

TOPOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEM BOSNE IN HERCEGOVINE – KONCEPTUALNI IN LOGIČNI MODEL

TOPOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM OF BOSNIA AND HERZEGOVINA –
CONCEPTUAL AND LOGICAL MODEL

Admir Mulahusić, Tomaž Podobnikar, Nedim Tuno

UDK: 004.6:528.93:659.2

IZVLEČEK

Opredeljen je konceptualni in logični model podatkov topografskega informacijskega sistema, ki po vsebini odgovarja topografskim kartam merila 1 : 25 000 za Bosno in Hercegovino (BiH). Objekti modela odgovarjajo objektom, prikazanim na topografskih kartah. Geometrijsko-topološko modeliranje je bilo izvedeno v skladu z generično prostorsko shemo EN 12160. Konceptualni model je opisan v jeziku EXPRESS (leksikalna in grafična oblika). Logični model je definiran v jeziku SQL.

KLJUČNE BESEDE

topografski informacijski sistem, konceptualni model, logični model, EXPRESS, SQL

Klasifikacija prispevka po COBISS-u: 1.01

ABSTRACT

The conceptual and logical data models of the topographic information system, which is equal to the content of the topographic map in scale 1:25,000 for Bosnia and Herzegovina (BiH), has been defined. Relevant objects of the model correspond to the objects represented on the topographic maps. Geometric-topological modelling was performed on the model of generic spatial scheme EN 12160. The conceptual model was described by using the EXPRESS language (lexical and graphical forms). The logical model was defined by the SQL language.

KEY WORDS

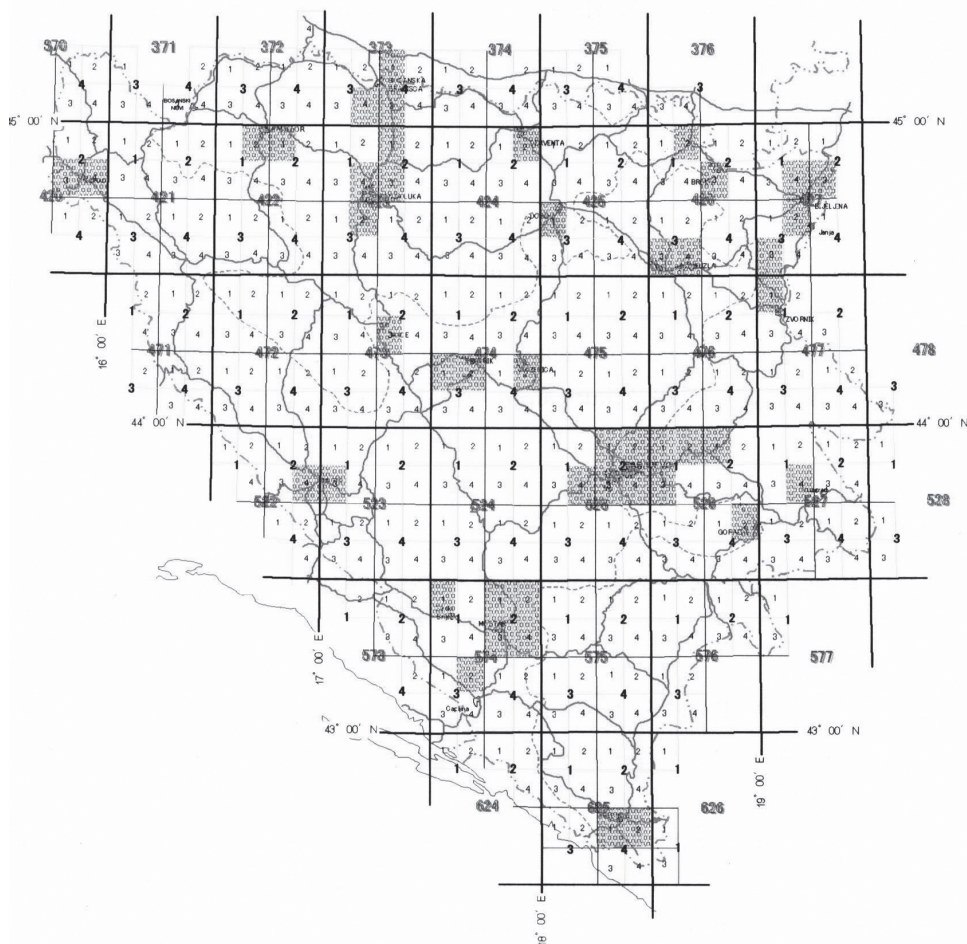
topographic information system, conceptual model, logical model, EXPRESS, SQL

1 UVOD

Razvoj tehnike je vplival na metode dela v zadnjih dvajsetih letih in na način izdelave topografskih kart: od pripravljajalnih del, prek izdelave topografskih originalov, do tiskanih kart. Iz leta v leto so se nabirale nove izkušnje in prihajala na dan nova strokovna spoznanja, izpopolnjevali so se tehnološki procesi izdelave kart, postavljale so se nove, strožje in modernejše zahteve. To je vplivalo na spreminjanje navodil za delo, pri čemer je prišlo tudi do več sprememb in dopolnitev topografskih znakov. Vse to je prineslo nove elemente tudi v končni videz in v vsebino kart. Zato je opaziti veliko raznolikost kart kot posledico časa, možnosti in pogojev, pod katerimi so bile karte izdelane (Nikolić, 1989). V prispevku so prikazani rezultati projekta izdelave digitalne topografske karte Bosne in Hercegovine (BiH) v merilu 1 : 25 000. Vse, kar opisujemo za merilo 1 : 25 000, velja tudi za nekoliko večja ali manjša merila, temeljna v drugih evropskih državah.

2 PROJEKT DIGITALNE TOPOGRAFSKE KARTE BOSNE IN HERCEGOVINE

Projekt izdelave digitalne topografske karte BiH sega v leto 2002. Cilj projekta je bila izdelava karte merila 1 : 25 000 za območje celotne BiH (skupaj 426 listov). Sredstva za njegovo izdelavo je zagotovila japonska vlada s posredovanjem Japonske agencije za mednarodno sodelovanje (JICA). Projekt se je končal leta 2005, ko so bili listi digitalne topografske karte uradno predani v uporabo Ministrstvu za civilne zadeve in komunikacije BiH (JICA, 2003).



Slika 1: Nova digitalna topografska karta BiH (JICA, 2003). Z rastrom poudarjeni listi so izdelani na osnovi novih aeroposnetkov.

Projekt obsega:

- izdelavo 47 listov digitalnih topografske karte na osnovi novih aeroposnetkov iz leta 2003. Listi so bili izdelani za območja, na katerih se je zgodilo največ sprememb glede na stare,

analogne karte TK 25 (mesta Sarajevo, Mostar, Zenica, Tuzla, Bihać, Travnik, Čitluk, Livno, Jajce, Široki Brijeg, Goražde, Banja Luka, Prijedor, Doboј, Trebinje, Zvornik, Derventa, Gradiška, Višegrad in Brčko);

- izdelavo 383 listov digitalne topografske karte s postopkom digitalizacije obstoječih analognih kart TK 25 (Peterca et al., 1974), podobno kot v Sloveniji v prvi fazi, pri izdelavi DTK 50 (Petrovič, 2002). Omenjeni listi topografske karte so bili izdelani za območja, ki se niso bistveno spremenila glede na stanje, prikazano na TK 25 – upošteva tudi za to namenjena sredstva. Namesto reprodukcijskih originalov, ki so ostali v Srbiji, so bili uporabljeni tiskani listi obstoječe karte, izdelane med letoma 1971 in 1975.

Kartografski znaki nove karte so bili prevzeti glede na znake starejšega kartografskega ključa, v nekaterih primerih pa je bil končni videz znakov dodelan s prilagoditvijo klasičnega videza znaka z novimi tehnološkimi zmožnostmi.

Digitalne topografske karte so predstavljene kot GIS (geografski informacijski sistem) z naslednjimi sloji:

- promet,
- zgradbe,
- infrastrukturni objekti,
- hidrografija,
- vegetacija,
- višinska predstavitev.

Ime	Grafični element	Koda	Opis kartografskega znaka	Kartografski znak
zgradbe	točka	3510	cerkev, kapelica ali samostan	
		3520	mošeja	
		3530	sinagoga	
promet	črta	2110	avtocesta	
		2310	dvosmerna železniška proga	
vegetacija	poligon (ploskev)	6360	grmičevje	
		6370	pogozdeno območje	

Preglednica 1: Model podatkov (katalog podatkov) za točko, črto in ploskev.

V preglednici 1 je prikazan dela modela podatkov (kataloga objektov) za točko, črto in ploskev (zgradbe, promet, vegetacija) na digitalni topografski karti.

3 GENERIČNA PROSTORSKA SHEMA

Generična prostorska shema (ENV12160 1997) določa podlage za definiranje geometrijskih podshem. Geometrija podshem podrobneje označuje primitive in njihove konstrukcije za potrebe predstavljanja geometrije in topologije geografskih objektov. Geometrija objekta je predstavljena z geometrijskimi primitivi. Objekt je lahko modeliran kot geometrijski primitiv: točka, linija, površje ali telo v dvo- ali trirazsežnem prostoru. Geometrijski koncepti, definirani v ENV12160, so:

- točke (points), črte (lines), loki (arcs) in posebej krožni loki (circular arcs), B-zlepki (B-splines), klotoide (clotoides) in površine (surfaces),
- najkrajša razdalja med dvema podanima točkama na površini ter
- piksel (pixel), rastrski pas oz. kanal (raster band), celična mreža (grid).

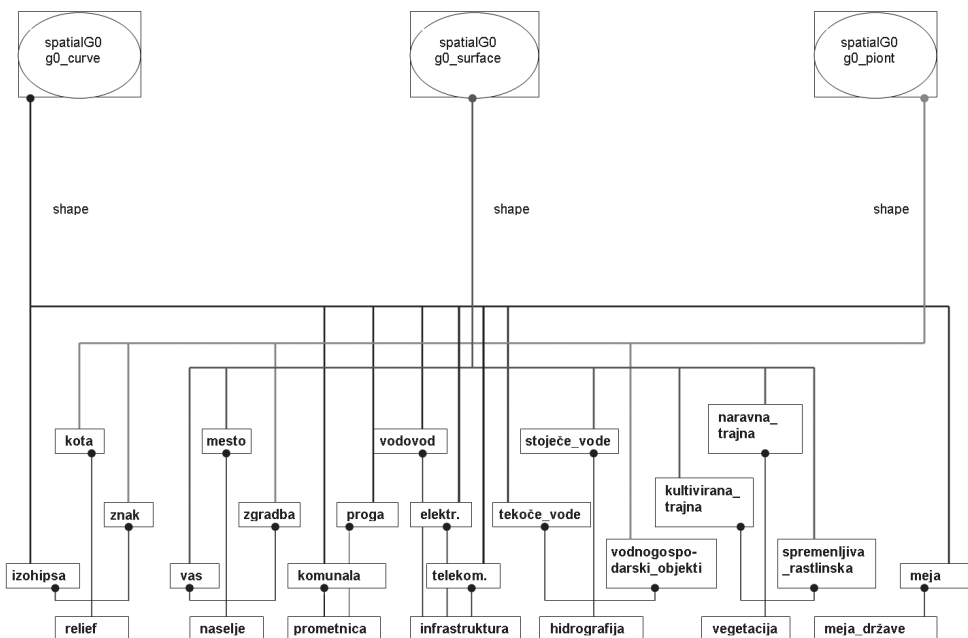
Topološki koncepti, definirani v ENV12160, so: vozlišča (nodes), robovi (edges) in ploskve (faces).

Če upoštevamo navedene objekte, je koncept zasnovan na izhodiščih, da je lahko kateri koli izmed ustreznih objektov predstavljen z določenim geometrijskim primitivom. Vse delo je bilo zasnovano na predpostavki, da je lahko posamezen objekt predstavljen le z enim odgovarjajočim primitivom, npr. mesto je predstavljeno s točko (z eno točko), izohipsa z eno črto. Čeprav ni bilo primerov, pri katerih bi bil kakšen objekt na karti prikazan z eno pravo črto ali s prostim poligonom, bi takšen opis problema popačil definiranje logičnega in konceptualnega modela.

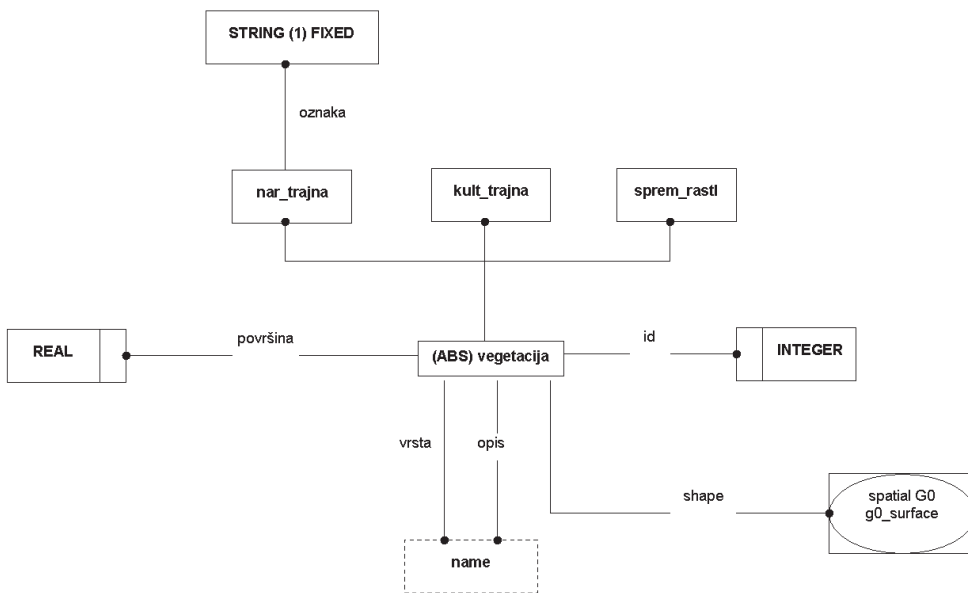
4 JEZIK EXPRESS

Jezik EXPRESS je nastal v zgodnjih 80. letih prejšnjega stoletja. Najprej so ga razvili za pisanje formalnih informacijskih modelov pri opisovanju mehanskih izdelkov, tj. za definiranje pomembnih informacij za posamezne proizvode. Namen jezika EXPRESS je, da opisuje značilne informacije, ki lahko obstajajo kot informacijske zbirke. V ENV ISO 10303-11:1994 je definirana uporaba za opis geografskih informacij v konceptualni shemi. Vloga jezika EXPRESS (Schenck in Wilson, 1994) je, da opisuje značilnosti informacij, ki so v danem trenutku v informacijski zbirki. Glede na to, kako definiramo ustrezne objekte, je vsak od njih privzet tako, da predstavlja entiteto. EXPRESS zahteva, da se za vsak proces modeliranja predpostavlja jasen opis atributov in relacij med njimi. Zato smo v našem primeru definirali vse odnose med entitetami. Za delo z različnimi tipi podatkov je enostaven in primeren za programerje začetnike. EXPRESS je precej podoben programskemu jeziku Pascal.

Pri našem delu je bil torej zaradi enostavnosti uporabe kot tudi zaradi algoritemskih pravil izbran jezik EXPRESS. Shema (grafična oblika jezika EXPRESS), povezave in relacije med entitetami ter geometrijskimi primitivi, je podana na sliki 2, kjer črte med entitetami in geometrijskim primitivom predstavljajo njihovo povezavo. Shema entitet vegetacije in njenih podentitet je predstavljena na sliki 3.



Slika 2: Delni model z ravnimi entitet za topografski informacijski sistem.



Slika 3: Delni model ravnih entitet za vegetaciju.

Leksikalna oblika obravnavanega problema v jeziku EXPRESS je naslednja:

```
ENTITY vegetacija
  ABSTRACT SUPERTYPE OF
  (ONEOF (nar_trajna, kult_trajna, sprem_rastl));
  id          : INTEGER;
  shape       : g0_surface;
  vrsta       : name;
  opis        : name;
  površina    : REAL;
UNIQUE
  un5         : id;
END_ENTITY;

ENTITY nar_trajna
  SUBTYPE OF (vegetacija);
  oznaka      : STRING(1) FIXED;
END_ENTITY;

ENTITY kult_trajna
  SUBTYPE OF (vegetacija);
END_ENTITY;

ENTITY sprem_rastl
  SUBTYPE OF (vegetacija);
END_ENTITY;
```

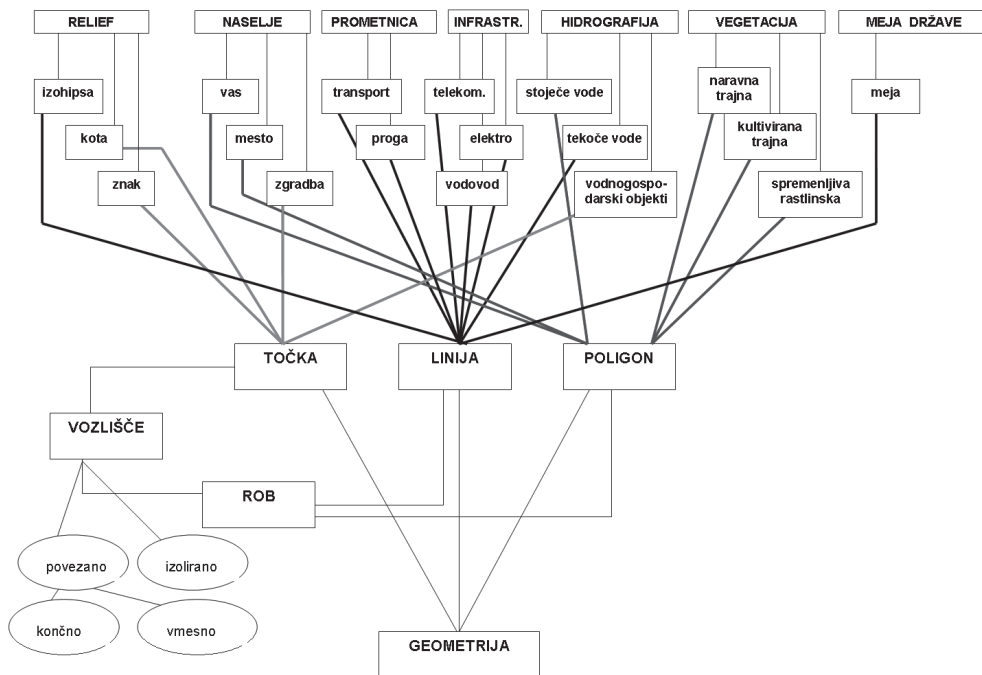
5 SQL

SQL (Structured Query Language - strukturirani poizvedovalni jezik) temelji na relacijski algebri, vendar omogoča še več možnosti operacij nad relacijami. SQL se uporablja za komuniciranje z zbirkami podatkov. Glede na ANSI (American National Standards Institute) je SQL standardni jezik za relacijske zbirke podatkov upravljaljskih sistemov. Ukazi SQL se uporabljajo za opravljanje nalog, kot je dopolnjevanje, ali za pridobivanje izbranih podatkov iz zbirke podatkov. Standardni ukazi SQL (kot so Select, Insert, Update, Delete, Create in Drop) se lahko uporabljajo za vse potrebe pri delu z zbirkami podatkov.

6 VGNEZDENA TABELA (NESTED TABLE)

Pri definiranju logičnega modela v SQL, z upoštevanjem velike količine podatkov, za katere bi bilo treba glede na prikazane relacije med entitetami obdelati zbirko podatkov (slika 4), je uporabljeno načelo vgnezdene tabele. Slika 4 ne prikazuje definiranja relacij, ki so možne z ER-

diagramom (1 : 1, 1 : n, n : m), pri čemer je tak splošni primer lahko zelo zapleten. S tem smo želeli prikazati le možne odnose med geometrijo in prostorskimi objekti na karti. V nadaljevanju predpostavljamo in poenostavljamo, da je lahko vsaka prostorska entiteta definirana z enim izmed objektnih tipov (točka, linija ali poligon) v razmerju 1 : 1. Kot je že bilo opisano, smo to relacijo izvedli z atributom objektnega tipa, ki predstavlja vgnezdeno tabelo. Relacije med prostorskimi objekti (npr. mesto »vsebuje« reko ...) so, kakor je že pojasnjeno, zanemarjene, ker bi precej zapletle predstavljeni primer.



Slika 4: Skelet ER-diagrama za topografski informacijski sistem.

Če torej predpostavimo, da je možno vsako prostorsko entiteto podatkov opisati z eno geometrijsko entiteto, potem lahko v vsako tabelo uvedemo atribut oblike (shape), ki predstavlja definicijo entitet na karti, npr. vsak znak je možno opisati s točko (point) na karti, kar prikazuje primer za vegetacijo:

```
create table nar_trajna_veg(
  ID number,
  vrsta varchar2(30),
  oznaka char not null check ( oznaka = 'S' or oznaka = 'T'), /
  * gozd ali travnik */
  opis varchar2(30),
  površina number,
  shape površina, /* vgnezdena tabela - NESTED TABLE*/
```

```
primary key(ID)
nested table shape store as nar_trajna_veg_tab;
```

```
create table kult_trajna_veg(
  ID number,
  vrsta varchar2(30),
  opis varchar2(30),
  površina number,
  shape površina, /* vgnezdjena tabela - NESTED TABLE*/
  primary key(ID)
  nested table shape store as kult_trajna_veg_tab;
```

```
create table sprem_rastl_veg(
  ID number,
  vrsta varchar2(30),
  opis varchar2(30),
  površina number,
  shape površina, /*vgnezdena tabela - NESTED TABLE*/
  primary key(ID)
  nested table shape store as sprem_rastl_veg_tab;
```

Točka, linija in poligon predstavljajo uporabniško definirane abstraktne tipe podatkov, ki omogočajo, da uporabnik definira tip objektov, ki ga potrebuje za opis določene skupine podatkov:

```
create type node as object(
  x_koo number(6,2),
  y_koo number(6,2),
  vrsta char(2) not null check (vrsta = 'CT' or vrsta = 'CI' or
  vrsta = 'I');
```

```
create type edge as object(
  begin_node node,
  end_node node,
  left_area number,
  right_area number);
```

```
create or replace type linija_o as object(
  ID_line number,
  line_klasa varchar2(15),
  crta edge,
  duzina number);
```



```
create or replace type površina_o as object(
  ID_area number,
  pov_klasa varchar2(15),
  no_ogranicava number, /* števil. roba (edge) ki omejuje poligon
*/
  pov number);
```

```
create or replace type point_o as object(
  ID_point number,
  point_klasa varchar2(15),
  tacka node,
  area_id number);
```

```
create or replace type linija as table of linija_o;
```

```
create or replace type površina as table of površina_o;
```

```
create or replace type point as table of point_o;
```

Uporabniško definirane tipe izdelamo s predelavo sestavljenega stolpca v enega, določenega tipa. Vsak ta tip podatkov v tabelah prostorskih entitet predstavlja vgnezdeno tabelo (nested table), ki je po definiciji neurejena skupina podatkov (ki so vsi istega tipa). Vsebuje en stolpec (single), ki je lahko vgrajeni (built-in) ali objektni tip. V primeru da je objektni tip, kot v tem primeru, lahko tabelo smatramo kot večstolpčno (s stolpci za vsak atribut objektnega tipa).

Ukaz:

```
create or replace type point as table of point_o;
```

deklarira tabelo tipa točka (point) uporabljeno za vgnezdeno tabelo (nested table) objekta point_o.

Ukaz:

```
nested table shape store as znak_tab;
```

opiše znak_tab kot mesto hranjenja tabele shape atributa za vse točkaste objekte v tabeli znak_tab.

Naslednji primer prikazuje možno izdelavo tabele s prikazovanjem relacije 1 : 1, 1 : M, ...:

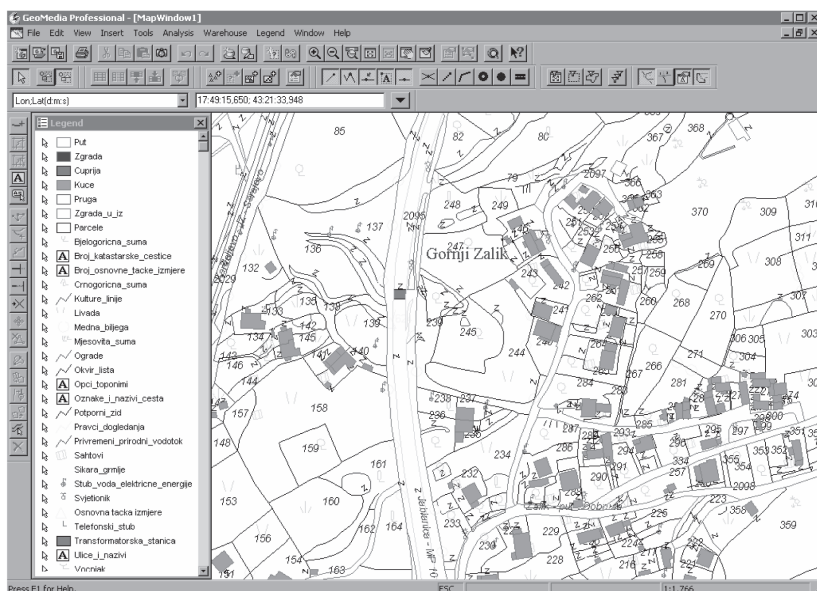
```
create table edge (
  ID_edge int,
  begin_node int,
  end_node int,
  left_area number,
  right_area number
  primary key(ID_edge),
  foreign key(begin_node) references node(ID_node),
  foreign key(end_node) references node(ID_node));
```

7 STANJE TOPOGRAFSKIH INFORMACIJSKIH SISTEMOV V BIH

Poleg digitalne topografske karte merila 1 : 25 000 obstaja trenutno v BiH več topografskih informacijskih sistemov, vzpostavljenih kot GIS, izmed katerih navajamo le najpomembnejše in najzanimivejše.

7.1 Digitalni geodetski načrti

Začetek izdelave digitalnih geodetskih načrtov v BiH sega v leto 1996, ko je Švedska agencija za mednarodni razvoj (SIDA) geodetskim institucijam podarila prepotrebno strojno in programsko opremo. Od takrat pa do danes se je delalo predvsem na digitalizaciji analognih geodetskih načrtov. Na žalost te naloge niso bile izvedene sistemsko, saj niso bile podprte z odgovarjajočimi zakonskimi določili. Tako je npr. v Federaciji BiH šele ob koncu leta 2003 stopil v veljavo Pravilnik o izdelavi, vzdrževanju, distribuciji in arhiviranju digitalnih geodetskih načrtov. Vse to je imelo za posledico, da so podjetja in institucije, ki so izdelovale digitalne geodetske načrte, delale po lastnih modelih podatkov in standardih. Danes je zato na voljo raznolika paleta digitalnih načrtov, ki povzročajo veliko problemov pri njihovi uporabi. Zagotovo ni enostavno povezati načrtov, ki so jih izdelala različna podjetja, saj se na splošno ni upoštevalo pravil za večopravnost zbirk podatkov načrtov. Zato je bila leta 2005 predložena iniciativa za izdelavo enotnega modela podatkov za informacijski sistem katastra nepremičnin BiH. Predstavniki Federalne uprave za geodetske in lastninske pravne zadeve (Federalna uprava za geodetske i imovinsko pravne poslove) in Republiške uprave za geodetske in lastninske pravne zadeve (Republiška uprava za geodetske i imovinsko pravne poslove) Republike Srbske so skupaj s strokovno podporo projekta zemljiške administracije v BiH izdelali novi model, ki je v popolnosti združljiv s svetovnimi standardi. Trenutno je v fazi testiranja.



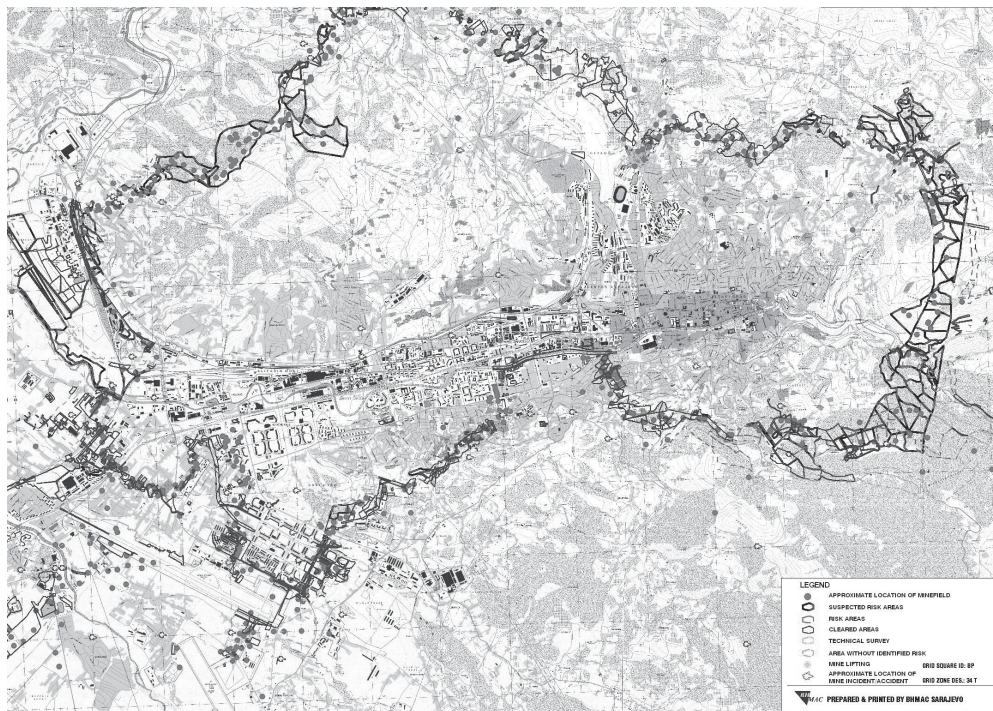
Slika 5: Digitalni geodetski načrt (Fazlić, 2005).

7.2 GIS komunalnih naprav

Za nekatera območja BiH je bil izdelan GIS komunalnih naprav. Sistem je bil vzpostavljen z digitalizacijo obstoječih analognih načrtov komunalnih naprav ter na osnovi podatkov nove izmere. Izdelovala so ga komunalna podjetja (za vodovode, za telekomunikacije, za elektrogospodarstvo ipd.) po lastnih standardih tako, da so tudi tu prisotne ovire za njihovo povezovanje. Zavod za izgradnjo Kantona Sarajevo (Zavod za izgradnjo Kantona Sarajevo) dela trenutno na izdelavi enotnega GIS komunalnih naprav za celotno območje Kantona Sarajevo.

7.3 GIS minskih polj

Center za odstranjevanje min v BiH (Centar za uklanjanje mina BiH) je vzpostavil lastni GIS minskih polj in odgovarjajoče karte v merilu 1 : 25 000. Vsebuje podatke vseh minskih polj, ki so nastala in ostala po vojni v BiH med letoma 1992 in 1995. Med njimi so atributi o čiščenju, sumljivih površinah ter podatki o žrtvah min.



Slika 6: Položaj minskih polj v Sarajevu in okolici (Centar za uklanjanje mina BiH, 2007).

8 ZAKLJUČEK

Prispevek opisuje uporabo osnovnih načel GIS pri izdelavi konceptualnega in logičnega modela podatkov topografskega informacijskega sistema. GIS, ki je v zadnjih desetletjih nepogrešljiv v inženirstvu, združuje prostorske in druge vrste informacij, tj. predstavlja ustaljen okvir za analize

geografskih podatkov. Jezik EXPRESS omogoča vzdrževanje na osnovi načel informacijskega modeliranja, kar je opisano v prispevku. Dopolnjujočo vlogo ima SQL, ki deluje na načelih objektnega programiranja. Oba pristopa predstavljata dobro osnovo za poglobljanje ureditev informacij in znanja o geografskih informacijskih sistemih.

V prispevku je opisano konceptualno in logično modeliranje za topografsko karto BiH merila 1 : 25 000. Navedeni postopek lahko analogno uporabljamo tudi za druga merila topografskih kart (npr. za merila 1 : 50 000). Z manjšimi spremembami lahko opisani postopek uporabimo tudi za definiranje drugih topografskih informacijskih sistemov. Naštejemo osnovne razloge za izvedbo predlaganega konceptualnega in logičnega modeliranja (potem ko naj bi bile izdelane odgovarjajoče zbirke podatkov): organizacija topografskih podatkov za prikaz logičnih povezav med podatki, vzpostavitev zbirke podatkov in hranjenje za nadaljnjo uporabo, transformacije in upravljanje podatkov ter analize podatkov za povečanje uporabnosti. Na žalost predlagani postopek še ni obelodanjen, saj so problemi politične in gospodarske narave ter posledica vojne – geodetska uprava na vseh ravneh ter državni organi BiH na tem področju še ne delujejo, kot bi si želeli.

Literatura in viri:

Centar za uklanjanje mina BiH (2007). Centar za uklanjanje mina BiH, Sarajevo.

ENV12160 (1997). ENV 12160 : 1997, Geographic Information – Data description – Spatial schema. Technical Committee CEN/TC 287.

Fazlić, M. (2005). Katastarski plan FBiH u GIS okolišu. Diplomski naloga. Sarajevo: Univerza v Sarajevu.

JICA (2003). Japan International Cooperation Agency (JICA), Ministry of Civil Affairs of Bosnia and Herzegovina. The Study on Establishing Digital Topographic Maps for Bosnia and Herzegovina. Tokyo, Pasco Corporation.

Nikolić, D. (1989). Izdelava in obnova topografskih karata izdanja VGI. Beograd, Geodetska služba, 53.

Peterca, M., Radošević, N., Milosavljević, S., Racetin, F. (1974). Kartografija. Vojnogeografski institut, Beograd.

Petrović, D. (2002). Vzpostavitev sistema državnih topografskih kart. Geodetski vestnik, 46/3.

Schenck, D., Wilson, P. (1994). Information Modeling: The EXPRESS Way. Oxford University Press.

Prispelo v objavo: 1. marec 2007

Sprejeto: 10. julij 2007

mag. Admir Mulahusić, dipl. inž. geod.

Gradevinski fakultet Univerziteteta v Sarajevu – Odsjek za geodeziju, Patriotske lige 30, 71 000 Sarajevo, Bosna in Hercegovina

E-pošta: admir_mulahusic@gf.unsa.ba

dr. Tomaz Podobnikar, dipl. inž. geod.

Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana

E-pošta: tp@zrc-sazu.si in

Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27-29, A-1040 Dunaj, Avstrija

E-pošta: tp@ipf.tuwien.ac.at

Nedim Tuno, dipl. inž. geod.

Gradevinski fakultet Univerziteteta v Sarajevu – Odsjek za geodeziju, Patriotske lige 30, 71 000 Sarajevo, Bosna in Hercegovina

E-pošta: nedim_tuno@gf.unsa.ba