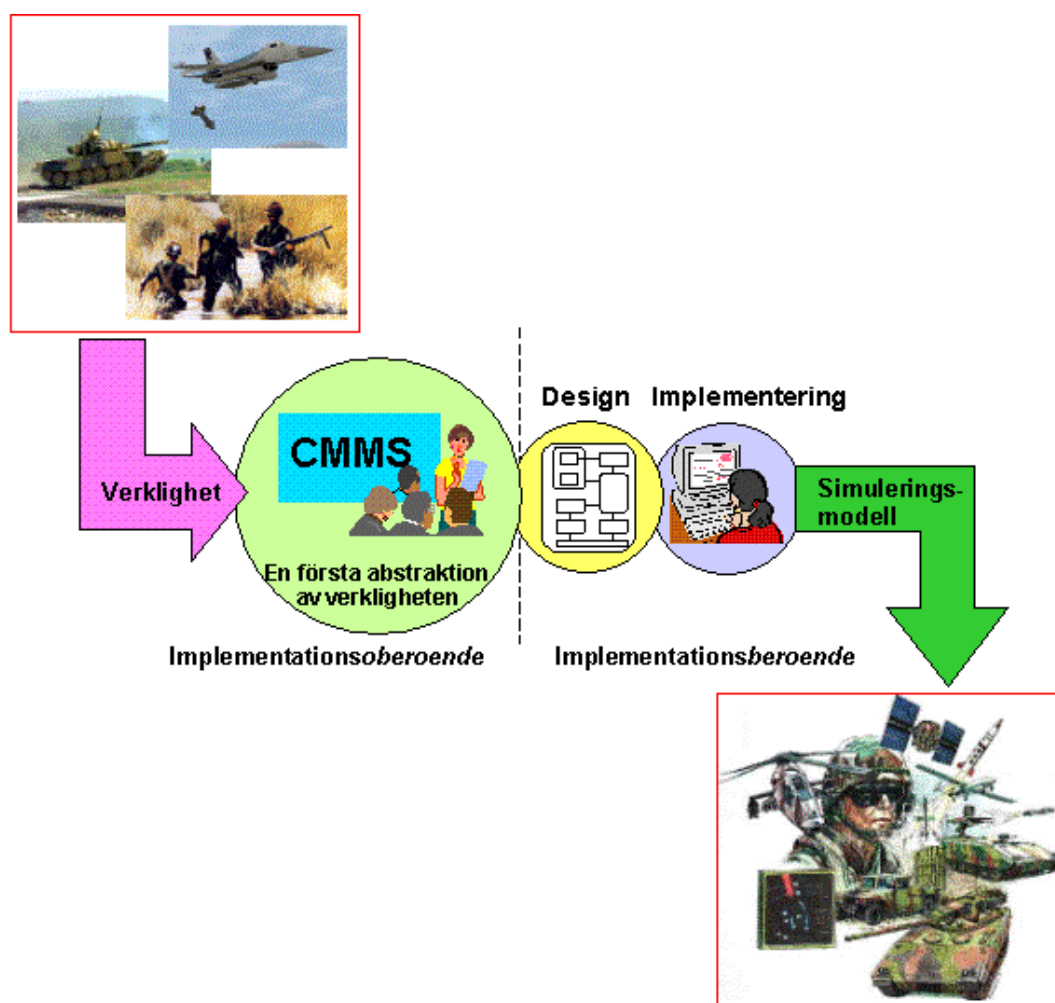


Vahid Mojtahed, Marianela García Lozano, Jenny Ulriksson, Gunnar Holm

CMMS - Konceptuella modeller av militära operationer



TOTALFÖRSVARETS FORSKNINGSINSTITUT

Systemteknik

172 90 Stockholm

FOI-R--0629--SE

November 2002

ISSN 1650-1942

Användarrapport

Vahid Mojtahed, Marianela García Lozano, Jenny Ulriksson, Gunnar Holm

CMMS - Konceptuella modeller av militära operationer

Utgivare Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI Systemteknik 172 90 Stockholm	Rapportnummer, ISRN FOI-R--0629--SE	Klassificering Användarrapport
	Forskningsområde 2. Operationsanalys, modellering och simulering	
	Månad, år November 2002	Projektnummer E6035
	Verksamhetsgren 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	Delområde 21 Modellering och simulering	
Författare/redaktör Vahid Mojtahed Marianela García Lozano Jenny Ulriksson Gunnar Holm	Projektledare Vahid Mojtahed	
	Godkänd av	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning FM	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig	
Rapportens titel CMMS - Konceptuella modeller av militära operationer		
Sammanfattning (högst 200 ord) För att underlätta och befrämja utveckling och återanvändbarhet av, samt samverkan mellan simuleringsmodeller har det amerikanska försvarets organisation för modellering och simulering (US DMSO) presenterat konceptet CMMS, "Conceptual Models of Mission Space". Konceptet uppfattas som en av de viktigaste komponenterna för genomförandet av det ramverk för M&S som är framtaget av det amerikanska försvaret, DoD's M&S Master Plan. CMMS kan sägas vara den första abstraktionen av militära operationer. Det är en implementationsoberoende beskrivning av de ingående objekten i verkliga militära processer och operationer samt deras handlingar och egenskaper. En förstudie av CMMS-konceptet genomfördes under 2001 på Totalförsvarets Forskningsinstitut (FOI). Fokus för studien låg på att undersöka konceptet och att finna de centrala komponenterna i det. En uppföljningsstudie startades hösten 2002, där en av de första aktiviteterna har varit att uppdatera och komplettera förra årets arbete, med denna rapport som resultat. Våra studier hittills visar på konceptets fördelar och dess nytta för det svenska försvaret.		
Nyckelord modellering och simulering, återanvändning, samverkan, konceptuella modeller av militära operationer, CMMS, HLA		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 56 s.	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency Systems Technology SE-172 90 Stockholm	Report number, ISRN FOI-R--0629--SE	Report type User report
	Research area code 2. Operational Research, Modelling and Simulation	
	Month year November 2002	Project no. E6035
	Customers code 5. Commissioned Research	
	Sub area code 21 Modelling and Simulation	
Author/s (editor/s) Vahid Mojtahed Marianela García Lozano Jenny Ulriksson Gunnar Holm	Project manager Vahid Mojtahed	
	Approved by	
	Sponsoring agency Swedish Armed Forces	
	Scientifically and technically responsible	
Report title (In translation) CMMS - Conceptual Models of Mission Space		
Abstract (not more than 200 words) The CMMS concept, Conceptual Models of Mission Space, has been presented by the US DMSO as a way to facilitate the development, and enhance the reuse and interoperability of simulation models. CMMS is one of the major components for implementing the DoD's M&S Master Plan. CMMS is the first abstraction of real-world military operations. That is, an implementation-independent description of real world processes, entities, environmental factors, and associated relationships and interactions constituting a particular set of missions, operations or tasks. A feasibility study of CMMS has been performed at the Swedish Defence Research Agency (FOI) in 2001. Focus was placed on studying the concept of CMMS and identifying the central components in it. A follow-up study has been made during the autumn 2002 supplementing and updating the results from the previous study. This report presents the results from the studies mentioned above. Our studies have so far indicated that the CMMS concept would bring great advantages if adopted by the Swedish Armed Forces.		
Keywords Modeling and Simulation, reuse, interoperability, Conceptual Models of Mission Space, CMMS, HLA		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 56 p.	
	Price acc. to pricelist	

Innehållsförteckning

1	Introduktion.....	7
1.1	Bakgrund.....	7
1.2	Målformulering för projektet.....	8
1.3	Nyttan för försvaret.....	9
1.4	Genomförande	9
1.5	Rapportens disposition	10
2	En översikt av CMMS	11
2.1	Inledning till CMMS	11
2.2	Målsättningen för CMMS.....	11
2.3	Syftet och nyttan med CMMS.....	12
2.4	Användningen av CMMS.....	13
3	Djupare beskrivning av CMMS.....	15
3.1	Ingående delar i konceptet.....	15
3.2	Ansvarsområden	15
3.3	Domänspecifika konceptuella modeller – MSM:er	16
3.4	Det tekniska ramverket.....	17
3.4.1	Gemensam syntax och semantik	18
3.4.2	Utvecklingsprocessen.....	19
3.5	CMMS-biblioteket och Databashanteringssystemet.....	22
4	CMMS i praktiken	25
4.1	Format	25
4.1.1	Lagringsformat och metoder	25
4.1.2	Presentationsformat.....	26
4.2	Verktyg och hjälpmedel.....	28
4.2.1	CMMS-specifika verktyg.....	28
4.2.2	Verktyg för generell konceptuell modellering.....	30
4.2.3	Övriga verktyg	33
4.2.4	Sammanfattning CMMS-verktyg.....	34
4.3	VV&A och CMMS.....	34
4.3.1	Motivering för VV&A.....	35
4.3.2	VV&A-processen	35
4.3.3	Konceptuell modellering och CMMS för VV&A	36
4.4	Tillämpning av CMMS.....	37
4.4.1	“Joint WARfare Simulations” (JWARS).....	37
4.4.2	“Joint Simulation System” (JSIMS)	38
5	Intressanta utvecklingstendenser.....	39
5.1	Konferensbevakningar.....	39
5.2	Alternativa utvecklingslinjer	40
5.2.1	Ett alternativt angreppssätt enligt Dr. Pace.....	40

5.2.2	Alternativa intressanta projekt	42
5.3	Synergieffekter med avseende på andra projekt	43
6	Analys inför framtiden.....	45
6.1	Diskussion.....	45
6.2	Vad vi föreslår inför framtiden.....	46
	Referenser	47
	Appendix A	49
	Akronymer	49
	Appendix B	51
	Definitioner och beskrivningar (beskrivna på engelska)	51
	Appendix C	53
	Datatyper i CMMS biblioteket	53
	Appendix D	56

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Begreppet CMMS, som är en akronym för "Conceptual Models of Mission Space", har sin upprinnelse i det amerikanska försvarets satsningar på distribuerad simulering. Denna satsning, som inleddes under 80-talet, ledde så småningom fram till en standardiserad infrastruktur för distribuerade interaktiva simuleringar (DIS-standarden IEEE 1278). Fastän denna standard var framgångsrik, framför allt vid sammankopplingen av realtidssimulatorer, så förmådde den inte uppfylla den vision som efter hand tog form. Det som efterfrågades var en arkitektur och infrastruktur som kunde befrämja återanvändbarheten och samverkan mellan modeller utvecklade av olika organisationer, på olika plattformar och i olika språk. Denna vision fick sin slutgiltiga formulering i den "Modeling and Simulation Master Plan" (MSMP) [DMSO, 95], som stadfästes i oktober 1995 av US "Department of Defence" (DoD).

I enlighet med denna "Master Plan" har man i USA bl.a. utvecklat ett gemensamt tekniskt ramverk, som skall underlätta för alla typer av simuleringsmodeller att vara *interoperabla*, likväl som det skall befrämja *återanvändbarheten*. Detta ramverk består av tre delar [DMSO, 95; Löf, 97]; en enhetlig arkitektur enligt vilken simuleringsystem skall utformas (HLA¹), en för alla gemensam framställning av den verksamhet som skall simuleras (CMMS), samt standarder för hur data skall representeras i modellerna.

Trots, eller på grund av, den allmänt spridda insikten att det behövs CMMS, så har det tagit avsevärd tid att komma fram till en konsensus kring vad begreppet står för och att komma framåt i försöken att fylla det med ett konkret innehåll. I visionsdokumentet föreskrevs att man skulle utveckla *konceptuella modeller*, som skulle utgöra en gemensam utgångspunkt vid byggandet av konsistenta och auktoriserade simuleringsmodeller, och som skulle underlätta interoperabilitet och återanvändning av simuleringsmodeller. I tillhörande diskussionsavsnitt framhölls att CMMS är den första nivåns abstraktion av verkligheten, som utgör en referensram för utveckling av simuleringsmodeller, därigenom att den fångar in de karaktäristiska detaljerna i problemrymden. Dessa detaljer består av de objekt som är involverade i respektive verksamhet, och deras betydelsefulla egenskaper, interaktioner och handlingar.

CMMS är en "simuleringsneutral" beskrivning av verkligheten, d.v.s. den är oberoende av framtida implementering, och fungerar som en brygga mellan de militära experterna och utvecklarna av simuleringsmodellerna. De förra "äger"

¹ HLA – "High Level Architecture"

verksamhetsprocesserna och är därför en auktoritativ källa vid valideringen¹ av innehållet i de konceptuella modellerna. Dessutom utgör CMMS en gemensam plattform för kommunikationen mellan krigförare, doktrinutvecklare, instruktörer, C4I-utvecklare², analyserare och utvecklarna av simuleringsmodeller. Med en sådan grund kan alla parter vara trygga i förvisningen att simuleringsmodellerna baseras på operationell realism.

Sedan år 2000 har CMMS-gruppen på DMSO försökt introducera ett helt nytt begrepp, FDMS - "Functional Descriptions of Mission Space", som nästan helt har ersatt begreppet CMMS. Anledningen till namnbytet tros vara ett försök att koncentrera och konkretisera tankarna kring "funktionella beskrivningar" i stället för konceptuella modeller. För att inte förvirra läsaren i onödan har vi bestämt att uteslutande använda begreppet CMMS i denna rapport.

1.2 Målformulering för projektet

Målet för projektet är att gå genom det arbete som hittills gjorts inom området, att sammanställa en förstudierapport som belyser nyttan för FM samt att föreslå fortsatt inriktning för forskningen inom området.

De långsiktiga målen är att öka kunskapen om konceptuella modeller och relaterade områden (såsom auktoriserade och auktoritativa informationskällor³, bibliotek, standarder och verktyg), att minska kostnaderna för kunskapsinhämtning, att förbättra återanvändbarhet hos och interoperabiliteten mellan modeller samt att skapa en förbättrad bas för validering.

Det övergripande målet enligt projektplanen är att identifiera och utvärdera metoder som syftar till att underlätta utveckling, återanvändning och samordning av simuleringsmodeller. Av särskilt intresse är konceptuell modellering och målsättningen är att undersöka i vilken utsträckning och under vilka omständigheter följande påståenden är sanna:

- Väl genomförd konceptuell modellering underlättar validering, och ökar därmed chansen att felaktigheter, missförstånd, m.m. upptäcks och att de dessutom upptäcks i ett tidigt utvecklingsskede.
- Underhåll och återanvändning av en programvara underlättas om det finns en underliggande konceptuell modell för programvaran.

¹ Validering – En process som avgör till vilken grad en modell eller simulering är en korrekt representation av verkligheten ur perspektivet av modellens användning.

² C4I – "Command, Control, Communication, Computer and Intelligence".

³ Auktoriserad informationskälla – en informationskälla som har blivit auktoriserad. Det återstår dock att undersöka vem/vilka det är som ska ha rätten att auktorisera. Auktoritativ informationskälla – en informationskälla som är allmänt ansedd som kunnig.

- Ökad återanvändning av konceptuella modeller kan leda till minskade kostnader för kunskapsinhämtning och förbättrad interoperabilitet mellan modeller.

1.3 Nyttan för försvaret

Projektet utgör ett viktigt led i tillämpningen av FM:s inriktning mot modellering och simulering (M&S) genom att inleda studien av hur ett gemensamt bibliotek med validerade konceptuella modeller av militära processer ska kunna utvecklas, vilket kan skapa basen för försvarets framtida simuleringsmodeller.

Att lokalisera och identifiera auktoritativa informationskällor samt bearbeta och integrera informationen i simuleringsmodeller är en tidskrävande process. Den inhämtade kunskapen som ofta erhållits till hög kostnad bevaras inte för framtida användning, vilket leder till onödigt dubbelarbete. Kunskapen om de militära förloppen är ofta inte heller tillräckligt fullständig eller är tvetydig så att den inte kan användas för utveckling av modeller. Då auktoriserad information inte är lätt att få tag på förlitar sig olika modellerare på olika källor för samma information. Med denna bakgrund är nyttan med konceptuella modeller som skulle utgöra en gemensam utgångspunkt vid byggandet av konsistenta och auktoriserade simuleringsmodeller ganska självklar. Likaså är detta fallet beträffande utveckling av ett gemensamt tekniskt ramverk som skall underlätta för alla typer av simuleringsmodeller att samverka sinsemellan och befrämja återanvändbarheten av modeller.

Den förväntade nyttan för FM är således att framtidens simuleringsprogramvara inte bara ska bli billigare att utveckla och underhålla, utan att den också ska hålla högre kvalitet. En gemensam kunskapsbank kan dessutom förväntas ge en entydig, gemensam och djupare kunskap för militära processer till alla berörda.

1.4 Genomförande

Detta arbete har huvudsakligen bedrivits i form av litteraturstudier. Dessa studier har i princip försökt täcka allt publicerat material, som har varit tillgängligt, inom området sedan begreppet introducerades 1995. Utvecklingen inom området har även följts, genom deltagande och bevakning av "Simulation Interoperability Workshop" (SIW) samt Europeiska SIW (EuroSIW).

En inventering har genomförts av vilka verktyg, format, standarder och tekniker som för närvarande finns eller utvecklas för att stödja både utveckling av en CMMS-infrastruktur och dess innehåll.

Flera försök att upprätta formella och icke formella kontaktvägar med CMMS-ansvariga inom "US Defence Modeling and Simulation Office" (DMSO) har gjorts. Syftet har varit att komma åt aktuella amerikanska erfarenheter av CMMS men tyvärr har vi till dags dato inte lyckats.

1.5 Rapportens disposition

I detta första kapitel har vi försökt att beskriva bakgrunden till hur CMMS har kommit till och vad syftet med CMMS-projektet är.

I följande tre kapitel kommer vi stegvis att gå igenom CMMS-konceptet. Kapitel 2 innehåller en introduktion till området och ska ses som en mjuk start för läsaren. Därefter fördjupar vi oss i Kapitel 3 i beskrivningen av CMMS samtidigt som vi ingående går igenom delarna i konceptet. Trots att vi här även tittar på det tekniska ramverket och databashanteringssystemet för CMMS, ska detta kapitel vara lättläst för den icke-tekniska läsaren. Kapitel 4 är i princip den enda tekniska delen i rapporten, där tittar vi närmare på standarder, format och verktyg för CMMS.

I Kapitel 5 redovisas trender rörande detta ämne på andra håll i världen. Vi kommenterar konferenser där CMMS diskuteras, beaktar avvikande åsikter om konceptuell modellering samt tittar på andra intressanta projekt. Som en avrundning diskuterar vi kortfattat i sista kapitlet ett antal intressanta frågor och försöker dra några slutsatser som kan hjälpa oss att välja fortsatt inriktning för framtiden.

Då CMMS främst är en amerikansk företeelse har vi inom projektet sett ett behov av att översätta en del av de begrepp som ofta förekommer, till svenska. Dessa akronymer och nya ord förklaras löpande i rapporten och finns även sammanställda i Appendix A och B. CMMS-datatyper finns samlade i Appendix C. I Appendix D återfinns ett informationsblad om projektet på engelska, som har använts för att presentera projektet på möten och konferenser.

2 En översikt av CMMS

2.1 Inledning till CMMS

”Modeling and Simulation Master Plan” [DMSO, 95], presenterades 1995 av US ”Department of Defence” (DoD) i syftet att strukturera upp modellerings- och simuleringsarbetet. Det mest grundläggande för detta arbete är att skapa ett gemensamt tekniskt ramverk för modellering och simulering (M&S). Önskemålet är att på så sätt underlätta och öka *återanvändbarhet* och *interoperabilitet* hos och mellan simuleringsmodeller utvecklade av olika organisationer och i olika miljöer. I arbetet med att skapa det tekniska ramverket är CMMS, ”Conceptual Models of Mission Space”, en av huvudaktiviteterna som syftar till att skapa en grund för utvecklingen av konsistenta och auktoriserade simuleringsmodeller.

CMMS är således konceptuella beskrivningar eller modeller av militära förlopp. Dessa modeller skall vara ”implementeringsneutrala” och bestå av ingående objekt, handlingar och egenskaper. CMMS består inte enbart av konceptuella modeller utan även av ett gemensamt bibliotek att förvara dessa i, standarder för inhämtning och integrering av kunskap samt verktyg för stöd av utveckling och återanvändning av de konceptuella modellerna.

2.2 Målsättningen för CMMS

I arbetet med de problem som man med hjälp av CMMS-konceptet försöker komma till rätta med finns ett antal mål, riktpunkter och aktiviteter som bör genomföras. Ett mål är att få ett enhetligt sätt för M&S-utvecklare att systematiskt skaffa information och kunskap om de operationer, uppdrag, uppgifter, enheter etc. som skall modelleras och simuleras. Man vill lokalisera och identifiera auktoritativa informationskällor, kallat ”Knowledge Acquisition” (KA), samt bearbeta och integrera informationen, även från oberoende källor, kallat ”Knowledge Engineering” (KE). Man vill även utveckla tekniska specifikationer för KA och KE. Alla dessa aktiviteter ingår i arbetet med ”Authoritative Data Sources” (ADS).

Interoperabilitet och återanvändningen av modeller och simuleringar ska ökas genom att ha tillgång till beskrivningar av verkliga operativa enheter, deras handlingar och interaktioner. Detta innebär bland annat ett bibliotek av återanvändbara konceptuella modeller som kan användas för M&S-utveckling.

Administrationsprocesser ska utvecklas och underhållas samt en mängd CMMS-resurser och verktyg ska etableras. En plan för validering av kunskap om verkligheten, presentationen och framställningen av kunskapen måste tas fram.

Man vill skapa en kunskapsbas med verklighetsanknytning för militära operationer och processer som vid implementering kan användas för analys, design, verifiering och validering och kanske även ackreditering och certifiering¹.

2.3 Syftet och nyttan med CMMS

Vid utvecklingen av konceptuella modeller finns det ett antal problem som CMMS försöker komma till rätta med. De tre främsta är:

- Då auktoriserad information inte är lätt att få tag på förlitar sig olika modellere-rare på olika, ibland ej auktoritativa, källor för samma information med begreppsförvirring som följd.
- Den erhållna kunskapen om de militära förloppen är ej tillräckligt fullständig för att användas för utveckling eller är tvetydig för utvecklaren.
- Den erhållna kunskapen som ofta fåtts till hög kostnad, bevaras inte för framtida användning, vilket leder till onödigt dubbelarbete.

M&S-utvecklare lägger ner betydande resurser på att få kunskap om den verklighet som skall modelleras. Problemet med den ofullständiga och tvetydiga informationen är att även om krigförare ute i verkligheten beskriver precis allt de vet om ett uppdrag kan M&S-utvecklare fortfarande behöva mer information. Det kan även vara så att det som är tydligt och klart för krigföraren är tvetydigt eller svårtolkat för M&S-utvecklaren då det förutsätter kunskap om vokabulär, sammanhang och erfarenhet av området.

De problem som nämnts kan medföra att man får inkonsekventa återgivningar av verkligheten med ofta icke interoperabla modeller och simuleringar som följd. En annan risk, är att om funktionella och strukturella beskrivningar av processer eller enheter inte är tillgängliga för M&S-utvecklare är sannolikheten stor att de inte beskrivs alls eller beskrivs felaktigt. Andra konsekvenser är att de erhållna kunskaperna endast återanvänds i försumbar grad.

CMMS försöker komma åt problemen med att hitta auktoritativ information och återanvända kunskap genom målsättningarna och aktiviteterna med ADS och CMMS-biblioteket. Detta innefattar bl.a. att identifiera, katalogisera och auktorisera kunskapskällor, att utveckla formalismer och standarder för kunskapsinhämtning och

¹ Validering –En process som avgör till vilken grad en modell eller simulering är en riktig representation av verkligheten ur perspektivet av modellens användning.

Verifiering –En process som avgör om en modellimplementation motsvarar utvecklarens idébeskrivning och specifikationer.

Ackreditering –Ett officiellt bemyndigande att en modell får användas i ett visst syfte. Certifiering av en modell är en process som fastställer att modeller är lämpliga för en viss tillämpning.

En diskussion om dessa ämnen och deras relation med CMMS tas upp i Kapitel 4.

lagring. Vidare innefattar detta även utvecklingen av det gemensamma biblioteket med de konceptuella modellerna samt de olika verktygen som stödjer arbetet.

Att se till att informationen hos de konceptuella modellerna är otvetydig och fullständig är svårt och krävande. Därför har man genom hela processen för modellutveckling försökt få ett entydigt och enhetligt innehåll. Man har dels tagit fram format för att lägga delarna hos de konceptuella modellerna i en gemensam vedertagen form och dels tagit fram en gemensam semantik och syntax.

Vad är nyttan med CMMS, kan man fråga sig. Är de problem vi diskuterade tidigare verkligen så stora och viktiga? M&S-samhället har uppenbarligen klarat sig utan denna gemensamma bas för konceptuella modeller väldigt länge.

Svaret är att det kraftigt ökande inslaget av modellering och simulering i försvarets verksamhet samt modellernas ökade komplexitet ställer höga krav på modellernas trovärdighet och hantering. Det betyder att hela ledet från avbilningen av verkligheten till implementeringen av modellen måste följa vissa kriterier.

Denna rapport kommer förhoppningsvis att övertyga läsaren om vikten av att använda CMMS och värdet av att avsätta tid för att skapa erforderliga konceptuella modeller, både för modellerare som militära verksamhetsexperter. Den ska också visa att nyckeln till en kostnads- och tideffektiv modell- och simuleringsutveckling och hantering är bra utbildningskriterier, formalismer och arbetsmetodiker.

2.4 Användningen av CMMS

De potentiella användarna av CMMS är många och med skilda uppdrag. CMMS-biblioteket med databashanteringssystemet stödjer en del av användarna med speciella verktyg och vyer. Här följer några exempel på användare:

- *Kravställare och beställare av program* kan använda CMMS som hjälpmedel vid författandet av kravspecifikationer samt för att beskriva omfattning och begränsningar.
- *Slutanvändare* kan använda CMMS dels som hjälpmedel för att beskriva och formalisera de funktionella kraven som de har vid användningen av modeller och simuleringar och dels som hjälp för att evaluera resultaten av övningar.
- *Krigförare*¹ använder CMMS som ett verktyg för att skapa och spara beskrivningar av de militära operationerna
- *Forskare och ingenjörer* kan använda CMMS som ett hjälpmedel och guide för sitt modelleringsarbete.

¹ Krigförare är vår översättning av det engelska begreppet ”warfighter” som används av DMSO.

- *Analyserare, designare och programmerare* kan använda CMMS som ett hjälpmedel för förståelse av komponenterna hos de militära operationerna och förloppen hos den utvecklade simuleringen.
- *Utvärderare* kan använda CMMS för att verifiera och validera modeller och som grund för ackreditering av simuleringssystem.
- *Övningsledare* kan använda CMMS som hjälp och ledning vid utvecklingen av scenarier för simulering.

3 Djupare beskrivning av CMMS

3.1 Ingående delar i konceptet

Den primära delen i CMMS består av de *domänspecifika konceptuella modellerna*, ”Mission Space Models” (MSM), som är konsistenta, strukturella och funktionella beskrivningar av verkliga militära operationer eller processer. De andra ingående delarna är det tekniska ramverket ”Technical Framework” (TF), det gemensamma biblioteket med databashanteringssystemet ”Data Base Management System” (DBMS), samt en mängd verktyg som ska stödja olika delar av CMMS-arbetet.

Det tekniska ramverket innehåller standarder för lokaliseringen, inhämtningen, bearbetningen och integreringen av kunskapen, de så kallade KA- respektive KE-aktiviteterna. DBMS ska användas för registrering, lagring, hantering och publicering av den inhämtade kunskapen om de domänspecifika konceptuella modellerna. Verktygen ska användas för att kunna överblicka, hitta, importera och exportera samt lägga upp information för användning och åtkomst av MSM:erna. Dessa fyra ingående delar kommer att gås igenom och diskuteras mer i detalj längre fram.

3.2 Ansvarsområden

Det man försöker åstadkomma med CMMS-konceptet är så stort att det spänner över flera ansvarsområden och kan därför kräva inblandning av flera organisationer. Enligt [Sheehan et al., 98] kan följande ansvariga och områden ses: –observera att denna uppdelning har definierats av DMSO och är avpassat för den amerikanska försvarsorganisationen. Hur denna ansvarsuppdelning kan se ut i Sverige återstår att undersöka.

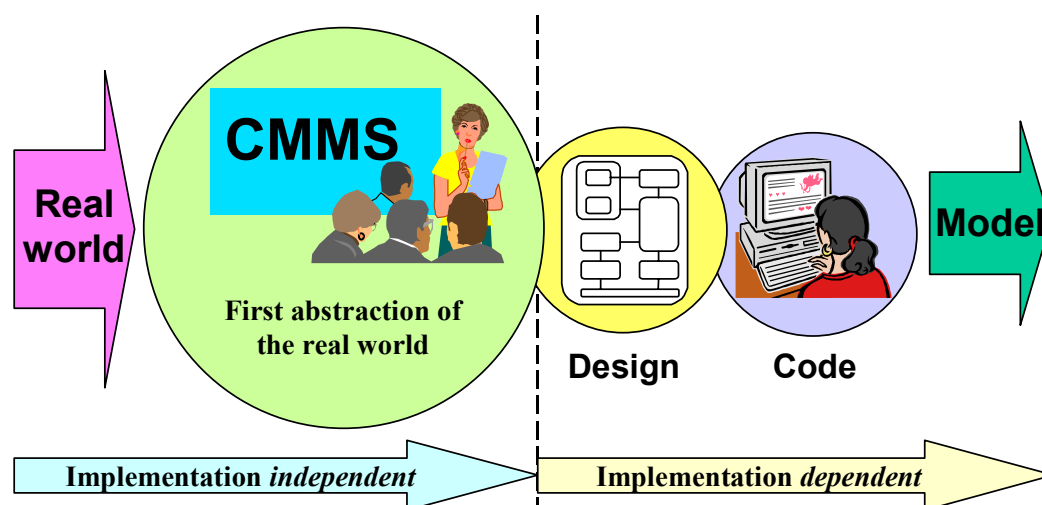
- Krigföraren agerar som en militär specialist och problemägare och är den som definierar de nödvändiga doktrinerna, deluppgifterna och uppgifterna för de militära uppgifterna.
- Simuleringsutvecklarna genomför kunskapsinhämtningen och bearbetningen som behövs för att skapa och lägga in de konceptuella modeller som skall finnas i CMMS-biblioteket.
- DMSO tar fram och tillverkar det tekniska ramverket, implementerar databashanteringssystemet för CMMS-biblioteket och har den övergripande samordnande rollen.

3.3 Domänspecifika konceptuella modeller – MSM:er

En modell är en avbildning av verkligheten, även kallat en abstraktion. Per definition kommer modellen endast att avbilda vissa aspekter av problemområdet och ignorera andra. Detta innebär att modeller och simuleringar aldrig kommer att vara perfekta avbildningar av de system, enheter eller processer som de är tänkta att representera. Följden av detta är att kraven på modeller och simuleringar måste vara mycket noggrant specificerade.

Enligt T.H. Johnson och R.J. Might [Johnsson et al., 99] finns det ett antal krav som kan ställas, dessa kan främst kategoriseras som användarkrav, härledda användarkrav, funktionella krav samt abstraktionskrav (kraven för abstraktionerna ska kunna uppfyllas av domänspecifika modeller). Så snart M&S-kraven fastställts kan de kopplas till en domänspecifik konceptuell modell.

En domänspecifik konceptuell modell, MSM, är den första abstraktionen av verkligheten som kan användas som grund för att bygga en simuleringsmodell. MSM:er är det mest grundläggande i CMMS-arbetet. En MSM är en domänexperts eller problemägares, "Subject Matter Expert" (SME), simuleringsoberoende definition och beskrivning av de processer och enheter som ingår i militära förlopp. Bilden nedanför exemplifierar var i utvecklingsprocessen av simuleringsmodeller CMMS kommer in, som nämndes tidigare är den primära delen i CMMS MSM:erna.



Figur 3.1: CMMS – En implementationsoberoende beskrivning av verkligheten

Domänspecifika konceptuella modeller ger en gemensam insikt i verksamhetens egentliga natur, de är bryggan mellan verkligheten och hanteringen av informationen kring denna verklighet. Genom att skapa ett gemensamt språk underlättas bl.a. återvinning av informationen. Denna beskrivning skall sedan kunna användas av en

M&S-utvecklare för att kunna avgöra vad som måste ingå i den färdiga modellen eller simuleringen.

Att skapa en MSM är inte någon lätt sak då det inte finns något fastlagt sätt att göra en sådan på. Processerna som MSM:er beskriver genomgår också ibland förändringar. Detta innebär att MSM:er kan undergå förändringar och kanske aldrig vara fullständigt korrekta. En MSM måste vara tillräckligt detaljerad för att en M&S-utvecklare på ett korrekt sätt skall kunna implementera processerna och objekten hos ett militärt förlopp. Det är M&S-kraven som kommer att bestämma hur pass detaljerad en MSM måste vara, d.v.s. beroende av användningsområde för en modell eller simulering måste MSM:en kunna tillfredställa olika aggregeringsnivåer.

MSM:er tillhandahåller auktoritativa och auktoriserade konceptuella abstraktioner av verkligheten. Det viktigaste med dem är att de är simuleringsneutrala och belyser de viktigaste delarna hos de militära operationerna och förloppen. CMMS-samlingen av MSM:er tjänar som en auktoriserad förbindelselänk mellan verksamhetsägaren och M&S-utvecklaren.

CMMS kan alltså fungera som en gemensam utgångspunkt och bas för samtal mellan problemägare, M&S-utvecklare, C4I-utvecklare, doktrinutvecklare, analytiker etc. då de kan försäkra sig om att simuleringsmodeller verkligen bygger på verkligheten. En annan viktig fördel är att CMMS kan tjäna som diskussionsunderlag för alla ovan nämnda grupper i andra sammanhang än modellering och simulering.

3.4 Det tekniska ramverket

Amerikanska DoD har inom programmet för det gemensamma tekniska ramverket för M&S tagit fram ett dokument, som kallas för CMMS tekniska ramverk [CMMS TF, 01], "the Conceptual Models of the Mission Space Technical Framework". Detta ramverk innehåller ett antal tekniska standarder, administrativa procedurer samt den infrastruktur som anses behövas för integrering av konceptuella modeller i olika simuleringsprojekt och samverkan genom hela DoD programmet.

Enkelt uttryckt skall CMMS-TF¹ i praktiken innehålla standarder för inhämtning, bearbetning och integrering av all kunskap kopplad till konceptuella modeller.

Mer konkret är det tänkt att det tekniska ramverket ska förse oss med följande:

- En gemensam syntax och semantik som behövs för att beskriva verkliga militära operationer på ett enhetligt sätt.
- En utvecklingsprocess för att skapa och underhålla konceptuella modeller samt:

¹ CMMS-TF-dokumentet reviderades flera gånger under 1996. Den aktuella versionen skrevs redan i februari 1997 och är fortfarande ofullständig och dessutom är beskrivningarna i vissa fall ganska knapphändiga.

- Standarder för datautbyte som krävs för att garantera samverkan mellan och integration av dessa konceptuella modeller.

De två första, språkbruket och processen, är av särskilt intresse och beskrivs närmare i detta avsnitt, medan standarder för datautbyte beskrivs tillsammans med format och verktyg för CMMS i Kapitel 4.

3.4.1 Gemensam syntax och semantik

Användning av en gemensam terminologi anses vara en förutsättning för att CMMS-konceptet ska lyckas [Johnson, 98]. Detta för att man vet att både MSM:er och övriga delar av CMMS kommer att utvecklas av många människor från olika organisationer under en lång tid, och att dessa kanske använder helt olika språk. bAvsnittet gemensam syntax och semantik i CMMS-TF uppdelas i följande delavsnitt:

1. "Entities, Actions, Tasks, and Interactions (EATI) Representation"
2. "Verb Dictionary for Action-Based Abstractions"
3. "Noun Dictionary for Entity-Based Abstractions"
4. "Information Systems Specific Semantic and Syntax"

Som vi tidigare har nämnt är tyvärr CMMS-TF-dokumentet ofullständigt, särskilt på dessa detaljeringsnivåer. Av dessa fyra delavsnitt saknar alla utom det första, som kommer att beskrivas nedan, ett riktigt innehåll. Det är således lite oklart vad ordböckerna i delavsnitt 2 och 3 är tänkta att innehålla, och om de har färdigställts eller inte. Vad vi däremot vet idag är att det i USA existerar ett sökbart lexikon innehållande tiotusentals militära begrepp. Varje begrepp kan ha noll eller flera definitioner och för varje definition anges källan, d.v.s. var definitionen har hämtats. Detta lexikon är tyvärr inte tillgängligt för allmänheten och vi har hittills bara lyckats titta på ett par exempel i det.

Entities, Actions, Tasks, and Interactions (EATI) Representation

Enligt CMMS-TF bör varje konceptuell modell i CMMS uppfylla EATI, där EATI helt enkelt är ett antal begreppsdefinitioner. Vad som exakt menas med att en konceptuell modell måste uppfylla EATI anges inte, men en rimlig tolkning är att en modell ska kunna byggas upp med hjälp av dessa beståndsdelar. Således ska varje MSM beskrivas i termer av enheter, verksamheter, uppgifter och interaktioner. Helst ska också alla dessa begrepp i en modell vara hämtade från auktoritativa informationskällor, såsom "DoD Dictionary System", "Universal Joint Task List" eller "CMMS Verb Dictionary". På nästa sida görs ett försök till att definiera dessa huvudbegrepp på ett enkelt sätt, för ursprungliga definitioner hänvisas läsaren till CMMS-TF:

- Enhet: en specifik person, organisation, sak, plats eller koncept om vilken/vilket modellen måste innehålla en viss information t.ex. pilot, flygbas, bro, befälhavare, radar, flygkommando, etc.
- Verksamhet: en roll eller en förmåga som definieras av en enhet tillsammans med ett verb. En verksamhet kan vara betydligt större än en enskild handling och kan skapas av ett antal sammanhängande handlingar t.ex. att genomföra en plan, att avfyra en missil, att upptäcka en ubåt, etc.
- Uppgift: det som en aktör (enhet av typen befälhavare, pilot o.s.v. som genomför eller styr en verksamhet) kan genomföra genom en eller flera handlingar. För att uppnå ett specifikt mål så definierar man ett uppdrag. För att bryta ner komplexiteten i ett uppdrag så delar man upp det i mindre deluppdrag och dessa i uppgifter. En uppgift är således det minsta entydiga elementet i ett uppdrag t.ex. avfyra missil A, genomför plan B, etc. Observera att här genomförs en konkret handling, Missil 'A' avfyras.
- Interaktion: det gränssnitt som definierar det flöde av händelser som flyter mellan enheter och/eller uppgifter t.ex. radiokommunikation, meddelande, att se, att skjuta, att träffa, etc.

Utöver ovannämnda fyra huvudbegrepp ger CMMS-TF även definitioner på ett antal andra begrepp som dessa fyra baseras på. Beståndsdelarna är av typerna; tillstånd, händelse, roll, uppdrag, aktör, handling m.fl. Vi fördjupar oss inte i dessa beståndsdelar och hänvisar den intresserade läsaren till källdokumentet [CMMS TF, 01] för djupare förståelse. Huvudsyftet med EATI är att skapa en struktur som stödjer konverterings- och integreringsarbetet, samt även utgöra en begränsning av konceptuella modellers form och innehåll.

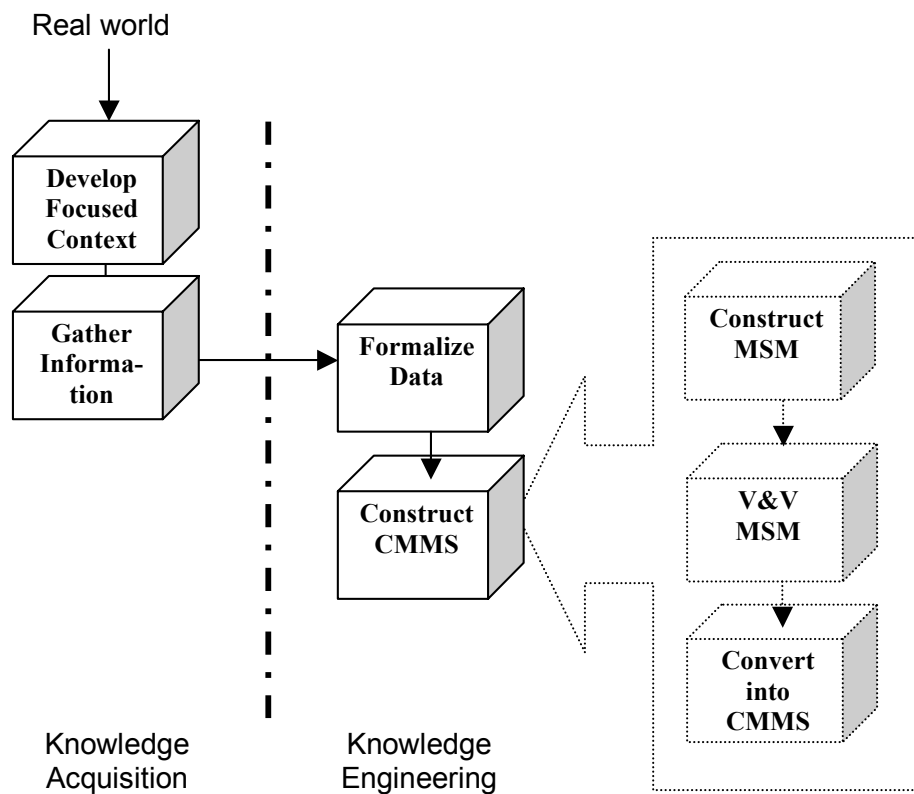
3.4.2 Utvecklingsprocessen

Utvecklingsprocessen för CMMS skiljer sig inte i större utsträckning från den allmänna modellutvecklingsprocessen. I CMMS-TF presenteras en process som liknar en vanlig programvaruutvecklingsprocess, där man delar upp arbetet i flera steg. Denna process, tillsammans med ett demonstrativt exempel som går att följas följa genom hela TF:en, ger en övergripande beskrivning av hur man anser att konceptuella modeller ska utvecklas.

Utvecklingsprocessen för CMMS beskrivs enklast genom att visa de olika stegen i ett diagram, se Figur 3.2. Enligt CMMS-TF är det endast de fyra första huvudstegen (markerade med fetstil i Figur 3.2) som räknas med i utvecklingsprocessen. Vi ska nedan försöka beskriva dessa fyra steg utförligt.

Det aktuella sammanhanget

Det aktuella sammanhanget ("the focused context") skall i princip bestämma gränserna för och omfattningen av hela arbetet. Det är här man bestämmer vilken upplösning och verklighetstrogenhet som krävs för utveckling av en uppsättning konsistenta konceptuella modeller, vilka krav som ställs på verifiering och validering, etc. Det aktuella sammanhanget kan med fördel utvecklas med hjälp av olika scenarier. Dessa scenarier ska beskriva dels de militära operationer som är av intresse, dels den tänkta användningen av det simuleringssystem som ska utvecklas. Denna arbetsmetodik kan jämföras med idén användningsfall ("Use Cases") i modellerings-språket UML ("Unified Modeling Language") där man försöker hitta tillräckligt många specifika men relevanta fall som tillsammans kan beskriva systemet i fråga. Tanken är ju att konceptuella modeller ska utvecklas inom ramen för utvecklingen av specifika simuleringssystem.



Figur 3.2: Utvecklingsprocessen för CMMS

Informationsinsamling

När man väl kommer till nästa steg i processen, insamling av information, så kan den i sig bli en komplicerad och tidskrävande process. Här måste man identifiera lämpliga och pålitliga informationskällor via dokument eller experter, samordna besök och intervjuer, etc. För att underlätta informationsinsamlingen har DMSO stött utvecklingen av två verktyg, "Authoritative Data Sources Database" och "Unit Order of Battle Data Access Tool", som beskrivs närmare i Kapitel 4.

Informationsformalisering

I steg tre ska man formalisera den insamlade informationen, och det kan i stort delas i två aktiviteter. Dels ska den information som är ointressant m.a.p. det aktuella sammanhanget rensas bort, och dels ska resterande information organiseras i strukturerade textuella beskrivningar tillsammans med åskådliggörande diagram. Det finns idag ett antal CASE-verktyg som Rational Rose, Statemate, KAT, etc. som kan underlätta det sistnämnda arbetet. Dessa beskrivs i Avsnitt 4.2. När det gäller utrensningsarbetet måste militära experter vara engagerade för att avgöra vilken information som är relevant. De militära experterna kan också behöva hjälpa till med att fylla på med ytterligare information som utvecklarna behöver.

Informationen ska organiseras m.h.a. standardiserade mallar och stilmallar ("style guides") för att underlätta integration och interoperabilitet. Diagram bör t.ex. följa UML-standarden. En gemensam syntax och semantik ska användas både i diagram och i textuella beskrivningar.

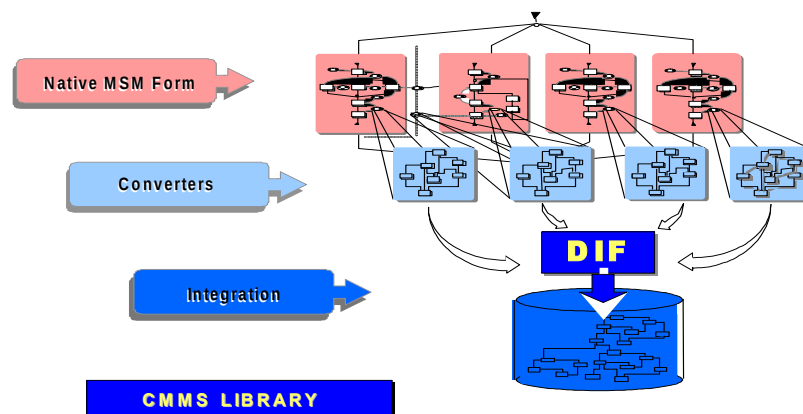
Konstruera CMMS:en

I det fjärde och sista steget ska MSM:er byggas och så småningom lagras i det gemensamma CMMS-biblioteket. Figur 3.3 på nästa sida ger en antydning av hur man har tänkt sig att konceptuella modeller som dokumenterats på ett projektspecifikt sätt ska konverteras till modeller beskrivna med ett gemensamt format och en gemensam semantik och syntax.

Först ska modellerna, mer eller mindre m.h.a. automatiska konverteringsverktyg, översättas från det projektspecifika formatet till ett gemensamt datautbytesformat "Data Interchange Format" (DIF). Innan modellerna får införas i det gemensamma biblioteket måste de köras genom en integrationsprocess som i princip innebär en kontroll av att de har följt spelreglerna. Exempelvis att de använder den gemensamma syntaxen och semantiken och att redundant information är borttagen, etc.

Vår uppfattning är att det sista steget i utvecklingsprocessen för CMMS kan vara mycket svårt att genomföra, om det överhuvudtaget är möjligt. Detta påstående bygger på det faktum att det existerar en stor risk för informationsförlust när de olika stegen, konvertering och integration tillämpas. Även i det första steget, då olika informella metoder används för dokumentation på ett projektspecifikt sätt, kommer

dessas med stor sannolikhet att bidra till inneboende tvetydigheter och motstridigheter. Som ett resultat av det hela kommer även validering och verifiering av de konverterade och integrerade MSM:erna att försvåras.



Figur 3.3: Sista steget i utvecklingsprocessen för CMMS

3.5 CMMS-biblioteket och Databashanteringssystemet

CMMS-biblioteket är en vanlig relationsdatabas och har ett databashanteringssystem kallat "Data Base Management System" (DBMS). Biblioteket i sig består av två delar, i den första delen lagras de konceptuella modellerna på projektspecifika format och i den andra delen lagras de efter konvertering i ett generellt gemensamt enhetligt format.

Det har gjorts ett försök att realisera ett CMMS-bibliotek i USA. Tyvärr har det inte kunnat gå att få tillgång till biblioteket då allt i det för närvarande är hemligt. Det krävs ett speciellt tillstånd utfärdat av DMSO för att få tillgång till biblioteket. Oss veterligt har ännu ingen utanför USA fått detta tillstånd. Detta är därför den del av CMMS som är svårast att studera och utvärdera. Det är känt att det för närvarande finns ett antal modeller utvecklade inom två kända amerikanska projekt som har lagts in i biblioteket. Dessa två projekt är JWARS och JSIMS, vilka beskrivs senare i Avsnitt 4.4.1 respektive 4.4.2.

De viktigaste uppgifterna för DBMS är att se till att informationen i CMMS-biblioteket är fullständig och utan tvetydigheter. Detta skall bl.a. göras genom att:

- Se till att informationen är konsistent med det gemensamma lexikonet¹.
- Hitta ofullständiga formatmallar² som saknar komponenter eller innehåller olämpliga kopplingar.

¹ Som nämnts tidigare anses användningen av en gemensam terminologi vara en förutsättning för att CMMS-konceptet skall lyckas. Ett lexikon för denna terminologi bör därför finnas.

² Informationen som införs i CMMS-biblioteket måste följa någon slags mall för att den skall kunna katalogiseras och behandlas på lämpligt sätt.

- Hitta tvetydiga avvikelser från formatmallen.
- Ta tillvara informationen genom att använda en struktur och verktyg som är lämplig för KA.
- Tillåta användare att titta på den information som är intressant för deras del¹.
- Användargränssnittet i CMMS-biblioteket beskrivs utförligt i nästa kapitel.

¹ Det grafiska användargränssnittet i CMMS-biblioteket är utvecklat med avseende på att det finns fyra olika huvudanvändare: konsumenten, kontrollanten, producenten och sponsorn. För att tillgodose de olika behoven hos dessa fyra typer av användare finns det fyra skräddarsydda vyer i DBMS.

4 CMMS i praktiken

4.1 Format

För konceptuell modellering och tillämpning av CMMS så är det inte bara kvalitet hos informationen som är viktig för resultatet utan även formatet på informationen är av stor betydelse. Med informationens format så avses två aspekter: dels det format på vilket informationen sparas och dels det format på vilket informationen presenteras.

Vad gäller den första aspekten, lagringsformatet, så skulle exempelvis idén med CMMS förfalla om användare tyckte att det var svårt eller tidskrävande att lagra informationen. Om dessutom formatet inte var standardiserat så skulle inte de konceptuella modellerna vara interoperabla. Vad gäller den andra aspekten, presentation av information, så måste den information som ska presenteras vara lättförståelig och visas på ett för användaren lämpligt sätt. De båda aspekterna samt förslag på lämpliga format för dessa diskuteras nedan.

4.1.1 Lagringsformat och metoder

Som beskrivet ovan så finns det fler punkter att tänka på vid val av format för att lagra information. För användare och utvecklare måste det vara lätt att införa och lagra informationen. Det får inte heller vara tidskrävande. Formatet som informationen lagras i ska dessutom vara enkelt att söka i och modifiera. Det är även en stor fördel om det redan finns, eller är relativt enkelt att utveckla, verktyg för att stödja överföring av information till det valda formatet, s.k. konverterare.

En viktig del är också att informationen som ska lagras blir lättförstådd och lättöverskådlig för både användare och utvecklare. Därför kan grafiska presentationer utgöra bra alternativ. Ibland räcker inte dessa utan måste kompletteras med dokumentation och då måste ett standardiserat format finnas även för detta. För lagring av information finns oändligt många format. Några exempel är:

- Diagram och liknande.
- Mallar, exempelvis färdiga formulär för hur information ska skrivas.
- Databaser, t.ex. objekt eller tabeller i databaser.

Diagram är relativt enkla att skapa och de ger ofta en överskådlig bild av modellen. Det viktiga med detta format är att välja den typ av diagram som är mest lämplig för den specifika modellen och detta val är inte alltid självklart. Ett av de vanligast förekommande diagram-formaten idag är UML som beskrivs i Avsnitt 4.2.2. Nackdelen med att ha diagram kan vara att en presentation av en komplex modell kan

innehålla många illustrativa detaljer vilket kan göra innehållet diffust och svåröverskådligt.

Mallar kan vara lämpliga för t.ex. dokumentation och lagring av data. En användare behöver inte vara insatt i programvaran som används för lagringen, utan fyller bara i de uppgifter som behövs i den förbestämda mallen. Lagringsformatet blir konsistent men har begränsningar i bl.a. flexibilitet eftersom mallen är förbestämd och alltså inte passar alla syften och variationer. Mallar kan därför vara ett bra komplement till någon annan typ av format. De kan skapas i många olika verktyg, men en typ som blir alltmer vanlig är XML-mallar¹. Detta är tack vare XML:s fördelar som till exempel plattformsoberoende och stor flexibilitet. XML diskuteras mer i Avsnitt 4.2.2.

Databaser medför ett effektivt sätt att lagra och komma åt information. Databaserna kan vara antingen relationsdatabaser, objektdatabaser eller hybriddatabaser. Lagringen i databasen sker enkelt med någon databashanterare, som t.ex. Microsoft Access, eller manuellt genom SQL-satser². För att komma åt informationen används SQL-frågor som ställs till databasen.

4.1.2 Presentationsformat

Förutom att utseendet på den lagrade informationen beaktas, överskådlighet exempelvis, så måste det även tas hänsyn till vilken information som ska visas för en specifik användare. Olika användare behöver olika information. En användare som bara söker efter en viss modell vill förmodligen inte se modellens alla egenskaper eller någon komplicerad beskrivning av hur modellen fungerar, utan vill hellre se om modellen finns och en kort beskrivning av hur modellen fungerar. En utvecklare däremot, som kanske vill veta och undersöka hur pass trovärdig en modell är, behöver desto mer information. Formatet på det grafiska användargränssnittet skiljer sig därför.

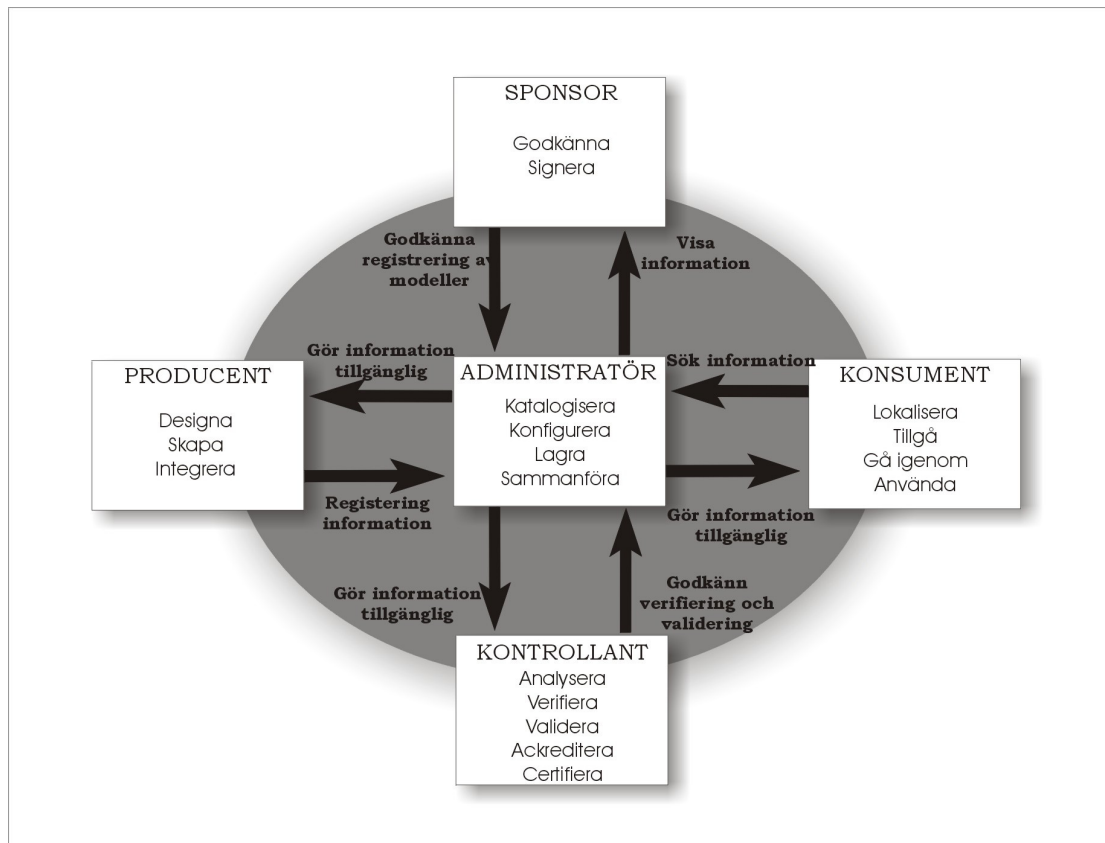
[DMSO, 99] nämner fyra vyer för fyra olika huvudanvändare. Dessa är konsumenten, sponsorn, kontrollanten och producenten, som alla hålls samman av en administratör. Användarna är även relaterade till deras roll i KE-processen, som beskrivs närmare i Avsnitt 3.4.2. I CMMS idag används dessa fyra vyer och de väljs efter användarens identitet och därefter kan användaren själv byta vy med menyval. Se schematisk bild över de fyra vyerna i Figur 4.2 på nästa sida.

¹ XML – ”Extensible Markup Language” är en flexibel metod för att skapa märkspråk. Beskrivs närmare i Avsnitt 4.2.2.

² SQL – ”Structured Query Language” är ett standardiserat frågespråk för relationsdatabaser och som används för att utvinna och uppdatera information i databaser m.m.

Konsumentens vy:

Konsumenten är den som använder CMMS-biblioteket för att lokalisera och sedan använda MSM:er. I konsumentens vy finns verktyg för att hitta rätt information, som kan sökas i biblioteket med hjälp av exempelvis nyckelord. Som resultat får konsumenten upp ett antal modeller och kan välja ut den som är intressant. För att dessutom få ytterligare information om modellen, eller söka efter något i den, finns flera funktioner och verktyg.



Figur 4.2: De fyra vyerna

Kontrollantens vy:

Kontrollanten är den eller de personer som verifierar och validerar modeller som redan finns lagrade i biblioteket. Kontrollanten väljer en modell och utser den del av modellen som ska kontrolleras. I och med detta presenteras detaljerad information om den del som väljs. I kontrollantens vy finns därför tillgång till olika verktyg som kan hjälpa vid valideringen och verifieringen. Efter att modellen validerats och verifierats dokumenterar kontrollanten resultatet i form av kommentarer som lagras med modellen i biblioteket, för att vara tillgänglig för andra användare.

Producentens vy:

Det är producenten som utvecklar de konceptuella modellerna. I producentens vy kan modellen registreras och godkännandet för en registrering fås från sponsorn. I denna vy finns även tillgång till bl.a. verktyg för modifikation av en redan registrerad modell.

Sponsorns vy:

När modellen är registrerad måste någon godkänna modellen och tillåta att den görs tillgänglig för konsumenter och andra. Sponsorn är den som godkänner registrering av modeller från producenter. Efter att innehållet i modellen har betraktats godkänns modellen helt, eller krävs viss modifikation, innan modellen registreras och slutligen publiceras för konsumenter. När den konceptuella modellen blir tillgänglig för alla är den både godkänd och validerad och verifierad.

4.2 Verktøy och hjälpmedel

CMMS består av många olika delar som beskrevs tidigare i Kapitel 3. Huvudfrågan som håller delarna samman är inkapsling av information som kan användas i M&S. Några olika format på information diskuterades i 4.1 ovan och i detta avsnitt omnämns och diskuteras ett antal verktyg som kan vara till hjälp vid konceptuell modellering men också generellt vid dokumentation och strukturering av information.

4.2.1 CMMS-specifika verktyg

I [DMSO, 99] nämns en del verktyg som är lämpliga för CMMS-området. Dessa verktyg kallas ofta CMMS-konverterare ("CMMS Converters") och hjälper till att överföra olika data och information till format och strukturer som lämpar sig inom CMMS. Några av de nämnda verktygen och ytterligare verktyg beskrivs nedan.

"Authoritative Data Sources" (ADS)

För domänexperter och utvecklare är det svårt att veta om den data de använder är tillräckligt trovärdig [Johnson, 98]. I DoD Master Plan framfördes önskemål om utveckling av en databas med samlad information som är garanterat trovärdig och kvalitativ. Som ett resultat av detta utvecklades ADS av VEDA Corporation. ADS är en databas som innehåller metadata om olika typer av källor av kvalitativ information som t.ex. information om olika system, mänskligt beteende och syntetiska miljöer etc. Dessa källor är kategoriserade för att underlätta informationsinhämtning och informationsidentifiering. Några av de kategorierna är mänskliga faktorer, utrustning, miljö och doktrin samt operationer m.fl.

CMMS-lexikon

CMMS försöker stödja användning av flera olika typer av verktyg och metoder som redan är utvecklade och finns tillgängliga på marknaden [CMMS DD]. Detta ställer högre krav på de lexikon och de datasamlingar från vilka data och information hämtas vid modellering och m.m., jämfört med vanliga format på datasamlingar i t.ex. databaser. Modeller i ett CMMS-lexikon måste vara interoperabla och således standardiserade etc. Under ledning av DMSO har därför ”CMMS Common Semantics and Syntax” (CMMS-CSS) utvecklats som innebär gemensamma direktiv för semantik och syntax (se även 3.4.1). CMMS-CSS består av tre huvuddelar:

- Lexikon som innehåller data formad efter domänspecifik taxonomi.
- Gemensamma mallar för datarepresentation.
- Stilmallar för specifika CASE-verktyg.

Lexikonet utgör basen i CSS. Taxonomin som används är baserad på en mängd olika datakällor för att kunna erhålla standardiserade namn på enheter och attribut och lämpliga synonymer till verb. Detta för att kunna tillhandahålla standarder för semantik och syntax, något som [Johnson, 98] påtalar är viktigt för att förenkla integration av olika modeller. Det finns ännu ingen process för att kontrollera kvalitén hos innehållet i CSS.

”Knowledge Acquisition Tool” (KAT)

Tidigt under arbetet med CMMS uppdagades behovet av ett verktyg för kunskapsinhämtning. Domänexperter och systemingenjörer som arbetade med insamling behövde ett verktyg som stöd i deras arbete. Därför startades ett samarbete mellan DMSO och ”Dynamics Research Corporation” (DRC). DMSO sponsrade arbetet och bidrog med kunskap och DRC ledde utvecklingen av ett verktyg efter önskemålen. Resultatet blev ”Knowledge Acquisition Tool” (KAT) [Tuttle, et al.].

Tidigare har kommersiellt tillgängliga verktyg som t.ex. Rational Rose och Statemate använts inom CMMS-arbetet på DMSO. Dessa så kallade COTS¹ CASE-verktyg är ofta kraftfulla i sitt användande men dyra att inskaffa och har ofta en hög inlärningströskel. De är dessutom ofta designade för att stödja mjukvarudesign och inte kunskapsinhämtning. Andra verktyg som har använts har varit textbaserade, som t.ex. baseras på Word-mallar, för att införa och lagra information. De textbaserade verktygen är visserligen lätta att använda men har ofta begränsningar i funktioner, interoperabilitet och flexibilitet.

KAT är ett verktyg som försöker kombinera de positiva egenskaperna från de båda verktygssorterna som diskuterats ovan. Det är en databasapplikation med ett användarvänligt gränssnitt, men kräver inte att användaren har kunskap om databaser.

¹ COTS – ”Commercial Off The Shelf” – Samlingsbegrepp för färdiga produkter, hyllvara, som kan användas utan att behöva bygga något själv.

KAT är designad för att stödja modellutveckling av processer, organisationer, kommunikationsnätverk, utrustning m.m.. KAT samlar informationen och genererar ett lämpligt lagringsformat, för närvarande informationsdokument på Word-format.

“Unit Order of Battle” (UOB)

Att leverera och få tillgång till relevanta data i militära sammanhang är ett erkänt svårt problem som diskuteras i bl.a. [DMSO, 00]. Där presenteras också ett projekt som närmare försöker finna en lösning till detta problem. Den information en utvecklare behöver få av domänexperter är ofta av följande typer:

- Information om organisationer.
- Information om utrustning.
- Information om enheter i scenariot m.m.

Ett gemensamt ord för detta på engelska är ”Unit Order of Battle”. Denna information är ofta diffus och representerad på olika sätt i olika sammanhang vilket gör den svår att identifiera och svår att tillhandahålla. För att försöka lösa delar av detta problem har DMSO hjälpt till med att starta upp och även sponsra det så kallade ”UOB Toolset Project”. Projektet syftar till att bygga en miljö tänkt som hjälpmedel för utvecklare och användare där de enkelt kan tillhandahålla och lagra information som en gång redan utvecklats eller hämtats. Detta för att underbygga återanvändning och enkel inhämtning. UOB-projektet har för dessa syften tagit fram tre olika verktyg och hjälpmedel som stöd i miljön:

- UOB DIF
- UOB Data Library
- UOB DAT

UOB DIF är det standardformat på vilket informationen om alla UOB-källor lagras i UOB Databibliotek. UOB DAT är det webbaserade verktyg som används för att hämta data ur biblioteket. Mer om detta går att läsa i bl.a. [DMSO, 00].

4.2.2 Verktyg för generell konceptuell modellering

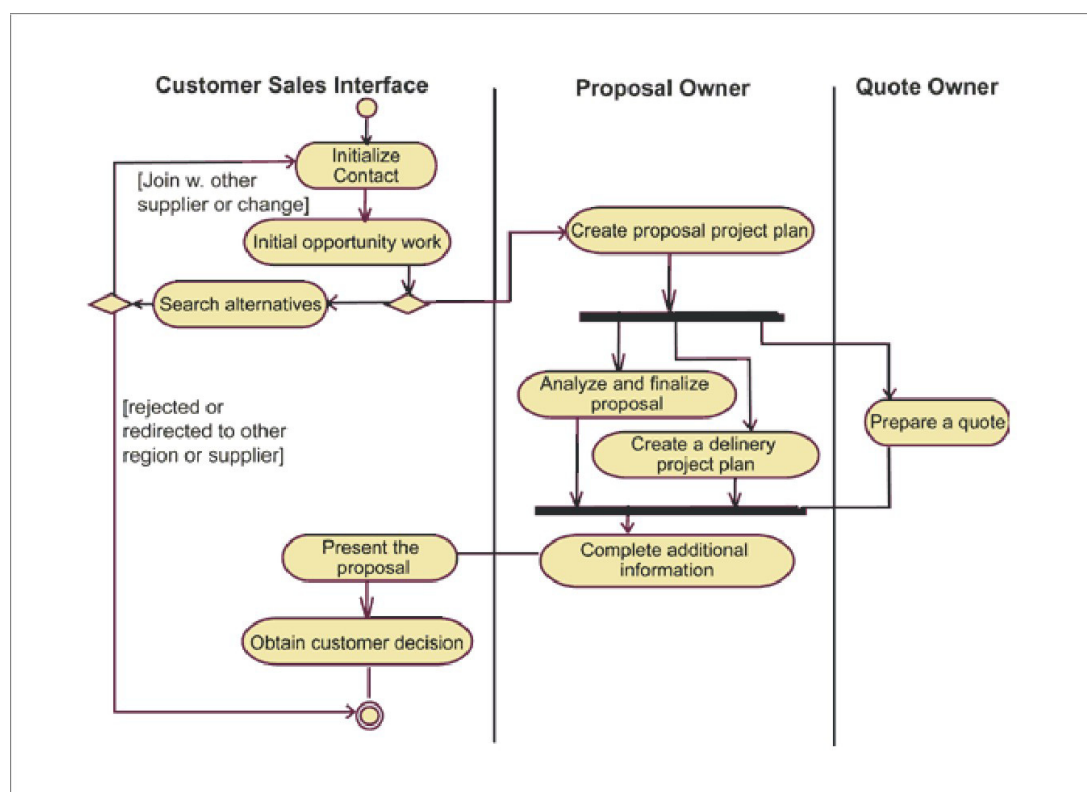
Som redan sagts så stödjer CMMS användningen av verktyg som inte är CMMS-specifika. Dessa verktyg är ofta utvecklade för att användas generellt inom design och analys av mjukvara och de kan ge utvecklaren stöd i utveckling av den konceptuella modellen.

UML och Rational Rose

Kring början av nittiotalet ökade användningen av objektorienterade programspråk kraftigt och i takt med dem även objektorienterade modelleringstekniker och tillhörande verktyg. Snart rådde förvirring kring vilken notation och metodik och därmed vilket verktyg som skulle användas var och när. Behovet av en standard för objektorienterad modellering (OO), framförallt ett standardspråk, växte fram.

På mitten av nittiotalet utvecklades därför på företaget Rational Software Corporation ett modelleringsspråk för OO, "The Unified Modeling Language" (UML). Språket utvecklades i nära samspel med industrin för att erbjuda en så komplett modelleringsteknik som möjligt. Resultatet blev den grafiska modelleringsteknik som UML tillhandahåller och som idag används som de facto standard på många företag.

UML baseras på olika typer av diagram; klassdiagram, objektdiagram, användningsfallsdiagram, aktivitetsdiagram och många flera. De olika diagrammen varierar med tillämpningsområden och är flexibla. Detta gör att UML kan tillämpas för att modellera och dokumentera många olika typer av system, och tack vare dess grafiska presentation så är modellerna vanligtvis enkla att överskåda och förstå, och därmed även lättare att sedan implementera.



Figur 4.3 : Exempel på ett aktivitetsdiagram uttryckt i UML
[Rational, 01]

För visualisering av en modells uppbyggnad (d.v.s. grövre modellavbildning) är UML utmärkt. Men för att skapa en konceptuell modell kan det krävas mycket information och många element. I dessa fall kan UML vara klumpigt att använda och ge ett rörigt resultat med oöverskådliga diagram. Det är inte heller säkert att relevant information om modellen kan uttryckas endast med hjälp av UML:s olika typer av diagram. För att den konceptuella modellen ska bli så detaljerad och fullständig som möjligt kan det tänkas att det bör finnas olika typer av komplement till diagrammen. Ett sådant komplement till UML-diagrammen skulle kunna vara en tillhörande dokumentation som till exempel har gjorts med hjälp av mallar såsom beskrevs i Avsnitt 4.1.1.

Det verktyg som oftast används för att tillämpa UML är Rational Rose från Rational Software. Verktöget tillhandahåller många olika finesser, om än begränsade i vissa fall, som automatisk kodgenerering utifrån UML-diagrammen och dokumentation till modellerna m.fl. Detta underlättar både testning av systemet och VV&A-processen, se Kapitel 4.3 för mer om VV&A.

Statemate MAGNUM

Statemate MAGNUM är ett verktyg som kommer från I-Logix och är utvecklat för modellering av komplexa system. Det är förhållandevis likt verktöget Rational Rose som beskrevs ovan och tillhandahåller såsom Rational Rose användning av diagram för att modellera system, det vill säga representera förhållanden, enheter och information etc..

Statemate är ett kraftfullt verktyg för grafisk modellering och simulering. Det är främst utvecklat för att vara en länk mellan design och implementation. Utvecklingen av grafiska modeller i verktöget utgör grunden för vidare mjukvaruutveckling. Liksom Rational Rose genererar Statemate både kod och dokumentation till de modeller som utvecklas i miljön. Att dokumentationen är automatiserad underlättar förvaring och återanvändning av modellerna.

"Extensible Markup Language" (XML)

XML är inte ett färdigutvecklat verktyg likt de ovan beskrivna, utan ett metaspråk det vill säga en metod för att skapa märkspråk ("Markup Language"). Men eftersom XML kan användas som ett verktyg (en metod) för datamodellering så omnämns metoden i det här kapitlet.

Generellt så används ett märkspråk till att märka upp text. Det vill säga fördefinierade så kallade taggar används för att kapsla in och strukturera text och information. Det är alltså taggarna som skapar innehållet hos och formatet för dokumenten. Betydelsen hos de olika taggarna finns lagrat i mallar som används då dokumentet ska visas. HTML ("Hyper Text Markup Language") är ett annat känt exempel på märkspråk och det används till att ge innehåll till webbsidor.

XML är som namnet anger ett märkspråk med utökningsmöjligheter och det är inte låst i sin flexibilitet som exempelvis HTML, där taggarna är förbestämda och begränsade. XML är snarare ett regelverk, ett protokoll, för att skapa märkspråk för specifika önskemål. XML är plattformsoberoende, språkoberoende och går att tillämpa för många olika önskemål och ämnesområden, det är dessutom lämpligt att använda i webbapplikationer. Till skillnad från de flesta märkspråk som endast syftar till att hjälpa till att kapsla information och ge dokumentet struktur, så ger XML även möjligheterna att effektivt söka i och bearbeta den information som den kapslar in.

XML lämpar sig därför för till exempel lagring och sökning av information i databaser etc., men även för utbyte av information mellan olika typer av system och programvaror p.g.a. sitt plattformsoberoende och andra egenskaper. XML kan på grund av detta även tänkas vara lämpligt vid konceptuell modellering. Tack vare de många fördelarna och att det är enkelt att använda har användningen av XML ökat kraftigt sedan tillkomsten för ett par år sedan och förväntas fortsätta att öka ytterligare.

4.2.3 Övriga verktyg

Ovanstående verktyg är bara några få ur mängden av verktyg för konceptuell modellering och för att lagra modellinformation och dokumentation. Många verktyg har utvecklats för applikationer inom flera olika områden och för att tillfredsställa olika syften. Vilket specifikt verktyg ett företag eller organisation väljer avgörs ofta av vilken standard som modellerna ska följa. Två ytterligare verktyg som bör nämnas här presenteras kort nedan:

Paradigm Plus

Från Platinum Technology kommer det väl använda grafiska modelleringsverktyget Paradigm Plus. Paradigm är objektorienterat och stödjer bl.a. UML, OMT¹ och andra komponentbaserade modeller m.m. Verktöget används för analys och design av mjukvara och utveckling av databaser m.m.

IDEF1X

IDEF1X är en metod för att modellera, designa och organisera data i relationsdatabaser [IDEF1X, 01]. Metoden stödjer format som är nödvändiga för att konstruera konceptuella scheman. Tekniken är strikt objektorienterad.

¹ OMT – ”Object Model Template” – objektorienterad standard för M&S.

4.2.4 Sammanfattning CMMS-verktyg

Det finns många verktyg, både CMMS-specifika och de som inte är det, som går att använda vid tillämpning av CMMS. Därför följer nu en kort sammanfattning av en del av de verktyg som redan har presenterats för att ge läsaren en mer sammanhållen beskrivning.

För att få struktur hos och interoperabilitet mellan olika typer av konceptuella modeller skrivna i olika typer av språk och på olika form så behövs i CMMS ett antal verktyg som stödjer detta. En del av de som används är utvecklade specifikt för CMMS. Däribland är ADS som är en databas över informationskällor där garanterat trovärdig och kvalitativ information finns. Denna databas används som basen i CMMS-kunskapsinhämtning. CMMS-lexikon utvecklades som ett standardiserat bibliotek för modeller. Stöd för standardiseringen utgörs av CMMS-CSS, representationsmallar och stilmallar.

KAT är designat för att stödja modellutveckling av processer, utrustning m.m. Det är ett användarvänligt verktyg som hjälper en användare att föra in information i en databas utan att själv behöva kunna något om databaser. Ett grafiskt gränssnitt tillåter införande av information och därefter genererar verktyget ett lämpligt lagringsformat och för in informationen i databasen.

UOB är en miljö tänkt som hjälpmedel för utvecklare och användare för att enkelt tillhandahålla och lagra information som en gång redan utvecklats eller hämtats. UOB består av UOB DIF, UOB DAT och UOB Data Bibliotek.

De verktyg som inte är CMMS-specifika är generella verktyg för modellering. Ett av de verktygen är UML som är ett grafiskt modelleringsverktyg som tillåter konceptuell modellering baserad på olika typer av diagram. Inte heller Statemate Magnum är CMMS-specifikt och är likt UML ett verktyg för konceptuell modellering och analys och design av mjukvara.

XML är ett regelverk, ett protokoll, för att skapa märkspråk för specifika önskemål. Denna teknik är på stor frammarsch inom modellering världen över och förväntas användas i större utsträckning för konceptuell modellering framöver.

4.3 VV&A och CMMS

Verifiering och validering handlar enkelt uttryckt om att bygga rätt modell, till exempel en simuleringsmodell, på rätt sätt. I det sammanhanget spelar den konceptuella modellen en avgörande roll. Detta avsnitt syftar till att visa på hur VV&A-arbetet är relaterat till konceptuell modellering i allmänhet och CMMS i synnerhet.

4.3.1 Motivering för VV&A

Modellering och simulering är en effektiv metod vid systemutveckling både avseende arbetstid och ekonomi. Försvarsmakter och företag förlitar sig mer och mer till M&S-metodik och därför blir det allt viktigare att simuleringsmodellen är trovärdig och uppfyller större krav. Ur behovet av att förbättra dessa modellers trovärdighet växte VV&A-området som koncentrerar sig kring att forska i och ta fram metoder och tekniker för att höja trovärdighet hos simuleringsmodeller. Idag finns det ingen officiellt antagen standard för hur VV&A-processen ska gå till, men forskning och aktivitet inom området är stort.

Det här avsnittet syftar till visa på hur VV&A-tankarna är relaterade till CMMS och diskutera hur de två ämnena är relevanta för varandra. Men för att förstå innebörden och relevansen av VV&A i modellutveckling så är det viktigt att begrepp som används i sammanhanget är tydliggjorda. Därför presenteras först några begrepp och en kort beskrivning av vad varje begrepp innebär [Bergsten et al., 01]. För mer detaljerad information rekommenderas t.ex. [André et al., 99].

Verifiering

Verifiering är den process som genomförs för att avgöra om en modell svarar mot modelleringskraven eller inte. Det vill säga simuleringsmodellen verifieras mot kravspecifikationen för att kontrollera att den uppnår de önskade kraven.

Validering

Validering av en modell görs för att kontrollera hur väl en simuleringsmodell stämmer mot verkligheten. Med detta avses alltså inte krav i eventuell kravspecifikation utan hur väl modellen avbildar verkligheten. Modellen förväntas inte avspegla verkligheten helt utan man mäter istället om modellen avspeglar verkligheten tillräckligt väl för den simulering som den är utvecklad för.

Ackreditering

Verifiering och Validering föregår Ackreditering som innebär ett officiellt bemyndigande att modellen får användas för ett specifikt syfte.

4.3.2 VV&A-processen

När en modell verifieras är det viktigt att det dokument som den verifieras mot, exempelvis en kravspecifikation, är skriven på ett sådant sätt att inga missförstånd uppstår [Haddix et al., 99]. Om inte så kan ord och uttryck tolkas på ett felaktigt sätt så att modellen inte blir korrekt verifierad, utan egentligen blir verifierad mot en specifikation som betyder något annat än den ursprungliga. En gemensam semantik

och syntax kan således utgöra en bra del i verifieringsprocessen för att säkerställa att ord och uttryck används på ett gemensamt sätt med en gemensam betydelse.

Validering av en simuleringsmodell har en viktig huvuduppgift, nämligen att öka trovärdheten gentemot verkligheten hos simuleringen. För att göra detta behöver modellen specificeras väl. Den behöver vara väl dokumenterad och modelleras efter väl grundad och detaljerad information. Den gemensamma kunskapskälla som tillhandahålls i ett CMMS-lexikon (se Avsnitt 4.2.1) är uppenbarligen en bra grund för valideringen. Är informationen redan validerad en gång så effektiviseras hela VV&A-processen.

Det är viktigt att CMMS tar hänsyn till komplexiteten kring VV&A-processen och de krav som den medför, exempelvis behovet av en gemensam semantik och syntax. Slutsatser av ovanstående diskussion skulle kunna vara att CMMS-CSS (se Avsnitt 4.2.1), den gemensamma semantik och syntax som finns i CMMS idag, skulle kunna användas för att underlätta och säkerställa verifiering. CMMS-lexikon kan användas i valideringen och kan således även ha del i VV&A-processen. Det vill säga CMMS tillhandahåller redan idag en del funktioner som underlättar VV&A-processen.

4.3.3 Konceptuell modellering och CMMS för VV&A

En gemensam viktig del för både CMMS och VV&A är behovet av en konceptuell modell. Flera forskare och kunniga i VV&A-området hävdar att den konceptuella modellen är viktig för VV&A-arbetet. I [André et al., 99] går det exempelvis att läsa;

”Den konceptuella modellen är avgörande för modellens relevans.”

En annan av de som har rekommenderat konceptuell modellering som support till VV&A är Dr. Robert Sargent, Syracuse University, som har skrivit åtskilligt om detta. Även andra som t.ex. Haddix anser att konceptuella modeller underlättar VV&A, särskilt om modellerna är standardiserade vilket de ju är i CMMS.

Det är i den konceptuella modellen som alla krav och önskemål på simuleringsmodellen är samlade och det är med detta som grund som verifieringen av modellen utförs. Det är också i den konceptuella modellen som funktioner och egenskaper och simuleringsmodellens verkan i en simulering beskrivs. Att all information är samlad på ett ställe underlättar valideringen. En konceptuell modell i CMMS är dessutom byggd efter CSS och på ett standardformat vilket underlättar verifieringen betydligt och gör modellerna mer konsistenta och interoperabla.

Det finns två viktiga faktorer som underlättar validering; implementationsoberoende och fri tillgång till dokumentation av den konceptuella modellen. Som synes möjliggör CMMS båda dessa faktorer vilket ger ytterligare stöd för att CMMS underlättar VV&A-processen.

4.4 Tillämpning av CMMS

Behovet av gemensamma bibliotek och standarder för samt interoperabilitet mellan modeller är stort och internationellt. Många organisationer och företag har försökt att tillämpa standarder eller metoder för detta syfte men inte så många har tillämpat tankarna bakom CMMS fullt ut. Att standardisera utveckling av, användning av och VV&A-processen för simuleringsmodeller är ett tidskrävande och omfattande arbete. Följande två avsnitt beskriver två projekt som ändå har lyckats integrera CMMS-idén i sin arbetsstruktur och som idag tillämpar detta.

4.4.1 “Joint WARfare Simulations” (JWARS)

De simuleringar av krigföring som har varit grund för analys av system och taktiska scenarios etc. har haft många av de svagheter som andra simuleringar också har och har haft. Dessa svagheter beror ofta på tekniska begränsningar och brist på flexibilitet och några är t.ex.:

- Avsaknad av standardformat för modeller och data.
- Simuleringsmodeller skrivna i olika språk eller plattformsmiljöer.
- Icke kompletta och olika analysverktyg.

Projektet JWARS startades 1995 på initiativ av DoD för att bygga upp en ny generation av modeller som inte har de svagheter. Målet var enligt [JWARS] att skapa en ”state-of-the-art” simuleringsmodell som skulle kunna representera unika militära funktioner, processer och delkomponenter i simuleringar. Modellen skulle baseras på militär doktrin och utvecklas främst för att stödja och öka kvalitet i analyser av modeller och system etc.

JWARS initierades på samma grunder som CMMS och i JWARS-arbetet utvecklades därför en avgrening till CMMS – JCMMS. JCMMS är baserat på CMMS men har modifierats något, för att kunna användas mer specifikt i JWARS och andra närliggande projekt som t.ex. JSIMS som diskuteras nedan. Någon tydligare beskrivning av vad JCMMS är har vi inte hittat. De konceptuella modellerna som utvecklas inom projektet, och som bl.a. baseras på UML, är tack vare CMMS-besläktningen fullt interoperabla med de CMMS-modeller som redan finns i det gemensamma CMMS-biblioteket.

Flera JWARS-modeller finns idag integrerade i CMMS-biblioteket, men för att få tillgång till och kunna studera innehållet krävs idag ett specifikt tillstånd från DMSO. Detta är inte så lätt att erhålla för den som inte är anställd någonstans inom amerikanska försvaret eller på annat sätt behörig. Därför har vi i projektet tyvärr inte kunnat studera innehållet i CMMS-biblioteket idag. Våra förhoppningar är att detta skulle bli möjligt i framtiden.

4.4.2 “Joint Simulation System” (JSIMS)

För att utveckla en simuleringsmodell som är så nära verkligheten som möjligt och dessutom göra den trovärdig så krävs det att representationen av de enheter och data som modellerats för simuleringen är för syftet tillräckligt korrekta. JSIMS är ett projekt som har utvecklats under ledning av DMSO [Kollmorgen et al., 98]. Målet med projektet är att kunna tillhandahålla en syntetisk miljö för militära operationer och enheter m.m. som är validerade som tillräckligt verklighetsnära etc. Syftet med detta är att skapa tjänster som gynnar exempelvis analys av militära operationer och scenarier, träning och doktrin-inläring etc.

En huvuddel av projektet fokuserar kring utveckling av konceptuella modeller. Syftet med detta arbete är att utveckla en komplett och integrerad JCMMS [Kollmorgen et al., 98]. JSIMS är kopplat till CMMS gemensamma bibliotek och arbete pågår för att införa JSIMS-modeller i detta. Några få är redan införda.

5 Intressanta utvecklingstendenser

I projektet har omvärldsskanning genomförts för att följa arbetet och utvecklingen kring CMMS på andra håll i världen. Konferenser har bevakats och likaså relevanta projekt och produkter. Ett sammandrag av projektets omvärldsskanning presenteras i detta kapitel.

5.1 Konferensbevakningar

Under året 2001 har ett antal konferenser bevakats inom projektet, men det finns inte så många som direkt behandlar frågor kring CMMS. CMMS-frågor behandlas i stort sätt bara i två internationella konferenser som heter "Simulation Interoperability Workshop" (SIW) och EuroSIW (som är en SIW-konferens särskilt ämnad åt och lokaliserad i Europa). Dessa konferenser ordnas av "Simulation Interoperability Standards Organization" (SISO). SIW äger rum två gånger om året, i vår och höst, medan EuroSIW går på somrarna. Utvecklingen inom området har följts genom deltagande i årets båda SIW konferenser och bevakning av årets EuroSIW.

VårSIW 2001

VårSIW 2001 var den första konferensen som besöktes inom projektet. På denna konferens presenterades även FOI:s M&S-verksamhet och då en folder om pågående projekt. I denna finns CMMS-projektet beskrivet för att officiellt deklarera att ett CMMS-arbete är startat på FOI och dess vikt och intresse för samarbete med andra pågående projekt, se Appendix D för CMMS-bidraget i foldern.

EuroSIW 2001

Sommaren 2001 bevakades EuroSIW. På denna fanns en del intressanta bidrag och föredrag som tog upp relevansen av standarder för konceptuella modeller m.m. Ett av dessa föredrag var av D. Pace som diskuterade sin uppfattning av konceptuella modeller och betydelsen av dessa. Föredraget återges mer noggrant i nästa avsnitt.

HöstSIW 2001

Hösten 2001 besöktes SIW i Orlando USA. Denna gång blev konferensen inte så innehållsrik som den kunde ha varit. Detta som följd av terrorattackerna i New York den 11 september då de skedde samtidigt som konferensen ägde rum. Trots den korta tiden som konferensen utspelades så fanns ändå en del bidrag som var intressanta för projektet. Dessa tog också upp behov och relevans av standarder och modellbibliotek m.m. Dessutom belyste inbjudna föreläsare behovet av databaser och verktyg för kunskapsinhämtning m.m.

Det finns idag inte många av bidragen eller föredragen på SIW som behandlar CMMS direkt. Däremot lyfts ständigt fram behovet av en sådan struktur och sådana standarder och även många inbjudna talare försöker att framhäva detta. De frågor som då behandlas är till exempel behoven av gemensamma standarder för att uppnå gemensamma bibliotek för konceptuella modeller och databaser. Standarder hjälper till vid kunskapsinhämtning för att säkra kvalitet hos information och modeller, vilket i sin tur underlättar VV&A-processer etc. Det är tydligt att CMMS skulle kunna användas för dessa behov.

För att försöka komma åt aktuella amerikanska erfarenheter från CMMS, då särskilt vid utveckling av MSM:er, har vi även försökt etablera kontakter med CMMS-relaterade personer på DMSO både under konferenser och via e-post. Dessa försök har hittills inte ansetts lyckade då vi till dags dato inte har kunnat titta på innehållet i något CMMS-bibliotek.

5.2 Alternativa utvecklingslinjer

I föregående avsnitt nämnde vi att ett antal relevanta frågor brukar presenteras och diskuteras på internationella konferenser. Dessa frågor rör standarder för konceptuella modeller, databaser som hjälpmedel i kvalitativ informationsinhämtning etc. För att tillgodose dessa behov är CMMS en lösning, men det finns naturligtvis även andra metoder för att svara på frågeställningarna.

I detta avsnitt diskuteras en sådan alternativ utvecklingslinje, presenterad av Dr. Dale Pace på EuroSIW 2001. Därefter presenteras även kort ett antal projekt som har intressanta aktiviteter inom området.

5.2.1 Ett alternativt angreppssätt enligt Dr. Pace

Dr. Dale Pace höll ett föredrag på EuroSIW 2001 [Pace, 01] som diskuterade en alternativ utvecklingslinje för konceptuell modellering av simuleringsmodeller. Pace har även skrivit flera papper kring detta och i sin metodik beskriver han konceptuella modeller som bestående av tre komponenter. För det första har vi simuleringskontexten, som är en på något sätt auktoritativ information om de förhållanden som skall modelleras. Den innehåller uppgifter om relevanta enheter och processer, antaganden och beteenden, och den sätter gränser för nästa komponent, uppdragsrymden (Mission Space). Här ligger fokus på hur de olika modellelementen representeras med avseende på tillstånd, uppdrag, beteende etc. Den tredje komponenten är simuleringsrymden, där man har information om alla praktiska ramar för modellen, t.ex. observerbarhet, tidsaspekter, behov av speciell hårdvara m.m. Medan de två första komponenterna är implementationsoberoende är alltså denna tredje komponent implementationsberoende.

Att utveckla en konceptuell modell sker enligt Dale i ett iterativt förfarande bestående av fyra steg. Först samlar man in auktoritativ information om kontexten för den

modell som skall utvecklas. Därefter identifieras de enheter och processer som skall representeras samt utvecklar dem i enlighet med de representationsformer som skall användas. Slutligen identifieras och beskrivs relationerna mellan de beskrivna enheterna.

Beträffande problemet att identifiera de adekvata objekten redovisades en logisk grund för hur det skulle kunna gå till. Man rekommenderades att leta efter följande kategorier av modellelement: Sådana ting som finns upptagna i modellkraven hör naturligtvis dit, likaså bör det finnas ett modellelement för varje ting som är potentiellt intressant att värdera i det sammanhang som modellen utgör. Elementen bör i största möjliga utsträckning ha en motsvarighet i den verkliga världen, inte minst med tanke på svårigheterna att annars få fram lämpliga data. Uppdelningen i modellelement bör i största möjliga utsträckning följa praxis från andra modelleringssammanhang. Speciella element för approximationer och andra beräkningsfrämjande åtgärder, vilka inte kan hänföras till ovan angivna elementtyper, bör användas restriktivt. Inga andra modellelement bör över huvud taget komma i fråga, för varje onödigt element är en källa till framtida problem vid simuleringarna.

Hur de karaktäristiska egenskaperna för de olika elementen sedan representeras bestämmer noggrannheten och precisionen i modellen. Det betonades att man för att hitta rätt nivå bör utgå från flera olika utgångspunkter. En parallell drogs med UML där man arbetar med många olika diagram för att fånga in flera olika perspektiv.

Föredragshållaren rekommenderade att konceptuella modeller dokumenteras i en form, som överensstämmer med vetenskapliga artiklar, och listade nio olika aspekter som bör belysas i dokumentationen [Pace, 01]. Bland dessa var en som handlade om allmänna förutsättningar och antaganden, en annan där man identifierar alla aktuella objekt, tillstånd, interaktioner och beteenden m.m., och en tredje där man indikerar vilka algoritmer som kommer att bli aktuella.

Utifrån dessa förutsättningar beskrevs sedan den konceptuella modellens betydelse och roll vid valideringen av federater¹. Det konstaterades att den ger en god förutsättning för att uppskatta en federats verklighetstrohet (fidelity), eftersom den beskriver detaljeringsgrad och aggregeringsförfarande liksom parameter-noggrannheten i de algoritmer som appliceras på objekten. Likaså poängterades att goda konceptuella modeller kan undanröja en hel del av de problem som uppstår på grund av de underförstådda förutsättningar som är inbyggda i alla slags modeller och som aldrig är till fullo explicita i dokumentationen.

¹ Federat: en simuleringsmodell som deltar i en simulering (federation) med andra simuleringsmodeller (federater). Exempelvis kan en federat vara en tank i en bataljon på uppdrag, där hela simuleringen är federationen och alla ingående aktörer är federater.

5.2.2 Alternativa intressanta projekt

“Yet another project on Evaluation and Research on Object-Oriented Strategies” (YEEROS)

Ett projekt under namnet EROOS startades 1993 på ett universitet i Bryssel. Projektet riktades in främst mot forskning inom informationsmodellering och databashantering. Senare blev projektet större och integrerades med universitet i andra länder som t.ex. Schweiz och projektet bytte namn till YEROOS.

Idag riktar sig projektet mot forskning inom objektorienterad konceptuell modellering i komplexa applikationsdomäner och även metoder för analys och design i applikationer för informationssystem. Forskningen har riktat sig mot konceptuella modellers uppbyggnad och vilka verktyg och metoder som kan användas för detta. Projektet har ännu inget officiellt forskningsresultat, men förhoppningsvis kommer detta i framtiden.

“The Systems Engineering Process Activities”(SEPA)

SEPA är en process för analys och design av komplexa problem. Metoden omfattar 6 utvecklingssteg och mer om detta går att läsa i [Barber et al., 98]. SEPA:s domänmodeller baseras på UML. I [Barber et al., 98] beskrivs de fördelar som kan fås om SEPA används tillsammans med CMMS.

“Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification” (SEDRIS)

I takt med att användningen av syntetiska omgivningar ökar, så blir det allt viktigare med representation av och gemensamma databaser med sådana data. SEDRIS är ett öppet projekt som startades just för att arbeta med dessa frågor. Projektet arbetar med två nyckelaspekter:

- Representation av omvärldsrelaterade data.
- Mekanismer för datautbyte.

SEDRIS baseras på databaser med SEDRIS-formaterad data. Mellan databaserna och användare finns det ett konverteringslager som konverterar data till den vy som passar användaren. Detta medför att trots att data används till olika syften och olika aggregeringsnivåer etc., så är data interoperabelt. Detta är också SEDRIS främsta syfte. SEDRIS är tänkt att utgöra ett ramverk för att tillhandahålla interoperabel data till syntetiska omgivningar [Ahlberg, 00]. För detta har projektet utvecklat bland annat en gemensam semantik, olika API:er¹ och verktyg etc. Det kan vara intressant

¹ Programmer Application Interfaces

att studera SEDRIS närmare för att eventuellt kunna integrera eller på annat sätt använda det i CMMS.

5.3 Synergieffekter med avseende på andra projekt

Åtminstone två tillämpningsprojekt, som föreslagits för igångsättning under 2002, har konceptuell modellering som en uttalad deluppgift. Dessutom har därvid förutsatts att detta skall ske i samarbete med det aktuella metodprojektet CMMS. Det ena är det ”breda” projektet ”Strid i bebyggelse”. Detta FOI-projekt väntas starta i full omfattning 2003, men en inledande fas har offererats för igångsättning redan 2002. Ur projektplanen framgår följande:

”Hela problemområdet Strid i bebyggelse behöver beskrivas med en konceptuell modell (eller snarare en familj av sådan modeller), varigenom man kan uppnå en gemensam syn på och terminologi för de mycket skiftande processer, objekt och interaktioner som är förknippade med detta begrepp. Sådana konceptuella modeller skulle dessutom vara en grund för att bestämma vilka reella (beräkningsbara) modeller man kommer att behöva för olika ändamål (forskning, träning, utbildning, planering, taktik- och materielutveckling o.s.v.) och vilken relation som skall finnas mellan dem. Väl utarbetade och av såväl militärer som forskare accepterade konceptuella modeller utgör dessutom en god grund för den framtida valideringen av beräkningsmodeller på högre systemnivåer...

Dessutom bör detta delprojekt drivas i nära samverkan med projektet ’Metoder som underlättar utveckling, återbruk och samordning av simuleringsmodeller’, där man studerar metodik för CMMS.”

Det andra projektet ingår som en del i FOI:s arbete inom LedsystT och förväntas komma igång redan i början av 2002. Där gäller följande inriktning:

”Ett system av den komplexitet som ett modellbaserat ledningsstödsystem kommer att utgöra, måste analyseras ur en rad aspekter innan det kan realiseras. En av de första uppgifterna blir att skapa en konceptuell modell av systemet, som en grund för att definiera gränssnitt, kommunikationsmetoder och funktionalitet hos de ingående, i sig ofta komplexa, delsystemen.

Inom simuleringsområdet pågår ett omfattande arbete med utveckling av standarder och processmodeller. Ett område som därvid kommit alltmer i fokus är CMMS, där man eftersträvar att med hjälp av gemensamma format och begreppsapparater beskriva de objekt och interaktioner som kännetecknar en viss verksamhet...

Delprojektet skall söka samarbete med projektet 'Metoder som underlättar utveckling, återbruk och samordning av simuleringsmodeller', där bl.a. metoder för och nyttan av CMMS studeras."

Avsikten är alltså att dessa båda projekt skall stödja sig på den kunskap om metodik och teknik som utvecklas inom CMMS-projektet. Dessutom kommer CMMS-projektet att ha en avsevärd nytta av de båda tillämpningsprojekten genom att ta till vara deras erfarenheter. De båda projekten täcker tillsammans ett mycket brett spektrum av totalförsvarsaspekter, varför man med fog kan säga, att de slutsatser som kan dras inom CMMS-projektets ram kommer att bli synnerligen väl underbyggda och generellt användbara.

6 Analys inför framtiden

6.1 Diskussion

I denna rapport har vi gått igenom och besvarat frågor som:

1. Vad är CMMS och vad är nyttan med CMMS?
2. Vilka är de problem som CMMS erbjuder en lösning för?
3. Vilka är målen för CMMS?
4. Hur är ansvarsfördelningen upplagd?
5. Vilka är de ingående komponenterna och verktygen?
6. Vilka aktiviteter pågår inom detta område?
7. Finns det alternativ till CMMS?

Denna rapport har förhoppningsvis övertygat läsaren om vikten av att använda CMMS samt att nyckeln till en kostnads- och tideffektiv modell- och simuleringsutveckling och hantering är bra utbildningskriterier, formalismer och arbetsmetoder.

De viktiga M&S-problem som CMMS försöker komma till rätta med och den påvisade nyttan indikerar att det finns ett behov av att ta upp och få en djupare förståelse för konceptet. För att kunna uppnå detta och få ökad erfarenhet inom området kvarstår dock ett antal frågor som måste tas upp till vidare diskussion.

I fallet att FM önskar gå vidare med arbetet att studera CMMS och kanske även skapa försöksprojekt där CMMS kan tillämpas i samarbete med andra projekt, finns det flera intressanta frågeställningar att titta närmare på. Den första har att göra med hur modelleraren skall gå till väga för att få tag på verifierad och validerad information. Alla de aktiviteter som i rapporten beskrivits ligga under "Knowledge Acquisition" (KA) såsom identifiering av auktoritativa kunskapskällor och inhämtning av kunskap måste gås igenom och utredas. Det behöver bl.a. tas fram tekniker, metoder och processer för KA i Sverige. Dessa frågor är även intressanta att utvärdera ur en V&V-synvinkel.

Språkfrågan är en annan viktig och relaterad fråga. Det arbete som hittills gjorts inom området har främst skett i USA av och för det amerikanska försvaret. All dokumentation, lexikon och terminologi som finns är gjord på engelska och som tidigare nämnts anses användningen av en gemensam terminologi vara en förutsättning för att CMMS-konceptet ska lyckas. I militära och M&S-sammanhang är det svenska språket ett mindre språk och därför bör en fundering kring språkval och terminologi göras. Speciellt om Sverige ska kunna samarbeta med andra länder i denna fråga.

Vid framtida tillämpningar av CMMS-konceptet kommer det även att kunna gå att få svar på användbarheten och tillgängligheten hos de framtagna verktyg som finns. Det är inte säkert att de existerande verktygen går att använda direkt i en svensk miljö och infrastruktur. Troligtvis kommer en del verktyg att behöva modifieras eller t.o.m. utvecklas helt från grunden. Vidare kommer tillvägagångssättet för att göra en MSM behöva behandlas. Det är en sådan central del av CMMS-konceptet att det måste studeras och dokumenteras mer noggrant. Det behöver tas fram tekniker för att få fram lämpliga MSM:er som är hållbara en lång tid framöver. Idag finns det inget standardiserat sätt göra en sådan på.

För att CMMS i framtiden ska få den genomslagskraft som behövs för att det ska göra så stor nytta som möjligt, är det avgörande att bestämma vem eller vilka som ska ha det totala ansvaret. Som beskrivits, finns en uppdelning gjord i USA, men detta föreskriver ej att uppdelningen i Sverige behöver följa samma mönster. Det är viktigt att få en klar och tydlig ansvarsfördelning för att olika instanser som påverkas av CMMS-processen ska kunna komma igång.

Sekretessaspekten är en annan mångfacetterad och viktig del i diskussionen. Om Sverige och FM önskar samarbeta med andra parter måste denna fråga utredas. Nu finns det i USA omfattande dokumentation tillgänglig men innehållet i t.ex. DMSO:s CMMS-bibliotek är fortfarande hemligt.

6.2 Vad vi föreslår inför framtiden

Det kraftigt ökande inslaget av modellering och simulering i det svenska försvarets verksamhet samt modellernas ökade komplexitet ställer höga krav på modellernas trovärdighet och hantering. Det betyder att hela ledet från avbildningen av verkligheten till implementeringen av modellen måste följa vissa kriterier. CMMS kan bli en ovärderlig hjälp för detta arbete. Resultaten från förstudien visar på områdets stora vikt och indikerar ett stort behov av såväl verksamhetsstödande åtgärder som forskning. För att resultaten från forskningsinsatserna på ett effektivt sätt skall kunna tas tillvara inom försvaret är det viktigt att en strategi för CMMS tas fram och utvecklas. Viktiga delar är att utforma en vision och att skapa en infrastruktur för CMMS.

Vi föreslår därför ett fortsatt arbete med inriktning mot att värdera och modifiera de metoder och tekniker som har presenterats för att finna den uppsättning som på bästa sätt tillgodoser FM:s behov. För att uppnå detta fordras försök inom åtminstone ett par olika militära verksamhetsområden, där man inleder ett KA-arbete med därav föranledd bearbetning av tillhörande terminologier. Ett antal verktyg och förslag till infrastrukturer skulle kunna provas, värderas och eventuellt modifieras. Ett lämpligt upplägg av ett sådant försök vore att forma ett M&S-projekt med fokus på metodfrågor, vilket arbetar i samverkan med ett par andra projekt inriktade på fördjupad förståelse av olika militära verksamheter. Därigenom kan metodfrågorna ägnas tillbörlig uppmärksamhet, samtidigt som tillämpningskunskaperna kommer till omedelbar nytta.

Referenser

[Ahlberg, 00] Simon Ahlberg, ”SEDRIS - Syntetiska omgivningar, standarder och tekniker”, FOA Linköping 2000, FOA-R--00-01733-202—SE

[André et al., 99] Tommy André, Ulla Bergsten och Lena Sporre, ”Verifiering, validering och ackreditering av simuleringsmodeller – en förstudie”, FOA augusti 1999, FOA-R—99-01146-202-SE

[Barber et al., 98] K. Suzanne Barber, Thomas Graser, Stephen Jernigan, Brian McGiverin och Eric R. White, ”The Application of the Systems Engineering Process Activities in the Population of Conceptual Models of the Mission Space”, The University of Texas-Austin, presenterad på SCSC 1998

[Bergsten et al., 01] Ulla Bergsten, Tommy André, Per-Olof Fjällström och Lena Sporre, ”Förslag till riktlinjer för verifiering, validering och ackreditering av simuleringsmodeller”, FOI juni 2001.

[CMMS DD] Dynamics Research Corporation, ”CMMS Data Dictionary (CMMS DD)”, datering okänd

[CMMS TF, 01] DMSO, ”Conceptual Models of the Mission Space Technical Framework”, USD/A&T-DMSO-CMMS-0002, Revision 0.2.1, <http://www.dmsomil/briefs/entereff/doc/cmmstf.pdf>, senast besökt 2001-11-08

[DMSO, 99] Tom Johnson, ”CMMS Toolset: Hands-on Training”, Innovative Management Concepts Inc. för DMSO, mars 1999

[DMSO, 95] DMSO, ”DMSO 1995 Master Plan”, 1995, <http://www.dmsomil/briefs/msdocs/policy/msmp.pdf>, senast besökt 2001-10-05

[DMSO, 00] DMSO, ”Information Paper: UOB and DAT”, maj 2000

[Haddix et al., 99] Furman Haddix, Jack Sheehan, ”Just-In-Time Use of Knowledge Products for Simulation Developers”, Spring SIW 1999

[IDEF1X, 01] IDEF1X hemsida, <http://www.edef.com/idef1x.html>, senast besökt 2001-10-23

[Johnson, 98] Thomas H. Johnson, ”Mission Space Model Development, Reuse and the Conceptual Models of the Mission Space Toolset”, Innovative Management Concepts Inc., Spring SIW 1998, 98S-SIW-155

[Johnson et. al., 99] Tomas H. Johnson och Robert J. Might, "Requirements analysis, Mission Space Models and the CMMS: What's This All About?" MSIAC M&S Journal Online, Spring 2001, vol 2, no. 3, (issue 1), Fall 1999,
<http://www.msiac.dmsso.mil/journal/cmms11.html>, senast besökt 2001-12-18

[JWARS] "JWARS Executive Overview", datering okänd.

[Kollmorgen et al., 98] Gary Kollmorgen, Lee Lacy, Larry O'Brien, Ken Porter och Steve Risner, "Conceptual Modeling in the Joint Simulation System (JSIMS)", SAIC, DRC och BMH Associates Inc, Fall SIW 1998, 98F-SIW-197

[Löf, 97] Utlandsrapport, "Modellering och Simulering; Strategiska teknologier för förnyelse och utveckling av det amerikanska försvaret", FOA april 1997

[Pace, 01] Dale K. Pace, "Impact of Federate Conceptual Model Quality and Documentation on Assessing HLA Federation Validity", EuroSIW 2001, 01E-SIW-014

[Rational, 01] Rational Software hemsida,
<http://www.rational.com>, senast besökt 2001-10-19

[Sheehan et al., 98] Jack Sheehan, Terry Prosser, Harry Conley, George Stone, Kevin Yentz och Janet Morrow, "Conceptual Models of the Mission Space (CMMS): Basic concepts, Advanced Techniques and Pragmatic Examples", Spring SIW mars 1998, 98S-SIW-127

[Tuttle et al.] Cynthia Tuttle och Jack Sheehan, "Knowledge Acquisition Tool – Supporting the Development of a Knowledge Base" DRC och DMSO, datering okänd

Appendix A

Akronymer

ADS:	Authoritative Data Sources (Library)
C4I:	Command, Control, Communications, Computer applications and Intelligence
CASE:	Computer Aided Software Engineering
CINC:	Commander in Chief
CMBH:	Conceptual Modeling of Human Behavior
CMMS:	Conceptual models of Mission Space
CMMS-DD:	CMMS Data Dictionary
CMMS-TF:	CMMS Technical Framework
CMMS-TFT:	CMMS Technical Framework Toolset
CMMS-VD:	CMMS Verb Dictionary
COTS:	Commercial Off The Shelf
CSS:	Common Syntax and Semantics
DAT:	Data Acquisition Tool
DBMS:	Database Management System
DIF:	Data Interchange Format
DMSO:	US Defense Modeling and Simulation Office
DoD:	US Department of Defense
DoD-DS:	DoD Dictionary System
EATI:	Entities, Actions, Tasks and Interactions (representations)
FCM:	Federation Conceptual Model
FDMS:	Formal Descriptions of Mission Space.
FDP:	Formalized Data Product
FEDEP:	Federation Development and Execution Process
HLA:	High Level Architecture
HTML:	Hyper Text Markup Language
IEEE:	Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.

IFF:	Intermediate File Format
JCMMS:	Joint CMMS
JSIMS:	Joint Simulation Systems
JWARS:	Joint Warfare Simulations
KA:	Knowledge Aquisition
KAT:	Knowledge Aquisition Tool
KE:	Knowledge Engineering
LIPS:	Laboratory for Intelligent Processes and Systems
M&S:	Modeling and Simulation
M&S-CTF:	M&S Common Technical Framework
MSIAC:	Modeling and Simulation Information Analysis Center
MSM:	Mission Space Models (Domänspecifika Konceptuella Modeller)
MSMP:	Modeling and Simulation Master Plan
MSRR:	DoD M&S Resource Repository
OMT:	Object Model Template
OO:	Object Orientated
SE:	Synthetic Environment
SEPA:	Systems Engineering Process Activities
SIMNET:	Simulation Network
SISO:	Simulation Interoperability Standards Organization
SIW:	Simulation Interoperability Workshop
SME:	Subject Matter Expert (Ämnesområdesexpert)
SQL:	Structured Query Language
UJTL:	Universal Joint Task list
UML:	Unified Modeling Language
UOB:	Unit Order of Battle
VV&A:	Verification, Validation and Accreditation
XML:	Extensible Markup Language

Appendix B

Definitioner och beskrivningar (beskrivna på engelska)

Accreditation The official certification that a model or simulation is acceptable for use for a special purpose.

Common library A database management system (DBMS) for model registration, storage, management and release.

Conceptual model 1. The developer's description of what the model or simulation will represent, the assumptions limiting those representations, and other capabilities needed to satisfy the user's requirements.

2. A collection of assumptions, algorithms, relationships (i.e., architecture), and data that describe a Developer's concept about the simulation and its pieces from which the software that will make up the simulation can be built.

EATI Entity A distinguishable person, place, thing or concept about which information is kept.

EATI Actions *Verb + Entity* defining a *role* or capability

EATI Task The execution of one or more *actions* by an *actor*. Task is the smallest unit of unambiguous operational meaning. The *actor* initiates execution

EATI Interaction The interface, which defines the flow of *events*, *state*, *actions*, of *tasks* between *entities*, *actions* or *tasks*.

Interoperability M&S interoperability. The ability of a model or simulation to provide services to and accept services from other models and simulations and to use these the services so exchanged to enable these M&S to operate effectively together and completely without anomaly.

Subject Matter Expert (SME) An individual who, by virtue of education, training, or experience, has greater than a journeyman's expertise in a particular technical or operational discipline, system, or process and has been selected or appointed to participate in the validation of a model or simulation.

Validation The process of determining the extent to which a model or simulation is an accurate representation of the real world from the perspective of the intended use(s) of the model or simulation.

Verification The process of determining that the model or simulation implementation accurately represents the developer's conceptual description and specification. Verification also evaluates the extent to which the model or simulation has been developed using sound and established software engineering techniques.

Appendix C

Datatyper i CMMS biblioteket

Följande tabell ger en översikt av vilken sorts information som lagras i CMMS biblioteken:

Term or Data Category	Definition
Overview	A brief description (to include comments) and information that provide context for either a behavior or use case description
Use Case	A collection of behaviors that are constrained to limit the number of paths for description purposes and narrow the scope of models developed to represent the processes
Thread	A highly coupled set of behaviors within a use case that form logical segments for design and coding
Situation	Circumstances and conditions that are used to provide a focused context (and thereby limit the boundaries) for a behavior or use case
Behavior Types	
Operation	An operation is a collection of missions.
Mission	A compilation of processes, actions and tasks that are planned/organized to meet a stated military goal or objectives
Process	A collection of actions that are hierarchically linked to allow multiple levels of resolution; described by verbs
Task	A sequence of processes and/or actions used to describe an operation or set of operations performed by a specific entity or class of entities
Action	The atomic elements of a behavior or use case; that is, those operations that are not decomposed for a

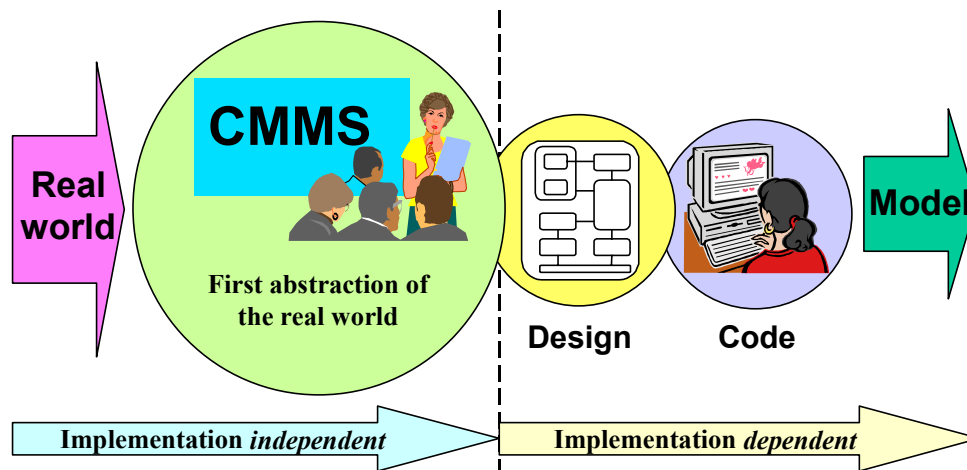
	specific description; described by verbs
Behavior Information	
Input	Anything (entity or information) that is required to initiate and/or complete a behavior; this explicitly excludes pre-conditions and control methods
Output	Anything that is generated by a behavior
Condition	An attribute value and/or entity state that limits or in some other way influences the relationships among behaviors, entities and controls
Pre-condition	An attribute value or entity state that influences the initiation of a behavior
Post-condition	An attribute value or entity state after a behavior is complete
Controls	Methods for defining the relationships among behaviors
Trigger	A specific control method for defining events that are required before a behavior is initiated
Sequence	A specific control method that identifies which behaviors must be completed immediately prior to another behavior being initiated
Iteration	A specific control method for identifying that behaviors are repeated and the frequencies at which they are repeated
Replication	A specific control method for identifying which behaviors can be allocated to multiple resources for simultaneous execution
Multiple Exits	All possible immediate follow-on behavior to a behavior when it is terminated or interrupted
Exit Criteria	The logic that determines which behavior is exited or completed
Entity Information	
Entity	Physical things, information, data; something that is described using a noun
Characteristic	Information that provides details about entities and can be used to

	differentiate entities and entity classes
Performer Class	The classes of entities that could perform a behavior; this is deliberately meant to exclude specific instances of entities which is captured in the allocation and capabilities data categories
Capabilities	The behaviors an entity can perform
Allocation	The behaviors that are assigned to a specific entity in a task mission or use case
Hierarchy Information	
Parent/Children	The immediate sub-ordinate behavior or entity in a behavior or entity hierarchy

Appendix D

Conceptual Models of Mission Space (CMMS)

We have just started a project called CMMS to study methodologies and tools which facilitate development, reuse and co-ordination of simulation models.



CMMS - Simulation implementation-independent functional descriptions of the real world

Research interest

We are particularly interested in investigating to which extent and under which circumstances the following three statements are true:

- Well accomplished Conceptual Models make the validation process easier and consequently increase the correctness, completeness and consistency of the system as well as early detection of inaccuracy
- Conceptual Models facilitate reutilization and maintenance
- Increased using and reusing of Conceptual Models can decrease costs of knowledge acquisition and result in improving the interoperability between models

In the case these statements are true we want to investigate the applicability and relevance for the Swedish Defence.

Aims

An accurate knowledge of ongoing activities in this area and the work done by DMSO's CMMS group is an absolute requirement and a planned task in this project. To increase the understanding of this concept, there is a great interest in cooperation with similar ongoing CMMS based projects.