

Conceptual Solution for the Military Geoinformation System of the Ministry of Defence of the Republic of Croatia

Zvonko Biljecki, Mladen Rapaić, Tomislav Tonković

Geofoto LLC, Buzinski prilaz 28, 10010 Zagreb, Croatia, e-mail: geofoto@geofoto.hr

14

Abstract: *The Ministry of Defence of the Republic of Croatia, with the project "Military Geoinformation System - VoGIS" started to build a unique geoinformation system for the Ministry and Armed Forces. This system will be in accordance with Croatian and international geoinformation standards and will fully conform to the NATO standards. According to the Preliminary Design, the goal of the VoGIS is the implementation of a geoinformation system that will be the basis for development of all further activities in domain of military spatial data, with special emphasis on creation of military cartographic database and military maps, along with the fulfilment of the Partnership Goals. VoGIS is based on the Croatian Topographic Information System made by the CROTIS data model. In the first phase of the project, the object data model of the basic military topographic database is developed. In the second phase, the original conceptual design of the system is developed and the whole cartographic production workflow based on spatial databases is developed and implemented. The concept encompasses standardization of collection of special "military" content with upload into a basic topographic database, design of cartographic database model, map generalization, sheet line system, map design, production and printing.*

Key words: *geoinformation system, VoGIS, military cartography, NATO, CROTIS, generalization*

1 Introduction

With the project *Military Geoinformation System – VoGIS*, the Ministry of Defence of the Republic of Croatia began the foundation of a unique informatics system for needs of the Ministry of Defence and the Armed Forces; a system is in accordance with international standards and norms and principles of the other government bodies, and tightly connected to the existing geoinformation system of the State Geodetic Administration (SGA). According to the Preliminary Design (MORH 2004), the goal of the VoGIS is "the implementation of a geoinformation system that will be the basis for development of all further activities in domain of military spatial data, with special emphasis on creation of a military cartographic database and military maps, along with the fulfilment of the Partnership Goals". The original concept of implementation of modern geoinformation system is described in this paper, along with solutions for all elements of cartographic production based on topographic and cartographic databases and which is developed in the company Geofoto LLC, a concept that did not exist before in the Republic of Croatia.

2 Expected Project Results

The following is established by the realization of the project VoGIS:

- Efficient multi-user geoinformation system that will include all elements necessary for the Ministry of Defence (MD) and the Armed Forces (AF)

Konceptualno rješenje Vojnoga geoinformacijskog sustava Ministarstva obrane Republike Hrvatske

Zvonko Biljecki, Mladen Rapaić, Tomislav Tonković

Geofoto d.o.o., Buzinski prilaz 28, 10010 Zagreb, e-pošta: geofoto@geofoto.hr

15

Sažetak: Projektom "Vojni geoinformacijski sustav - VoGIS" Ministarstvo obrane Republike Hrvatske započelo je izgradnju jedinstvenoga geoinformacijskog sustava za potrebe Ministarstva obrane i Oružanih snaga, koji je usklađen s hrvatskim i međunarodnim normama u području geoinformatike, te je u potpunosti konforman standardima NATO-a. Prema Idejnom projektu, cilj VoGIS-a je uspostava geoinformacijskog sustava koji će biti osnova za razvoj svih daljnjih aktivnosti u području vojnih prostornih informacija, s posebnim naglaskom na izradu vojne kartografske baze podataka i vojnih karata, te ispunjenje Partnerskih ciljeva. VoGIS se temelji na Topografskom informacijskom sustavu Republike Hrvatske izrađenom po CROTIS-u. U prvoj fazi projekta izrađen je objektni model podataka temeljne vojne topografske baze. U drugoj fazi projekta izrađeno je originalno konceptualno rješenje cijelog sustava, te je razvijen i implementiran kartografski proizvodni proces temeljen na prostornim bazama podataka. Konceptualno rješenje podrazumijeva standardizaciju procesa prikupljanja specijalnog "vojnog" sadržaja te njegovo dodavanje u temeljnu topografsku bazu, dizajn kartografskog modela podataka, kartografsku generalizaciju, podjelu na listove, dizajn karte, te izradu i tisak.

Ključne riječi: geoinformacijski sustav, VoGIS, vojna kartografija, NATO, CROTIS, generalizacija

1. Uvod

Idejnim projektom "Vojni geoinformacijski sustav - VoGIS" Ministarstvo obrane Republike Hrvatske započelo je izgradnju jedinstvenog informacijskog sustava za potrebe Ministarstva obrane i Oružanih snaga, koji je usklađen s međunarodnim normama i normama i načelima ostalih tijela državne uprave, a koji se čvrsto oslanja na postojeći geoinformacijski sustav Državne geodetske uprave (DGU). Prema Idejnom projektu (MORH 2004), cilj VoGIS-a je "uspostaviti geoinformacijski sustav koji će biti osnova za razvoj svih daljnjih aktivnosti u području vojnih prostornih informacija, s posebnim naglaskom na skoru izradu Vojne kartografske baze podataka i vojnih karata, te ispunjenje Partnerskih ciljeva". U ovom je radu opisan originalni koncept uspostave modernoga geoinformacijskog sustava s rješavanjem svih elemenata kartografske proizvodnje koja se temelji na topografskim i kartografskim bazama podataka. Osmišljen je u tvrtki Geofoto d. o. o., a kao takav u Republici Hrvatskoj do sada nije postojao.

2. Očekivani rezultati projekta

Realizacijom projekta VoGIS utemeljeno je:

- učinkovit višekorisnički geoinformacijski sustav koji će sadržavati sve elemente potrebne Ministarstvu obrane (MO) i Oružanim snagama (OS)

- ❑ System that is in correlation with other existing geoinformation systems in the Republic of Croatia, firstly with the CROTIS data model of the SGA.
- ❑ System which enables secure bi-directional exchange of digital information with other members of the NATO and the Partnership for Peace, fulfilling in this way the obligations that Croatia has according to the Work plan 0122 of the Partnership for Peace (NATO 2002).

Accomplished results represent a broad basis on which, among others, establishment of a unique cartographic information subsystem inside the VoGIS is based, and which has priority in realization.

The entire VoGIS project encompasses several project parts that are carried out through subprojects, in phases. The following essential project parts have been accomplished in the first phase of the project (Biljecki 2005):

- ❑ Analyses of the existing system of the Ministry of Defence with definition of detailed requirements for the future system
- ❑ Description of the entire model of the VoGIS
- ❑ Modelling of basic topographic database according to the object oriented principles, which includes production and description of conceptual data model with usage of the UML, data catalogue and the GML application scheme for data exchange.

In the second phase of the project, it is necessary to develop a concept and the implementation of the entire topographic-cartographic production process, which has, as the final goal, the production of the Military Topographic Map 1:50 000 and the Military Operations Map 1:250 000. The concept has to provide a technological solution for appending military content to the topographic database, model design and catalogues of objects of all necessary databases, methods and procedures of generalization, design of cartographic symbols and rules, index maps, selection of existing and development of necessary standards and production and printing.

3 Basic realization principles

The realization of the system is weighted with two important factors: time and financial resources. The process of geo-informatization of the Croatian army and the Ministry of Defence requires a reliable, central topographic database that should include topographic elements for specific subsystems like logistics, aviation, training and other. Therefore, some basic principles were set to ensure quick, rational and modern project implementation:

- 1) The application of IT technology has to be maximal. All production processes need to be performed by using IT equipment, all products need to be primarily digital, including maps whose analogue form comes out of digital form. All processes, especially conversion and production processes need to be as automatic as possible.
- 2) Rationalization when acquiring data. When implementing VoGIS, a principle is used according to which data collected in one institution should be used as many times as possible for needs of various state institutions. This principle results not only in rationalization, but also in data quality as each data type needs to be acquired and updated in authorized institution (i.e. profession). Therefore, the basic topographic database of the Ministry of Defence results from the topographic database of the SGA (CROTIS database). The basic database

***When implementing VoGIS,
a principle is used
according to which data
collected in a state
institution should be used
as many times as possible
for needs of other state
institutions.***

should be used, besides for cartography, for solutions of other topographic projects and tasks of the Ministry of Defence.

- 3) Usage of standards and norms. When classifying and coding content of a databases, it is necessary to use the NATO standards, the ISO norms in modelling and the OGC standards in implementation.
- 4) Production of military maps needs to be formed in a way that will ensure that the map is not produced as an isolated product drawn on the computer screen, but the map needs to be derived from a certain technological procedure from a previously made cartographic database.
- 5) Change of technology in map production may result in the change of appearance and map content, while not decreasing its quality and usage.

4 Implementation concept

Serial production of military maps based on digital technology does not exist in the Republic of Croatia. Moreover, in the Republic of Croatia there is no tradition for production of topographic maps at the scales 1:50 000

- ❑ sustav koji je u korelaciji s ostalim postojećim geoinformacijskim sustavima u Republici Hrvatskoj, prije svega s CROTIS-om Državne geodetske uprave
- ❑ sustav koji omogućava sigurnu dvosmjernu razmjenu digitalnih informacija s ostalim članicama NATO-a i Partnerstva za mir; izvršavajući na taj način obveze koje Hrvatska ima prema Radnom planu 0122 Partnerstva za mir (NATO 2002).

Ostvareni rezultati široka su osnovica na kojoj se, među ostalim, temelji i izgradnja jedinstvenoga kartografskog informacijskog podsustava unutar VoGIS-a, koji je u realizaciji dobio prioritet.

Cjelokupni projekt VoGIS obuhvaća više projektnih cjelina, koje se realiziraju kroz potprojeke, tj. u fazama. U prvoj fazi projekta izvedene su bitne projektne cjeline (Biljecki 2005):

- ❑ Analiza postojećeg sustava Ministarstva obrane s postavljanjem detaljnih zahtjeva za budući sustav
- ❑ Opis cjelokupnog modela VoGIS-a
- ❑ Modeliranje temeljne topografske baze podataka po objektno orijentiranim načelima, što uključuje izradu i opis konceptualnog modela podataka primjenom UML-a, katalog podataka te aplikacijskih shema u GML-u za prijenos podataka.

U drugoj fazi projekta potrebno je razviti koncept i implementaciju cjelovitog topografsko-kartografskog proizvodnog procesa koji za krajnji cilj ima izradu Vojne topografske karte 1:50 000 i Vojne operativne karte 1:250 000. Koncept treba dati tehnološko rješenje za dodavanje vojnog sadržaja u topografsku bazu, dizajn modela i kataloge objekata svih potrebnih baza podataka, metode i postupke generalizacije, dizajn kartografskog ključa, podjele na listove s nazivima, odabir postojećih i izradu potrebnih standarada te izradu i tisak.

3. Osnovna načela realizacije

Realizacija sustava opterećena je dvama važnim čimbenicima: vremenom i financijskim sredstvima. Za proces geoinformatizacije Hrvatske vojske i MORH-a potrebna je pouzdana središnja baza topografskih podataka koja bi sadržavala topografske elemente za specifične podsustave poput logistike, zrakoplovstva, topništva, obuke i dr. Stoga su postavljena osnovna načela kojima se osigurava brza, racionalna i moderna implementacija projekta:

1. Primjena informatičke tehnologije mora biti maksimalna. Svi proizvodni procesi trebaju biti izvedeni na informatičkoj opremi, svi proizvodi trebaju biti prvenstveno digitalni, uključujući i karte analogni oblik kojih proizlazi iz digitalnoga. Svi procesi, a poglavito procesi konverzije i proizvodnje, trebaju biti što je moguće više automatizirani.
2. Racionalizacija pri prikupljanju podataka. Kod implementiranja VoGIS-a, primjenjuje se načelo po kojem podaci koji se jedanput prikupljaju u bilo kojoj državnoj instituciji trebaju biti višestruko upotrijebljeni i u drugim državnim institucijama. To načelo ne rezultira samo racionalizacijom već i osiguranjem kvalitete podataka jer se svaki tip podataka treba prikupljati i obnavljati u nadležnoj instituciji (tj. struci). Stoga temeljna topografska baza podataka MORH-a nastaje preuzimanjem

Kod implementiranja VoGIS-a, primjenjuje se načelo po kojem podaci koji se jedanput prikupljaju u bilo kojoj državnoj instituciji trebaju biti višestruko upotrijebljeni i u drugim državnim institucijama.

topografske baze podataka DGU (baze CROTIS-a). Temeljna baza treba biti korištena, osim u kartografiji, i za rješavanje ostalih topografskih projekata i zadataka MORH-a.

3. Korištenje standarada i normi. Pri klasifikaciji i kodiranju sadržaja baza podataka potrebno je koristiti standarde NATO-a, pri modeliranju norme ISO-a, a pri implementaciji standarde OGC-a.
4. Proizvodnja vojnih karata treba biti utemeljena na način da se karta ne proizvodi kao izoliran proizvod crtanjem na ekranu računala, već karta treba proizlaziti određenim tehnološkim postupkom iz prethodno izrađene kartografske baze podataka.
5. Promjena tehnologije izrade karte može rezultirati i promjenom izgleda i sadržaja karte ne umanjujući njezinu kvalitetu i uporabljivost.

4. Koncept implementacije

Serijska proizvodnja vojnih karata temeljena na digitalnoj tehnologiji ne postoji u Republici Hrvatskoj; također ne postoji tradicija u izradi topografskih karata

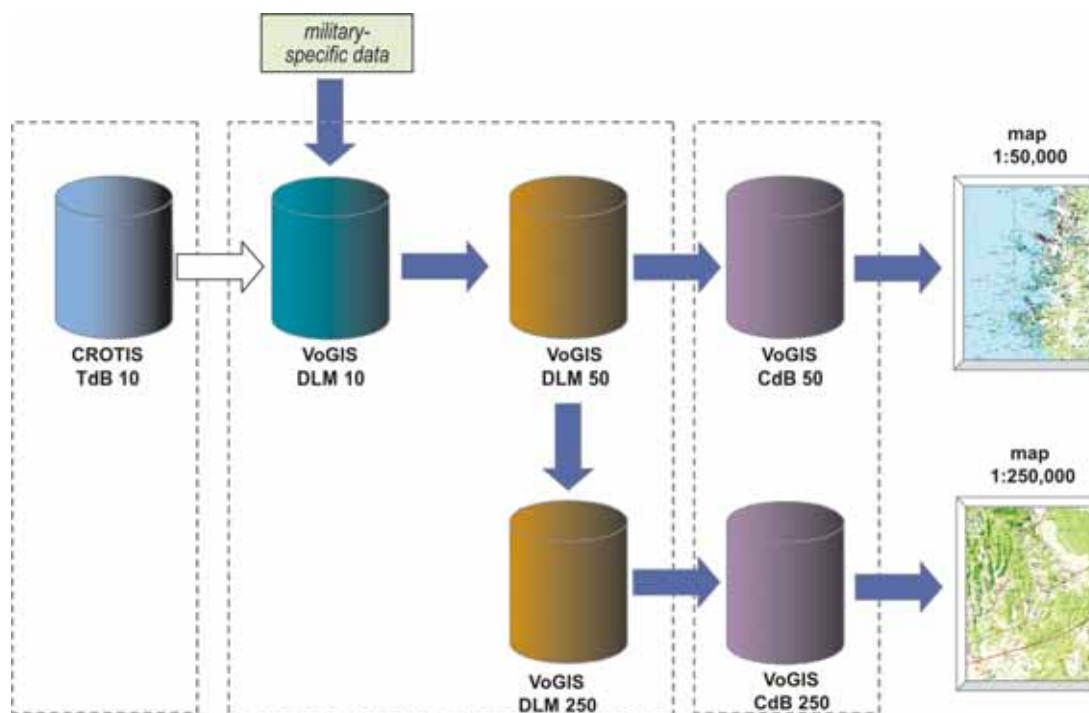


Fig. 1 The Concept of the Military Geoinformation System of the Republic of Croatia

18

and 1:250 000, with few exceptions, which refer to particular test sheets. Also, in the Republic of Croatia, tested or in practice confirmed technology for map production based on cartographic databases does not exist. And, finally, the Republic of Croatia does not have regulations or technical specifications for production of maps at the scales 1:50 000 and 1:250 000.

Listed facts clearly show the complexity and severity of the goals set, as well as responsibility the project team took.

The preliminary project of the Ministry of Defence sets starting and final elements for the project. Starting element of the whole project should be the basic topographic base of the VoGIS system (Digital Landscape Model – DLM) with accuracy $\pm 1\text{m}$ that results from overtaking and expanding the topographic database of the SGA, which is made according to the CROTIS data model. The final products of cartographic component of the system have to be military maps at the scales 1:50 000 and 1:250 000 that are in compliance with the NATO standards.

The first problem the authors faced was disproportion in scales of the source map (1:10 000) and new map scales. Since very unfavourable ratios 1:5 and 1:25 eliminated direct production of a smaller scale map from a bigger scale map, the project team had to find a solution for the data “flow” through the system (through databases of different scales), while keeping in mind that a printed map is actually only a media on which spatial data is shown (Kraak et al., 1998).

Considering that the GIS of the Ministry of Defence had to fulfil several other expectations besides map production, the project team developed a concept which has topographic databases (Digital Landscape Models) in the

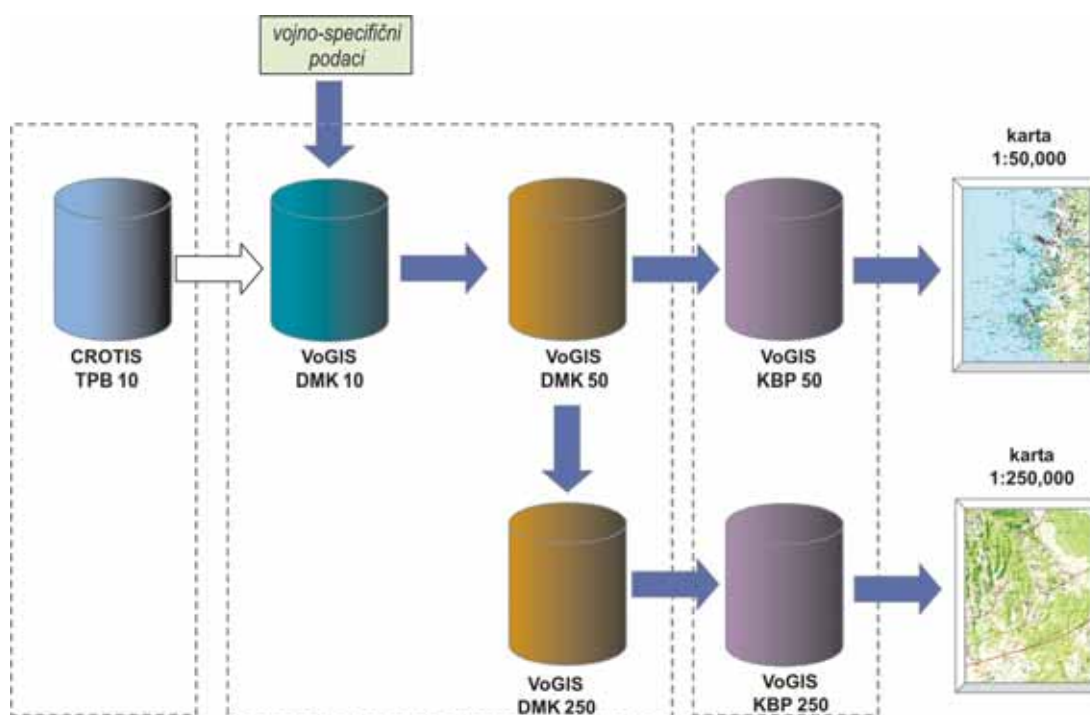
centre and in which smaller scale databases (i.e. accuracy) develop from bigger scale databases (Fig. 1).

The basic Digital Landscape Model (DLM10), after appending the specific data, becomes a basis from which, with specific generalization procedures, the topographic database (DLM50) of smaller accuracy (planned is $\pm 5\text{m}$) is produced, which is used as basis for production of the Cartographic Database (CdB50) at the scale 1:50 000 and as source for the topographic database (DMK250) of accuracy $\pm 25\text{m}$ which will be used as source for production of the Cartographic Database (CdB250) at the scale 1:250 000.

4.1 Standards

The DIGEST standard for coding was used while modelling the DMK10 and other databases. This significantly eased model links (mapping). Topographic data of accuracy i.e. scales 1:50 000 correspond to the conditions of the NATO alliance for regional level planning and are often exchanged. Therefore, there is a condition set that while modelling, the standard *Vector Smart Map Level 2* (VMap2) should be used as much as possible.

The new concept of military topographic-cartographic system of the Ministry of Defence can also be seen on the map production concept. The SGA produces topographic maps for public (civil) usage, which leaves the Ministry of Defence only the production of military topographic maps. Reduced functionality (not in sense of quality) has to be noticeable in the content and visual appearance of maps, as well as in speed and economy of production and easiness of maintenance. Newly produced military maps will not be used by a spectrum of people as wide as for the maps of the Military Geographic



Slika 1. Koncept Vojnoga geoinformacijskog sustava RH

mjerila 1:50 000 i 1:250 000, uz manje iznimke koje se odnose na pojedine testne listove. U Republici Hrvatskoj ne postoji ni iskušana i u praksi potvrđena tehnologija proizvodnje karata temeljem kartografskih baza podataka te ne postoje regulative ni tehničke specifikacije za proizvodnju karata 1:50 000 i 1:250 000.

Prethodne činjenice jasno označavaju kompleksnost i težinu postavljenih ciljeva, ali i odgovornost koju je projektni tim preuzeo.

Idejnim projektom Ministarstva obrane za proizvodnju vojnih karata zadani su početni i završni elementi. Početni element cijelog projekta treba biti temeljna topografska baza VoGIS-a (Digitalni model krajolika DMK) točnosti $\pm 1\text{m}$, koja nastaje preuzimanjem i proširenjem topografske baze podataka DGU izrađene po modelu podataka CROTIS. Konačni proizvodi kartografske komponente sustava trebaju biti vojne karte mjerila 1:50 000 i 1:250 000 sukladne standardima NATO-a.

Prvi problem pred kojim su se autori našli bio je disproporcija mjerila izvornika (1:10 000) i mjerila karata. Vrlo nepovoljni omjeri 1:5 i 1:25 eliminiraju izravno izvođenje karte sitnijeg mjerila iz krupnijeg mjerila izvornika, te je projektni tim morao pronaći rješenje za "protok" podataka kroz sustav, tj. kroz baze podataka različitih mjerila, vodeći računa o tome da je karta na papiru ustvari samo medij na kojem se prikazuju prostorni podaci (Kraak i dr. 1998).

Budući da GIS MORH-a treba zadovoljiti više zahtjeva, a ne samo izradu karata, projektni je tim osmislio koncept kojemu su u središtu topografske baze podataka (tzv. Digitalni modeli krajolika) i gdje baze sitnijeg mjerila (tj. točnosti) proizlaze iz baze krupnijeg mjerila (slika 1).

Temeljni Digitalni model krajolika (DMK10) nakon nadopunjavanja specifičnim podacima postaje ishodište iz kojeg se određenim postupcima generalizacije proizvodi topografska baza podataka (DMK50) manje točnosti (planirano $\pm 5\text{m}$) koja služi kao osnova za izradu kartografske baze podataka (KBP50) mjerila 1:50 000 te kao izvornik za topografsku bazu podataka (DMK250) točnosti $\pm 25\text{m}$, koja pak služi kao izvornik za izradu kartografske baze podataka (KBP250) mjerila 1:250 000.

4.1. Standardi

Već pri modeliranju DMK10, korišten je standard za kodiranje DIGEST, koji je primijenjen i pri modeliranju ostalih baza podataka. Time je znatno olakšano povezivanje modela (mapiranje). Topografski podaci točnosti, tj. mjerila 1:50 000 odgovaraju potrebama NATO-a za planiranja regionalne razine i često su predmet prijenosa. Stoga je pri modeliranju postavljen uvjet da se u najvećoj mogućoj mjeri koristi standard *Vector Smart Map Level 2* (VMap2).

Novi koncept vojnog topografsko-kartografskog sustava MORH-a odražava se i na konceptu izrade karata. Državna geodetska uprava izrađuje topografske karte opće namjene (tzv. civilne), pa time Ministarstvu obrane ostaje zadaća isključivo izrade vojnih topografskih karata. Reducirana funkcionalnost (ne u kvalitativnom smislu) mora biti uočljiva kako u sadržaju i izgledu karata tako i u brzini i ekonomičnosti izrade te lakoći održavanja. Novoizrađene vojne karte neće više koristiti široki krug ljudi kao što su korištene karte Vojnogeoškopskog instituta, već samo i jedino korisnici unutar Ministarstva obrane (MO) i poglavito Oružanih snaga (OS).

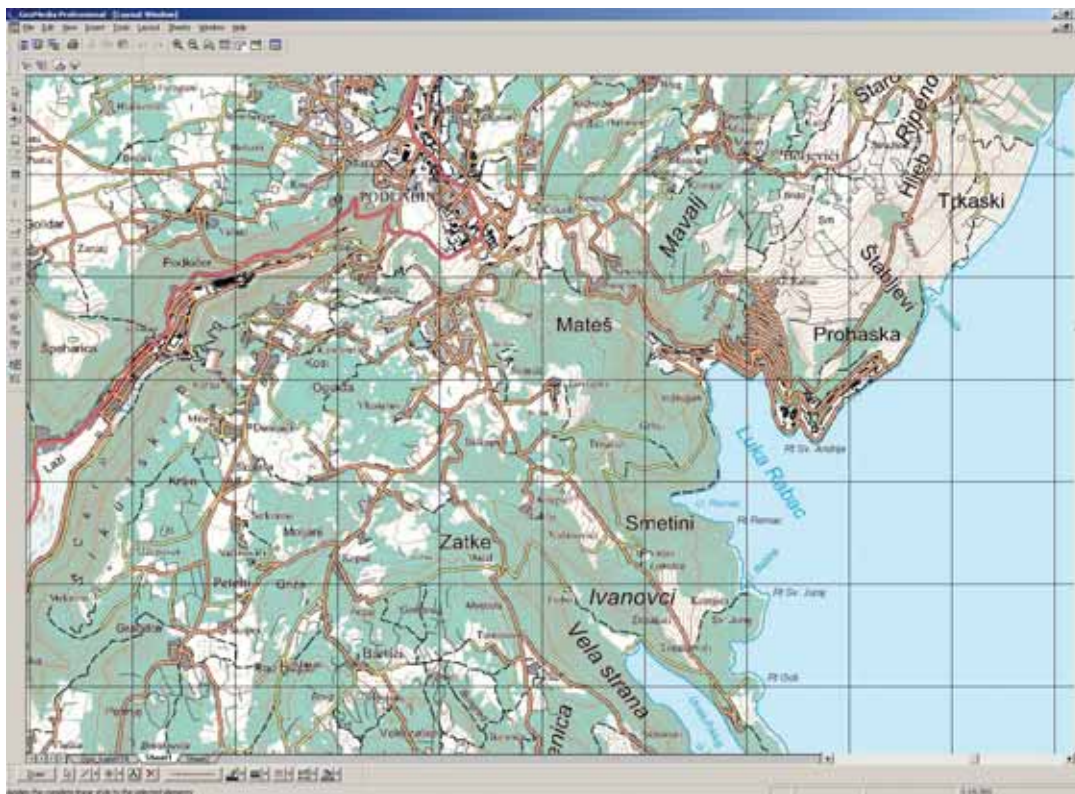


Fig. 2 Visualization of DMK50
Slika 2. Vizualizacija DMK50

20

Institute, but only by users inside the Ministry of Defence and the Armed Forces.

The consequence of these principles is the elimination of objects insignificant for military needs that brings towards simpler and more readable cartographic display. On the other hand, the cartographic data model encompasses even bigger number of attributes than needed for production of the Military Topographic Map 1:50 000 (MTM50), so that different versions of the maps can be made, applying different cartographic designs with the same data.

When choosing a scale for a topographic database that will be used as the basis for production of the 1:250 000 map, the main argument was again the NATO standard for exchange and planning at international level, the *Vector Smart Map Level 1* (VMap1). For production of the 1:250 000 map, the JOG-G standard was defined according to the NATO's requests.

Basic characteristics of the content of the cartographic database, concerning military character, express the changes developed in the perception of topography because of military equipment technology development (e.g. neither hydrography nor vegetation do not represent insuperable barriers in transportation as 20 or 30 years ago).

4.2 Data flow trough the system

Two procedures characterize data "flow" trough the system: mapping and generalization. Mapping is a procedure that connects all object classes and attributes of

a source model to object classes and attributes of a produced model. Mapping is designed with help of software tools and is executed automatically.

Transformation procedures from DMK10 base to DMK50 base and from DMK50 to DMK250, namely between topographic data in different scales, is preformed with so-called model generalization. Model generalization is defined as controlled reduction of data in spatial, thematic and time sense (Weibel 1995), and encompasses following processes:

- Selection of object classes
- Selection of certain objects according to the attributes and appearance context
- Geometry change (areas in lines, areas in points, lines in points)
- Filling blanks that are result of selection (preservation of topology)
- Simplification of networks (roads, waters)
- Geometry smoothness.

In model generalization procedure, there is *no object displacement* in order to maintain the required accuracy of topographic data.

Cartographic generalization is conducted when transferring data from topographic to cartographic databases (from DLM50 to CdB50 and from DLM250 to CdB250), and includes:

- Application of map specific displays
- Displacement of objects
- Text positioning.

Posljedica je tih načela eliminacija objekata nevažnih za vojne potrebe što vodi jednostavnijem i čitljivijem kartografskom prikazu. S druge strane, kartografski model podataka sadržava čak i veći broj atributa nego je potrebno za izradu Vojne topografske karte 1:50 000 (VTK50), radi izrade različitih inačica karata, tj. primjene drugačijih kartografskih ključeva na istim podacima.

Pri odabiru mjerila izvedene topografske baze, koja bi trebala poslužiti kao izvornik za izradu karte 1:250 000, kao ključni argument prevagnuo je opet standard NATO-a za prijenos i planiranja na međudržavnoj razini, *Vector Smart Map Level 1* (VMap1). Za izradu karte 1:250 000, standard JOG-G određen je sukladno zahtjevima NATO-a.

Osnovne karakteristike sadržaja kartografske baze podataka, s obzirom na vojni karakter, odražavaju promjene nastale u percepciji topografije kroz prizmu tehnološkog unapređenja vojne opreme (npr. ni hidrografija ni vegetacija nisu više nepremostiva prepreka u transportu kao prije 20 ili 30 godina).

4.2. Protok podataka kroz sustav

Dva postupka karakteriziraju "protok" podataka kroz sustav: mapiranje i generalizacija. Mapiranje je postupak povezivanja svih objektnih klasa i atributa izvornog modela s objektnim klasama i atributima izvedenog modela. Mapiranje je projektirano s pomoću programskih alata i izvodi se automatski.

Postupak transformacije podataka iz baze DMK10 u DMK50, kao i iz DMK50 u DMK250, odnosno između topografskih podataka različitih mjerila, izvodi se tzv. modelnom generalizacijom. Modelna generalizacija definira se kao kontrolirana redukcija podataka u prostornom, tematskom i vremenskom smislu (Weibel 1995), a konkretno obuhvaća ove procese:

- selekciju objektnih vrsta
- selekciju pojedinih objekata prema atributima i kontekstu pojavljivanja
- promjenu geometrije (površine u linije, površine u točke, linije u točke)
- popunjavanje "praznina" nastalih kao rezultat selekcije (tj. čuvanje topologije)
- pojednostavnjenje mreža (cesta, vodotoka)
- izgladivanje geometrije.

U postupku modelne generalizacije *nema izmicanja objekata* kako se ne bi narušila tražena točnost topografskih podataka.

Kartografska generalizacija provodi se pri transferu podataka iz topografskih u kartografske baze (iz DMK50 u KBP50 i iz DMK250 u KBP250), a sastoji se od:

- primjena prikaza specifičnih za kartu
- izmicanja objekata
- postavljanja teksta.

Postupci modelne i kartografske generalizacije izvode se programskim alatima GIS-a, djelomično automatski. Pri modeliranju baza podataka kao i pri planiranju procesa generalizacije vodilo se računa o namjeni, predmetu prikaza, sredstvima za prikaz i o izvornicima (Frančula 2000).

Važno je napomenuti da je koncept implementacije u dva navrata predstavljen stručnjacima iz *Defence Geospatial Intelligence* (Velika Britanija) i *National Geospatial-Intelligence Agency* (SAD) te da je u oba slučaja ocijenjen izvrsnom ocjenom.

4.3. Dizajn karte

Prema zahtjevu Ministarstva obrane izgled karte, tj. kartografski simboli trebaju biti u skladu s postojećim hrvatskim standardom. Kartografski simboli za kartu 1:50 000 izrađeni su tako da budu identični (uz manje izmjene potrebne zbog razlike mjerila i dodavanja novih objekata) kartografskim simbolima definiranim u Kartografskim ključem za topografsku kartu mjerila 1:25 000 DGU.

Osnovne karakteristike, tj. veće izmjene u odnosu na hrvatski standard, vidljive su kod sljedećih objekata:

- ceste: umjesto administrativne podjele (državne, županijske,...) prikazuje se klasifikacija prema tipu pokrova (asfalt, makadam, ...)
- naseljena mjesta: prikazuju se sivom plohom u slučaju gusto naseljenih mjesta
- reljef: prikazuje se kombinacijom slojnica, kota i sjena, uz manje šrafiranja i manje detalja
- vegetacija: koriste se simboli prema standardu NIMA-e (National Geospatial-Intelligence Agency), jer su primjereniji pri uporabi karte pri slabijoj vidljivosti
- toponimi: primjenjuju se fontovi kao na kartama NIMA-e, jer znatno manje opterećuju kartu
- oblik kartografskih znakova za točkaste objekte bit će, u pravilu, identičan znakovima s hrvatske topografske karte u mjerilu 1:25 000 (TK25), ali prikazani umanjeno oko 80%.

Svrha je planiranih izmjena kartografskih znakova pojednostavnjenje izrade karte i oslobađanje karte od suvišnih elemenata koji ometaju brzo i jednostavno korištenje karte.

4.4. Nomenklatura listova

Projektom je izrađena i podjela na listove Vojne topografske karte 1:50 000 i Vojne operativne karte 1:250 000 sukladno standardima NATO-a. Listovi 1:250 000 formiraju se unutar jedne zone UTM-a podjelom na 3 kolone i 8 redova, veličine pojedinog lista $2^{\circ} \times 1^{\circ}$. Listova mjerila 1:250 000 potrebnih za prikaz cjelokupnog područja Republike Hrvatske ima 15. Podjela na listove karte 1:50 000 izvodi se iz podjele na listove karte 1:250 000. List 1:50 000 formira se unutar jednog lista 1:250 000 podjelom na 6 kolona i 5 redova, veličine pojedinog lista $20' \times 12'$. Listova mjerila 1:50 000 potrebnih za prikaz cjelokupnog područja Republike Hrvatske ima 179. Broj listova moguće je smanjiti proširenjem okvira susjednih listova.

U postupku određivanja naziva listova prvo su određena načela imenovanja. Prema osnovnom načelu, naziv lista određuje se prema naselju s najviše stanovnika. Načela određuju postupanja za listove koji jednim svojim dijelom prikazuju i teritorij stranih država, te postupanja za listove na kojima nema naselja i sl.

Procedures of model and cartographic generalization are performed with GIS program tools, partially automatically. When modelling databases and planning generalization processes; purpose, subject, display, means for display and sources were taken into account (Frančula 2000).

It is important to mention that the implementation concept was presented to experts from *Defence Geospatial Intelligence* (Great Britain) and *National Geospatial-Intelligence Agency* (USA) two times and had excellent rating in both cases.

4.3 Map design

According to requirements of the Ministry of Defence, the appearance of the map, i.e. cartographic symbols need to be in accordance with the existing Croatian standard. Cartographic symbols for map 1:50 000 are produced so that they are identical (with few changes because of scale and newly added objects) to map symbols defined by the Cartographic Key for the Topographic map at the scale 1:25 000 defined by the SGA.

Basic characteristics, i.e. bigger changes comparing to the Croatian standard are visible at following objects:

- Roads: classification according to surface (asphalt, macadam...) is used instead of administrative distribution (state, county...),
- Inhabited places: shown with grey surface in case of dense by inhabited places
- Terrain: shown with combination of contour lines, height points and shadows with less hatching and detail
- Vegetation: NIMA (National Geospatial-Intelligence Agency) standard symbols are used, as they are more appropriate for map usage when visibility is decreased
- Toponyms: fonts from NIMA maps are used, as they burden the map significantly less
- Shape of cartographic symbols for dotted objects will be identical to signs of Croatian Topographic Map at the scale of 1:25 000 (TK25), but decreased for about 80%.

The planned changes in map symbols will be for sake of simplification of map production and will unburden the map of unneeded details that disturb quick and easy usage of the map.

4.4 Map nomenclatures

The project also produced the sheet line system of Military Topographic Map 1:50 000 and Military Operation Map 1:250 000, in accordance with the NATO standards. Sheets 1:250 000 are formed inside one UTM zone with division to 3 columns and 8 rows, while size of one sheet is $2^{\circ} \times 1^{\circ}$.

Number of sheets at the scale 1:250 000 necessary to display the whole territory of the Republic of Croatia is 15. Division of sheets of 1:50 000 map is performed by division of 1:250 000 map. A 1:50 000 sheet is formed

inside one of 1:250 000 sheets by dividing into 6 columns and 5 rows, each $20' \times 12'$ in size. Number of sheets at the scale 1:50 000 necessary for display of the entire territory of Croatia is 179. It is possible to decrease the number of sheets by expanding borders of neighbouring sheets.

When naming the sheets, the principles are firstly set. According to the basic principle, the name of the sheet is given according to the settlement with biggest number of inhabitants. The principles describe procedures when sheets have part of foreign territory on them and when there are no settlements on the maps, etc.

5 Conclusion

The new, original concept of the geoinformation system of the Ministry of Defence is a modern, open and standardized system that enables the Ministry to accomplish all goals set towards its users (the Armed Forces, various Administrations...) and to member states of the NATO alliance and the Partnership for Peace. The system is based on the most modern principles and technological implementations of today's geoinformatics.

The production procedure suggested by this project is the introduction of two topographic databases (DLM50 and DLM250). The basic database at the scale 1:10 000 that develops from the CROTIS system of the SGA will be the source for production of the topographic data base 1:50 000, which will be the source for the topographic database 1:250 000.

Bases produced this way become secondary products of the VoGIS system, where each database has its own GIS functionality – it is used as a database for a GIS analysis of medium (1:50 000) and large areas (1:250 000). This means that the DLM50 database is used for spatial analysis at regional level and DLM250 for analyses on state and interstate levels. These databases do not contain smaller and less important objects, have less density of objects and components that enables analysis of bigger surfaces and bigger number of objects. It is important to point out that these two DLM databases are made according to the NATO standards (VMap1 and VMap2).

The basic VoGIS database (DLM10) remains highly precise detailed database for analysis at local level and, what is most important, the source of all Ministry's geotopographic products.

By this, the concept of topographic-cartographic production of the Ministry of Defence is accommodated to the state topographic-cartographic system, i.e. leans on and can fulfil the system of the SGA. This way, the Ministry of Defence can use all existing resources of the SGA and when planning future activities needs to coordinate with the SGA. This way, the funds that the Republic of Croatia invested in data, information and knowledge are used in the best manner.

5. Zaključak

Novi, originalni koncept geoinformacijskog sustava Ministarstva obrane RH u potpunosti je moderan, otvoren i standardiziran sustav koji omogućuje Ministarstvu realizaciju svih zacrtanih ciljeva kako prema svojim korisnicima (Oružane snage, razne Uprave) tako i prema državama članicama NATO saveza i Partnerstva za mir. Sustav se zasniva na najmodernijim načelima i tehnološkim implementacijama današnje geoinformatike.

Proizvodni postupak predložen ovim projektom sastoji se u uvođenju dviju topografskih baza podataka (DMK50 i DMK250). Temeljna baza podataka mjerila 1:10 000 koja proizlazi iz CROTIS-a DGU-a, bit će izvornik za izradu topografske baze podataka 1:50 000, koja će biti izvornik za topografsku bazu podataka 1:250 000.

Tako izvedene baze postaju sekundarni proizvodi VoGIS-a, gdje svaka za sebe ima i svoju GIS-funkcionalnost, a to je da služi kao baza podataka za analize srednje velikih (1:50 000) i velikih područja (1:250 000)

s pomoću GIS-a. Drugim riječima, baza DMK50 služi za prostorne analize na regionalnoj razini, a DMK250 za analize na državnoj i međudržavnoj razini. Te su baze oslobođene sitnijih i manje važnih objekata, znatno su manje i po gustoći objekata i komponenata, pa je omogućena analiza većih površina i većeg broja objekata. Važno je naglasiti da se te dvije DMK baze izrađuju prema standardima NATO-a (VMap1 i VMap2).

Temeljna baza VoGIS-a (DMK10) ostaje visokoprecizna detaljna baza za analize na lokalnoj razini i, što je najvažnije, kao ishodišna baza za sve geotopografske proizvode Ministarstva.

Time je koncept topografsko-kartografske proizvodnje Ministarstva obrane prilagođen državnom topografsko-kartografskom sustavu, tj. oslanja se na sustav DGU, a može ga i nadopunjavati. Time će Ministarstvo obrane koristiti sve postojeće resurse DGU-a, s kojim se u planiranju budućih aktivnosti treba koordinirati. Podaci, informacije i znanje u koje je Republika Hrvatska uložila ne mala sredstva time se iskorištavaju na maksimalan način.

References / Literatura

- Biljecki, Z., Grgić, G., Osmanagić, A., Pavičić, S., Rapaić, M., Sajko, P., Tonković, T., Vencler, D., Železnjak, Ž. (2005): *Military Geoinformation System of the Ministry of Defence of the Republic of Croatia, Vojni geoinformacijski sustav Ministarstva obrane Republike Hrvatske, Kartografija i geoinformacije* 4, 46-57
- Biljecki, Z. (project leader/voditelj projekta, 2000): *CROTIS, Topografsko informacijski sustav Republike Hrvatske, Temeljna načela, Katalog objekata, Verzija 1.0, Državna geodetska uprava, Zagreb.*
- Frančula, N. (2000): *Kartografska generalizacija, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb*
- Kraak, M. J., Ormeling, F. J. (1998): *Cartography Visualisation of Spatial Data, Addison Wesley Longman Limited, England*
- MORH (2004): *Vojni geoinformacijski sustav Ministarstva obrane Republike Hrvatske VoGIS – Idejni projekt, MORH, Zagreb*
- NATO (2002): *BI-Strategic Commands Military Tasks for Interoperability Annex A, NATO*
- Weibel, R. (1995): *Three essential building blocks for automated generalization. In: Mueller, J-C., Lagrange, J-P., Weibel, R. (eds): GIS and Generalization Methodology and Practice, Taylor & Francis, UK, 56-69*