

The Adaptation of CROTIS Data Model and Generation of GML Application Schema

Zvonko Biljecki, Aida Osmanagić, Daniel Vencler

Geofoto LLC, Buzinski prilaz 28, Zagreb, Croatia
e-mail: zvonko@geofoto.hr; aida@geofoto.hr; daniel@geofoto.hr

4

Abstract: *Through the project Production of an object-oriented conceptual data model and production of GML application schema, the CROTIS data model is fully conformed to the latest ISO and OGC standards. A new data model, a new schema for data exchange and a new data catalogue have been encompassed within the project. The main elements of the project are presented in this article. The modelling was done for the purpose of data model improvement, according to standards that provide the methods and properties for display of model objects and model attributes. UML (Unified Modelling Language) is used for formal description of the data. A logical data model in UML enables the implementation of GIS, including the database as well. The automatic generation of a GML application schema was developed from UML. Data description is contained in the data catalogue, which resulted automatically from data model.*

Key words: *geoinformation, data model, standards, databases, topographic data, UML, GML*

1 Introduction

The Topographic Information System of the Republic of Croatia (CROTIS) gives basic and detailed solutions of topographic information system in the field of data models, data capturing, processing, accuracy, topological relations and data exchange.

At the beginning of 2002, the director of the State Geodetic Administration (SGA) put the topographic data model (CROTIS) to official service. Usage of new technology in the capture, analysis, processing, storage and exchange of data caused customisation of data model

and exchange of data prescribed with the new standards.

Use of the standards provides an open and interoperable system. Modelling of the database was made according to ISO/TC standards and OGC (Open Geospatial Consortium) specifications.

2 Data model

The heart of any geoinformation system is the data model, which is a set of constructs for representation of objects and processes in the digital environment of a computer.

Conceptual modelling is based on use of abstraction, i.e. on the basis of methodology established by concentration applied in recognising the similarities among objects of the real world and temporarily neglecting differences among them. The abstraction is used to decompose the model of the real world, objects and connections among them, in the hierarchy of abstractions, i.e. into the combination of aggregations and generalisations [7].

When representing the real world, it is helpful to think in terms of four different levels of abstractions. First, reality is made up of real world phenomena (buildings, streets, etc.) and includes all aspects that may or may not be perceived individually, or are considered as particular application. Second, the conceptual model is a human-oriented, often partially structured model of selected objects and processes that are thought relevant to a particular problem domain. Third, the logical model is an implementation-oriented representation of reality that is often expressed in the form of diagrams and lists. Physical model portrays the actual implementation of GIS, and comprises tables stored as files or databases, Fig. 1 [1].

Prilagodba modela podataka CROTIS-a i generiranje aplikacijske sheme u GML-u

Zvonko Biljecki, Aida Osmanagić, Daniel Vencler

Geofoto d.o.o., Buzinski prilaz 28, Zagreb, HR-10010
e-mail: zvonko@geofoto.hr; aida@geofoto.hr; daniel@geofoto.hr

Sažetak: Projektom Izrada objektnoorijentiranoga konceptualnog modela podataka te izrada aplikacijske sheme u GML-u, model CROTIS u potpunosti je usklađen s posljednjim normama ISO-a i OGC-a. Projektom su izrađeni: novi model podataka, nova shema prijenosa podataka i novi katalog podataka. Ovim su radom prikazani osnovni dijelovi toga projekta. Modeliranje je izvedeno radi unapređenja konceptualnog modela podataka prema normama koje propisuju način i svojstva prikazivanja objekata i atributa u modelu. Kao formalni jezik opisa objekata primijenjen je Unified Modeling Language (UML). Logički model podataka u UML-u omogućuje implementaciju GIS-a uključujući i bazu podataka. Iz UML-a je razvijeno automatsko generiranje aplikacijske sheme za prijenos podataka u GML-u. Opis podataka sadržan je u katalogu podataka koji je nastao kao produkt modela.

Ključne riječi: geoinformacije, model podataka, norme, baza podataka, topografski podaci, UML, GML

1. Uvod

Topografskim informacijskim sustavom Republike Hrvatske (CROTIS) daju se osnovna i detaljna rješenja kroz modele podataka, metode prikupljanja i obrade podataka, metode određivanja i parametre za ocjenu kvalitete podataka, način prikazivanja, topološke relacije te metode i standarde za prijenos podataka.

Početak 2002. godine, ravnatelj Državne geodetske uprave stavio je u službenu upotrebu model topografskih podataka CROTIS. Primjena novih tehnologija u procesima prikupljanja, analize, obrade, pohrane, prijenosa

podataka i sl. uvjetovala je prilagodbu modela podataka i prijenosa podataka novim normama.

Korištenje postojećih normi i standarda osigurava otvorenost i interoperabilnost sustava. Za modeliranje baze podataka CROTIS-a korištene su norme ISO/TC 211 te specifikacije OGC-a (Open Geospatial Consortium).

2. Model podataka

Osnovu bilo kojega geoinformacijskog sustava čini model podataka, koji je skup dijelova za prikaz određenog objekta i procesa koji se odvijaju nad objektom unutar računala.

Konceptualno modeliranje temelji se na korištenju apstrakcije, odnosno na metodologiji koja se temelji na prepoznavanju sličnosti između objekata stvarnog svijeta i privremenom zanemarivanju razlike među njima. Apstrakcija se koristi za razlaganje modela stvarnog svijeta, objekata i veza između njih u tzv. hijerarhiju apstrakcija, gdje se koriste i metode agregacije i generalizacije [7].

Prikazujući stvarni svijet, nužno je razmišljati o četiri različita sloja apstrakcije. Prvo, stvarnost je izrađena iz fenomena realnog svijeta (zgrade, ulice, itd.) i uključuje sve aspekte koji se mogu, ali i ne moraju, vidjeti pojedinačno ili koji se razmatraju odgovarajućom aplikacijom. Drugo, konceptualni model korisnički je orijentiran, djelomično strukturiran model određenih objekata i procesa razmatranih odgovarajućom aplikacijom. Treće, logički je model implementacijski orijentiran prikazujući stvarnost koja je često izražena u obliku dijagrama i lista. Fizički model prikazuje stvarnu implementaciju GIS-a i obuhvaća tablice spremljene kao datoteke u bazi podataka, slika 1 [1].

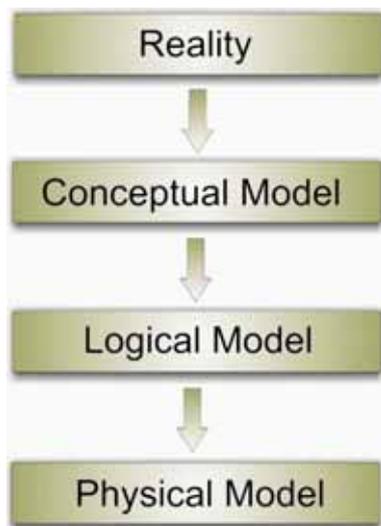


Fig. 1 Levels of abstraction relevant to GIS data models

3 Standards in Geoinformatics

Standardization in geoinformation is necessary for the establishment of a uniform system for production, maintenance, presentation and exchange of spatial information in digital form between different producers, users, systems and locations. Technical Committee 211 of the International Organization for Standardization (ISO) and the OGC have the leading role of standardization in the field of geoinformation.

Technical regulations for the data exchange were made in accordance with W3C (World Wide Web) standards. The OGC is an international consensus standards organization leading the development of standards for geospatial and location based services. OGC works with governments, private industry, and academia to create an open and extensible software application programming interfaces for geographic information systems (GIS) and other mainstream technologies [6].

The following ISO standards were used for the production of the new CROTIS data model:

- ISO/DTS 19103 Conceptual Schema Language Technical Specification provides rules and guidelines for the use of a conceptual schema language, within the ISO 19100 series of standards [2]
- ISO/IS 19107 Spatial schema provides conceptual schemas for describing and manipulating spatial characteristics of geographic features [3]
- ISO/FDIS 19109 Rules for application schema defines rules for creating and documenting application schemas, including principles for the definition of features [4]
- ISO/IS 19110 Feature cataloguing methodology defines the methodology for cataloguing feature types [5]
- ISO/FDIS 19118 Encoding rules allow geographic information defined in an application schema to

be coded into a system-independent data structure suitable for transport or storage. The encoding rule specifies the types of data to be coded and the syntax, structure and coding schemes used in the resulting data structure [8].

The Unified Modelling Language (UML) is the object modelling and specification language used when developing models, software, etc. UML includes a standardized graphical notation that may be used to create an abstract model of a system: the *UML model*. It is important to distinguish the UML model and the set of diagrams of a system. A diagram is a partial graphical representation of a system's model. UML has strengths at higher, more architectural levels and has been used for modelling of wideband area of business process such as business process modelling, systems engineering modelling, and representation of organizational structure [9].

The Extensible Markup Language (XML) is a general-purpose mark-up language that defines rules for creation of special-purpose documentation and Internet exchange of many different kinds of data [10].

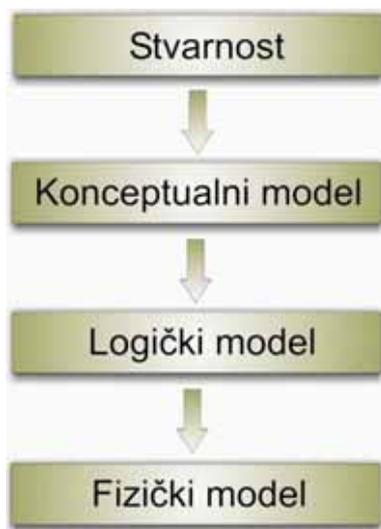
The Geography Markup Language (GML) is a mark-up language used to describe geographic objects in the world around us and data exchange. By building on broader Internet standards from the World Wide Web Consortium (W3C), the GML expresses geographic information in a manner that can be readily shared on the Internet. In particular, the GML builds on the eXtensible Mark-up Language (XML) with syntax and rules defined through the OGC standards [11].

Basic GML characteristics are:

- Provides an open, vendor-neutral framework for definition of geospatial application schemas and objects.
- Allows profiles that support proper subsets of GML framework descriptive capabilities.
- Supports the description of geospatial application schemas for specialized domains and information communities.
- Enables the creation and maintenance of linked geographic application schemas and datasets.
- Supports the storage and transport of application schemas and data sets.
- Increases the ability of organizations to share geographic application schemas and the information they describe.

4 CROTIS Data Model

The establishment of CROTIS defined the way for establishment of geoinformation system in the domain of topography and geoinformation in Croatia. A review of trends in other national topographic standards and their changes conditioned with new norms and regulations showed that it is necessary to adjust CROTIS to current norms.



Slika 1. Razine apstrakcije važne za modele podataka u GIS-u

3. Norme u geoinformacijama

Standardizacija u geoinformacijama potrebna je radi uspostave homogenog sustava prikupljanja, izrade, održavanja, prezentacije i prijenosa prostornih informacija u digitalnom obliku između različitih proizvođača, korisnika, sustava i lokacija. Vodeću ulogu u standardizaciji na području geoinformacija imaju Tehnički odbor ISO/TC 211 i Open Geospatial Consortium (OGC).

Tehnički protokoli za prijenos geopodataka izrađeni su sukladno normama koje je propisao World Wide Web Consortium (W3C). OGC je međunarodni konzorcij poslovnih tvrtki, vlada i sveučilišta koji razvijaju javno dostupne specifikacije o geoprocesima. One podržavaju interoperabilna rješenja koja omogućavaju prijenos podataka putem interneta. Često se poistovjećuju s tehnološkim implementacijama [6].

Za modeliranje novog modela podataka CROTIS-a korištene su ove norme ISO-a:

- ❑ ISO/DTS 19103 Conceptual schema language (Jezik konceptualne sheme) – propisuje korištenje jezika konceptualnih shema za razvoj modela [2]
- ❑ ISO/IS 19107 Spatial schema (Prostorna shema) – svrha norme je kreiranje prostornih karakteristika geoinformacija [3]
- ❑ ISO/FDIS 19109 Rules for application schema (Pravila aplikacijske sheme) – određuje pravila za definiranje aplikacijskih shema. Na aplikativnoj razini rješava se izgled, imenovanje klasa, atributa, vrijednosti atributa kako bi se dobio model koji omogućava različitu daljnju primjenu modeliranih podataka [4]
- ❑ ISO/IS 19110 Feature cataloguing methodology (Metodologija katalogiziranja podataka) – propisuje izgled kataloga podataka [5]
- ❑ ISO/FDIS 19118 Encoding (Kodiranje) opisuju pravila za kodiranje podataka radi prijenosa i

pohrane. Pravila omogućuju da geoprostorni podaci, koji su definirani u aplikacijskoj shemi, budu kodirani u strukturi neovisnoj o sustavu [8].

Unified Modeling Language (UML) grafički je jezik za objektno orijentirano modeliranje koji omogućuje vizualiziranje, specificiranje, konstruiranje i dokumentiranje sustava programske podrške. UML sadrži standardiziranu grafičku notaciju koja se koristi za kreiranje apstraktnog modela sustava: UML-modela. Bitno je razlikovati UML-model od skupa grafičkih dijagrama sustava. Grafički dijagrami djelomični su grafički prikazi sustava modela. UML sadrži višu strukturalnu instancu i koristi se za modeliranje velikog dijela poslovnih procesa kao što su: modeliranje poslovnih procesa, modeliranje inženjerskog sustava i prikaz organizacijske strukture [9].

Extensible Markup Language (XML) je proširivi jezik za označavanje koji definira pravila strukturiranja dokumenata i njihov prijenos internetom. XML olakšava postizanje interoperabilnosti definirajući strukturu dokumenta na otvoren način [10].

Geography Markup Language (GML) je jezik za prijenos i pohranu geopodataka. Uspostavom širokog internetskog standarda prema W3C-u, GML izražava geografske informacije tako da se mogu brzo prenositi internetom. Jezik nastoji pokriti prostorna i neprostorna svojstva te veze među pojavama. Dakle, GML je narječje XML-a čija sintaksa i gramatika su definirani implementacijskom specifikacijom OGC-a [11].

Osnovne su karakteristike GML-a:

- ❑ pruža otvoreno i neutralno okruženje namijenjeno za definiranje geoaplikacijskih shema podataka
- ❑ omogućava upotrebu profila koji definiraju podskup GML-sheme čineći primijenjene sheme jednostavnijima
- ❑ podržava proširivanje osnovne GML-sheme za specijalizirane domene i korisničke zajednice
- ❑ omogućava izradu i održavanje međusobno povezanih shema i skupova podataka
- ❑ podržava pohranu i prijenos aplikacijskih shema i skupova podataka i
- ❑ olakšava prijenos geoaplikacijskih shema i informacija koje opisuju [6].

4. Model podataka CROTIS-a

Uspostavom CROTIS-a nastala su pravila za uspostavu geoinformacijskih sustava u području topografije i geoinformacija u Hrvatskoj. Sagledavajući tendencije drugih nacionalnih topografskih standarda, njihovu promjenu uvjetovanu novim normama i propisima, uvidjelo se da je nužno i CROTIS uskladiti s aktualnim normama.

Analiza projekta odnosila se prije svega na implementacijsko oblikovanje, dok se u sam model u smislu njegova sadržaja nije ulazilo, tj. nije došlo do promjene modela u smislu dodavanja novih objekata, klasa, atributa i sl.

While project analysis was related to implementation form, the content of the model was not changed, in sense that new objects, classes and attributes were not added.

The first part was an UML data model that describes classes, attributes and their values. New CROTIS model was made according to the rules of conceptual schema language and application schema language of UML.

4.1 CROTIS UML Metamodel

A metamodel is a data model that describes the whole modelling process of CROTIS. It encompasses: Model Layer, Documentation Layer and Compatibility Layer.

Model Layer

The Model Layer contains packages, classes, attributes and values of attributes. It registers model structure and is compatible with the UML-metamodel. UML has elements required for the name of classes and attributes of classes. The Model Layer is the implementation of the UML metamodel. Since UML does not have enough information for the generation of specified schemas, it was necessary to add the Documentation Layer and the Compatibility Layer.

Documentation Layer

The Documentation Layer contains data required for documentation definition. The Data Catalogue belongs to the Documentation Layer.

Compatibility Layer

The Compatibility Layer contains data about coding and data required for data mappings, from old to new data model.

The GML application schema and the data catalogue were generated automatically from UML. As UML does not contain enough information for data generation, we added some additional attributes to ensure above-mentioned products. This way, all data not contained in UML, such as code for compatibility, definition, etc., were added later in the UML application in order to get generated products. UML supports object-oriented modelling and possibilities of extensive appliance.

Figure 2 shows data flow and method of project execution.

5 Processing Adaptation of the CROTIS Data Model

5.1 Adaptation of the model

Analysis of the previous CROTIS data model version 1.1 resulted with divergence from the model specified in ISO. The differences between the old version and the new version of data model are presented in Fig. 3. The data modelling was accomplished through application schema defined in the ISO 19109 standard. A conceptu-

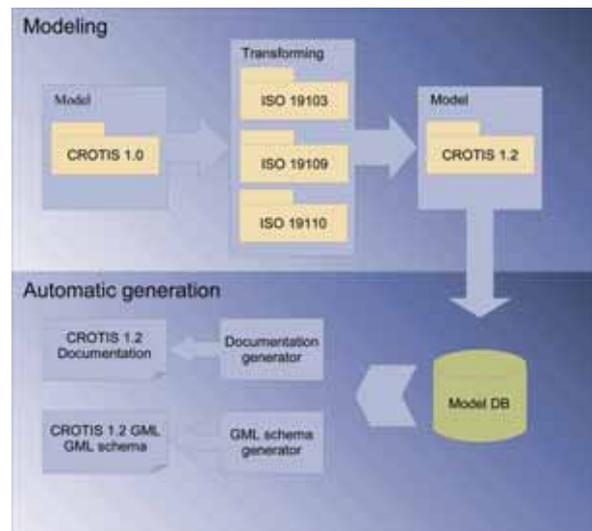


Fig. 2 Schema of adaptation of the CROTIS data model

al schema language should contain objects described in the ISO 19103 standard. The application schema includes class geometry, which is defined with the 19107 norm.

The previous version of data model was conceived by the following tables:

1. Data model
2. Data model – attributes, figure 3.

The new model contains classes described by class diagrams like Feature Type. The class has attributes as its properties. When several attributes are listed, their values are shown by the Enumeration Class.

In that case, two separate tables show the objects and the properties. Such a tabular data model does not allow any kind of automatic generation. The goal was to get a GML and documentation from the model, and it was achieved by using the new data model.

The purpose of application schema and new modelling is:

- Full understanding of contents and structure inside a very detailed application field
- Provide a computer legible schema to enable application of automatic process mechanism for data control

5.2 Automatic generation of Documentation and GML schema

Documentation generation

The Data Catalogue presents all objects that make an integral part of a particular topographic geoinformation system according to the adequate classification.

Attribute obligation and criterion for their gathering, as accuracy and geometric presentation are the essential elements for creation of computer representation.

The Data Catalogue is generated automatically from data model. The elements needed for the generation of

Prvi dio odnosio se na modeliranje podataka u UML-u, koji opisuje klase, attribute i njihove vrijednosti. Novi model podataka CROTIS-a izrađen je sukladno pravilima jezika konceptualne sheme i aplikacijske sheme UML-a.

4.1. UML-metamodel CROTIS-a

Metamodel je model podataka u kojem je opisan cjelokupan model. On se sastoji od sloja modela (*Model layer*), sloja dokumentacije (*Documentation layer*) i sloja kompatibilnosti (*Compatibility layer*).

Sloj modela (*Model layer*)

U sloj modela zapisuju se paketi, klase, atributi i vrijednosti atributa. On zapisuje strukturu modela i sukladan je UML-metamodelu. UML nosi dio informacija potrebnih za nazive i opise klasa. Sloj modela implementacija je UML-metamodela. S obzirom na to da UML ne nosi dovoljno informacija za generiranje ostalih shema, bilo je potrebno dodati *sloj dokumentacije* i *sloj kompatibilnosti*.

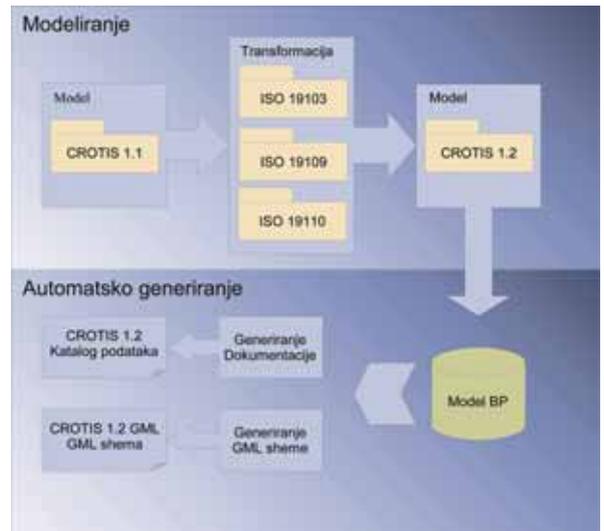
Sloj dokumentacije (*Documentation layer*)

Sloj dokumentacije sadrži dodatne attribute potrebne za definiranje dokumentacije. Pod dokumentacijom smatramo katalog podataka.

Sloj kompatibilnosti (*Compatibility layer*)

Sloj kompatibilnosti nosi informacije o kodovima i služi za povezivanje starog i novog modela podataka.

Aplikacijska shema u GML-u i katalog podataka automatski su generirani iz UML-a. S obzirom na to da UML ne sadrži dovoljno podataka za spomenuto generiranje podataka, bilo je potrebno dodati određene dodatne attribute u UML-u. Tako su svi podaci koji nisu sadržani u UML-u, kao što su kôd kompatibilnosti, definicije klasa itd., dodani naknadno u UML-aplikaciju



Slika 2. Shema prilagodbe modela podataka CROTIS-a

kako bi se mogli generirati produkti. UML dopušta objektnoorijentirano modeliranje i mogućnosti široke primjene. Slika 2 prikazuje tijek i metode izrade projekta.

5. Postupci razvoja modela podataka CROTIS-a

5.1. Prilagodba modela

Analizom verzije 1.1 modela podataka CROTIS-a uočeno je razilaženje s modelom definiranim normama ISO-a. Razlike starog i novog modela prikazane su na slici 3. Modeliranje je izvedeno sukladno pravilima aplikacijske sheme UML-a definirane normom ISO

<p>Data Model Feature Class Table</p>		<p>Data Model Feature Class UML</p>
<p>Model podataka Klasa Tablica</p>		<p>Model podataka Klasa UML</p>
<p>Model podataka Vrijednosti atributa Tablica</p>		<p>Model podataka Vrijednosti atributa UML</p>
<p>Data Model Attribute Values Table</p>		<p>Data Model Attribute Values UML</p>

Fig. 3 Transformation of old data model to new one
Slika 3. Transformacija postojećeg modela

the Data Catalogue are contained in the Documentation Layer. The ISO 19110 standard presents the template for organization of the feature catalogue information according to rules described by the standard.

Fig. 4 shows an example of the data catalogue and the ISO 19110 standard [5].

Some elements are mandatory (M), some are conditional (C), some are optional (O) and can be included in the feature catalogue.

Data catalogue should be published by the State Geodetic Administration of the Republic of Croatia.

GML schema generation

The Project *Production of object-oriented conceptual data model and production of GML application schema* determines the manner of data exchange within the topographic information system. The contents of standards include defining the schemes for data exchange, execution mechanisms and data encoding rules.

The OGC standards define the following items:

- Basic source objects for explicit geometric and topological geoinformation presentation
- Mechanisms that are used for their exchange among users, i.e. informatic structures
- Format of exchange structure.

Implementation mechanisms in previous version of CROTIS were based on the EXPRESS language for formal data description (ISO 10303-11:1994), and the data were encoded in accordance with the ISO 10303-21:1994 standards for pure text encoding.

In the meantime, OGC developed specification for GML and currently ISO is accepting and developing GML as an ISO standard.

An example of mapping of Feature class is showed in the following table:

Stereotype (UML)	XSD element type (GML schema)
<<FeatureType>>	complexType
<<Enumeration>>	*

*Enumeration classes are transformed as Integers

An example of mapping attributes from UML to GML is shown in the following table:

UML attribute	XSD element type (GML schema)
Date	date
CharacterString	string
Integer	integer
Real	decimal

An example of mapping geometry data type from UML to GML is shown in the next table:

10

Objektova vrsta		Broj
STAMBENI OBJEKTI		2101
OPIS I KOMENTAR:		
<input type="checkbox"/> Definicija: Relativna trajna struktura, natleheni, obično sa zidovima, napravljena od nekog materijala, određenu upotrebom (stanovanje). <input type="checkbox"/> Topološka primiliva: površ. <input type="checkbox"/> Pravila objekta i njegovih komponenti: <input type="checkbox"/> EXPRESS definicija: ENTITY stambeni_objektid <input type="checkbox"/> DXF stil / boja: 21 = Gra_div / zidna		
ATRIBUTI:		
210101	GID	O 100001-NNNNNN : GID
210102	geometrija	O y, x [m] : koordinate u dE koordinatnom sustavu
210103	vrsta	F n [m] : vrsta objekta
210104	vrsta	O N : lista vrste
210105	ime objekta	F T : ime objekta
210106	način određivanja	O N : lista načina određivanja
210107	način	F mješt : srednja pogreška
210108	obnova sadržaja	O DDMMGGGG : datum
210109	vlasnik	F T : ime vlasnika objekta
210110	adresa	F T : adresa vlasnika objekta
210111	površina	O [m ²] : površina
210112	stanje	F N : lista stanja
IZBOR ATRIBUTA:		
GID - 100001 : lista katastarske općine NNNNNN : progresivni broj Vrsta vrste - N : 1: stambena zgrada, 2: kuća, 3: koliba, postreli stan. Način određivanja - N : 4: ostalo Način - N : 1: fotogrametrija, 2: digitalizacija, 3: terestrička Datum - 4: ostalo Vrsta stanja - DDMMGGGG DD: dan, MM: mjesec, GGGG: godina N : 1: u upotrebi, 2: izvan upotrebe, 3: u izgradnji		
KOMENTAR:		
<input type="checkbox"/> Predstavljaju stambeni objekti ovisi o njihovim površinama i funkcionalnoj važnosti. <input type="checkbox"/> Funkcionalno neaktivni objekti površine manje od 20 m ² se ne prikazuju.		

Feature Type	Class of real world phenomena with common properties	M	N		
11	Name	M	I	text	free text
12	Definition	C/	I	text	free text
13	Code	O	I	text	free text
14	Aliases	O	N	text	free text
15	Feature Operation Names	O	N	text	free text
16	Feature Attribute Names	O	N	text	free text
17	Feature Association Names	O	N	text	free text
18	Subtype of	O	N	text	free text

Fig. 4 shows an example of the data catalogue and the ISO 19110 standard [5].

Slika 4. Dio kataloga podataka i norme ISO 19110

19109. Konceptualna shema treba sadržavati objekte propisane normom 19103. Aplikacijska shema sadrži i geometriju klasa koja je propisana normom 19107.

Polazni model bio je koncipiran tablicama:

1. Model podataka
2. Model podataka – atributi, slika 3.

Novi model sadrži klase opisane preko klasnih dijagrama kao što je *Feature Type*. Klasa sadrži attribute kao svoja svojstva. Ako je nabrojeno više atributa, njihove vrijednosti prikazuju se preko klase enumeracije (*Enumeration Class*).

Polazni model, dakle, sadrži dvije odvojene vrste tablica koje opisuju klasu i attribute. Takav tablični model podataka ne dopušta nikakvo daljnje generiranje dokumenata. Cilj je bio generiranje GML-a i dokumentacije iz modela, a to je postignuto novim modelom podataka.

Svrha je aplikacijske sheme CROTIS-a:

- postizanje potpunog razumijevanja sadržaja i strukture unutar detaljnog aplikacijskog područja
- osigurati računalno čitljivu shemu za primjenu automatskih mehanizama za upravljanje procesima.

5.2. Generiranje dokumentacije i GML-sheme

Generiranje dokumentacije

Katalog objektnih klasa prikazuje sve objekte koji su sastavni dio razmatranog topografskoga geoinformacijskog sustava razvrstane prema određenoj klasifikaciji.

Obvezatnost atributa i uvjeti njihova prikupljanja kao što su točnost i geometrijski prikaz osnovni su elementi za kreiranje računalne reprezentacije.

Katalog podataka dobiven je automatski iz modela podataka. Elementi potrebni za njegovo kreiranje sadržani su u sloju dokumentacije koji je sastavni dio metamodela CROTIS-a. Norma 19110 je predložak za organiziranje kataloga klasa prema pravilima opisanim u standardu.

Slika 4 prikazuje stranicu iz kataloga podataka i dio norme ISO 19110 [5].

Neki podaci su obvezatni (mandatory – M), neki su postavljeni kao pitanje i ako je odgovor na njihovu obvezatnost da, oni su obvezatni u specifikaciji – aplikacijskoj shemi, i na kraju imamo podatke koji su opcionalno obvezatni u specifikaciji – aplikacijskoj shemi (optional – o), tj. obvezatni su samo prema izboru korisnika.

Katalog podataka trebala bi objaviti Državna geodetska uprava.

Generiranje GML-sheme

Projekt *Izradba objektnoorijentiranog konceptualnog modela podataka te izradba aplikacijske sheme u GML-u* određuje načine prijenosa podataka unutar topografskog informacijskog sustava. Sadržaji specifikacija OGC-a uključuju definirane sheme za prijenos podataka, izvršne mehanizme i pravila kodiranja podataka.

Specifikacije OGC-a definiraju sljedeće sadržaje:

- osnovne objekte za eksplicitni geometrijski i topološki geoinformacijski prikaz
- mehanizme koji se koriste za osiguravanje njihova prijenosa između korisnika, informatička struktura
- format strukture prijenosa.

Implementacijski mehanizmi u prošloj verziji modela CROTIS-a bili su bazirani na jeziku EXPRESS za formalni opis podataka (ISO 10303-11:1994) i podaci su bili kodirani u skladu s normama ISO 10303-21:1994 za čisto kodiranje teksta.

U međuvremenu je OGC razvio specifikaciju za GML i trenutačno ISO prihvaća i razvija GML kao standard za prijenos prostornih podataka.

Primjer mapiranja (prijedruživanja) klasa prikazan je u tablici:

Stereotip (UML)	tip XSD-elementa (GML-shema)
<<FeatureType>>	complexType
<<Enumeration>>	*

* enumeracijske klase mapiraju se kao cijeli brojevi (Integer)

Primjer mapiranja atributa iz UML-a u GML prikazan je u tablici:

UML-atribut	tip XSD-elementa (GML-shema)
Date	date
CharacterString	string
Integer	integer
Real	decimal

Primjer mapiranja geometrijskih tipova podataka iz UML-a u GML prikazan je u tablici:

UML-geometrija	GML2.1.2 / GML3.1.1
GM_Point	PointPropertyType / PointPropertyType
GM_Curve	LineStringPropertyType / CurvePropertyType
GM_Surface	PolygonPropertyType / SurfacePropertyType
GM_MultiSurface	MultiPolygonPropertyType / MultiSurfacePropertyType

UML geometry	GML2.1.2 / GML3.1.1
GM_Point	PointPropertyType / PointPropertyType
GM_Curve	LineStringPropertyType / CurvePropertyType
GM_Surface	PolygonPropertyType / SurfacePropertyType
GM_MultiSurface	MultiPolygonPropertyType / MultiSurfacePropertyType

Data model testing

Data model testing includes:

1. Data catalogue testing, which includes:

- Comparison of data catalogue with the data model
- Checking of all classes, attributes, and attribute values

2. GML schema testing:

It is done by generating a GML document from test data with MapServer, and validating it against the generated GML schema with a validating XML parser.

Testing is in process and is applicable on the testing area data. The town of Pula has been selected for the test area. The data in ffs format was exported from the Topographic database. Mapping of data to CROTIS data model has been done.

The data model is testing via implementations. One part is related to the checking of the classes and attributes in the data catalogue. The data catalogue is a product that is often identified with the data model. The new CROTIS data model was entered and maintained as required in the PostgreSQL database. The data catalogue and the GML are generated from PostgreSQL by special generators that have been added to the UML. The implementation of the metamodel is in PostgreSQL. The source generator reads the data model from the database and transforms it to GML. The generator of the data catalogue reads the data model and transforms it to the data catalogue.

The data from the topographic database is presented through a web portal, whose prototype is already made, for different users such as: Croatian companies producing topographic maps at the scale of 1:25 000, land use planning departments of regional and local communities, private companies producing "derived" maps or databases, hydrography, road and railroad authorities, large state and private companies exploiting natural resources, ecology authorities and organisations, tourist and recreational organisation and local authorities, Ministries, Croatian Air Traffic Control, Croatian Waters, municipalities, utility companies, etc. The mentioned users can review the data and download the data sets in GML. They only need a web browser for the review of data. Users can get some extra permission that enables them to download the data, as well as restrictions for data protection.

6 Conclusion

Through the project *Production of object-oriented conceptual data model and production of GML application schema*, CROTIS is conformed to the latest ISO and OGC standards. Thus, CROTIS is the backbone for area management and planning in Croatia. A new data model, data catalogue and GML application schema have been developed through the project.

The new data model encompasses the topographic data described in UML. UML enables export to the GML application schema. Documentation, such as data catalogue, has been generated as well. GML is used as a data exchange format to enable users to form their own thematic geoinformation systems.

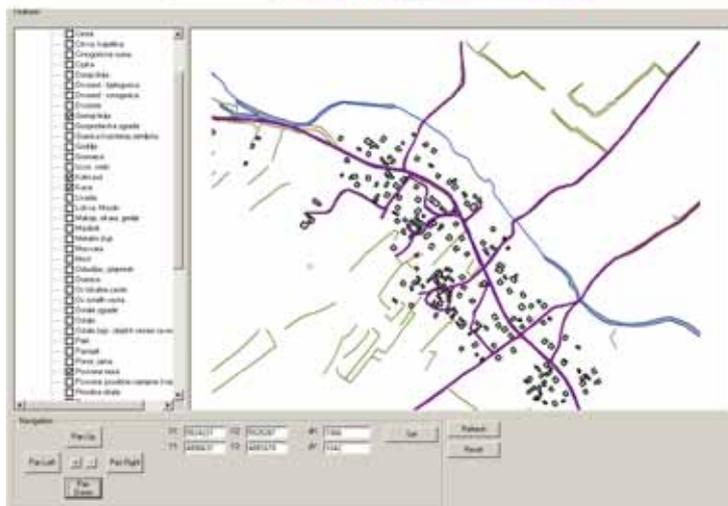


Fig. 5 Visualization of the Database and Web application – topographic data

Slika 5. Vizualizacija baze podataka i web-aplikacije – topografski podaci

Testiranje modela podataka

Testiranje modela uključuje:

1. Testiranje kataloga podataka

- a. usporedba kataloga s modelom podataka
- b. provjera svih klasa, atributa i vrijednosti atributa

2. Testiranje GML sheme

Provodi se tako što se generira GML-dokument iz testnih podataka pomoću MapServera, pa se taj dobiveni GML-dokument validira s generiranom GML-shemom pomoću validirajućeg XML-parsera.

Testiranje je u tijeku i primjenjuje se na podatke testnog područja. Za testno područje izabrano je područje grada Pule. Podaci su dobiveni iz Topografske baze podataka u formatu ffs. Obavljeno je premapiranje podataka u model podataka CROTIS.

Model je testiran preko implementacija. Jedan se dio odnosi na provjeru klasa i atributa u katalogu koji je jedan od proizvoda, a koji se često poistovjećuje s modelom. Novi model CROTIS-a je unešen i prema potrebi se mijenja u bazi podataka PostgreSQL. Iz PostgreSQL-a generatori čitaju podatke i generiraju katalog podataka i GML. U PostgreSQL-u je implementacija metamodela. Generator čita model iz baze podataka te generira GML. Također, generator kataloga podataka čita iz baze podatke i generira katalog.

Podaci topografske baze prikazuju se preko web-portala, prototip kojeg je izrađen za različite korisnike

kao što su: tvrtke koje u Hrvatskoj proizvode topografsku kartu u mjerilu 1:25 000 (TK25), uredi za planiranja na regionalnoj i lokalnoj razini, privatne tvrtke koje se koriste prostornim podacima, hidrografi, uprave cesta, velike državne i privatne tvrtke, kamenolomi i druge tvrtke koje iskorištavaju prirodna bogatstva, ekološke organizacije, turističke agencije, lokalne uprave, ministarstva, kontrola zračnog prometa, Hrvatske vode, općine itd. Navedeni korisnici mogu pregledavati podatke i preuzimati skupove podataka u GML-u. Za pregled podataka dovoljan je internetski preglednik. Korisnici mogu dobiti određene ovlasti koje će im omogućavati preuzimanje podataka, a isto tako ograničenja koja će štitiiti podatke.

6. Zaključak

Projektom *Izradba objektnoorijentiranog konceptualnog modela podataka te izradba aplikacijske sheme u GML-u*, CROTIS je usklađen s posljednjim normama ISO-a i OGC-a. Na taj način CROTIS čini osnovu za upravljanje i planiranje prostorom u Hrvatskoj. Razvijeni su novi model podataka, katalog podataka i aplikacijska shema u GML-u.

Novi model podataka obuhvaća topografske podatke opisane u UML-u. UML omogućava generiranje aplikacijske sheme u GML-u. Dodatno je generirana dokumentacija, koju čini katalog podataka. GML se koristi kao format prijenosa podataka kojima korisnici mogu kreirati svoje tematske geoinformacijske sustave.

References / Literatura

- [1] Paul A. Longley, Michael F. Goodchild, David J. Maquire, David W. Rhind (2005): *Geographic Information Systems and Science, Second Edition*: Wiley, England
- [2] International Organization for Standardization (ISO) (2003): *ISO/PDTS 19103 – Geographic information – Conceptual schema language*
- [3] International Organization for Standardization (ISO) (2002): *ISO/IS 19107 – Geographic information – Spatial schema*
- [4] International Organization for Standardization (ISO) (2002): *ISO/DIS 19109 – Geographic information – Rules for application schema*
- [5] International Organization for Standardization (ISO) (2001): *ISO/DIS 19110 – Geographic information – Feature cataloguing methodology*
- [6] Open GIS Consortium (2002): *OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Implementation Specification, verzija 2.1.2*, <http://www.opengeospatial.org/specs/>
- [7] Biljecki Z. (project leader/voditelj projekta, 2000): *CROTIS, Topografsko informacijski sustav Republike Hrvatske, Temeljna načela, Katalog objekata, Verzija 1.0, Državna geodetska uprava, Zagreb*
- [8] International Organization for Standardization (ISO) (2002): *ISO/FDIS 19118 – Geographic information – Encoding*
- [9] Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I. (2000): *The Unified Modeling Language*, Addison-Wesley, USA
- [10] Carlson D. (2001): *Modeling XML Applications with UML*, Addison-Wesley, USA
- [11] Lake R., Burggraf D., Trninić M., Rae L. (2004): *Geography Markup Language (GML)*, Wiley, England