



KARTOGRAFSKA GENERALIZACIJA ZA POTREBE IZRADE ZIDNE KARTE RAZMERE 1:250.000

CARTOGRAPHIC GENERALIZATION FOR WALL MAP PRODUCTION AT SCALE 1:250.000

MARKO STOJANOVIĆ¹, SINIŠA DROBNJAK¹, JASMINA M. JOVANOVIĆ², DEJAN ĐORĐEVIĆ¹, RADOJE BANKOVIĆ¹

¹ Vojnogeografski institut – „general Stevan Bošković“, Beograd, stojanovicm80@yahoo.com, sinisa.drobnjak@vs.rs, dejandjordjevic.vgi@gmail.com, radojebankovic@yahoo.com.

² Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, Beograd, jasminda@gef.bg.ac.rs.

Rezime: Kartografska generalizacija je kreativni proces apstrakcije, koji se koristi prilikom izrade karata. Uključuje proučavanje geografskog okruženja, procenu i obradu geo-podataka u odnosu na vrstu, namenu i razmeru karte. U eri digitalne kartografije veća pažnja se posvećuje automatizaciji procesa generalizacije i razvoju alata za automatsko uopštavanje sadržaja. U ovom radu su objašnjeni modeli i procedure za izradu zidne karte razmere 1:250.000 (ZK250) na osnovu digitalne topografske karte razmere 1:250.000 (DTK250).

Ključne reči: GIS, automatska kartografska generalizacija, DTK250, ZK250, baza geoprostornih podataka.

Abstract: Cartographic generalization is a creative process of abstraction, which is used in the maps production. It includes the study of the geographic environment, evaluation and processing of geodata, with regard to type, purpose, and scale of the map. In the era of digital cartography, more attention is being paid to the automatization of the generalization process and developing the tools for the automatic generalization of content. This paper explains the models and procedures for the production of wall map at scale 1:250.000 (WM250) based on digital topographic map at scale 1:250.000 (DTM250).

Keywords: GIS, automatic cartographic generalization, DTM250, WM250, geospatial database.

1. UVOD

Digitalna tehnologija značajno je promenila način izrade, distribucije i upotrebu karata. Za potrebe izrade modela geoprostora razvijeni su geografski informacioni sistemi (GIS) u čijoj osnovi se nalaze baze podataka. U ovim bazama skladišti se velika količina organizovanih prostornih podataka. Modelovanje geoprostornih podataka predstavlja način organizacije podataka u bazi i njihovo prikazivanje, što predstavlja najznačajniju fazu u procesu izrade digitalnih karata. GIS omogućava, na jednostavan način, iskorišćavanje istih podataka u različite namene, ukoliko prikupljeni podaci podržavaju nivo detaljnosti namene željenog prikaza. Tako se npr. baza geoprostornih podataka namenjena za izradu digitalne topografske karte razmere 1:250.000 može iskoristiti za kreiranje baza podataka karata sitnijih razmera ili istih razmera ali različitih namena. Da bi ovakva transformacija bila moguća, neophodno je napraviti model generalizacije sadržaja.

Digitalno okruženje omogućava automatizaciju procesa kartografske generalizacije, koja se sve više razvija, u cilju dobijanja tačnih i ažurnih prostornih informacija putem kvalitetnih kartografskih prikaza. Postupci automatske - digitalne generalizacije predstavljaju skupove algoritama koji se mogu modifikovati parametrima, u odnosu na namenu, tematiku i razmeru karte. Prilikom automatske generalizacije treba izvršiti pravilan izbor podataka iz izvorne baze podataka za kartografski prikaz različite detaljnosti. Odabir kriterijuma, odnosno izbor vrste objekata prema značaju za prikaz, čini osnovu dobre automatske generalizacije. Sistem za generalizaciju podrazumeva generalizaciju izvorne baze prostornih podataka, uz uvažavanje različitih atributa prostornih podataka, kao i adekvatna grafička rešenja pri načinu prikazivanja generalizovnog sadržaja [5].

2. DIGITALNA TOPOGRAFSKA KARTA 1:250.000 IZDANJA VGI

Digitalna topografska karta razmere 1:250.000 (DTK250) je prva karta u Vojnogeografskom institutu (VGI) koja je u potpunosti izrađena po međunarodnim standardima. Osnova ove karte su vektorski podaci, čiji

sadržaj je organizovan po tematskim celinama u centralnoj bazi podataka (CBP). Sadržaj ove karte može se reprodukovati na ekranu računara, distribuirati putem WEB-a, prevoditi u rasterski format ili štampati [1].

Podela na listove, kao i nomenklatura, izvedena je na osnovu podele na listove Međunarodne Karte Sveta (MKS). Teritoriju Republike Srbije pokrivaju dva lista MKS tako da sve DTK250, koje pokrivaju teritoriju Republike Srbije, imaju prefiks NL (severni deo R. Srbije) ili NK (južni deo R. Srbije). Teritoriju Republike Srbije pokriva 17 listova DTK250, a listovi su dimenzija 2° x 1°.

2.1. Elementi sadržaja na DTK250

Elementi sadržaja koji se prikazuju na DTK250 moraju da zadovolje osnovne zahteve koji proizlaze iz namene karte. DTK250 je opšta operativna karta namenjena prvenstveno za planiranje i analize na državnom i međunarodnom nivou.

U procesu izrade DTK250 korišćena je Univerzalna poprečna Merkatorova projekcija (The Universal Transverse Mercator - UTM), odnosno vojna pravouglav mreža (Military Grid Reference System - MGRS) i primenjen referentni elipsoid WGS84 (World Geodetic System 1984). Na listovima DTK250 prikazuju se geografska i pravouglava koordinatna mreža.

Geografski elementi se prikazuju kartografskim znacima koji po tipu mogu biti tačkasti, linijski, površinski i tekstualni. Geografski elementi koji se daju na DTK250 su:

- hidrografija,
- reljef,
- vegetacija,
- naseljena mesta,
- objekti,
- komunikacije,
- granice i
- geografski nazivi.



2.2. Modeli podataka na DTK250

Modelovanje geoprostornih podataka, u digitalnoj kartografiji, je najznačajnija faza u procesu izrade karata. Pod kartografskim modelovanjem podrazumeva se način organizacije podataka u vektorskom obliku, tj. oblikovanje i strukturiranje vektorskog sadržaja [2].

Prvi korak integracije podataka je formiranje tzv. konceptualnog modela. Konceptualno modelovanje u suštini predstavlja definisanje svih pojedinačnih elemenata sadržaja koji će se prikazivati na budućoj karti [3]. Rezultat ove faze je spisak elemenata, što predstavlja prvi formalan zapis buduće strukture prostorne baze podataka.

U procesu izrade logičkog modela podataka DTK250, konkretni geografski elementi karte su raslojeni po tematskim celinama. Pojedinačni slučajevi svakog od elemenata sadržaja definisani su šifarskim sistemom, kao jedinstvenim indikatorom pripadnosti odgovarajućoj tematskoj celini, odnosno kao bliže određenje specifičnosti pojedinačne klase objekta. U atributnim tabelama se definiše KOD, sadržaj (naziv elementa), tip (tačka, linija, poligon ili tekst) i pripadnost određenoj temi, čime je svaki element koji se predstavlja na karti jednoznačno i nedvosmisleno određen sa svim svojim atributima. Izgled dela logičkog modela podataka, sa pripadajućom simbologijom, za naseljena mesta prikazan je u Tabeli 1.

Tabela 1: Prikaz dela logičkog modela podataka i simbologije za DTK250 [8]

KOD	Sadržaj	Simbol	Tip elementa	Objektna klasa
A015	Naseljeno mesto preko 500.000 stanovnika		Shape	NASELJA_POLIGONI
A02	Naseljeno mesto od 5.000 do 10.000 stanovnika		Point	NASELJA_TACKE
A013	Naziv naselja od 50.000 do 100.000 stanovnika	ВАЉЕВО	Text	Naselja_polig_annot

Fizičkim modelom podataka definisan je izgled baze podataka, odnosno "prostor" za pohranjivanje elemenata definisanih logičkim modelom podataka. Tipovi podataka, način pohranjivanja podataka, kao i sve kolone koje služe za unos, definisani su pri projektovanju fizičkog modela podataka [8].

Kreiranje simbologije predstavlja skup pravila o prikazu kartografskih znakova - grafičkih simbola za pojave i objekte sadržane na digitalnoj karti, u formi kataloga u digitalnom obliku. Izradi digitalnog topografskog ključa se pristupa posle odabira objekata koje treba prikazati kartografskim znakom. Znaci se kreiraju po zadatim dimenzijama i obliku i smeštaju u biblioteku znakova (digitalni topografski ključ), odakle se mogu pozivati i pozicionirati na tačno određeno mesto.

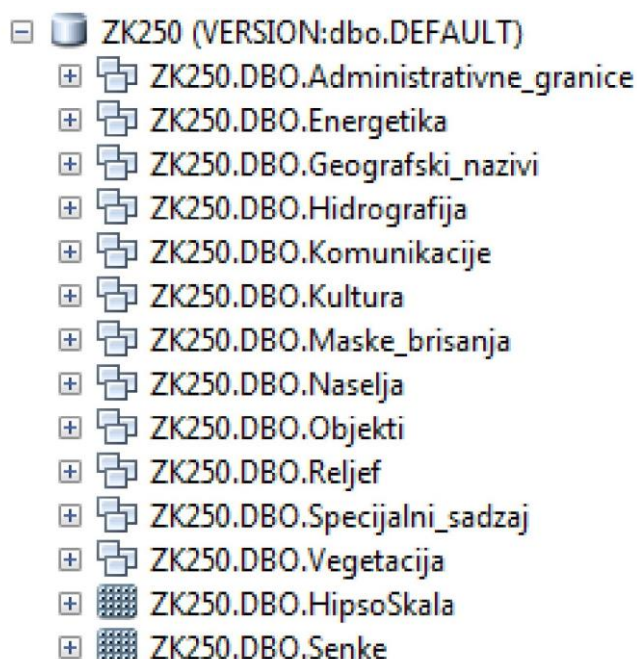
3. DEFINISANJE SADRŽAJA ZIDNE KARTE RAZMERE 1:250.000

Zadaci koji se postavljaju pri izradi karata izvedenih iz već postojećih digitalnih podataka u GIS-u, daleko prevazilaze samo izmenu prikaza, odnosno isključivanje pojedinih slojeva. Prilikom modelovanja podataka za izradu ZK250 polaznu osnovu (izvor) predstavlja već obrađeni podatak (DTK250) koji je potrebno prilagoditi novoj nameni. U procesu izrade ZK250 mora se koristiti kartografski metod koji omogućava kvantitativno i kvalitativno predstavljanje što većeg broja elemenata sa DTK250.

Obzirom da je "izlaz" zidne karte isključivo analogni (štampani listovi), te da je namenjena za "čitanje" sa veće udaljenosti, neophodna je izmena (uvećanje) simbologije i geografskih naziva. Nomenklatura i podela na listove nije u skladu sa DTK250, a samim tim ni sa MKS. Teritorija Republike Srbije predstavljena je na 8 listova, dimenzija 2°20' x 1°10', a nomenklatura je izvršena rednim brojevima od 1 do 8, od zapada ka istoku i od severa ka jugu. Podela na listove izvršena je zbog lakše organizacije posla i štampe, a konačan proizvod čini komplet od 8 listova koji su spojeni u jednu celinu sa jedinstvenim vanokvirnim sadržajem.

Pri definisanju konceptualnog modela, na osnovu projektnih zahteva, vrši se indentifikacija entiteta, odnosno odabir elemenata iz izvorne baze podataka koji će se nalaziti u bazi podataka za ZK250.

Logički i fizički modeli podataka ZK250 predstavljaju redukovane verzije ovih modela na DTK250. Neophodno je izvršiti značajne izmene na grafičkom prikazu elemenata, tj. na uvećanju simbologije i brojčano slovnih podataka. U okviru tematskih celina (setova podataka) nalaze se objektna klasa i klase veza koje bliže definišu pojedine elemente sadržaja karte. Ukupan broj objektnih klasa na ZK250 je 44 koji su podeljeni u 12 tematskih celina, sa još 2 nova rasterska seta za prikaz reljefa. Na DTK250 ima 68 objektnih klasa, takođe raspoređenih u 12 tematskih celina. Prikaz organizacije setova podataka u baze podataka za ZK250 dat je na slici 1.



Slika 1: Izgled baze podataka za ZK250 [9]

4. MODEL KARTOGRAFSKE GENERALIZACIJE SADRŽAJA DTK250 ZA IZRADU ZK250

Kartografska generalizacija se izvodi na osnovu unapred razrađenih kriterijuma. Tradicionalno, kartograf je, pomoću kartografske generalizacije, rešavao svaki element posebno na postojećoj karti kako bi kreirao

novu kartu. Međutim, tokom poslednjih decenija, tehnološki napredak podstakao je razvoj digitalne - automatske kartografske generalizacije kako bi se lako i brzo izvodilo novo kartiranje, a samim tim i smanjio naporan rad kartografa [6].

Definisanje pravila za generalizaciju, odnosno izrada modela generalizacije, predstavlja veliki korak pri sastavljanju sadržaja nove karte. Pravila za generalizaciju koja su korišćenja u klasičnoj kartografiji važe i u ovom slučaju, s tim da kod automatske generalizacije ta pravila moraju biti prevedena u oblik razumljiv korišćenom softveru. Kod definisanja ovih pravila veliku ulogu imaju modeli podataka koji su izrađeni za novu kartu [7]. Kreiranjem redukovane baze podataka, na osnovu baze za DTK250 već je izvršena delimična generalizacija eliminacijom određenih objektnih klasa. U ovoj fazi se izrađuje model generalizacije pojedinačnih elemenata u okviru objektnih klasa.

Stvaranjem modela kartografske generalizacije, može se automatizovati generalizacija onih aspekata koji se mogu numerički interpretirati i izraziti matematičkim oblikom. Model generalizacije se izrađuje u tabelarnom obliku, kao spisak operacija koje je neophodno izvršiti, za svaku objektnu klasu posebno. Implementacija modela nad bazom podataka može biti pojedinačna, po objektnim klasama, ili objedinjena u jedan skript koji će realizovati definisane operacije.

4.1. Primenjeni operatori kartografske generalizacije

Cilj automatizacije u kartografiji, a samim tim i u kartografskoj generalizaciji, je programirano obavljanje koraka od kojih se sastoji proces izrade karte. Pored ubrzanja rada, automatizacijom se izbegavaju radnje koje se ponavljaju, a za koje nije potrebno odlučivanje od strane čoveka. Njom se eliminiše mogućnost pojave grešaka do kojih može doći i optimizuje se proces izrade karte. Problem predstavlja definisanje pravila po kojima bi se generalizacija vršila i njihovo organizovanje u jedinstveni sistem. Izvršene operacije bi trebalo da budu što približnije onima koje bi i čovek obavljao u datom slučaju [4].

U osnovi modela nalazi se algoritamski zapis koji sprovodi neki od operatora generalizacije. Operatori predstavljaju alate za generalizaciju sadržaja. Izborom adekvatnih alata, postavljenih u određeni raspored sprovodi se model automatske generalizacije. Prvi korak je uvek odabir (selekcija) elemenata koje je neophodno generalizovati. Selektovanje se može vršiti atributski, na osnovu kodnih oznaka ili na osnovu geometrijske pripadnosti. Ostali koraci zavise od toga šta se želi postići generalizacijom, te se upotrebljavaju adekvatni alati tj. operatori.

Operatorima kartografske generalizacije izvršava se određena radnja nad elementima karte. Svaki operator definiše transformaciju koja se može primeniti na jedan ili na grupu prostornih objekata. Neki su namenjeni samo za jedan tip podataka (tačka, linija, poligon i tekst), a neki za dva ili više.

Za uspešnu kartografsku generalizaciju važan je izbor relevantnih operatora kao i njihov međusobni raspored. Jedan isti operator će, u zavisnosti od mesta gde se izvršava, na različite načine generalizovati određeni sadržaj. Takođe, određeni operator može rešiti neki konflikt koji se nakon izvršenja ostalih operatora može ponovo pojaviti.

4.2. Dorada automatski generalisanog sadržaja

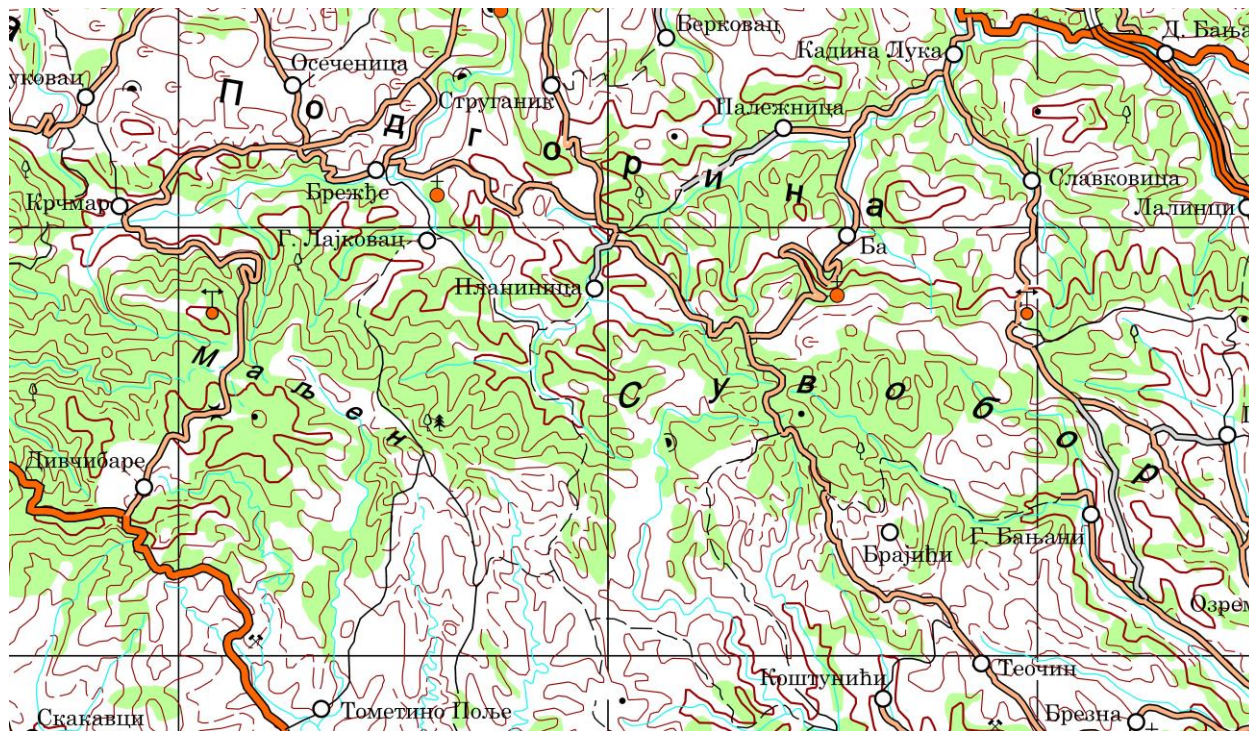
Iako su savremene tendencije u oblasti geoprostornih podataka bazirane na automatizaciji proizvodnih procesa geotopografskih materijala, do sada, niko u svetu nije uspeo da potpuno automatizuje ceo proces generalizacije. Prilikom automatske generalizacije nailazi se na problem neisplativosti pravljenja modela i skripti. Neki od takvih modela bi bili isuviše komplikovani, a skoro da je nemoguće unapred predvideti sve varijante međusobnih odnosa elemenata koji se prikazuju, uz očuvanje standarda kvaliteta konačnog proizvoda. Ključna stvar je pronaći kompromis, tj. napraviti jasnu granicu između elemenata koji se automatski ili ručno generalizuju [7].

Dorada automatski generalisanog sadržaja podrazumeva brisanje (potpuno ili delimično), pozicioniranje i podešavanje pojedinačnih elemenata. Potpuno se brišu manje značajne komunikacije, nazivi manjih naseljenih mesta ili manji vodotokovi, ukoliko utiču na preglednost sadržaja buduće karte. Delimično brisanje podrazumeva "zaklanjanje" dela pojedinačnih elemenata, upotrebom maski brisanja. Maske brisanja se iscrtavaju za svaku boju posebno (crna, plava ili crvena) na mestima gde nije moguće izbeći "konflikt" na drugi način.

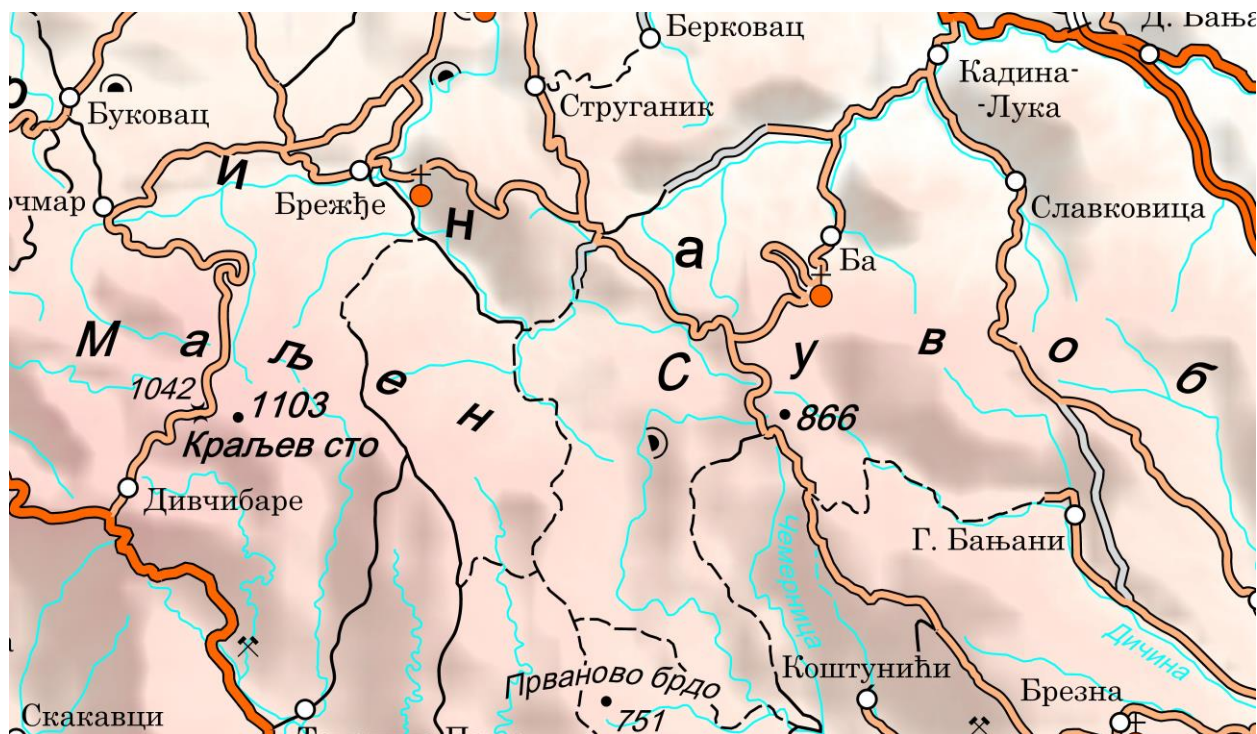
Prilikom izrade ZK250, na osnovu DTK250, najteže je sprovesti proces automatske generalizacije na geografskim nazivima, prevashodno oronimima i horonimima. Ovi elementi se predstavljaju tekstualno, veličinom fonta koja je unapred definisana u zavisnosti od veličine objekta kojeg predstavljaju. Na DTK250 postoje situacije da se jedan objekat prostire na dva, pa i više listova. U ovom slučaju, naziv tog objekta se postavlja na svakom listu posebno, a veličina fonta i pozicija mu se definiše u zavisnosti od veličine objekta

samo za dati list. Na ZK250 to nije slučaj, zato što je konačni proizvod štapani komplet listova i geografski nazivi moraju biti jedinstveni za celu teritoriju predstavljanja. Nakon određivanja veličine pojedinačnog elementa, vrši se njegovo pozicioniranje prema pravcu prostiranja, uz mogućnost promene proreda između slova/reči i zakrivljenosti.

Iako su geografski nazivi jedini elemenat koji se kompletno "ručno" generalizuje, u ovoj fazi se pregleda i ostali sadržaj i vrše korekcije pred izradu Originala izdavačke korekture (OIK). Iscrtavaju se sve potrebne maske brisanja i brišu suvišni elementi, koji su propušteni prilikom automatske generalizacije. Na slikama 2. i 3. prikazano je isto područje na DTK250 i na ZK250, radi upoređenja prikaza sadržaja.



Slika 2: Prikaz dela sadržaja na DTK250 [9]



Slika 3: Prikaz dela sadržaja na ZK250 [9]

5. ZAKLJUČAK

Razvojem računarske tehnologije i uvođenjem geografskih informacionih sistema, kartografija je nastavila da se usavršava, a sada se vrši generalizacija digitalnih sadržaja koji se nalaze u bazama podataka. Ovakve baze podataka omogućavaju da se, na jednostavan način uz pomoć generalizacije, na osnovu istih podataka dobijaju digitalne karte različitih namena i razmera.

Ovim radom definisani su standardi, procedure i potreban nivo dorade za razvoj baze geoprostornih podataka i štampu ZK250, dobijene od postojeće DTK250. Baza podataka ZK250 je projektovana kao otvoren sistem, tako da su mogućnosti njenog proširenja ili redukcije neograničene. Podržava eventualno dodavanje novih tematskih slojeva, objektnih klasa, tabela i atributa u tabelama, u zavisnosti od potreba i zahteva. Iako je konačni proizvod ZK250 štampana verzija, ova karta se može distribuirati putem WEB servisa kao interaktivna pregledno topografska karta.

Na osnovu stečenih iskustava u radu i analize dobijenih rezultata, mogu se izneti značajna zapažanja: ubrazana izrada potpuno novog proizvoda, smanjena mogućnost ljudske greške u generisanju podataka i njihovom grafičkom prikazivanju, smanjena cena izrade uz očuvanje kvaliteta, smanjena mogućnost proizvodnosti i nedoslednosti u radu, itd.

Vojnogeografski institut prati trendove kako u naučnim, tako i u oblastima razvoja informatičkih i komunikacionih tehnologija. Takođe, proizvođači softvera permanentno "izbacuju" nove dodatke tj. alate pomoću kojih se proces rada značajno ubrzava. Na osnovu toga, realno je očekivati da će se u bliskoj budućnosti proces izrade novih kartografskih proizvoda u VGI, metodama kartografske generalizacije, u većoj meri automatizovati, prvenstveno definisanjem standardnih softverskih modela za određne vrste karata.

LITERATURA

- [1] Banković R., Tatomirović S. (2007): Topografska karta 1:250.000 - prva karta po NATO standardu izrađena u Vojski Srbije. U: Zbornik radova - Naučni skup "Odbrambene tehnologije u funkciji mira - OTEX". Beograd: Vojnotehnički institut.
- [2] Borisov, M. (2004): Model i organizacija geoprostornih podataka za razmeru 1:50.000. Doktorska disertacija. Beograd: Univerzitet u Beogradu - Građevinski fakultet.
- [3] Drobnjak, S. (2016). Ocena kvaliteta digitalnih topografskih karata. Doktorska disertacija. Beograd: Građevinski fakultet.
- [4] Đorđević, M. (2016). Primena GIS-a u kartografskoj generalizaciji kategorijskih karata. Doktorska disertacija. Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet.
- [5] Jovanović, M. J. (2017). Kartografija i internet. U: Zbornik radova, str. 289-295. Banja Luka: Prirodno-matematički fakultet.
- [6] Klipelainem, T. (2000). Maintenance of Multiple Representation Databases for Topographic Data. In: The Cartographic Journal, Vol. 37, pp. 101-107.
- [7] Stojanović, M. (2018). Kartografska generalizacija pri izradi digitalnih topografskih karata. Master rad. Beograd: Geografski fakultet.
- [8] VGI (2020): Uputstvo za izvođenje radova na digitalnoj topografskoj karti Republike Srbije razmera 1:250.000. Beograd: Vojnogeografski institut.
- [9] VGI (2021): Digitalna topografska karta 1:250.000 i dokumentacioni materijal VGI za izradu Zidne karte 1:250.000. Beograd: Vojnogeografski institut.