds för att kunna genomföra en bedömning. I uppgiften har också ingått att definiera ett typscenario som kan användas i det fortsatta arbetet. För att få en överblickbar och hanterbar omfattning på arbetet omfattar typscenariot ett mekaniserat förband på plutonsnivå med ett tydligt avgränsat antal funktioner.

Föreliggande rapport är en lägesrapport. För det fortsatta arbetet föreslås att verksamhet bedrivs med att utveckla metodik både genom teoretiska studier och praktisk tillämpning.

Nyckelord:

Integrated survivability, sammanvägd överlevnadsbedömning.

Summary

Integrated survivability refers to assessment of survivability on a system level. Survivability is defined here as the ability to successfully be able to perform a given task in a hostile environment.

The aim of the subproject is to develop a methodology to assess the impact of different subsystems on the survivability. During the year, the focus has been on gaining a basic idea of how a methodology should be structured and what methods are available to make an assessment. The task has also included defining a type scenario that can be used in the further work. To get a manageable scope, the type scenario includes a mechanized unit on platoon level with a clearly defined number of functions.

The proposed goal of continued work is to develop methodology both through simultaneously theoretical studies and practical application.

Keywords: Integrated survivability

Innehåll

1	Inledning	7
1.1	Syfte med arbetet.....	7
1.2	Mål med periodens arbete och rapportupplägg.....	7
2	Vad är sammanvägd överlevnadsbedömning	8
3	Angreppssätt och begränsningar/randvillkor	12
3.1	Angreppssätt.....	13
3.2	Randvillkor och begränsningar.....	14
4	Utvärderingsmetodik	15
4.1	Skapa förutsättningar för värdering av stridseffekt.....	16
4.2	Skapa en förståelse kring tekniska egenskaper.....	17
4.3	Etablera värderingskriterier för stridseffekt.....	18
4.4	Genomför en värdering av alternativ.....	19
4.5	Genomför en fördjupad analys.....	21
5	Scenario	23
5.1	Parametrar för utvärderingsscenarion.....	23
5.1.1	Eget förband.....	24
5.1.2	Stridssätt.....	24
5.1.3	Motståndarens förband.....	25
5.1.4	Säsong.....	25
5.1.5	Tid på dygnet.....	25
5.1.6	Terrängtyp.....	25
5.1.7	Väderförhållanden.....	26
5.1.8	Utvärderingstid (varaktighet).....	26
5.1.9	Parametrar för stridande parters förmågor.....	27
5.2	Exempelscenario.....	28
5.2.1	Eget förband.....	28
5.2.2	Motståndarens förband.....	28
5.2.3	Förslag till exempelscenario.....	29
5.3	Val av ingående funktioner.....	29
6	Fortsatt arbete	30
7	Litteraturförteckning	31

1 Inledning

Föreliggande rapport är en lägesrapport inom FoT projekt Modeller för sårbarhets- och verkansvärdering

Sammanvägd överlevnadsbedömning avser olika funktioners inverkan på förmågan hos system eller system av system att verka i en fientlig miljö. Funktionerna kan spänna från att vara tekniskt baserade som ballistiskt skydd, mobilitet, sensorkapacitet, brandsläckningssystem, signaturanpassningsåtgärder, vapenverkan till underrättelser, taktik, sjukvårdsresurser eller utmattningsgrad hos operatörer. Komplexiteten i uppgiften att göra en bedömning, som är rimligt realistisk, ställer stora krav på den utvärderingsmodell som används och på att göra ett adekvat urval av de funktioner som ska ingå i värderingen.

Angreppssättet som valts för att komma vidare i arbetet med sammanvägd överlevnadsbedömning är att, förutom teoretisk kunskapsupbyggnad också tidigt i processen genomföra värderingar med befintliga metoder, även om resultatet är osäkert. Avsikten är att genom praktisk tillämpning, få erfarenheter och kunskap med vars hjälp vidare arbete kan planeras och styras.

1.1 Syfte med arbetet

Syftet med arbetet inom delprojektet *sammanvägd överlevnadsbedömning* är att ta fram en modell för att kunna bedöma i vilken utsträckning olika åtgärder bidrar till att öka överlevnaden hos ett system och därmed kopplad förmåga att lösa en given uppgift. En tillförlitlig modell kan till exempel användas vid kravställning och/ eller utvärdering i en anskaffningsprocess eller som underlag för att utarbeta spelkort eller göra bedömningar av hotmiljöer.

1.2 Mål med periodens arbete och rapportupplägg

Rapporten ger en lägesbild över den del av arbetet som bedrivits under 2017 och 2018. Målet för periodens arbete är att belysa området utvärderingsmetodik med fokus på bedömningar inom området *integrated survivability* samt att definiera ett applikationsexempel (scenario) som kan användas för att värdera olika metodiker. Scenariot omfattar en duellsituation mellan stridsfordon där både rött och blått fordon förses med ett urval av, för situationen, relevanta förmågor. Förmågorna begränsas i ett första steg för att inte skapa en alltför komplex situation.

Rapporten inleder med att definiera begreppet *sammanvägd överlevnadsbedömning*. Andra delen behandlar utvärderingsmetodik. Tredje delen omfattar en beskrivning av det scenario som valts.

2 Vad är sammanvägd överlevnadsbedömning

Den internationellt vedertagna termen för sammanvägd överlevnadsförmåga är *Integrated survivability*, men hädanefter kommer den svenska benämningen att användas. Värderingsmetoder för tekniska system beskriver ofta systems tekniska prestanda. Ett ballistiskt skydd på ett fordon jämförs till exempel ofta med andra ballistiska skyddssystem i termer av ytvikt, geometri, yttäckningsförmåga, flerträffskapacitet etc. Det gör det möjligt att på ett strukturerat sätt välja det ena systemet framför det andra. Det säger däremot inget om hur systemet påverkar andra system eller hur det påverkar till exempel förmågan att genomföra en definierad uppgift vilket kan vara en betydligt viktigare förmåga än att stoppa en given ammunitionstyp.

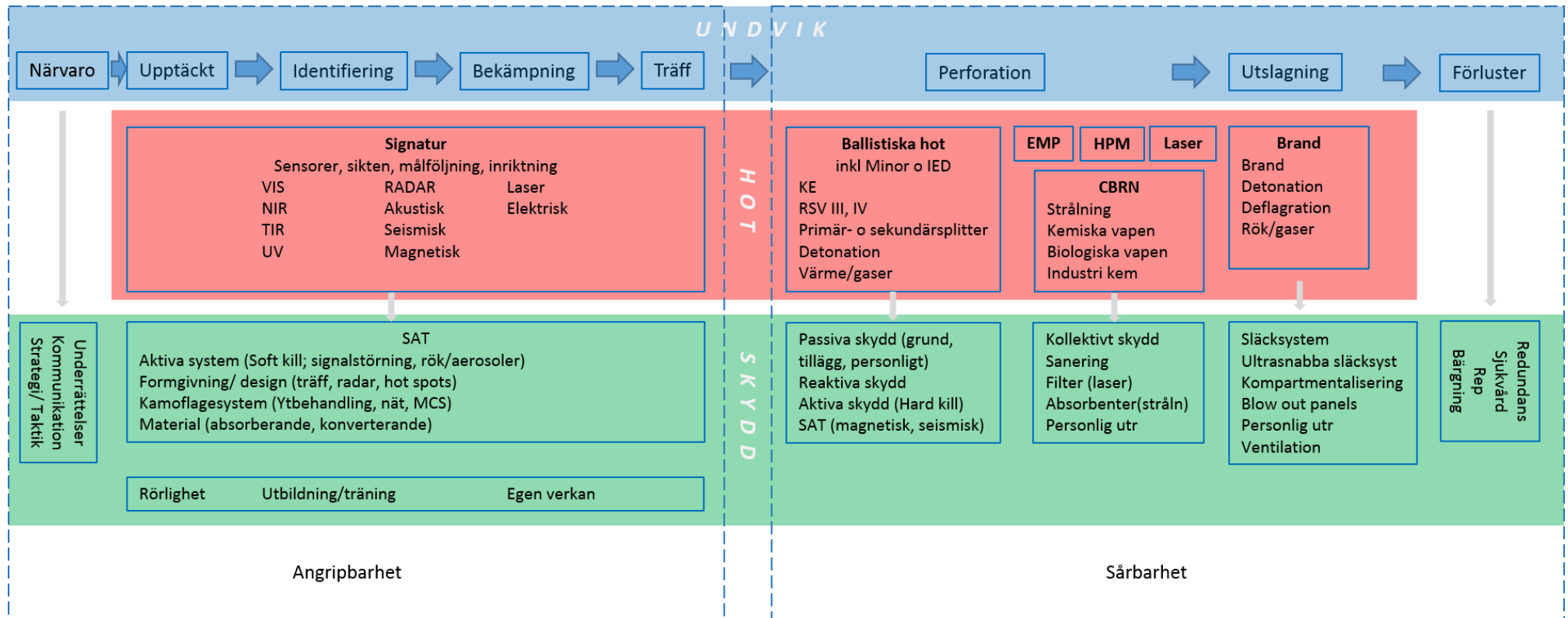
Sammanvägd överlevnadsbedömning avser att bedöma överlevnadsförmåga på övergripande systemnivå. Överlevnad kan beskriva förmågan att fysisk överleva en hothändelse hos olika system, till exempel soldat eller plattform. Det kan också beskriva förmågan att utföra ett uppdrag. Överlevnad definieras här som att framgångsrikt kunna *verka* i en hotmiljö, det vill säga möjligheten att lösa en given uppgift. Övergripande systemnivå är ett vitt begrepp och kan omfatta till exempel soldatsystem, fordonsystem eller förband. I denna rapport diskuteras ett förband av maximalt kompanis storlek. Sammanvägd överlevnadsbedömning beskriver alltså en metodik för att bedöma sammanvägd överlevnadsförmåga hos system av system.

Sammanvägd överlevnadsbedömning syftar till att väga samman inverkan av de egenskaper som tillsammans ger en god överlevnadsförmåga och där metodiken även inkluderar att vid konflikter göra lämpliga prioriteringar mellan egenskaper som på olika sätt bidrar till överlevnadsförmågan. Ett sådant analysverktyg blir komplext eftersom bland annat hotscenario, miljö med rums- och tidsavgränsningar och övriga relevanta tekniska förmågor bör beaktas. En fungerande metodik kan vara ett kraftfullt verktyg för att vidga bedömningsgrunderna utöver rent teknisk kapacitet.

Användning av metodiken ska också kunna bidra till att system utvecklas eller anskaffas som medför lägsta möjliga kostnad i förhållande till dess sammanvägda överlevnadsförmåga. I Figur 1 presenteras ett stort antal faktorer som är viktiga att beakta vid beskrivningen av integrerad överlevnadsförmåga.

Behovet av en metodik för utvärdering av den sammanvägda överlevnadsförmågan hos ett system (exempelvis ett eller flera stridsfordon) uppkommer i olika situationer. Dessa kan vara:

1. Kraven har höjts på den sammanvägda överlevnadsförmågan för en redan tillverkad plattform
2. Hotbilden har förändrats mot tidigare för en redan tillverkad plattform
3. Modifiering av en redan tillverkad plattform i syfte att höja den sammanvägda överlevnadsförmågan
4. Anskaffning (kravställning) av en ny plattform baserad på ett framtaget koncept eller befintlig produktfamilj
5. Utveckling av en ny plattform inom ett befintligt system av system
6. Utveckling av ett nytt system av system



Figur 1 Faktorer knutet till nivåerna i den så kallade skyddslöken (blå markering) som kan påverka den sammanvägda överlevnadsförmågan.

Friheten att utforma eller förändra olika system i syfte att öka den sammanvägda överlevnadsförmågan, men även behovet av att kunna göra korrekta avvägningar mellan olika systems bidrag till den sammanvägda överlevnadsförmågan, är i allmänhet större ju längre ner listan av situationer man kommer. Situationerna 3-6 ställer krav på att man jämför utformningar för att hitta den mest lämpliga utformningen och tillhörande val av tekniker. Oftast finns det tillverknings- drifts- och installations-kostnader som i praktiken begränsar urvalet av realiserbara åtgärder, men det är också vanligt att främst viktbegränsningar men även utrymmesbegränsningar påverkar valet av åtgärder. Tidshorizonten för när systemet skall kunna tas i drift och hur långt in i framtiden som det skall vara operativt är andra viktiga parametrar.

God förmåga att bidra med analyser i situationerna högt upp på listan och erfarenhet av relaterade frågeställningar är en mycket bra grund att stå på för att utveckla förmågan att bidra i situationerna långt ner på listan.

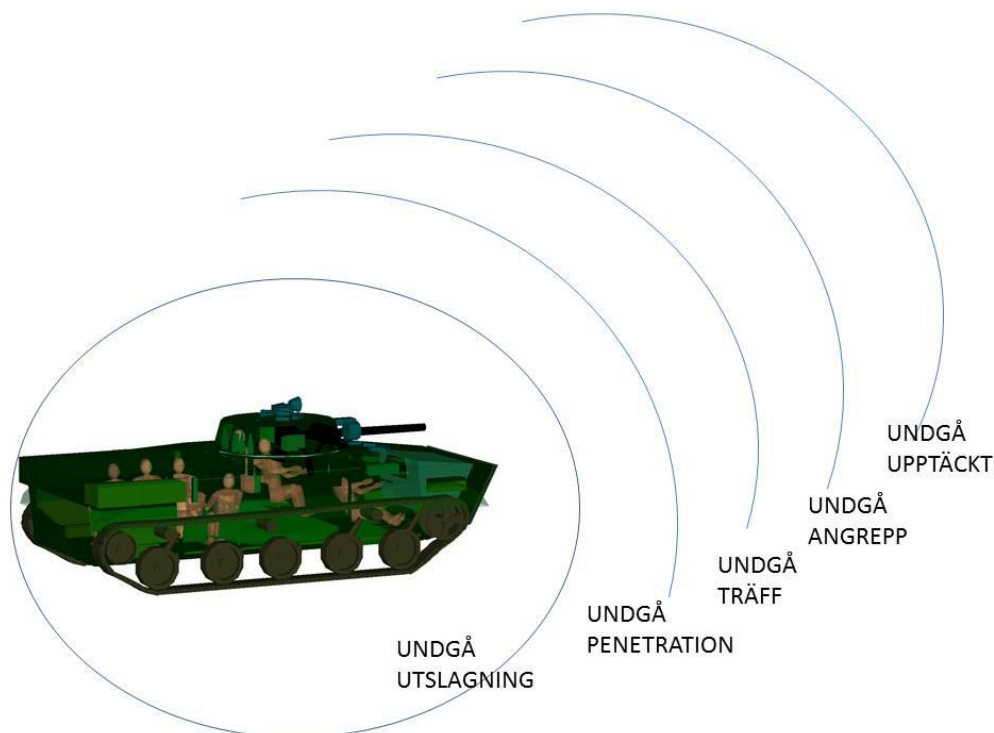
I syfte att begränsa den här aktuella studien till en omfattning som bedöms motsvara tillgängliga medel är målsättningen att beskriva en metodik för att analysera och bedöma en anläggnings eller plattformers sammanvägda överlevnadsförmåga med de krav på noggrannhet och tillförlitlighet som situationerna 1-3 ovan kan förväntas ställa.

Målbilden för metodiken blir därför: Föreslå den modifiering av en redan tillverkad plattform som med givna begränsningar avseende kostnad och vikt ger störst förbättring i sammanvägd överlevnadsförmåga i det scenario som beskrivs i kapitel 5.2.

3 Angreppssätt och begränsningar/randvillkor

I den inledande litteraturstudien som genomfördes under 2014 beskrivs värderingsmetodik kopplat till den så kallade skyddslöken, se Figur 2, enligt följande:

Sammanvägd överlevnadsbedömning ger i en kvantifierad värdering av de olika teknikerna för de olika skyddslagren och en förståelse för begränsningar och fördelar med skyddslösningarna för plattformen. Sammanvägd överlevnadsbedömning bör värderas genom alla skyddslager med lämpliga analytiska metoder och simuleringsverktyg. Det första, yttersta lagret, "undgå upptäckt" involverar normalt sett en mänsklig faktor och är därmed svårare att kvantifiera än de övriga. Hur kombattanterna kan förväntas anpassa sin taktik beroende på hur de olika skyddslagren utformas är också en utmaning att beakta. Sammanvägd överlevnadsbedömning hjälper intressenter att förstå betydelsen av redundanta tekniker som motverkar ett hot i olika lager av skyddslöken. Man kan även inkludera vikter (massa) och kostnader för de olika teknikerna i de olika skyddslagren. Normalt sett väger tekniker som används i de yttre lagren mindre än de som behövs i de inre.¹



Figur 2² Skyddslöken som beskriver olika nivåer av skyddsåtgärder.

För att kunna åstadkomma en sammanvägd bedömning t.ex. inför ett anskaffningsbeslut avseende ett stridsfordon behöver en kombination av kvantitativa och kvalitativa metoder användas. Beslutssituationen är komplex, med aspekter som kan ha konflikterande målsättningar och omfattar genuin osäkerhet. Ett exempel är plattformarnas långa

¹ Pernilla Magnusson, Mats Hartmann; Integrated Survivability. Inledande litteraturstudie. FOI-R--3988--SE, FOI 2014

² Kurt Andersson med flera, Lärobok i militärteknik, vol 4, skydd och verkan. ISSN 1654-4838. Försvarshögskolan 2009.

livslängd, vilket föranleder att det är svårt att avgöra hur dessa kommer att nyttjas i framtiden under vilka förutsättningar, i vilket hotmiljö etc.

Det existerar ett flertal metoder vilka lämpar sig väl för att sammankoppla mer eller mindre beroende saker med otydliga kopplingar. I detta sammanhang brukar man tala om pussel, problem och vildvuxna problem³. Ett *pussel* är den enklaste formen, där frågeställningen är väl definierad och det finns ett enda svar som är rätt. Ett *problem* har en väl definierad frågeställning, men det finns olika svar och lösningar beroende på vilka villkor lösningen skall leva upp till; ekonomiskt, tekniskt, etiskt etc.

Ett *vildvuxet problem* (eng. ”mess” eller ”wicked problem”) har en ännu inte definierad frågeställning, och olika intressenter ser i det vildvuxna problemet olika problem (eller pussel) och har olika förslag på lösningar. Vildvuxna problem karakteriseras bl.a. av att:

- Det finns flera intressenter.
- Det finns många olika perspektiv och aspekter.
- Flera sakområden eller discipliner berörs.
- Man behöver ta hänsyn till många olika dimensioner.
- Dimensionerna hänger ihop på ett svåröverskådligt och delvis okänt sätt.
- Det finns flera olika möjliga lösningar (på olika problem).
- Det finns ingen lösning som är ”rätt”, bara lösningar som är mer eller mindre bra.
- Vad som är en (tillräckligt) bra lösning är en bedömningsfråga.
- De tillgängliga resurserna bestämmer när det är dags att sluta leta efter den bästa lösningen.

Området ”Sammanvägd överlevnadsbedömning” kan sägas uppfylla de flesta (kanske t.o.m. alla) av ovanstående kriterier, och bör därför betraktas som ett vildvuxet problem.

Angreppssättet för att genomföra en sammanvägd bedömning blir därför mer av en iterativ process där beslutsfattarna försöker öka sin förståelse för problemet, sina egna preferenser och vilken risktagning som är acceptabel. Det är viktigt att denna process och de värderingar som görs är spårbara för att skapa legitimitet till beslutet men även för att stötta själva anskaffningen då det blir enkelt att förstå vilka aspekter som har rankats högst.

När man står inför ett vildvuxet problem är det viktigt att beakta följande citat: ”*One of the greatest mistakes that can be made when dealing with a mess is to carve off a part of the mess, treat it as a problem and then solve it as a puzzle – ignoring the links with other aspects of the mess*”⁴ För att inte gå i denna fälla behöver man alltså använda sig av metoder vilka kan hantera vildvuxna problem i sin helhet.

3.1 Angreppssätt

Det är vanligt att en värdering av Sammanvägd överlevnadsbedömning görs genom en systemanalytisk process, t.ex. att nyttja vattenfallsmodellen⁵ eller genom metoden *work break down structure*⁶. Här föreslås en variant på detta där processen även innehåller iterativa steg, då kunskap som genereras i senare steg, t.ex. avseende tekniks förmåga kan komma att påverka förbandets uppträdande och i förlängningen förändra förutsättningarna

³ Ackoff, Russel A, *Redesigning the future: a systems approach to societal problems*, John Wiley, New York, 1974

⁴ Michael Pidd, *Tools for Thinking: Modelling in Management Science*, WILEY 1996

⁵ Luhai Wong, *Systems Engineering Approach to Ground Combat Vehicle Survivability in Urban Operations*, NPS Thesis 2016, Naval Postgraduate School 2016

⁶ Gary L. Guzie; Integrated Survivability Assessment; Army Research Laboratory; ARL-TR-3186, april 2004

för en specifik situation. Även TARDEC⁷ rekommenderar ett iterativt arbetssätt för att åstadkomma en avvägning mellan vikt, energibegränsningar och skydd⁸.

Syftet med att nyttja systemanalytiska metoder är att försöka skapa transparens för processen och för att stödja beslutsfattarna i sitt arbete. Att ha ett holistiskt angreppssätt är viktigt där olika skyddslösningar jämförs samtidigt för att ta hänsyn till alla lager i skyddslöken⁹, vilket även möjliggör att identifiera eventuella konflikter mellan skyddslösningarna. Ett exempel på arbetsgång återfinns nedan.

1. Skapa förutsättningar för värdering av stridseffekt
2. Skapa en förståelse kring tekniska egenskaper
3. Etablera värderingskriterier för stridseffekt
4. Genomför en värdering av alternativ
5. Genomför en fördjupad analys

För att kunna genomföra en värdering avseende Integrated Survivability krävs det att intressenter från olika organisationer och nivåer bidrar i olika delar av processen.

3.2 Randvillkor och begränsningar

Varje typ av plattform har sina inneboende begränsningsfaktorer. För ett stridsfordon, gäller det att balansera vikt (framkomlighet), ekonomi, verkan, skydd, energiförsörjning m.m. Plattformen existerar inte i sin ensamhet utan återfinns i ett förbandsperspektiv med andra understödjande förband och resurser.

Tidsperspektivet är även viktigt. Plattformarna behöver både bedömas avseende sin stridseffekt, det vill säga hur väl de stöttar förbandet att genomföra sina huvuduppgifter enligt krigsförbandsmålsättningen. Men det är även viktigt att analysera de olika alternativen utifrån mer långsiktiga aspekter, t.ex. genom att nyttja kvalitativa analytiska verktyg som DOTMPLF(I)¹⁰ eller att utgå från de grundläggande förmågorna (ledning, underrättelse och information, verkan, rörlighet, skydd samt uthållighet). Kvalitativ analys handlar här om att beskriva konsekvensen av effekterna från de tekniska slutsatserna och sätta dem i ett sammanhang.

⁷ US Army Tank Automotive Research Development Center

⁸ Heather Molitoris, Daniel Hicks; System Engineering approach to assessing Integrated Survivability; US Army TARDEC 20296, augusti 2009

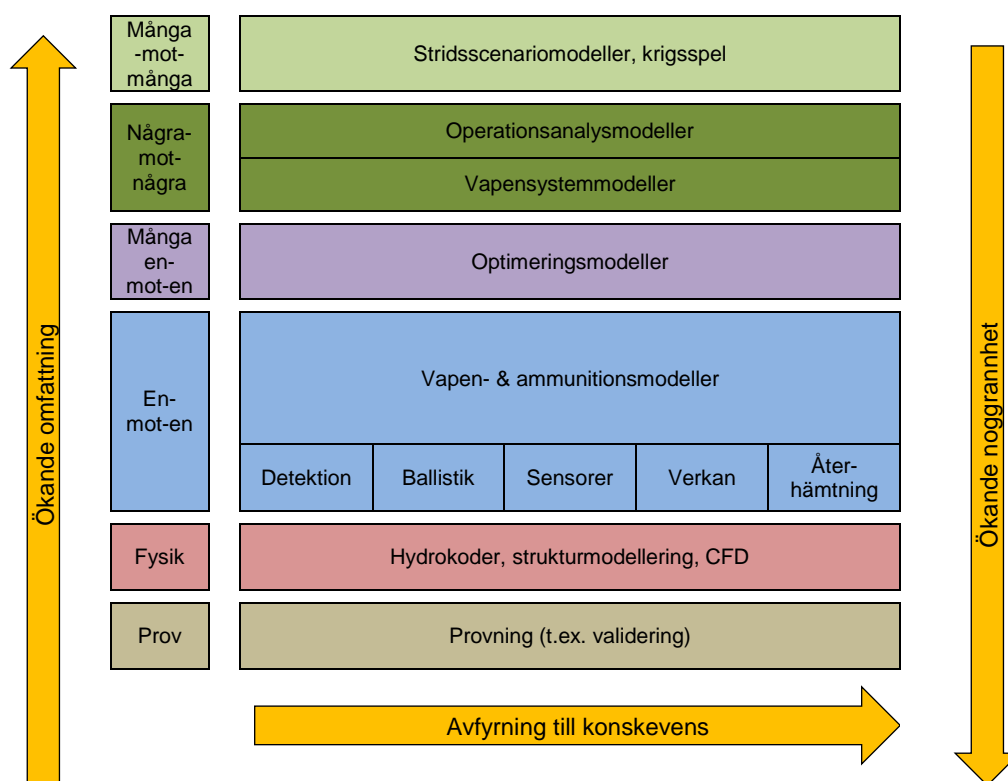
⁹ A. Hafeezur Rahman, Ameer Malik Shaik, J. Rajesh Kumar, V. Balaguru, P. Sivakumar; *Design Configuration of a Generation Next Main Battle Tank for Future Combat*, Defence Science Journal, Vol 67, juli 2017, pp 343-353

¹⁰ DOTMPLF(I) (doktrin, organisation, träning, materiel, personal, ledarskap, faciliteter och interoperabilitet. Denna akronym nyttjas inom flera försvarsmakter för att beskriva det sociotekniska system som ett förband utgör och för att säkerställa att alla aspekter hos ett förbands förmåga och förutsättningar är analyserade.

4 Utvärderingsmetodik

Eftersom *Sammanvägd överlevnadsbedömning* är mer ett vildvuxet problem än ett pussel karakteriseras värderingsmetodiken av en kombination kvalitativa och kvantitativa metoder, där värderingsprocessen behöver omfatta både vapnets och motmedlens effekter såväl som omgivningens inverkan på uppdraget¹¹. Effekterna från vapnet och motmedlet kan karakteriseras som värderingskriterier, medan omgivningens inverkan kan beskrivas som betingelser inom ramen för de scenarier som man valt att studera.

*Militära system blir alltmer komplexa och står ofta i ständig kontakt med andra system. Systemens kritiska uppgifter sköts ofta av delsystem eller subsystem som därmed blir känsliga delar av system av system. Värdering av sammanvägd överlevnadsbedömning är ett sätt att kunna analysera hela system av system med avseende på hela systemets överlevnad.*¹²



Figur 3. Översikt av hur värdering sker i olika grad av komplexitet. Plattformens prestanda värderas först (längst ner), sedan strid en-mot-en, därefter många en-mot-en strider samtidigt, sedan följer några-mot-några och överst finns många-mot-många.¹³

¹¹ Gary L. Guzie; Integrated Survivability Assessment; Army Research Laboratory; ARL-TR-3186, april 2004

¹² Pernilla Magnusson, Mats Hartmann, *Integrated Survivability. Inledande litteraturstudie*. FOI-R--3988--SE, FOI 2014

¹³ Bilden är hämtad från Pernilla Magnusson, Mats Hartmann *Integrated Survivability. Inledande litteraturstudie*. FOI-R--3966--SE, FOI 2014

För att kunna analysera en komplex fråga som detta behöver många olika aktiviteter genomföras och olika metoder nyttjas för att kunna kvantifiera eller beskriva effekten från olika tekniska system. I kapitel 3 beskrivs ett generellt angreppssätt för detta och i detta kapitel fokuseras mer på metoder och verktyg som kan nyttjas för de olika stegen.

4.1 Skapa förutsättningar för värdering av stridseffekt

Ett viktigt verktyg för att inleda arbetet är att genomföra en allomfattande hotanalys för att ta hänsyn till trender och teknikutveckling¹⁴. Hotanalysen bidrar även till problemförståelsen och att värderingsfrågan sätts i sitt sammanhang. Frågeställningarna kan bli något olika beroende på vilken beslutssituation som har föranlett analysen, se kapitel 2, nyanskaffning, remo - renovering och modifiering av en befintlig plattform etc. I denna värdering ingår även hotets möjligheter, avsikt och förmåga. En hotvärdering måste ta hänsyn till realistiska scenarion, insatser och hotfulla situationer för att kunna utgöra en användbar bedömning av hotet.¹⁵

Ur krigsförbandsmålsättningar och handböcker skapas grunden för scenarier vilka kombinerar hot, miljö, betingelser, stridsuppgifter m.m. och utgör en bas. Nya funktioner på en plattform kan föranleda nya stridsuppgifter eller förändringar ur andra perspektiv för stridssituationen vilket behöver omhändertas.

För att stötta detta arbete kan problemstruktureringsmetoder, spel och scenariobaserade diskussioner vara bra verktyg. I de fall där det finns utvecklade datormodeller kan dessa understödja med en mer kvantitativ analys. När det gäller mekaniserad strid har det under hösten 2018 inletts ett modelleringsarbete i samband med Försvarmaktens studie MARK181904S Koncept framtida stridsfordonsförsörjning, som möjligtvis skulle kunna stötta en värdering av stridseffekt avseende stridsfordon.

Spel som metod används när svaren och lösningarna kräver interaktion och kunskapsutveckling, dvs. när frågorna är komplexa och sammansatta; det inte finns några givna eller optimala svar; graden av tyst kunskap är hög; flera komponenter behöver samverka; ett problemområde behöver belysas; realism önskas; och man behöver skapa delaktighet och förankring. Spel som metod för analys av militära problem sammanför kompetenser inom teknik, taktik och doktrin, såväl vad gäller egna som motståndarens förband och system. Beroende av behov och tillgängliga resurser så kan spel göras med olika grad av ambition – när bara principer eller mycket specifika frågor skall belysas kan det vara fullt tillräckligt med ett mindre omfattande upplägg (enkelt och idealiserat), och finns behov av att verkligen efterlikna en verklig situation kan ett mer resurskrävande upplägg vara nödvändigt (komplext och realistiskt).

För att stötta processen med att utveckla scenarion kan morfologisk analys eller andra problemstruktureringsmetoder vara behjälpliga. *Morfologisk analys* är en metod för att formulera, strukturera och studera komplexa problem. I rapporten ”Morfologisk analys i grupp: En personlig handledning”¹⁶ beskrivs hur metoden har tillämpats på FOI och ett antal exempel på morfologiska analyser som FOI genomfört. Vill man tillämpa morfologisk analys i grupper av sakkunniga kan man använda datorverktyget MA/Casper (Computer Aided Scenario and Problem Evaluation Routine), vilket bidrar med stöd till tankeprocesser och presentation genom visualisering, flexibilitet i modellbyggandet och spårbarhet i resultaten. Verktyget Optima har utvecklats som stöd för att skapa scenarier med hjälp av morfologisk analys med optimering av utfallsrummet så att scenarierna skall bli så olika som möjligt.

¹⁴ Luhai Wong, System Engineering approach to Ground Combat Vehicle Survivability in Urban Operations; NPS Thesis, September 2016

¹⁵ P. Magnusson, M Hartmann 2014

¹⁶ Maria Stenström, Morfologisk analys i grupp - en personlig handledning. FOI-R--3215--SE, FOI 2011

Scenarier är ett verktyg både för att ge spårbarhet och en referensram åt resultaten men skapar även en ram och en gemensam föreställningsvärld. Scenarier är dessutom viktiga verktyg för dialoger med intressenter med avseende på bl.a. tolkningen av uppgift, problemställning och som en inriktande del av arbetet.

Scenariot ska utgöra ett verktyg för diskussionerna i arbetet, och utformas och väljs med detta i åtanke. Ofta skapas flera scenarier i syfte att täcka en bredare utfallsrymd med centrala men skilda faktorer.

En befintlig situationsbeskrivning sparar mycket tid och arbete. Generellt kan det sägas råda en brist på befintliga situationsbeskrivningar med tillräckligt god kvalitet. Inom ramen för Försvarmaktens studieverksamhet finns det dock situationsbeskrivningar på olika nivå vilka har genomgått ett visst mått av kvalitetskontroll. I kapitel 5 beskrivs parametrar för scenarier avseende mekaniserad strid och ett exempel presenteras.

Exempel på studier som skulle kunna vara relevanta för projektet ”Metoder för sårbarhets- och verkansvärdering” vad avser situationsbeskrivningar är:

- Markmålsbekämpningsförmåga 2020 (fokus på Motoriserad skyttebataljon, avslutad studie).
- Framtida stridsfordonskoncept (fokus på Mekaniserad bataljon, pågående studie).
- Understöds- och bekämpningskoncept (fokus på Artilleribataljon, påbörjad studie).

4.2 Skapa en förståelse kring tekniska egenskaper

Förmågan hos en plattform utgår från dess tekniska prestanda i kombination med besättningens förmåga att utnyttja prestandan. De olika alternativen för att öka prestandan hos olika delsystem kan analyseras genom att nyttja simuleringsverktyg och försök.

För att sedan kunna väga av mellan satsningar mellan olika delsystem behöver delvis andra metoder nyttjas för att skapa en balanserad lösning. Dels så finns det oftast begränsningar avseende vikt, volym, energi och ekonomi. Dels kan ett delsystem påverka effekten på andra delsystem positivt eller negativt. En första analys behöver göras i detta skede för att realiserbarhetspröva de förslag som framkommer. Arbetet med att jämföra och balansera mellan olika funktioner blir en iterativ process, där man undersöker dels vilken prestanda respektive funktion bidrar med, dels hur väl funktionen ryms inom den budget som finns och dels identifierar om funktionen står i konflikt med andra aspekter på systemet.

Överlevnadsförmåga på system-av-system-nivå har fyra viktiga delar; genomförande av uppdraget, funktionell överlevnad, plattformarnas överlevnad och personalens överlevnad. Personalens överlevnad avser hur systemet påverkar varje enskild soldats överlevnad d.v.s. soldatens integration som en del av systemet. Plattformens överlevnad handlar om dess möjlighet att undvika eller klara en hotmiljö utan att få sådana skador att uppdraget inte kan slutföras. Funktionell överlevnad betyder förmågan att vidmakthålla en kapacitet/prestanda/funktion under och även efter hotsituationen. Uppdragets överlevnad handlar om att lyckas genomföra sitt uppdrag/sin uppgift under och efter hotsituationen.¹⁷

TARDEC rekommenderar att en avvägning görs mellan tekniska lösningar i samma lager på skyddslöken, för att undersöka vilka som bidrar signifikant till en prestandaökning¹⁸. Denna process genomförs iterativt för att svänga in i en hållbar lösning. För att närmare

¹⁷ Pernilla Magnusson, Mats Hartmann, *Integrated Survivability. Inledande litteraturstudie*. FOI-R--3988--SE, FOI 2014

¹⁸ Heather Molitoris, Daniel Hicks; System Engineering approach to assessing Integrated Survivability; US Army TARDEC 20296, Augusti 2009

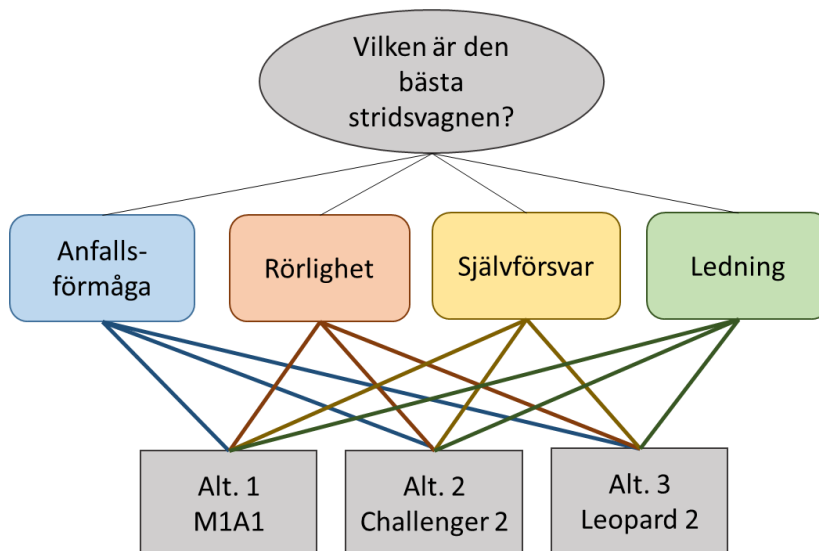
undersöka de olika tekniska lösningarna behöver en kombination av metoder nyttjas, försök, simuleringar och beräkningar.

4.3 Etablera värderingskriterier för stridseffekt

Utifrån de två tidigare stegen är det lämpligt att fastställa vilka önskvärda egenskaper, mått som skall nyttjas för att sedan jämföra olika alternativ. Det är viktigt att både ta hänsyn till tekniska prestanda kring de olika möjliga delsystemen men även försöka spegla någon form av stridseffekt man önskar uppnå när man nyttjar fordonet i olika scenarion.

Wong gör en ansats där man utgår från systemets funktionella delar och bryter ner detta i delförmågor för att sedan kunna analysera dessa. T.ex. så bryter han ner förmågan att genomföra markstrid i sex olika delar, manövrera, kommunicera, lägesuppfattning, skydd, bekämpa och att verkansutvärdera.¹⁹ Alla dessa är sedan i sin tur nedbrutna till dess att det går att analysera den lägsta nivån. Magnusson¹⁷ har på liknande sätt nyttjat felträd för att beskriva en logisk koppling mellan skadeutfall och orsaker.

Det är viktigt att fånga olika aktörers intresse och prioritering, liksom olika nivåer/funktioner. Strids- och logistikperspektiv kan fånga olika aspekter vilka bägge är lika viktiga i slutändan. Det är vanligen enklare att nyttja olika sakområdesexperter för att få en grunduppfattning kring vilka aspekter som är viktiga och etablera en initial värderingshierarki, innan beslutsfattarna involveras. För att värdera de tänkbara alternativen, stridsfordonen, jämförs dessa avseendesamtliga kriterier som har tagits fram i värderingshierarkin. Chen har åskådliggjort detta i Figur 4.



Figur 4. Exempel från Chen på hur man valet mellan tre stridsvagnar genomförs genom betygsättning av fyra kategorier av kriterier, förmåga att anfalla, rörlighet (mobilitet), självförsvar samt ledning.²⁰

För att skapa sig en bättre förståelse för hur systemets funktioner hänger ihop kan olika beslutsteoretiska modeller nyttjas, t.ex. Baysianska nätverk²¹. Dessa nätverk kan hantera

¹⁹ Luhai Wong, System Engineering approach to Ground Combat Vehicle Survivability in Urban Operations; NPS Thesis, September 2016

²⁰ Ching-Hsue chen, Yin Lin; Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation; European Journal of Operational Research vol 142 (2002) pp 174-186

²¹ En utförlig beskrivning finns i den inledande litteraturstudien: Pernilla Magnusson, Mats Hartmann, Integrated Survivability. Inledande litteraturstudie. FOI-R--3988--SE, FOI 2014

både kvantitativa och kvalitativa indata, vilket krävs för att kunna värdera *Sammanvägd överlevnadsbedömning* och baserar sig på betingade sannolikheter.

4.4 Genomför en värdering av alternativ

När man kommit så här långt i sin värderingsprocess bör det vildvuxna problemet kunnat ha benats ut och påminner mer om ett problem. En av de vanligaste metoderna för att genomföra en värdering rörande anskaffning är att nyttja multimålmeter²². Dessa metoder utvecklades för att hantera komplexa problem där olika beslutsfattare kan ha olika preferenser, värdera egenskaper olika och där problemen inte går att reducera till rent monetära enheter. Multimål- eller multikriteriemeter utvecklades för att kunna jämföra alternativ där målen, de eftersträvarvärda egenskaperna, är många och ofta står i konflikt med varandra.²³

Gemensamt för dessa metoder är att problemets grundläggande egenskaper bryts ner i en värderingshierarki eller kriteriehierarki.

- Viktigt att kriterierna speglar de viktigaste egenskaperna
- Denna hierarki behöver vara balanserad avseende antal kriterier mellan de olika nivåerna
- Den lägsta nivån, sub-kriterier, väljs så att det går att bedöma eller mäta alternativens egenskaper mot dessa.
- Många metoder förutsätter linjärt oberoende kriterier, men det finns nyare metoder där det går att hantera beroenden mellan kriterierna, men detta ger merarbete
- Kriterierna får sedan en inbördes vikt mot varandra
- Alternativen värderas mot den lägsta nivån på kriterier

När man nyttjar multimålmeter kan olika alternativ få en liknande slutpoäng, men ha väldigt olika egenskaper. Ett lagomalternativ kan erhålla en medelmåttlig bedömning över samtliga egenskaper, medan ett annat alternativ kan erhålla höga betyg i vissa aspekter men inte andra. Det är därför viktigt att inte enbart se denna avvägning som en matematisk övning, utan att även analysera vilka risker eller sårbarheter de valda alternativen ger. Detta kan göras t.ex. med känslighets- och variationsanalys. Många av multimålmeterna nyttjar relativa värderingar, vilket är ett bra sätt att stötta en grups förmåga att genomföra värderingarna, men det är viktigt att gruppen inte med tiden glider i sina värderingar.

Den enklaste formen av en värderingshierarki är en vanlig plus/minus-lista som man gör inför ett beslut där inget kriterium formellt har fått mer vikt än något annat. Nedan ges exempel på några formaliserade multimålmeter som har nyttjats för att värdera sårbarhet eller prestanda hos stridsfordon.

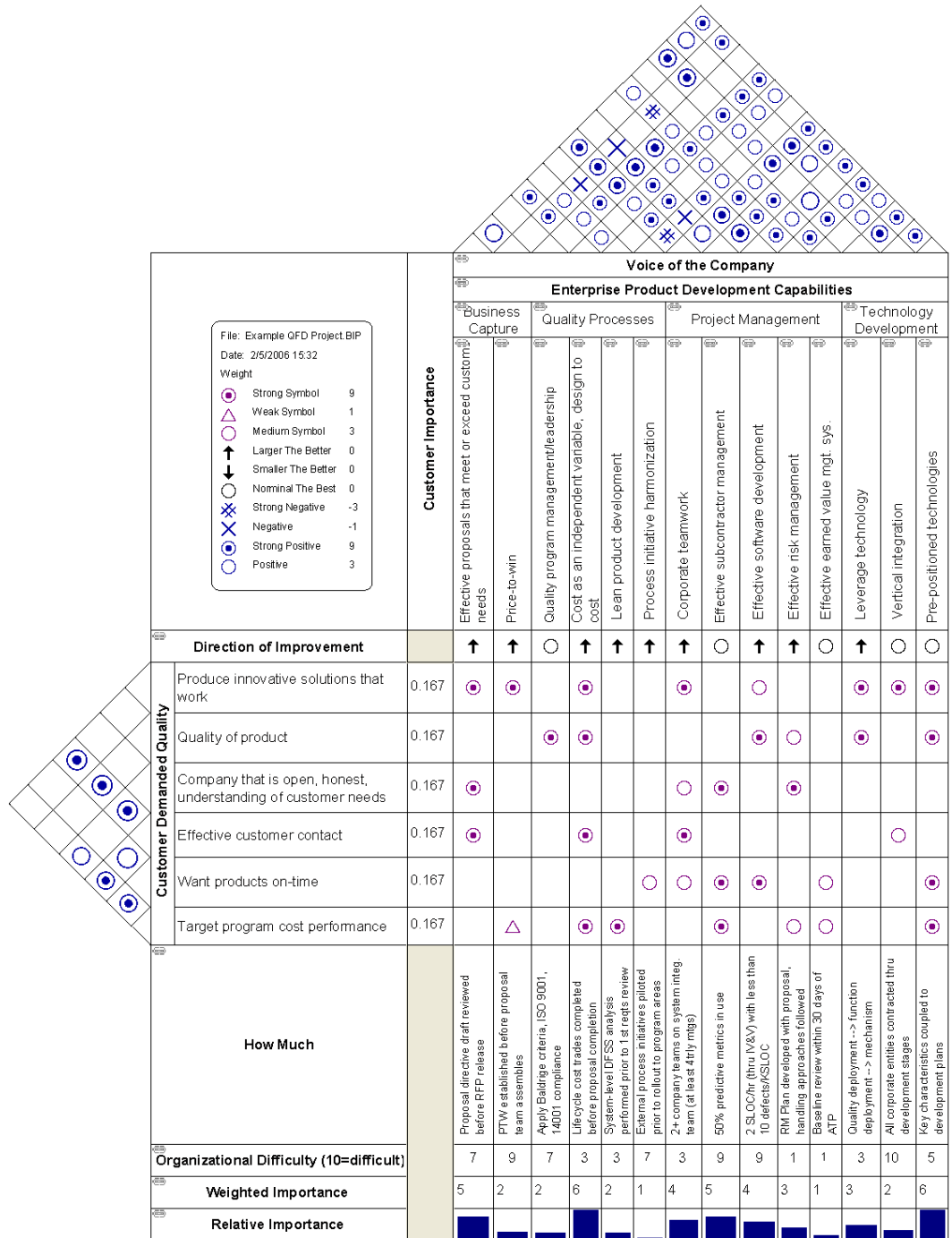
Quality function deployment (QFD) - House of Quality är kanske mest känd för sitt karaktäristiska utseende. Metoden syftar till att fånga intressenternas kvalitativa behov och omvandla detta till kvantitativa parametrar. Den första delen i processen är att skapa en generell förståelse av problemet genom att nyttja *House of Quality* - som är en matris vilken nyttjas för att undersöka hur olika parametrar påverkar varandra.

Till vänster i diagrammet i Figur 5 beskrivs intressenternas krav eller ”vad” och i nästa kolumn, se customer importance i Figur 5, ansätts en relativ vikt för varje krav. Den övre delen av matrisen beskriver den tekniska designen, eller ”hur”. Taket i matrisen nyttjas för att jämföra hur de olika tekniska egenskaperna i designen samverkar, positivt och negativt.

se t.ex. Nato RTA specialist meeting on defence acquisition SAS-080 2009²² se t.ex. Nato RTA specialist meeting on defence acquisition SAS-080 2009, Nato Science and Technology Organization

²³ Valerie Belton, Theo Stewart. *Multiple Criteria Decision Analysis. An Integrated Approach*. Springer 2002.

I själva matrisen jämförs sedan hur väl de tekniska egenskaperna uppfyller intressenternas krav. Längst ner återfinns ett samlat värde för respektive teknisk design egenskap.²⁴



Figur 5. Exempel på hur en House of Quality matris kan se ut.
 By Cask05 at English Wikipedia - Transferred from en.wikipedia to Commons by sunguoliangraa.,
 Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20510005>

²⁴ Nicholas G. Law, Integrated Helicopter Survivability. PhD thesis. Aeromechanical systems Group, Cranfield Defence and Security, Cranfield University 2011.

De olika tekniska lösningarna man vill värdera kan genom en sådan här matris mappas mot den värderingshierarki som har utvecklats. TARDEC nyttjar House of Quality matrisen för att undersöka hur de identifierade tekniska lösningarna bidrar till den sammanvägda ökade förmågan hos systemet.²⁵ Detta kan vara ett verktyg för att prioritera vilka tekniska lösningar som bör ingå i varje lager. Detta kopplas sedan till en operativ värdering där man vill undersöka vad hur dessa lösningar sedan bidrar till en ökad stridseffekt. QFD har även nyttjas för att analysera Integrated Survivability för helikoptrar²⁶.

Traditionella multimålmeter så som *multi attribute theory*²⁷ eller AHP (*analytical hierarchy process*)²⁸ har nyttjats för att värdera anskaffning av olika typer av militära system. I moderna litteratur tillförs ofta angreppssätt för att bättre omhänderta osäkerheter²⁹ i bedömningar och kriterier, men även att hantera beroenden mellan kriterier³⁰.

Förutsättningar för t.ex. AHP³¹ är att man har (eller kan ta fram) en väldefinierad målsättningshierarki; att man har (eller kan ta fram) två eller flera väldefinierade alternativa lösningar till problemet relaterade till målsättningshierarkin; samt att man har tillgång till en engagerad och för problemet sakkunnig arbetsgrupp på 5-10 personer. För att stötta värdering genom AHP kan man använda datorverktyg, till exempel Expert Choice. Det arbetar med hierarkiskt ordnade kriterier och parvisa jämförelser. Expert Choice kan även hantera ”mjuka” kriterier och känslighetsanalyser.

Utöver att jämföra prestandan hos de olika alternativen är det viktigt att ta hänsyn till kostnaderna hos systemet. Detta kan göras genom t.ex. *livscykelkostnader*. Denna rapport kommer inte diskutera olika metoder för att uppskatta kostnader.

Simuleringsbaserad värdering på högre nivåer av stridsförlopp finns utförligt beskrivet av Magnusson³².

4.5 Genomför en fördjupad analys

Analysen bör kompletteras med en beskrivning av osäkerheter, antaganden och de korsvisa beroendena som kommer ur de olika tekniska värderingarna. Utifrån dessa aspekter bör en känslighetsanalys göras för att undersöka validiteten i resultaten. Med känslighetsanalys avses här utvärdering av hur osäkerheter i information och kännedom om systemet inverkar på värderingsresultatet.

I en känslighetsanalys undersöks hur mycket inparametrar kan varieras med bibehållet värderingsresultatet. Detta är viktigt för att undersöka inom vilka antaganden resultaten är

²⁵ Heather Molitoris, Daniel Hicks; *System Engineering approach to assessing Integrated Survivability*; US Army TARDEC 20296, Augusti 2009

²⁶ En sammanfattning av Law:s arbete återfinns iden underliggande litteraturstudien. Pernilla Magnusson, Mats Hartmann *Integrated Survivability. Inledande litteraturstudie*. FOI-R--3966--SE, FOI 2014

²⁷ Se t.ex. Luhai Wong, *System Engineering approach to Ground Combat Vehicle Survivability in Urban Operations*; NPS Thesis, September 2016

²⁸ Se t.ex. Metin Dagdeviren, Serkan Yavuz, Nevzat Kilinc; *Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment*; Expert Systems with Applications vol 36 (2009) pp 8143-8151

²⁹ Se t.ex. Ching-Hsue chen, Yin Lin; *Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation*; European Journal of Operational Research vol 142 (2002) pp 174-186

³⁰ Se t.ex. Yavuz Gazibey, Ozkan Kantemir, Akif Demirel; *Interaction among the Criteria Affecting Main Battle Tank Selection: An Analysis with DEMATEL Method*; Defence Science Journal, Vol 56, No 5, September 2015, pp 345-355

³¹ I FOI-rapporten Patrik Thoren, Jonatan Westman, Marianne Wiik *Multimålanalys enligt Analytic Hierarchy Process*. FOI-D--0679--SE, FOI 2015, beskrivs teori bakom metoden och ett antal exempel på arbeten i vilka Expert Choice har använts.

³² Pernilla Magnusson, Mats Hartmann, *Integrated Survivability. Inledande litteraturstudie*. FOI-R--3966--SE, FOI 2014

giltiga. Det är en fördel att redan under de tidiga skedena i värderingsprocessen ha identifierat vilka dessa kritiska parametrar är som ska varieras.

Variationsanalysen syftar till att undersöka hur generella resultaten är inom den parameterrymd som systemet är tänkt att nyttjas inom. Om den hotanalys och de scenarier som nyttjats i de tidiga skedena är valda med omsorg blir de en viktig del i att förstå hur allmängiltiga resultatet är. Simuleringar på en högre systemnivå kan även bidra till variationsanalysen. Vanligen är mycket av känslighets- och variationsanalysen redan gjord under den tekniska värderingsfasen, men det är bra att se över denna inför den övergripande analysen, då nya upptäckter kan ha framkommit inom ett teknikområde som kan påverka de övriga.

En fördjupad analys kan även omfatta en riskvärdering kopplat till de scenarion och den hotanalys som gjordes i inledningen. För att komplettera analysen av överlevnadsförmågan, kan även kvalitativa analytiska metoder som DOTMPLF nyttjas för att beskriva det valda alternativet och hur det förhåller sig till de olika aspekterna doktrin, organisation, träning, materiel, ledning eller faciliteter.

5 Scenario

Det första steget i utvärderingsmetodikerna som berörs i avsnitt 5.1 omfattar bland annat att etablera ett scenario där plattformen eller systemet som ska utvärderas placeras. Scenariot bör vara anpassat för att utvärderingen ska kunna ge svar på önskade frågor. Detta avsnitt redovisar relevanta parametrar för att beskriva ett scenario samt ett scenarioexempel.

5.1 Parametrar för utvärderingsscenarion

Systemets eller plattformens domäntillhörighet (mark, luft, sjö) kommer naturligtvis i första hand styra en scenariobeskrivning. Det innebär dock inte att andra domäner kan uteslutas helt, eftersom system ofta existerar och verkar över två eller fler domäner.

Det exempelscenario som presenteras i detta avsnitt utgår från markstrid med någon form av pansarfordon/mekaniserat skytte med ett begränsat antal stridande enheter, exempelvis plutons strid mot jämförbar förmåga hos motståndaren.

I en skarp utvärdering av integrerad överlevnad är det i högsta grad relevant att beskriva och använda korrekta uppträdanden hos förbanden för att spegla realistiska situationer. Denna information kan till stor del återfinnas i olika reglementen och handböcker.

Vidare kan generell och speciell informationsinhämtning tillsammans med konsultation med personal av relevant kompetens bidra till realistiska och relevanta utvärderingsscenarion. För den metodikutveckling som är föremål för föreliggande arbete kan det dock vara av intresse att utforma scenariot på ett sådant sätt att metodutvecklingen omfattar så många aspekter som möjligt även om scenariot är osannolikt ur ett operativt perspektiv.

Ett utvärderingsscenario kräver ett antal ingångsvärden som beskriver miljön, tidsaspekten och stridande parter (de ingående systemen) i scenariot. Miljön och tidsaspekterna utgör parametrar som kan varieras för att undersöka olika utfall i plattformsmässigt identiska situationer. Systemen kan varieras med avseende på systemalternativ eller utformningsalternativ, beroende på vilken fråga som önskas besvaras. De ingående vapensystemen styrs – åtminstone delvis – av troliga scenarion och kännedom om förbandens uppträdande, och deras prestanda är kopplad till dels systemens specifikationer, men även till rådande miljö och tid. Ett scenario byggs av följande värden:

- Eget förband
 - Sammansättning och förmågor
 - Uppgift
 - Formering
 - Beredskapsläge/stridsvärde
 - Underrättelseläge
- Stridssätt
- Motståndarens förband
 - Sammansättning och förmågor
 - Uppgift
 - Formering
 - Beredskapsläge/stridsvärde
 - Underrättelseläge
- Säsong

- Tid på dygnet
- Terrängtyp
- Väderförhållanden
- Utvärderingstid(varaktighet)

Utöver ovanstående värden krävs dessutom teknisk prestandainformation om de förband och vapensystem som ingår i scenariot. Denna prestandainformation omfattar allt från vapensystem och ammunition till sensorer, riktmedel, kommunikation, motmedel och mobilitet.

5.1.1 Eget förband

- Sammansättning
 - Vilka typer av system ingår i det scenario som ska utvärderas
- Uppgift
 - Kopplas till stridssätt, en anfallsuppgift kommer exempelvis att styra uppgiften som ska lösas, uppträdande och även formering
- Formering
 - Formering styrs av uppgift, terräng och beredskapsläge
- Beredskapsläge/stridsvärde
 - Antagen stridsberedskap
 - Stridsvärde (konsekvenser av detta måste vara kända)
- Underrättelseläge
 - Kännedom om fientlig närvaro och dess åtaganden
 - Kan handla om lokalkännedom, lokal spaningsförmåga eller taktiskt informationsläge (luftburna sensorer, satellit, etc.)

5.1.2 Stridssätt

Arméreglementet Taktik³³ redovisar ett antal olika metoder för att lösa stridsuppgifter, dessa benämns stridssätt och utgörs av anfallsstrid, försvarsstrid, fördröjningsstrid och avvärjningsstrid. När integrerad överlevnad skall bedömas kan åtminstone två förhållningssätt intas. Det ena är överlevnad, vilket syftar till överlevnad av personal, besättningar och fordon. Det andra är förmåga att lösa uppgiften, vilket inte nödvändigtvis innefattar överlevnad av personalen, benämningen integrerad överlevnad till trots (se tidigare definitioner av integrerad överlevnad). För olika stridsuppgifter – olika uppgifter att lösa – kan alltså målet med integrerad överlevnad variera.

För ett utvärderingsscenario blir stridssättet relevant för förbandens sammansättning. Exempelvis bedrivs anfallsstrid i numerärt överläge, och försvarsstrid kan tvärtom förväntas bedrivas i underläge. De två stridssätten fördröjningsstrid och avvärjningsstrid omfattar stridsförlopp som har bedömts som icke relevanta för ett exempelscenario (mer komplexa uppgifter) och kommer därför inte användas för det exempelscenario som tas fram. Som representation för ett scenario med jämställda styrkeförhållanden kan exempelvis sammanstöt vid framryckning användas.

³³ Arméreglementet Taktik, 2013

5.1.3 Motståndarens förband

- Sammansättning
 - Vilka typer av system ingår i det scenario som ska utvärderas
- Uppgift
 - Kopplas till stridssätt, en anfallsuppgift kommer exempelvis att styra uppgiften som ska lösas, uppträdande och även formering
- Formering
 - Formering styrs av uppgift, terräng och beredskapsläge
- Beredskapsläge/stridsvärde
 - Antagen stridsberedskap
 - Stridsvärde (konsekvenser av detta måste vara kända)
- Underrättelseläge
 - Kännedom om fientlig närvaro och dess åtaganden
 - Kan handla om lokalkännedom, lokal spaningsförmåga eller taktiskt informationsläge (luftburna sensorer, satellit, etc.)

5.1.4 Säsong

Årstider har en inverkan på scenariot, dels genom sannolikheter för olika vädertyper, men också genom förändring av landskapet i form av snö och is på vintertid, och förekomst av lövverk och annan skylerbjudande växtlighet under sommartid.

5.1.5 Tid på dygnet

Tid på dygnet (med andra ord ljusförhållanden) inverkar framförallt på sensorers förmåga, och den generella förmågan att upptäcka hot. Detta gäller för såväl olika typer av optiska sensorer som för det mänskliga ögat. Under dygnets mörka timmar ökar beroendet av sensorer som är anpassade för mörker. Även riktmedelssystem kan påverkas, exempelvis om kontrastbaserade målföljare används. Gryning och skymning skapar också svåra förhållanden, där väderstreck (mot- eller medljus) kan ha stor betydelse för förmågan att upptäcka hot och verka mot dessa. På samma sätt kan mörker och försämrade ljusförhållanden ge möjligheter till undvikande av upptäckt, ge fördelar gentemot motståndarens sensorer eller förenkla utdragning från striden.

5.1.6 Terrängtyp

Valet av stridsscenario är centralt för utvärderingsscenario, där olika miljöer eller stridstyper möjligtvis styr sammansättningen av det egna förbandet, men även olika förmågor hos förbandet (tid för förberedelse, underrättelseläge, stridsvärde etc.). Arméreglemente Taktik ³⁴ beskriver en indelning av terrängen i ett antal olika typer:

Öppen och lättöverskådlig terräng karaktäriseras av långa siktavstånd på upp till 3 km, där höjder i terrängen kan öka siktavståndet ytterligare. Sikten kan förändras av väderförhållanden eller som resultat av strider samt enstaka småskalig bebyggelse eller enstaka dungar. Höjdskillnader i terrängen kan vara betydelse för ökade siktavstånd och även skillnader i förmåga att verka i striden. Rörelsemöjligheterna för mekaniserat förband är generellt god på tack vare den öppna terrängen, men kan begränsas av enstaka

³⁴ Arméreglemente Taktik, 2013

terrängavvikelser som exempelvis vattendrag. Beroende på årstid och väderförhållanden kan vissa typer av öppen terräng ha vitt skilda nivåer av bärighet.

Betäckt terräng är skogbevuxen terräng och siktavståndet är generellt mindre än 300 m. Detta leder till begränsningar och svårigheter i underrättelsearbete, stridsledning och bekämpning med direkt eld. Svårigheter med kraftsamling av eld på specifika mål och reduktion av bekämpningsavstånd uppstår (kan ha bäring på armeringssträckor, säkerhetsavstånd, etc.). Den betäckta terrängen kan ge upphov till försämrad rörelseförmåga, men även ge möjlighet till dold rörelse tack vare att terrängen erbjuder skydd och skyl.

Småbruten terräng är omväxlande betäckt och öppen, där siktavstånden generellt uppgår till 1 km. Inslag av byggnader och skog kan användas taktiskt för att dölja förband eller som utgångspunkt för strid. Rörelseförmåga samt möjlighet till skydd och skyl är i småbruten terräng ett medelvärde av öppen och betäckt terräng.

Bebyggelse bidrar till en större komplexitet i striden av flera skäl. I bebyggd terräng är riskerna för närvaro av civil verksamhet större, och detta måste beaktas vid stridsverksamheten. Dessutom bidrar byggnaderna ofta till en flerdimensionell stridsmiljö vilket komplicerar striden avsevärt. Bebyggelsen ger upphov till goda möjligheter för skydd och skyl, men begränsar ofta rörelseförmågan, och är dessutom föränderlig till följd av skador uppkomna av striden. God lokalkännedom är fördelaktigt, och vid strid i bebyggelse blir goda underrättelse- och stridsledningsförmågor av betydande vikt för att hantera den komplexa miljön.

Utöver den indelning som görs i Arméreglemente Taktik kan vissa av terrängerna delas in i ytterligare underkategorier som vidare särpräglar de olika terrängdefinitionerna.

Central bebyggelse ökar komplexiteten i striden till följd av den tredimensionella striden som möjliggörs om skyttesoldater deltar i scenariot. Förekomst av bränder och brandrök kan försämra sikt och begränsa rörlighet. Striden blir också i viss mån begränsad geometriskt på grund av de av stadsplanen väldefinierade framryckningsvägarna som styr rörelserna hos stridande parter. Beaktande av eventuell civil närvaro kan även bli relevant för detta scenario (möjligtvis inte relevant för metodutvecklingen dock).

Gles bebyggelse omfattas inte av samma nivå av tredimensionell strid som den centrala bebyggelsen, men beaktande av civil närvaro är relevant även i denna miljö. Miljön kan utgöras av en väsentligen blandad miljö med byggnader, parker och vissa öppna ytor. Även här blir det relevant med förekomst av bränder och brandrök som kan försämra sikt och begränsa rörlighet.

Fjällmiljöer är generellt öppna (åtminstone i fall där pansarfordon kan tänkas bedriva strid) och många likheter med öppna fält kan förväntas. I viss mån mer kuperad terräng, om än ej nödvändigtvis. En stor särprägling av strid i fjällmiljö kan vara signaturers inverkan på striden, med större temperaturskillnader mellan fordon och omgivande miljö, och även visuella skillnader. En ytterligare faktor är inverkan av extrema temperaturer på systems funktionalitet och soldaters stridsvärde.

5.1.7 Väderförhållanden

Väder är en parameter som kan inverka på stridssituationen, där exempelvis dimma eller regn påverkar sikten, och där temperatur kan påverka IR-signaturen hos fordon.

5.1.8 Utvärderingstid (varaktighet)

Utvärderingstiden avser längden på utvärderingen av ett scenario. Beroende på mål med och förutsättning för utvärderingen kan denna tid variera. Om utvärderingen inriktar sig på de yttre delarna av skyddslöken, exempelvis närvaro – upptäckt – bekämpad – träffad, kan det vara rimligt att utvärderingstiden omfattar tiden fram till och med första träffen. Vid utvärdering som innefattar hela omfånget av integrerad överlevnadsförmåga, från närvaro

till utslagning, behöver utvärderingstiden även omfatta tiden efter första träff och det händelseförlopp som följer denna. Utvärderingstiden påverkas också av förbandens taktiska uppträdande, förmågor och scenariots övergripande sammanhang.

5.1.9 Parametrar för stridande parterers förmågor

De stridande parternas förmågor utgörs av prestandan hos de system som ingår i de valda förbanden. De är på så sätt inte självständigt valbara parametrar, utan styrs av vilka plattformar och system som väljs att ingå i egna och motståndarens förband. Nedan listas ett antal systemparametrar som anses relevanta för att studera hur ett system eller en plattform inverkar i utvärderingsscenariot. Sammanhanget för parametrarna för det exempelscenario som föreslås är den omedelbara stridsituationen, det vill säga att exempelvis logistikparametrar (ammunitions- och bränsletillgång, underhållsfunktion, etc.) inte är beaktade i scenariot. En utvärdering av integrerad överlevnadsförmåga som berör scenarier på högre nivå måste naturligtvis beakta även parametrar som inte är direkt kopplade till striden. Parametrarna måste fastställas för både eget förband och för fiendens förband.

- Verkansförmåga
 - Vapenplattformar/Vapensystem
 - Riktmedel
 - Förmåga att verka under gång (sammanfaller med mobilitet)
 - Sensorer för upptäckt av mål/identifikation av mål
 - Elektronisk störningsförmåga (ECM)
- Skyddsförmåga
 - Ballistisk skyddsnivå/tillägsskydd. (Typiskt passiva och reaktiva skyddssystem)
 - Varningssystem/Aktiva skyddssystem (Varnare/ motmedelssystem, VMS)
 - Signaturprofiler/Signaturanpassningsteknik
 - Skydd mot elektronisk störning (ECCM)
 - Överlevnadssystem för besättning (brandskydd, tryckreduktion, etc.)
- Mobilitet/Rörelse
 - Band-/hjuldrift
 - Hastigheter
 - Förmåga att verka under gång (sammanfaller med verkansförmåga)
 - Terränggående förmåga/vikt
- Samordning/ledningsförmåga
 - Ledningssystem
 - Navigationssystem
 - Kommunikationssystem
 - Datalänkar
 - Störningssäkerhet

Listan ovan är exempel parametrar som beskriver ett systems tekniska förmåga, och gör inte anspråk att vara uttömmande i det avseendet.

De parametrar som presenteras ovan innefattar även subparametrar som beskriver förmågan hos respektive system. Till exempel vapensystem kan – utöver verkansförmåga i målet – karaktäriseras av ”snabbhet” (tid från målupptäckt till att vapnet är anlagt mot målet), eldhastighet och uthållighet (tid mellan omladdningar etc.), parametrar som får stor betydelse när ett stridsscenario ska utvärderas. För att begränsa komplexiteten i typsituationen kan dessa subparametrar hanteras på ett mer eller mindre övergripande sätt, men bör i en fullvärdig utvärdering av integrerad överlevnad beaktas fullt ut. Information om subparametrarna måste inhämtas från tillgängliga källor på önskad detaljnivå och kan bli ett tidskrävande – om än kanske nödvändigt – företag om ett helt system ska beskrivas med avseende på förmågor och prestanda.

5.2 Exempelscenario

Inom ramen för metodikutvecklingen för bedömning av integrerad överlevnadsförmåga ska ett exempelscenario etableras, vilket är tillräckligt komplext för att omfatta hela den sfär av ingående värden som relaterar till integrerad överlevnadsförmåga, men ändå tillräckligt enkelt för att erbjuda en lättfattlig överblick av scenariot så att fokus kan läggas på själva metodikutvecklingen. Exempelscenariot byggs upp utifrån de punkter som lyfts i avsnitt 5.1. De val som ska göras för exempelscenariot kan delas upp i ”systemval” och ”omgivningsval”. Valet av eget och motståndarens förband utgör systemval, där plattformar som är av intresse att utvärderas väljs att ställas mot varandra. Att välja plattformar är en komplex uppgift, där kunskaper om dels systemens förmågor och om förbandens uppträdanden krävs för att skapa troliga och sannolika scenarier. Omgivningsval är något mindre komplext att välja och styr främst vilka miljöer som plattformarna antas verka i. Omgivningsvalen kommer förvisso ha en viss inverkan på striden (annars skulle de ju inte behöva beaktas), men är inte dimensionerande på samma sätt som plattformarna. Omgivningen är dessutom i större utsträckning varierande, och i den mån det är möjligt bör så många kombinationer av omgivningsval som möjligt utvärderas för varje kombination av eget och motståndarens förband. Detta i syfte att identifiera omgivningsval som sticker ut med avseende på inverkan i stridens förlopp.

5.2.1 Eget förband

Ett antal grundförslag till det egna förbandet vid exempelscenariot följer här nedan.

1. 2 st Strv 122 + 2 st Strf 90 + 2 avsuttna skyttegrupper
2. 2 st Strv 122 + 2 st Strf 90
3. 4 st Strf 90 + 4 avsuttna skyttegrupper
4. 4 st Strf 90

Förslag 1 är naturligtvis det mest komplexa alternativet med avseende på det egna förbandet, men omfattar å andra sidan flera av de komponenter som är relevanta i striden, och det kan därför finnas intresse att använda den uppställningen som exempelscenario. För att förenkla metodutvecklingen skulle dock alternativ 4 vara lämpligt, eftersom detta reducerar antalet system att ta hänsyn till.

5.2.2 Motståndarens förband

Motståndarens förband bör väljas med hänsyn till de scenarion som är troliga och önskvärda att utreda. Hänsyn måste också ges till aktuellt stridssätt, det vill säga att vid anfallsstrid bör storleken på motståndarens förband förhålla sig till eget förband på ett realistiskt sätt (exempelvis förhållande 3:1 vid anfallsstrid). Materielen bör anpassas så att realistiska och troliga förbandssammansättningar representeras med avseende på den tid och plats som utvärderingen berör.

5.2.3 Förslag till exempelscenario

Ett scenario där eget förband utgörs enligt punkt 4 (4 st Strf 90) ovan föreslås som ett första exempelscenario. Scenariot blir en avvägning mellan önskad komplexitet och nödvändig enkelhet för metodutveckling/-utvärdering genom att det innefattar flera fordon, dock av samma typ. Stridsättet som valts utgörs av sammanstöt vid framryckning, där motståndarens förband är av samma storleksordning och med liknande uppgift. Eget förbands framryckning sker mot ost, motståndarens förbands framryckning sker mot väst. Motståndarens förband har för typscenariot valt att utgöras av 3 st BMP-2 (plutons storlek ryska mekaniserade förband). Vid tillfället för sammanstöten framrycker bägge förbanden på led med 50 meter lucka mellan fordonen, vilket initialt skapar en duellsituation en mot en. Utvärderingen kan utgöras av enbart denna situation (första skott, första träff, första utslagning), men även byggas på i förloppet där övriga vagnar tar upp strid eller påbörjar urdragning, beroende på scenariot i stort.

Årstid är tidig höst, vilket erbjuder mediokra ljusförhållanden (speciellt skymning och gryning) och en del återstående lövverk i terrängen (skyl). Tid för sammanstöt sätts till två olika tider på dygnet – 04.32 samt 08.23 – för variation av ljusförhållanden.

Framryckningen sker i småbruten terräng, i/vid en sänka i terrängen för ”lågprofilsframryckning”. Väderförhållandena innefattar mulen himmel men god sikt, det vill säga ingen dimma eller nederbörd. Temperaturen är 10°C.

Utvärderingstiden omfattar eftersträvansvis ett fullt stridsförlopp, där båda parter tar upp striden med målet att bekämpa/nedkämpa den andra parten. Detta innefattar hela kedjan från upptäckt och inledande duellsituation till plutons strid med efterföljande eventuell utslagning.

5.3 Val av ingående funktioner

För att få en situation som är hanterbar vid en värdering föreslås ett begränsat antal funktioner/ förmågor ingå som variabler för fordonen. Inledningsvis föreslås:

Sensorer (optiska, IR, laser, radar) inklusive mjukvaru-, presentations- och kommunikationssystem för identifiering och målföljning.

Signaturanpassningssystem.

Softkillsystem. Till exempel rökkastare och laserstörare kopplat till sensor- och siktessystem.

Vapensystem inkluderande vapen, siktessystem, inriktning, laddsystem, ammunition.

Ballistiskt skydd. Passiva, reaktiva och aktiva system. I systemen ingår skydd mot projektiler, splinter, EFP, RSV III och detonationer (minor och IED).

Områden som inte föreslås ingå vid en initial värdering:

Mobilitet är intressant, men svårbedömt. I begreppet kan exempelvis faktorer som maxhastighet i olika terräng, bromsförmåga, framkomlighet, tippvinkel, backtagnings- och hindertagningsförmåga ingå.

CBRN system bör också behandlas men föreslås inte ingå i en initial värdering. CBRN system för fordon brukar innehålla bland annat kollektiva system med gas- och partikelfilter men också saneringsystem och skydd mot joniserande strålning.

6 Fortsatt arbete

Det hittills genomförda arbetet kan ses som en inledande del i att ta fram en metodik för att kunna genomföra bedömningar av systems sammanvägda överlevnadsförmåga.

Tyngdpunkten har legat på att belysa olika metodiker för värdering samt att ta fram ett embryo på typscenari som kan vara lämpliga i det fortsatta arbetet. Arbetet har under inledningen fokuserat på mekaniserat markförband på plutonsnivå vilket även fortsättningsvis föreslås vara utgångspunkten.

I det fortsatta arbetet bör ytterligare bearbetning av de metodiker som beskrivs kapitel 4 och 5 att genomföras. Ett sådant arbete föreslås också kombineras med erfarenheter från andra länder. Samtidigt är det viktigt att komma igång med rent praktisk värderingsverksamhet för att få kunskaper och erfarenheter inför fortsatt arbete. En kombination av teoretisk och praktisk verksamhet bedöms därför vara den bästa vägen framåt.

En fortsättning under följande två årsperiod föreslås innehålla åtminstone följande delar:

Formering av en arbetsgrupp inom området sammanvägd överlevnadsbedömning med expertkompetens inom nödvändiga kompetensområden. Gruppen bör innehålla medlemmar med erfarenhet och kompetens, förutom personal från FOI, även från Försvarsmakten och FMV. För att säkerställa att samtliga i gruppen har en gemensam grundsyn och förståelse av vad som omfattas av sammanvägd överlevnadsbedömning behöver troligen en serie kortutbildningar genomföras.

Fördjupad analys av olika metodiker och deras lämplighet samt val av metodik. Detta görs tidigt under perioden, men metodiken uppdateras kontinuerligt då ny kunskap/ nya erfarenheter tillkommer. Kontakter med myndigheter i andra länder med liknande erfarenheter prioriteras.

Fortsatt arbete med olika typscenarios anpassat till den metodik som tas fram.

Fördjupat arbete med att ta fram underlag avseende tekniska systems funktioner och förmågor hos både röd och blå sida.

Parallellt med ovanstående genomförs praktiska värderingar med utvalda målsättningar, metodiker och scenario. Verksamheten kan ses som ett verktyg i arbetet med att ta fram en slutgiltig metodik.

7 Litteraturförteckning

- Pernilla Magnusson, Mats Hartmann, *Integrated Survivability. Inledande litteraturstudie*. FOI-R--3988--SE, FOI 2014
- Kurt Andersson med flera, *Lärobok i militärteknik, vol 4, skydd och verkan*. ISSN 1654-4838. Försvarshögskolan 2009.
- Ackoff, Russel A, *Redesigning the future: a systems approach to societal problems*, John Wiley, New York, 1974
- Michael Pidd, *Tools for Thinking: Modelling in Management Science*, WILEY 1996
- Gary L. Guzie, *Integrated Survivability Assessment; Army Research Laboratory*, ARL-TR-3186, april 2004
- A. Hafeezur Rahman, Ameer Malik Shaik, J. Rajesh Kumar, V. Balaguru, P. Sivakumar, *Design Configuration of a Generation Next Main Battle Tank for Future Combat*, Defence Science Journal, Vol 67, juli 2017, pp 343-353
- Maria Stenström, *Morfologisk analys i grupp - en personlig handledning*, FOI-R--3215--SE, FOI 2011
- Valerie Belton, Theo Stewart, *Multiple Criteria Decision Analysis. An Integrated Approach*, Springer, 2002.
- Nicholas G. Law, *Integrated Helicopter Survivability. PhD thesis*. Aeromechanical systems Group, Cranfield Defence and Security, Cranfield University 2011
- Heather Molitoris, Daniel Hicks, *System Engineering approach to assessing Integrated Survivability*, US Army TARDEC 20296, Augusti 2009
- Luhai Wong, *System Engineering approach to Ground Combat Vehicle Survivability in Urban Operations*, NPS Thesis, September 2016
- Metin Dagdeviren, Serkan Yavuz, Nevzat Kilinc, *Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment*, Expert Systems with Applications vol 36 (2009) pp 8143-8151
- Ching-Hsue chen, Yin Lin, *Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation*, European Journal of Operational Research vol 142 (2002) pp 174-186
- Yavuz Gazibey, Ozkan Kantemir, Akif Demirel, *Interaction among the Criteria Affecting Main Battle Tank Selection: An Analysis with DEMATEL Method*, Defence Science Journal, Vol 56, No 5, September 2015, pp 345-355
- Patrik Thoren, Jonatan Westman, Marianne Wiik, *Multimålanalys enligt Analytic Hierarchy Process*, FOI-D--0679--SE, FOI 2015.

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
164 90 Stockholm

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

www.foi.se