



Omvärldsmodellering – årsrapport 2009

Behov och möjligheter rörande 3D omvärldsmodeller och högupplösta geodata

GUSTAV TOLT, PETER FOLLO

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



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
Informationssystem
Box 1165
581 11 Linköping

Tel: 013-37 80 00
Fax: 013-37 81 00

www.foi.se

FOI-R--2893--SE Användarrapport
ISSN 1650-1942 December 2009

Informationssystem

Gustav Tolt, Peter Follo

Omvärldsmodellering – årsrapport 2009

Behov och möjligheter rörande 3D omvärldsmodeller och
högupplösta geodata

Titel	Omvärldsmodellering – årsrapport 2009
Title	Natural environment modeling – year report 2009
Rapportnr/Report no	FOI-R--2893--SE
Rapporttyp Report Type	Användarrapport
Sidor/Pages	27 p
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2009
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	FM
Kompetenskloss	29 Simulering och distribuerade system
Extra kompetenskloss	
Projektnr/Project no	E3078
Godkänd av/Approved by	
FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut	FOI, Swedish Defence Research Agency
Avdelningen för Informationssystem	Information Systems
Box 1165	Box 1165
581 11 Linköping	SE-581 11 Linköping

Sammanfattning

Den här rapporten sammanfattar verksamheten 2009 inom projektet Omvärldsmodellering. Det primära syftet med arbetet under året har varit att göra en inledande kartläggning av behov och möjligheter kopplade till 3D omvärldsmodeller och högupplösta geografiska data. Baserat på intervjuer och möten med, samt enkätsvar från, representanter från flera verksamheter inom FM, FMV och FOI kan följande huvudslutsatser lyftas fram som exempel på områden/frågeställningar där vi bedömer att insatser särskilt skulle främja fortsatt utveckling inom området:

- Framställning av detaljerade och tillämpningsspecifika 3D-omvärldsmodeller
- Samsyn kring dataformat för 3D-data och omvärldsmodeller
- Infrastruktur för effektiv datadelning
- Värdering av nyttan med 3D-modeller kontra mer traditionell representation av geodata
- Värdering och beskrivning av olika omvärldsmodellers kvalitet och relevans i olika tillämpningar
- Karakterisering och framställning av geotypiska terrängmodeller
- Bättre samordning kring geodata- och omvärldsmodellfrågor i försvarsfamiljen
- Beskrivning av verksamheter i termer av TRL-nivåer

Punkterna ovan utgör grunden för projektets verksamhet 2010 som i huvudsak syftar till att i dialog med presumtiva slutanvändare lyfta fram särskilt intressanta frågeställningar där behov av forskning och utveckling finns och som bedöms kunna komma FM till nytta, samt föreslå lämpliga åtgärder rörande dessa.

Summary

This report summarizes the activities 2009 within the project Environment modeling. The primary purpose of the work has been to make an initial investigation of needs and possibilities related to 3D environment models and high-resolution geographical data. Based on interviews and meetings with, along with questionnaire answers from, representatives within the Swedish Armed Forces, Swedish Defence Material Administration (FMV) and Swedish Defence Research Agency (FOI), the following main conclusions can be highlighted, serving as examples of areas where we believe that additional efforts especially would promote further development in the area:

- Creation of detailed and application-specific 3D models
- Shared vision regarding formats and standards for 3D data and environment models
- Infrastructure for efficient data sharing
- Assessment and description of the quality and relevance of environment models in different applications
- Characterization and creation of geo-typical terrain models
- Improved coordination within the defence family concerning geographical data and environment models
- Description of activities in terms of TRL

The bullets above form the basis for the activities in the project 2010, the main purpose of which is to emphasize particularly interesting problem areas where there is a need for research and development that are deemed to be of particular interest for the Swedish military, and to suggest adequate measures to take concerning these.

Innehållsförteckning

1	Inledning	8
1.1	Bakgrund – omvärldsmodeller	8
1.2	Geografiska data och omvärldsmodeller för FM	8
2	Projektet Omvärldsmodellering 2009-10	10
2.1	Syfte, mål	10
2.2	Inventering av behov och framtida möjligheter	10
2.2.1	Enkät	11
2.2.2	Internationellt samarbete	11
3	Behov och framtida möjligheter	12
3.1	Detaljerade 3D omvärldsmodeller	12
3.1.1	Träna i virtuell, urban miljö	12
3.1.2	Simulering av fysikaliska förlopp	13
3.1.3	Sensorsimulering	13
3.1.4	Bästa möjliga modell med enkla sensorer	14
3.2	Samsyn kring 3D-dataformat	15
3.3	Infrastruktur för effektiv datadelning	16
3.4	"Nytta med 3D"	16
3.5	Värdering av 3D-modellers kvalitet	18
3.6	Typterrängmodeller	19
3.7	Bättre samordning kring geo- och omvärldsmodellfrågor i försvarsfamiljen	20
3.8	TRL-nivåer	21
4	Slutsatser och fortsatt arbete	22
4.1	Fortsatt arbete 2010	22
5	Omvärldsrelationer	23
5.1	Nationellt	23
5.2	Internationellt	23
6	Appendix: Sammanställning av enkätsvaren	24
6.1	Enkäten i korthet	24
6.2	Respondent, F1-7	24
6.2.1	FOI	24
6.2.2	FM/FMV	24
6.3	Skapande av GI, F8-22	25

6.3.1	FOI	25
6.3.2	FM/FMV	25
6.4	Förädling av GI, F23-38	25
6.4.1	FOI	25
6.4.2	FM/FMV	25
6.5	Distribution av GI, F39-49	25
6.5.1	FOI	25
6.5.2	FM/FMV	26
6.6	Användning av annan än 3D GI, F50-58	26
6.6.1	FOI	26
6.6.2	FM/FMV	26
6.7	Användning av 3D GI, F59-74	26
6.7.1	FOI	26
6.7.2	FM/FMV	26
6.8	Server, F75-81	27
6.8.1	FOI	27
6.8.2	FM/FMV	27
6.9	Återkoppling, F82	27
6.9.1	FOI/FM/FMV	27

1 Inledning

Denna FOI användarrapport syftar till att redovisa verksamheten under 2009 för FoT-projektet Basblock – omvärldsmodellering. Projektet tillhör FoT-området Modellering och Simulering (M&S) och är ett tvåårigt projekt som startade i januari 2009 och som planeras att avslutas i december 2010. För information om tidigare projekt inom området hänvisas läsaren till tidigare rapporter^{1,2}.

1.1 Bakgrund – omvärldsmodeller

Inom försvarsrelaterad modellering och simulering spelar modeller av den naturliga omgivningen, såsom omvärldsmodeller, taktiska omvärldar eller syntetiska naturliga omgivningar (SNO), en central roll. De bildar den gemensamma ”spelplan” där simulerade operationer och interaktioner äger rum. Det grundläggande innehållet i modellerna är olika typer av relevanta element från den naturliga omgivningen, geografisk information, såsom markmodeller (topografi), konstruerade objekt (t ex byggnader, broar och vägar), samt karakteristika för dessa (t ex geometri och ytmaterial). Vidare kan också texturer i form av visuella foton inkluderas i modellen för att öka realismen och ge användare av modellerna en ökad närvarokänsla eller förståelse för det aktuella terrängavsnittet. Den faktiska omfattningen och innehållet i modellerna varierar mellan olika tillämpningar och med de funktioner som ska realiseras, t ex 3D-visualisering, simulering av sensorer och sensornätverk, bekämpning, spårbildning, gasspridning, dygns- och årstidsvariationer och datorstyrda stridskrafter (Computer Generated Forces).

Framställning av omvärldsmodeller för den naturliga omvärlden sker normalt genom bearbetning och integration av data såsom digitala kartor, höjddatabaser, laserradardata, flyg- och satellitbilder, objektmodeller (byggnader, fordon, broar, etc) och olika typer av materialdatabaser. Materialdatabaserna kan innehålla data som beskriver fysikaliska egenskaper som är relevanta för elektromagnetisk och akustisk vågutbredning (reflektion, dämpning, spridning, osv), egenskaper för mekanisk hållfasthet, värmeledning, osv. Dessa data är nödvändiga för att simulera t ex sensor- och sensornätfunktioner, vapenverkan, rök- och gasmoln eller spårbildning efter fordon, i den omvärld som beskrivs av modellen.

Under det senaste decenniet har förutsättningarna för att framställa omvärldsmodeller förbättrats avsevärt. Inte minst har tidigare omvärldsmodelleringsprojekt inom M&S-verksamheten på FOI bidragit till förbättrade möjligheter inom detta område. Mycket av den geografiska information som ligger till grund för 3D-modellerna kan idag extraheras snabbt och med en hög grad av automatisering ur egeninsamlad sensordata eller erhållas från någon extern leverantör. Förutsättningarna förbättras dessutom kontinuerligt i och med den snabba teknikutvecklingen i samhället, både avseende sensorer för datainsamling och IT-teknik för databearbetning. Teknikutvecklingen börjar nu nå en nivå där det är möjligt att med rimliga resurser hantera och utnyttja realistiska och komplexa omvärldsmodeller. Nya behov och förväntningar hos medborgare avseende 3D-modeller och visualisering har lett till ett växande antal tjänsteleverantörer och produkter relaterade till geografisk informationsförsörjning och 3D-modellering.

1.2 Geografiska data och omvärldsmodeller för FM

Sett i ljuset av FM fokus på insatsförmåga kan geografisk information och omvärldsmodeller användas för en rad militära tillämpningar, alltifrån planering och förövning inför en operation, till ledning, kommunikationsplanering, navigering,

¹ Gustav Tolt, Oskar Brattberg, Peter Follo, Anders Gustavsson, Gustav Haapalahti, Mikael Lundberg, ”Omvärldsmodellering 2007-2008 – slutrapport”, FOI-R--2641--SE, December 2008

² Ulf Söderman, Simon Ahlberg, Åsa Persson, Gustav Tolt, ”Omvärldsmodellering / Dynamisk Terräng – slutrapport”, FOI-R--2170--SE, December 2006

terränganalys, sensorsimulering, etc. Olika tillämpningar implicerar olika krav, behov och önskemål på modellerna (innehåll, detaljrikedom, upplösning, etc.) och det är således viktigt att kunna utforma modellerna på ett sätt som passar respektive tillämpning. Dessutom krävs system och metoder för effektiv hantering, distribution, lagring, etc. av geografisk information och omvärldsmodeller.

Generellt kan man säga att goda tekniska förutsättningar gör att tillgången till, och förutsättningarna för att själv producera, geografisk information och skapa omvärldsmodeller idag är goda och inte längre det största problemet; behov av geografisk information kan idag till stor del tillgodoses genom nationella och internationella samarbeten och till begränsad del med egenkartering. De stora utmaningarna ligger nu snarare i själva användningen, tillämpningarna och kravställningen avseende geografisk information och omvärldsmodeller:

- Vilken typ av modeller och/eller geografisk information krävs eller önskas i olika tillämpningar?
- Vilka krav ställs på omvärldsmodeller, t ex avseende geometrisk upplösning, detaljrikedom, noggrannhet, skalbarhet, korta ledtider, plattformsberoende, etc, i olika tillämpningar?
- Vilka nya möjligheter kan ökat nyttjande av framtagna omvärldsmodeller erbjuda på sikt, t ex i form av nya eller utvecklade militära förmågor?
- Hur effektiviseras (sam)nyttjandet av geografisk information och omvärldsmodeller i olika tillämpningar?

I denna rapport används begreppen omvärldsmodell och geografiska data/information medvetet något oprecist. Anledningen till detta är helt enkelt den nära kopplingen mellan begreppen och att det är tämligen vanskligt att försöka dra en skarp gräns dem emellan. En omvärldsmodell såsom den beskrivs i avsnitt 1.1 framställs utifrån geografisk data/information och skulle således kunna beskrivas som det sätt på vilket dessa geodata paketeras i en enhet och representeras för att kunna användas av ett system i en viss tillämpning. Utöver begreppet "omvärldsmodell" hörs inte sällan begrepp som "terrängmodell", "geodatabas", "3D-modell" och "3D-karta", ofta i rent synonym betydelse.

2 Projektet Omvärldsmodellering 2009-10

2.1 Syfte, mål

Som ett led i att bidra till att besvara frågor av den typ som beskrivits in avsnitt 1.2 fokuserar det pågående omvärldsmodelleringsprojektet på behovs- och kravbilden inom området. Frågeställningar rörande automatisk extraktion av geografisk information ur sensordata som fram till i år utgjort verksamhetens tyngdpunkt får därför stå tillbaka till förmån för en kartläggning av, och ökad förståelse för, användning av geografisk information och omvärldsmodeller inom FM och stödmyndigheterna.

Det primära målet med projektet Omvärldsmodellering 2009-2010 är att identifiera särskilt intressanta områden där behov av forskning och utveckling finns och bedöms kunna komma FM till nytta. Utifrån dessa områden föreslås sedan lämpliga åtgärder, i vissa fall kanske i form av projektförslag som utarbetas tillsammans med presumtiva slutanvändare inom FM. Att undersöka förutsättningarna för transferprojekt tilldrar sig särskilt intresse.

Syftet med arbetet är flerfaldigt, bl a att identifiera för FM särskilt angelägna områden samt få till stånd (ökad) verksamhet inom dessa, att stärka kopplingen mellan FoU och användarsidans perspektiv, att etablera nätverk och kontakter mellan FM, FMV och FOI och att verka för ökad kanalisering av FoU-resultat från FOI till FM.

Den nytta för FM som projektet huvudsakligen bidrar till är en bättre förståelse och översikt om tillgång, behov, möjligheter och krav avseende omvärldsmodeller och geografisk information. Som ett effektmål förutses en ökad samsyn och en mer samordnad och effektiv verksamhet inom området inom FM och stödmyndigheterna.

2.2 Inventering av behov och framtida möjligheter

Verksamheten 2009 har i stora drag gått ut på att undersöka vilka behov och framtida möjligheter rörande omvärldsmodeller och geodata som finns inom försvarsfamiljen. Återkoppling i form av möten, enkätsvar, diskussioner över telefon, eller i flera fall kombinationer av dessa har hittills erhållits från ett flertal verksamheter, inom bl a

- MSS
- LSS
- A9
- Livgardet
- K3
- INSS
- Geo SE
- Ing2
- LedR
- FMV SmartLab, NTN, SJNTC
- FMV SGIF (Snabb Geografisk Informationsförsörjning),

samt därutöver representanter för ett antal forskningsprojekt inom FOI. Fler tänkbara intressenter identifieras fortlöpande varför listan ovan inte ska ses som slutgiltig. Interaktionen med andra verksamheter tjänar ett viktigt syfte som kontaktskapande inför fortsatt arbete inom området.

2.2.1 Enkät

Utöver möten och diskussioner har vi skickat ut en enkät³ i syfte att fånga upp åsikter och idéer från en bredare krets av personer än vad som hittills varit möjligt att få till stånd möten med. Enkäten har också tjänat som ett instrument för kontaktskapande, då mottagare av enkäten bollat vidare frågorna till mer insatta eller på annat sätt mer lämpade personer för fortsatt interaktion. En sammanställning av enkätsvaren återfinns i appendix.

2.2.2 Internationellt samarbete

Då möten och enkätsvar syftar till att fånga upp problemställningar på nationell nivå, erbjuder NATO-gruppen SET-118 "3D Modeling of Urban Terrain" en möjlighet att ta del av frågeställningar och initiativ från andra länder. Gruppen består av representanter från USA, Tyskland, Canada, Sverige, Storbritannien, Italien och Spanien. Syftet med gruppen är att samla olika länders expertis inom sensorbaserad 3D-omvärldsmodellering och därigenom ge sin syn på nuvarande status och framtida utveckling inom området, samt ge rekommendationer angående fortsatt verksamhet inom området. Gruppen adresserar hela kedjan, från frågor kring olika sensorers lämplighet, via signalbehandling till användning av modeller i olika tillämpningar:

- Sensorer och databearbetningstekniker för extraktion av geografisk information
- Olika typer av 3D-modeller (t ex explicita och implicita) och deras respektive för- och nackdelar
- Dataformat och standarder för representation av 3D-modeller (t ex CityGML)
- Olika NATO-relevanta tillämpningar av 3D-modeller
- Kvalitetsmått för 3D-modeller

Under 2009 hölls två möten (Southampton i april, Ettlingen i november) och där drogs bl a riktlinjerna upp för den slutrapport som gruppen börjat skriva och som skall levereras våren 2010.

³ Dnr: FOI-2009-2506

3 Behov och framtida möjligheter

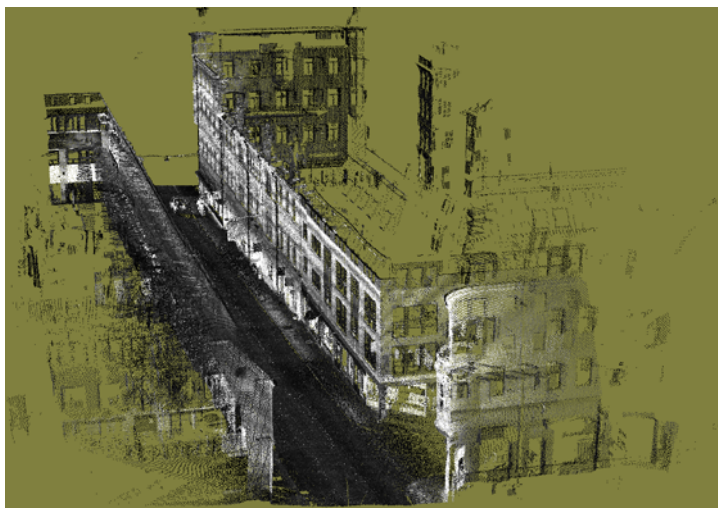
I detta kapitel presenteras de huvudsakliga slutsatser ang. behov och möjligheter rörande framtida utveckling som hittills dragits baserat på enkätsvar, intervjuer, möten och internationella samarbeten. Syftet är att belysa några särskilt viktiga områden inom vilka vi anser att insatser skulle föra arbetet relaterat till geodata och omvärldsmodeller framåt. Arbetet som genomförts inom projektet 2009 utgör således en naturlig grund för verksamheten 2010.

3.1 Detaljerade 3D omvärldsmodeller

En ofta återkommande ingrediens i återkopplingen handlar om hur mer detaljerade 3D-data skulle kunna förbättra möjligheterna avseende simuleringar, och då inte minst beträffande urban miljö. Nedan presenteras några frågeställningar som framkommit under året.

3.1.1 Träna i virtuell, urban miljö

För att uppnå en god träningseffekt av simulerad strid i bebyggelse krävs en realistisk modell av den tänkta målterrängen. Att döma av åsikter delgivna oss under året lämnar dagens modeller ofta en del i övrigt att önska i det avseendet. De erbjuder i många fall inte tillräcklig detaljrikedom och variation för att man med största möjliga behållning ska kunna öva vissa stridstekniska moment som t ex målutpekning. Faktorer som högupplösta texturer, stadsklotter, soptunnor, klädstreck, trädgrenar som vajar i vinden, människor och fordon som rör sig, etc., är viktiga för att kunna träna rätt. Det finns simuleringsprogramvaror som kan hantera sådana komplexa miljöer, t ex VBS2 (Virtual Battlespace), men det är ofta en stor utmaning att ta fram det geografiska underlaget. En tänkbar dellösning är att utveckla metoder för att de extremt högupplösta och detaljerade mätdata som moderna sensorsystem kan erbjuda smidigt ska kunna användas i simulatorsystem. Se ett exempel på data från bilburen högupplösande laserskanner i Figur 1.



Figur 1. Bilden visar data insamlade med ett bilburet laserskannersystem.

Automatiska dataanalysmetoder kan användas för att utgående från olika typer av högupplösta data identifiera och attributsätta enskilda objekt och därefter representera dem som en modell för användning i simulatorsystem, t ex VBS2. Tidigare forskning på FOI har visat att objekt kan klassificeras m h a data från flygburen laserskanner och VBS2-modeller av bl a Kvarn/Prästtomta skjutfält har tagits fram med dessa som underlag. De ingående signalbehandlingsteknikerna kan vidareutvecklas för att kunna hantera större mängder och andra typer av laserdata, t ex insamlade från marknivå, för att effektivisera

skapandet av än mer realistiska miljöer. Saab Bofors Dynamics erbjuder sedan en tid möjlighet att leverera högupplösta 3D-data från passiva sensorsystem och även den typen av data kan analyseras automatiskt i samma syfte. Båda dessa tekniker skulle sannolikt kunna användas framgångsrikt för att skapa noggranna och detaljerade geospecifika 3D simuleringsmodeller av urbana miljöer och vid behov kompletteras med data från andra typer av sensorer liksom med manuellt inmätta data för att fånga upp terrägens egenskaper som inte lika lätt låter sig mätas eller klassificeras (t ex bärighet).

3.1.2 Simulering av fysikaliska förlopp

Ett intressant område där vi, att döma av den respons vi fått under året, bedömer att 3D omvärldsmodeller skulle kunna nyttjas i större utsträckning är simulering av olika typer av fysikaliska förlopp. Ett exempel är olika typer av flödesberäkningar som bl a ger möjlighet att prediktera hur olika gaser och partiklar sprids och därigenom bedöma koncentrationer och risker som kan uppkomma till följd av utsläpp av farliga substanser. På FOI CBRN-skydd och säkerhet genomförs denna typ av simuleringar idag, och mer detaljerade och noggranna 3D-modeller skulle sannolikt kunna användas som en komponent för att kunna uppnå högre noggrannhet och/eller upplösning i denna typ av simuleringar.

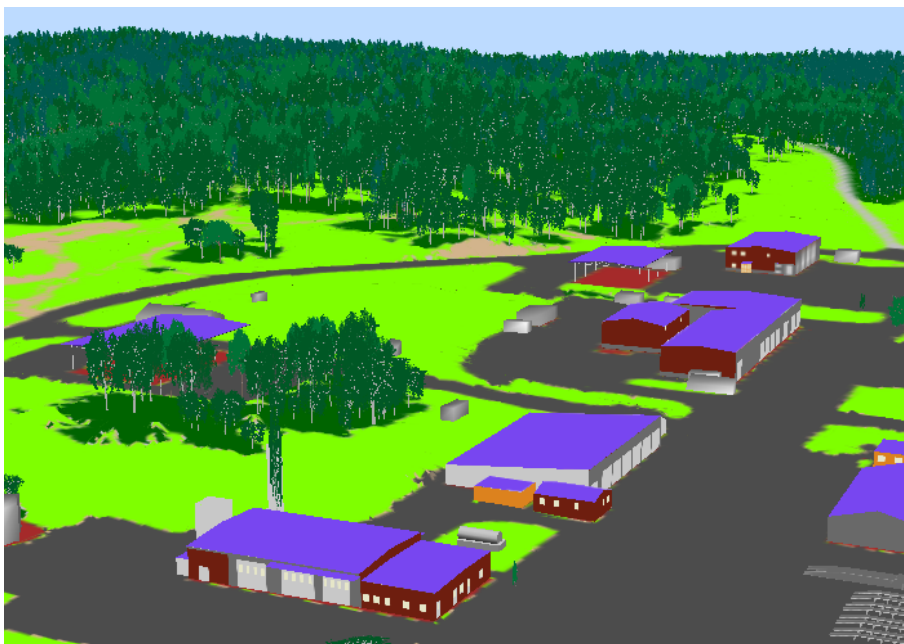
Såväl i internationella missioner som under övningar på hemmaplan är riskbedömningar och definition av riskområden viktiga inslag. Om man inte tar hänsyn till, eller har kunskap om, terrängen i det aktuella operations- eller övningsområdet är det naturligtvis i högsta grad rimligt att man gör bedömningen utifrån ”värsta tänkbara” fall. Ju mer kännedom om terrängen man kan använda för sin analys, desto mer förfinad kan analysen göras. Högupplösta data och noggrann kännedom om egenskaper för olika objekt i terrängen är på så sätt nödvändiga komponenter men dock naturligtvis ej tillräckliga i sig; man måste självklart ha kunskap om bl a laddningens typ samt tillgång till beräkningsverktyg som kan utnyttja högupplösta geodata. Dock är det geografiska underlagets kvalitet gränssättande för med vilken noggrannhet och precision man kan prediktera de konsekvenser som en viss typ av detonation skulle få. Vi tror att fortsatt forskning inom detta område, bl a genom samutnyttjande av FOI-kompetens inom verkanssimulering (Försvars- och säkerhetssystem) och sensorteknik och 3D-modellering (Informationssystem), samt tät dialog med FM (kanske särskilt SWEDEC) skulle vara mycket fruktsam i detta avseende.

3.1.3 Sensorsimulering

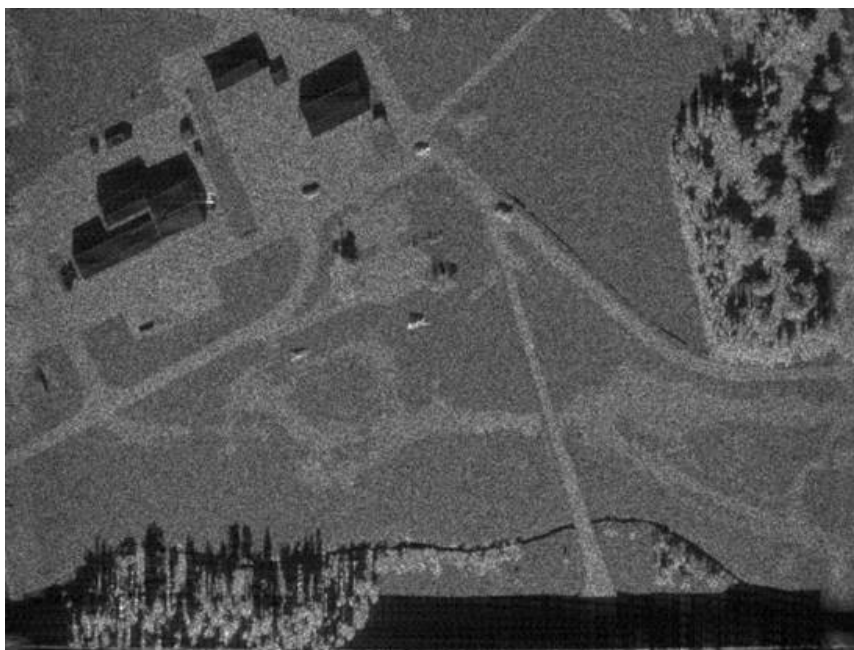
För att man ska kunna göra realistiska sensorsimuleringar räcker sällan endast kännedom om terrängens/objektens geometri. Att texturera geometrin utifrån foton ger ofta visserligen en modell som ser bra ut i en visuell simulering, men texturen i sig är inte nog för att simulera t ex radar, laser och IR-signatur. Det är först när man har en *materialklassificerad* modell som de fysikaliska beräkningarna kan ge nöjaktigt realistiska resultat. Se exemplet i Figur 2, som visar resultatet av en manuell materialklassificering, och Figur 3 som visar ett exempel på en SAR-bild som simulerats utifrån denna materialklassificerade modell. Exempelbilderna är hämtade från FoT-projektet Simuleringsbaserade metoder för sensorvärdering⁴.

Att göra materialklassificering för hand är ofta svårt och tidsödande, särskilt för stora områden. En visuell textur kan visserligen användas för att träna klassificeringsmetoder till att erbjuda en viss grad av materialklassificering, men för att säkrare kunna skilja mellan olika material krävs ofta en mer avancerad analys som t ex innefattar data från flera våglängdsintervall. På senare tid har kommersiella företag börjat erbjuda hyperspektrala data som ger helt andra möjligheter att skilja mellan olika typer av material.

⁴ Näsström, m fl, ”Simuleringsbaserade metoder för sensorvärdering”, FOI-R--2629--SE, December 2008.



Figur 2. Bilden visar ett utsnitt av en 3D-modell av Kvarn med materialklassificerad textur. Färgerna i bilden motsvarar material / terrängtyp. Materialklassificering har här skett för hand.



Figur 3. SAR-bild beräknad utifrån den materialklassade modellen i Figur 2.

Vi bedömer att FOI med sin goda kompetens inom sensorteknik, klassificeringsmetoder och skapande av 3D omvärldsmodeller skulle kunna uppnå goda resultat rörande materialklassificerade modeller, baserat på en kombination av spatiella data (från t ex laser) och spektrala data (från t ex hyperspektral sensor). En sådan förbättrad förmåga skulle sannolikt komma att kunna nyttiggöras av många FoU-projekt relaterade till sensorsimulering.

3.1.4 Bästa möjliga modell med enkla sensorer

En annan intressant frågeställning är att undersöka vilken detaljnivå, upplösning och kvalitet som är möjlig att uppnå med förhållandevis enkla sensorer. Med avancerade laser-

och kamerasystem med dyra sensorer och noggrann positioneringsutrustning kan man producera väldigt detaljerade och realistiska modeller, men även med enklare medel kan man ofta skapa användbara, om än ofta mindre noggranna, modeller. SUAV Falken är ett exempel på ett i sammanhanget sensormässigt mindre välutrustat system som likväl har potential för framtagande av 3D-/höjddata. På motsvarande sätt vore det mycket intressant att studera vad man med t ex en enkel fordons- eller handburen (video)kamera, kanske t o m utan GPS-information, kan åstadkomma i termer av 3D-modeller. Forskning inom området finns, såväl nationellt som internationellt, och vi anser att frågor kring hur detta skulle komma kunna nyttiggöras inom FM t ex i samband med en insats borde undersökas närmare.

3.2 Samsyn kring 3D-dataformat

Vi bedömer att intresset för och den upplevda nyttan med 3D-modeller kommer att öka betydligt de kommande åren i takt med förbättringar avseende såväl insamling och analys av 3D-data som försvarsrelaterade tillämpningar baserade på dessa data (simulatorer, analysverktyg, osv). För att underlätta för verksamheter att samverka eller ta del av varandras resultat är det bl a viktigt med en samlad syn på format och standarder relaterade till geografiska data och omvärldsmodeller, och då inte minst avseende 3D-data. I dagsläget finns många verksamheter som tar fram eller köper in olika typer av 3D-data men som sparar resultatet av sina ansträngningar på en form som gör det svårt för andra verksamheter att använda samma dataset för sina syften. Ett exempel på en realistisk målbild kunde vara att samma 3D-modell som används i en Strf90- eller Strv122-simulator på MSS Skövde ska kunna användas i FoU-arbete på FOI. Sådant samutnyttjande av modeller skulle sannolikt stärka samverkan mellan FOI och FM avseende tillämpningar för 3D omvärldsmodeller och underlätta för att föra den senaste forskningen närmare förbanden. Det behöver dock inte betyda att alla system prompt måste kunna läsa ett och samma format (varje delsystem kan mycket väl internt hantera data på helt olika sätt), men man bör så långt det är möjligt verka för att data effektivt kan samutnyttjas, antingen genom konvertering mellan format eller att man utgår från samma grunddata på ett visst format och därefter väljer den representation som passar bäst i den egna tillämpningen eller i ett givet system. Sannolikt skulle en harmonisering av dataformat, och verktyg för att konvertera mellan olika format, underlätta i samband med beställningar där man tydligare skulle kunna trycka på att man (i första hand) vill ha data på ett visst, gärna öppet, format. Poängteras bör i sammanhanget också att portabilitet mellan två system beror på andra faktorer än bara dataformat; en 3D-modell på OpenFlight-format med många polygoner kan fungera utmärkt i ett simulatorsystem men vara alltför tungrovt för ett annat.

Inom M&S-domänen har under senare år initiativ rörande format för effektiv datarepresentation för simuleringstillämpningar resulterat i kandidater som SEDRIS⁵ (Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification) och CDB⁶ (Common Database format). För 3D-modeller för främst visuell simulering har OpenFlight⁷ i ett antal år varit *de facto*-standard och har på senare tid fått en efterföljare i MetaFlight⁸. Tränings- och simuleringssystemet VBS2⁹ (Virtual Battlespace) har också ett eget format och moderna terränggenereringsverktyg kan erbjuda verktyg för att generera modeller även på det formatet. Bland andra intressanta alternativ för 3D-representation kan nämnas COLLADA¹⁰. Intressant är också att följa utvecklingen inom OGC¹¹ (Open Geospatial Consortium), där bl a CityGML etablerats som standard för representation och

⁵ <http://www.sedris.org/>

⁶ http://www.presagis.com/products/standards/cdb/more/download_the_cdb_specification/

⁷ <http://www.multigen.com/products/standards/openflight/index.shtml>

⁸ <http://www.multigen.com/products/standards/metaflight/index.shtml>

⁹ <http://www.vbs2.com/>

¹⁰ <https://collada.org/>

¹¹ <http://www.opengeospatial.org/>

lagring av 3D stads- och landskapsmodeller, som i sin tur med olika verktyg kan exporteras till t ex OpenFlight vid behov. Och listan över dataformat inom 3D-området kan göras mycket längre än så.

I ljuset av det ovan sagda vore det önskvärt med en inventering och jämförelse av lämpliga kandidater för representation av olika typer av 3D-data och omvärldsmodeller. En sådan studie skulle förbättra förutsättningarna för samverkan inom FoU (FOI), stärka kopplingen mellan FoU och de verksamheter inom FM och FMV som använder 3D-modeller, och även kunna stärka kopplingen mellan FoU och de förband/förmågor som svarar för inhämtning av geografisk data i samband med t ex en insats. I förlängningen skulle 3D geografiska data som samlas in för ett aktuellt eller potentiellt insatsområde (t ex av geosupportgrupper eller ”rekförband”) kunna utnyttjas i FoU-sammanhang på liknande sätt som man idag utför bedömningar, simulering och analyser på specifika referensdataset framtagna internt inom FoU-verksamheten. Detta skulle sannolikt förbättra möjligheterna att kanalisera relevanta FoU-resultat till insatsorganisationen och få återkoppling kring dessa. I arbetet med att kartlägga lämpliga ”3D-format” bör därför samverkan ske med FMVs SGIF-projekt/program (Snabb Geografisk Informationsförsörjning) där bl a tekniska frågor kring geografisk informationsförsörjning i samband med en insats behandlas.

3.3 Infrastruktur för effektiv datadelning

För effektiv användning av geodata och modeller är det inte bara önskvärt med gemensamma format och standarder relaterade till datarepresentation utan man måste även adressera frågor kring hur och var data lagras samt hur man vill att åtkomst av dessa data ska ske. Det finns anledning att tro att många verksamheter inom FM, FOI och FMV skulle dra fördel av en väl genomtänkt tjänst eller liknande där olika aktörer smidigt skulle kunna hitta, hämta hem eller ladda upp geodata och modeller allteftersom de behövs eller produceras. Vi tror att många system, såväl på forskningsstadiet som redan existerande, skulle dra nytta av en gemensam resurs och då särskilt vid ihopkoppling av system för olika former av samövningar/-simuleringar där det är viktigt att alla har samma geodata/terrängdatabas i botten (”Fight on the same map”).

Dessutom skulle smidig åtkomst av data underlätta för presentation, värdering och nyttiggörande av forskningsresultat inom FM. Forskningsresultat avseende såväl framställning som användning av geodata/omvärldsmodellbaserade skulle då kunna få en bättre spridning än i dagsläget. Dessutom skulle sannolikt möjligheterna för användare inom FM att ge direkt och konstruktiv återkoppling på resultaten förbättras om de själva kunde ta del av resultaten i form av en, säg, 3D-modell, snarare än i rapportform.

Vi ser också stora förbättringsmöjligheter i att agera för ett ökat samutnyttjande av data internt på FOI. I dagsläget sker framtagande, modifieringar och kompletteringar av olika former av omvärldsmodeller i flera olika projekt, inte sällan utan kännedom om varandras verksamhet. En tänkbar åtgärd är att man inom det M&S-centrum som FOI avser inrätta under 2009-2010 adresserar detta och vidtar åtgärder för ökat samutnyttjande av geodata och omvärldsmodeller, inom såväl FOI som mellan försvarsmyndigheterna. Till exempel skulle man kunna undersöka huruvida redan existerande system för data- och informationsdelning (t ex Geodataportalen, FMVs M&S-resurskatalog eller KUPAL) är lämpliga att användas eller vidareutveckla i detta avseende, samt i vilken omfattning Geo SE som ansvarar för geodataförsörjning till insatta förband även skulle kunna handha geodata och modeller för nationell försvarsrelaterad FoU eller om någon annan instans borde svara för detta.

3.4 ”Nytan med 3D”

Begreppet ”3D” är vanligt förekommande men ger icke desto mindre (eller kanske just därför) ofta upphov till oklarheter och missförstånd. Tolkningen av begreppet tenderar att

variera från person till person beroende på dennes/dennas verksamhetsområde och bakgrund. En minsta gemensam nämnare bland förekommande synsätt på begreppet "3D" inom geoområdet tycks dock vara att det avser data som ger en möjlighet att utläsa hur terrängens, eller enstaka objekts, geometri varierar i rummets alla tre dimensioner. Inte sällan tycks därför en vanlig skalärvärd 2D höjdbild $z(x,y)$ omfattas av 3D-begreppet eftersom den säger hur markens geometri förändras i alla tre dimensionerna. En sådan höjdbild betecknas populärt "2,5D", just för att tydliggöra att det skalära funktionsvärdet z representerar avstånd eller höjd. Dessutom förekommer begrepp som "2,75D" som syftar till att beskriva en möjlighet att ha flera höjdvärden i ett viss position (x,y) men som samtidigt signalerar att det inte är frågan om "full 3D". Det senare kan komma i fråga först när man har möjlighet att beskriva godtyckliga former och förhållanden mellan objekt. Med "full 3D" kan man t ex naturligt representera överhäng, broar, viadukter, utskjutande balkonger, etc.

När olika personer generellt talar om "3D" tycks det emellertid inte bara vara geometri som vägs in i begreppet. Man kan identifiera ett antal perspektiv som kan anläggas på 3D-begreppet:

- **Mätdata, geometri**

Om man bygger en modell utifrån mätdata är det dessa som ytterst sätter gränsen för hur detaljerat och korrekt modellen kan beskriva omvärlden. Har man t ex endast höjddata i form av en 2,5D höjdbild att tillgå kan man inte utifrån endast dessa data återskapa 3D-geometrin på byggnadernas väggar eller korrekt mäta hur långt takfoten sticker ut. Det man i praktiken kan ta till är mer eller mindre kvalificerade gissningar om byggnadernas 3D-form utifrån hur de brukar eller borde se ut, men data är ändå en begränsande faktor. Ett annat klassiskt problem är broar. Man kan då argumentera för att en modell som skapas utifrån (endast) dessa data inte bör göra anspråk på att vara 3D eftersom själva mätdata inte är det.

- **Representation, dataformat**

I vissa sammanhang är det representationen av geodata som åsyftas när 3D kommer på tal, snarare än innehållet i data. Det är dock viktigt att tänka på att själva dataformatet inte säger något om innehållet; data sparat i ett 3D-dataformat (t ex OpenFlight) kan i själva verket mycket väl vara 2D, likväl som det kan vara oerhört detaljerade 3D-modeller. Och omvänt kan man ha utgått ifrån 3D-data av komplexa geometrier med överhäng, men därefter ha övergått till en 2D-representation, varpå förmågan att naturligt representera dessa överhäng gått förlorad.

- **Presentation, visualisering**

Ytterligare en aspekt rör det sätt på vilket data presenteras. Det säger sig självt att en 2D datorskärm inte är optimal för att visualisera 3D-data, men genom att t ex variera den position och orientering utifrån vilken den aktuella modellen ska betraktas (kameraåkning) kan man få känslan av 3D, även om det data som visualiseras är i grund och botten är 2,5D.

Anta nu att någon säger sig ha upplevt stor nytta med en omvärldsmodell representerad på 3D-formatet OpenFlight jämfört med samma terrängavsnitt representerat som ett eller flera vanliga 2D-lager. Det är då intressant att ställa sig frågan *varför* nyttan verkligen upplevs ha ökat. Är det för att modellen faktiskt är framtaget utifrån riktiga 3D mätdata och att den faktiskt innehåller mer information om hur terrängen verkligen varierar i alla tre dimensionerna? Eller är det för att man har lagt till syntetiska data i 3D-modellen, t ex skapat skokartongsliknande hus som inte liknar de verkliga husen utan bara är tänkta att ge en känsla för hur terrängavsnittet ser ut? Eller är det kanske för att data är representerat på ett format som gör att man kan importera det i ett 3D-visualiseringsprogram och vända och vrida på data och därigenom få en bättre förståelse för terrängen ser ut? Eller är det måhända rent av för att de 3D-data som användes var mer högupplösta eller noggranna är motsvarande kartbilder och att de därigenom inte var helt jämförbara?

Och omvänt – hur ska man förhålla sig när någon säger sig *inte* sett någon ökad nytta med 3D? Kan det ha varit så att vederbörande i själva verket använt 2,5D- snarare än 3D-data? Eller var han eller hon kanske förhållandevis ovan med att använda 3D-visualiseringsmjukvara jämfört med vanlig karta? Eller råkade det handla om en tillämpning där höjdinformation överhuvudtaget inte behövdes för att lösa en viss uppgift; det kanske räckte alldeles utmärkt med vanliga foton tagna längs en gata istället för en explicit 3D-modell av samma gata för att göra rätt tolkning av situationen?

På FOI har under 00-talet bedrivits studier^{12,13} kring hur olika geodataunderlag/kartdata påverkar möjligheten att genomföra insatser i urban miljö, samt den nytta som 3D-data bedöms kunna tillföra. Vi anser att detta är en så pass viktig fråga att ytterligare studier borde bedrivas kring detta. Inte minst med tanke på vad t ex laser- och stereofototeknik i dagsläget erbjuder i form av noggranna och högupplösta mätdata är det viktigt att kartlägga vad som verkligen gör skillnad i en viss tillämpning, på det att resurser i slutändan kan användas där de verkligen gör skillnad.

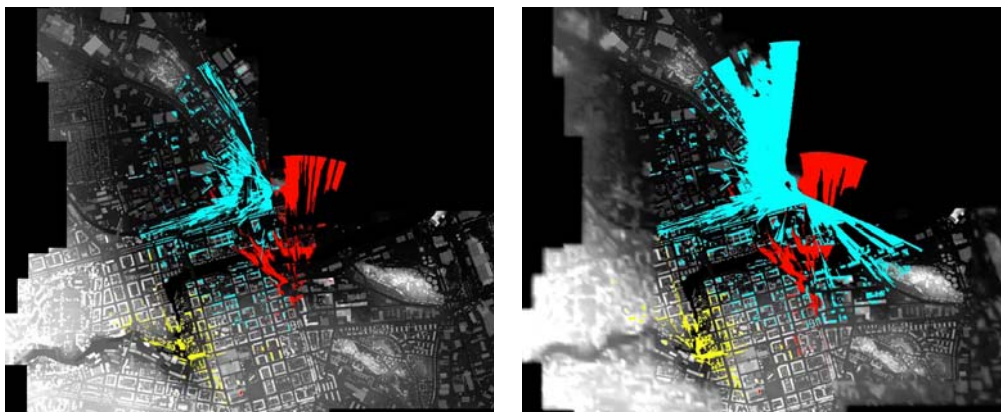
3.5 Värdering av 3D-modellers kvalitet

I takt med den snabba tekniska utvecklingen, inte minst inom den kommersiella sektorn, finns ett stort och växande utbud av produkter och tjänster kopplade till framställning av 3D omvärldsmodeller. Även fast resulterande modeller ofta kan te sig likartade rent visuellt skiljer de sig ofta sinsemellan genom det sätt de framställts. De kan vara framtagna utifrån olika underlag med olika upplösning och noggrannhet (kartor, flygbilder, laserdata, satellitbilder, etc), vara mer eller mindre aktuella, ha genomgått olika typer av databearbetnings- och filtreringssteg, etc. För att kunna säkerställa att en modell håller måttet i en given tillämpning är det därför viktigt att kunna beskriva en modells kvalitet i förhållande till den aktuella tillämpningen. Detta gäller alla typer av modeller, och 3D omvärldsmodeller utgör inget undantag. En lång rad olika tänkbara och relevanta måttstockar finns, t ex antal korrekt respektive felaktigt klassificerade objekt, geometrisk korrekthet, etc, men det är modellens användningsområde som avgör olika kvalitetsmått relevans. Det är således viktigt att så långt det är möjligt utreda vilka aspekter av en omvärldsmodell som är viktigast i en given tillämpning. Räcker det att modellen ska se tillräckligt bra ut för att man ska känna igen sig i terrängen? Att geometrin på byggnadernas tak är så korrekt som möjligt? Att träden står på rätt plats?

Ett belysande exempel är siktfältsanalys. Det förekommer på marknaden en rad produkter som erbjuder möjlighet att uppskatta siktfält utifrån geometri. Det som ofta saknas, eller som i vart fall sällan betonas, är dock information om den förväntade *tillförlitligheten* eller *felmarginalerna* i analysen. Betrakta exemplet i Figur 4 som illustrerar hur kvaliteten på den aktuella modellen drastiskt kan påverka det uppskattade siktfältet från en viss position.

¹² Jenny Lindoff, Patrik Lif, Birgitta Kylesten, "Vilken nytta har beslutsfattare av 3D-information i dynamiska komplexa situationer?", FOI Memo 944, 2004

¹³ Birgitta Kylesten, Håkan Hasewinkel, "Hur avgör man vilken kartinformation som är kritisk vid internationella insatser", FOI-R--1970--SE, April 2006



Figur 4. Resultat av siktfältsanalys med homogena höjddata (1m raster) (vänster) och heterogena höjddata (25m, 5m och 1m raster) (höger) för centrala delar av Norrköping. Notera den stora skillnaden mellan resultaten.

Utöver att den spatiella upplösningen i sig påverkar resultatet uppstår typiskt ytterligare felaktigheter till följd av att analysen i Figur 4 baserar sig på 2,5D-data (se avsnitt 3.4). Därför saknas helt möjlighet att identifiera de områden där man kan ha möjlighet att se under olika typer av objekt, t ex broar och balkonger. Dessutom krävs mer än geometri för att en siktfältsuppskattning ska bli realistisk. Man kan ju ofta se delvis igenom buskage och ana vad som finns där bakom, medan byggnader oftast kan betraktas som solida, ogenomskinliga objekt. Det är rimligt att anta att för att siktfältsanalys ska kunna accepteras som ett pålitligt verktyg i en skarp situation krävs detaljerad kännedom om, och nyttjande av, terrängens egenskaper, och om inte annat åtminstone information om de felaktigheter som kan uppstå som följd av ofullständigheter i modellen. Det är således önskvärt att ha spårbarhet i modellens tillblivelse, att kunna veta utifrån vilka krav och dataunderlag den har tagits fram, så att man kan avgöra hur väl den kommer att passa en viss tillämpning.

Ytterligare problem uppstår när en modell som skapats utifrån vissa kriterier och antaganden används i en tillämpning där andra kriterier prioriteras. Antag t ex att en 3D-modell som ursprungligen tagits fram och visat sig mycket användbar för simulering av IR-signaturer i ett senare skede används för att göra siktfältsanalys, t ex för att i en planeringsfas bedöma lämpliga framryckningsstråk som minimerar exponering från vissa positioner. Är det då säkert att den aktuella modellen duger för denna nya tillämpning? I själva verket bör väl modellen för den nya tillämpningen, och således hela den databearbetningskedja som leder fram till modellens tillblivelse, utformas så att en siktfältsanalys genomförd utifrån modellen så väl som möjligt överensstämmer med verkligheten?

Ett annat belysande exempel kan hämtas från fysikaliska simuleringar. De metoder för rekonstruktion av byggnader som utvecklats inom tidigare omvärldsmodelleringprojekt togs ursprungligen fram utifrån att byggnaderna skulle "se bra ut", inte nödvändigtvis vara optimala för detaljerad, fysikalisk simulering. I själva verket innehåller dessa byggnader inte sällan hål som följd av att polygonerna som representerar byggnadens geometri inte riktigt sitter ihop (kanske p g a avrundningsfel eller bristande kontroll över den slutliga byggnadens geometriska konsistens). De kan se väldigt bra ut på håll och med andra ord vara helt adekvata för visuell simulering, men i beräkningsprogrammen kan det just vara sådana små felaktigheter som är helt avgörande för om modellen överhuvudtaget kan användas i det syftet.

3.6 Typterrängmodeller

Medan det i många tillämpningar är av högsta intresse med en så korrekt geospecifik modell som möjligt (t ex för planering inför insats, verkansbedömning, etc) ställer andra

tillämpningar snarare krav på det omvända – en generisk, geotypisk modell. Ett antal fördelar med att använda geotypisk terräng i vissa sammanhang kan identifieras. För utbildning är det t ex önskvärt att lära soldaterna att hantera typsituationer och då är det ofta en fördel att modellen inte gör anspråk på att vara en avbildning av verkligheten, bl a eftersom man vill undvika att soldaterna utnyttjar sin personliga kännedom om det verkliga geografiska området i simulatormiljön. Dessutom kan det vara både känsligt och svårt att såväl få tillgång till som att använda en geospecifik modell av, säg, ett område i en eventuellt blivande konflikthärd.

Notera att en geotypisk (liksom en geospecifik) modell ska inte bara ”se bra ut” utan avspejla den faktiska terrängens egenskaper, på det att man kan ”träna rätt” m h a modellen; det ska vara ”rätt sorts” vägar, korsningar, diken, byggnader, material, vegetation, framkomlighet, etc. Inom NATO har redan behovet av metoder för framtagning av typterrängmodeller identifierats. Gruppen MSG-071 ”Missionland: A Universal, Generic, Multi-Spectral Simulation Environment Database” adresserar detta problem med särskilt fokus på spektral simulering. Vi bedömer att i takt med att möjligheterna att göra verklighetstroga och mångfacetterade simuleringar ökar kommer intresse för sådana modeller att öka även nationellt. En möjlighet att snabbt kunna ta fram flera modeller svarande mot en viss typ av terrängavsnitt borde rimligen vara effektivt ur ett utbildnings- och träningsperspektiv, jämfört med att nyttja det begränsade antal instanser av det önskade terrängavsnittet som återfinns i en viss geospecifik modell. På vägen mot en effektiv metodik för detta kan ett antal FoU-frågeställningar adresseras:

- Hur kan man, för en given tillämpning och på ett strukturerat sätt, definiera den geotypiska modellens önskade egenskaper?
- Utifrån en definition av önskade egenskaper, hur kan man framställa en geotypisk omvärldsmodell av tillräcklig kvalitet? Kan framställningsprocessen automatiseras?
- Kan man genom datainsamling, t ex mätningar, extrahera relevanta parametrar från en verklig miljö som sedan kan ligga till grund för framställningar av liknande, dock geotypiska, modeller?

3.7 Bättre samordning kring geo- och omvärldsmodellfrågor i försvarsfamiljen

En bild som växt fram utifrån de diskussioner och samtal som förts med berörda parter inom såväl FM som FOI och FMV är att en tydligare och bättre struktur inom ”geoområdet” är önskvärd. I dagsläget finns många intressenter som bedriver verksamheter som på ett eller annat sätt involverar 3D-modeller, geodata, etc, men som i stor utsträckning adresserar dessa frågor självständigt snarare än tillsammans med andra med likartade problem. En sådan situation är egentligen inte särskilt förvånande. En trolig bidragande anledning är att geodataförsörjningsfrågor under den tid då FM:s främsta uppgift var försvar av känd svensk terräng av naturliga skäl inte var lika komplexa. En annan anledning kan vara de senaste årens snabba tekniska utveckling inom området; en lång rad aktörer erbjuder nu många olika produkter och tjänster som naturligtvis erbjuder vinster för den egna verksamheten men som i många fall också resulterar i inläsningseffekter och framtida kompatibilitetsproblem.

I takt med forskningen och den snabba teknikutvecklingen ökar möjligheterna att utnyttja högupplösta geodata och 3D omvärldsmodeller för ”nya” försvarsrelaterade tillämpningar. Högupplösta geodata och omvärldsmodeller erbjuder inte ”bara” möjlighet att ge en bättre förståelse för geografiskt område via direkt visuell tolkning (en ”högupplöst karta”) utan även möjlighet att genomföra olika typer av datorbaserade beräkningar som stöd för efterföljande beslut och bedömningar. Detta kan betraktas som en mer indirekt användning av det geografiska underlaget, där ett datorprogram i princip utgör ett gränssnitt mellan modellen/geografiska data och operatör. Vi bedömer att det i takt med den ökande

informationstillgången kommer att framkomma allt fler önskemål om stödsystem för att kunna hantera och dra maximal fördel av all den tillgängliga informationen. Vi anser därför att en tydligare samordning inom försvarsfamiljen är önskvärd för att bättre kunna möta utmaningarna kopplade till geofrågor i framtiden. En möjlig åtgärd kunde vara att inrätta någon form av arbets-/samverkansgrupp inom FM, FOI, FMV, FHS där problem, behov, idéer, forskningsresultat och tillämpningar avseende geografisk information och omvärldsmodeller *regelbundet* presenteras, granskas och diskuteras.

3.8 TRL-nivåer

För att förbättra överföringen av forskningsresultat till FM och, omvänt, behovs- och problemformuleringar från FM till FOI, är det önskvärt med en samsyn kring den tekniska mognadsgrad som ett system skall uppnå för att vara intressant att utvärdera/prova. I praktiken krävs att TRL-nivåerna för FoU-sidan respektive presumtiva användare överlappar för att ett produktivt förhållande dem emellan skall kunna uppnås. Problem uppstår alltså när det blir ett gap på TRL-skalan mellan forskning och (presumtiva) användare.

Att TRL-nivåerna skiljer sig mellan forskare/utvecklare och användare är naturligtvis varken konstigt eller fel, men man måste vinnlägga sig om på att forskningens mognadsgrad matchar de tänkta efterföljande stegen. Vi tror att man bör öka medvetenheten och tydligheten kring detta, på det att bl a fler intressanta tillämpningar av 3D omvärldsmodeller skulle nå en bredare publik.

Vi tror det vore bra om varje verksamhet relaterad till geodata/omvärldsmodeller (liksom annan verksamhet också, för den delen), såväl på utvecklings- som på användarsidan och så långt det är möjligt, specificerades i termer av TRL-nivåer tillsammans med ytterligare kompletterande och förtydligande information. Denna specificering kunde sedan göras synlig för andra verksamheter i de gränssnitt som införts (eller kommer att införas) som stöd för informationsutbyte mellan verksamheter/projekt, t ex FMVs M&S-resurskatalog, KUPAL, etc. På så sätt skulle TRL-klassificeringen kunna tjäna som ett verktyg inte bara från strategiskt håll, utan på alla nivåer.

Dessutom vore det önskvärt att ansvariga för FoU- respektive användarsidan regelbundet ålades eller ombads att bedöma vilka resurser som skulle krävas för att föra verksamheten uppåt (FoU) respektive nedåt (användare) på TRL-skalan, med målet att de till slut ska sammanfalla. I vissa fall går det kanske att lösa inom ramen för FoU-verksamheten, i andra fall kanske andra aktörer (t ex industrin) är mer lämpade att ta över.

4 Slutsatser och fortsatt arbete

Här presenteras en lista över ett antal områden relaterade till geodata och omvärldsmodeller, inom vilka fortsatt verksamhet bedöms vara av särskilt stor nytta för FM.

- Framställning av detaljerade och tillämpningsspecifika 3D-omvärldsmodeller (avsnitt 3.1)
- Samsyn kring dataformat för 3D-data och omvärldsmodeller (avsnitt 3.2)
- Infrastruktur för effektiv datadelning (avsnitt 3.3)
- Värdering av nyttan med 3D-modeller kontra mer traditionell representation av geodata (avsnitt 3.4)
- Värdering och beskrivning av olika omvärldsmodellers kvalitet och relevans i olika tillämpningar (avsnitt 3.5)
- Karakterisering och framställning av geotypiska terrängmodeller (avsnitt 3.6)
- Bättre samordning kring geodata- och omvärldsmodellfrågor i försvarsfamiljen (avsnitt 3.7)
- Beskrivning av verksamheter i termer av TRL-nivåer (avsnitt 3.8)

4.1 Fortsatt arbete 2010

Med utgångspunkt i årets arbete och genom att utnyttja det etablerade kontaktnätet fokuseras verksamheten 2010 mot att tillsammans med ett antal presumtiva slutanvändare inom FM i mer detalj undersöka och beskriva lämpliga åtgärder för att få till stånd mer, effektivisera nuvarande eller rikta om FoU-verksamhet inom särskilt intressanta områden.

En viktig faktor i arbetet kommer att vara en tät dialog med representanter från FM, FMV och FOI. Eventuellt kan en workshop komma att hållas kring något särskilt intressant och attraktivt tema.

Fortsatt medverkan i NATO SET-118 ger, liksom kontakter internt FOI och med industrirepresentanter, kunskap om den senaste sensorteknikutvecklingen och hur denna kan bidra till utvecklingen avseende omvärldsmodellering och framtida geografisk informationsförsörjning.

5 Omvärldsrelationer

5.1 Nationellt

Under året har ett kontakt tagits med representanter för ett antal verksamheter inom FM och FMV (se avsnitt 2.2) där FOIs verksamhet inom avseende omvärldsmodeller och deras användningsområden har presenterats.

Projektet bidrar vid behov med kunskap, metoder och särskilt framställda högupplösta omvärldsmodeller till projekt inom FOI. Detta gör det möjligt för dessa projekt att genomföra mer realistiska och omfattande studier, utvecklingsarbeten och värderingar. Under 2009 lämnades bl a stöd till följande projekt:

- ”Remote Sense Data for Dispersion Modelling” i form av leverans av laserdata och 3D-byggnadsmodeller för ett område i Norrköping. I det nämnda projektet (finansierat av Rymdstyrelsen) används 3D-data för spridningsberäkningar i urban miljö, bl a för verifikationsstudie av flödes- och turbulensfält.
- ”Bistatisk SAR för urban miljö” i form av en högupplöst höjdmodell av ett ca drygt 30 km² stort område av Kvarns skjutfält. Höjdmodellen är baserad på flygburen laserskanning genomförda sommaren 2006.

Beträffande kontinuerlig samverkan med andra projekt har omvärldsmodelleringsprojektet särskilt tät kontakt med två FoT-projekt:

- ”Simuleringsbaserade metoder för sensorvärdering”, där olika typer av omvärldsmodeller utgör en viktig komponent för sensorsimuleringar, och
- ”Måligenkänning med högupplösande 3D-avbildande laserradar” med vilket bl a framtida möjligheter och gemensamma intressen avseende signalbehandling av 3D-data diskuteras

Inom ramen för nätverket SESAM (”Förvarssektorns Användargrupp för Software Engineering”) anordnades den 19/11 ett seminarium med titeln ”Geodataförsörjning och dess användning i systemlösningar”. Under detta presenterades FOIs omvärldsmodelleringsverksamhet inför representanter från ca 20 olika företag liksom från FM och FMV, i syfte att främja kunskapsutbyte och samarbete inom geområdet.

5.2 Internationellt

Under 2009 hölls två NATO-möten inom gruppen SET-118 ”3D Modeling of Urban Terrain”

- Southampton, Storbritannien (april 2009), och
- Ettlingen, Tyskland (november 2009).

Dessutom undersöks inom ramen för det pågående samarbetet mellan FOI och AFRL (”Project Agreement Ladar Technology TRDP-US-SW-AF-07-0001”) bl a hur signalbehandlingsmetoder som utvecklats inom tidigare omvärldsmodelleringsprojekt kan användas på laserdata från olika sensorsystem, bl a mer långräckviddiga och därför potentiellt mer taktiskt lämpade.

6 Appendix: Sammanställning av enkätsvaren

Här ges en sammanställning av den utskickade enkäten (Dnr: FOI-2009-2506).

6.1 Enkäten i korthet

Fram till 2 november hade totalt 15 av ca 60 utskickade enkäter besvarats och kommit oss tillhanda. 7 kom från FOI och 8 från FM/FMV eller av FM/FMV anlidade konsulter. Sammanställningen har delats upp på svar från FOI respektive svar från FOI/FMV och grupperats enligt enkätens uppdelning till rubriknivå två:

Rubrik	#FOI	#FM/FMV	Frågor
Respondent	7	8	1-7
Skapande av GI	2	3	8-22
Förädling av GI	3	4	23-38
Distribution av GI	2	4	39-49
Användning av annan än 3D GI	3	7	50-58
Användning av 3D GI	5	3	59-74
Server	1	3	75-81
Återkoppling (från respondent)	0	0	82

Bland de ca 60 mottagarna av enkäten fanns i flera fall fler än en representant från en viss verksamhet, detta för att vi på förhand inte vetat vem som varit mest lämplig att besvara den. Det skall dessutom tilläggas att några ytterligare enkätsvar inkommit efter det att denna sammanställning genomförts.

6.2 Respondent, F1-7

Frågorna avser förutom kontaktuppgifter hur respondenten ser på sig själv som användare av GI och om respondenten kan tänka sig delta i djupintervjuer, workshops, etc. Frågorna tar också upp vilken lägsta TRL han eller hon kan acceptera.

6.2.1 FOI

Nästan alla av de som svarat kan tänka sig delta i en djupintervju och/eller workshop. De flesta ser sig själva som användare av geografisk information/data (GI). Acceptabel TRL för utvärdering och användning är på den lägre skalan 3-4. En person har uppgett att denne inte arbetar med GI.

6.2.2 FM/FMV

Nästan alla av dem som svarat kan tänka sig delta i en djupintervju och/eller workshop. Mindre än hälften har tidigare varit i kontakt med FOI i ärendet GI. De flesta ser sig själva som användare av GI och hälften anser sig vara utvecklare av GI-system. Acceptabel TRL för utvärdering och användning är på den högre skalan 6-7.

6.3 Skapande av GI, F8-22

Frågorna avser hur GI skapas, vilka sensorer som används och hur GI hanteras.

6.3.1 FOI

Två respondenter ansåg sig skapa GI. Båda arbetade med 3D vektorlager och båda inhämtar information från flygburna sensorer. Informationen består av byggnader, mark och materialegenskaper. Båda har behov av att interaktivt kunna uppdatera GI, t ex materialklassning och/eller dynamiska omgivningar. Önskemål om automatisk materialklassning framkom.

6.3.2 FM/FMV

Tre respondenter ansåg sig skapa GI, en av dessa endast undantagsvis. Två skapar 2D-vektorlager, 1 rasterlager. Informationen består av vägar, broar, kulvertar samt världstäckande högupplöst vektordata (1:50k). Satellitfoton och markburen inmätning användes. En respondent har angivit att egna programvaror använts och då till metadata, kontroller samt attributsättning av GI. Två har behov av att interaktivt kunna uppdatera GI, t ex för koordinering, attributsättning samt korrelering/sammanslagning av GPS-spår. Dålig prestanda vid hantering av stora datamängder har angivits som en begränsning av dagens tekniska lösningar. Önskemål framkom om mer genomtänkta system som är flexiblare och underlättar interoperabilitet. Det nämndes också två projekt som kan utgöra inspiration för framtida system; Tracks4Africa och Topofusion. Tracks4Africa handlar om community-baserad kartering av Afrika och Topofusion avser samvisualisering, analys av GI och GPS-spår från olika källor.

6.4 Förädling av GI, F23-38

6.4.1 FOI

Tre respondenter svarade att de arbetade med förädling av GI. Två arbetade med 3D vektorlager och informationen bestod av höjddata, markklassificering, vägar, hus samt materialklassificering av terräng. Två använder 3D vektorlager, två rasterdata och en 2D vektorlager som indata och består av byggnader, mark och vägar. Två har ett behov av att interaktivt uppdatera GI, exempelvis materialklassning och täckningsdiagram. Prestanda har angivits som ett problem vid hantering av GI. Önskemål att automatiskt kunna generera terräng från osgEarth eller Google Earth har framkommit. Två bedömer att sensorsimuleringar är drivande av utvecklingen inom sitt område.

6.4.2 FM/FMV

Fyra respondenter ansåg sig arbeta med förädling av GI. Huvudsakligen produceras 2D-vektorlager, en producerade yttäckande rasterlager samt en 3D vektorlager. Samtliga använde 2D vektorlager som indata, en använder 3D vektorlager och en använder yttäckande raster som indata. En har uppgett att han/hon har behov av att interaktivt kunna uppdatera GI, övriga har uppgett att de inte har ett sådant behov eller inte svarat.

6.5 Distribution av GI, F39-49

6.5.1 FOI

Två uppger att de distribuerar GI, en att framtida planer på att göra det finns. Uppgivna källor är FM, GeoInfo, SAAB, Metria samt öppna källor. En distribuerar GI via

rapporter/presentationer, en via filer/USB-minne. Egenutvecklad mjukvara har använts och då för att visualisera GI. Bristen på tillgång av data i rätt format upplevs som begränsande.

6.5.2 FM/FMV

Fyra respondenter uppger att de arbetar med distribution av GI. Som källor har FM, GeoSE, statliga myndigheter samt öppna källor angivits. Två lagrar GI analogt, tre digitalt i en katalogstruktur, tre i en databas. Två upplever inga begränsningar med dagens tekniska system, två har ej svarat. Behovet av en gemensam NATO databas för GI kom fram samt behovet av automatisering.

6.6 Användning av annan än 3D GI, F50-58

6.6.1 FOI

Tre säger sig använda (annan än 3D) GI. Användningsområdena skiftade. Data bestod exempelvis av baskartor, jord- och byggnadsdata.

6.6.2 FM/FMV

Sju säger sig använda (annan än 3D) GI. Användningsområdena skiftade men få använde GI till materiel-/metodutveckling. Sex använder elektroniska kartor, fyra rasterdata, fyra vektorlager samt tre papperskartor. Framtida behov som lyfts fram är samordning av distribution, hög automatisering vid framställning och hantering av GI.

6.7 Användning av 3D GI, F59-74

6.7.1 FOI

Fem svarar att de använder sig utav 3D GI. Huvudsakligen användes 3D GI för simulering. Mest användes geospecifika områden. Storleken och upplösning på området varierade från enskilda byggnader med decimeterupplösning till områden större än 10x10 km med meterupplösning. Geotypiska och geospecifika områden är lika intressanta. GI bestod av höjddata, byggnader, material och detaljer. Geometrisk korrekthet anses viktigt. De flesta hade ej något realtidsbehov, en ansåg sig klart ha det. Två tyckte att data skulle komma från industrin, en från FOI. En fix och färdig modell verkar för det mesta räcka även om önskemål att kunna uppdatera modellen interaktivt finns. Två ansåg att de åtminstone ibland hade krav på ledtider. En hade inte det. Två uppgav att det finns behov att nyttja samma data som annan verksamhet, en önskade att det var så.

6.7.2 FM/FMV

Tre ansåg sig arbeta med 3D GI. Tre inför och under insats/övning, en efter insats/övning samt en under utbildning. Information som är intressant är höjddata, vägnät, kraftledningar, byggnadsdata, satellit- och flygfoton samt terrängklassificering. Önskemål på maximal upplösning och realism fanns. Huvudsakligen används geospecifika områden. Samtliga respondenter har realtidskrav. Två tycker att det räcker med en fix och färdig modell, ledtiden beror på verksamhet från någon timma till årsvis. En uttrycker behov av att nyttja samma 3D GI som annan verksamhet.

6.8 Server, F75-81

6.8.1 FOI

En respondent uppger att denne använder sig utav en server som tillhandahåller GI. Servern tillhandahåller 3D-modeller som används i sensorsimuleringar. Två av de som svarade att de inte använder en server/databas uppger att de har behov av en sådan. I det ena fallet var behovet en kartdatabas i det andra fallet fanns behov av att mha WMS distribuera 3D-landskap.

6.8.2 FM/FMV

Två respondenter uppger att de använder sig utav en server som tillhandahåller GI, en uppger sig administrera en sådan. En av de som svarade nej uppger att denna har behov av en serverlösning och håller på att titta på en sådan. Övrigt behov som framkom var lagring och distribution av data för kvalitetskontroll.

6.9 Återkoppling, F82

6.9.1 FOI/FM/FMV

Förutom förslag på namn på ytterligare enkättagare och förtydliganden, som införlivats i text ovan, har inte någon ytterligare återkoppling skett