

Primljeno / Received: 07.05.2017.
Prihvaćeno / Accepted: 08.11.2017.

UDK 528.93
Pregledni naučni rad / Review article

PRODUKCIJA TOPOGRAFSKE KARTE RAZMJERE 1:50 000 U OKRUŽENJU GEOBAZE PODATAKA

PRODUCTION OF TOPOGRAPHIC MAP AT SCALE 1:50 000 IN THE ENVIRONMENT OF GEODATABASE

Mirko Borisov, Vladimir M. Petrović

SAŽETAK

Tehnološki trendovi na polju kartografije i GIS, zahtijevaju drugačiji koncept u produkciji karata od klasičnog kartografskog izdavaštva. U radu se opisuje tehnološki postupak izrade topografske karte razmjere 1:50 000 u okruženju geobaze podataka i na osnovu nje kartografsko-reprodukcijaska priprema za štampu. Na početku rada, analiziraju se kriterijumi izbora osnovne razmjere kao početne (fundamentalne) razmjere u sistemu topografskih karata. Nakon toga, opisuju se tehničko-tehnološka rješenja od modelovanja kartografskih podataka do formiranja baze. Takođe, opisuju se postupci kartografsko-reprodukcijaska pripreme i štampa topografskih karata. U praktičnom dijelu rada korišćeni su alati i softverska okruženja: ArcGIS, MicroStation i PS/M.

Ključne riječi: *Kartografija, topografska karta 1:50 000, GIS, geobaza podataka, kartografsko izdavaštvo.*

ABSTRACT

Technological trends in the field of cartography and GIS require a different concept in the production of maps from classic cartographic publishing. The paper describes the technological procedure for the creating of a topographic map at scale of 1:50 000 in the geodata environment and based on it a cartographic-reproduction preparation for printing. At the beginning of the work, the criteria are analyzed for choosing the basic scale as initial (fundamental) scale in the system of topographic maps. After that, technical and technological solutions are described, from the modeling of map data to creating of the database. Also, procedures of cartographic reproduction preparation and printing of topographic maps are described. In the practical part of the work tools and softwares were used: ArcGIS, MicroStation and PS/M.

Keywords: *Cartography, topographic map at scale 1:50 000, GIS, geodatabase, map publishing.*

1 UVOD

Tradicionalni zadatak geodetske službe jedne države jeste da stvori geodetsku osnovu, obavi premjer i izradi topografske planove i karte. Posebno su interesantne državne topografske karte. One postoje već mnogo godina u sličnom ili manje-više istom (tradicionalnom) obliku. Razlikuju se međusobno po količini i sadržaju podataka. Međutim, veliki problem je njihova zamrznutost u matematičkom i kartografskom smislu (razmjera, projekcija, sadržaj). Pored toga, modelovanje i prikaz kartografskog sadržaja ne može se izolovano posmatrati od standardnih postupaka prikupljanja, obrade i održavanja geoprostornih podataka. Imajući sve ovo u vidu, postavlja se pitanje da li i u buduće treba održavati više diskretizovanih skupova topografskih podataka (karata) ili formirati jedan osnovni (bazični) skup.

Održavanje jednog skupa ne predstavlja bitnu izmjenu u sistemu topografskih karata, ali vodi novom kvalitetu (racionalizaciji, kontinuitetu prikaza, smanjenju grešaka). Naime, promjena na jednom mjestu ne zahtjeva promjenu u cjelokupnom sistemu, što predstavlja efikasnije i djelotvornije rješenje, odnosno podrazumijeva sintezu u pogledu jedinstvenosti podataka. Takođe, postavlja se pitanje da li početak topografsko-kartografskog niza treba da bude karta razmjere 1:25 000 ili karta razmjere 1:50 000, krupnija ili možda sitnija razmjera. Pri tom broj listova karte 1:50 000 za istu teritoriju skoro je četiri puta manji, a po obimu i sadržaju su gotovo istovjetne obje karte. Stoga bi izbor karte razmjere 1:50 000 kao bazične razmjere bio razuman, a ova karta, sa svojom gustinom i kvalitetom sadržaja mogla bi da preuzme ulogu osnovne (izvorne) karte. Ona bi se održavala primarnim prikupljanjem podataka i služila kao izvor za sve topografske karte bez obzira na razmjeru ili namjenu izrade.

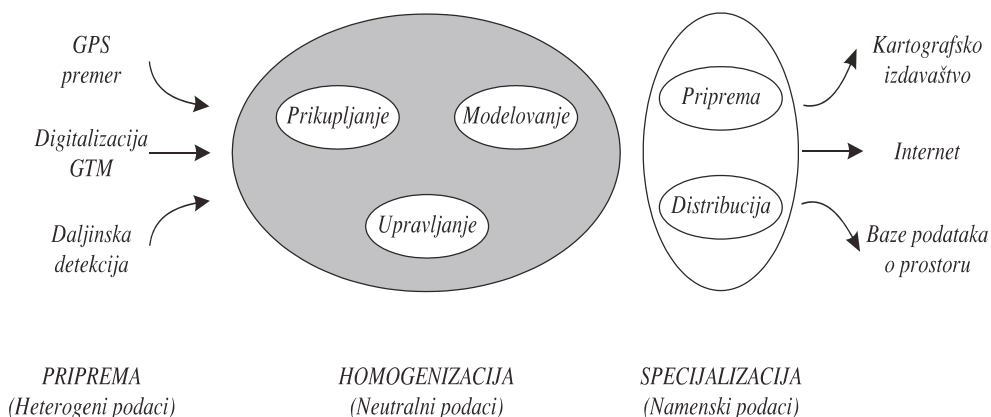
Prelazak na novu tehnologiju izrade i upotrebu topografskih karata ne bi trebalo da bude puko prevođenje postojeće (analogne) karte 1:50 000 u digitalnu sliku ili samo automatizovana produkcija karata. Predmet ovog rada je osnovna baza topografskih podataka. Način koji se predlaže u radu, podrazumijeva formiranje osnovne baze topografskih podataka iz koje bi se generisali prikazi različitih razmjera, željene gustine sadržaja, varijabilne dimenzije kartografskih prikaza, odnosno prema zahtjevima i praktičnim potrebama korisnika. Iz toga proizlaze tehnološki i naučni ciljevi u radu:

- utvrđivanje pogodnosti razmjere 1:50 000 kao bazične rezolucije topografskih podataka,
- usvajanje racionalnog modela podataka koji bi, s jedne strane odgovarao nivou detaljnosti topografske karte u razmjeri 1:50 000, a, s druge strane, zadovoljio potrebe savremenog načina rukovanja podacima o prostoru primjenom tehnologije GIS,
- pronalaženje optimalnih tehnoloških rješenja kojim bi se sa klasičnog načina izrade topografskih karata postepeno prešlo na digitalni.

2 BAZA TOPOGRAFSKIH PODATAKA ZA RAZMJERU 1:50 000

Prijedlog da se podaci o prostoru digitalizuju i u takvom (digitalnom) obliku čuvaju i koriste uz potpunu računarsku podršku, bez sumnje je veoma atraktivan za mnoge korisnike. Iskustva razvijenih zemalja su različita, pa je nemoguće prosto preuzimanje tuđih iskustava u toj oblasti. Takva zamisao, naravno, nije nova, kao ni način njenog ostvarivanja. Međutim, polazi se od pretpostavke da treba formirati jedinstvenu geobazu podataka, odnosno razviti model i organizaciju topografskih podataka koji bi se zasnivali na fleksibilnoj strukturi i koji bi predstavljali osnovu za efikasnu upotrebu i nadogradnju u pravcu daljeg razvoja topografsko-kartografskog informacionog sistema.

Izvori podataka za osnovnu bazu topografskih podataka u principu mogu biti primarni i sekundarni. Primarnim izvorima nazivaju se fotogrametrijski, satelitski i radarski snimci, kao i podaci koji se dobijaju pomoću laserskog skeniranja terena i GPS tehnologije. S druge strane, postojeće topografske karte i planovi, katalozi, raznovrsne publikacije i statistički godišnjaci čine grupu sekundarnih geotopografskih materijala (GTM), odnosno sekundarne izvore podataka (Miladinović, 2012). Tehnološki tok prikupljanja, modelovanja i upravljanja podacima o prostoru, prikazan je na Slici 1.



Slika 1. Prikupljanje, modelovanje i upravljanje podacima

Prednost izrade geobaze podataka jeste mogućnost distribucije podataka preko interneta u obliku vektorskih karata i rasterske grafike (Dinar, Ključanin, Poslončec-Petrić, 2015). Osnovna ideja je prikupljati podatke na jednom mjestu, a ne na dva, tri ili više mjesta kao što je to činjeno ranije u sistemu državnih karata. Pri tom formirati geobazu podataka koja treba da bude raspoloživa za višenamjensku i širerazmjernu upotrebu (ESRI, 2015). I na kraju, cilj je primijeniti racionalniji i efikasniji sistem izrade i produkcije topografskih karata.

2.1 Koncept i formiranje geobaze podataka

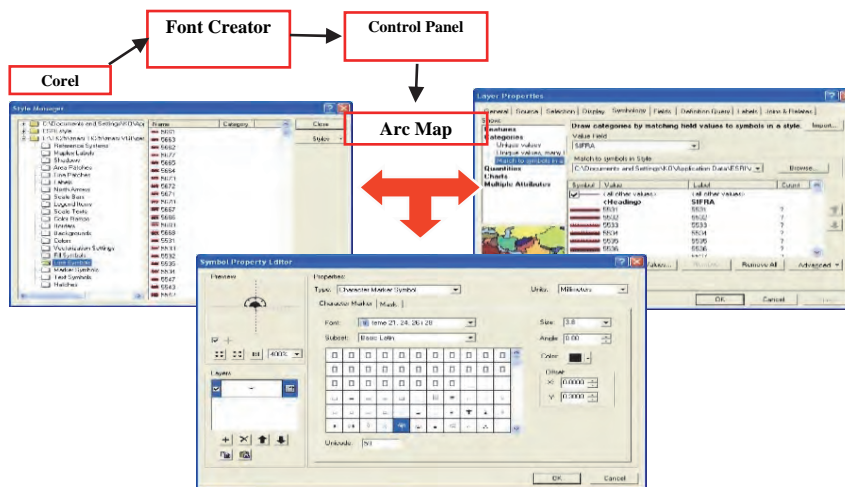
Formiranje geobaze zasnivalo bi se na konceptu i organizaciji podataka o prostoru po određenim klasama objekata, odnosno tematskim cjelinama. U tom slučaju prvenstveno treba odrediti skup objekata i tematskih cjelina koje su zanimljive za topografske karte, te zahtjeve za specifičnim informacijama o geoprostoru. Podatke treba strukturisati i modelovati u više nivoa, odnosno slojeva. Za svaki objekat definisati attribute i domene atributa. Modelovanje podataka podrazumijeva način predstavljanja izabranih objekata (tačke, linije, poligoni), odnosno veze, atributi i određena ponašanja (Bill i Fritsch, 1991). Prije svega, trebalo bi uraditi biblioteku znakova (digitalni topografski ključ). Takođe, trebalo bi definisati organizaciju sadržaja u vektorskoj grafici, koja bi uslijedila nakon analize kartografsko-redakcijskih rješenja primijenjenih prilikom izrade klasičnih topografskih karata.

Na osnovu poznavanja i dugogodišnjeg iskustva, u radu je korišten softver ESRI ArcGIS, odnosno ArcGIS verzija 10.x. Najvažniji dijelovi tog softverskog okruženja zapravo su aplikacije: ArcMap, ArcCatalog i ArcToolbox. Aplikacija ArcMap je okruženje za rad sa kartiranim podacima i kreiranje kartografskih izlaza. Ona se nadovezuje na koncepte koji su prethodno uvedeni u popularnom softverskom paketu ArcView GIS, pa objedinjuje njegovu lakoću korištenja s potpunom funkcionalnošću softvera ArcInfo. Aplikacija ArcCatalog poseban je dio, koji, prije svega, locira i pretražuje prostorne podatke, te njima kasnije upravlja. Takođe, ArcCatalog omogućava pregledan način organizacije GIS podataka i daje brz uvid u cjelokupni sadržaj i metapodatke. Aplikacija ArcToolbox posebno je okruženje sa alatima za geoprociranje i obavljanje operacija poput konverzije podataka, prostornog preklapanja, kreiranja koridora (baferovanje) i kartografske transformacije. Sve te aplikacije u ArcInfo rade sa *geodatabase* modelom, kao i sa *coverage* modelom (ESRI, 2015).

2.1.1 Kreiranje biblioteke znakova

Kreiranje biblioteke znakova predstavlja skup specifikacija i postupaka za prikaz grafičkih i kartografskih znakova - simbola za pojave i objekte sadržane na topografskim kartama, u formi kataloga (biblioteke znakova). Određeni broj izabranih standardnih kartografskih znakova iz topografskog ključa izdanja Vojnogeografskog instituta (VGI, 1981), preveden je u digitalni oblik. Pri tome, simboli su strukturirani logičkim modelom i organizovani u varijante konkretnih elemenata kartografskog sadržaja. Pored topografskih znakova na osnovu kojih se mogu prepoznati svi objekti koji se nalaze na topografskim kartama, kreirani su i oni koji nisu definisani u tradicionalnom topografskom ključu (VGI, 1981.), odnosno korišteni su simboli iz ponuđenih biblioteka znakova (ESRI, 2015).

Proces izrade i kreiranja kartografskih simbola imalo je niz faza, koje su bile neophodne da bi se dobila konačna forma biblioteke znakova, u već izabranom softverskom okruženju. Generalno gledano, bilo je neophodno kreirati simbole u nekom od grafičkih softvera (npr. CorelDraw), po tačno definisanim dimenzijama. Dobijeni simboli su importovani u Font Creator, nakon čega se kreiraju standardni fontovi. Na Slici 2, prikazane su faze kreiranja biblioteke znakova za topografske karte.



Slika 2. Kreiranje biblioteke znakova

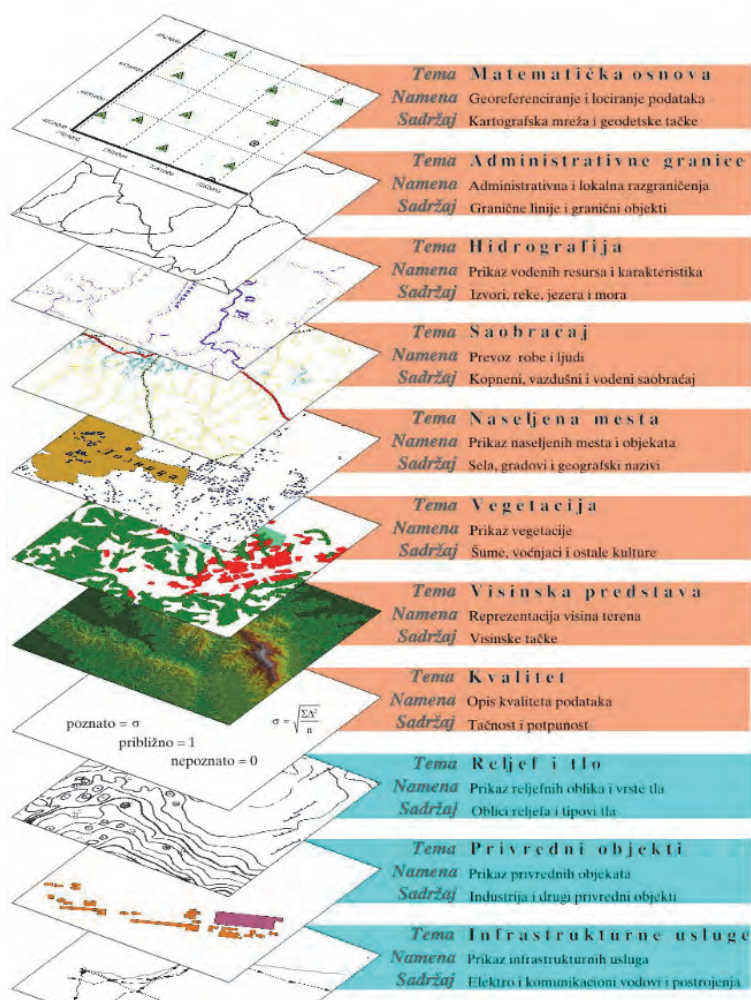
Završna obrada topografsko-kartografskih znakova, obavljena je u modulu ArcMap, tj. u Symbol Property Editoru (dodjela boje, orijentacija, veličina, položaja znaka i dr.), pri čemu su oni objedinjeni u *.style formatu. Za realizaciju ove faze korišten je modul ArcCatalog.

2.1.2 Modelovanje i organizacija vektorske grafike

Osnovni skup podataka o prostoru podrazumijeva okvir izabranog geoprostornog sadržaja i naziva se prostorni model podataka (Bill i Fritsch, 1991). On odgovara sadržaju tradicionalnih topografskih karata krupnih razmjera i konceptualno se prikazuje i organizuje po određenim cjelinama. Svaka cjelina se skladišti kao jedna tema. Cilj modelovanja i organizacije sadržaja u vektorskoj grafici jeste da se pojedinačne teme daju izvorno, tj. onako kakva je tematika topografskih karata, a da se unutar njih obavi dalje raslojavanje geometrijskih podataka po nivoima i planiranim tematskim cjelinama (Dinar, Ključanin, Poslončec-Petrić, 2016). Pored toga, modelovanjem sadržaja u vektorskoj grafici, definisani su: tipovi geometrijskih podataka, boja, stil i širina linija, opšti kodovi i posebni kodovi znakova. Osnovni tipovi geometrijskih podataka su: tačke, linije i poligoni. Organizacija sadržaja u vektorskoj grafici data je na Slici 3.

Tema matematička osnova sadrži geodetsku i kartografsku osnovu. Tačke državne trigonometrijske i nivelmanske mreže (geodetske tačke) čine geodetsku osnovu. Te tačke se opisuju atributima: tipom ili nazivom tačke, koordinatama u izvornom koordinatnom državnom sistemu, te drugim važnim odlikama. Kartografska osnova se odnosi na pravouglu i geografsku mrežu koordinatnih linija.

Tema administrativne granice obuhvata granične linije i granične objekte. U granične linije spadaju državne, regionalne, opštinske, katastarske i granice naselja. Granični objekti odnose se na carine i prelaze, granične stubove i tome sličan sadržaj koji je uz državnu granicu ili ima neku od odlika tipa međe, ograde i tome slično.



Slika 3. Organizacija vektorske grafike po tematskim cjelinama

Tema hidrografija sadrži sve važne informacije o tekućim vodama (reke, potoci, kanali), stajaćim vodama (mora, jezera, bare) i hidrografskim objektima (izvori, rezervoari, bazeni i slično). Pored toga, tekuće vode se opisuju atributima: širina toka, smjer toka i dubina, nivoi po godišnjim dobima. Stajaće vode se opisuju atributima kao što su: površina, dubina ili mogućnost prelaza na pojedinim mjestima. Atributi koji opisuju hidrografske objekte su: tip, kapacitet i tome slično.

Tema saobraćaj sadrži putne, željezničke, vazdušne i vodne komunikacije, te prateće objekte na njima i pored njih, koji mogu bitno da utiču na kretanje i uopšte transport ljudi i roba. Atributi koji opisuju elemente na tom nivou prvenstveno se odnose na status i vrstu komunikacija (u izgradnji, u eksploataciji, ili van upotrebe), širinu kolovoza, kategoriju i nosivost podloga, dok sve druge objekte na saobraćajnicama (mostovi, tuneli i sl.) treba opisati širinom, dužinom i tome slično.

Tema naseljena mjesta sadrži podatke o naseljima i važnim odlikama, tj. strukturu i broj stanovnika. Takođe, treba da budu prikazani svi objekti (stambeni, turistički, zdravstveni i kulturno-istorijski), te uređene cjeline i kompleksi u naselju (trgovi, parkovi i sportski centri). Taj nivo treba podržati i određenim geografskim ispisima (nazivima).

Tema vegetacija sadrži šume, voćnjake, živice, pojedinačno drveće i ostale važne kulture. Taj nivo opisuju atributi tipa: vrsta šume, debljina stabla, gustina i visina rastinja.

Tema visinska predstava prvenstveno se odnosi na sistem nadmorskih visina i izolinija, tj. na sistem visinskih tačaka i geomorfoloških karakteristika terena.

Kvalitet podataka je posebna tema. Ona sadrži veoma bitne informacije koje svaki korisnik mora da posjeduje prilikom upotrebe podataka o prostoru. Naime, u okviru meta podataka o svakoj temi, pored standardnih informacija kao što su vrsta i izvor podataka, korisnik bi svakako morao da ima podatke o tačnosti i kvalitetu.

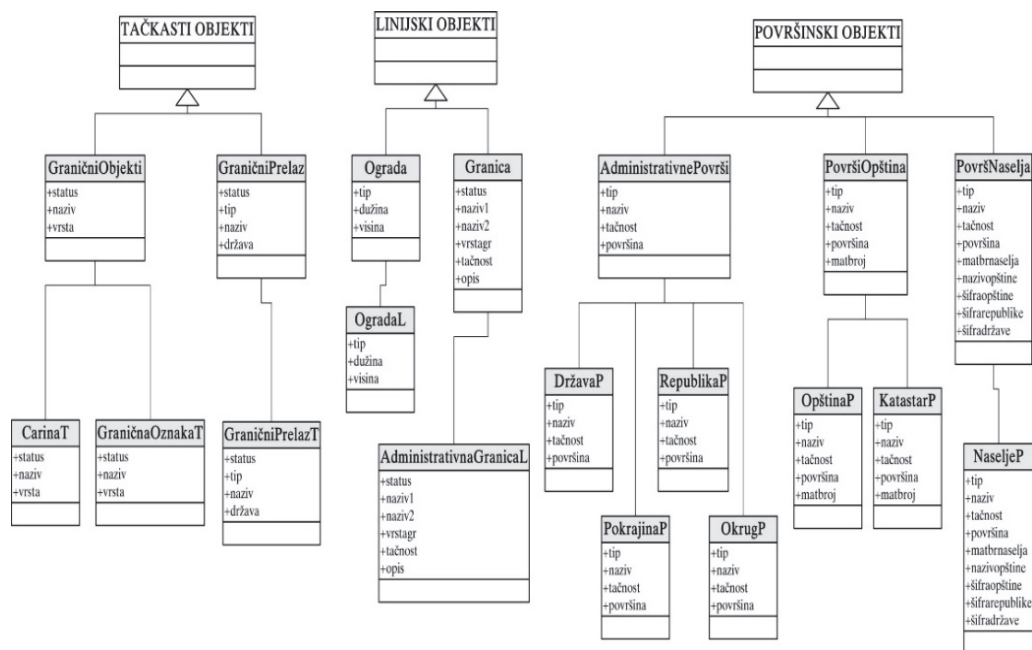
I na kraju pored osnovnih (neophodnih) tema sadržaja, potrebno je imati u vidu i dodati druge teme koje bi se koristile prema specifičnim zahtjevima. To su: tema reljef i tlo, tema privredni objekti, tema infrastrukturne usluge i objekata posebne namjene.

Uz grafičke (geometrijske) podatke koji prikazuju objekat, potrebno je dodati i opisne informacije, odnosno atribute. Veza između geometrijskih podataka i atributa može biti uspostavljena pomoću određenih adresa, koje uzajamno označavaju gdje su ti podaci memorisani. Atribut tada sadrži adresu pripadnih geometrijskih podataka i obratno. Jedan atribut može na taj način biti povezan sa nekoliko grafičkih jedinica, kao što i jedna grafička jedinica može biti povezana sa nekoliko atributa. Atributi se mogu memorisati u vidu numeričkog koda ili direktno kao tekst. U praksi se upotrebljavaju oba načina, s tim što je numeričke kodove nešto lakše računarski obrađivati, a sam tekst lakše interpretirati i vizualizovati.

2.1.3 Logički model podataka

Za izradu logičkog modela podataka korištena je metodologija objektno-orijentisane analize i projektovanja (engl. *Object-Oriented Analysis and Design - OOA&D*). Kao polazna osnova za izradu logičkog modela podataka, korišten je osnovni (*template*) model koji je bio na raspolaganju u softverskom okruženju ESRI. Pri tom u softverskom okruženju ArcGIS, georelacioni model podataka proširen je u objektno orijentisani model (geodatabase), a koji korisnicima dopušta dodavanje objekata, svojstava i veza. Model geodatabase omogućava, zapravo, definisanje objekata koji su mnogo sličniji stvarnome svetu (Zeiler, 2002).

Na Slici 4, na primjeru teme administrativne granice, prikazano je logičko modelovanje podataka. Isto je obavljeno u okruženju *Case* alata. Alati te vrste omogućavaju generisanje modela klasa, koji implementiraju ponašanje korisničkih objekata i modela baze podataka u kojoj se odlike objekata predstavljaju. Pri tom *Case* alati se sastoje od dvije osnovne komponente: generatora procedura i generatora fizičkog modela podataka. Generator procedura koristi se za implementiranje ponašanja, a generator modela za kreiranje fizičkog modela podataka (Zeiler, 2002).



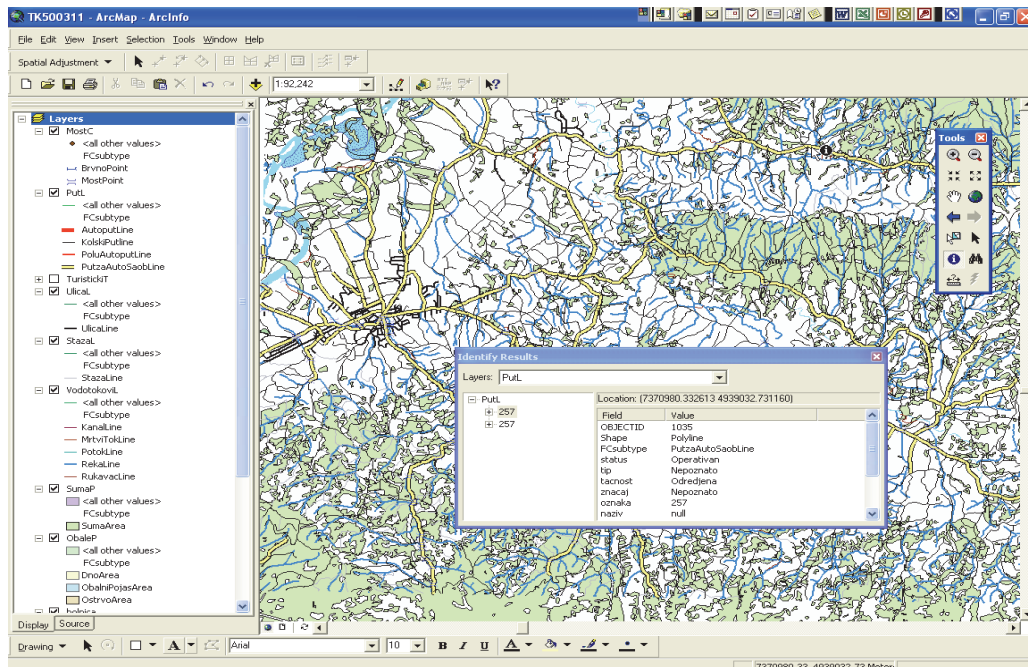
Slika 4. Logički model podataka

2.1.4 Fizički model podataka

Izrada fizičkog modela baze podataka zasnivala se na konceptu logičkog modelovanja podataka, gdje je prihvaćena objektno orijentisana metodologija. Podaci su strukturisani prema klasičnim metodama modelovanja podataka o prostoru i unaprijed definisane logičke strukture podataka koje podržava prihvaćeno tehnološko okruženje za GIS. Primijenjena objektno orijentisana analiza i projektovanje modela podataka, odnosno opis konceptualne šeme i kataloga objektnih klasa, obavljeno je primjenom osnovnog jezika UML (engl. *Unified Modeling Language*), čiji je vizuelni prikaz podržan u Microsoft Visio softverskom okruženju.

Osnovni logički model ArcGIS sadrži relevantne tipove i strukturu prostornih objekata koji se mogu koristiti u softverskom okruženju ArcGIS, a na osnovu kojih su generisani objekti, veze, atributi i određena ponašanja, odnosno fizički model za željenu bazu podataka. Sam fizički model podataka prikazan je po klasama objekata na Slici 5, i to grafički i atributski.

Generisani model podataka je korištenjem XML (engl. *Exchange Modeling Language*) preveden u geobazu podataka podržanu u ArcGIS softverskom okruženju. Jezik XML se sastoji iz niza pravila i konvencija pomoću kojih se strukturisani podaci iz različitih tabela, adresara, konfiguracionih parametara, crteža i drugih vrsta datoteka stavljaju u tekstualne datoteke nezavisne od hardversko-softverske platforme. Ovim je prevaziđen jedan od većih problema HTML (engl. *Hypertext Markup Language*), jer je moguće dinamički mijenjati sadržaje pojedinim podacima.



Slika 5. Fizički model podataka

3 KARTOGRAFSKO IZDAVAŠTVO

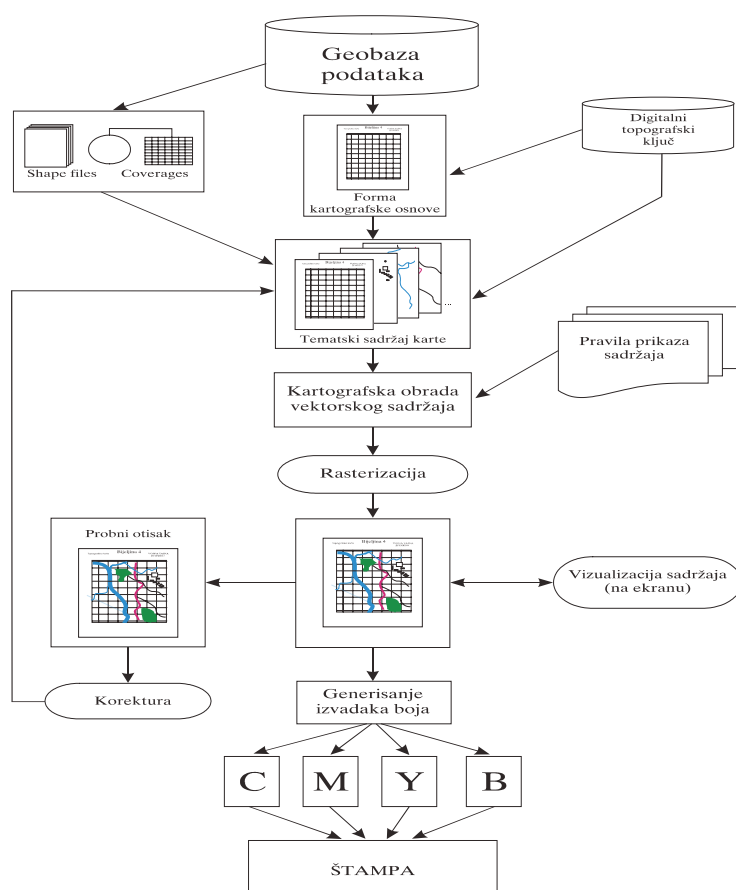
S razvojem novih tehnologija i softverskih rješenja, klasična kartografija postupno prelazi u digitalnu kartografiju pokušavajući da zadovolji zahtjeve mnogih korisnika (Župan i Vračar, 2014). Na taj se način ona stalno susreće s novitetima u pogledu izrade kartografskih proizvoda kao i načina njihove vizualizacije. Jedan od bitnih uslova za izradu topografskih karata jeste prilagođavanje digitalnog modela podataka tradicionalnom kartografskom prikazu, a koji je smješten u bazu podataka (Dinar i dr., 2016). Takođe, savremena kartografsko-reprodukcijaska priprema podrazumijeva primjenu novih metoda i tehnika radi postizanja ciljeva vizuelizacije i komunikacije korisnika s kartom. To su, prije svega, organizacija podataka i specifikacija koja se odnosi na prikaz i simboličke klase, jasnoću određenih tema, maskiranje prema prioritetima tematskih cjelina, određivanje boja i drugih kartografskih kriterijumima.

3.1 Kartografsko-reprodukcijaska priprema

Da bi se obezbijedila visokokvalitetna štampa topografskih karata, prema standardima kartografske vizuelizacije, potrebne su dodatna priprema i obrada sadržaja ekstratovanog iz geobaze podataka. Naime, potrebna dorada odnosi se na: izbor sadržaja i uklanjanje nepotrebnih detalja, definisanje simbola sadržaja koji odgovara papirnom izdanju karte i ograničavanje podataka po nivoima, u skladu sa pravilima vizuelizacije tematskog sadržaja karte, usvajanja fontova i tome slično. Pri tom prevashodni cilj kartografskog izdavaštva ne smije da bude

postizanje likovnog kvaliteta tiražne štampe karata, već tačnost i ažurnost geoprostornih podataka. Tehnološki postupak izrade i pripreme za štampu papirnog izdanja topografske karte obrađen je po fazama rada (Slika 6):

- selektovanje podataka iz geobaze,
- definisanje simbolike geoprostornih podataka,
- kreiranje oblika kartografske osnove,
- kartografska obrada za list karte (selektovano područje),
- dizajniranje kartografskog sadržaja,
- izrada probnog otiska i korektura,
- generisanje separata boja za štampu i
- tiražna štampa.



Slika 6. Šema tehnološkog postupka kartografskog izdavaštva

Selektovanje podataka iz geobaze predstavlja, zapravo, importovanje iz geobaze podataka, što podrazumijeva izbor sadržaja koji će biti prikazan na karti, a prema kriterijumima vizuelizacije. Naime, u geobazi podataka nalazi se tematski bogatiji sadržaj nego što je to vizuelno moguće prikazati na topografskoj karti u određenoj razmjeri.

Definisanje simbolike je faza koja obuhvata definisanje izgleda kartografskih znakova (simbola), koji predstavljaju tačkaste, linijske i površinske objekte, a odgovaraju tradicionalnom prikazu objekata na karti. Izrada digitalnog oblika kartografskog ključa predstavlja glavni rezultat te faze, kojom bi trebalo da bude definisana simbolika objekata koji se nalaze na karti. U toj fazi potrebno je usvojiti fontove, sa svim potrebnim odlikama.

Kreiranje forme kartografske osnove može biti podijeljeno na dva načina. Prvi, jeste izrada forme kartografske osnove prema postojećoj podijeli na listove, što može biti urađeno i višestruko korišteno u cilju štampe istog ili različitog sadržaja uz manje dorade. I drugi, izrada forme kartografske osnove prema zahtjevu korisnika u smislu izbora sadržaja za određeno područje (van podjele na listove i standardnih dimenzija lista). Ovakav način je naravno zahtjevniji u pogledu izrade forme kartografske osnove, jer je potrebno sve elemente forme usaglasiti sa izbranim područjem i prilagoditi vanokvirni sadržaj karte koja se štampa (Nakamura, Saita i Mizuta, 2016).

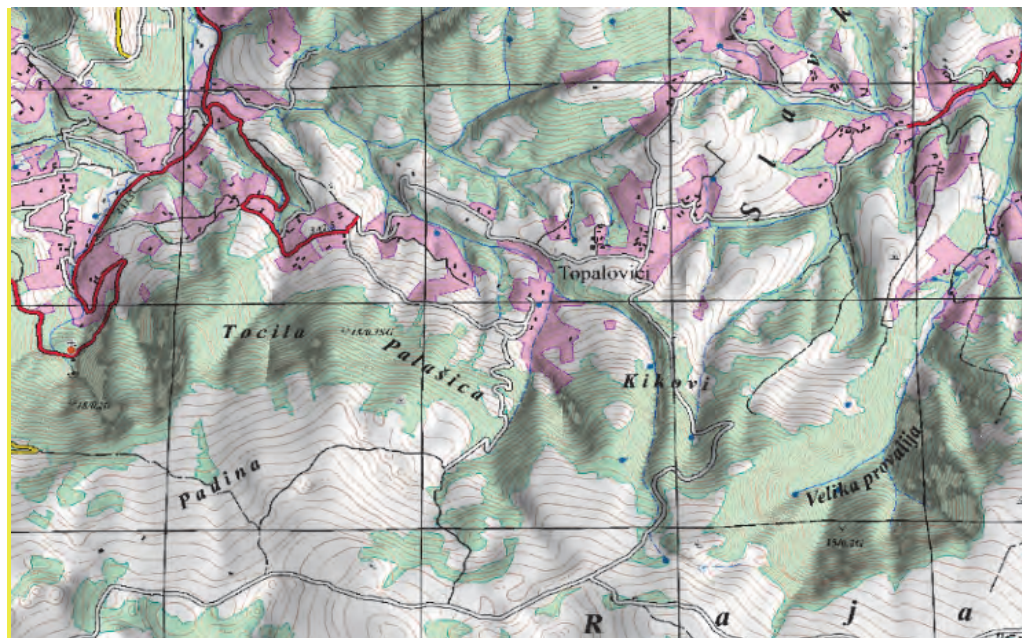
Kartografska obrada za list topografske karte, prema kartografskim kriterijumima, odnosi se na sadržaj koji je potrebno prilagoditi štamparskom obliku. To se prevashodno odnosi na prioritete prikaza i pravila maskiranja sadržaja. Geografske nazive potrebno je prilagoditi prema definisanim granicama lista karte (Nakamura i dr., 2016).

Dizajniranje sadržaja karte podrazumijeva primjenu pravila prikaza geoprostornih podataka, koja se zasnivaju na principima kartografske vizuelizacije sadržaja koji se prikazuje na karti. Ona su formalizovana i definisana u okviru softverskog okruženja koje se koristi za kartografsko-reprodukcijisku pripremu i štampu. Sam proces obrade podrazumijeva rasterizaciju vektorskog sadržaja, digitalno komponovanje i litografsko izdavanje boja zasnovano na logici izvođenja operacija maskiranja, počevši od vrha ka dnu (prema unaprijed definisanoj organizaciji i specifikaciji sadržaja karte), a zatim zapisivanja boja jedne na drugu (piksel po piksel), počevši od dna ka vrhu.

Izrada probnog otiska i korektura neophodna je faza, koja, zapravo, predstavlja kontrolu kvaliteta izlaznog rezultata, te definisanje izuzetaka i, ako je to potrebno, prema zahtjevima vizuelizacije, izvršiti korekcije na pojedinim lokacijama. Nakon usaglašavanja i korekture, odnosno izrade probnog otiska, sprovode se ispravke pojedinačnih slučajeva koji odstupaju od pravila. Nakon toga može se pristupiti generisanju četverbojnih izvadaka štamparskih originala, na osnovu kojih se može pristupiti pripremi i ostvarenju tiražne štampe (Slika 7).

Generisanje separata boja za štampu RO (reprodukcijски originali) je faza u kojoj se sadržaj karte razdvaja na četiri separata boja. Postupak realizacije četverbojne štampe, podrazumijeva generisanje osnovnih izvadaka boja (RO) za tiražnu štampu listova karte, četiri osnovne boje (cijan, magenta, žuta, crna). Dobijeni RO predstavljaju rastersko tonske vrijednosti rangirane u opsegu od 0-100% za svaki piksel, svake od primarnih štamparskih boja. Time je obavljena konverzija digitalne slike u analogni signal i registrovanje tog analognog signala na film za svaku od osnovnih boja.

Na kraju, dolazi do štampe koja podrazumijeva proces ofset tehnike na osnovu dobijenih reprodukcijских originala i umnožavanje listova topografskih karata u veći broj primjeraka.



Slika 7. Isječak otisnutog lista topografske karte 1:50 000

3.2 Štampanje topografskih karata

Rezultati neposrednog iscrtavanja i kartiranja su otisci za korekturu, odnosno listovi topografske karte. Međutim, za klasičnu kartografsku štampu treba obezbijediti odgovarajuće RO. U praksi su to najčešće filmovi koji predstavljaju izvorne nosioce sadržaja karte u jednoj (potrebnoj) boji. Danas se najčešće primjenjuje četvorbojna štampa, pa su osnovni izvaci boja RO za masovno umnožavanje listova karte četiri osnovne materijalne boje (cijan, magenta, žuta, crna). Nakon toga se fotoplotiranjem (osvjetljavanjem) dobijaju RO koji reprezentuju rasterske tonske vrijednosti rangirane u opsegu od 0 do 100% za svaki piksel, svake od primarnih štamparskih boja. Suština fotoplotiranja jeste konverzija digitalnog u analogni signal i registrovanje tog analognog signala na film.

Tehnikom ofset-štampe, odnosno metodom kvadrihromatske reprodukcije ili, kako bismo to tačnije nazvali, metodom selektivno modulirane višebojne reprodukcije (engl. *Selective Modulated Multicolor Reproduction* - SMMR), karta se može štampati tj. masovno umnožavati. Ovom metodom utisak kompaktnih hromatskih površina postiže se kreiranjem standardnih struktura tačkica (elementarne obojene površine ili rasterske tačke) koje obezbjeđuju vizuelan utisak željene boje. Kvalitet SMMR zavisi isključivo od uspješnosti kombinovanja papira za štampanje i štamparskih boja, odnosno optimalnog nanosa pojedinih boja. Za postizanje optimalnog kvaliteta SMMR, neophodno je standardizovati:

- radne uslove tokom procesa reprodukovanja i
- tehnološke postupke i njihovu kontrolu.

Takođe, prije bilo kakvih ozbiljnih i masovnijih radova tom tehnologijom reprodukcija potrebno je razraditi sistem tehnoloških postupaka. Naročito treba obratiti pažnju na njihovu kontrolu u okviru čega bi se donijela odluka da li primijeniti neki od standardizovanih sistema kontrole reprodukcija karata (Brunner, Forga, Gretag) ili razvijati sopstveni sistem.

4 ZAKLJUČAK

Za razliku od sistema klasičnih i digitalnih topografskih karata, danas se sve više koriste geobaze podataka. U ovom radu je razmatran i definisan osnovni skup topografskih podataka. On predstavlja veoma važan korak i pretpostavku u daljem razvoju, jer riječ je o formiranju jedinstvene geobaze podataka velike detaljnosti. Geobaza predstavlja neophodnu pretpostavku za racionalno čuvanje, višerazmjerno i višenamjensko korištenje podataka. Pri tom određena gledanja na postavljeni problem u radu nisu istraživana do kraja kao što je, na primjer, pitanje kartografske generalizacije. Naime, sam procenat generalizacije zavisi od mnogih faktora. Na primjer, od ponuđenih softverskih modula i procedura ali i od vidova generalisanja i vrste sadržaja, odnosno tipova geometrijskih podataka.

Posebna pažnja u radu, posvećena je kartografskom izdavaštvu, odnosno dobijanju RO direktno iz geobaze podataka. Kartografsko-reprodukcijaska priprema je obavljena u softverskom okruženju Map Publisher, specijalizovanom softveru za kartografsko izdavaštvo. U njemu je realizovan automatizovani način pripreme, gdje se podaci organizuju po slojevima i u skladu sa specifikacijama za kartografski prikaz i vizualizaciju. Sam postupak štampe je realizovan kao i do sada, u tradicionalnom - klasičnom obliku. Takođe, izlazi podataka iz geobaze mogući su u bilo kom drugom (digitalnom) zapisu, na različitim medijima ili prikazu po izboru sadržaja.

LITERATURA I IZVORI

Bill, R., Fritsch, D. (1991). *Grundlagen der Geo-Informationssysteme*. Karlsruhe: Wichmann.

Dinar, I., Ključanin, S., Poslončec-Petrić, V. (2015). Large Scale Topographic Maps Generalisation and Visualization Based on New Methodology. *Geodetski list*, 69(92)3, 189-198.

Dinar, I., Ključanin, S., Poslončec-Petrić, V. (2016). Proposition of new methodology for developing basic topographic maps based on real estate cadastre database. *Tehnički vjesnik* 23(6), 1849-1854.

Environmental Systems Research Institute /ESRI (2015). *ArcGIS for Desktop10.x*. [Korisničko uputstvo]. Beograd: GD Press.

Miladinović, M. (ur.) (2012). *Geodetska delatnost u Srbiji 1837-2012*. Beograd: Republički geodetski zavod.

Nakamura, T., Saito, K., Mizuta Y. (2016). Establishment of Standards for Creating Easy-to Read Foreign-language Maps. *Bulletin of the GeoSpatial Information Authority of Japan*, 64, 1-10.

Vojnogeografski institut /VGI (1981). *Topografski znaci, Priručnik za korisnike topografskih karata*. Beograd: VGI.

Zeiler, M. (2002). *Modeling Our World, The ESRI Guide to Geodatabase Design*. Redlands: ESRI.

Župan, R., Vračar, J. (2014). Primjena tehnologije GIS-a za izradu interaktivne web karte Sveučilišta u Zagrebu. *Geodetski list*, 68(91)(4), 291-308.

Autori:

Vanr. prof. dr. sc. Mirko Borisov, dipl. inž. geod.

Fakultet tehničkih nauka

Univerzitet u Novom Sadu

Trg Dositej Obradović 6, 21000 Novi Sad

Republika Srbija

E-mail: mirkoborisov@gmail.com

Msc. Vladimir M. Petrović, dipl. prost. planer

Univerzitet u Beogradu - Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju

Centar za ekologiju i tehnoeconomiku

Njegoševa 12, 11000 Beograd

Republika Srbija

E-mail: vladimirpetrovic.gis@gmail.com