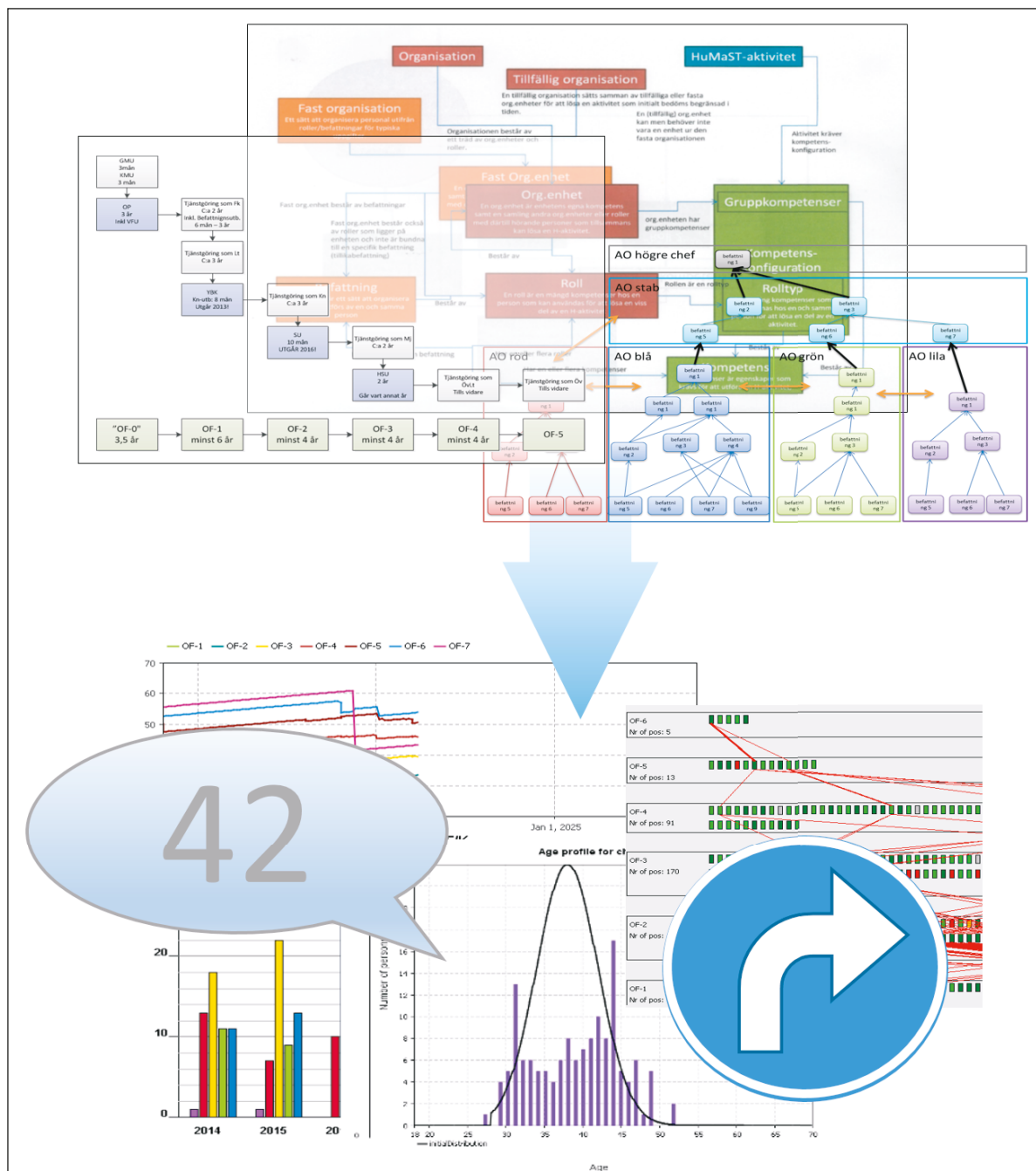


Fem sätt att dra nytta av verksamhetsmodeller

Verktygstöd för utveckling och användning av verksamhetsmodeller

VAHID MOJTAHED, MIKA COHEN,
DANIEL OSKARSSON, BJÖRN PELZER, PETER HAMMAR



Vahid Mojtahed, Mika Cohen, Daniel Oskarsson,
Björn Pelzer, Peter Hammar

Fem sätt att dra nytta av verksamhetsmodeller

Verktygsstöd för utveckling och användning av verksamhetsmodeller

Titel	Fem sätt att dra nytta av verksamhetsmodeller
Title	Five ways to leverage defence enterprise models
Rapportnr/Report no	FOI-R--4153--SE
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2015
Antal sidor/Pages	19 p
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Forskningsområde	1. Beslutsstödssystem och informationsfusion
FoT-område	Modellering och simulering
Projektnr/Project no	E36725
Godkänd av/Approved by	Lars Höstbeck
Ansvarig avdelning	Avdelningen för Informations- och aéro-system

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

Försvarsmaktens utvecklingsverksamhet genomgår sedan några år tillbaka en förändring där planeringen av Försvarsmaktens inriktning på prov genomförs med stöd av verksamhetsmodeller. Modellerna beskriver verksamhetens övergripande struktur i termer av förband, materiel, uppgifter, förmågor, m.m. samt hur dessa hänger ihop. Genom detta arbetssätt skapas spårbarhet och en konsistent sammanställning av data, men modellerna ger stora möjligheter till olika typer av analyser, vilket i dagsläget inte utnyttjas. Denna rapport introducerar fem konkreta exempel på nyttor man kan åstadkomma med modellerna - att snabbt kunna hitta rätt information i en stor verksamhetsmodell, att visuellt kunna interagera med verksamhetsmodellen, att kunna göra automatiska avvägningar av alternativa strukturer i modellen, att kunna simulera fram svar till svåra frågeställningar ställda till komplexa verksamheter, och slutligen att effektivt kunna kontrollera att en verksamhetsmodell efterlever de regelverk som styr verksamheten.

Nyckelord: beslutsstöd, modellering och simulering, analysmetod, verksamhetsmodell, efterlevnadskontroll, konsekvensanalys, interaktiva gränssnitt, analys av förmågeeffekt, frågebesvarande system.

Summary

Development activities within the Swedish Armed Forces are undergoing a change, whereby enterprise modelling is being tried as a method to support the planning of future defence capabilities. The models thereby created describe overall defence enterprise structure in terms of military units, equipment, tasks, abilities, etc., and how they fit together. The current aim of this approach is mainly to deliver traceability and consistent data management, whereas the broad range of opportunities for analysis entailed by enterprise modelling remains untapped. This report introduces five concrete examples of ways to extract added value from existing enterprise models by leveraging potentials for analysis: to quickly find relevant information in large, complex enterprise models; to visually interact with the models; to be able to automatically perform comparative evaluations of alternative force structures; by simulation to be able to explore the consequences of complex business processes and structures; and finally, to efficiently be able to check that the defence planning conforms to a set of business rules.

Keywords: capability development, business modelling, modelling and simulation, question-answering systems, interactive interfaces, compliance checking

Innehållsförteckning

1	Inledning	6
1.1	Bakgrund	6
1.2	Syfte med rapporten	7
1.3	Läsanvisningar	7
2	Nyttiga analysverktyg	8
2.1	Ställa frågor till verksamhetsmodeller	8
2.2	Interagera med verksamhetsmodeller	10
2.3	Analys av förmågeeffekt	12
2.4	Konsekvensanalys genom simulering av verksamhetsmodeller	14
2.5	Efterlevnadskontroll av regelverk.....	16
3	Vägen framåt	18
4	Fördjupning och referenser	19

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Inom Försvarsmaktens utvecklingsverksamhet, särskilt inom förbands- och materielutveckling, pågår sedan några år tillbaka en förändring mot en allt större strukturering av underlagen för förmågeutveckling. I ett antal pilotprojekt prövar man ta stöd av strukturerade beskrivningar av valda delar av Försvarsmaktens verksamhet – förband, materiel, uppgifter, m.m. – för att planera hur verksamheten ska utvecklas över tid. I denna rapport benämner vi dessa strukturerade beskrivningar *verksamhetsmodeller*. En verksamhetsmodell kan ses som en sammanhängande beskrivning av verksamheten i termer av dess beståndsdelar, hur beståndsdelarna samverkar, och vilka effekter som därigenom uppnås i förhållande till verksamhetens syfte. En sådan modell möjliggör därmed en helhetssyn av verksamheten och ger grundläggande förutsättningar för avancerade analyser som kan besvara intressanta frågeställningar.

Tyvärr stannar man ofta vid modelleringen av verksamheten och tar inte nästa steg – att använda modellerna som grund för analyser. Denna rapport ämnar ge en introduktion till ett antal exempel på möjliga nyttor man kan åstadkomma när man väl har lyckats skapa en strukturerad beskrivning av sin verksamhet i form av modeller. Det gemensamma för dessa exempel är att de förväntas bidra till en ökad användning av de skapade modellerna, samt ge bättre förutsättningar för välgrundade beslut som tar hänsyn till Försvarsmakten som helhet.

1.1.1 Projekt som står bakom arbetet

Modelleringsarbete är inte och kommer aldrig att vara Försvarsmaktens kärnverksamhet. Modellbaserat arbete kan enbart vinna acceptans genom att tydligt visa på vilka vinster det tillför kärnverksamheten. Projektet *Metoder och verktyg för M&S-baserad förmågeutveckling* är ett FoT-projekt inom området Modellering och Simulering, som har haft för avsikt att bidra till detta nyttoskapande.

Projektet har haft som mål att skapa exempel på kvalificerade metoder och verktyg som stödjer utvecklare, användare och beslutsfattare i förmågeutvecklingsprocessen. Dessa metoder och verktyg skall effektivisera utvecklingsarbetet, främst i de tidiga skeden då rätt beslut har stor påverkan. Huvudsyftet med detta metod- och verktygsstöd är att bidra till bättre kvalitetssäkring och större användning av de modeller som utvecklas inom Försvarsmakten.

Drivkraften för detta har sitt ursprung i ett tidigare FoT-projekt som hade identifierat ett antal behov av enkla verktyg för analys och simulering av verksamhetsinformation uttryckta i modeller. Metod för kvalitetssäkring av modeller, t.ex. automatisk kontroll av deras konsistens, och verktyg för konsekvensanalys av olika handlingsalternativ, t.ex. enkla what-if-simuleringar, kan nämnas som exempel på dessa behov.

I samband med utveckling av dessa metod- och verktygsprototyper har projektet haft samarbete med olika organisationer såsom KTH, FMV, Combitech och SICS. Det största samarbetet har dock varit med två pågående systerprojekt på FMV – två konkreta exempel på pilotprojekt där Försvarsmakten prövar det nya angreppssättet – FM SKTS¹ och FM UFS², där FOI-projektet bidragit med konsistenskontroll av modellerna. Även Försvarsmaktens organisation i system PRIO, närmare bestämt förbandet I19, har varit föremål för konsistenskontroll på ett teststadium. Detta innebär också att flera av exemplen som återges i

¹ Försvarsmaktens systemkarta - tekniska system

² Försvarsmaktens uppgifts-, förmåge- och systemkartor

samband med metodbeskrivningarna i nästa kapitel kommer från ovannämnda verksamheter, vilkas behov i viss mån har influerat projektets fokus på valda metoder och verktyg.

1.2 Syfte med rapporten

Syftet med denna rapport är att på ett kortfattat och överskådligt sätt beskriva ett antal metoder och verktyg utvecklade av projektet³ inom ovan beskrivna kontext. Utöver detta syftar rapporten till att visa på att verktygen kan bidra till modeller av högre kvalitet och till en ökad nytta av dessa. Detta förväntas i sin tur bidra till bättre beslutsunderlag och ökad spårbarhet i förmågeutvecklingens alla faser.

Det övergripande målet med rapporten är därmed att på ett enkelt sätt visa på och medvetengöra beslutsfattare på Försvarmakten och FMV om det faktum att modellbeskrivningar i detta sammanhang har en potential att utöver strukturering och kommunikation av information även användas för avancerade analyser och beslutsstöd.

1.3 Läsanvisningar

Denna rapport är kortfattad och utöver denna korta inledning och en lika summarisk avslutning innehåller ett ytterligare kapitel som beskriver de fem i rubriken utlovade sätten man kan dra nytta av verksamhetsmodeller.

I inledningen har vi hävdad att verksamhetsmodeller har en potential att utöver strukturering och beskrivning av information, också användas för mer avancerad analys och beslutsstöd. Prototyperna som beskrivs i nästa kapitel understryker denna potential. Det första verktyget har en potential att öka verksamhetsmodellernas användbarhet avsevärt då det möjliggör för en användare att ställa enkla frågor i naturligt språk till en oöverskådlig databas och få ett konkret och precist svar levererat till sig. Det andra verktyget erbjuder ett visuellt och interaktivt gränssnitt till verksamhetsmodellerna och därmed en lättare åtkomst till informationen i dem. Det tredje förslaget är en metod för automatisk avvägning av alternativa strukturer, t.ex. analys av förmågeeffekten vid olika brigadsammansättningar. Det fjärde exemplet visar på hur simulering kan användas som ett kraftfullt verktyg för att besvara svåra frågeställningar beträffande komplexa verksamheter med många involverade och samverkande delar. Den femte och sista metoden visar på hur man enkelt och effektivt kan kontrollera att en verksamhetsmodell efterlever de regelverk (policydokument, reglementen, riktlinjer, etc.) som styr verksamheten.

³ En av metoderna "konsekvensanalyser genom simulering av verksamhetsmodeller" har utvecklats av ett systerprojekt HuMaST - Simuleringsverktyg för planering av personalförsörjning.

2 Nyttiga analysverktyg

Här presenteras fem metoder som var och en visar på ett sätt att dra nytta av verksamhetsmodeller. Varje metod illustreras också med tillämpningsexempel.

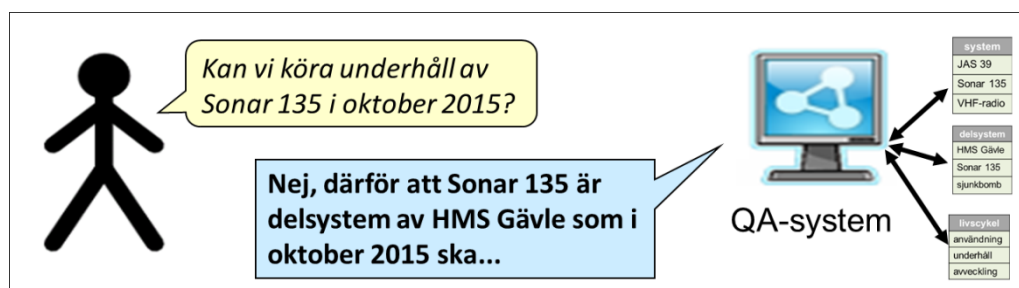
2.1 Ställa frågor till verksamhetsmodeller

Verksamhetsmodeller förbättrar Försvarsmaktens möjligheter att beskriva och analysera sina förmågor och verksamheter. Men hur kan en analytiker hitta svar på sina frågor i stora modeller? Därför forskar vi i området *frågebesvarande system*, vilket är nästa steg bortom söktjänster: Frågebesvarande system hittar automatiskt svar till frågor, så att analytikern inte längre behöver leta med sökord och själv ta reda på svaret. Dessutom kan frågebesvarande system sätta ihop svar ur information från olika källor, och på så sätt även hitta dold kunskap som ligger gömd i Försvarsmaktens databaser.

2.1.1 Metod: Frågebesvarande system

Det kan vara utmanande för en analytiker att hitta just den önskade informationen i en stor och komplex verksamhetsmodell, att få svar på sin specifika fråga – som till exempel *"Vilka krigsförband kan ge flygunderstöd för att möta ett överskeppningsföretag under kallvinterförhållanden under perioden 2030-2035?"*. Verksamhetsmodellen kan mycket väl innehålla denna information, men den består då sannolikt av data som är fördelad över modellens stora databaser. Man måste alltså hitta förband med rätt utrustning och personalstyrka, och sedan se om dessa förband planeras vara beredda under tidsperioden i fråga. Men måste vi verkligen manuellt genomsöka hela verksamhetsmodellen efter de data som behövs för svaret? Kan vi inte hellre fråga modellen direkt?

Detta är möjligt med *frågebesvarande system*. Dessa system – ofta även kallade QA-system efter det engelska begreppet *question answering* – kan anses som nästa steg bortom söktjänster som Google. QA-system hittar korrekta och koncisa svar till frågor som är uttryckta på naturligt språk som svenska – i vårt fall exempelvis (bland andra): *"171. Stridsflygdivisionen."* En användare med en fråga måste alltså inte längre leta sig fram till svaret med hjälp av sökord och länkar. Istället kan användaren ställa själva frågan direkt till QA-systemet, vilket "förstår" frågan och tar reda på just det önskade svaret. På det sättet blir det enkelt och intuitivt att hitta precis det man vill veta inom en stor mängd data, som i vårt fall en verksamhetsmodell.



Figur 1: Illustration av en dialog med ett frågebesvarande system.

QA-system har länge bara varit en dröm inom datavetenskapen, men under senaste åren har forskningen gjort stora framsteg: system som IBMs *Watson* har väckt uppmärksamhet, och även personliga assistentprogram för smartphones (t.ex. Apples *Siri*, Microsofts *Cortana*) kommer med vissa QA-funktionaliteter.

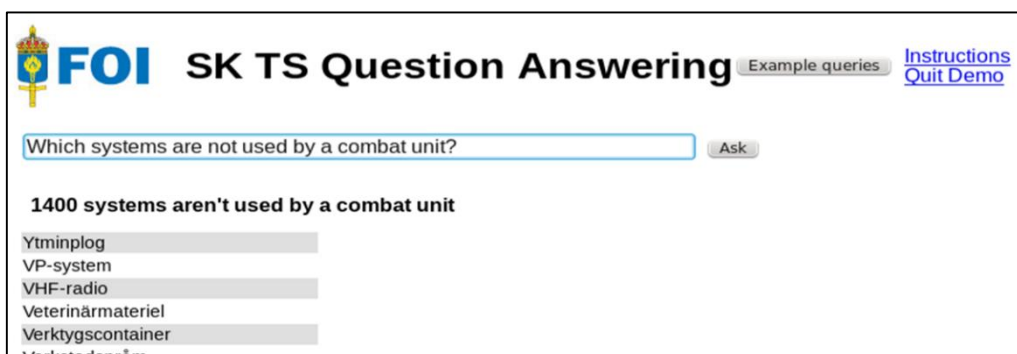
I vårt projekt har vi forskat inom området QA-system med Försvarsmakten som domän. Försvarsmaktens verksamhetsmodeller är strukturerade och entydiga, så de bildar en idealisk kunskapsbas för QA-system som skall leverera säkra och otvetydiga svar. QA-system

använder avancerade metoder och tekniker för att analysera frågor och sedan producera svaren. Dessa behöver inte bara vara korta faktasvar eller *ja/nej*. Man kan också säkerställa spårbarheten av svaren. Analytikern får då inte bara den önskade informationen, utan kan också se vilka härledningar svaret baseras på. Detta underlättar bedömningen av svaret och styrker förtroendet för systemet. Dessutom är det även tänkbart att låta systemet komma upp med alternativförslag till nej-svar, till exempel: ”Kan vi köra underhåll av Sonar 135 i oktober 2015?” – ”Nej, men det går i november 2015.” Det betyder att analytikern inte behöver fråga om och om igen med små variationer tills det blir ett jakande svar.

En annan fördel med de sofistikerade metoderna bakom QA-system är att svar kan sättas ihop av data från olika delar av verksamhetsmodellen, eller även från olika modeller. Därmed kan ett QA-system hitta implicit kunskap som ligger ”gömd” i verksamhetsmodeller och som inte är uppenbar för mänskliga användare. På det viset blir QA-systemet ett enda gränssnitt som sammanför kunskapen av Försvarsmaktens olika verksamhetsmodeller.

2.1.2 Tillämpningsfall: PRIO, UFS och SK TS

Tillsammans med KTH har FOI utvecklat en prototyp av ett QA-system för Försvarsmaktens verksamhetsmodeller. Systemet är baserat på KTH-utvecklade *C-Phrase* och kombinerar bland annat tekniker från datalingsvistik, artificiell intelligens, deduktion och databaser. För närvarande kan prototypen besvara enkla engelska frågor om Försvarsmaktens databaser *PRIO*, *UFS* och en öppen version av *SK TS*. Stöd för andra verksamhetsmodeller och andra språk – som svenska – är möjligt.



Figur 2: Prototyp av frågebesvarande system för Försvarsmakten.

Gränssnittet liknar det man känner från söktjänster, så det tar väldigt lite tid att vänja sig vid användningen. Resultatet blir då ett intuitivt system som underlättar analytikerns arbete med verksamhetsmodeller.

2.1.3 Sammanfattning

Frågebesvarande system erbjuder analytikern en möjlighet att på ett enkelt sätt hantera Försvarsmaktens stora och ibland komplexa verksamhetsmodeller. Genom kombination av ett antal avancerade metoder kan ett sådant system förstå analytikerns frågor ställd till modellen och automatiskt leverera korrekta och spårbara svar. Dessutom kan ett frågebesvarande system sätta ihop svar med information hämtad ur olika källor och därigenom bilda ett enda, intuitivt gränssnitt till kunskapen av Försvarsmaktens olika verksamhetsmodeller.

2.2 Interagera med verksamhetsmodeller

Det idag vanligaste sättet att ta del av information från verksamhetsmodeller är i form av statistiska rapporter från databaser. Statistiska rapporter har fördelen att vara lättillgängliga (de kan skrivas ut) och konkreta. Men de kan vara svåröverskådliga när underlaget är stort, och om de dessutom döljer komplexa samband kan dessa samband vara svåra att upptäcka och dra nytta av. En fråga som *"Hur påverkas vår förmåga om vi avvecklar materielsystem X?"* kan innebära ett omfattande analysarbete om utgångspunkten är statistiska rapporter. Samtidigt finns kanske svaret på frågan redan i databasen, bara rätt pusselbitar kopplas samman?

2.2.1 Metod: Interaktiva gränssnitt

Genom att erbjuda ett användarvänligt interaktivt gränssnitt till verksamhetsmodellen ges analytiker eller beslutsfattare möjlighet att ta fram de delar av ett dataunderlag som är relevanta för ett beslut eller en analys och ställa dem i relation till varandra. *"Har förbandet förmågan att utföra uppgifterna i fråga? Finns erforderlig materiel och personal tilldelade?"* Nedan ges två konkreta tillämpningsfall.

2.2.2 Tillämpningsfall: Interaktiv lösningsgenerering i FM UFS

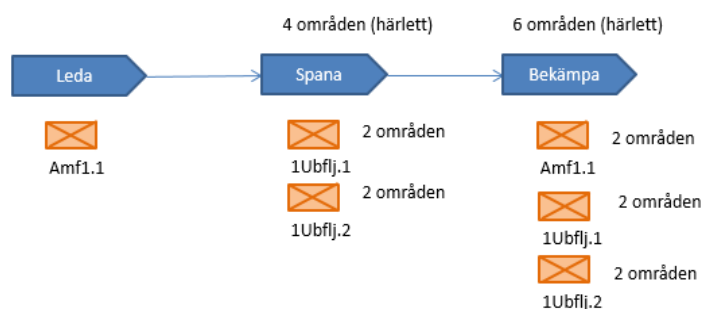
Verksamhetsmodellen FM UFS avser att stödja inriktnings- och planeringsarbetet vid LEDS INRI med dataunderlag för analyser av alternativa förbandsstrukturer och deras operativa konsekvenser, så kallad *lösningsgenerering*. För att uppskatta operativa konsekvenser av ett givet lösningsförslag behöver användaren besöka ett flertal vyer och själv sammanställa data från dem. Ett interaktivt gränssnitt till verksamhetsmodellen skulle kunna bespara användaren detta arbete.

Användaren väljer en tidsperiod och ett lösningsförslag i form av ett antal *förbandsenheter*, och får till svar en uppskattning av operativa konsekvenser:



Figur 3: Valt lösningsförslag (uppsättning förbandsenheter) till vänster; uppskattning av operativa konsekvenser (vad som kan göras, i vilken omfattning och mot vilket hot) till höger.

De valda förbandsenheterna kan t.ex. utföra funktionskedjan *Sjömålsbekämpning* mot hotet *Överskeppning* inom ett *Omfang* på 4 områden (exemplet är fiktivt). Användaren klickar på översta raden för att se närmare hur de valda förbandsenheterna kan realisera *Sjömålsbekämpning* mot *Överskeppning*:



Figur 4: Detaljvy över hur de valda förbandsenheterna kan genomföra funktionskedjan *Sjömålsbekämpning* mot hotet *Överskeppning*.

2.2.3 Tillämpningsfall: Interaktiv efterlevnadskontroll i Systemkarta Tekniska System

Ett sätt att undersöka om verksamheten och de modeller som beskriver den lever upp till krav och förväntningar är att formalisera förväntningarna och kraven i så kallade *verksamhetsregler*. Genom att (automatiskt) kontrollera i vilken mån reglerna efterlevs får vi ett slags mått på i vilken mån förväntningarna uppfylls. I en uppsättning regler kommer endast en delmängd vara intressant för varje given analysfråga eller beslut. Med hjälp av ett visuellt interaktivt gränssnitt över resultaten från efterlevnadskontrollen, som i exemplet nedan, baserat på efterlevnadskontroll av modellen *Systemkarta tekniska system*⁴, kan användaren välja att titta närmare på resultaten från en intressant delmängd av reglerna.



Figur 5: Visuellt interaktivt gränssnitt med lista över regelbrott samt diagram över antal brott per regel. Användaren kan klicka i vyerna för att titta närmare på enskilda regler, regelkategorier, osv.

Vi kan genom några klick i vyerna fokusera på t.ex. skall-regler som handlar om beroendeförhållanden mellan krigsförband och tekniska system, och ser då att regeln *"Ett tekniskt system som används av något förband måste befinna sig i användningsskede"* bryts mot i 164 fall, vilka listas i vyn *Regelbrott*.



Figur 6: Samma vyuppsättning som ovan, men efter begränsning av datamängden genom interaktion.

2.2.4 Sammanfattning

Arbetet med att bygga välstrukturerade och kvalitetssäkrade verksamhetsmodeller kommer till nytta först när vi har bra gränssnitt genom vilka vi lätt kan komma åt informationen i dem. Interaktiva gränssnitt erbjuder ett sätt att levandegöra verksamhetsmodellerna och göra dem till en del av en aktiv analysprocess⁵. Som positiv sidoeffekt öppnas möjligheten att utsätta modellerna för kontinuerlig och verksamhetsnära kvalitetssäkring.

⁴ Exemplet här bygger på den fiktiva datamängden Systemkarta TS Prototyp 1.

⁵ Interaktiva gränssnitt kan kombineras med informationsvisualisering, vilket utforskas i bland annat Albinsson & Lindahl 2011 och Albinsson & Oskarsson 2013 (se källförteckning i avsnitt 4).

2.3 Analys av förmågeeffekt

Om vi vill ha ökad förmåga på marken, bör vi satsa på stridsvagnar, artilleri eller något annat? Om vi vill höja tillgängligheten i stridsflyget, bör vi anställa mer underhållspersonal eller köpa tekniska lösningar? Vi har inte råd med allt, utan olika tänkbara sammansättningar av system och förband ställs emot varandra.

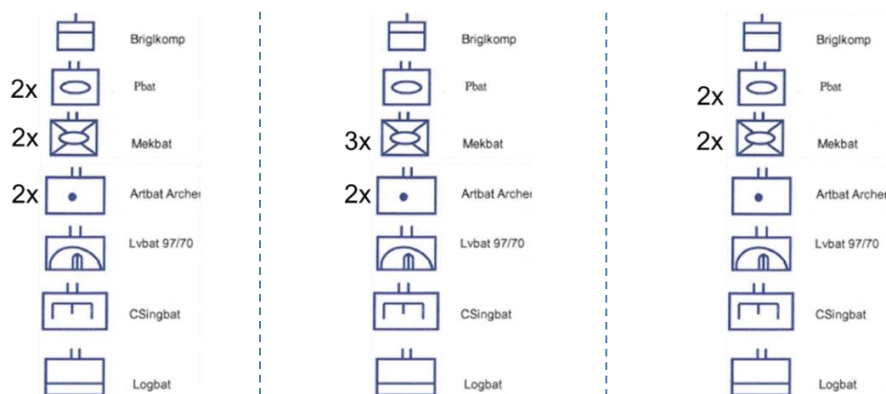
2.3.1 Metod: Kvantitativ värdering av effekt hos alternativa strukturer

FOI samarbetar med KTH om hur verksamhetsmodeller kan kombineras med empirisk kunskap för att formulera ekvationer som sätter mått på effekten (som produktivitet, säkerhet, förmåga) hos olika alternativa strukturer. Tillämpat på förmågeutveckling talar vi då om effekten på förmåga hos olika sammansättningar av förband, tekniska system, personal, osv. Givet en verksamhetsmodell som låter oss laborera med alternativa strukturer, möjliggörs en automatisk analys av strukturernas effekt på förmåga. Det blir då rättframt att även ta med ekonomi som en faktor. I stället för att bara tala om att ett hemvärnskompani och ett mekaniserat kompani båda kan "påverka mål på marken" kan modellerna användas för att analysera hur mycket respektive förband bidrar – och hur vi kan uppnå förmågor på ett kostnadseffektivt sätt.

De verksamhetsmodeller som utvecklas inom Försvarsmakten innehåller mycket av den information, såsom förband, tekniska system och personal, som behövs för att beräkna förmågeeffekt. FOI har kompetensen att formulera matematiken som gör det möjligt att automatisera analysen.

2.3.2 Tillämpningsfall: Brigadstrukturer

Anta att vi vill sätta ihop en brigad på ett sådant sätt att vi erhåller så mycket markstridsförmåga som möjligt utifrån resurser i form av artilleripjäser, stridsvagnar (med personal) etc. Vi har att välja mellan tre alternativa brigadsammansättningar som skiljer sig åt i antal mekaniserade bataljoner, antal pansarbataljoner, respektive antal artilleribataljoner. Hur bör vi gå tillväga?



Figur 7: Tre alternativa brigadsammansättningar att jämföra (varje kolumn utgör ett alternativ).

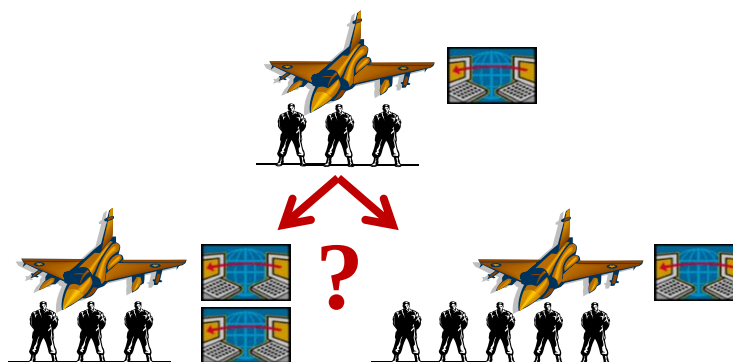
Vi har tagit fram en matematisk modell som utifrån antalet insatta bataljoner av olika typ beräknar ett jämförelsevärde för de olika alternativen då de ställs mot en referensmotståndare – ju högre värde, desto större framgång för blå sida. I detta fall är de två vänstra alternativen i figuren jämförbara, medan det högra, med en artilleribataljon mindre än övriga, erhåller ett lägre värde. Generellt kan vi använda en modell som denna för att skatta svar på frågor som:

- Hur mycket bättre måste vår materiel vara än motståndarens för att uppnå en viss bekämpningskvot mot en numerärt överlägsen motståndare?

- Hur mycket bättre måste vår egen nya materiel vara för att motsvara en större mängd av den gamla materiel som ersätts?
- Hur många hemvärnsförband motsvarar en mekaniserad bataljon?

2.3.3 Tillämpningsfall: Flygunderhåll

I militär flygverksamhet är tillgänglighet en viktig faktor – flygplanen ska kunna vara uppe och flyga, inte stå på marken för reparation. För att säkerställa hög tillgänglighet kan man exempelvis anställa mer underhållspersonal, köpa bättre komponenter eller skaffa datoriserade beslutsstödsystem för att kunna sätta in underhåll när det är som mest effektivt. Hur ska man välja mellan sådana åtgärder?



Figur 8: Lönar det sig för framtiden att satsa på mer teknik eller på mer arbetskraft?

Utifrån en övergripande verksamhetsmodell – i detta fall i princip en organisationsskiss över flygunderhållets personal, teknikstöd och processer – använder vi en etablerad matematisk modell⁶ för att skatta tillgänglighet som funktion av parametrarna ”Mean Time To Failure”⁷ och ”Mean Time To Repair”⁸, vilka i sin tur kan relateras till avvägningen mellan insats av teknik respektive arbetskraft:

- Genom att satsa mer på teknik kan man t.ex. köpa *bättre* komponenter som håller längre, köpa *fler* komponenter och bygga redundans med *fail-over* som automatiskt byter från en komponent till en annan när den första går sönder, eller installera sensorer som indikerar när komponenter behöver bytas så att underhåll går från avhjälpande till förebyggande.
- Genom att satsa mer på arbetskraft kan man t.ex. anställa *fler* reparatörer som kan laga fel parallellt (eller svåra fel tillsammans) eller anställa *bättre* reparatörer som kan laga fel snabbare (eller svåra fel på egen hand).

Sammantaget ges ett mått som tillåter att jämföra olika sammansättningar av personal och teknik.

2.3.4 Sammanfattning

Avvägningsproblem kommer alltid att vara en viktig del av militär förmågeutveckling, och de innefattar viktiga beslut som måste fattas tidigt i livscyklerna för tekniska system och förbanden som nyttjar dem. I tidiga konceptskeden finns inte alla detaljer på plats, men besluten måste fattas likafullt. Genom att komplettera befintliga verksamhetsmodeller med enkla matematiska modeller kan alternativa strukturer automatiskt ges en jämförande värdering – en värdefull orientering inför långsiktiga förmågeutvecklingsbeslut.

⁶ Se Franke 2014, under avsnitt 4.

⁷ Förväntad tid till dess att en komponent går sönder och behöver repareras.

⁸ Förväntad reparationstid.

2.4 Konsekvensanalys genom simulering av verksamhetsmodeller

Precis som övriga avsnitt i denna rapport beskriver detta ett sätt att utifrån en sådan modell gå ett steg längre och kunna besvara frågeställningar vars svar inte finns klart uttalat i data. Det kan t.ex. handla om att förutsäga möjliga framtida utfall, eller studera hur svar på analysfrågor förändras om olika förutsättningar föreligger. Diskussionen förs kring ett exempel där metoden applicerats på ett problem inom Försvarsmaktens långsiktiga personalförsörjning.

2.4.1 Metod: Simulering

Vad händer om vi väljer alternativ B istället för alternativ A? Hur påverkas vår lösning om yttre faktorer ändras? Hur ser utvecklingen ut över tid? Om vi ändrar en policy som påverkar det vi studerar, vilka effekter kommer det att få om 5 eller 10 år? Detta är exempel på frågeställningar som ofta förekommer inte minst i olika typer av utvecklingsarbete. Att ta fram rimliga svar eller uppskattningar på sådana frågor utifrån styrande dokument och nulägesbeskrivningar av verksamheten samlade i olika dokument är svårt. Litet lättare blir det om dessa samlas i en modell. Men även med informationen bearbetad och samlad på ett ställe (en modell) kan det vara svårt att greppa många frågor, exempelvis sådana av ovan nämnd typ.

Simulering är i detta fall en framkomlig väg. Genom att exekvera en modell i en simulering kan inte minst tidsberoenden och andra samband mellan ingående komponenter synliggöras. I en simulering är det också möjligt att lägga till andra komponenter så som yttre påverkansfaktorer eller slumpmässiga förändringar som kan ge mer nyanserade statistiska bilder av den modellerade verksamheten.

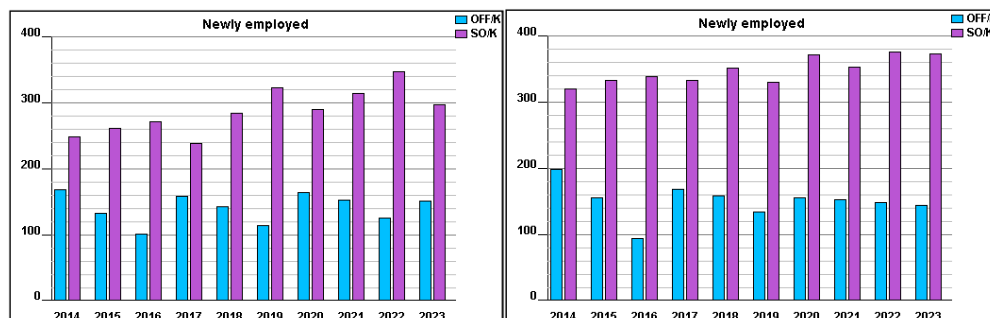
2.4.2 Tillämpningsfall: Personalförsörjning

De senaste åren har det skett ett antal omvälvande förändringar inom personalförsörjningsområdet, t.ex. övergången från värnplikt till anställda soldater, övergången till ett tvåbefälssystem och omorganisation av förbanden. Den övergripande frågan i detta sammanhang är personalförsörjning: att skapa förutsättningar för att över tid kunna bemanna alla befattningar med personal med rätt kvalifikationer. Personalstaben (PERSS) har i uppgift att ta fram lösningar på detta, och arbetar med många perspektiv, såsom försörjningsbarhet, krav och effekter, budgetramar, utbildning, påverkan av t.ex. förbandsflytt och nya materielsystem, för att nämna några.

Ett modellutvecklingsarbete inom personalområdet genomfördes inom Försvarsmakten, och FOI stöttade med att ta fram ett simuleringssystem för att resonera kring långsiktiga konsekvenser av olika policybeslut. Modellen skulle utgöra en konsistent beskrivning av Försvarsmaktens samtliga befattningar, t.ex. utifrån formella krav och fordrad kompetens, vilket var en nödvändighet för att få överblick och struktur på den nya organisationen (Org13/IO14). Samtidigt fick inte modellen vara så detaljerad att det skulle bli övermäktigt att föra in data om alla befattningar. Modellen skulle utöver önskat framtida läge också fånga en nulägesbeskrivning utifrån den information som finns samlad om personalen idag.

För att kunna se samband och beroenden lades även till exempelvis principer för hur personal kan röra sig mellan olika befattningar i organisationen och strukturen för interna utbildningar. Det kan vara bra att redan innan eller i början av en modellframtagningsprocess involvera simuleringsexpertis för att säkerställa att den modell som tas fram faktiskt är tillräckligt detaljerad eller komplett för att med simulering kunna svara på de frågeställningar uppdragsgivaren har. Exempel på konkreta frågeställningar inom personalförsörjning är: *Hur stor årlig rekrytering behövs? Vad får det för konsekvenser om andelen som säger upp sig årligen ökar med 2 procentenheter? Skapar organisationens utformning*

förutsättningar för att bemanna alla befattningar över tid? Denna typ av frågor lämpar sig väl för en simulering.

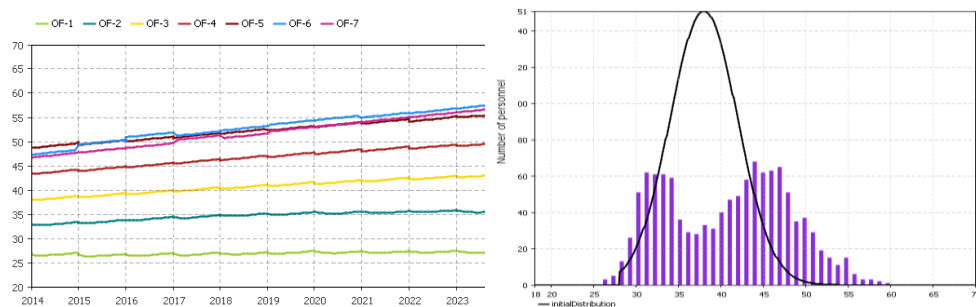


Figur 9: Exempel på simuleringsresultat: effekter av ökade avgångar. Till vänster, simulerat rekryteringsbehov vid 3% frivilliga avgångar, till höger vid 5%.

2.4.3 Sammanfattning

I det beskrivna tillämpningsfallet med simulering för personalförsörjning visade sig de målsatta frågeställningarna kunna besvaras med hjälp av simulering, och detta är ett exempel på hur simulering kan utgöra ett kraftfullt och effektivt sätt att beräkna och visualisera långsiktiga konsekvenser av beslutsalternativ. Exempelvis kunde i detta fall olika organisationsstrukturer utvärderas utifrån möjligheten att i framtiden bemanna alla befattningar med personal med rätt kompetens och erfarenhet; flaskhalsar kunde identifieras, och effekter av förändringar av parametrar såsom rekrytering och antal utbildningsplatser kunde enkelt utvärderas. I och med att simuleringen bygger på en modell där enskilda befattningar och (fiktiva) individer används så är det möjligt att se både generella trender och specifika detaljer så som att identifiera problembefattningar.

Den väsentligaste vinsten med att satsa på simulering av en verksamhetsmodell är den kraftfulla förmågan att besvara frågeställningar beträffande komplexa system av många involverade och samverkande delar, och tydliggörandet av effekter av olika alternativ, vilket ger bättre förutsättningar för analys och bättre underlag för beslut.



Figur 10: Exempel på simuleringsresultat: obalanserad organisationsstruktur. Till vänster medelålder per respektive officersgrad, högre grader lider av en markant ökande medelålder över tid. Till höger åldersfördelning för OF-3 10 år efter simuleringsstart, där den svarta kurvan visar önskad fördelning.

2.5 Efterlevnadskontroll av regelverk

All verksamhet inom Försvarsmakten och FMV regleras av olika slags regelverk: författningar, policydokument, reglementen, riktlinjer, interna föreskrifter och bestämmelser, m.m. Men att kontrollera att ett regelverk efterlevs är oerhört kostsamt, både i fråga om resurser och tid.

2.5.1 Metod: maskinläsbart regelverk

Ny teknik kan dock drastiskt reducera kostnaden för efterlevnadskontroll. Den nya tekniken gör det möjligt att skriva regelverk som kan läsas och förstås både av människor och maskiner. Regelverket uttrycks med vanlig (men begränsad) svenska eller engelska, vilket gör regelverket lätt att begripa och kommunicera.

Alla gruppchefsbeftattningar bör kräva erfarenhetsnivå E3 eller E4.

Källa: LEDS Plananvisning 1 FMOrg18

Alla gruppchefsbeftattningar bör kräva utbildningsnivå U3 eller U4.

Källa: Försvarsmaktens personalförsörjningsinstruktion

Figur 11: Maskinläsbart regelverk.

Men tack vara den begränsade grammatiken kan regelverket exekveras, liksom traditionell programkod. Med blott en knapptryckning genereras en granskningsrapport som identifierar verksamhetsdata (ur affärssystem och andra slags databaser) som bryter mot regelverket.

```
System TP 102 C is used by combat unit Krigsförband IO14, but is not in use phase.
System BGBV 90(SLB) is part of system SLB, but also interacts with it.
The life-cycle phase Produktion of system BGBV 90(SLB) does not have a start date.
The life-cycle phase Produktion of system BGBV 90(SLB) does not have an end date.
System STRF 9040(SLB) is part of system SLB, but also interacts with it.
System STRF 9040(SLB) does not have an object group.
LCS Produktion of system STRF 9040(SLB) ends at date 2012-11-10, which is not late
```

Figur 12: Automatgenererad granskningsrapport (över öppen data).

Det finns redan ett antal mjukvaror på marknaden, både kommersiella och open source, som stödjer maskinläsbara regelverk. FOI har vidareutvecklat C-Phrase, ett öppet källkodsverktyg från KTH och Umeå Universitet, som exekverar engelskspråkiga regelverk över SQL-databaser. FOI har även utvecklat ett plug-in till MS Office som låter användare hantera regelverk i en välbekant miljö. Verktygen och metoden för efterlevnadskontroll har utvecklats (och tillämpats) på uppdrag av, och i nära samarbete med, projekten SK TS och FM UFS på FMV under 2013-2015.

2.5.2 Tillämpningsfall: I19 befattningsstruktur

Försvarsmaktens befattningsstruktur regleras av styrdokument från LEDS INRI så som LEDS Plananvisning 1 FMOrg18. Denna kräver t.ex. att *“Varje gruppchef skall vara OR-4”*. Lyfter vi in den regeln i vårt maskinläsbara regelverk – och regeln kan lyftas in precis som den är, den behöver inte formuleras om – och exekverar över förband I19 i PRIO så varnar den automatiskt genererade granskningsrapporten för flera regelbrott (bara i I19). LEDS Plananvisning innehåller många liknande regler, även de med en stor mängd regelbrott som identifieras automatiskt om vi lyfter in reglerna i vårt maskinläsbara regelverk.

Vi kan även lägga in implicita regler för personalstrukturen, regler som inte finns uttalade i styrdokument från LEDS INRI men som är underförstådda i personalförsörjningen, ex-

empelvis regeln *“En chefsbefattning bör inte ha lägre gradkrav än andra befattningar (inom enheten)”*. Den automatiskt genererade granskningsrapporten varnar oss då för flera regelbrott i förband I19, t.ex. ett jägarkompani i vilket gruppchefsbefattningen krävs på OR-7 samtidigt som en annan befattning i kompaniet krävs på OR-8.⁹

2.5.3 Tillämpningsfall: Krigsförbandsspecifikationer och livscykelplaner för tekniska system

Försvarsmaktens krigsförbandsspecifikationer (KFS) och FMV:s livscykelplaner för tekniska system regleras av en mängd styrande dokument på Försvarsmakten och FMV. T.ex. sägs det att *”KFS beskriver den förmåga förbandet faktiskt kan ha utifrån tilldelade resurser ... Materiel som bedöms vara operativ senast 2013-12-31 ingår”* (Försvarsmaktens årsredovisning 2013). Vi kan lägga in detta krav i vårt maskinläsbara regelverk genom att skriva t.ex. *”Varje tekniskt system som ingår i KFS-13 skall befinna sig i sin användningsfas under 2014”*; exekverar vi sedan regelverket över verksamhetsdata ur KFS-13 och livscykelplaner (samlade i prototypdatabasen Systemkarta TS på FMV), varnar den automatiskt genererade granskningsrapporten för en stor mängd regelbrott: flera tekniska system i KFS-13 upphörde att användas på 90-talet enligt sina respektive livscykelplaner; andra tekniska system i KFS-13 planeras inträda i sitt användningsskede först många år in i framtiden. I samarbete med FMV formulerades ca 100 regler för KFS och livscykelplaner i ett maskinläsbart regelverk. Den automatgenererade granskningsrapporten varnade för många tusen regelbrott.

2.5.4 Tillämpningsfall: Försvarsmaktens uppgifter

Förmågeinriktningsarbetet på LEDS INRI FI följer en mängd underförstådda krav på hur operativa uppgifter, taktiska uppgifter och huvuduppgifter skall hänga ihop i en konsekvent försvarsplanering. T.ex. antas att *”Om en huvuduppgift ingår i en taktisk uppgift och FM planeras klara av den taktiska uppgiften en viss tidsperiod, så bör FM planeras klara av även huvuduppgiften under den tidsperioden”*. I samarbete med modelleringsprojektet FM UFS på FMV formulerades ett maskinläsbart regelverk med ca 80 liknande tumregler för hur operativa-, taktiska-, och huvuduppgifter bör hänga ihop i en konsekvent försvarsplanering. FM UFS-projektet använde sig sedan av automatgenererade granskningsrapporter för att granska information (om operativa-, taktiska-, och huvuduppgifter) inför varje delleverans. Granskningsrapporterna ledde varje gång till omfattande justeringar i FM UFS-modellen.

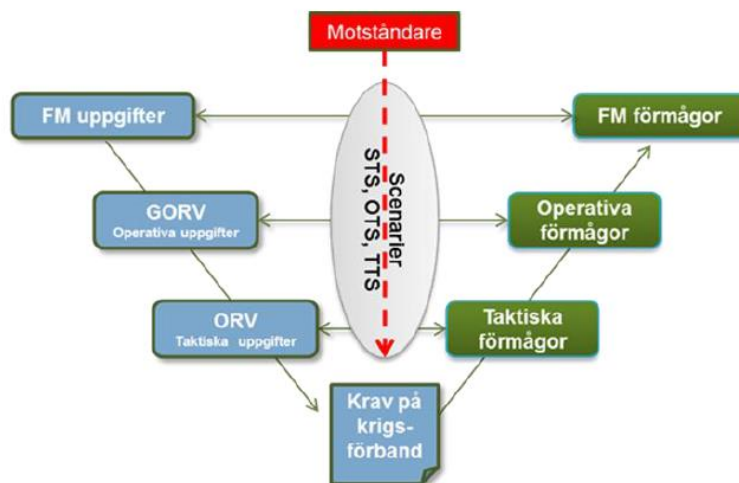
2.5.5 Sammanfattning

All verksamhet inom Försvarsmakten och FMV regleras av olika slags regelverk. Men att kontrollera att regelverk efterlevs är oerhört kostsamt. Med ny teknik som FOI utvecklat på uppdrag av Försvarsmakten och FMV kan kostnaden för efterlevnadskontroll drastiskt reduceras.

⁹ Tillämpningsfallet I19 i Prio som beskrivs här utgör endast en FOI-intern försöksverksamhet och har inte skett med stöd av Försvarsmakten.

3 Vägen framåt

Relativt Försvarmaktens nuvarande operativa förmåga sker en ökning av förmåga i perioden fram till 2020. I Försvarmaktens arbete med krigsförbandens utveckling och resultatstyrning används en sammanhängande spårbarhetsmodell för att omhänderta uppgiftsställningar och att återredovisa resultat (se figur 13). Modellen utnyttjas för att både kravställning och värdering av organisationen ska kunna ske med spårbarhet.¹⁰



Figur 13: Spårbarhetsmodellen.

Detta spårbara och systematiska arbetssätt för hela Försvarmaktens förmågeutvecklingsarbete ställer krav på kvalitativ och strukturerad hantering av omfattande mängder information. Men tack vare systematiken skapar det också förutsättningar för en heltäckande analys, som i ett tidigt skede kan säkerställa att de förmågor som utvecklas tillgodoser de uppgifter Försvarmakten har kunna presterat.

Beslut som fattas tidigt i en utvecklingsprocess lägger ofta en grund som är svår att rucka på i senare skeden. Genom att i modeller beskriva den verksamhet som utvecklas skapas ett underlag som gör det möjligt att systematiskt resonera om effekterna av beslut innan de blir för kostsamma att återkalla. Verksamhetsmodellerna resonerar dock inte själva och inte heller analyserar, simulerar, kontrollerar eller åskådliggör de sig själva. Men med rätt verktyg möjliggörs alla dessa förmågor, till stöd för ett systematiskt utvecklingsarbete.

I tidiga stadier av utvecklingen, innan alla detaljer finns på plats, kan verksamhetsmodellerna berikas med matematiska samband för att översiktligt jämföra effekten på förmåga hos olika alternativa verksamhetsstrukturer. Konsekvenser av olika beslut kan utforskas mer detaljerat med hjälp av simulering av modellerna. Genom interaktiva visuella gränssnitt kan konsekvensanalyserna göras tillgängliga och åskådliga, och frågor som inte besvaras visuellt kan ställas språkligt till frågebesvarande system som då hämtar information ifrån olika källor för att resonera fram tydliga, spårbara och korrekta svar. Slutligen kan modellernas korrekthet i förhållande till regelverk ses över genom automatisk efterlevnadskontroll.

Sammantaget redovisar rapporten att en kompetens är uppbyggd på FOI som kan nyttjas i de pågående och planerade förmågeutvecklingsverksamheter inom Försvarmakten. Hur och till vad denna kompetens ska användas, samt vilka av de redovisade metoderna som eventuellt ska vidareutvecklas är behovsberoende och bör bestämmas av andra än författarna av denna rapport – förslagsvis av beslutsfattare och projektledare på Försvarmakten eller FMV med ansvar i olika delar av förmågeutvecklingsverksamheten.

¹⁰ FMSI 2015

4 Fördjupning och referenser

Rapporten är kortfattad och varje del har medvetet avgränsats till två sidor för att ge en lättillgänglig översikt av varje metod. För djupare beskrivningar hänvisar vi därför till vidare läsning:

Om projektets tidigare genomförda arbete och genomlysta protyper:

V. Mojtahed, U. Franke, M. Cohen, L. Luotsinen, H. Asadi & M. Eklöf (2011). *Verktygstöd för MBFU ur ett M&S-perspektiv*. FOI-R--3306--SE.

V. Mojtahed (2011). *Vägval inom projektet M&S-stöd för MBFU*. FOI-R--3353--SE.

Om frågebesvarande system:

M. Minock, D. Oskarsson, B. Pelzer & M. Cohen (2015). *Natural Language Specification and Violation Reporting of Business Rules over ER-modeled Databases*. EDBT 2015.

U. Furbach, I. Glöckner, H. Helbig & B. Pelzer (2008). *LogAnswer - A Deduction-Based Question Answering System*. IJCAR 2008 2.

U. Furbach, I. Glöckner, H. Helbig & B. Pelzer (2010). *Logic-Based Question Answering*. KI Special Issue 24(1), 2010.

Om efterlevnadskontroll av regelverk:

M. Cohen, M. Minock, D. Oskarsson, B. Pelzer (2015). *Enterprise Architecture with Executable Modelling Rules: A Case Study at the Swedish Defence Materiel Administration*. CAiSE Workshops 2015.

M. Cohen (2014). *Simulation Preorder Semantics for Traceability Relations in Enterprise Architecture*. PoEM 2014.

M. Cohen (2013). *Semantics for Mapping Relations in SKOS*. Web Reasoning and Rule Systems, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7994, pp 223-228.

Om interaktion med verksamhetsmodeller:

P.-A. Albinsson & B. Lindahl (2011). *Visuell datainteraktion i modellbaserad förmågeutveckling*. FOI-R--3380--SE.

P.-A. Albinsson & D. Oskarsson (2013). *Visuell datainteraktion för Försvarsmaktens materielförsörjning*. FOI-RH--1351--SE.

Om analys av förmågeeffekt:

U. Franke (2014). *Enterprise Architecture Analysis with Production Functions*. Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC), 2014 IEEE 18th International.

U. Franke (2015). *Enterprise Architecture Analysis with Production Functions*. 1st Scandinavian Workshop on the Engineering of Systems-of-Systems.

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