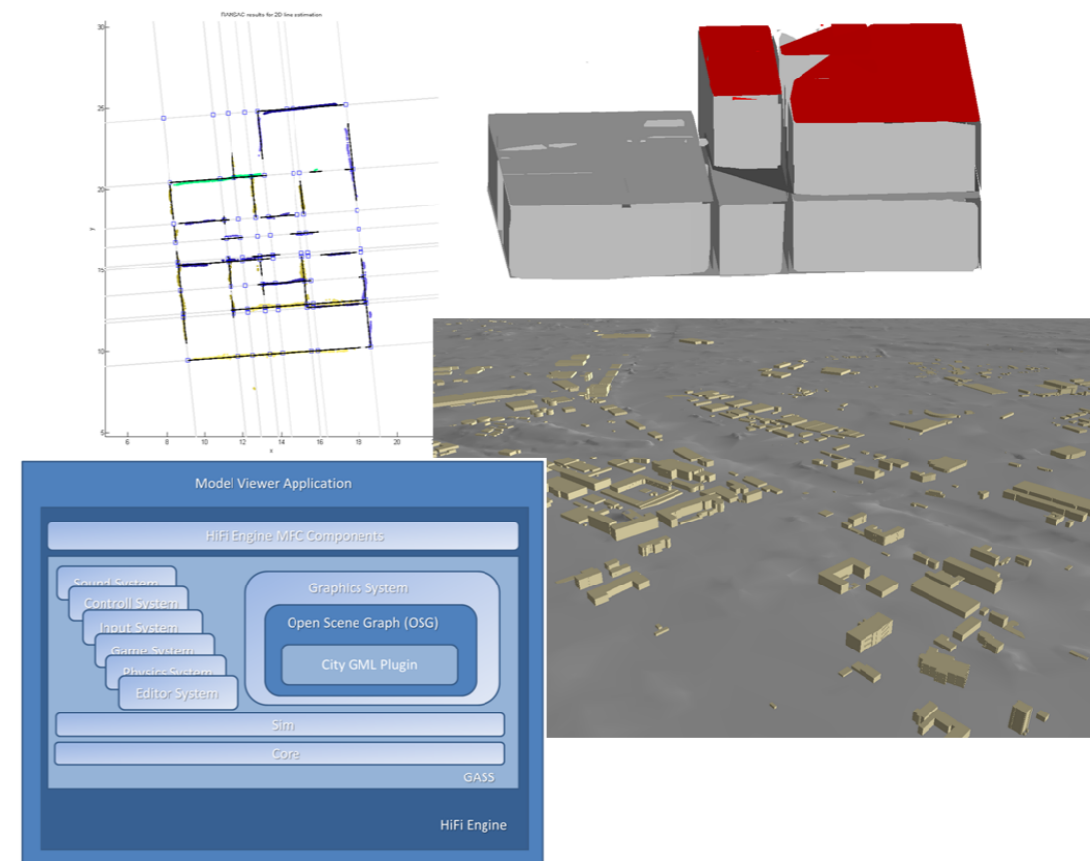


GUSTAV TOLT, PETER FOLLO, JOHAN HEDSTRÖM, TORBJÖRN HÄRJE



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.

Gustav Tolt, Peter Follo, Johan Hedström,
Torbjörn Härje

Årsrapport för Omvärldsmodellering 2012

Titel	Årsrapport för Omvärldsmodellering 2012
Title	Annual report for Synthetic Environment Modeling 2012
Rapportnr/Report no	FOI-R--3553--SE
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2012
Antal sidor/Pages	20 p
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
FoT område	Modellering och simulering
Projektnr/Project no	E54032
Godkänd av/Approved by	Per Johannesson
Ansvarig avdelning	Sensor- och TK-system

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk. All form av kopiering, översättning eller bearbetning utan medgivande är förbjuden.

This work is protected under the Act on Copyright in Literary and Artistic Works (SFS 1960:729). Any form of reproduction, translation or modification without permission is prohibited.

Sammanfattning

Den här rapporten sammanfattar verksamheten 2012 i projektet Omvärldsmodellering. Projektet adresserar frågor kring automatisk hantering av omvärldsmodeller och metoder för framställning av sådana från olika typer av grunddata. Särskilt fokus är på semantiskt berikade modeller såsom CityGML och hur dessa kan ge bättre förutsättningar att använda terränginformation i olika tillämpningar.

Under 2012 har verksamheten huvudsakligen bedrivits längs tre spår. Det ena handlar om automatiserade kopplingar mellan CityGML och en relationsdatabas. Syftet är att möjliggöra dynamisk och skräddarsydd åtkomst till sådana modeller istället för att, som vanligen är fallet, vara tvungen att hantera dem som (stora) filer. Det inledande arbetet med detta har resulterat i ett konferensbidrag till Geoprocessing 2013 som beskriver de olika delstegen i processen och som presenterar resultaten av försök med tre olika kandidatramverk för detta.

Det andra spåret rör olika metoder för att framställa CityGML-modeller. I samarbete med FoT-projektet Övervakningssystem har en första CityGML-modell av en inomhusmiljö tagits fram. Utifrån 3D-data från ett portabelt stereokamerasystem kan plana ytor extraheras och klassificeras som t ex vägg, tak och golv och slutligen representeras som en CityGML-modell.

Det tredje spåret rör integration och viss vidareutveckling av en plug-in för inläsning av CityGML i en programmiljö, något som öppnar dörren för analys och tematisk visualisering av sådana modeller i en rad tillämpningar.

Därutöver har ett flertal kontakter förevarit med andra projekt som bl a resulterat i planer på fördjupat samarbete med FoT-projektet Syntetiska Aktörer under 2013. Syftet är att uppnå synergieffekter mellan projektens verksamheter och går i korthet ut på att utnyttja terrängens egenskaper för att få simulerade agenter att röra sig mer naturligt.

Nyckelord: Syntetiska omvärldsmodeller, 3D, CityGML, semantik

Summary

This report summarizes the activities 2012 in the Synthetic Environment Modeling project. The project addresses questions related to automatic handling of synthetic environment models and methods for creating such models from different types of input data. The project focuses especially on semantically enriched models, e.g. CityGML, and how these can improve the possibilities of using terrain information in different applications.

In 2012, the work within the project can roughly be divided into three parts. One is about automated couplings between CityGML and a relational database. The purpose is to enable dynamic and customized access to such models instead of having to treat them as (large) files, which is normally the case. The initial work on this has resulted in a paper for the conference Geoprocessing 2013 that describes the different stages in the process and presents the results from experimental trials with a number of candidate frameworks for this.

The second part concerns methods for creating CityGML models. In cooperation with the project Surveillance Systems, a CityGML model of an interior of a building has been created. From 3D data acquired with a portable stereo camera system, planar surfaces can be extracted and classified as wall, roof and floor and finally be represented as a CityGML model.

The third part concerns integration and further development of a plug-in for importing CityGML in a software environment, which opens the doors for analysis and thematic visualization of such models in a range of applications.

Moreover, a number of contacts have been taken with other projects, which has amongst others resulted in plans for a deeper cooperation with the project Synthetic Actors in 2013. The purpose is to achieve synergies between the two projects and focuses on using terrain properties to make simulated agents move more realistically.

Keywords: Synthetic Environment Models, 3D, CityGML, semantics

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
2	Semantiska 3D-modeller	8
2.1	Semantiskt berikade modeller.....	8
2.2	Tillämpningar av semantiska 3D-modeller.....	8
3	Koppling CityGML – databas	10
4	Skapa semantiska 3D-modeller	11
4.1	CityGML för inomhusmiljöer.....	11
4.2	Från grunddata till CityGML	13
5	Inläsning och visualisering av CityGML	15
6	Omvärldsrelationer	17
6.1	Andra projekt.....	17
6.1.1	Metadata för 3D-informatik	17
6.1.2	Syntetiska aktörer	17
6.1.3	SWERISK.....	17
6.2	Internationella kontakter.....	17
6.2.1	RDECOM/STTC (Orlando, FL)	17
6.2.2	FFI.....	17
6.3	FM/FMV	18
7	Fortsatt arbete	19
8	Referenser	20

1 Inledning

Den här rapporten redovisar arbetet inom projektet Omvärldsmodellering 2012 som hör till FoT-området Modellering och Simulering. Projektet studerar användning av geografisk information i olika försvarstillämpningar, med tonvikt på 3D omvärldsmodeller. Särskilt fokus sätts på frågeställningar rörande ny teknik för effektiv geodatahantering och interoperabilitet, och hur detta förbättrar möjligheterna att använda 3D-modeller för t ex simuleringar, analyser och fysikaliska beräkningar. Inom projektet studeras semantiskt berikade terrängmodeller (t ex CityGML) och det mervärde sådana kan erbjuda i olika tillämpningar. Den underliggande tesen är att det finns vinster i att representera terrängen på sätt som hanterar mer information än vad som vanligen är fallet i 3D-modeller för visuell simulering, där fokus är på geometri och textur.

Genom projektets arbete kan FM erbjudas förbättrat stöd vid utveckling och utvärdering av nya koncept, samt framtagande av kravspecifikationer.

Projektets vision är en kedja av komponenter som gör att semantiskt berikade modeller kan skapas, lagras, distribueras och läsas in i olika tillämpningar. För detta krävs metoder, tekniker och verktyg för framställning av semantiskt berikade omvärldsmodeller och maskinell hantering (lagring, distribution, parsning, etc) av geodata.

Projektet vill också påvisa hur användningen av geografisk information kan effektiviseras genom standardiserade gränssnitt och format. Basen för detta inom projektet är en server för distribution av geografisk information mha standardiserade gränssnitt.

Arbetet under 2012 har fokuserats på utveckling av metoder och verktyg för att hantera semantiska 3D-modeller. Därvidlag har olika delproblem adresserats som alla passar in i den ovan beskrivna visionen:

- Tekniska lösningar för de bakre delarna i dataförsörjningskedjan: teknik för att läsa/skriva semantiska 3D-modeller från/till databaser (kapitel 3)
- Metoder för automatiserat skapande av semantiska modeller: dels för inomhusmiljöer utifrån insamlade 3D-data, dels för större stadsmodeller utifrån existerande grunddata såsom vektordata och höjdmodeller (kapitel 4)
- Använda semantiska modeller i tillämpningar: programkod och mjukvaruramverk för t ex tematisk visualisering av modeller (kapitel 5)

2 Semantiska 3D-modeller

I det här kapitlet ges en kort introduktion till semantiska 3D-modeller, med fokus på CityGML. Texten är i allt väsentligt en sammanfattning av innehållet i [9] och läsaren som redan är bekant med detta område kan med fördel gå vidare till nästa kapitel.

2.1 Semantiskt berikade modeller

Semantiskt berikade 3D-modeller har kommit de senaste (fem-sex) åren som ett svar på ett behov av att gifta ihop traditionella 2D geografiska informationssystem (GIS) med 3D-modeller. Istället för att göra analyser i 2D och använda 3D t ex bara för visualisering uppkom behov av ett integrerat ramverk som på ett naturligt sätt kunde hantera information från båda domänerna, såväl geometriska som andra egenskaper. Detta accentuerade ett behov av strukturerat sätt att berika modellerna med *semantik*, t ex för att representera olika typer av objekt, knyta attribut till dessa, uttrycka relationer mellan objekt, etc.

Det finns idag dessutom starka incitament för samverkan inom geoområdet, inte minst genom EU-direktivet INSPIRE, som accelererar utvecklingen av lösningar där geografiska data kan utbytas mellan organisationer, kommuner, etc, på ett sådant sätt att data bevaras och *tolkas på samma sätt av alla användare*. För detta krävs semantik och ontologier som specificerar vad objekt representerar, hur de kan/får användas och hur de hänger samman (topologi).

Ett antal initiativ togs på i början på 2000-talet för att ta fram möjliga kandidater till semantiska datamodeller, och ur dessa har CityGML (City Geography Markup Language) kommit [8]. CityGML är en datamodell implementerad som ett XML-baserat filformat i form av ett applikationsschema för GML 3.1.1. Syftet med CityGML är att hantera objekt som återfinns i stadsmiljöer såsom byggnader, vägar, vegetation och vattendrag samt göra det möjligt att utbyta dessa stadsmodeller mellan olika applikationer för ökad interoperabilitet. CityGML är sedan några år en OGC-standard, vilket bidrar till dess ökade popularitet. OGC¹ (Open Geospatial Consortium) är en stor och inflytelserik spelare på geoområdet med över 400 deltagande organisationer och industrier och har tagit fram flera standarder på geoområdet.

Det som skiljer CityGML från tidigare 3D-format, exempelvis X3D och GeoVRML, som använts för att visualisera byggnader etc., är att CityGML inte fokuserar på effektiv visualisering utan istället syftar till att ordna data på ett strukturerat sätt, inklusive semantik och topologi utöver de ”vanliga” ingredienserna geometri och utseende. Denna aspekt gör CityGML intressant som informationsbärare och som lagringsformat (”back-end”-data) i ”3D-GIS”-system, t ex för kommuner och myndigheter. Varje geometrisk beståndsdel associeras med en semantisk beskrivning, s k *spatio-semantic coherence* [8]. Detta gör det bl a möjligt att analysera en modell utan att alltid blanda in geometrin.

2.2 Tillämpningar av semantiska 3D-modeller

Forskning kring metoder för effektivare krishantering tog fart ordentligt efter attackerna i USA 11 september 2001. Det saknades bl a verktyg för att representera omvärlden och analysera uppkomna krissituationer på ett effektivt sätt. Man insåg bl a att det var svårt att använda 2D underlag för byggnader (våningsplan) i scenarion som i högsta grad inbegrep alla tre dimensionerna (t ex utrymning av höghus). Semantiska 3D-modeller har bl a använts för *navigering* och *ruttplanering* i krissituationer, där 3D byggnadsmodeller och traditionell GIS-information kombineras för att identifiera möjliga in- och utgångar till den aktuella byggnaden, givet bivillkor som uppträder i form av blockerade passager och

¹ <http://www.opengeospatial.org/standards>

trafikhinder. Inom OGC Web Services – Phase 4 Demonstration har bl a visats hur attributsatta 3D-modeller tillsammans med webbtjänster kan användas i krishanteringssyfte för att skapa en lägesbild och göra analyser och sökningar. I [6] studerades hur semantiska modeller kan användas för att hitta optimala utrymningsvägar i ett krisscenario. Den aktuella modellen är en graf, där utrymningsrelaterade egenskaper knutits till noder och linjerna som förbinder dem sinsemellan. Sådan information kan t ex vara hur många människor som kan ta sig nerför en viss trappa eller genom en viss dörr per tidsenhet. Genom sökoperationer i grafen kan sedan optimala utrymningsvägar identifieras utifrån hur krisen utvecklas, t ex hur brand eller rök sprids eller hur antalet människor varierar över tid i byggnaden. Noteras kan att arbete med att ta fram liknande graf-modeller planeras i Omvärldsmodellering 2013, då i syfte att beskriva hur syntetiska aktörer tillåts röra sig i en stadsmiljö (avsnitt 6.1.2).

En annan faktor som motiverar användandet av semantik är sammansmältning av olika typer av geografiskt underlag till en enhetlig 3D-modell, t ex för visualisering, fysikaliska beräkningar, simulering eller liknande. Det krävs nämligen en medveten strategi för hur alla olika typer av objekt (vägar, byggnader, markyta, träd, etc.) ska fogas samman till en enhetlig och realistisk slutgiltig modell. Ju mer kunskap man har, desto bättre kan modellen bli. Stadler och Kolbe [1] menar att det utifrån endast geometrisk information, dvs utan (känd) semantik, inte går att automatisera detta. Med en rikare och mer detaljerad semantisk beskrivning av de olika ingående datamängderna och relationerna mellan objekt kan bättre strategier utvecklas för hur de ska kombineras, vilket ger bättre förutsättningar för att framställa 3D-modeller utan att operatörer måste vara inblandade.

En annan drivkraft bakom semantiska modeller är *interoperabilitet*. Métral m fl visar i [5] exempel på hur man genom att matcha en semantiskt berikad 3D-stadsmodells ontologi (t ex CityGMLs) med andra modellers ontologier kan samutnyttja modellerna och därigenom göra analyser som annars inte vore möjliga att genomföra, samt åtnjuta en högre grad av återanvändning och mervärde av modeller. Inom COST² (ett europeiskt ramverk för mellanstatlig samordning av nationellt bekostad forskning) finns ett initiativ kallat ”*Semantic enrichment of 3D city models for sustainable urban development*”³, vars syfte är att genom ett ontologibaserat angreppssätt förbättra möjligheterna att använda 3D-stadsmodeller tillsammans med modeller för olika typer av bedömningar.

² <http://www.cost.esf.org>

³ http://www.cost.esf.org/domains_actions/tud/Actions/TU0801

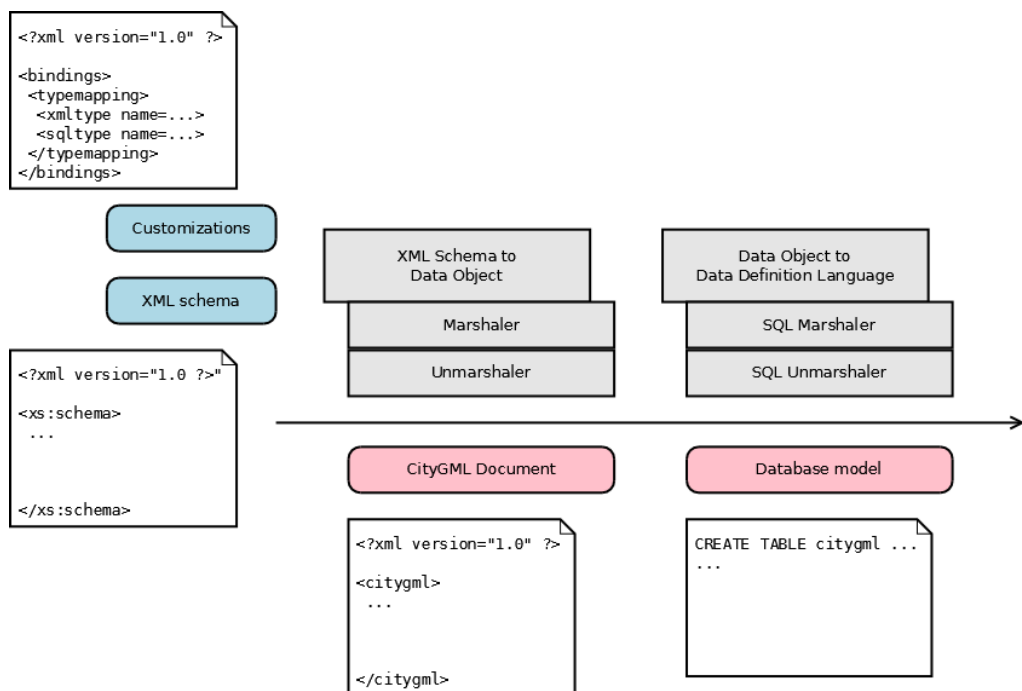
3 Koppling CityGML – databas

För stora geografiska områden med hög detaljrikedom blir CityGML-filer snabbt tämligen stora och därmed ganska otympliga att hantera. En annan nackdel är att det är ineffektivt att söka i filer (t ex efter en viss typ av objekt i ett visst geografiskt område), vilket gör det omständligt att bli göra skräddarsydda modeller vars innehåll är en delmängd av alla tillgängliga objekt.

För att få bukt med det har projektet under 2012 adresserat frågeställningar kring att lagra CityGML-modeller i en databas och, omvänt, att syntetisera modeller från innehållet i databasen. På grund av komplexiteten i schemat som beskriver strukturen för sådana modeller, krävs en metodisk genomgång av de olika stegen i processen. En rapportering av det inledande arbetet har skickats in som bidrag till konferensen Geoprocessing 2013 [2]. Bidraget består i huvudsak i att några olika tänkbara ramverk för ändamålet undersöks. En svårighet visade sig vara bristfällig dokumentation som gjorde att felsökning av kritiska buggar ej lät sig göras på tillgänglig tid.

Processen att gå från en datamodell beskriven av ett XML-schema till en representation av modellen i en databas kan delas upp i två faser. Dessa behöver inte vara separata men är det ofta i praktiken. Den första fasen utgår från ett XML-schema som beskriver modellen, exempelvis CityGML, och genererar källkod som kan användas för att maskinellt läsa och skriva XML-dokument (*marshaling/unmarshaling*) innehållandes denna modell.

Den andra fasen modifierar den tidigare genererade källkoden så att den interna representationen inte primärt jobbar mot datorns RAM-minne utan mot en databas. Utöver detta måste det genereras källkod som skapar och kopplar samman tabellerna i databasen vari modellerna skall lagras. Ofta benämns detta *Data Definition Language* (DDL) och består ofta av ett eller flera SQL-skript i de fall man använder sig utav en relationsdatabas. För att gå från en representation av en modell beskriven av ett XML-schema till en databasrepresentation på ett för applikationen så effektivt sätt som möjligt krävs en rad skräddarsydda justeringar (*customizations*). Ett exempel på en sådan justering kan vara att en viss XML-typ skall representeras av en viss databastyp, till exempel kan man tänka sig att en komplex XML-typ som representerar en polygon skall representeras av en i databasen inbyggd polygondatotyp.



Figur 1. XML-databas-koppling

4 Skapa semantiska 3D-modeller

I projektet utvecklas också metoder för att framställa CityGML från olika typer av grundmaterial. Under 2012 har detta arbete koncentrerats på två komponenter. Dels metoder för att skapa modeller för inomhusmiljöer utifrån 3D-data (oorganiserade mätpunkter), dels metoder för att sätta samman olika former av kart- och geodataunderlag till CityGML-modeller för större geografiska områden.

4.1 CityGML för inomhusmiljöer

Syftet med detta arbete är att lyfta karteringen av inomhusmiljöer från den representation av verkligheten som sensorerna använder för att kunna positionera sig, till en representation som är bättre lämpad för mänsklig tolkning och tillämpningar på högre nivåer. Målsättningen 2012 har varit att påvisa hur man kan gå från oorganiserade 3D-mätpunkter till en semantisk 3D-modell via automatiserad analys av scenens geometri. Det tänkta scenariot är att ett kompakt sensorsystem – handhållet, hjälmmonterat eller monterat på någon form av robot – flyttas runt inuti en byggnad och på så sätt avbildar byggnadens inre, varpå en karta konstrueras.

Arbete har bedrivits i form av ett examensarbete i samarbete med FoT-projektet Övervakningssystem som tillhandahållit mätdata från interiörmiljöer där data har insamlats med ett egenutvecklat stereokamerasystem [7].

För att komma från 3D-data till färdig modell behövs i stora drag följande komponenter:

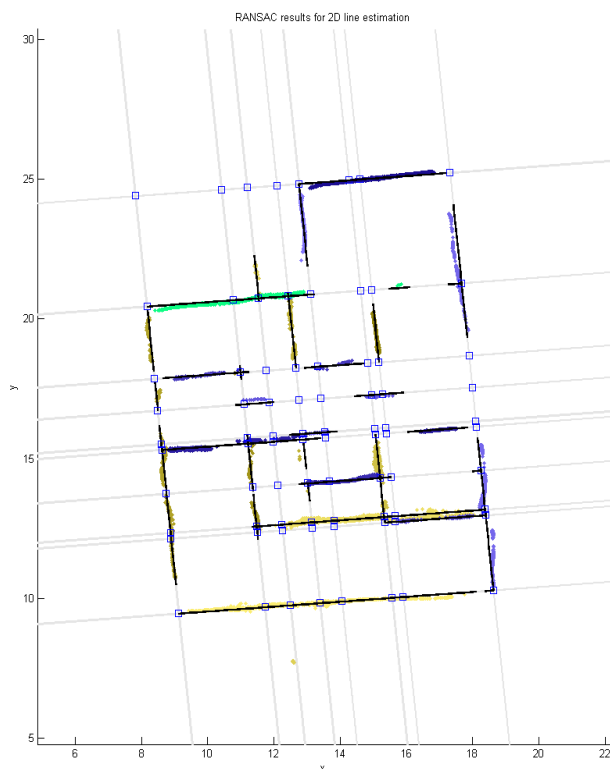
1. En datastruktur som medger effektiv sökning i 3D-data (t ex för att hitta grannpunkter utan att hela tiden behöva söka igenom alla punkter)
2. Skattning av geometrin kring en 3D-punkt (hittills: plan). Detta inkluderar estimering av normalriktningar.
3. Identifiera punkter med liknande geometriska egenskaper som tillsammans kan beskrivas med en gemensam geometri (ett plan). Med olika typer av skattningmetoder som bl a utnyttjar statistiska egenskaper hos mätdata kan större ytor detekteras, trots relativt brusiga och oregelbundet samplade data.
4. Snygga till planen (jämna till kanter, fylla igen hål) och koppla ihop närliggande plan, t ex i hörn.
5. Representera som semantisk 3D-modell (här: CityGML).
Efter att huvuddragen i scenens geometri har bestämts, kan olika typer av information, *semantik*, kopplas till dessa. Semantiken gör att modellen ”får mening” och kan analyseras och användas på andra sätt än rent geometrisk. Tack vare att ytornas orientering och inbördes förhållande är kända kan en första uppdelning i tak, väggar och golv göras. I CityGML-världen motsvaras dessa av elementen ”FloorSurface”, ”WallSurface” och ”GroundSurface”.

Två olika typer av indata har studerats, dels data från terrester laserskanning, dels data från ett stereokamerasystem. Laserdata har i regel mycket bättre noggrannhet (ett fel på endast några mm), medan stereokamerasystemet har avsevärt mycket större mätosäkerheter (i dm-klassen). Även om laserdata är mycket noggrannare, fokuserades arbetet på data från stereosystemet. Detta eftersom denna typ av system medger mätning under rörelse och är därför mer realistiskt i ett verkligt scenario.

Det svåraste momentet visade sig vara steg 4 ovan, att hitta parametrar och tröskelvärden för att på ett robust sätt ”snygga till” de extraherade planen. Mätpunkter kan nämligen saknas av flera anledningar – brist på kontrast i bilderna, kamerabrus, matchingsosäkerheter, eller verkliga hål i data som t ex dörrar – och det är svårt att i efterbearbetningen göra rätt bedömning av hur miljön egentligen såg ut. Det här arbetet

lägger likväl grunden till fortsatt analys av data, t ex detektion och representation av fönster och dörrar.

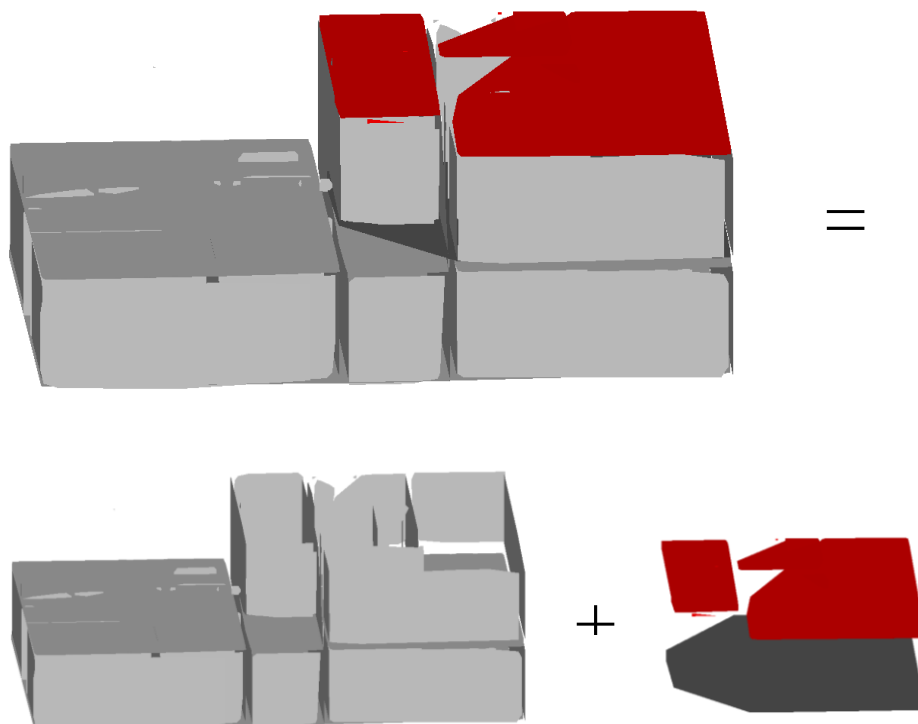
I Figur 2 visas ett exempel på resultatet från 3D-dataanalysen (sett uppifrån).



Figur 2. Resultat efter automatisk 3D-analys av byggnadens interiör. Utifrån de ursprungliga mätpunkterna (blå punkter) estimeras ett antal plan (färglagda). De blå kvadraterna motsvarar hypotetiska skärningspunkter mellan plan som sedan verifieras och endast de som svarar mot områden där det finns data behålls.

Figur 3 visar en CityGML-modell som skapats utifrån data i Figur 2. Inledande arbete med klassificering av segment som väggar, tak och golv har genomförts.

Notera också mellanrummen mellan byggnadens olika rum och våningar. Dessa uppstår eftersom det som sensorn observerar är ytor; storleken på det tomma utrymmet motsvarar således (ungefär) väggens och golvets tjocklek. Notera även hur det i modellens nedre högra del uppstått en glipa mellan väggsegmenten i hörnet på grund av att data saknats. Algoritmen som använts för att fylla igen alla små hål som normalt förekommer i mätdata har där inte förmått koppla ihop de båda ytorna. Därtill har tomrummet i data varit för stort.



Figur 3. En CityGML-modell skapad utifrån data från Figur 2. Golv och tak har detekterats (så här långt endast för ett rum) och representerats som motsvarande CityGML-objekt (*RoofSurface* och *FloorSurface*).

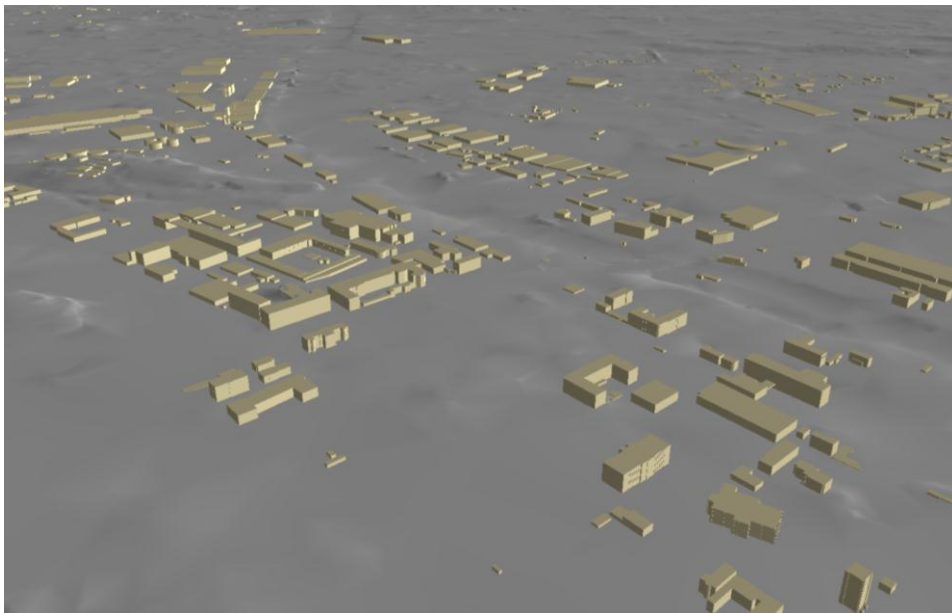
4.2 Från grunddata till CityGML

Under 2012 påbörjades arbete med att etablera en "pipeline" för att framställa CityGML utifrån existerande kart- och geodataunderlag. Flera objektstyper har studerats, såsom markmodell, byggnader, vegetation, "city furniture" (t ex belysningsstolpar), vattenområden och vägar.

Verktöget som används är FME Desktop (Feature Manipulation Engine) från Safe Software [1] som används flitigt av kommuner, myndigheter och industri för att konvertera fram och tillbaka mellan mängder av olika dataformat. Verktöget tillåter även att man utvecklar egna analysmoduler och inkluderar dessa i processflödet när de inbyggda funktionerna inte räcker till för att uppnå önskat resultat.

FME innehåller både skrivare och läsare för CityGML. På grund av bristande dokumentation krävdes en hel del "trial and error" innan önskade resultat kunde erhållas. Bland svårigheterna kan nämnas att CityGML är ett väldigt hierarkiskt format såtillvida att objekt kan innehålla delkomponenter på flera nivåer och dessutom flera olika geometrier kopplade till ett och samma objekt och detta kräver en del trixande i FME för att få till.

Byggnader och terrängmodell har hittills varit prioriterade men ytterligare objektstyper kommer att läggas till under arbetets fortsättning 2013.



Figur 4. Utsnitt ur ett exempel på CityGML-modell för Norrköping, skapad med FME utifrån grunddata: baskarta med byggnadspolygoner, markmodell och ythöjdmodell (för höjdsättning av byggnader).

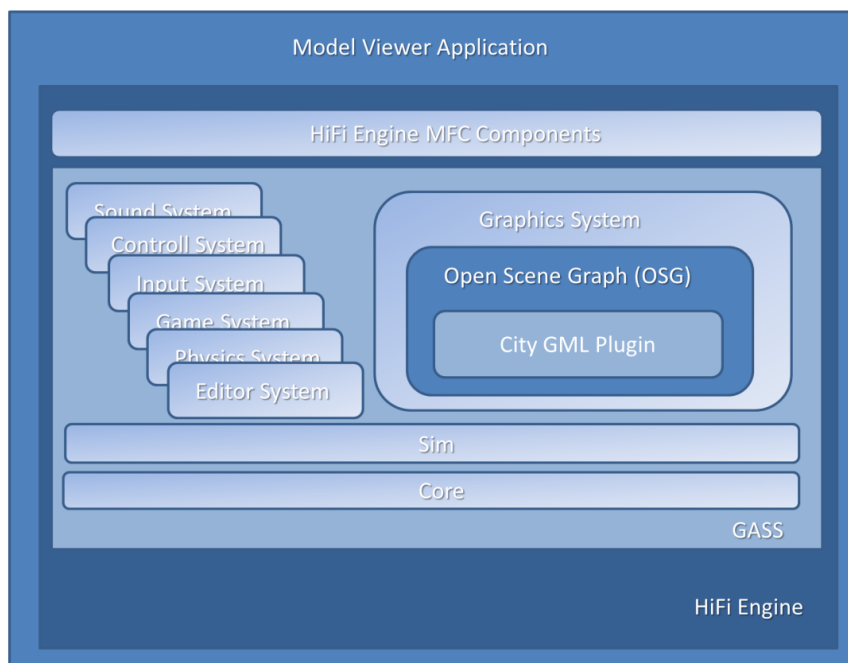
5 Inläsning och visualisering av CityGML

En av de stora poängerna med CityGML är dess ramverk för klassificering, gruppering och attributsättning av olika typer av objekt. En nyckel till att tillgodogöra sig den semantiken i olika tillämpningar är att kunna läsa in den tillsammans med geometrin i en programmiljö, för att där kunna analyseras, visualiseras, omformas till andra datastrukturer, etc. Förutom att sådan information kan användas för beräkningar och simuleringar av olika slag, möjliggör semantiken *tematisk visualisering* av 3D-modeller. utifrån egenskaper hos den inlästa geometrin kan man t ex välja att endast visualisera objekt av en viss typ eller med egenskaper, falskfärga dem, etc., för att få en bättre förståelse för den aktuella scenen. Det finns idag ett fåtal gratisprogram för visualisering av CityGML-modeller, men dessa är slutna såtillvida att källkoden inte är tillgänglig.

Under 2012 har projektet därför arbetat med att ta fram verktyget för inläsning av CityGML-modeller i ett större ramverk. Projektet har i samband med detta nyttjat och integrerat flera komponenter som utvecklats på FOI för visualisering och analys i flera tidigare projekt, för att på så sätt vinnlägga sig om en resurseffektiv lösning. Exempel på projekt som tidigare använt detta ramverk – kallat *GASS* – är bl a *Teknik för ledning av insats i urban miljö*, *Datorgenererade styrkor med mänskligt beteende* och *Tactical reconnaissance using troupes of partly autonomous UGVs*.

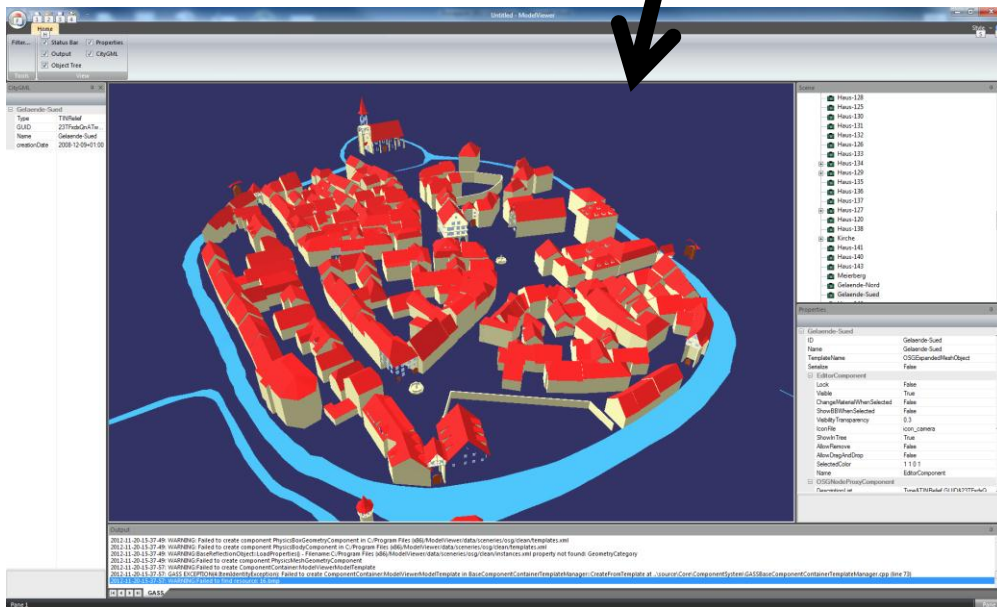
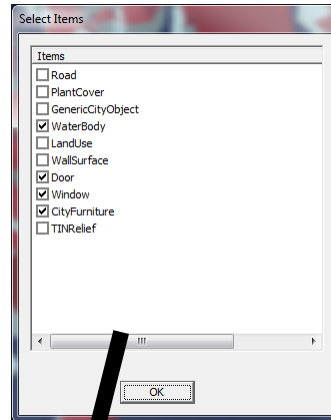
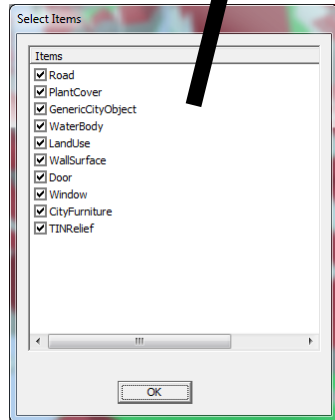
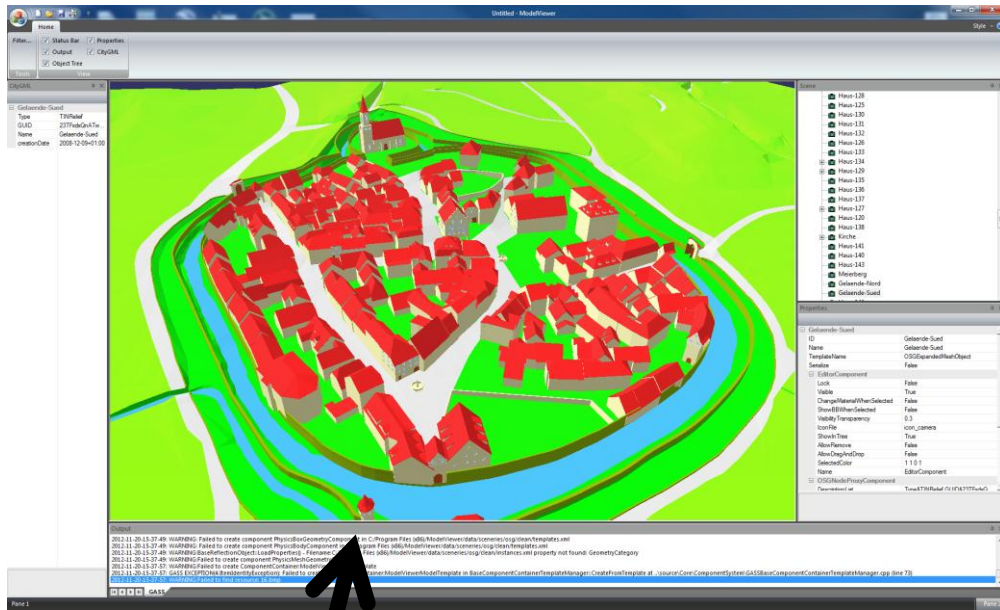
Utgångspunkten för att integrera CityGML har varit `libcitygml`⁴, ett öppet C++-kodbibliotek för parsning av CityGML-modeller. Detta bibliotek har i projektet utökats för att kunna hantera fler objektstyper än vad som ursprungligen var fallet och har även kompletterats med förmåga att läsa ut attributinformation för enskilda objekt och förmedla den vidare i kedjan. Det gör bl a att de komponenter som svarar för uppritningen av objekt har dessa attribut knutna till sig så att de t ex kan användas för selektion av vad som ska ritas upp.

I Figur 5 visas en schematisk bild över hur verktyget är uppbyggt av flera olika (befintliga) komponenter och i Figur 6 ges ett exempel på visualiseringen.



Figur 5. En schematisk illustration av hur *ModelViewer* är uppbyggt.

⁴ <http://code.google.com/p/libcitygml/>



Figur 6. Ett fritt tillgängligt dataset från citygml.org visualiserat i ModelViewer. Möjligheten att välja att visualisera objekt utifrån deras egenskaper eller typ möjliggör tematisk visualisering av data.

6 Omvärldsrelationer

I det här kapitlet redogörs för de viktigaste kontakterna som förevarit inom projektet under 2012.

6.1 Andra projekt

6.1.1 Metadata för 3D-informatik

Metadata för 3D-informatik är ett projekt som genomförs av FOI på uppdrag av projektet FMV SGIF (Snabb Geografisk Informationsförsörjning). Det syftar till att lyfta frågor kring hantering av metadata för geografiska data och visa på nyttan med olika former av kvalitetsmått för höjd/och 3D-data. Kunskap och verktyg från Omvärldsmodellering används för bl a framtagande av exempeldata för demonstration med hjälp av laserdataanalysfunktioner i programvaran ENVI (som tillhandahålls av Omvärldsmodellering).

6.1.2 Syntetiska aktörer

Under 2012 har projektet sonderat möjligheterna till någon form av samarbete med FoT M&S-projektet Syntetiska Aktörer. Resultatet är planer på ett gemensamt arbetspaket 2013 som går ut på att förbättra simuleringsprogrammet POPSIMs [4] modell för hur fotgängare i en stadsmiljö kan röra sig (kapitel 7)

6.1.3 SWERISK

Transferprojektet SWERISK [3] 2011-2013 handlar om att ta fram ett datorprogram för riskbedömning i samband med rövning av oexploderad ammunition (OXA). För detta behöver man ta hänsyn till terrängens splitterbromsande effekter. Kunskap som byggts inom Omvärldsmodellering angående olika slags höjdmodeller, representation av objekt och inläsning av dessa har i samband med detta nyttjats inom SWERISK och fortsatt samverkan kring sådana frågor kommer sannolikt att ske under 2013.

6.2 Internationella kontakter

6.2.1 RDECOM/STTC (Orlando, FL)

Projektet för en dialog med RDECOM/STTC i Orlando angående någon form av samarbete, t ex utbyte av datorkod för M&S-tillämpningar. Det krävs dock fortsatta diskussioner för att utröna vad som ev. ska utbytas och hur mottagna resultat ska omhändertas. Ur projektets synvinkel krävs ett större grepp kring detta för att omsätta M&S-komponenter till praktisk nytta för FM. Detta bör innefatta flera verksamheter och inte ses endast som en angelägenhet för enskilda FoT-projekt.

6.2.2 FFI

Under våren 2012 deltog projektet i ett möte mellan FOI och FFI i Kista, syftandes till att utbyta information inom M&S-området och diskutera förutsättningar för samarbete inom området. Ett flertal överlappande uppslag inom projektets intresseområde kunde identifieras, men ännu har inget konkret samarbete inletts.

6.3 FM/FMV

Projektet Omvärldsmodellering tjänar även som bas för kontaktskapande med intressenter inom FM och FMV. Under 2012 har projektet fått draghjälp i detta av projekten *Metadata för 3D-informatik* och *Syntetiska Aktörer* eftersom kontakterna i flera fall är desamma, t ex

- MSS Skövde (geodata i ledningssystem, terränganalys)
- MSS Kvarn (simuleringsstöd för träning av staber, 3D-modellering)
- Geo SE (standarder på geodataområdet, behovsanalys)
- Ing 2 (kartering i fält)
- FMV SML/SGIF (tillämpningar av 3D geodata, kvalitetsmått)
- HKV PROD LED GeoMetoc (långsiktiga behov, geodataförsörjning)

7 Fortsatt arbete

Projektets huvudsakliga aktiviteter planerade för 2013 är att:

- **Framställa CityGML-modeller från 3D-data**
Under 2012 genomfördes i projektet Metadata för 3D-informatik en inmätning av Strid-i-Bebyggelse-anläggningen på MSS i Kvarn med högupplöst laserskanning. Utifrån dessa data avser projektet ta fram en första version av en CityGML-modell för SiB:en. Dessutom planeras fortsatt arbete med de metoder för inomhusmodellering som utvecklats under året, med mindre fokus på grundläggande 3D-signalbehandling och mer tyngdpunkt på beskrivning av olika objekt (t ex väggar, dörrar, fönster) på olika detaljnivåer.
- **Terrängbaserad navigation i POPSIM**
I samarbete med Syntetiska Aktörer planeras arbete med framställning av en (semantiskt berikad) omvärldsmodell i form av en navigationsgraf med vars hjälp simulerade agenter kan röra sig. Syftet är att åstadkomma ett mer naturligt beteende i simuleringsprogrammet POPSIM så att agenterna t ex inte är hänvisade till vägnätet utan istället/dessutom kan röra sig med hänsyn till terrängens egenskaper. Grafen ska konstrueras automatiskt utifrån terrängegenskaper (gräs, asfalt, träd, byggnader, ...) och utgör ett komplement till nuvarande navigationsgraf som endast består av vägnät och därför lämpar sig bättre för att simulera fordonsburna agenter.
Underlaget för att ta fram navigeringsgraferna hämtas från tidigare Omvärldsmodelleringsprojekt (höjdmodell, terrängklassificering), projektet SimSens inom FoT Sensorer och Signaturer (terrängklassificering) samt därutöver annan FOI-utvecklad kod för att generera navigationsytor utifrån materialklassade 3D-modeller.
- **XML-Databaskoppling**
Fortsatt arbete med verktyg och metoder för att skriva/läsa CityGML-data till/från databaser.
- **Åtkomst till data på geoserver från utanför FOI**
Projektet avser tillhandahålla åtkomst till en geoserver från utanför FOI. Syftet är att tillgängliggöra resultat från FOIs verksamhet och öka intresset för geodataåtkomst via webbtjänster. Det är i sammanhanget viktigt att avgöra vilka data som får spridas och därför kommer den tillhandahållna datamängden sannolikt vara en delmängd av data på den interna servern.
- **Vidareutveckling av plug-in för CityGML i programmeringsramverk**
Arbetet med att ta fram verktyg för införlivande av CityGML i olika analys-, simulerings och visualiseringstillämpningar fortsätter. Kontakt planeras att tas med utvecklarna av koden libcitygml, vilket ger bättre förutsättningar för (samordnad) utveckling av verktyget.

8 Referenser

- 1 FME Desktop, <http://www.safe.com/fme/fme-technology/fme-desktop/overview/>, (tillgänglig november 2012).
- 2 P. Follo, R. Forsgren och G. Tolt, ”Marshaling and un-marshaling CityGML using various XML bindings techniques”, inskickad till konferensen Geoprocessing 2013, Paris, Frankrike.
- 3 S. Harling, J. Pelo och G. Tolt, ”Årsrapport 2011, vidareutveckling av SWERISK”, FOI Memo 3736, 2011.
- 4 M. Lundin och L. Luotsinen, ”Simulering av befolkning i stadsmiljö”, FOI Memo 3540, 2011.
- 5 C. Métral, G. Falquet och A. F. Cutting-Decelle, “Towards semantically enriched 3D city models: An ontology-based approach”, Proc. ISPRS, Vol. XXXVIII, 2009.
- 6 I. Park, G. U. Jang, S. Park och J. Lee, “Time-Dependent Optimal Routing in Micro-scale Emergency Situation”, 10th International Conference on Mobile Data Management: Systems, Services and Middleware, 2009.
- 7 J. Rydell och E. Emilsson, CHAMELEON: Visual-inertial indoor navigation, Proceedings of IEEE/ION PLANS 2012, Myrtle Beach, South Carolina, April 24 - 26, 2012.
- 8 A. Stadler och T. H. Kolbe, “Spatio-semantic coherence in the integration of 3D city models”, Proceedings of 5th International ISPRS Symposium on Spatial Data Quality ISSDQ, Enschede, 2007 ”.
- 9 G. Tolt, P. Follo och T. Härje, ”3D omvärldsmodeller och geodata – behov, teknik och möjligheter”, FOI-R--3351--SE, 2011.