

# Croatian Cartographic Data Model, Creation and Implementation

Z. Biljecki,<sup>a</sup> H. Halapija<sup>a</sup>, D. Piskor<sup>a</sup>, A. Osmanagić<sup>a</sup>, T. Tonković<sup>a</sup>, S. Franić<sup>a</sup>, V. Topolovec<sup>b</sup>, D. Perić<sup>a</sup>

<sup>a</sup> GEOFOTO LLC, Hercegovačka 61, 10 000 Zagreb, Croatia – (zvonko, hrvoje, drazen, aida, tomlislav, snjezana, damir)@geofoto.hr

<sup>b</sup> Filozofski fakultet Rijeka, 51 000 Rijeka, Croatia – velimir.topolovec1@zg.tel.hr

118

**Abstract.** Croatian project Cartographic Data Model (KMP) has been started as a component of the STOKIS (SGA, 1995, Official Topographic and Cartographic Information System) project. The cartographic data model conforms to CROTIS (Topographic Information System of the Republic of Croatia). It enables the generation of the cartographic database from topographic one. Classification of data is performed by logical grouping of objects and depends on geometry, type and properties of features. The cartographic data model describes structure of cartographic database and all attributes, categories, types and fields. Description of geometry and exchange of data is performed according to the specification of ISO Standards, adapted by Technical Committee ISO/TC 211, Geographic information/Geomatics and OpenGIS Consortium. Creation of the cartographic data model is the basis for the creation of cartographic database. The next step is direct implementation of vector model that contains graphic and alphanumeric elements. The cartographic key must stay identical to TK25 and maps of other scales.

**Key words:** Cartographic data model (KMP), CROTIS (Topographic Information System of the Republic of Croatia), Topographic database, Cartographic database, Topographic data, Database design, Unified Modeling Language (UML)

## 1 Introduction

Croatian project Cartographic Data Model (KMP) has been started as a component of the STOKIS (SGA, 1995, Official Topographic and Cartographic Information System) project, e.g. Figure 1. The basic principle of the Project is functionally oriented conceptual modelling in cartography intended for the production of cartographic database. The cartographic data model needs to conform to the contents of HOK, TK25 (Croatian base map 1:25,000),

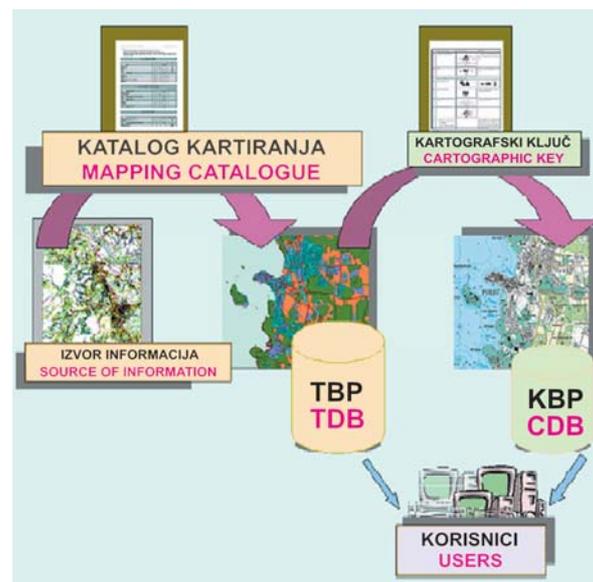


Figure 1. Creation of STOKIS  
Slika 1. Oblikovanje STOKIS-a

# *Hrvatski kartografski model podataka, kreiranje i implementacija*

Z. Biljecki,<sup>a</sup> H. Halapija<sup>a</sup>, D. Piskor<sup>a</sup>, A. Osmanagić<sup>a</sup>, T. Tonković<sup>a</sup>, S. Franić<sup>a</sup>, V. Topolovec<sup>b</sup>,  
D. Perić<sup>a</sup>

<sup>a</sup> GEOFOTO d.o.o., Hercegovačka 61, 10 000 Zagreb, Croatia – (zvonko, hrvoje, drazen, aida, tomislav,  
snjezana, damir)@geofoto.hr

<sup>b</sup> Filozofski fakultet Rijeka, 51 000 Rijeka, Croatia – velimir.topolovec1@zg.tel.hr

119

**Sažetak:** Hrvatski projekt "Izradba kartografskog modela podataka" (KMP) izrađen je u okviru izradbe projekta STOKIS (DGU, 1995, Službeni topografski i kartografski informacijski sustav). Kartografski model podataka izrađen je potpuno konformno s CROTIS-om (Hrvatski Topografski Informacijski Sustav). Omogućeno je generiranje kartografskih podataka iz topografskih podataka. Klasifikacija podataka je uslijedila iz logičkog grupiranja objekata sadržanih u kartografiji ovisno o geometriji, kategoriji, tipu i svojstvu svakog objekta. Kartografski model podataka opisuje strukturu kartografske baze podataka i sve atribute, kategorije, tipove i polja. Opis geometrije i prijenos podataka napravljen je u skladu s ISO-normama, preporučenih od strane tehničkog odbora ISO/TC211, zaduženog za geografske informacije i geomatiku te OpenGIS konzorcija. Sljedeći korak je direktna implementacija vektorskog modela koji sadrži grafičke i alfanumeričke elemente. Kartografski ključ ostao je identičan TK25 i kartama ostalih mjerila.

**Ključne riječi:** Kartografski model podataka (KMP), CROTIS (Hrvatski Topografski Informacijski Sustav), Topografska baza, Kartografska baza, Topografski podaci, dizajniranje baze, Unified Modeling Language (UML)

## 1. Uvod

Hrvatski projekt "Izradba kartografskog modela podataka" (KMP) izrađen je u okviru izradbe projekta STOKIS (DGU, 1995, Službeni topografski i kartografski informacijski sustav), vidi sl. 1. Osnovno načelo projekta je funkcionalno orijentirano konceptualno modeliranje u kartografiji u funkciji izradbe kartografske baze podataka. Kartografski model podataka ispunjava uvjete grafičkog i slovnobrojanog modeliranja u skladu s definiranim sadržajem HOK-a, TK25, te karata sitnijih mjerila, uvažavajući standarde međunarodne organizaciju za standardizaciju (ISO), Tehničkog odbora 211 (TC211) u domeni geoinformacijskih sustava. Bitan uvjet je konformnost sa topografskom bazom podataka, definiranom modelom podataka CROTIS. Projektom KMP-a obuhvaćeno je modeliranje u kartografiji kojim se daje najvažniji segment kartografskog informacijskog sustava.

Realizacija projekta i uspostava kartografske baze podataka sukladno modelu treba omogućiti implementaciju drugog dijela konceptualnog projekta STOKIS za uspostavu jedinstvenog topografskog i kartografskog informacijskog sustava.

Cilj je obrađivanje, prikazivanje i održavanje geometrijskih i alfanumeričkih prostornih podataka u skladu s gospodarskim potrebama, zahtjevima korisnika, te standardima ISO/TC 211 u domeni topografskih i kartografskih-informacijskih sustava i OpenGIS-a.

and small-scale maps respecting the standards of the International Standard Organisation (ISO), Technical Committee 211 (TC 211), for geoinformation systems. The essential condition is also the compatibility with topographic database model CROTIS. The project KMP encompasses the modelling in cartography that give the most important segment of cartographic information system.

The realisation of this Project and the establishment of the cartographic database according to this model will lead to the implementation of the second part of the conceptual project STOKIS enabling thus the establishment of unique topographic and cartographic information system.

The target is to process, present and maintain the geometric and alphanumeric spatial data within the topographic database in accordance with the economic needs, user requirements, and ISO/TC 211 standards for topographic and cartographic information systems and OpenGIS.

KIS data structure that is implemented into the cartographic database due to the selected DBMS.

At first the topographic data with all its geometric and attribute properties are saved into the topographic database (TBP) in agreement with the topographic data model. The database enables retrieval of single objects according to given criteria. and their processing by using the catalogue symbols cartographic key for TK25 and HOK (SGA, 2000, 2001)). A cartographic symbol is attached to each object. These data is then saved in the cartographic database (CDB). The (CDB) should contain all topographic objects that are represented in HOK, TK25 and in other small-scale maps.

Functionally oriented modelling significantly improves the status and the quality of data. The reality, in our specific case the landscape with all its complexity, can be represented in a satisfactory way only by respecting the complexity.

Cartographic objects that are not included in the cartographic key are neither represented nor can be a part of the official geoinformation systems.

A model is representation of real world objects and the relations among them; i.e. *model is the real world abstraction*. Specific, clearly identified things and phenomena in the real world are called *objects*, and *class* is class type or type of an object. An object can be regarded as an instance of the class it belongs to.

A data model encompasses all classes and objects that make part of the cartographic information system. Models bring together the data structure and the data processing. An object, as the basic element of object-oriented data, contains in addition to the description of data structure also the description of the operations that can be performed on it (attendance methods), (Biljecki, 2000).

### 3 Cartographic model

Cartographic data model is a data model that describes the structure and contents of cartographic database (CDB) for the purpose of establishing the cartographic information system (KIS).

Cartographic information system is developed for cartographic object system. The basic elements analysed in cartographic object system are topographic objects. Topographic objects that we present, are defined by means of a cartographic key for a given scale. All topographic objects presented on TK25 and HOK are compiled on the basis of CROTIS data model.

## 2 Conceptual modeling

Conceptual modelling is based on *abstractions*, i.e. on the methodology of modelling based on recognition of the similarities between objects in the real world and temporary negligence of the differences among them. By means of the abstraction (the model of the real world) the real world objects and the relations among them are decomposed into the *abstraction hierarchy*. i.e. the combination of aggregations and generalisations.

The data modelling is the only phase in development of information systems. Referring to the definition itself, we must conceive the data model in such a way, that it would provide an efficient access to data, and enable adequate processing of the data.

The data model, as a formal system, must contain the following components (Varga, 2001):

- ❑ objects, as the principal database elements;
- ❑ set of operations that can be performed on the objects;
- ❑ set of general data integrity rules that define implicitly or explicitly, the set of consistent states of data or the changes of states.

The data model represents the basic concept of the Database Management System (DBMS).

The object-oriented approach has been accepted for the construction of the Cartographic Data Model (KMP) of the Cartographic Information System (KIS). The data model is used for description of the

## 2. Konceptualno modeliranje

Konceptualno modeliranje temelji se na korištenju *apstrakcije*, tj. na metodologiji modeliranja utemeljenoj na koncentriranju u prepoznavanju sličnosti među objektima realnog svijeta i privremenom zanemarivanju razlika među njima. Apstrakcijom (model realnog svijeta) se objekti realnog svijeta i veze između njih, dekomponiraju u *hijerarhiju apstrakcija*, odnosno kombinaciju agregacija i generalizacija.

Model podataka je jedna od faza pri uspostavi informacijskih sustava. Polazeći od definicije, model podataka mora biti koncipiran tako da nam omogućava efikasan pristup podacima, kao i da nam omogućava odgovarajuće operacije nad podacima.

Model podataka kao formalni sustav mora sadržavati sljedeće komponente (Varga, 2001):

- objekt kao osnovni element baze podataka;
- skup operacija koje možemo izvoditi nad objektima;
- skup općih pravila integriteta podataka koji implicitno ili eksplicitno definiraju skup konzistentnih stanja podataka ili promjena stanja.

Model podataka predstavlja osnovni koncept za razvoj sustava za upravljanje bazom podataka (DBMS).

Za izradbu kartografskog modela podataka (KMP) Kartografskog informacijskog sustava (KIS) ostvaren je objektno-orijentirani pristup. Modelom podataka opisujemo strukturu podataka KIS-a koja se zahvaljujući odabranom DBMS-u implementira u kartografsku bazu podataka.

Topografski podaci sa svim svojim geometrijskim i atributnim značajkama pohranjuju se kao topografski model podataka u bazu podataka TBP-a. Baza podataka omogućuje pozivanje pojedinih objekata po određenim kriterijima. Objekti se dalje obrađuju korištenjem prema katalogu signatura (kartografski ključ za TK25 i HOK (DGU, 2000, 2001)). Objektu se dodjeljuje kartografski znak. Ti podaci se pohranjuju u kartografsku bazu podataka (KBP). KBP treba sadržavati sve topografske objekte koji su sadržani na HOK-u, TK25 i kartama sitnijih mjerila.

Funkcionalno-orijentirano modeliranje značajno poboljšava stanje i kvalitetu podataka. Stvarnost, a u našem specifičnom slučaju pokrov je kompleksan, može biti prikazan na zadovoljavajući način jedino poštivajući tu kompleksnost.

Kartografski objekti koji nisu sadržani u kartografskom ključu se ne prikazuju niti mogu biti dio službenog geoinformacijskog sustava.

Model je predstavljanje objekata realnog svijeta i odnosa među njima tj. *model je apstrakcija realnog svijeta*. Specifičnu, jasno identificiranu stvar/pojam u realnom svijetu nazivamo *objekt*, dok je *klasa* vrsta ili tip objekta. Objekt se može smatrati primjerkom klase kojoj pripada.

Modelom podataka su obuhvaćene sve klase – objekti koji čine sadržaj kartografskog informacijskog sustava.

Modeli objedinjuju podatkovnu i procesnu strukturu. Objekt, kao osnovni koncept objektno-orijentiranih podataka sadrži, osim opisa podatkovne strukture i opis načina rukovanja (metode posluživanja), (Biljecki, 2000).

## 3. Kartografski model

Kartografski model podataka je model podataka kojim opisujemo strukturu i sadržaj podataka kartografske baze (KBP) u svrhu uspostave kartografskog informacijskog sustava (KIS).

Kartografski informacijski sustav je razvijen za kartografski objektni sustav. Osnovni elementi koji su analizirani u kartografskom objektnom sustavu su topografski objekti. Topografski objekti koje prikazujemo su definirani kartografskim ključem za određeno mjerilo. Svi topografski objekti prikazani na TK25 i HOK-u prikupljeni su na osnovi modela podataka CROTIS.

Izradbom kartografskog modela stvoren je preduvjet za kartografsku bazu podataka kojom će se vršiti direktna implementacija vektorskog modela podataka., a sadržavat će elemente grafike i alfanumerike, dok će vizualni izgled ostati identičan grafičkom izgledu TK25 i HOK5, te ostalim kartama sitnijih mjerila.

Pri izradbi kartografskog modela podataka, odnosno strukturiranju podataka uzeti su u obzir osnovni parametri kojima je ovaj model dimenzioniran: CROTIS ulazni model podataka, topografska baza podataka (TBP), Kartografski ključ (TK25 ver. 1.5., HOK5 ver. 1.3). Topografski objekti, gospodarski parametri, konformnost s europskim-kartografskim informacijskim sustavima su određeni vizualno. Topografske objekte koje je potrebno strukturirati u model podataka nazivamo topografsko obilježje. Obilježja su razvrstana po klasama, odnosno obilježja s istima svojstvima čine klasu.

The establishment of the cartographic model has created a precondition for the cartographic database that will be used for carrying out a direct implementation of vector data model. It will contain the elements of graphics and alphanumeric, and the visual appearance will remain identical to the graphic appearance of TK25 and HOK5, and to the other small scale maps.

During the design of cartographic data model the following has been taken into consideration: CROTIS input data model, topographic database (TDB), and cartographic key (HOK5 version 1.3, TK25 version 1.5). Topographic objects, economic parameters, conformity with European cartographic information systems, etc. have been identified visually. Topographic objects that are to be structured using the data model are called topographic features. The features are categorised into classes; i.e. the features of the same properties form a class.

The first phase in the structuring of the model is logical and effective classification of features (topographic objects) according to the type of geometry (point, line, area) and toponyms. Thus, all topographic objects defined by cartographic key and depending on the cartographic presentation are classified into area objects (POVRŠ), linear objects (LIN), point objects (TOČ) or toponyms (TOP), e.g. Figure 2.

After carrying out the classification of topographic objects, it is necessary to pay attention to the graphic database hierarchy since all topographic objects have been associated to a graphic database already defined in the process of map production.

### 4 The role of ISO standards

Spatial data transfer among various users, applications, systems and locations requires standardisation of digital geodata. Formal model descriptions for specific applications - application schemas - have been made in order to enable geodata exchange.

A formal language for data description - Unified Modeling Language (UML) - has been applied

for the description of the conceptual schema (data model) and the object catalogue according to the recommendations of ISO Technical Committee for geoinformation (ISO/TC 211, 2001), e.g. Figure 3.

### 5 UML standardisation

Unified Modeling Language (UML) is the language for object-oriented modelling that enables visualisation, specification, construction, and documentation of the program support system (Booch, Rumbaugh, Jacobson, 2000). UML offers standardised planning of the system covering conceptual matter such as business processes and system functions as well as explicit matter such as classes written in a program language, database schemas and corresponding reusable program components.

Except for the development process the modelling language is an important component for all other

122

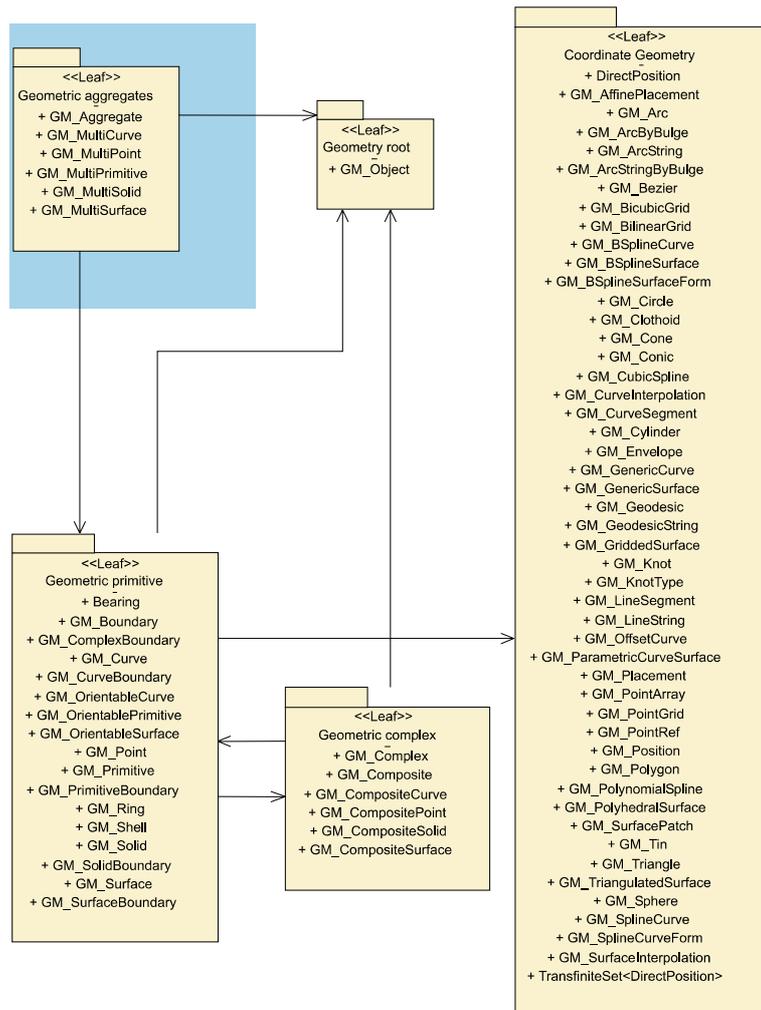


Figure 2. UML diagram of geometric properties (ISO/TC211, 2000-2002)

Slika 2. UML-dijagram geometrijskih svojstava (ISO/TC211, 2001-2002)

Prva faza u strukturiranju modela je logična i svrshodna raspodjela entiteta (topografskih objekata) na osnovu geometrijskih tipova (točka, linija, poligon) i toponima. Tako, svi topografski objekti definirani kartografskim ključem, ovisno o kartografskom prikazu su podijeljeni na: površinske objekte (**POVRŠ**), linijske objekte (**LIN**), točkaste objekte (**TOČ**) i toponime (**TOP**), vidi sl. 2.

Nakon izvršene raspodjele topografskih objekata, potrebno je obratiti pozornost i na hijerarhiju dvodimenzionalne grafičke baze podataka, budući su svi topografski objekti imali definiranu pripadnost odgovarajućoj grafičkoj bazi podataka u procesu izradbe karte.

#### 4. Uloga ISO-normi

Normizacija digitalnih geopodataka važna je radi uspostavljanja sustava prijenosa prostornih informacija među različitim korisnicima, aplikacijama, sustavima i lokacijama. Za potrebe prijenosa geopodataka izrađen je formalan opis modela za konkretnu aplikaciju – aplikacijska shema.

Za opis konceptualne sheme (model podataka) i kataloga objekata primjenjen je formalni jezik opisa podataka Unified Modeling Language (UML), prema važećim preporukama ISO-Tehničkog odbora za geoinformacije (ISO/TC 211, 2001), vidi sl. 3.

#### 5. UML-normizacija

Unified Modeling Language (UML) je jezik za objektno orijentirano modeliranje koji omogućuje vizualiziranje, specificiranje, konstruiranje i dokumentiranje sustava programske podrške (Booch, Rumbaugh, Jacobson, 2000). UML pruža 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.

Osim samog procesa razvoja jezik za modeliranje važna je komponenta u svim metodama. Jezik za modeliranje je notacija, pretežno grafička.

Dobri modeli su ključni za komunikaciju između projektnih timova kako bi se osigurala produktivnost. Kako se povećava složenost sustava, tako raste i važnost dobre tehnike modeliranja. Mnogo je dodatnih faktora potrebnih za uspjeh projekta, ali ključan faktor je posjedovanje dobro definiranog jezika za modeliranje.

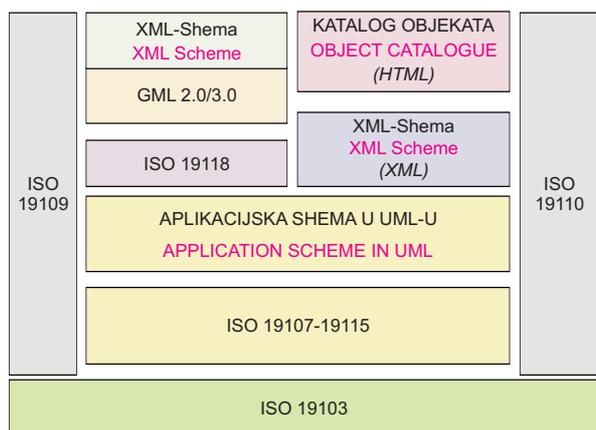


Figure 3 Overview of standards used for the production of class diagrams of KMP (ATKIS, 2000)  
Slika 3. Pregled korištenih normi za izradbu klasnih dijagrama KMP-a (ATKIS, 2000)

Postoje četiri dobre strane koje se postižu primjenom tehnike modeliranja (Carlson, 2001):

- modeli pomažu pri vizualizaciji sustava koji se promatra ili koji se želi izgraditi,
- modeli omogućuju specificaciju strukture ili ponašanja sustava,
- modeli pružaju predloške koji služe kao vodiči pri izgradnji sustava,
- modeli dokumentiraju odluke koje su donesene.

UML koristimo za oblikovanje prostornih baza podataka kao što je prihvaćeno u ISO-normama 19XXX.

Dijagrami korištenja temelj su na kojem počinje prava objektna analiza. Razmatranjem pojedinih slučajeva korištenja razvijaju se *interakcijski dijagrami* koji opisuju *interakciju* među objektima. U interakcijske dijagrame spadaju *dijagrami slijeda* i *dijagrami suradnje*. Dijagrami slijeda opisuju interakciju objekata prikazanu vremenskim slijedom, a dijagrami suradnje prikazom veza među objektima. Naravno, nije uvijek potrebno da analitičar crta obje vrste dijagrama (Varga, 2001).

Služit će se onom vrstom koja je prikladna za opis problema. Razradom dijagrama interakcije analitičar prepoznaje klase objekata i razrađuje *dijagram klase*. Klasa je skup objekata sa zajedničkom strukturom, ponašanjem i vezama s drugim klasama objekata. Ponašanje klase opisuje se operacijama koje se provode na objektima, vidi sl. 4.

Potrebne operacije i veze prepoznaju se istraživanjem interakcijskih dijagrama. Za opis pojedinih objekata i njihovih veza može poslužiti

processes. The modelling language defines notation, mostly graphic notation.

Good models are key issues for communication between projects teams in order to provide high productivity. Along with the increasing system complexity, the importance of good modelling techniques is also growing. There are many additional factors needed for the success of the Project, but the key factor is the use of a well-defined modelling language.

There are four benefits achieved by application of modelling techniques (Carlson, 2001):

- ❑ models help in the visualisation of the system being developed or planned to be built,
- ❑ models provide specifications for system structure and behaviour,
- ❑ models offer a guide for building a system,
- ❑ models document the decisions made.

UML is used to create the spatial databases as it has been suggested in ISO standards 19XXX. The figure represents the example of cadastral databases modelling.

Usage diagrams represent the starting point of object analysis. Taking into account individual applications we develop *interaction diagrams* that describe *the interaction* among objects. The interaction diagrams include *sequence diagrams* and *collaboration diagrams*. The sequence diagram describes the interaction among objects by means of time sequence. The collaboration diagrams represent the relations among objects. Of course, it is not always necessary for the analyst to draw both types of diagrams (Varga, 2001).

He or she will use that type, which is convenient for the case at hand. By analysing the interaction diagram, the analyst recognises the object classes and constructs the *class diagram*. Class is a set of objects with common structure, behaviour and relations with other object classes. The behaviour of classes is described by means of operations carried out on objects, e.g. Figure 4.

The required operations and relations are recognised by analysis of the interaction diagrams. For the description of individual objects and their relations, one can use the *object diagram*, that is similar to class diagram.

## 6 Spatial schema and encoding

Spatial schemas (UML diagrams) and geodata encoding is completed in accordance with the stand-

ards and specifications described earlier, e.g. Figure 5.

### 6.1 eXtensible Markup Language (XML)

XML (eXtensible Markup Language) is a standardised encoding schema that enables encoding of complex documents and their distribution by means of Internet. It is a meta language that makes the development of an independent mark up language possible (W3C, 2000).

Its task is to provide presentations, to receive and to process generic Standardised Generalised Markup Language (SGML) as currently applicable to HTML on Web in the manner that is today possible to be carried out. XML is designed to be user friendly and compatible with HTML and SGML.

The goals of XML are:

- ❑ directly applicable to Internet,
- ❑ supporting a very wide spectrum of applications,
- ❑ compatible with SGML,
- ❑ providing formal and precise design options,
- ❑ providing easy description of the program that processes XML documents,
- ❑ additionally, number of optional features in XML must be absolute minimum, ideally, equal to zero,
- ❑ XML documents must be readable to regular users and reasonably simple,
- ❑ XML standards must be specified as soon as possible (W3C, 2000).

### 6.2 Geography Markup Language (GML)

The Geography Markup Language (GML) is a markup language matching the XML specifications that is used for the transfer and storage of (spatial and non-spatial) geodata. The specifications define syntax of the XML schema and corresponding mechanisms and rules. Similarly to many other Internet applications, GML supports strict separation of presentation and content. The first part containing the GML with geodata descriptions should be remembered.

The GML:

- ❑ provides open, commercial, and independent framework for defining geoapplication schemas and objects,
- ❑ provides the profiles that support prescribed subset of GML working frame for the capacity description,
- ❑ supports the description of geoapplication

dijagram objekata, po svom izgledu sličan dijagramu klasa.

je upamtiti prvi dio koji sadržava GML s opisima geopodataka.

## 6. Prostorna shema i kodiranje

Prostorne sheme (UML-dijagrami) i kodiranje geopodataka napravljeno je u skladu s opisanim standardima i specifikacijama vidi sl. 5.

### 6.1. eXtensible Markup Language (XML)

XML (Extensible Markup Language) je standardizirana shema kodiranja koja omogućuje kodiranje složenih dokumenata i njihovu distribuciju putem interneta. On je meta jezik koji omogućuje razvijanje samostalnih markup jezik (W3C, 2000).

Njegova zadaća je omogućiti prikazivanje, primanje i obrada generičkog standardiziranog generaliziranog markup jezika (SGML) na webu na način kao što je to danas moguće s HTML-om. XML je dizajniran tako da bude jednostavan za upotrebu i da ga se može koristiti i s HTML-om i SGML-om.

Ciljevi XML-a:

- direktno primjenjiv preko interneta,
- podržava širok spektar aplikacija,
- kompatibilan sa SGML-om,
- jednostavnost opisa programa koji obrađuju (parsiraju) XML dokumente,
- broj opcionalnih "featurea" u XML-u mora biti apsolutno minimalan, u idealnom slučaju jednak nuli,
- XML dokumenti moraju biti čitljivi ljudima te u razumnoj mjeri jednostavni,
- standard mora biti specificiran što prije (W3C, 2000).

### 6.2. Geography Markup Language (GML)

Geography Markup Language (GML) je markup jezik sukladan XML-specifikaciji koji se koristi za prijenos i spremanje geopodataka, uključujući njihova prostorna i ne-prostorna svojstva. Ova specifikacija definira sintaksu XML-sheme, mehanizme i pravila. GML kao i mnoge internetske tehnologije podržava strogo razdvajanje prikaza i sadržaja. Nužno

GML:

- osigurava otvoren, komercijalno neovisni radni okvir za definiranje geoaplikacijskih shema i objekata,
- daje profile koji podržavaju propisani podskup radnog okvira GML-a opisa kapaciteta,
- podržava opis geoaplikacijskih shema za specijalizirane domene i informacijske komunikacije,
- omogućava kreiranje i podržava vezu geoaplikacijskih shema i skupa podataka,
- podržava pohranu i prijenos aplikacijskih shema i skupa podataka,
- povećava sposobnost organiziranja podjele geoaplikacijskih shema i informacija koje opisuju (OpenGIS, 2002).

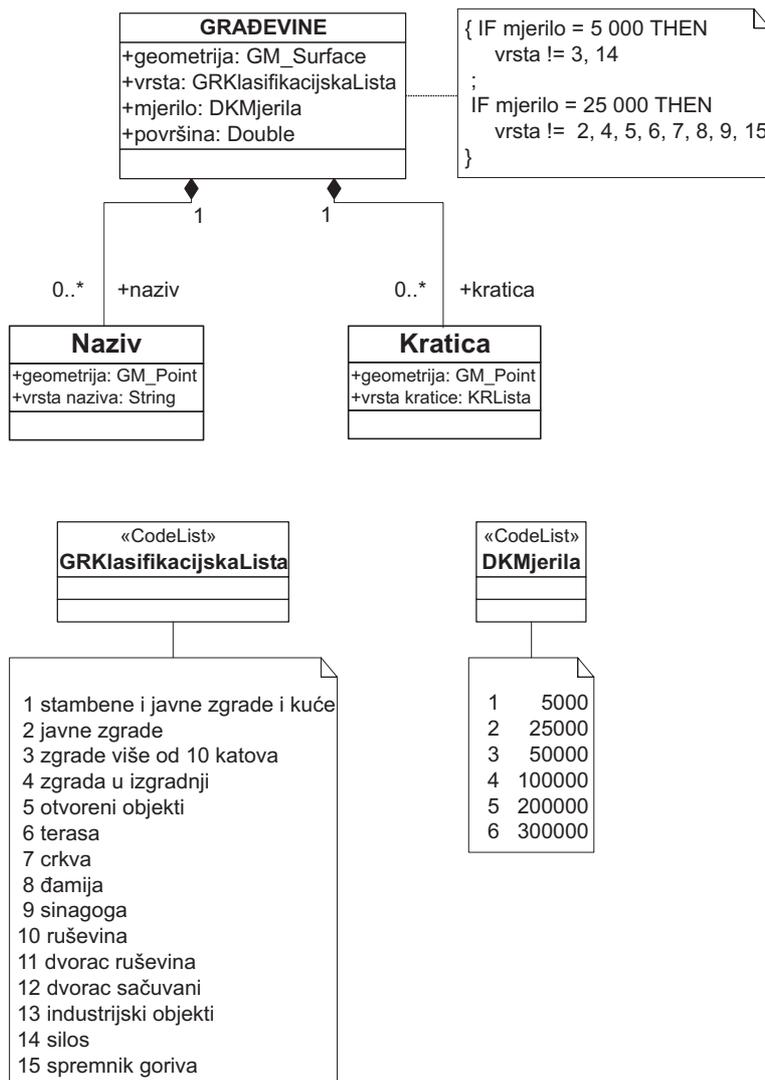


Figure 4. Class diagram of class Buildings  
Slika 4. Klasni dijagram klase građevine

```

-<element name="Gradevine" version="01" author="Geofoto
  d.o.o." date="2002-06-10">
  - <!-- IF mjerilo=5 000 THEN vrsta !=3, 14 -->
  - <!-- IF mjerilo=25 000 THEN vrsta !=2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 15 -->
  - <complexType>
    <attribute name="geometrija"
      type="GM_Surface" />
    <attribute name="vrsta"
      type="GRKlasifikacijskaLista" />
    <attribute name="mjerilo" type="DKMjerila" />
    <attribute name="povrsina" type="Double" />
    - <sequence>
      <element name="kratica" type="Kratica"
        minOccurs="0"
        maxOccurs="unbounded" />
      <element name="naziv" type="Naziv"
        minOccurs="0"
        maxOccurs="unbounded" />
    </sequence>
  </complexType>
  - <complexType name="Kratica">
    <attribute name="geometrija" type="GM_Point"
      />
    <attribute name="vrsta kratice" type="KRLista"
      />
  </complexType>
  - <complexType name="Naziv">
    <attribute name="geometrija" type="GM_Point"
      />
    <attribute name="vrsta naziva" type="String" />
  </complexType>
</element>

-<CodeList name="GRKlasifikacijskaLista" version="01"
  author="Geofoto d.o.o." date="2002-06-10">
  <description>Vrste gradevina</description>
  <codevalue code="1" value="stambene i javne zgrade i
    kuće" />
  <codevalue code="2" value="javne zgrade" />
  <codevalue code="3" value="zgrade vise od 10 katova"
    />
  <codevalue code="4" value="zgrada u izgradnji" />
  <codevalue code="5" value="otvoreni objekti" />
  <codevalue code="6" value="terasa" />
  <codevalue code="7" value="crkva" />
  <codevalue code="8" value="dzamija" />
  <codevalue code="9" value="sinagoga" />
  <codevalue code="10" value="rusevina" />
  <codevalue code="11" value="dvorac rusevina" />
  <codevalue code="12" value="dvorac sacuvani" />
  <codevalue code="13" value="industrijski objekti" />
  <codevalue code="14" value="silos" />
  <codevalue code="15" value="spremnik goriva" />
</CodeList>

-<CodeList name="DKMjerila" version="01" author="Geofoto
  d.o.o." date="2002-06-10">
  <description>Vrste kartografskih mjerila</description>
  <codevalue code="1" value="5000" />
  <codevalue code="2" value="25000" />
  <codevalue code="3" value="50000" />
  <codevalue code="4" value="100000" />
  <codevalue code="5" value="200000" />
  <codevalue code="6" value="300000" />
</CodeList>

```

126

Figure 5. XML schema of class Buildings  
Slika 5. XML-shema za klasu građevine.

schema for specialised domains and information dissemination,

- enables the creation of and supports the linkage of geoapplication schemas and data sets,
- supports the storage and transfer of application schemas and data sets,
- improves the ability to organise the geoapplication schemas and the information they describe (OpenGIS, 2002).

The basic description schemas are geometric schema (geometry.xsd), feature schema (feature.xsd) and Xlinks schema (Xlinks.xsd).

There is actual difference between the geodata as encoded in GML and the graphic presentation of this data on a map or other forms of visualisation. When we speak about geodata, we try to deal with

properties and geometry of objects. The way we represent the objects on maps is something completely different (by means of colours, line styles, etc).

Presentation of GML geodata can be completely accomplished by developing tools for interpretation of GML elements but it would mean the repetition of standardisation and separation of contents and presentation. The creation of a map from GML data requires only availability of the GML style elements in the form that can be interpreted by web browser for graphic presentation.

GML is based on developments of OGC (*OpenGIS Consortium*). It describes the world by means of geographic objects that we call features. Basically, features denotes geometry and a set of attributes. The attributes contain name, type and value. Geometry describes the location of features by means of points, lines, curves, areas, surfaces and polygons. For the purpose of simplification, GML is limited to two-dimensional (2D) geometry, although there is an option for processing of 3D geometry as well as of topological relations between the features.

## 7 Conclusion

The cartographic data model KMP provides the basis for the establishment of cartographic database. The cartographic model describes the structure of cartographic database containing all attributes, classes, types and possible values. The cartographic presentation remains identical to TK25 and other small-scale maps. The basic parameters taken into account for structuring of the data are: *CROTIS data model, topographic database, cartographic keys in use, and economic parameters.*

The cartographic data model has established the conformity with CROTIS and enabled generation of cartographic database from the topographic database. Classification of objects has been made on the basis of logical grouping of objects depending on geometric properties and object types and their attributes.

The formal language of data model description UML has been applied for the description of conceptual schema (data model) and object catalogue.

The description of data geometry and data exchange has been completed according to the specification of OpenGIS and ISO TC211 standard for geographic information. Thus, a completely object-oriented cartographic data model has been established at the level of currently valid standards.

Konformne geoaplikacijske sheme bi trebale uzimati geometrijsku shemu (geometry.xsd), feature shemu (feature.xsd) i Xlinks shemu (Xlinks.xsd) kao osnovne sheme opisa.

Važno je objasniti konkretnu razliku između geopodataka kodiranih u GML-u i grafičkih prikaza tih podataka na karti ili drugim formama vizualizacije. Geopodaci koji čine prikaz realnog svijeta pomoću prostornih termina neovisni su o mnogim dijelovima vizualizacije tih podataka. Kada govorimo o geopodacima mi pokušavamo obuhvatiti informacije o svojstvima i geometriji objekata. Način predstavljanja objekata na karti (boje, stilova linija) je nešto sasvim drugo.

GML ima vezu sa sadržajem prikaza geopodataka. To se može potpuno postići razvojem alata za interpretaciju GML elemenata. To bi svakako značilo ponavljanje standardizacije i podjelu sadržaja i prikaza. Za kreiranje karte iz GML podataka potreban je samo stil GML-elemenata u formi koja može biti interpretirana za grafički prikaz u web pregledniku.

GML je zasnovan na geografskom razvoju OGC-a (*OpenGIS Consortium*). On opisuje svijet pomoću geografskih entiteta koje nazivamo objekti. U osnovi, objekt označava skup atributa i geometrije. Atributi sadrže naziv, tip i vrijednost. Geometriju čine: osnovna geometrija izgrađenih objekata pomoću točaka, linija, krivulja, površina i poligona. Radi pojednostavljenja, GML se ograničava na 2D

geometriju, iako postoji mogućnost obrade 2.5 i 3D geometrije, kao i topoloških odnosa između objekata.

## 7. Zaključak

Izradbom kartografskog modela podataka KMP osigurana je osnova za uspostavu kartografske baze podataka. Kartografski model podataka opisuje strukturu kartografske baze podataka sa svim atributima, klasama, tipovima i mogućim vrijednostima. Kartografski prikaz ostaje identičan TK25 i kartama ostalih mjerila. Pri strukturiranju podataka uzeti su u obzir osnovni parametri kojima je ovaj sustav dimenzioniran; *model podataka CROTIS, topografska baza podataka, važeći kartografski ključevi, gospodarski parametri*.

Kartografskim modelom podataka je ostvarena konformnost s CROTIS-om čime je omogućeno generiranje kartografske baze iz topografske. Klasifikacija objekata je izvršena na osnovu logičnog grupiranja objekata, ovisno o geometrijskim svojstvima i vrsti objekata i njegovim atributima.

Za opis konceptualne sheme (model podataka) i kataloga objekata primjenjen je formalni jezik opisa modela podataka UML.

Opis geometrije i prijenosa podataka izvršen je prema specifikacijama OpenGIS-a i ISO TC211 normi za geoinformacije. Time je ostvarena potpuna objektna orijentiranost kartografskog modela podataka na nivou trenutno aktualnih standarda.

## References / Literatura

- ATKIS, 2000. AdV. Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Lander der Bundesrepublik Deutschland, Deutschland.
- Biljecki, Z., 2000. CROTIS. Hrvatski topografski informacijski sustav, Državna geodetska uprava, Zagreb, Hrvatska.
- Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I., 2000. The Unified Modeling Language, Addison-Wesley.
- Carlson, D., 2001. Modeling XML Applications with UML, Addison-Wesley.
- DGU, 1995. STOKIS, Službeni topografski i kartografski informacijski sustav Republike Hrvatske, Državna geodetska uprava, Zagreb, Hrvatska.
- DGU, 2000. Kartografski ključ za TK25, ver. 1.5., Državna geodetska uprava, Zagreb, Hrvatska.
- DGU, 2001. Kartografski ključ za HOK, ver. 1.3., Državna geodetska uprava, Zagreb, Hrvatska.
- ISO/TC211, 2001. ISO/FDIS 19107, Geographic information – Spatial schema, ISO/TC211.
- ISO/TC211, 2002. ISO/FDIS 19108, Geographic information – Temporal schema, ISO/TC211.
- ISO/TC211, 2001. ISO/FDIS 19110, Geographic information – Methodology for feature cataloguing, ISO/TC211.
- ISO/TC211, 2002. ISO/DIS 19115, Geographic information – Metadata, ISO/TC211.
- ISO/TC211, 2002. ISO/DIS 19118, Geographic information – Encoding, ISO/TC211.
- OpenGIS, 2000. Simple Features Specification For SQL, OGC.
- OpenGIS, 2002. GML Implementation Specification, version 2.1.1, OGC.
- OpenGIS, 2002. GML Implementation Specification, version 2.1.2, OGC.
- Varga, M., 2001. Baze podataka, Konceptualno, logičko i fizičko modeliranje, DRIP, Zagreb.
- W3C, 2000. Extensible Markup Language (XML) 1.0, W3C.