

Military Geoinformation System of the Ministry of Defence of the Republic of Croatia

**Zvonko BILJECKI¹, Goran GUGIĆ¹, Aida OSMANAGIĆ¹, Stipica PAVIČIĆ¹, Mladen RAPAIC¹,
Petra SAJKO¹, Tomislav TONKOVIĆ¹, Daniel VENCLER¹, Željko ŽELEZNJAK²**

¹ Geofoto d.o.o., Hercegovačka 61, 10000 Zagreb, e-mail: geofoto@geofoto.hr

² Ministry of Defence of the Republic of Croatia, Zvonimirova 4, 10000 Zagreb,
e-mail: zeljko.zeleznjak@morh.hr

46

Abstract: *One of the goals that Partnership for Peace has set, within domain of geospatial information, is the implementation of a military geoinformation system. Besides this important strategic objective for the Republic of Croatia, the military geoinformation system will enhance activities of the Ministry of Defence and Armed Forces and in such way improve national defence and cooperation with NATO members and members of the Partnership for Peace. This paper describes overall system principles based on relevant standards from domain of geospatial information. The emphasis is on the design of the conceptual data model and the object catalogue as main objective in the first phase of the whole project. Within this first phase of the project not only conceptual data model and object catalogue were created, but also a GML application scheme that will serve as basis for data exchange with all anticipated users of the system.*

Keywords: *military geoinformation system, military cartography, NATO, FACC, DIGEST, CROTIS*

1. Introduction

The goal of the Military Geoinformation System – VoGIS project is to “establish a geoinformation system that will be a foundation for development for all further activities in the military spatial data domain, with special emphasis on production of military cartographic database and military maps, and fulfilment of the goals of the Partnership for Peace in the geoinformation domain.” (MORH 2004).

Realization of the prime goal of the project would institute an effective multi-user geoinformation system that will contain all elements necessary for the Ministry

of Defence (MoD), Armed Forces (AF) and units of Croatian army. Moreover, this system would correlate with other existing information systems. Concept of the system would enable a secure two-way exchange of digital information with other members of the NATO and the Partnership for Peace; in that way completing the obligations Croatia has to realize according to the Working Plan 0122 of the Partnership for Peace (NATO 2002).

In this paper main principles of the VoGIS are described, with special emphasis on the production of the conceptual military topographic database model that is consonant with all relevant norms and standards in geoinformation.

Results of the first phase of the project will be used for implementing the military topographic database, and for modelling and implementing a cartographic database, which would be groundwork for creation of the military topographic maps at the scale of 1:50 000 (VTK50) and Joint Operations Graphics at the scale of 1:250 000 (JOG).

2. VoGIS

VoGIS is a framework for definition of smaller components, as topography and cartography. Topographic component is a result of conformance of the topographic database of the State Geodetic Administration (SGA) and military content to NATO norms. Cartographic component unifies cartographic database and the process of map creation. When implementing VoGIS, a principle applies according to which data once gathered in any state institution can be of multiple uses in other state institution. This principle not only attributes to rationalization, but also to quality of data; as each type of data is collected and updated by profession that deals with specific type of data as a core business.

Vojni geoinformacijski sustav Ministarstva obrane Republike Hrvatske

Zvonko BILJECKI¹, Goran GUGIĆ¹, Aida OSMANAGIĆ¹, Stipica PAVIČIĆ¹, Mladen RAPAČIĆ¹,
Petra SAJKO¹, Tomislav TONKOVIĆ¹, Daniel VENCLER¹, Željko ŽELEZNJAK²

¹ Geofoto d.o.o., Hercegovačka 61, 10000 Zagreb, e-mail: geofoto@geofoto.hr

² Ministarstvo obrane Republike Hrvatske, Uprava za materijalne resurse, Služba za nekretnine, graditeljstvo i zaštitu okoliša, Odjel za vojnu kartografiju, Zvonimirova 4, 10000 Zagreb, e-mail: zeljko.zeleznjak@morh.hr

Sažetak: Implementacija vojnog geoinformacijskog sustava predstavlja jedan od ciljeva Partnerstva za mir iz domene geoinformacija. Osim tog, za Republiku Hrvatsku strateški važnog cilja, Vojni geoinformacijski sustav podići će aktivnosti Ministarstva obrane i Oružanih snaga na višu razinu i na taj način unaprijediti obranu državnog teritorija te suradnju s članicama NATO-a i Partnerstva za mir. U ovom radu opisana su osnovna načela cjelokupnog sustava koji se temelji na svim relevantnim normama i standardima iz područja geoinformacija. Posebno je istaknuta izrada konceptualnog modela i kataloga podataka što je bio glavni cilj prve faze realizacije projekta Vojnoga geoinformacijskog sustava. U okviru prve faze projekta, osim konceptualnog modela i kataloga podataka izrađena je i aplikacijska shema podataka u GML-u koja će poslužiti kao osnova za razmjenu podataka sa svim predviđenim korisnicima sustava.

Ključne riječi: Vojni geoinformacijski sustav, vojna kartografija, NATO, UML, GML, CROTIS

1. Uvod

Cilj projekta Vojni geoinformacijski sustav (VoGIS) Ministarstva obrane Republike Hrvatske je "uspostaviti geoinformacijski sustav koji će biti osnova za razvoj svih daljnjih aktivnosti u domeni vojnih prostornih informacija, s posebnim naglaskom na izradu vojne kartografske baze podataka i vojnih karata, te ispunjenje Partnerskih ciljeva iz domene geoinformacija" (MORH 2004).

Realizacijom osnovnog cilja projekta, uspostavio je se učinkovit višekorisnički geoinformacijski sustav koji bi sadržavao sve elemente potrebne Ministarstvu kao i Oružanim snagama i postrojbama Hrvatske vojske, te bi bio u korelaciji s već postojećim informacijskim sustavima.

Koncept sustava omogućio bi sigurnu dvosmjernu razmjenu digitalnih informacija s ostalim članicama NATO-a i Partnerstva za mir čime bi se ispunile obveze koje hrvatska strana mora realizirati prema Radnom planu 0122 Partnerstva za mir (NATO 2002).

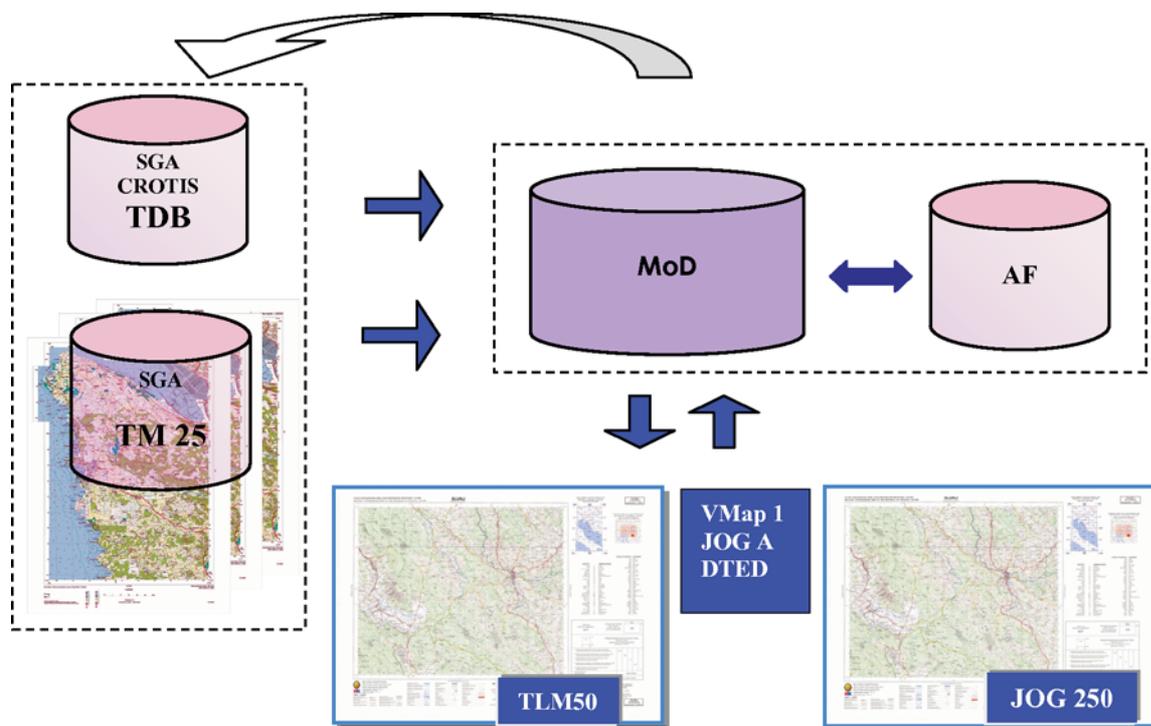
U ovom radu opisana su osnovna načela VoGIS-a s posebnim osvrtom na izradu konceptualnog modela vojne topografske baze podataka u skladu sa svim relevantnim normama i standardima na području geoinformacija.

Rezultati prve faze projekta poslužiti će pri implementaciji vojne topografske baze podataka te pri modeliranju i implementaciji kartografske baze podataka čiji je cilj izrada vojnih topografskih karata u mjerilu 1:50 000 (VTK 50) i operativnih karata u mjerilu 1:250 000 (JOG).

2. VoGIS

VoGIS predstavlja okvir unutar kojeg su definirane manje funkcionalne podkomponente kao što su topografska i kartografska komponenta. Topografska komponenta rezultat je usklađivanja topografske baze podataka Državne geodetske uprave i vojnog sadržaja s normama NATO-a. Kartografska komponenta objedinjuje kartografsku bazu podataka i sam proces izrade karata. Pri realizaciji, VoGIS primjenjuje načelo da se jednom prikupljeni podaci u jednom od tijela državne uprave, mogu višestruko koristiti u ostalim tijelima državne uprave. Osim racionalizaciji, ovo načelo pridonosi i kvaliteti, jer se prikupljanjem i održavanjem podataka bavi ona struka koja je profesionalno i nominalno za te podatke zadužena.

Idejno rješenje VoGIS-a donosi načelnu shemu sustava i relacije s tzv. civilnim sektorom, tj. Državnom geodetskom upravom (slika 1). Prema toj shemi, osnova za uspostavu Vojnog geoinformacijskog sustava je Topografska baza podataka izvedena prema specifikacijama proizvoda temeljenim na CROTIS-standardu i razvijenim u okviru projekta



48

Fig. 1. Relation of civil and military geoinformation systems (MORH 2004)

Originally proposed solution of VoGIS delivers a principle scheme of the system and relation of the system to so called civil sector i.e. State Geodetic Administration (Fig. 1). According to this scheme, the foundation of the Military Geoinformation System is a topographic database made according to the product specifications based on the CROTIS standard, which were developed under the CRONO GIP project. Database should be transferred to the MoD and upgraded with military content. This way, military topographic database would become the central part of MoD's GIS and groundwork for other geoinformation products, like small-scale databases, cartographic

databases, cartographic products, Internet applications and other.

Undertaking the CROTIS model, means that Ministry of Defence will join SGA in construction of a new cartographic system based on topographic database and at the same time abandons the model based on update of existing (old) maps.

On the map production scheme (Fig. 2), a scheme of the VoGIS as a function in production of military tactic topographic maps is shown.

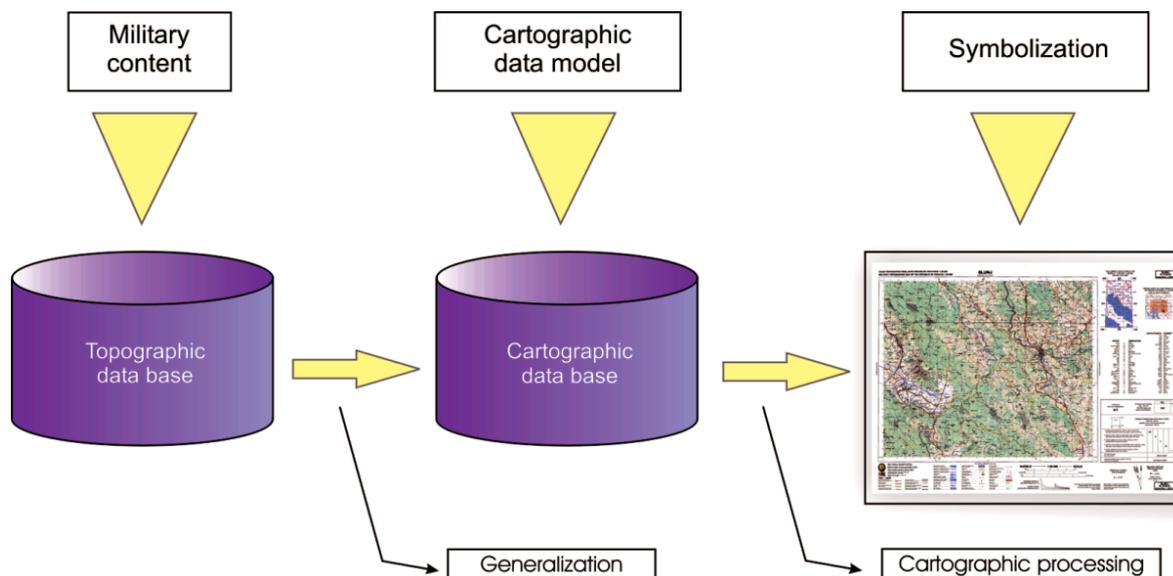
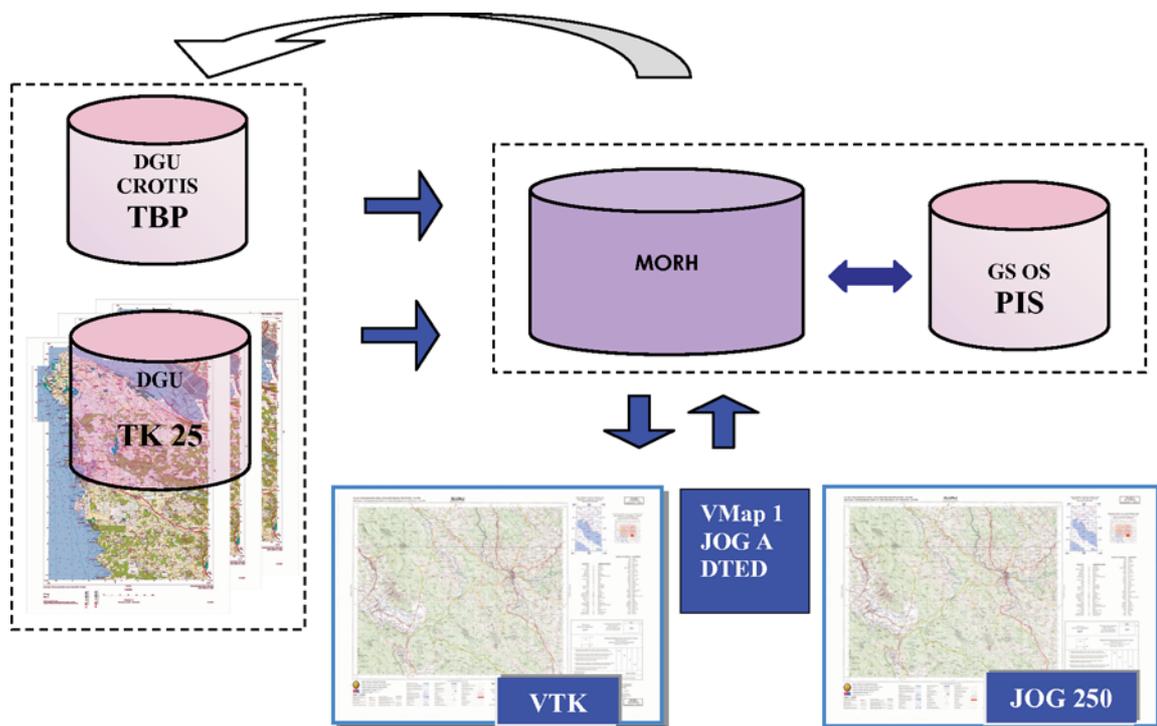


Fig. 2. Map production scheme



Slika 1. Relacija između civilnog i vojnog geoinformacijskog sustava (MORH 2004)

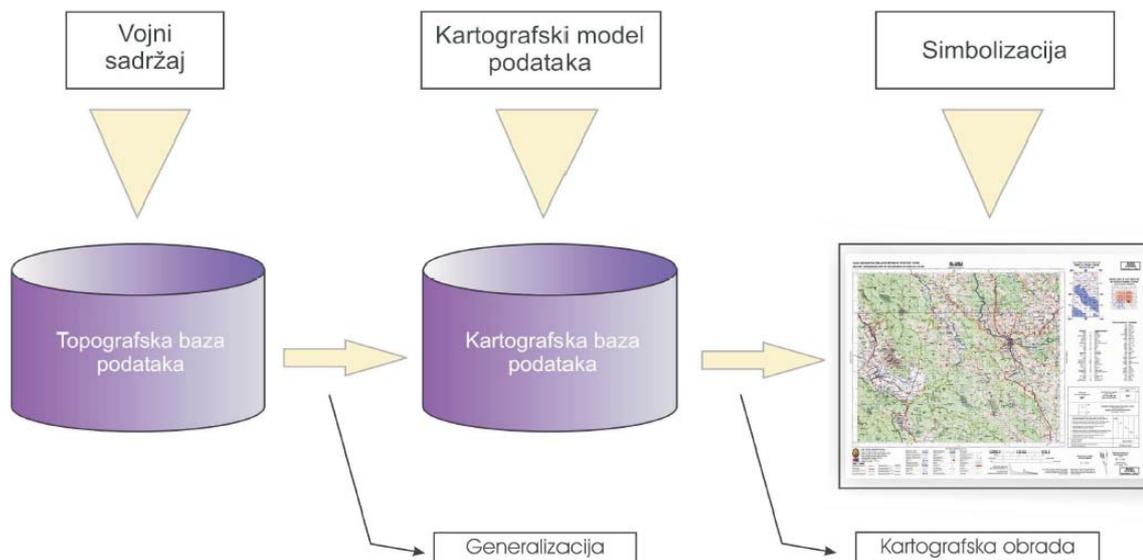
CRONO GIP, koja bi se nakon prebacivanja u Ministarstvo obrane dopunjavala vojnim sadržajem. Tako uspostavljena Vojna topografska baza podataka postala bi središte geoinformacijskog sustava MORH-a i osnova za ostale geoinformacijske proizvode, poput baza sitnijih mjerila, kartografskih baza podataka, kartografskih proizvoda, internetskih aplikacija i dr.

Preuzimanjem modela CROTIS Ministarstvo obrane pridružuje se Državnoj geodetskoj upravi u konceptu izgradnje novog kartografskog sustava na osnovi Topografske baze podataka i napušta koncept zasnivan na ažuriranju postojećih (starih) karata.

Na shematskom prikazu (slika 2) predočena je shema VoGIS-a u funkciji izrade vojnih taktičkih topografskih karata.

Osim navedenih ključnih komponenti sustava, bitno je istaknuti interoperabilnost sustava koja prema potrebi omogućuje razmjenu podataka s tijelima državne uprave RH i s članicama NATO-a i Partnerstva za mir.

Idejni projekt (MORH 2004) navodi implementacijske korake koje je tijekom izvođenja radova potrebno prilagođavati stečenim saznanjima i tehnologiji. U prvoj fazi realizacije kao glavni proizvod izveden je Topografski model podataka.



Slika 2. Shema proizvodnje karata

Of great importance is the interoperability of a system that enables data exchange between the Croatian state institutions and members of the NATO and the Partnership for Peace.

Original proposal (MORH 2004) states implementation steps that should be adjusted during the execution of the project according to obtained knowledge and technology. The topographic database model is the main result of the first phase of the project.

On the scheme of cartographic production (Fig. 2), two main phases of production can be seen: a generalization (creation of cartographic database) and cartographic processing (assignment of symbols, styles, etc).

Precondition for data exchange between various institutions will be production of detailed exchange models, according to which particular data structure will be mapped to another data structure. These exchange models are:

- Model for mapping data from CROTIS to the VoGIS topographic database
- Model for mapping cartographic database from VoGIS to CROTIS of SGA
- Model for data exchange according to NATO standards.

Access to VoGIS databases will be possible through an application server (Fig. 3). With export functions of GIS tools and specially made applications, users who will need their own copies of the whole database or part of the database, will be able to obtain them.

3. Standards in Geoinformation

Standardization in geoinformation is necessary for foundation of a common system for collecting, production, updating, presenting and exchanging of spatial digital data between different producers, users, systems and locations.

Digital geoinformation has had an extreme growth, and has become the crucial element in planning and

creation of civil and military operations. The requested size and complexity of projects and data require introduction of multinational agreements and standards in order to achieve compatibility. The standards used in this project enable data exchange between producers and users, as well as interoperability and compatibility between countries and multinational systems.

Standards/norms in geoinformation are delivered by competent institutions and organizations. During creation of this project, different standards and norms were used. The norms are from the geoinformation field, issued by the Technical Committee ISO/TC 211 (URL 1), the NATO and from the Open Geospatial Consortium – OGC (URL 2).

In the Republic of Croatia, the Product specification for topographic data (DGU 2003), which is based on CROTIS standard (DGU 2000), is used as standard for collection, processing, presenting and exchange of topographic data.

As ISO norms and specifications regulated by OGC were already described on couple occasions in other works, in next section can be found short explanations of NATO standards used in this project.

3.1. NATO Standards

The Digital Geographic Information Working Group (DGIWG) was established in 1983 to develop standards that would enable efficient data exchange between the NATO member states (DGIWG 2000). DGIWG is not an official NATO body, but its work on standards is recognizable and approved by the NATO Geographic Conference (NGC).

This working group has developed the DIGEST (Digital Geographic Information Exchange Standard) as an exchange standard (URL 3).

DIGEST, as a standard, supports exchange of raster, matrix and vector digital geographic data, between producers and users. Moreover, the standard supports entire sequence of topological structures. From 1990's until today, DIGEST became NATO standardization agreement number 7074 (STANAG 7074).

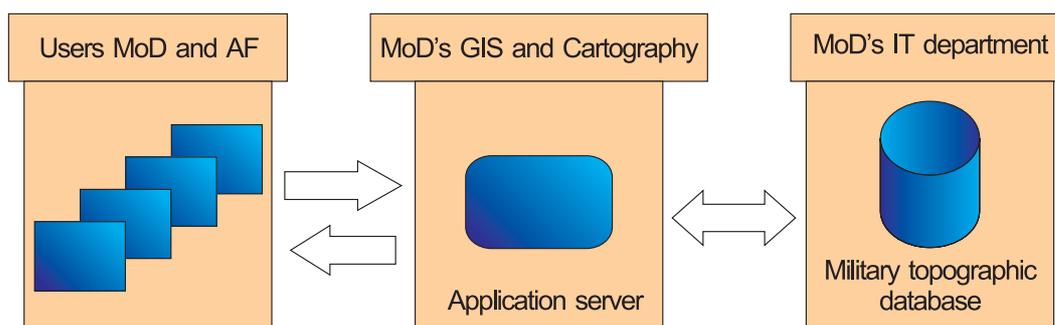


Fig. 3. Direct access to the topographic database

Na shemi kartografske produkcije (slika 2) mogu se uočiti dvije glavne faze produkcije. To su: generalizacija (kreiranje kartografske baze podataka) i kartografska obrada (dodjeljivanje simbola, stilova i sl.).

Za razmjenu podataka između različitih ustanova trebat će izraditi specifične modele razmjene prema kojima će se pojedina struktura podataka preslikati u drugu. To su:

- model za preslikavanje podataka iz CROTIS-a u topografsku bazu podataka VoGIS-a,
- model za preslikavanje kartografske baze podataka iz VoGIS-a u CROTIS DGU-a i
- model za razmjenu podataka prema standardima NATO-a.

Pristup bazama podataka VoGIS-a bit će moguć kroz aplikacijski server (slika 3). Korisnicima koji će trebati vlastite kopije cjelokupne ili dijela baze, isporuka će biti obavljena eksportnim funkcijama GIS-alata ili posebno izrađenim aplikacijama.

3. Norme u geoinformacijama

Normizacija u geoinformacijama potrebna je radi uspostave homogenog sustava prikupljanja, izrade, održavanja, prezentacije te razmjene prostornih informacija u digitalnom obliku između različitih proizvođača, korisnika, sustava i lokacija.

Digitalne geoinformacije evoluirale su toliko da su postale osnovni element u planiranju i izvođenju civilnih i vojnih operacija. Zahtijevani obim, te složenost upita i samih podataka diktiraju uvođenje multinacionalnih sporazuma i normi u cilju postizanja kompatibilnosti. Norme koje su se poštivale prilikom izrade ovog projekta omogućuju razmjenu podataka između proizvođača i korisnika, te interoperabilnost i kompatibilnost između država i multinacionalnih sustava.

Standarde/norme u geoinformacijama donose mjerodavne institucije i organizacije. Pri izradi ovog projekta korišteni su različiti standardi i norme. To su norme na području geoinformacija izdane od tehničkog odbora ISO/TC 211 (URL 1), specifikacije Open Geospatial Consortiuma – OGC (URL 2) i norme NATO-a.

Na području Republike Hrvatske kao norma za prikupljanje, obradu, prikazivanje i razmjenu topografskih podataka upotrebljava se specifikacija proizvoda za

topografske podatke (DGU 2003) temeljena na CROTIS-u (DGU 2000).

ISO-norme i specifikacije propisane od OGC-a u više su navrata opisane u drugim radovima stoga će u ovom radu biti u kratko opisane upotrijebljene norme NATO-a.

3.1. Norme NATO-a

Radna skupina za digitalne geoinformacije Digital Geographic Information Working Group (DGIWG) osnovana je 1983. kako bi razvila standarde koji omogućavaju učinkovitu razmjenu digitalnih geoinformacija između članica NATO-a (DGIWG 2000). DGIWG nije službeno tijelo NATO-a, međutim, njihov rad na standardima prepoznat je i pozdravljen od strane geografske konferencije NATO-a (NGC).

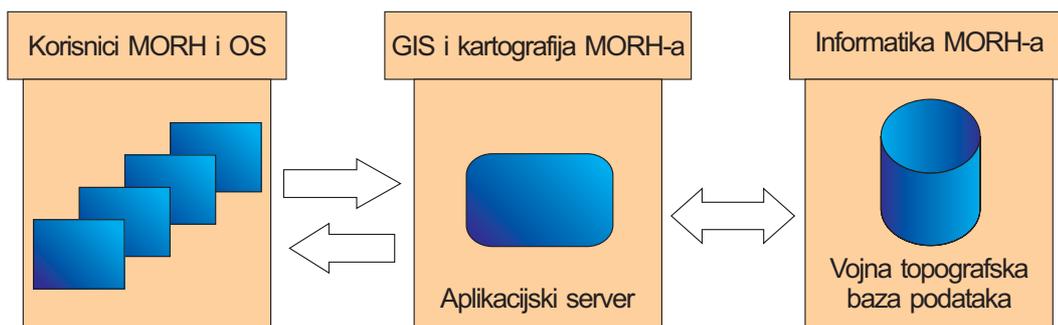
Ova radna skupina razvila je DIGEST (Digital Geographic Information Exchange Standard) kao normu za prijenos geoinformacija (URL 3).

DIGEST kao norma podržava prijenos rasterskih, matričnih i vektorskih digitalnih geografskih podataka između proizvođača i korisnika. Također je u mogućnosti podržati cijeli niz topoloških struktura. Od 1990-tih do danas DIGEST je postao NATO-ov sporazum o normizaciji br. 7074 (STANAG 7074).

Četvrti dio norme DIGEST sadrži katalog kodova objekata i atributa – FACC (Feature and Attribute Coding Catalogue). FACC je upotrijebljen kao temelj pri modeliranju i kodiranju objekata vojne topografske baze podataka. FACC je u osnovi rječnik pojmova objekata i atributa gdje su objekti i atributi kodirani prema standardiziranom kodnom sustavu.

Strukturiran je na sljedeći način:

- prva četiri poglavlja čine uvod, svrha i polje primjene, prilagodba, reference i terminologija,
- peto poglavlje u detalje objašnjava kodnu strukturu objekata, atributa i njihovih vrijednosti. Također donosi pravila o dokumentiranju novih objekata i atributa,
- Annex A donosi listu objekata i njihove kodove,
- Annex B donosi listu atributa i pripadnih kodova, a također i listu vrijednosti atributa s opisima i
- Annex C je abecedni popis svih objekata i atributa.



Slika 3. Izravan pristup topografskoj bazi podataka

Forth part of the DIGEST standard consists of a catalogue of feature and attribute codes – FACC (Feature and Attribute Coding Catalogue). FACC catalogue has been used as the base for modelling and encoding of military objects of topographic database. FACC is basically a dictionary of feature definitions and attributes, where features and attributes are coded according to the standardized code system.

This is structured in following way:

- First four chapters are introduction, purpose and field of application, adjustment, references and terminology
- The fifth chapter explains in detail code structures of features, attributes and their values; as well as rules about documentation of new features and attributes
- Annex A is a list of features and their codes
- Annex B is a list of attributes and associated codes, as well as of attribute values with descriptions
- Annex C is alphabetical list of all features and attributes.

When modelling military topographic database, existing features from the SGA topographic database (DGU 2003) are mapped to the features of the VoGIS model, by usage of definitions from the FACC catalogue.

Large numbers of features from existing SGA database have not been simply translated (one to one) to VoGIS. Explicitly, for a feature from topographic database does not always exist an adequate feature in FACC catalogue that could be accepted as a new VoGIS feature. Therefore, features from topographic database were mapped to VoGIS features by combination of values defined in the FACC catalogue for features, attributes and attribute values. By establishment of relations between features, attributes and their values, the VoGIS topographic database model version 1.0 has been made.

VoGIS catalogue has been harmonized with the FACC catalogue as much as possible, so that when a specific feature from the topographic database were not defined in FACC catalogue, a new VoGIS codes were created according to the FACC catalogue.

As FACC is just a dictionary and does not specify data model and does not provide relations between features and attributes, for creation of a data model additional NATO standards based on FACC were used. These are: Digital Topographic Data – DTOP (NIMA 2002), Vector Map Level 1 – VMap1 (NIMA 1995), Vector Map Level 2 – VMap2 (DMA 1996), Urban Vector Map – UVMMap and many other standards.

Demands of Croatian MoD and AF were received through a survey and working group meetings. Existing data from topographic database together with mentioned NATO standards were used as the foundation for development of the VoGIS database. That way, to please

all the demands, original FACC catalogue was extended and VoGIS catalogue was made.

4. Conceptual Data Model

Unified Modelling Language (UML) has been used to describe conceptual scheme (data model) and object catalogue. UML is a graphic language for object oriented modelling that enables visualization, specification, construction and documentation of program support system (Booch et al. 2000, Carlson 2001). UML enables standardized planning systems, covering conceptual issues as business processes and system functions, as well as concrete issues. These concrete issues are classes written in one of the programming languages, database schemes and reusable program components.

UML is usually used for spatial database modelling as it can be seen in ISO 191xx standards. Rules that define production of an application scheme according to UML are defined in the ISO/DIS 19109 standard *Rules for application schema* (ISO 2002).

Key element of UML that has been used for military topographic database modelling is Class. Stereotype <<FeatureType>> can be found in title of classes (Fig. 4, Fig. 5 and Fig. 6). This stereotype describes in detail functions of specific classes in the system. Beneath the stereotype is the name of the class.

An attribute list with associated data types is written after stereotype and name of the class. After attributes, methods can be listed. In the VoGIS model all classes are defined with name and attributes, but without methods. During the development of specifications for military data collection, which will be made in following project phases, some of the classes will have methods defined as well.

The classes that depend on each other are connected with relations. When modelling VoGIS, relations of generalization are described as primary mean for model description.

Generalization is relation by which objects of generalized element or parent can be substituted by objects of specialized element, or in other words child.

Three stereotypes were used in the model: <<FeatureType>>, <<Abstract>> and <<CodeList>>. According to these stereotypes following classes can be distinguished:

- Classes that are realized as features
- Abstract classes from which children take over attributes
- Code lists that define domain of certain attributes

When defining a class, attributes are listed together with data type. There are some simple data types as Integer, CharacterString, etc.; but there are also some complex data types that are shown in the model as classes with <<CodeList>> stereotype.

Prilikom modeliranja vojne topografske baze podataka, postojeći objekti iz topografske baze podataka pri DGU (DGU, 2003) preslikani su u objekte modela VoGIS-a koristeći pritom definicije iz FACC-a.

Veliki broj objekata iz postojeće baze nije na jednostavan način (jedan na jedan) preslikan u VoGIS. Drugim riječima, za jedan objekt iz topografske baze podataka nije uvijek postojao odgovarajući objekt u FACC-u koji bi se prihvatio kao novi objekt VoGIS-a. Objekti iz topografske baze podataka preslikani su u objekte VoGIS-a kombiniranjem vrijednosti koje su definirane u FACC-u za objekte, attribute i vrijednosti atributa. Ostvarivanjem veza između objekata, atributa i njihovih vrijednosti izrađen je model topografske baze podataka VoGIS, verzija 1.0.

U VoGIS-ovu katalogu pokušalo se zadržati što veću usklađenost s FACC-om, tako su i u slučaju kada za pojedini objekt iz topografske baze nije postojala definicija u FACC-u, kreirani novi kodovi VoGIS-a po uzoru na FACC.

Kako je FACC samo rječnik pojmova koji ne specificira model podataka i ne daje relacije između objekata i atributa, za kreiranje modela podataka korištene su dodatne norme NATO-a utemeljene na FACC-u. To su: Digital Topographic Data – DTOP (NIMA 2002), Vector Map Level 1 – VMap1 (NIMA 1995), Vector Map Level 2 – VMap2 (DMA 1996), Urban Vector Map – UVMap i razne druge norme.

Zahtjevi djelatnika MORH-a i Oružanih snaga RH dobiveni tijekom provođenja ankete i sastanaka radnih skupina, postojeći podaci topografske baze podataka zajedno s navedenim normama NATO-a poslužili su kao temelj razvijanja modela baze podataka VoGIS-a. Na taj je način, da bi udovoljio svim zahtjevima, izvorni FACC proširen i izrađen katalog VoGIS-a.

4. Konceptualni model podataka

Za formalni opis konceptualne sheme (model podataka) i kataloga objekata korišten je Unified Modeling Language (UML). UML je grafički jezik za objektno orijentirano modeliranje koji omogućuje vizualiziranje, specificiranje, konstruiranje i dokumentiranje sustava programske podrške (Booch i dr. 2000, Carlson 2001). UML omogućuje standardiziran način planiranja sustava, pokrivajući konceptualne stvari, kao što su poslovni procesi i funkcije sustava, kao i konkretne stvari, među koje spadaju klase pisane u nekom programskom jeziku, sheme baza podataka i ponovno iskoristive (eng. reusable) programske komponente.

Za modeliranje prostornih baza podataka danas se uobičajeno koristi UML jezik kao što je to vidljivo u normama ISO 191xx. Pravila koja definiraju način izrade aplikacijske sheme UML-om definirana su u normi ISO/DIS 19109 *Rules for application shema* (ISO 2002).

Ključni element UML-a korišten pri modeliranju vojne topografske baze podataka je klasa (Class). Stereotipom se поближе označava uloga pojedine klase u sustavu. Ispod stereotipa nalazi se naziv klase.

Nakon stereotipa i naziva klase slijedi dio u kojem je popis atributa s pripadnim tipovima podatka. Nakon atributa mogu se navesti metode. U VoGIS-ovu modelu sve su klase definirane imenom i atributima bez metoda. Prilikom izrade specifikacija za prikupljanje vojnog sadržaja, koje će biti izrađene u narednim fazama projekta, za pojedine klase bit će definirane i metode.

Ovisne klase povezane su relacijama. Pri modeliranju VoGIS-a iskazane su relacije generalizacije kao osnovno sredstvo opisivanja modela. Na shemi (slika 4) vidi se primjer gdje je između dvije klase korištena generalizacija.

Generalizacija je relacija kod koje objekte generaliziranog elementa ili roditelja (parent) mogu zamijeniti objekti specijaliziranog elementa odnosno potomka (child).

U modelu su korištena tri stereotipa <<Feature-Type>>, <<Abstract>> i <<CodeList>>. Temeljem tih stereotipa razlikuju se klase:

- koje se realiziraju kao objekti (feature),
- apstraktne klase iz kojih nasljeđivanjem preuzimaju svojstva potomci i
- kodne liste kojima je definirana domena pojedinih atributa.

Atributi su pri definiciji klase navedeni zajedno s tipom podatka. Jednostavni tipovi podataka su npr. Integer, CharacterString, itd., no postoje i složeni tipovi podataka koji su u izrađenom modelu predočeni klasama s <<CodeList>> stereotipom.

U izrađenom UML-modelu podataka VoGIS-a klase su organizirane u tematske cjeline koje u UML-u predstavljaju zasebne organizacijske jedinice – UML pakete. Tematske cjeline definirane su normama NATO-a za različite proizvode kao što su DTOP, VMap1, VMap2, itd.

Korištene tematske cjeline u VoGIS-ovu modelu su:

- BND (Boundaries) – granice,
- HYDRO (Hydrography) – hidrografija,
- HYPISO (Hypsography) – hipsografija,
- IND (Industry) – industrija,
- POP (Population) – populacija,
- REF (Reference) – referenca,
- TRANS (Transportation) – transport,
- UTIL (Utilities) – infrastruktura i
- VEG (Vegetation) – vegetacija.

Tematska cjelina BND namijenjena je pohranjivanju i prikazu administrativnih područja te onih područja koja na terenu nisu nužno istaknuta vidljivim granicama ili nekim posebnim oznakama, a određena su od strane ovlaštenih službenih institucija.

Cjelina HYDRO namijenjena je pohranjivanju i prikazu svih voda; tekućica i stajaćica; objekata pod vodom, prirodnih i izgrađenih objekata na vodotoku koji na bilo koji način utječu na protok vode ili zadržavaju vodu.

Cjelina HYPISO namijenjena je pohranjivanju i prikazu svih objekata potrebnih za definiranje visinskog prikaza terena.

In the created VoGIS UML database model, classes are organized in thematic layers, which in UML present separate organization units – UML packages. Theme layers are defined according to NATO standards for different products as DTOP, VMap1, VMap2, and similar.

Thematic layers used in the VoGIS model are:

- BND – Boundaries
- HYDRO – Hydrography
- HYPISO – Hypsography
- IND – Industry
- POP – Population
- REF – Reference
- TRANS – Transportation
- UTIL – Utilities
- VEG – Vegetation

Layer BND is used for storing and description of administrative areas, and areas not necessarily emphasized with visible borders and some special marks, but defined by authorized official institutions.

Layer HYDRO is used for storing and description of all waters: running and stagnant, underwater objects, natural and built objects on the water that in any way influence flow of the water.

Layer HYPISO is used for storing and description of all objects necessary for terrain height modelling.

Layer IND is used for storing and description of all objects that are used for excavation, remodelling, production, transport, storing and discard of raw materials, products or waste.

Layer POP is used for storing and description of all built and finished objects related to population. These objects are characterized by variety of usage and that people assemble, in bigger or smaller groups, in or around these objects. These are widely recognizable objects, and as such are important for orientation. Typical military objects are included in this layer.

Layer REF is used for storing and description of text content that is impossible to attach to objects from different layers and for description of object necessary to achieve system functionality.

Layer TRANS is used for storing and description of all objects in traffic network or objects that are part of traffic infrastructure. All objects assigned for traffic control/regulation, navigation and natural objects that aggravate normal traffic flow are included in this layer.

Layer UTIL is used for storing and description of objects necessary for production and distribution of electrical energy. Communication objects which do not have navigation function and pipelines are included in this layer, too.

Layer VEG is used for storing and description of all objects that define vegetation of the territory including natural objects on the earth surface, which, based on their nature do not have cover.

As part of thematic layers abstract classes are defined, which additionally bind objects inside a thematic layer.

Except for typical inheritance of geometric attributes (*GM_Curve*, *GM_Surface*, *GM_Point*), UML diagram describes some other attributes associated with inheritance mechanism. Therefore, classes that are realized through different geometries, *AdministrativnaGranicaLine* and *KatastarskaOpćinaArea* have a mutual parent class *PolitičkaGranica*. This means that a linear object that belongs to class *AdministrativnaGranicaLine* and a surface object from class *KatastarskaOpćinaArea* can have some mutual attributes, defined in class *PolitičkaGranica*, or in other words, they both represent political border, independent upon the fact that instant object can be of different geometry.

5. Data Catalogue

Data catalogue is a document that provides classification of features, attributes and connection between features for one or more data sets. Catalogue includes similar information provided in UML schemes as well, but in text form, and in a less expressive but more strictly organized way. This way catalogue enables:

- Unambiguous and consistent feature definition
- Unambiguous way of feature search
- Consistent definitions of feature attributions, feature operations and connections between features.

The VoGIS catalogue is made according to the ISO standard 19110 *Feature cataloguing methodology* (ISO 2001) that defines a feature catalogue production. This standard specifies the approach to classification organization and presentation, so that it would be consonant with a standard practice. Standard ISO 19110 is also used for new systems for which there is no other catalogue and for revision and coordination of existing catalogues.

A catalogue primarily describes object types and is not assigned to represent certain instances of object types. Application range of this norm does not assign spatial reference, time reference or portrayal criteria given through the ISO 19107, ISO 19108 and ISO 19117. Also, data collection criteria are not included.

Accordingly, main purpose of a catalogue is to define meanings of features that are modelled for a specific usage or to adjust feature definitions if these features are used in more than one application. Definition of spatial relations, time relations and criteria for data collection is not in data catalogue, and can only be given as a proposition, but not as a regulation.

Cjelina IND namijenjena je pohranjivanju i prikazu svih objekata koji služe za iskop, preradu, proizvodnju, transport, skladištenje ili odlaganje sirovina, proizvoda ili otpada.

Cjelina POP namijenjena je pohranjivanju i prikazu svih izgrađenih objekata i uređenih objekata vezanih uz populaciju. Ove objekte karakterizira raznolikost korištenja, a jedinstveno im je da se na njima ili oko njih ljudi povremeno ili učestalo okupljaju u većem ili manjem broju. To su uglavnom prepoznatljivi objekti i kao takvi značajni su za orijentaciju. U ovu razinu su uključeni i tipično vojni objekti.

Cjelina REF namijenjena je pohranjivanju i prikazu tekstualnog sadržaja koji nije moguće pridružiti objektima iz ostalih razina i za objekte neophodne za ostvarivanje systemske funkcionalnosti.

Cjelina TRANS namijenjena je spremanju i prikazu svih objekata koji čine prometnu mrežu ili su dio prometne infrastrukture. U ovu razinu spadaju i svi objekti namijenjeni kontroli/regulaciji prometa, navigaciji i prirodni objekti koji otežavaju normalni protok prometa.

Cjelina UTIL namijenjena je spremanju i prikazu objekata potrebnih za proizvodnju i distribuciju električne energije. U ovu razinu spadaju i komunikacijski objekti koji nisu u funkciji navigacije te cjevovodi.

Cjelina VEG namijenjena je spremanju i prikazu svih objekata koji određuju vegetacijski pokrov područja zajedno s prirodnim objektima na Zemljinoj površini koji zbog svoje naravi nemaju pokrov.

Unutar tematskih cjelina definirane su apstraktne klase koje dodatno povezuju objekte unutar tematske cjeline.

Osim uobičajenog nasljeđivanja geometrijskih svojstava (GM_Curve, GM_Surface, GM_Point) UML dijagramom opisane su pomoću mehanizma nasljeđivanja i druge povezanosti. Tako npr. klase koje se realiziraju kroz različite geometrije AdministrativnaGranicaLine i KatastarskaOpćinaArea imaju zajedničkog roditelja klasu PolitičkaGranica. Što znači da i linijski objekt koji pripada klasi AdministrativnaGranicaLine i površinski objekt iz klase KatastarskaOpćinaArea mogu imati neka zajednička svojstva definirana u klasi PolitičkaGranica, odnosno i jedan i drugi predstavljaju političku granicu neovisno o tome što instancirani objekti mogu biti različite geometrije.

5. Katalog podataka

Katalog podataka je dokument koji daje klasifikaciju objekata, atributa i veza među objektima za jedan ili više skupova podataka. Katalog uključuje slične informacije koje daju i UML sheme, ali u tekstualnoj formi, manje je izražajan ali strože uređen. Na taj način omogućava:

- jednoznačno i konzistentno definiranje objekata,
- jedinstven način pronalazjenja objekata,
- konzistentne definicije svojstava objekata, operacija nad objektima te veza među objektima.

VoGIS-ov katalog je izrađen po normi ISO 19110 *Feature cataloguing methodology* (ISO 2001) koja definira metodologiju izrade kataloga objekata. Ta norma specificira način na koji će se klasifikacija organizirati i prezentirati kako bi bila u skladu sa standardnom praksom. Norma ISO 19110 primjenjuje se za novonastale sustave za koje ne postoji katalog te za reviziju i usklađivanje postojećih kataloga.

Katalog primarno opisuje tipove objekata te nije namijenjen reprezentaciji pojedinih instanci tipova objekata. Područje primjene ove norme ne propisuje prostorno referenciranje, vremensko referenciranje i kriterije prikaza koji su dani kroz ISO 19107, ISO 19108 te ISO 19117. Isto tako u normu za izradu kataloga nisu uključeni kriteriji prikupljanja podataka.

Dakle, osnovna namjena kataloga je propisivanje značenja objekata koja se modeliraju za neku danu primjenu ili usklađivanje definicija objekata ako se primjenjuje u više aplikacija. Definiranje prostornih odnosa, vremenskih odnosa ili kriterija za prikupljanje podataka je izvan opsega kataloga podataka, te može biti dano samo kao napomena, a ne kao propis.

Iz norme ISO 19110 preuzeti su sljedeći informacijski elementi za opis modela podataka:

- na nivou kataloga dano je ime kataloga, popis područja primjene, broj verzije, datum verzije te podaci o proizvođaču,
- na nivou objekta za svaki objekt iz skupa podataka kojeg katalog opisuje dan je naziv objekta, definicija objekta, kôd objekta, popis naziva atributa te naziv objekta,
- na nivou atributa za svaki atribut iz skupa podataka dan je naziv atributa, definicija atributa, kôd atributa, tip podatka atributa, mjerna jedinica, vrsta domene (0 za pobrojane i 1 za ostale domene). Kod pobrojanih domena dane su dopuštene vrijednosti atributa i
- na nivou vrijednosti atributa dane su dopuštene vrijednosti i opis.

Norma predviđa mogućnost dodatnih informacijskih elemenata, prvenstveno definiranje operacija i veza između objekata, koji u VoGIS-ovom katalogu nisu dani.

Da bi vojna topografska baza podataka zadovoljila sve uvjete interoperabilnosti VoGIS-ov katalog je izrađen kao dvojezični katalog i to na hrvatskom i engleskom jeziku. Katalog detaljno opisuje 206 objekata.

6. Aplikacijska shema za razmjenu podataka

U cilju otvorene razmjene podataka između heterogenih ili homogenih sustava izrađena je aplikacijska shema za razmjenu.

Aplikacijska shema je napravljena po specifikaciji GML-a (OGC 2002) te je izvedena kao izravno preslikavanje entiteta iz baze podataka kako bi se iskoristile

From the ISO 19110 standard, following information elements for model description have been taken:

- ❑ Name of the catalogue, list of application areas, number of the version, date of the version, and creator data are given on the catalogue level.
- ❑ Name of the object, definition of the object, object code and list of attributes names are given on the feature level and for each object from data collection defined in the catalogue.
- ❑ Name of the attribute, definition of the attribute, code of the attribute, data type of the attribute, unit of measure and type of domain (0 for counted and 1 for other domains) is given on the attribute level and for each attribute from data set. With counted domains, acceptable attribute values are given.
- ❑ Acceptable values and description are given on the attribute value level.

The standard anticipates the possibility of extra elements, primarily operation definitions and feature connections that were not given in this VoGIS catalogue.

For a military topographic database to satisfy all interoperability conditions, VoGIS catalogue has been made as a bilingual catalogue – in Croatian and English language. Catalogue shows in detail 206 objects.

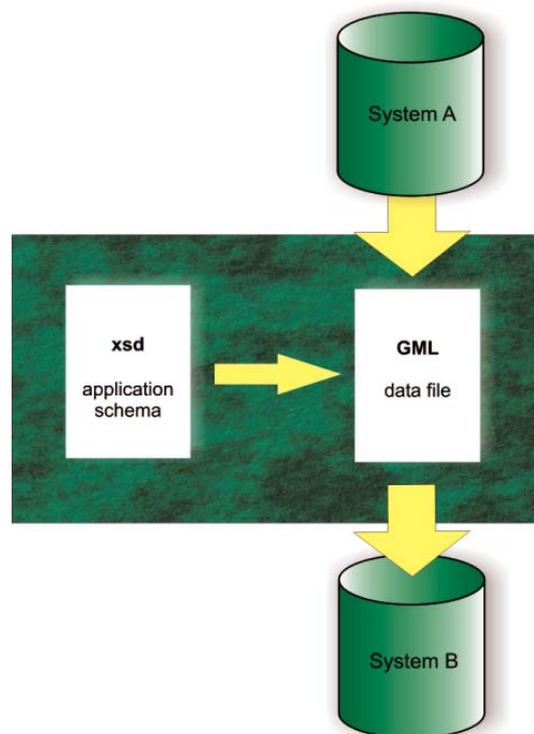


Fig. 4. Data exchange from system A to system B
Slika 4. Prijenos podataka iz sustava A u sustav B

6. Application Scheme for Data Exchange

For the purpose of open data exchange between heterogeneous or homogenous systems, the application scheme for data exchange has been made.

Application scheme has been made according to the GML specification (OGC 2002) as direct mapping of entities from a database in order to use possibilities of the tools that directly support the GML specification and enable import and export of data in and out of the system.

A data exchange scheme from a system A to a system B, based on data in the GML and associated application scheme is shown in the next picture (Fig. 4).

As the GML is a dialect of the XML, syntax and language elements have been given with the XML through the W3C recommendation (W3C 2004), which is published on web pages: <http://www.w3.org/TR/REC-xml/> and <http://www.w3.org/XML/>.

7. Conclusion

Military geoinformation system of the Ministry of Defence of the Republic of Croatia (VoGIS) represents a modern system that has military topographic database as foundation. By further processes of generalization, selection and cartographic processing the other, mainly digital, products are derived for use in the Ministry of Defence and the Armed Forces.

Three main principles were followed throughout the VoGIS database modelling:

- ❑ Object oriented approach to a database modelling
- ❑ Usage of accepted standards and norms
- ❑ Relying on existing resources.

Object oriented modelling is a modern and widely acceptable procedure for spatial database modelling. Not so long ago, implementation of spatial systems has been mostly based on relational databases, and systems were modelled and described with the ER (entity-relations) diagrams. Today the object approach is much more present and spatial systems are realized as object systems or as an object oriented systems, modelled and presented with UML diagrams.

Usage of the existing norms and standards ensures easy accessibility and interoperability of the system. For modelling the VoGIS database, certain ISO norms, NATO standards and specifications issued by the OGC (Open Geospatial Specification) have been used. Moreover, specifications for the official CROTIS Topographic database creation have been used.

One of main principles in the e-Croatia concept, which has been established by the Government of the Republic of Croatia, is collection of data once, with its multiple uses. As the State Geodetic Administration, based on the Program of State Survey and Real Estate Cadastre has already began activities related to creation of the spatial information system, it is only logical to use these data in the military geoinformation system as well. Therefore, the project CROTIS has been taken into account as the standard and the groundwork, in order to establish the military geoinformation system faster and more rationally.

mogućnosti alata koji direktno podržavaju specifikaciju GML-a i omogućuju uvoz podataka u sustav i izvoz iz njega.

Na slici 4 predočena je shema prijenosa podataka iz sustava A u sustav B temeljem podataka u GML-u i pripadne aplikacijske sheme.

Kako je GML narječje XML-a sintaksa i jezični elementi su dani XML-om kroz W3C preporuku (W3C 2004) koja je objavljena na stranicama: <http://www.w3.org/TR/REC-xml/> i <http://www.w3.org/XML/>.

7. Zaključak

Vojni geoinformacijski sustav Ministarstva obrane predstavlja moderno koncipiran sustav u čijem je težištu središnja vojna topografska baza podataka. Daljnjim procesima generalizacije, selekcije, kartografske obrade iz nje se izvode drugi, uglavnom digitalni proizvodi za potrebe Ministarstva i Oružanih snaga RH.

Pri modeliranju baze podataka VoGIS-a korištena su tri načela:

- objektno orijentirani pristup modeliranju baze podataka,
- korištenje prihvaćenih standarda i normi i
- oslanjanje na postojeće resurse.

Objektno orijentirano modeliranje suvremeni je i opće prihvaćeni način pri modeliranju prostornih baza podataka. U ne tako dalekoj prošlosti implementacije prostornih sustava su bile većinom temeljene na čisto relacijskim bazama te su se sustavi modelirali i opisivali korištenjem tzv. ER (entity-relationship) dijagramima. Danas je sve više prisutan objektni pristup, a i prostorni sustavi se realiziraju kao objektni ili objektno orijentirani sustavi modelirani i prikazani dijagramima UML-a.

Korištenje postojećih normi i standarda osigurava otvorenost i interoperabilnost sustava. Za modeliranje baze podataka VoGIS-a korišten je određeni skup ISO i NATO normi te specifikacija izdanih od strane OGC-a (OpenGeospatial Specification). Osim toga korištene su i specifikacije za izradu službene topografske baze podataka CROTIS.

Jedan od osnovnih principa koncepta e-Hrvatska kojeg je utvrdila Vlada RH zasniva se na jednostrukom prikupljanju informacija i na njihovom mnogostrukom korištenju. Kako je Državna geodetska uprava, temeljem Programa državne izmjere i katastra nekretnina već započela aktivnosti na izgradnji prostornog informacijskog sustava, logično je koristiti te podatke i u vojnom geoinformacijskom sustavu. Stoga je, u svrhu brže i racionalnije uspostave sustava projekt CROTIS uzet u obzir kao standard i kao podatkovna osnovica.

References / Literatura

- Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I., (2000): *The Unified Modelling Language*, Addison-Wesley.
- Carlson, D. (2001): *Modelling XML Applications with UML*, Addison-Wesley.
- DMA (1996): *Performance Specification – Vector Smart Map (Vmap) Level 2 - MIL-PRF-89032 Draft*, Defence Mapping Agency, USA.
- DGIWG (2000): *Digital Geographic Information Exchange Standard (DIGEST) Edition 2.1. STANAG 7074*, Digital Geographic Information Working Group, USA.
- DGU (2000): *CROTIS Temeljna načela – katalog objekata, verzija 1.0*, Geofoto d.o.o., Državna geodetska uprava, Zagreb.
- DGU (2003): *Product Specification – Topographic Data, verzija 1.0*, Državna geodetska uprava, Zagreb
- ISO (2001): *ISO/DIS 19110 – Geographic information – Feature cataloguing methodology*
- ISO (2002): *ISO/DIS 19109 – Geographic information – Rules for application schema*
- ISO (2002): *ISO/DIS 19118 – Geographic information – Encoding*
- ISO (2003): *ISO/DTS 19103 – Geographic information – Conceptual schema language*
- ISO (2003): *ISO/IS 19107 – Geographic information – Spatial schema*
- ISO (2003): *WD 19136: Geographic information – Geography Markup Language (GML)*
- MORH (2004): *Vojni geoinformacijski sustav Ministarstva obrane Republike Hrvatske VoGIS – Idejni projekt*, MORH, Zagreb.
- NIMA (1995): *Vector Map (VMap) Level 1 – MIL-PRF-89033*, National Imagery and Mapping Agency, USA.
- NIMA (2002): *Digital Topographic Data (DTOP) – MIL-PRF-89037A*, National Imagery and Mapping Agency, USA.
- NATO (2002): *BI-Strategic Commands Military Tasks for Interoperability Annex A*, North Atlantic Treaty Organization.
- Open GIS Consortium (2002): *OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Implementation Specification, version 2.1.2*, <http://www.opengeospatial.org/specs/>
- World Wide Web Consortium (W3C) (2004): *Extensible Markup Language (XML) 1.0, third edition*, <http://www.w3.org/XML/Core/#Publications>

URL's:

- URL 1: ISO Technical Committee 211 (ISO/TC211) Geographic information / Geomatics, <http://www.isotc211.org>
- URL 2: Open Geospatial Consortium, <http://www.opengeospatial.org>
- URL 3: Digital Geographic Information Working Group <http://www.digest.org/>