

Martin Eklöf, Göran Stensson, Per Söderberg, Jenny Ulriksson

## Interoperabilitet inom GIS-domänen

TOTALFÖRSVARETS FORSKNING SINSTITUT

Systemteknik  
172 90 Stockholm

FOI-R--1226--SE

Februari 2004

ISSN 1650-1942

**Metodrapport**

Martin Eklöf, Göran Stensson, Per Söderberg, Jenny Ulriksson

## Interoperabilitet inom GIS-domänen



<b>Utgivare</b> Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI Systemteknik 172 90 Stockholm	<b>Rapportnummer, ISRN</b> FOI-R--1226--SE	<b>Klassificering</b> Metodrapport
	<b>Forskningsområde</b> 2. Operationsanalys, modellering och simulering	
	<b>Månad, år</b> Februari 2004	<b>Projektnummer</b> I60121
	<b>Verksamhetsgren</b> 6. Ledning och administration	
	<b>Delområde</b> 21 Modellering och simulering	
<b>Författare/redaktör</b> Martin Eklöf Göran Stensson Per Söderberg Jenny Ulriksson	<b>Projektledare</b> Martin Eklöf	
	<b>Godkänd av</b> Monica Dahlen	
	<b>Uppdragsgivare/kundbeteckning</b> Intern verksamhet	
	<b>Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig</b> Kjell Ohlson	
<b>Rapportens titel</b> Interoperabilitet inom GIS-domänen		
<b>Sammanfattning (högst 200 ord)</b> Föreliggande rapport behandlar hur geografisk information från heterogena datakällor kan utnyttjas av informationskonsumerande system inom försvaret, dvs. arkitekturer och standarder för distribuering av geografisk information. I detta sammanhang beskrivs tjänstearkitekturerna Web Services (WS) och Open GIS Web Services (OWS). WS är en generell arkitektur som kan appliceras för godtycklig typ av tjänst, medan OWS är specifikt kopplat till geografisk information. Vidare beskrivs SEDRIS-standarderna som främst utnyttjas för representation och distribution av geografisk information i M&S-sammanhang (Modellering & Simulering). Slutligen diskuteras behovet av en infrastruktur för hantering av geografisk information (syntetiska omgivningar) vid nätverksbaserad M&S.		
<b>Nyckelord</b> GIS, SEDRIS, OGC, Web Services, Interoperabilitet		
<b>Övriga bibliografiska uppgifter</b>	<b>Språk</b> Svenska	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Antal sidor:</b> 29 s.	
<b>Distribution enligt missiv</b>	<b>Pris:</b> Enligt prislista	

<b>Issuing organization</b> FOI – Swedish Defence Research Agency Systems Technology SE-172 90 Stockholm	<b>Report number, ISRN</b> FOI-R--1226--SE	<b>Report type</b> Methodology report
	<b>Programme Areas</b> 2. Operational Research, Modelling and Simulation	
	<b>Month year</b> February 2004	<b>Project no.</b> I60121
	<b>General Research Areas</b> 6. Management and administration	
	<b>Subcategories</b> 21 Modelling and Simulation	
<b>Author/s (editor/s)</b> Martin Eklöf Göran Stensson Per Söderberg Jenny Ulriksson	<b>Project manager</b> Martin Eklöf	
	<b>Approved by</b> Monica Dahlen	
	<b>Sponsoring agency</b> Internal	
	<b>Scientifically and technically responsible</b> Kjell Ohlson	
<b>Report title (In translation)</b> Interoperability in the GIS domain		
<b>Abstract (not more than 200 words)</b> <p>This report investigates problems and solutions related to use of geographical information from heterogeneous sources by information consuming systems in the armed forces, i.e. standards and architectures for distribution of geographical information. In this context, service orientated architectures, Web Services (WS) and Open GIS Web Services (OWS) are described along with standards for data representation (SEDRIS). The described standards and techniques are also discussed in terms of their applications within an environment for network-based modeling and simulation (M&amp;S).</p>		
<b>Keywords</b> GIS, SEDRIS, OGC, Web Services, Interoperability		
<b>Further bibliographic information</b>	<b>Language</b> Swedish	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Pages</b> 29 p.	
	<b>Price acc. to pricelist</b>	

# Innehållsförteckning

Innehållsförteckning .....	5
Sammanfattning .....	6
Akronymer .....	7
1. Introduktion .....	8
1.1 Projektet .....	8
1.2 Problemformulering .....	8
1.3 Rapportens struktur .....	9
2. Interoperabilitet inom GIS-domänen .....	10
2.1 Behov av standarder för GIS .....	10
2.2 Metoder & standarder .....	11
2.2.1 XML Web Services .....	11
2.2.2 OGC .....	15
2.2.3 SEDRIS .....	18
3. Nyttan med GIS .....	21
3.1 Geografisk information vid nätverksbaserad M&S .....	21
3.1.1 NätSim-projektet .....	21
3.1.2 Scenarioutveckling .....	21
3.1.3 Simuleringsexekvering .....	22
3.1.4 Interoperabilitet inom NätSim-miljön .....	22
3.1.5 Dynamiska syntetiska omgivningar .....	23
3.2 GIS inom Totalförsvaret .....	23
3.2.1 Databashantering .....	24
3.2.2 Nätverk .....	24
3.2.3 Hot .....	25
3.2.4 Visualisering .....	26
4. Slutsatser .....	27
5. Referenser .....	28

## Sammanfattning

Under år 2001 påbörjades vid Avdelningen för Systemteknik vid FOI ett strategiskt kunskapsuppbyggnadsprojekt inom Geografiska Informations System (GIS). Avsikten var att få en fördjupad bild av nuläget inom området samt få en rimlig uppfattning om den framtida utvecklingen. Projektet har löpt parallellt och delvis integrerat med det samnordiska projektet Viking GIS, som avsåg en studie kring användande av GIS i den kommande ubåten Viking. Föreliggande rapport behandlar GIS ur ett annat perspektiv, nämligen med utgångspunkt i hur geografisk information från heterogena datakällor kan utnyttjas av informationskonsumerande system inom försvaret, dvs. arkitekturer och standarder för distribuering av geografisk information

Programvaror för geografisk informationsbehandling har utvecklats från system för enskilda arbetsstationer till webbaserade infrastrukturer. Allteftersom webbaserade/nätverksbaserade lösningar blir mer vanliga kommer interoperabilitet att framstå som en avgörande fråga. I dagsläget är, med hjälp av Internet och andra nätverk, distribution av och tillgång till information inte ett avgörande problem. Problematiken ligger snarare i hur erhållen information ska behandlas och tolkas. För att råda bot på denna problematik har ett antal standarder utvecklats, som möjliggör att interoperabilitet inom GIS-domänen lättare kan uppnås.

En grundläggande förutsättning för nätverksbaserat utnyttjande av geografisk information är någon form av tjänstarkitektur. I detta sammanhang är Web Services (WS) och Open GIS Web Services (OWS - OGC) av speciellt intresse. WS är inte specifikt knutet till GIS-domänen utan beskriver en generell arkitektur för tjänster inom ett nätverk och bygger på etablerade webbstandarder som SOAP (Simple Object Access Protocol), WSDL (Web Service Description Language) och UDDI (Universal Description, Discovery and Integration). OWS är en variant av WS som är specifikt utvecklad med GIS-domänen i åtanke. Förutom en grundläggande tjänstarkitektur krävs ett gemensamt sätt att representera geografisk information. I detta sammanhang är teknologier som SEDRIS av intresse för att beskriva information på ett entydigt sätt.

Tillgång till geografisk information är en grundläggande förutsättning för många av dagens militära system. I framtiden kommer betydelsen av geografisk information med största sannolikhet att öka ytterligare, framförallt i samband med introduktionen av det nätverksbaserade försvaret (NBF). Ett fundamentalt begrepp i dessa sammanhang är interoperabilitet. För att utnyttjandet av geografisk information skall kunna implementeras på ett effektivt sätt inom framtida försvarssystem, tex. simuleringssystem, krävs att information kan produceras och konsumeras på ett sömlöst vis. Det erfordras med andra ord en gemensam semantik och syntax för geografisk data som delas mellan alla berörda parter inom försvarsmakten (vilket inte är en realitet idag). Det finns idag ett flertal initiativ som avser att standardisera geografisk information, däribland OGC och SEDRIS som omnämns i denna rapport. Det är även av stor betydelse att standardisera sätten på vilka geografisk information kan extraheras från ett flertal distribuerade datakällor. I detta sammanhang framstår Web Services som en tilltalande teknologi, vilken har många likheter med OWS, som definierar hur tillgång till data över ett nätverk kan implementeras. Av avgörande betydelse för realisering av framtida försvarssystem är således att etablerade och välkända standarder utgör grunden för geografisk information och åtkomst till denna. Därav är det av vikt att följa arbetet inom forum som OGC, SEDRIS med flera, samt att på sikt även aktivt delta för att påverka den framtida utvecklingen inom området.

## Akronymer

A2A	– Application To Application
API	– Application Programming Interface
B2B	– Business To Business
CORBA	– Common Object Request Broker Architecture
DCOM	– Distributed Component Object Model
DCP	– Distributed Computing Platform
DIGEST	– Digital Geographic Information Exchange Standard
DIS	– Distributed Interactive Simulations
DRM	– Data Representation Model
DTD	– Document Type Definition
EDCS	– Environmental Data Coding Specification
FACC	– Feature and Attribute Coding Catalogue
GIS	– Geographic Information System
GML	– Geography Mark-up Language
HLA	– High Level Architecture
HTML	– Hyper Text Mark-Up Language
HTTP	– Hypertext Transfer Protocol
IEEE	– Institute of Electrical and Electronics Engineers
M&S	– Modelling och Simulering
OAS	– OpenGIS Abstract Specification
OGC	– Open GIS Consortium
OWS	– OGC Web Services initiative
RMI	– Remote Method Invocation
SEDRIS	– Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification
SGML	– Standard Generalized Mark-Up Language
SOAP	– Simple Object Access Protocol
SRM	– Spatial Reference Model
STF	– SEDRIS Transmittal Format
SVG	– Scalar Vector Graphics
UDDI	– Universal Description, Discovery and Integration
W3C	– World Wide Web Consortium
WS	– Web Services
WSDL	– Web Service Description Language
XML	– Extensible Mark-up Language
XMSF	– Extensible Modelling and Simulation Framework



# 1. Introduktion

## 1.1 Projektet

Under år 2001 påbörjades vid Avdelningen för Systemteknik (FOI) ett strategiskt, kunskapsuppbyggande projekt inom Geografiska Informations System (GIS). Avsikten var att få en fördjupad bild av nuläget, samt en rimlig uppfattning om den framtida utvecklingen inom området. Projektet har löpt parallellt och delvis integrerat med det samnordiska projektet Viking GIS, som avsåg en studie kring användande av GIS i den kommande ubåten Viking. Analytiska möjligheter med GIS, samt en övergripande inventering av programvaror för GIS, behandlades i rapporteringen från detta projekt [1] och [2]. Föreliggande rapport behandlar GIS ur ett annat perspektiv. Nämligen med utgångspunkt i hur geografisk information från heterogena datakällor kan utnyttjas av informationskonsumerande system inom försvaret, dvs. arkitekturer och standarder för distribuering av geografisk information. Rapporten diskuterar översiktligt behovet av en infrastruktur för hantering av geografisk information i en nätverksbaserad modellerings och simuleringsmiljö, samt det allmänna behovet av GIS inom totalförsvaret.

## 1.2 Problemformulering

Interoperabilitet definieras av IEEE (*"Institute of Electrical and Electronics Engineers"*) som [3]:

*"the ability of two or more systems or components to exchange information and to use the information that has been exchanged"*

Allteftersom webbaserade/nätverksbaserade lösningar blir mer vanliga kommer interoperabilitet att framstå som en avgörande fråga. I dagsläget är, med hjälp av Internet och andra nätverk, distribution av och tillgång till information inte ett avgörande problem. Problematiken ligger snarare i hur erhållen information ska behandlas och tolkas.

Programvaror för geografisk informationsbehandling har utvecklats från system för enskilda arbetsstationer till webbaserade infrastrukturer. Samma trend återfinns inom modellerings- och simuleringsområdet (M&S), där monolitiska system allt oftare ersätts av distribuerade infrastrukturer. Utvecklingen inom dessa domäner har ett antal egenskaper gemensamma, bland annat strävan efter ökad interoperabilitet och återanvändning. Inom M&S-domänen går utvecklingen mot webbaserade/nätverksbaserade system med fristående komponenter, i spridda databaser, som kopplas samman och exekveras tillsammans. På samma sätt pågår arbete inom GIS-domänen med webbaserade infrastrukturer för integrering av geografisk information från heterogena datakällor.

För att skapa fullkomlig integration mellan heterogena informationskällor krävs interoperabilitet på flera nivåer [4]:

- **Syntaktisk integrering**

Interna datastrukturer hos skilda informationskällor kan vara olika. Ett typiskt problem att hantera är att information måste transformeras till en uniform datastruktur. Detta uppnås vanligtvis genom implementering av s.k. "wrappers" som döljer den interna datastrukturen och levererar information enligt ett fördefinierat format .

- **Strukturell integrering**  
Integrering av separata informationskällor till en enhetlig vy sker vanligtvis med hjälp av en ”mediator”. En ”mediator” integrerar, kombinerar och abstraherar informationen som flera informationskällor inkluderar.
- **Semantisk integrering**  
En av de stora stötestenarna då distribuerade geografiska databaser skall byggas är tolkningen av skilda koncept. En ofta utnyttjad teknologi för att hantera detta problem är s.k ontologier<sup>1</sup>.

En viktig aspekt vid (distribuerad) simulering är interoperabilitet avseende enskilda komponenters uppfattning av omvärlden. Ett klassiskt problem uppstår då olika komponenter har lokala representationer av omvärlden som inte är fullständigt korrelerade, varvid komponenterna inte deltar under lika villkor. Detta kan lösas genom att förse deltagande komponenter med en gemensam uppfattning av omvärlden. I detta skede är det viktigt att inte se försörjningen av geografisk data som en centraliserad process (en gemensam geodatabas), utan istället angripa problemet utifrån aspekten att geodata, liksom simuleringskomponenter, är distribuerad över flera databaser inom nätverket.

För att möjliggöra sömlöst utnyttjande av geodata i en simuleringskontext finns ett flertal standarder som är värda att beakta. En alltmer framträdande arkitektur för hanteringen av tjänster i webbsammanhang är *XML Web Services* som inkluderar ett flertal standarder [6]. I linje med denna standardisering har tjänster för geografisk information specificerats i särskilda standarder genom OGCs försorg (*Open GIS Consortium*) [7]. Vad gäller representation och utbyte av geografisk information (syntetiska omgivningar) inom M&S-domänen är arbetet med SEDRIS (*Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification*) av speciellt intresse [8].

Ovan nämnda standarder kan utgöra grunden till en infrastruktur för hantering av gemensam och distribuerad geografisk information (gemensamma syntetiska omgivningar) till stöd för simuleringsverksamhet. Syftet med denna rapport är att ge en översiktlig orientering kring Web Services, OGC och SEDRIS, samt hur dessa kan tillämpas i ovan nämnda sammanhang.

### **1.3 Rapportens struktur**

Kapitel 2 är en översiktlig, förhållandevis teknisk, beskrivning av standarder som förväntas bidra till ökad interoperabilitet inom GIS-området. För den som inte vill fördjupa sig i enskilda detaljer kring dessa standarder rekommenderas avsnitt 2.1 (Behov av standarder för GIS) följt av diskussionen i kapitel 3. I kapitel 3 diskuteras behovet av geografisk information vid nätverksbaserad, distribuerad modellering och simulering. I diskussionen används ett existerande projekt vid FOI (NätSim) som referens för att belysa hur standarder, beskrivna i kapitel 2, kan appliceras. Vidare diskuteras GIS ur ett allmänt perspektiv, samt den potentiella nyttan av GIS inom totalförsvaret. Kapitel 4 presenterar slutsatser från arbetet.

---

<sup>1</sup> Ontologi – ”läran om det varande, en del av metafysiken; i modern mening läran om de begrepp eller kategorier som man behöver anta för att kunna ge en sammanhängande, motsägelsefri och uttömmande beskrivning och förklaring av (någon del av) verkligheten” [5].

## 2. Interoperabilitet inom GIS-domänen

### 2.1 Behov av standarder för GIS

I alla tider har vi behövt standarder för att kunna samarbeta och utbyta information. Detta eftersom samarbete baseras på att samtliga deltagande parter förstår varandras språk och kan tolka information på ett gemensamt sätt. Om standarder för järnvägsräls inte hade etablerats skulle tåg bara kunna gå mellan de städer, eller i de världsdelar, där samma mått används. Vidare skulle inte Internet ha fått samma spridning om inte den världsomspännande standarden för Internet-protokollet *HTTP*<sup>1</sup> hade etablerats. Då företag och organisationer samarbetar utbyter de information, dokument och data. För att utbytet ska fungera och vara effektivt måste all information kunna läsas och förstås av samtliga parter, se figur 2.1. I dessa skeden behövs och används standarder, det vill säga regelverk och gemensamma överenskommelser, som informationen och dokumenten är uppbyggda kring.



Figur 2.1 Standarder behövs för att utbyte och integration av information mellan organisationer ska fungera effektivt.

Fram till nyligen var den största producenten av geografisk data och information den militära sektorn [9]. När standarder för GIS började utvecklas skapades de därför specifikt för denna domän. Exempel på sådana kända standarder är ”*Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification*” (SEDRIS) och ”*Digital Geographic Information Exchange Standard*” (DIGEST) [10]. På senare tid har även de kommersiella producenterna och konsumenterna av GIS-relaterad data växt. I och med detta har det uppdagats att de föregående GIS-standarderna, som har utvecklats för det militära området, har begränsningar och kanske inte är lämpliga för de nya områden i vilka de skulle kunna användas. Till exempel så räcker numer inte ett gemensamt format enligt vilket geografisk data kan representeras, det behövs även semantik och syntax som informationen följer. ”*Open GIS Consortium*” (OGC) är en organisation som har initierats och som verkar för just GIS-standarder och format som inte är domän- och organisations-specifika (se kapitel 2.3.2).

Geografisk data och information är långt ifrån lättillgänglig eller fullständig. Standarder för GIS är därför en viktig fråga, då de kan hjälpa organisationer och domäner att dela på och skapa gemensamma geografiska data, vilket underlättar och förbättrar resursutnyttjandet. Frågor kring standarder och gemensamma format är även viktigt för många andra områden. Inom modellering och simulering (M&S) har detta varit ett mycket uppmärksammat ämne under en längre tid. Inom denna domän återfinns liknande problem som inom GIS-området kring interoperabilitet, återanvändning av data etc. Problemen uppkommer bl.a. genom att

---

<sup>1</sup> HTTP – *Hypertext Transfer Protocol* – en samling regler och definitioner för att kunna sända filer, bilder etc. över *World Wide Web*.

simuleringsmodeller ofta skapas för särskilda syften, varefter de inte kan återanvändas inom andra organisationer, eller för andra syften än de ursprungligen var ämnade för. Redan på 70-talet började därför standarder att bli en mycket viktig fråga inom M&S och i mitten på 80-talet började den första standarden för simuleringar att växa fram. Sedan dess har standarder och gemensamma format för hur simuleringar ska utvecklas, exekveras, dokumenteras och interagera blivit ett stort och etablerat område. Ur arbetet har framgångsrika standarder såsom DIS (*Distributed Interactive Simulations*) och HLA (*High Level Architecture*) skapats [11]. De frågor och problem som behandlats inom M&S-domänen återfinns till viss del inom GIS-området idag. Därför skulle med fördel kunskap från M&S-domänen kunna appliceras inom GIS-domänen.

## **2.2 Metoder & standarder**

Följande avsnitt beskriver översiktligt följande etablerade metoder och standarder som är av intresse för distribution och representation av geografisk information i ett M&S-perspektiv:

- XML Web Services
- OGC
- SEDRIS

### **2.2.1 XML Web Services**

#### ***XML***

XML (*Extensible Mark-Up Language*) är ett märkspråk som i grunden baseras på SGML (*Standard Generalized Mark-Up Language*). SGML utvecklades av IBM under den senare delen av 60-talet till stöd för elektronisk publicering av dokument. XML har skapats för att beskriva data, till skillnad från HTML (*Hyper Text Mark-Up Language*) som främst inkluderar funktionalitet för att presentera data. I XML separeras data från presentationsformat på ett effektivt sätt, vilket underlättar hantering av dynamisk information, generering av multipla vyer av information etc. [12].

En fundamental del av XML-konceptet är XML-Schema. Genom XML-Schema kan strukturen, innehållet och semantiken för ett XML-dokument definieras. Den samling med regler som ett XML-Schema utgör kan delas mellan flertalet olika dokument och system och skapar grunder för en gemensam uppfattning av en domän. Reglerna används även för att validera korrektheten i enskilda XML-dokument. XML-Schema ersätter och bygger vidare på den funktionalitet som återfinns i DTD (*Document Type Definitions*) [13].

XML ger grundläggande förutsättningar för interoperabilitet mellan system genom dess plattform- och programmeringsspråksberoende format. XML-dokument är i praktiken ”enkla” textdokument som kan bearbetas/tolkas av såväl människa som maskin. Heterogena system kan med XML och XML-Schema kommunicera med både syntaktisk och semantisk korrekthet. Detta utgör skälet till varför XML och framförallt XML Web Services utgör en grundläggande arkitektur för nätverksbaserade system på dagens webb.

#### ***Konceptet Web Services***

Konceptet *Web Services* (WS) baseras i grunden på tankar och idéer som har utvecklats inom området distribuerade datorsystem under flertalet år. Ett distribuerat datorsystem definieras enligt [14]:

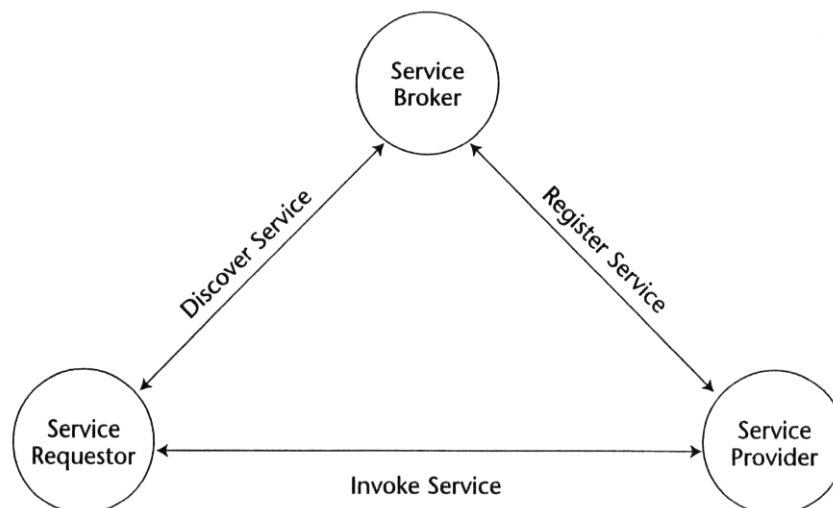
*”Ett distribuerat datorsystem är en samling oberoende datorer som från en användares perspektiv upplevs som ett enkelt, sammanhängande system”*

Denna definition har två viktiga aspekter; datorerna inom systemet är autonoma och användaren upplever systemet som en lokalt installerad programvara. Fördelarna med ett distribuerat system är många, bland annat [15]:

- En enskild användare kan utföra processorintensiva uppgifter genom att applikationer kan exekveras parallellt och distribuera ett arbete till ett flertal maskiner. Genom att dela på maskinvara kan en användare få tillgång till beräkningskraft som är flera gånger större än den egna datorns kapacitet.
- Genom att distribuera ett system kan en högre grad av robusthet och tillgänglighet uppnås. Målet är att undvika en ”single-point of failure” i system och därmed alltid vidmakthålla en viss servicenivå.
- En komponent som inkluderar funktionalitet som är generell och som därmed kan utnyttjas av flertalet olika applikationer kan återanvändas på ett effektivt sätt.
- Distribuering av system kan även ses som en kostnadsbesparande åtgärd då resurser av skilda slag kan delas mellan flertalet användare. Resurser kan i detta fall vara beräkningskraft, programvara, data etc.

Ett flertal teknologier för utveckling av distribuerade system existerar idag, bland annat CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*), Java RMI (*Remote Method Invocation*) och Microsoft DCOM (*Distributed Component Object Model*). I och med Internets snabba utveckling har behovet av serviceorienterade arkitekturer som stödjer B2B- (*Business-to-Business*) och A2A-kommunikation (*Application-to-Application*), inom och mellan skilda domäner, framgått allt tydligare. Genom standardiserade webbt teknologier kan heterogena applikationer göras tillgängliga via Internet i form av tjänster – *Web Services* – som kommunicerar med hjälp av standardiserade meddelandeformat – XML-meddelanden. *Web Services* standardiserar kommunikationsmekanismen mellan applikationer som utvecklats i skilda programmeringsspråk och för skilda plattformar, vilket skapar en grund för interoperabilitet.

Den övergripande arkitekturen för WS kan beskrivas enligt figur 2.2. I denna schematiska bild finns tre huvudsakliga parter representerade; *Service Requestor*, *Service Broker* och *Service Provider*. Denna konfiguration är typisk för transaktioner som baseras på WS-konceptet. En *Service Provider* är ansvarig för utveckling och spridning av en tjänst. Detta omfattar även registrering av tjänsten hos en *Service Broker*. En *Service Broker* ansvarar för registrering och lokalisering av tjänster. Detta omfattar tillhandahållande av en lista över typer av tjänster och dess beskrivningar, samt var dessa är lokaliserade. Slutligen finns en användare av tjänster, benämnd *Service Requestor*, som lokaliserar tillgängliga tjänster via en *Service Broker* och exekverar önskvärda tjänster hos en *Service Provider* [15].



Figur 2.2. Grundläggande koncept för Web Services [15].

Det finns en lång rad teknologier tillgängliga som stödjer WS-konceptet. Nedan presenteras några av de mest framträdande teknologierna översiktligt.

### **SOAP – Simple Object Access Protocol**

I kärnan av WS-modellen används SOAP (*Simple Object Access Protocol*) som grundläggande meddelandeprotokoll. SOAP är ett enkelt protokoll för utbyte av strukturerad information i en decentraliserad, distribuerad miljö och baseras på XML. Ramverket som SOAP definierar kan enkelt utvidgas och stödjer utbyte av meddelanden baserat på flertalet grundläggande nätverksprotokoll. Vidare är ramverket oberoende av programmeringsspråk och plattform, vilket kan tillskrivas det interoperabla meddelandeformat som XML utgör. En av de fundamentala tankarna bakom SOAP är att göra specifikationen av standarden så enkel som möjligt, utan att för den delen hämma utökningar som specifika användningsområden kräver. Utökningar av den befintliga standarden inkluderar lager för säkerhet, *routing* av meddelanden och feltolerans [16]. Specifikationen av standarden för SOAP hanteras av W3C (*World Wide Web Consortium*). Den senaste specifikationen av SOAP, version 1.2, går att finna under [17]. Figur 2.3 visar hur ett förhållandevis enkelt SOAP-meddelande kan utformas.

```

<soap:Envelope
  xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
  <soap:Body>
    <x:MeterFeetConverter xmlns:x="urn:examples-org:geography">
      <unit>meter</unit>
      <value>100</value>
    </x:MeterFeetConverter>
  </soap:Body>
</soap:Envelope>
  
```

Figur 2.3. SOAP-meddelande.

Rot-elementet i ett SOAP-meddelande består alltid av ett Envelope-element. Detta gör det enkelt för applikationer att identifiera SOAP-meddelanden genom att inspektera rot-elementet. Envelope-elementet innehåller i sin tur ett Header-element som är valfritt, samt ett obligatoriskt Body-element. Body-elementet inkluderar själva substansen i meddelandet och

kan omfatta godtyckligt antal subelement. Header-elementet inkluderar information som kontrollerar hur informationen i Body-elementet skall bearbetas. SOAP-specifikation definierar inga standardiserade Header-block, utan detta lämnas öppet för eventuella utökningar av protokollet. I exemplet som figur 2.3 visar, innehåller Body-elementet en förfrågan angående konvertering mellan enheterna meter och fot. I detta fall gäller förfrågan en konvertering av sträckan 100 meter till motsvarande sträcka uttryckt i fot (anges av elementen <unit> och <value>). Svaret på denna förfrågan skulle kunna utformas som meddelandet i figur 2.4. Elementen i Body-elementet anger att det handlar om ett svar på en ”MeterToFeetConverter”-förfrågan och att 100 meter motsvaras av 328 fot.

```
<soap:Envelope
  xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
  <soap:Body>
    <x:MeterFeetConverterResponse xmlns:x="urn:examples-org:geography">
      <unit>feet</unit>
      <value>328</value>
    </x:MeterFeetConverterResponse>
  </soap:Body>
</soap:Envelope>
```

Figur 2.4. SOAP-meddelande.

### **WSDL – Web Service Description Language**

WSDL är en central teknologi inom WS-konceptet som används för att beskriva tjänster ur ett metadataperspektiv. WSDL baseras på XML och beskriver vilken funktionalitet som en specifik tjänst har, var tjänsten är lokaliserad och hur tjänsten kan utnyttjas. Mer specifikt inkluderar en WSDL-beskrivning följande information om en tjänst [18]:

- Gränssnitt – publika funktioner som en tjänst omfattar
- Datatyper – definition av datatyper som förfrågningar (*requests*) och svar (*responses*) inkluderar (input – output parametrar för funktioner)
- Protokollbindning – information om protokoll som används för att utnyttja en tjänst
- Lokalisering – adress till en specifik tjänst

### **UDDI – Universal Description, Discovery and Integration**

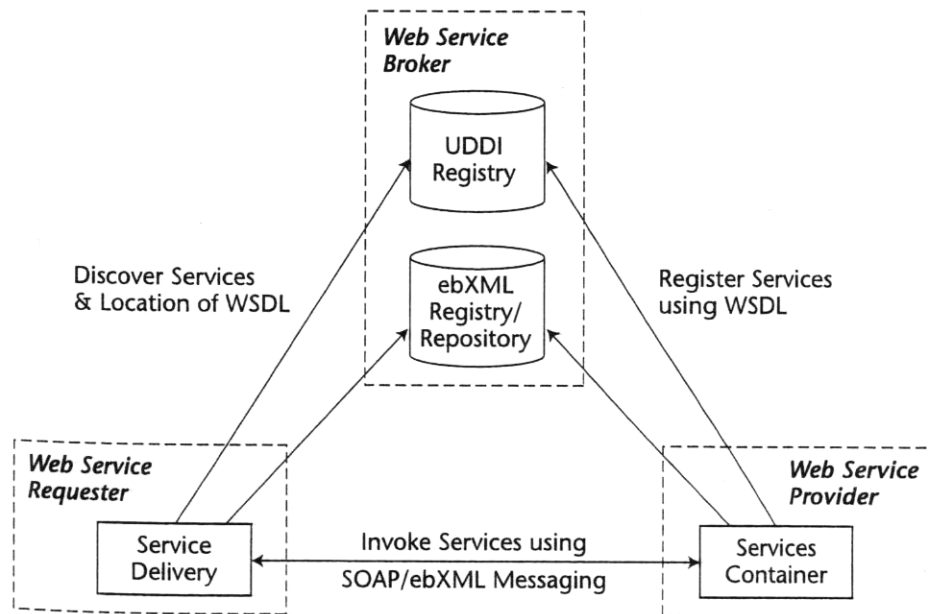
För att en *Resource Requestor* skall kunna använda distribuerade resurser inom nätverket krävs en mekanism för lokalisering av dessa. UDDI omfattar en standardiserad metod för publicering och lokalisering av information rörande tjänster. Ur ett konceptuellt perspektiv kan ett UDDI-baserat register inkludera tre skilda grupper av information kring tillgängliga tjänster [19]:

- Kontaktinformation till den organisation som tillhandahåller tjänsten. Detta medför att tjänster kan lokaliseras baserat på organisationstillhörighet
- Information från någon form av klassificeringssystem. Medför att tjänster kan lokaliseras baserat på innehåll
- Teknisk information om en tjänsts egenskaper och uppträdande

### **WS-arkitekturen**

Genom att nyttja ovan beskrivna standarder kan en övergripande arkitektur för Web Services beskrivas, se figur 2.5. En Service Provider publicerar information om en tjänst, specificerad enligt WSDL-standarden, till ett UDDI-register. UDDI-registret låter en Service Requestor

söka efter lämpliga tjänster. Identifierade tjänster kan därefter utnyttjas, enligt WSDL-beskrivningen, genom utbyte av SOAP-meddelanden.



Figur 2.5. Övergripande arkitektur för Web Services [15].

## 2.2.2 OGC

I kapitel 2.1 diskuterades att standarder, specifika för GIS-domänen, har utvecklats främst för och inom den militära domänen under en längre tid. På senare tid har även den kommersiella marknaden annonserat behov av standarder och ramar för GIS-relaterad data och information. De som redan finns räcker inte till för de nya tillämpningsdomänerna. För att kunna dela kunskap och data mellan organisationer behöver dessa samverka kring utveckling av gemensamma specifikationer. För att komma till rätta med problemen initierades *Open GIS Consortium* (OGC) som är en icke-vinstdrivande organisation. Organisationen har växt och resulterat i ett antal produkter och samarbeten som är relaterade till GIS-domänen. Många av dessa är lovande och anses ha stort värde för framtida GIS. Detta kapitel ger en introduktion till OGC och några, för vårt syfte, intressanta produkter som har tagits fram inom detta forum.

### **OGC – Organisationen**

*Open GIS Consortium* (OGC) startades 1994 av ett flertal GIS-organisationer i USA. Syftet var att behandla problem relaterade till inkompatibla (icke-interoperabla) standarder för geografisk informationsteknologi. Det fanns ett uttalat behov av en gemensam bas och erkända standarder inom GIS-domänen. Idag har OGC mer än 250 medlemsorganisationer, som inkluderar mjukvaruföretag, företag inom telekommunikation, universitet med flera. OGC erbjuder former för gemensamma representationer av och specifikationer för geodata, samt tjänster för att bearbeta och använda geografisk data. För detta tillhandahåller OGC publika specifikationer, öppna gränssnitt och gemensamma protokoll för GIS-domänen. Eftersom OGC är en öppen organisation, förfinas och vidareutvecklas produkterna kontinuerligt. Som exempel kan nämnas den specifikation som används som grund för utveckling av nya specifika gränssnitt. Denna specifikation benämns *OpenGIS Abstract Specification* (OAS). OAS tillhandahåller en referensmodell som används för utveckling av nya specifikationer för implementering (*Implementation Specifications*) [20]. Sådana specifikationer ger specifik vägledning för mjukvaruutvecklare kring att inkorporera och



använda OGC-gränssnitt och/eller –protokoll i produkter. OGC:s gränssnittsspecifikationer (som är implementeringsoberoende) kan användas för att stödja interoperabilitet:

- mellan olika system
- mellan DCPs (*Distributed Computing Platforms*)
- mellan informationsdomäner (*Information Communities*)

### **GML**

GML, *Geography Markup Language*, är ett XML-baserat märkspråk som används för att modellera, lagra och transportera geografisk information och data på ett plattformsnutralt sätt [21]. GML är således en grammatik för geografiska beskrivningar och specificeras i *XML-schema*. Att dokumentera geografisk information i GML möjliggör plattformsoberoende publicering av, åtkomst till och användning av komplex geodata och tjänster för bearbetning av sådan data.

Den första officiella releasen av GML, version 1.0, utkom i maj 2000. Den senaste versionen av märkspråket, som nu har standardiserats, är 3.0 och är en utökning och förbättring av tidigare versioner. Standarden definierar syntax för GML-specifika XML-schema, samt mekanismer och konventioner för GML. Dessa stödfunktioner finns tillgängliga från OGC tillsammans med OGC:s egen specifikation för språket. Specifikationen och schemas är öppna och tillåter enligt grunderna för XML att nya XML-schema utvecklas. Detta för att tillgodose särskilda domäner och behov. Tillsammans utgör materialet grunden för att organisationer ska kunna utbyta, transportera, fusionera och samla geografisk data på ett uniformt sätt. För demonstration visas nedan ett mycket enkelt exempel på GML, se figur 2.6. I exemplet beskrivs ett objekt (FOI) som har en position (*position*) och som tillhör ett företag (*company*) med en viss struktur (*department* och *description*). Informationen är inpackad med hjälp av GMLs egna XML-schema (de som är definierade efter *xmlns*), och således med GMLs inbyggda fördefinierade objekt och klasser.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<MyGMLModel
  xmlns="http://www.opengis.net/examples"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-
instance">

  <!-- Declaration of FOIs location: -->
  <gml:name>FOI</gml:name>
  <gml:geometryProperty>
    <gml:position>
      <gml:coord>
        <gml:X>34.4</gml:X>
        <gml:Y>56.1</gml:Y>
        <gml:Z>0.0</gml:Z>
      </gml:coord>
    </gml:position>
  </gml:geometryProperty>

  <company>
    <department>
      <gml:description>The MoS department is the
central point of FOI.
      </gml:description>
      <gml:name>MoSDep</gml:name>
    </department>
  </company>
</MyGMLModel>

```

Figur 2.6. Enkelt exempel på inkapsling av information i GML.

GML innehåller i sig inget inbyggt stöd för visualisering, men fungerar väl med andra XML-baserade tekniker som har det, t.ex. *Scalar Vector Graphics* (SVG). Språket erbjuder däremot en mängd objekt för beskrivning av geografisk information, såsom egenskaper, koordinatsystem, geometri, topologi, tid, måtenheter med flera. Version 3.0 adresserar, till skillnad från de föregående versionerna, behov såsom representation av 3D-geometri, topologiska egenskaper mm. Detta bidrar till att GML bland annat:

- stödjer beskrivningar av geospaciala domänspecifika applikationsscheman
- möjliggör generering och underhåll av länkade geografiska applikationsscheman och dataset
- stödjer transport och lagring av applikationsscheman och dataset
- ökar möjligheter för organisationer att dela geografisk information

GML är nu accepterad som standard och användningen ökar inom flertalet discipliner och organisationer. Applikationer specifika för GML har utvecklats, både kommersiella såväl som *freeware*. Några exempel är t.ex. *Galdos Freestyler* [22], *CadCorp SIS Feature Server* från CadCorp [23] och *GO Loader* från Snowflake Software [24].

### **OGC Web Services**

En av OGCs aktiviteter inkluderar att sammanföra och göra tillgängligt tjänster för geografisk bearbetning och andra geografiska tjänster över webben. Dessa aktiviteter går under samlingsnamnet *OGC Web Services initiative* (OWS). OWS består av ett flertal specifikationer som ett antal produkter har utvecklats utifrån, varav det i nuläget finns tre kompletta tjänster:

- *Web Map Server* (WMS) [25]
- *Web Feature Server* (WFS) [26]

- *Web Coverage Server (WCS)* [27]

OWS-konceptet utgör ett ramverk för utveckling och underhåll av tjänster relaterade till geografisk information, som tillhandahålls och nyttjas via webben. Ramverket är ämnat särskilt åt tjänster som ska stödja distribuerade geografiska beräkningar och positionering över webben. Tjänsterna stödjer integrering, tillgång till, bearbetning och analys av, samt utforskning av multipla dataset, via webben. OWS, som har liknande egenskaper som andra webb-tjänster (se 2.3.1), tillhandahåller således ett nät av tjänster som kan utnyttjas i dynamiska interoperabla kedjor, för att skapa dynamiska applikationer inom geodomänen. Ett vanligt användningsområde för OWS-relaterade tjänster är positionering, där en klient kan utnyttja en tjänst för att ta reda på närmaste restaurang, vägbeskrivning till en geografisk plats, etc. För detta utnyttjas geodata på distans och klienten behöver inte själv ta reda på var data finns lagrad eller hur resultatet beräknas.

OWS förväxlas lätt med det etablerade konceptet Web Services, men är inte helt samma sak. OWS och Web Services har i princip samma egenskaper, men OWS baseras till dags dato inte på samma standarder som Web Services, varför de inte är direkt interoperabla.

### 2.2.3 SEDRIS

#### *Bakgrund*

Under mitten av 80-talet, då det blev praktiskt möjligt att koppla samman ett stort antal heterogena simuleringssystem, framkom att representation och utbyte av geografisk data var av stor betydelse. Med denna insikt initierades en rad arbeten, som fokuserade på metoder för representation och distribution av geografisk data. I linje med att distribuerade simuleringar fick allt större betydelse påbörjades arbetet med SEDRIS under 1994 med syfte att behandla dessa frågor på ett uniformt och enhetligt vis. SEDRIS står för *Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification*. De grundläggande villkoren för SEDRIS var att infrastrukturen skulle tillåta integrerad data, samt att denna skulle kunna förmedlas till olika system med skilda krav på representation. Med detta avses förmågan att sammanföra information för en region, exempelvis sjö, land och atmosfärsdata, till en integrerad form, samt att denna kan översättas till flertalet representationer (exempelvis linje eller polygondata), beroende på slutanvändarens krav. Arbetet med SEDRIS bedrivs i form av ett öppet forum inom vilket företag, myndigheter och andra organisationer kan delta [28].

SEDRIS behandlar i grunden två nyckelområden, nämligen representation av geografisk data, samt utbyte av geografisk data. Dessa fundamentala aspekter bygger på fem grundläggande teknologier:

- *Data Representation Model (DRM)*
- *Environmental Data Coding Specification (EDCS)*
- *Spatial Reference Model (SRM)*
- *SEDRIS Interface Specification (API)*
- *SEDRIS Transmittal Format (STF)*

Det tre förstnämnda teknologierna (DRM, EDCS och SRM) hanterar representation av geografisk information, medan de två sistnämnda hanterar utbyte av geografisk data. Nedan presenteras dessa fem komponenter översiktligt under styckena *Representation av data* och *Utbyte av data*.

### ***Representation av data***

SEDRIS DRM används för att beskriva geografisk data på ett koncist och entydigt vis. Detta sker genom utnyttjande av klasser, egenskaper för klasser samt relationer mellan klasser och egenskaper, som beskriver dataelement nödvändiga för representation av en omvärld. DRM är inte ett dataformat eller en implementering av en databas, utan beskriver typer av geografiska data på ett abstrakt sätt. Likväl är DRM inte en abstraktion av reella företeelser i omvärlden, som tex. hus eller träd. DRM beskriver istället abstrakta element som kan användas för att bygga upp en visuell eller icke-visuell representation av en omvärld. Representationer av reella "objekt" konstrueras från DRMs grundelement och klassificeras utifrån de koder som EDCS omfattar [29].

En viktig delmängd av DRM är förmågan att associera skilda representationer som beskriver samma "objekt". Olika typer av system som konsumerar geografisk data kan kräva olika former av representationer för samma typ av objekt. En GIS-applikation i 2D kan utnyttja enkla polygoner för att representera byggnader, medan ett visualiseringssystem för 3D kräver att samma hus representeras av en avancerad 3D-modell. I DRM kan dessa representationer av samma objekt existera i samma hierarki genom association.

Syftet med EDCS är att förse geografiska objekt med en entydig mening, vilket lägger grunden till semantisk interoperabilitet mellan system. I jämförelse med DRM, som exempelvis kan leverera multipla representationer av en hangar (punkt, polygon, 3D-modell etc.), tillåter EDCS entydig associering av begreppet "hangar" till möjliga representationer. Fundamentalt utgörs EDCS av nio skilda lexikon som bland annat publiceras på webben i form av html-dokument. För varje post (koncept) inom ett lexikon finns fält som bland annat inkluderar en textuell beskrivning av företeelsen (för mänsklig tolkning), en kod som representerar företeelsen (för tolkning av maskiner), samt en entydig definition av företeelsen (definitionen kan delvis bygga på andra koncept) [30].

En av fördelarna med EDCS är att konceptet till stora delar bygger på redan etablerade standarder för koppling av semantik till geografiska företeelser. Under många år har skilda domäner utvecklat system för den enskilda problemsfären, vilka genom SEDRIS försorg nu har integrerats till ett samlat lexikon. Av de tidigare etablerade standarderna återfinns bland annat; *Feature and Attribute Coding Catalogue* (FACC) från *Digital Geographic Information Exchange Standard* (DIGEST), *S-57* från *International Hydrographic Organization* och *Manual on Codes* från *World Meteorological Organization*.

Av ovanstående nämnda lexikon för EDCS kan fyra direkt hänföras till entydig identifiering av geografiska företeelser, nämligen:

- *Classification Dictionary*: klassificering som identifierar typen av geografiskt objekt (tex. hangar, flod eller väg)
- *Attribute Dictionary*: attribut som beskriver tillståndet för geografiska objekt (tex. längd, färg, material)
- *Attribute Enumerant Dictionary*: följd av diskreta värden för specifikt attribut (färg: {röd, grön, blå,...})
- *Unit Dictionary*: kvantitativt mått för tillstånd (tex. meter, volt, grader)

Posterna i de nio lexikonerna kan kombineras på ett obegränsat antal sätt för att beskriva olika geografiska företeelser.

DRM och EDCS anger hur geografiska objekt kan beskrivas, men undviker medvetet frågan kring hur ”objekt” är lokaliserade i relation till varandra. Syftet med SRM är att förse SEDRIS med funktionalitet för beskrivning av position, riktning och sträcka. SRM kan hantera de mest frekvent förekommande referenssystemen, samt konverteringar mellan dessa. För en ingående beskrivning och diskussion kring SRM, se [31].

### ***Utbyte av data***

SEDRIS API och STF är utvecklat med målet att förse utvecklare med verktyg för plattformsoberoende utbyte av geografisk data. Gränssnitten inom SEDRIS API inkluderar funktionalitet som krävs för produktion och konsumtion av SEDRIS data (”transmittals”) baserat på STF. STF är ett plattformsoberoende format som stödjer den funktionalitet som DRM omfattar. Genom att använda SEDRIS API kan en producent av geografisk data beskriva relationen mellan en databas interna format och SEDRIS DRM. Referensimplementeringen av SEDRIS API är utvecklat i C++ och har designats med målet att vara kompatibel med de vanligast förekommande plattformarna. För närvarande finns stöd för Windows-, Unix- och Linux-miljöer [32, 33]

## 3. Nyttan med GIS

### 3.1 Geografisk information vid nätverksbaserad M&S

#### 3.1.1 NätSim-projektet

I takt med att arkitekturer för nätverksbaserad modellering och simulering utvecklas, se till exempel [34] och [35], bör försörjning av geografisk information till dessa miljöer utredas. NätSim-projektets vision omfattas av att användare, oberoende av fysisk lokalisering, kan avkräva distribuerade resurser till stöd för modellerings- och simuleringsaktiviteter. Först och främst definieras ett scenario av en användare eller en användargrupp, i det senare fallet genom datorbaserat samarbete [36]. Därefter lokaliserar simuleringskomponenter som kan implementera det tänkta scenariot, varefter simuleringen exekveras genom utnyttjande av ledig beräkningskraft i nätverket [37]. Genom detta förfarande kan tunna klienter (exempelvis webbläsare) utnyttjas för utveckling och exekvering av beräkningsintensiva simuleringar. I det tänkta systemet måste distribution och användning av geografisk information (syntetiska omgivningar) hanteras av en rigorös infrastruktur, för säkerställande av interoperabilitet på alla nivåer.

I NätSim-miljön kan två distinkta faser urskiljas, där användning av syntetiska omgivningar är framträdande:

- *Scenarioutveckling*: under denna fas utvecklas ett scenario av en enskild användare, eller kollaborativt av en grupp användare. Aktiviteten omfattas av att enheter (flygplan, fordon etc.) positioneras i en omvärld, samt tilldelas ett "beteende".
- *Simuleringsexekvering*: under denna fas exekveras det scenario som har utvecklats. Aktiviteten omfattas av att simuleringsmodeller i ett distribuerat modellbibliotek distribueras till noder med ledig beräkningskraft och exekveras. Under exekveringen visualiseras simuleringen för användaren eller användarna.

#### 3.1.2 Scenarioutveckling

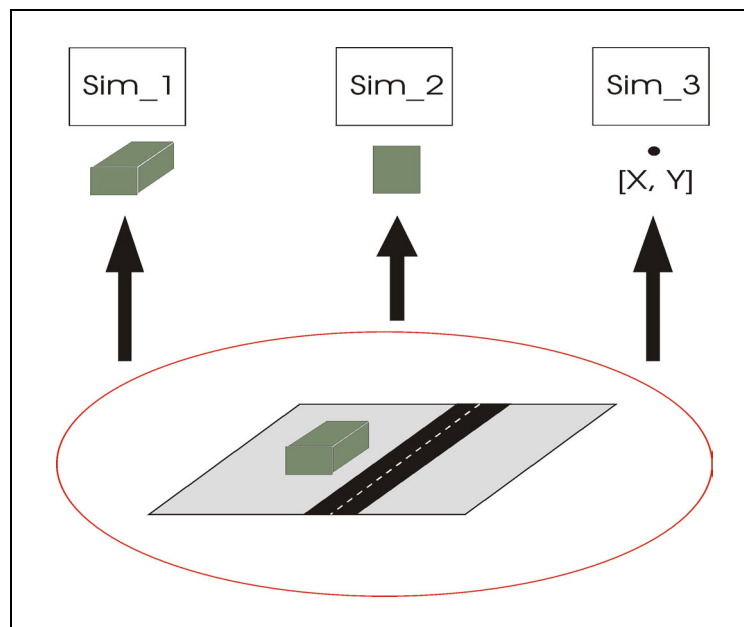
Under modelleringsfasen är det rimligt att anta att ett geografiskt område utses som kontext till simuleringen som skall konstrueras. Detta medför att syntetiska omgivningar, likt simuleringsmodeller och simuleringar, finns lagrade i ett bibliotek som är sökbart. Sökningen efter syntetiska omgivningar måste stödjas av extensiv metadata. Det är sannolikt att användare anger det geografiska område som skall utgöra "grunden" till ett scenario. Utifrån denna specifikation måste systemet kunna leverera de data som finns tillgängliga för aktuellt område, vilka egenskaper som dessa data har, samt om det finns restriktioner för dess användning. Beroende på de egenskaper som olika användares verktyg för scenariogenerering besitter, måste skilda representationer av den fysiska miljön för valt område extraheras och distribueras. Inom en grupp av användare (klienter), som utvecklar ett scenario tillsammans, kan typen av visualiseringssystem variera, från enkel 2D-grafik för tunna klienter till 3D-visualisering för mer kraftfulla klienter. Dessa heterogena system måste kunna "agera" inom samma syntetiska omgivning men med skilda representationer av denna.

### 3.1.3 Simuleringsexekvering

Inför exekveringen av den konstruerade simuleringen måste den syntetiska omvärlden distribueras till de noder som förväntas exekvera en delmängd av denna. Som nämnts tidigare måste enskilda simuleringsmodeller förses med en kompatibel syntetisk omgivning, varvid det blir viktigt att distribuera rätt representation av omvärlden till rätt nod. Distribueringen av data sker lämpligen genom de infrastrukturer som beskrivits i föregående kapitel, till exempel genom någon form av tjänstarkitektur som XML Web Services eller OGC Web Services (OWS). Under exekveringens gång är det inte enbart nödvändigt att distribuera den syntetiska omgivningen till individuella simuleringsmodeller, utan även till användare som har intresse av att visualisera simuleringen. Precis som under modelleringsfasen (scenariogenereringen) kan enskilda användare använda olika visualiseringssystem. Därav blir det nödvändigt att distribuera multipla representationer av omvärlden även till dessa.

### 3.1.4 Interoperabilitet inom NätSim-miljön

Ett grundläggande krav vid simulering är att de syntetiska omgivningarna, hos de simuleringsmodeller som en simulering utgör, är korrelerade. Detta är ett krav för att simuleringsmodeller skall kunna delta på lika villkor. I detta sammanhang är det viktigt att inkludera en mekanism som möjliggör att representationer av den fysiska miljön som simuleringsmodeller kräver genereras från samma grunddata. Denna funktion är en av grundstenarna i SEDRIS-teknologin, som tillåter att multipla representationer av en syntetisk omvärld kan existera och distribueras till individuella simuleringsmodeller. I figur 3.1 presenteras detta koncept översiktligt. Tre olika simuleringsmodeller (Sim\_1, Sim\_2 och Sim\_3) utnyttjar geografisk information över ett och samma område. Representationen av geografiska objekt skiljer sig dock markant mellan de tre simuleringsmodellerna. Sim\_1 representerar en byggnad med ett 3D-objekt, Sim\_2 med en 2D-polygon och Sim\_3 med en punkt. Alla dessa ”vyer” av den fysiska omvärlden måste därför kunna genereras utifrån en ”gemensam” databas för att tillfredställa simuleringsmodellernas varierande krav.



Figur 3.1. Multipla representationer av en syntetisk omgivning för att tillfredställa krav från heterogena simuleringsmodeller.

Det är naturligtvis inte möjligt att generera alla möjliga representationer av en fysisk omvärld. De grunddata som enskilda representationer baseras på sätter gränsen för vad som är möjligt.

Om upplösningen för en digital höjdmodell är 50 meter går det inte att uppfylla krav från en simuleringsmodell som kräver 5 meters upplösning. Om simuleringsmodellens krav inte kan tillgodoses av tillgängliga syntetiska omgivningar är förutsättningen för ackrediterat utnyttjande av denna inte uppfyllt. Det finns många frågeställningar likt dessa som måste behandlas för att fullständig interoperabilitet skall uppnås. Av avgörande betydelse är att tillräcklig information om de syntetiska omgivningarna finns tillgänglig. Det är av största vikt att dokumentera metadata kring syntetiska omgivningar på ett koncist sätt, enligt en överenskommen standard. I detta sammanhang är det viktigt att påpeka att både syntetiska omgivningar och simuleringsmodeller följer en gemensam semantik och syntax för detta. Syntetiska omgivningar måste förses med metadata som beskriver dess egenskaper, medan simuleringsmodeller måste förses med metadata som beskriver dess krav på en syntetisk omgivning. Detta för att kunna genomföra en pålitlig matchning av simuleringsmodeller och syntetiska omgivningar, dvs. säkerställa interoperabilitet.

### **3.1.5 Dynamiska syntetiska omgivningar**

Vanligtvis utnyttjas en statisk beskrivning av omvärlden av de simuleringsmodeller som ingår i en simulering. Ett mer attraktivt alternativ vore att förse NätSim-miljön med funktionalitet för dynamiska syntetiska omgivningar. Med detta avses syntetiska omgivningar som låter sig påverkas av simulerade enheters handlingar. Detta kan exempelvis omfattas av ett vägnätverk vars egenskaper, tex. framkomligheten vid strategiska positioner, förändras allteftersom simuleringen fortskrider, eller en terräng vars form förändras efter åverkan från bombkrevader etc. Komplexiteten hos denna typ av funktionalitet är dock förhållandevis stor. Ett avgörande problem att hantera är distributionen av de förändringar av omgivningen som enskilda simuleringsmodeller tillför. Om simuleringsmodellerna A, B och C ingår i en distribuerad simulering måste den förändring av omgivningen som A utför vid tiden  $t$  distribueras till B och C innan dessa kan utföra operationer för tiden större eller lika med  $t$ . På något sätt måste förändringen av omgivningen som enskilda simuleringsmodeller utför integreras med det schema för tidsynkronisering som simuleringen utnyttjar. Vidare krävs även någon form av översättning av förändringen, om representationen av omgivningen skiljer sig mellan A, B och C. Det är med andra ord av stor vikt att den distribuerade omgivningen är konsistent över det distribuerade systemet. Samtliga noder måste kontinuerligt ha samma uppfattning av omgivningen, en gemensam lägesbild.

## **3.2 GIS inom Totalförsvaret**

Försvarstillämpningen av datorverktyg och -program för behandling av geografisk information utformas specifikt vid utvecklingen av nya system. Vid varje tillämpning kommer olika faktorer att behöva prioriteras. Följande punkter är av vikt att beakta vid utvecklingen av nya GIS inom försvaret:

- Data och metadata: En viktig förutsättning för att kunna utnyttja potentialen och fördelarna med GIS är att det finns tillgång till kvalitativ data och metadata.
- Existerande mjuk- och hårdvara: Idag existerar både mjuk- och hårdvaror som uppfyller kraven. Problemet är dock att implementera, integrera och anpassa dessa för befintliga miljöer och sammanhang.
- Databashantering: Databasunderhåll och kvalitetssäkring av data är av stor vikt för att ett operativt GIS skall fungera väl.



Ett GIS kan förbättra genomförandet av både nationella och internationella insatser och att integrera sådana system möjliggör även genomförande av tidigare svårigen genomförbara insatser. GIS är utmärkta verktyg inför, under och efter en insats och kan monteras och användas direkt i fordon såsom fartyg, brandbekämpningsfordon, räddningsenheter och flygande enheter etc. Inför en insats kan GIS-baserad simulering av möjliga scenarier komma att underlätta genomförandet av insatsen och visa på vilket resursbehov i övrigt som kommer att krävas. Under operationen ger GIS dels realtidsläget samt kan bidra med simuleringar om framtida skeenden. Även efter en insats hjälper GIS att visa på vilka förtjänster och brister som förevarit under insatsen.

### 3.2.1 Databashantering

För praktisk användning i ett nätverksbaserat försvar behövs en välplanerad databashantering. Fyra faser kan urskiljas: Inhämtning/inlämning av data, databashantering, analys av data och användning av data.

**Indata** kan komma från flera olika källor, t.ex. sensorer, datorer eller personer som gör observationer. Data kan också komma från de databaser som byggts upp under lång tid före hotbildens/insatsens uppkomst. Tid och plats för indata kan anges liksom trovärdighet och kvalitet. Exempelvis ska ett ekolodande fartyg ta hänsyn till ljudhastighetsprofilen i vattnet, rådande vattenstånd och eventuell sjöhävning, samt instrumentella storheter och korrigeringar. Varje observation bör åtföljas av en kvalitetsstämpling samt bör tillföras parametrar såsom tidstämpling, den tid de ska ligga kvar i databasen etc.. Vid observation av t.ex. en trupp kan truppen efter ett tag förflyttats varför positionen blir osäker.

**Databashantering och analys** kan ske distribuerat, lokalt på flera ställen, och/eller centralt med mer samlade resurser. Vid utformning av system måste denna hantering säkerställas och utformas så att krav på redundans, sekretess m.m. uppfylls. Analysen kan med fördel kombineras med M&S för att erbjuda möjligheter att förutse skeenden som ska beaktas. Prognoser kan göras för flera olika typer av möjliga förändringar avseende t.ex. väder, sikt, sjö, stridsframgång, tekniska fel, personalproblem m.m. Lokalt eller centralt måste olika filtreringar göras för att användaren inte ska dränkas i information. Detta kan innebära datafusion och urskiljning med hänsyn tagen till tider och/eller positioner mm. När det gäller inrapporterade data, särskilt i realtid, måste hänsyn tas till äktheten. En fiende kan mycket väl försöka plantera falska data för att både förvirra systemet som för att klara sig undan. Rutiner måste finnas för hur hanteringen ska ske om viktiga tekniska komponenter försvinner såsom t.ex. GPS-signalen.

**Användningen** av data, utdata, kan ske på flera sätt. Användaren kan utnyttja data direkt och agera från den, eller importera data i analys- och/eller GIS-program. Sådana analysverktyg kan ta hänsyn till information i många olika databaser och integrerar dessa. Presentationen kan ske som en visualiserbar ”bild”. Datafusionen förutsätter enhetliga format såsom ett enhetligt eller åtminstone helt kompatibla koordinatsystem, samt standardiserade visualiseringssätt.

### 3.2.2 Nätverk

Användningen av samverkande datorer inom totalförsvaret utformas så att det kan möta de hot/den fiende som uppträder. För en enhet (fartyg, patrull, enskilda sensorer m.m.) gäller att ingående sensorer och elektronik kan kommunicera på lämpligt sätt i ett litet nätverk. Avsikten är att kunna ge en gemensam lägesbild, i detta sammanhang en helhetsbild av den geografiska miljön och skeendet i tid och rum.

I kontakt med andra enheter och överordnade strukturer kan de små enheternas information ge en allt tydligare och säkrare bild av ett hot/en fiende eller lämplig insats. Analyser kan här ske på en mer omfattande nivå. Centralt kan även mer diffus underrättelseinformation inkorporeras i kunskapsbanken. Distribution av relevant information på rätt sätt är kritisk. Då informationsvolymerna är stora ställs strikta krav på vad som skall visualiseras i systemen.

För att säkerställa nätverkets kapacitet vid utslagning av väsentliga funktioner krävs redundans. Detta kan uppnås med en decentraliserad arkivering av pågående scenario samt att de olika enheterna kan kommunicera med varandra via flera olika vägar och sätt. Härvid är satellitkommunikation en viktig väg då den inte kräver någon mer komplicerad infrastruktur.

### 3.2.3 Hot

Dagens och morgondagens totalförsvar inriktas mot "samhällsfiender" såsom terrorister eller naturkatastrofer och inte enbart mot fientligt sinnade stater. Olika typer av hot kan kräva olika grader av GIS-användning.

- En fiende kan vara en "konventionell" fiende, en annan statsmakt som har resurser som är jämförbara med våra egna. Användningen av GIS och NBF kan utnyttjas till fullo enligt de planer som har utformats och enligt de studier som utförts inom Försvarsmakten. Härvid kommer GIS-användningen in som ett kraftfullt verktyg både före och under en konflikt. Simulering och utvärdering av möjliga scenarier utförs med fördel genom användande av GIS.
- Ett troligt framtida hot utgörs av terrorister och terroristorganisationer. Terroristfienden har förmodligen inga organisatoriska möjligheter att bygga upp nåt mer omfattande kommunikationsnät. De saknar i varje fall resurser för global och regional övervakning, t.ex. satelliter. Terrorister verkar dessutom i mindre tämligen självständiga celler och på olika vis mot ett och samma mål/fiende. I vissa fall kan denna fiende jämföras med konventionella jägar/sabotage-förband. Terrorister angriper känsliga samhällspunkter för att uppnå största möjliga oro. Denna fiende kan se olika ut det kan vara en mycket liten enskild grupp eller flera lite mer eller mindre organiserade grupper. Enstaka eller mindre grupper kan komma att dölja sig osynligt i samhället. Däremot kan större terroristgrupper eller till och med gerillagrupper övervakas på ett effektivt sätt genom olika sensorer/källor som sammanställs och utvärderas med hjälp av GIS.
- I samhället kan finnas inre fiender som slår mot enskilda personer eller enstaka institutioner. Mot denna fiende behövs ett "psykologiskt försvar". Genom att låta datorer analysera fram anomalier, för mänsklig utvärdering, kan hänsyn tas till t.ex. civilbefolkningens reaktioner, massmedias rapportering och attityd etc. GIS kan visa på var i tid och rum en hotbild kan skönjas.
- Även naturkatastrofer och olyckshändelser kan vara ett samhällshot. För att snabbt allokera resurser på rätt sätt och ställe används program och modeller som beräknar konsekvenserna av olika handlanden. Det kan t.ex. gälla flöden och riskpunkterna vid vissa extrema nederbörds mängder eller gasspridningsområdets utbredning vid ett läckage under rådande meteorologiska förhållanden.

- Inför en fredsbevarande insats i annat land kommer dataanalys och utvärdering med hjälp av GIS att vara en ovärderlig tillgång både under planeringsfasen och under uppdragets genomförande. Härvid kan rörelser hos eventuella hot följas och infrastrukturen, inom det aktuella landet, kan utnyttjas på bästa sätt.

### **3.2.4 Visualisering**

Vid de stora datamängder som kan behöva hanteras och visualiseras ställs stora krav på visualiseringen. Denna måste vara tydlig, men samtidigt innehålla all nödvändig information för den uppkomna aktuella situationen. Om det är frågan om att visualisera prognoser eller modellberäkningar/analyser måste detta framgå otvetydigt. Prognosgrafer etc. kan visualiseras t.ex. med sinsemellan olika färgskalor. Symboler för iakttagelser läggs in i kartbilden med t.ex. skarp grön färg som bleknar och övergår mot grått och slutligen försvinner med hänsyn tagen till vad tidstämpeln anger. Redan den inlagda symbolen bör utformas så att det framgår på ett ungefär hur många/stort observationen avser. Mer detaljerad information fås upp i ett fönster genom att klicka på symbolen. Det bör gå att få fram historiska data på tidigare nu bortblekta observationer

Nya sätt för visualisering i 3D, 4D (framtid), 5D (historisk tid) kommer att bli aktuella. På stabsnivå visualiseras aktuell virtuell 3D-kub över operationsområdet samt 3D-kuber utvisande modellberäkningar ur olika perspektiv. Inrapporterade rörelser och skeenden uppdaterar lägesbilden i realtid.

## 4. Slutsatser

Tillgång till geografisk information är en grundläggande förutsättning för många av dagens militära system. I framtiden kommer betydelsen av geografisk information med största sannolikhet att öka ytterligare, framförallt i samband med introduktionen av det nätverksbaserade försvaret (NBF). Ett fundamentalt begrepp i dessa sammanhang är interoperabilitet. För att utnyttjandet av geografisk information skall kunna implementeras på ett effektivt sätt inom framtida försvarssystem, tex. simuleringssystem, krävs att information kan produceras och konsumeras på ett sömlöst vis. Det erfordras med andra ord en gemensam semantik och syntax för geografisk data som delas mellan alla berörda parter inom försvarsmakten (vilket inte är en realitet idag). Det finns idag ett flertal initiativ som avser att standardisera geografisk information, däribland OGC och SEDRIS som omnämns i denna rapport. Det är även av stor betydelse att standardisera sätten på vilka geografisk information kan extraheras från ett flertal distribuerade datakällor. I detta sammanhang framstår Web Services som en tilltalande teknologi, vilken har många likheter med standarder inom OGC som definierar hur tillgång till data över ett nätverk kan implementeras. Av avgörande betydelse för realisering av framtida försvarssystem är således att etablerade och välkända standarder utgör grunden för geografisk information och åtkomst till denna. Därav är det av vikt att följa arbetet inom forum som OGC, SEDRIS med flera, samt att på sikt även aktivt delta för att påverka den framtida utvecklingen inom området.

## 5. Referenser

- [1] Eklöf M., Stensson G., Söderberg P. Öberg D., *The Viking GIS Project – a Study of Geograph Information Systems in Project Viking*, FOI-S—0759—SE, Stockholm, 2002.
- [2] Stensson G., Söderberg P., *The Viking GIS Project – a Study of Geographic Information Systems, part II*, FOI-R—0897—SE, Stockholm, 2003.
- [3] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), *IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*, New York, 1990.
- [4] Visser, U., Stuckenschmidt, h., Schlieder C., *Interoperability in GIS – Enabling Technologies*. AGILE, 2002.
- [5] Nationalencyklopedin, [http://www.ne.se/jsp/search/search.jsp?t\\_word=ontologi](http://www.ne.se/jsp/search/search.jsp?t_word=ontologi).
- [6] Web Services Activity (W3C), <http://www.w3.org/2002/ws/>.
- [7] OGIS, <http://www.opengis.org>.
- [8] SEDRIS, <http://www.sedris.org>.
- [9] M. Rancourt, *Implementing Geographic Information Standards in a Jurisdiction*. Department of Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick, December 2001.
- [10] DIGEST, <http://www.digest.org>.
- [11] F. Kuhl, R. Weatherly, J. Dahmann, *Creating Computer Simulation Systems – An introduction to the High Level Architecture*. Prentice Hall, 2000.
- [12] H. Williamson, *XML, The Complete Reference*, McGraw-Hill, Berkeley, CA, 2001.
- [13] S. St.Laurent, *XML, A Primer*, M&T Books, New York, NY, 2001.
- [14] A.S. Tanenbaum, M. van Steen, *Distributed Systems, Principles and Paradigms*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2002.
- [15] R. Nagappan, R Skoczyklas, R.P. Sriganesh, *Developing Java Web Services*, Wiley Publishing Inc., Indianapolis, Indiana, 2003.
- [16] A. Skonnard, *Understanding SOAP*, <http://msdn.microsoft.com/library/enus/dnsoap/html/understandsoap.asp>, 2003.
- [17] SOAP Specifications, <http://www.w3.org/2000/xp/Group/>.
- [18] WSDL, <http://www.w3.org/TR/wsdl>.
- [19] UDDI, <http://www.uddi.org>.
- [20] OpenGIS, Abstract Specification, <http://www.opengis.org/techno/abstract.htm>.
- [21] GML Specification, <http://www.opengis.org/docs/02-023r4.pdf>.
- [22] Galdos Systems Inc., <http://www.galdosinc.com>.
- [23] CadCorp, <http://www.cadcorp.com>.
- [24] Snowflake Software, <http://www.snowflakesoft.co.uk>.
- [25] WMS, <http://www.opengis.org/docs/01-068r2.pdf>.
- [26] WFS, <http://www.opengis.org/docs/02-058.pdf>.
- [27] WCS, <http://www.opengis.org/docs/03-065r6.pdf>.
- [28] SEDRIS, <http://www.sedris.org>.
- [29] SEDRIS, DRM, [http://www.sedris.org/dm\\_desc.htm](http://www.sedris.org/dm_desc.htm).
- [30] SEDRIS, EDCS, <http://www.sedris.org/edcs.htm>.
- [31] R.M. Toms, P.A. Birkel, *Choosing a coordinate framework for simulations*, [http://www.sedris.org/pap\\_dlds.htm](http://www.sedris.org/pap_dlds.htm).
- [32] SEDRIS API, [http://www.sedris.org/api\\_desc.htm](http://www.sedris.org/api_desc.htm).

- [33] SEDRIS STF, [http://www.sedris.org/stf\\_desc.htm](http://www.sedris.org/stf_desc.htm).
- [34] M. Eklof, J. Ulriksson, F. Moradi, *NetSim – An Environment for Network Based Modelling and Simulation*, Symposium on C3I and M&S Interoperability (MSG-22), NATO Modeling and Simulation Group, 2003.
- [35] XMSF, <http://www.movesinstitute.org/xmsf/xmsf.html>.
- [36] J. Ulriksson, F. Moradi, R. Ayani, *Collaborative Modelling and Simulation in a Distributed Environment*. Proceedings of European Simulation Interoperability Workshop, Stockholm, Juni 2003.
- [37] M. Eklöf, M. Sparf, F. Moradi, *HLA Federation Management in a Peer-to-Peer Environment*. Proceedings European Simulation Interoperability Workshop, Stockholm, Juni 2003.