

MODELOVANJE ODREĐENIH ELEMENTA DIGITALNIH ATLASNIH KARATA SA ASPEKTA GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA

Nikola S. Stamenković ^a, Saša T. Bakrač ^b,
Miško M. Milanović ^c

^a Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Sektor za
materijalne resurse, Uprava za infrastrukturu, Beograd

^b Vojnogeografski institut, Beograd

^c Univerzitet u Beogradu, Geografski institut, Beograd

DOI: 10.5937/vojtehg62-5245

OBLAST: geonauke

VRSTA ČLANKA: stručni članak

JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

Atlasi i GIS važni su elementi prikaza modela životnog prostora. U radu je predstavljen model upotrebe GIS tehnologije u izradi određenih elemenata atlasnih karata. To podrazumeva definisanje osnovnih matematičkih elemenata karata digitalnog atlasa i mogućih struktura i formi baza prostornih podataka. Geografski elementi atlasnih karata, pretprocesiranje u GIS i strukturiranje karata digitalnog atlasa podržano GIS-om čine osnovne teme rada.

Naglašava se mesto GIS tehnologije u procesu izrade atlasnih karata sa dva aspekta. Jedan aspekt predstavlja okvir geografskih informacionih sistema i mogućnosti koje pružaju, a drugi aspekt predstavljaju kartografske metode, odnosno sistem kartografskih metoda u čijem okruženju se izrađuju atlasne karte.

Ključne reči: modelovanje, atlasne karte, geografski informacioni sistemi.

Uvod

Atlasi, pored geografskih karata, predstavljaju najvažnije kartografske modele životnog prostora. Savremeni geografski informacioni sistemi (GIS) danas sve više „učestvuju” u planiranju, projektovanju i predviđanju stanja i procesa kompleksnih dinamičkih prostornih sistema. Modeli stvarnosti predstavljeni atlasnim kartama u okviru geografskog informacionog sistema pretpostavljaju sistemski pristup i primenu kartografskog metoda u toku celokupnog procesa izrade karata.

U tom smislu izrada digitalnih atlasnih karata može se posmatrati sa dva aspekta. Prvi aspekt predstavlja okvir geografskih informacionih sistema sa mogućnostima koje pružaju, a drugi sistem kartografskih metoda u čijem okruženju se izrađuju atlasne karte. Uzajamna povezanost ova dva aspekta determiniše metodološki pristup i put izrade digitalnog atlasa i pripadajućih karata.

U GIS koncept izrade atlasne karte, pored koncepcije celokupne GIS aplikacije, njene mogućnosti i ograničenja rada sa različitim bazama geo-podataka (internim i eksternim) i zahtevima koji se postavljaju za određenim hardverskim rešenjima, kao posebni aspekti uključuju se i kartografski izvori (raspoloživi podaci), matematički elementi karata i stručnjaci različitih profila. Sve to odražava kompleksnost jednog kartografskog GIS projekta.

Prikupljanje podataka za određenu geografsku kartu i GIS predstavlja njegovu osnovu. Podaci egzistiraju u različitim formatima, oblicima i strukturama, a prikupljanje i obradu podataka moguće je izvršavati na različite načine. Osnovni princip GIS-a podrazumeva formiranje baza prostornih podataka kao organizovanih i integrisanih „skladišta” svih informacija koje su potrebne za generisanje geografskog sadržaja različitih karata. Jedan od uslova uspešne izrade atlasa jeste i definisanje matematičkih elemenata karata.

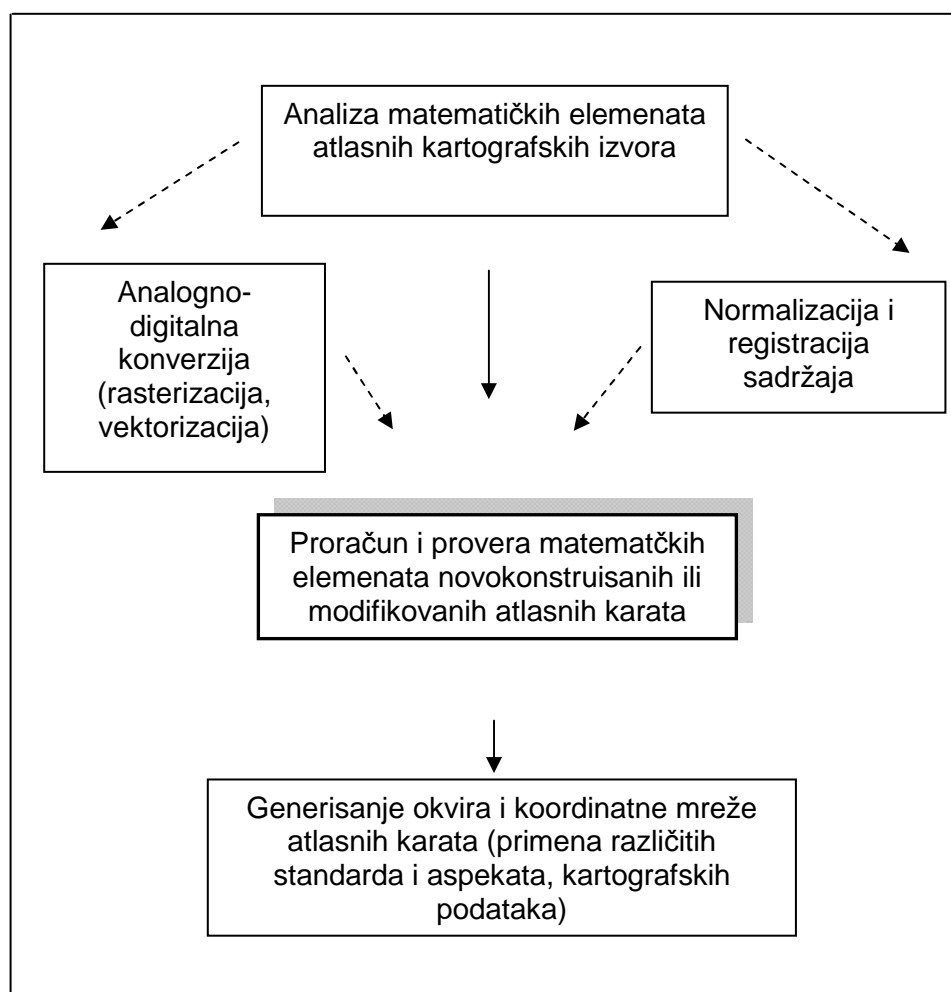
Matematički elementi atlasnih karata

U projektovanju matematičke osnove atlasa posebna pažnja posvećuje se usklađivanju matematičke osnove srodnih karata (Vemić, 2006). Odnosno, matematička osnova svake pojedinačne atlasne karte ne rešava se samostalno već se vodi računa o njenom odnosu prema srodnim kartama (srodne karte u atlasu – određene zbirke karata iste razmere – imaju i srodnu matematičku osnovu). Za definisanje matematičke osnove atlasnih karata može se primenjivati automatizovani i računarski podržan postupak proračuna matematičkih elemenata u okruženju GIS. Matematičku osnovu atlasa čine sledeći matematički elementi ili kategorije:

- geodetska osnova,
- kartografska projekcija,
- koordinatna mreža,
- okvir karte i
- razmera.

Jedan od načina modelovanja matematičkih elemenata atlasnih karata prikazan je na slici 1 (autor). Pri stvaranju, na primer, Digitalnog atlasa hidrografskih pojava Boke kotorske razmatrani su matematički, geografski i likovni elementi atlasnih karata, a rešenja koja su donošena nisu

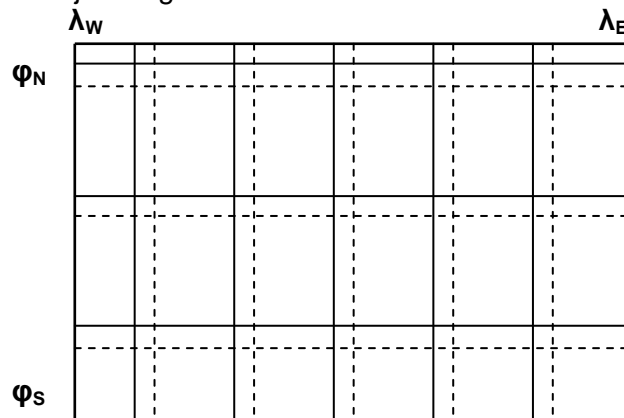
mogla biti bez međusobnog uticaja navedenih grupa elemenata. Navedeni atlas pripada grupi pomorskih tematskih kompleksnih atlasa i prvenstveno obrađuje prirodne pojave. Kao posledica specifičnosti strukture sadržine pomorskih karata pojedine atlasne karte mogu se svrstati i u tematske karte tehničkih komunikacija i sistema (opšta navigacijska karta). Uopšteno, tematske karte (sedimentološke, batimetrijske, ...) čine većinu atlasnih karata, a svojom raznovrsnošću i sadržinom omogućavaju namenu karata kod širokog kruga korisnika.



Slika 1 – Način modelovanja matematičkih elemenata atlasnih karata u okruženju GIS
 Figure 1 – Modeling of the mathematical elements of atlas maps in the GIS environment – Example

đivanju matematičkih elemenata novokonstruisanih i modifikovanih karata predstavljaju kombinaciju konvencionalnih kartografskih i GIS konstrukcionih metoda (Kostić, Bakrač, 2009, 313-324). Danas se mogu uzeti, kao delimično tačne, konstatacije pojedinih stručnjaka iz različitih geo-oblasti sa kraja XX veka da GIS ne služi kao alat za pohranjivanje i čuvanje karata, već da čuva organizovane baze prostornih podataka iz kojih se mogu različitim postupcima dobiti prikazi razmeštaja prostornih elemenata koji odgovaraju posebnim zahtevima korisnika (Borisov, Banković, 2011, pp.158-174). Trenutno, pojedine GIS aplikacije u okviru razvijenijih softvera omogućavaju izradu kvalitetnih geografskih i tematskih karata i njihovu pripremu za štampu, ali prethodno je potrebno detaljno poznavanje koncepcije celokupne GIS aplikacije, njene mogućnosti i ograničenja rada sa različitim bazama geo-podataka (internim i eksternim) i zahtevima koji se postavljaju za određena hardverska rešenja.

Danas u svetu postoji veliki broj „datuma” (više od stotinu) koji su uspostavljeni i korišćeni, a većina se još uvek koristi, kao jedan od osnovnih matematičkih elemenata pri sastavljanju i izradi različitih geografskih i tematskih karata. Radi pomoći mnogobrojnim mogućim korisnicima digitalnih i tradicionalnih karata i atlasa koji nisu izrađeni na osnovu WGS84, već na osnovu lokalnih orijentisanih elipsoida, kao što je bio i naš Beselov (datum Hermanskogel 1841), potrebno je odrediti vrednosti koje najverovatnije odgovaraju horizontalnim razlikama geografskih koordinata između elipsoida, a koje se mogu primeniti sa dozvoljenom greškom u odnosu na razmeru karata (slika 3).



Slika 3 – Prikaz translatorno pomerene koordinatne (kartografske) mreže nakon određivanja razlika (odnosi na slici ne odgovaraju stvarnim vrednostima, ali mogu da odgovaraju smeru translacije)

- nova kartografska mreža (WGS84)
- - - - - stara mreža (stari "datum")

Figure 3 – Illustration of the translatory moved coordinate (cartographic) grid after the determination of the difference (relations in the Figure do not correspond to the actual values, but can refer to the direction of translation)

- New chart grid (WGS84)
- - - - - the old "datum"

Baze prostornih podataka i GIS

Jedan od najbitnijih delova svakog GIS jesu pripadajuće baze podataka, kao i definisanje njihovih struktura i sadržaja (Autor). Izazovi koji se postavljaju pred kartografa, a vezani su za sadržaj i strukturu baze prostornih podataka, najviše se odnose na pitanja generalizacije, uopštavanja i vizualizacije prostornih odnosa na određenoj tematskoj geografskoj karti (Živković, Ikonović, 2008). Za izradu tematskih geografskih atlasa predlaže se korišćenje standardnih formata baze podataka ili korišćenje formata baze podataka koja je zasnovana na postojećim minimalnim opšteprihvaćenim rešenjima i standardima, jer nije potrebno naknadno praviti posebne interne strukture odnosno formate baza podataka za određene GIS softvere. Takođe, ukoliko se koriste posebni formati baza podataka o prostoru naknadno je potrebno praviti specijalizovane aplikacije radi generisanja različitih izveštaja ili upravljanja podacima. Savremeni GIS softveri koriste i prepoznaju, pored ostalih, i baze formata MS Access (Microsoft Access) kao „svoje” baze, odnosno „skladišta” podataka, što umnogome olakšava rad i obradu podataka o prostoru.

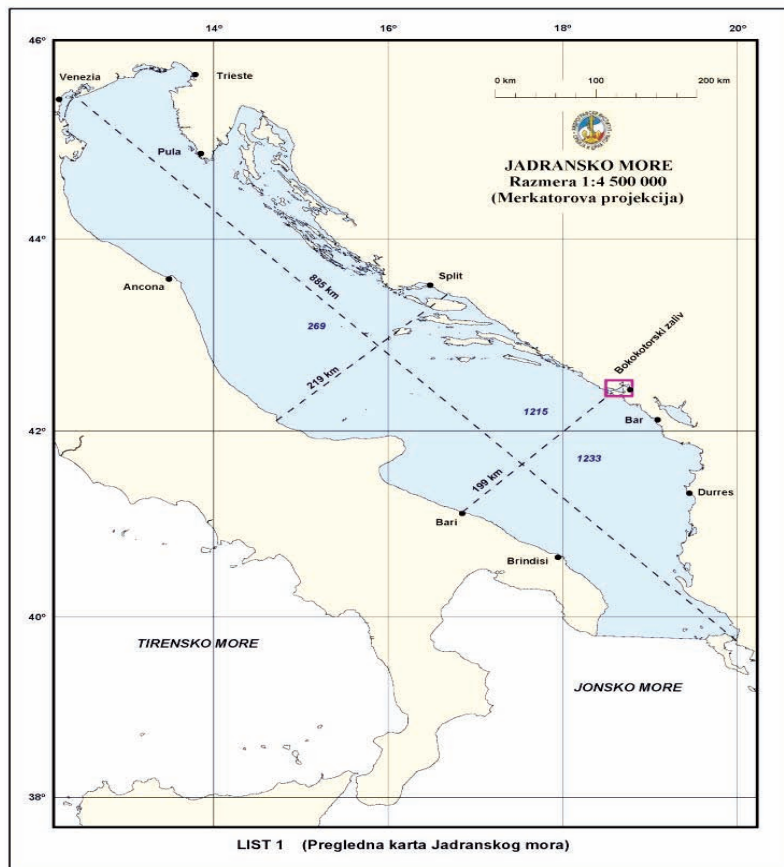
Jedan od zahteva koji se postavljaju prilikom izrade atlasa i omogućavanja kasnije analize podataka koji su prikazani kao entiteti, jeste i omogućavanje objektnoorijentisanog pristupa rešavanja problemu, što zahteva postojanje objektnozasnovanog GIS softvera (Kukrika, 2000). U aktuelnim kartografskim GIS projektima u prvoj dekadi XXI veka postoji tendencija za korišćenjem osnove i formata već postojećih razvijenih softverskih modela baza podataka. Na primer, za evropski projekat IGME 5000 (Kartografsko-geološki GIS projekat razmere 1:5000 000, eng.: The International Geological Map of Europe and Adjacent Areas 1: 5000 000), koji se u određenom smislu može posmatrati i kao zbirka digitalnih atlasnih karata, korišćena je baza podataka zasnovana na MS Access-u (IGME 5000 [rl:http://www.bgr.de/karten/igme5000/igme5000.htm#introduction](http://www.bgr.de/karten/igme5000/igme5000.htm#introduction)) (slika 4).

Slika 4 – Izgled maske za unošenje podataka u bazu podataka za projekat IGME 5000 zasnovan na MS Access-u (videti: <http://www.bgr.de/karten/igme5000/igme5000.htm#introduction>)

Figure 4 – Look of the database entering the data mask for Project IGME 5000 based on MS Access (<http://www.bgr.de/karten/igme5000/igme5000.htm#introduction>)

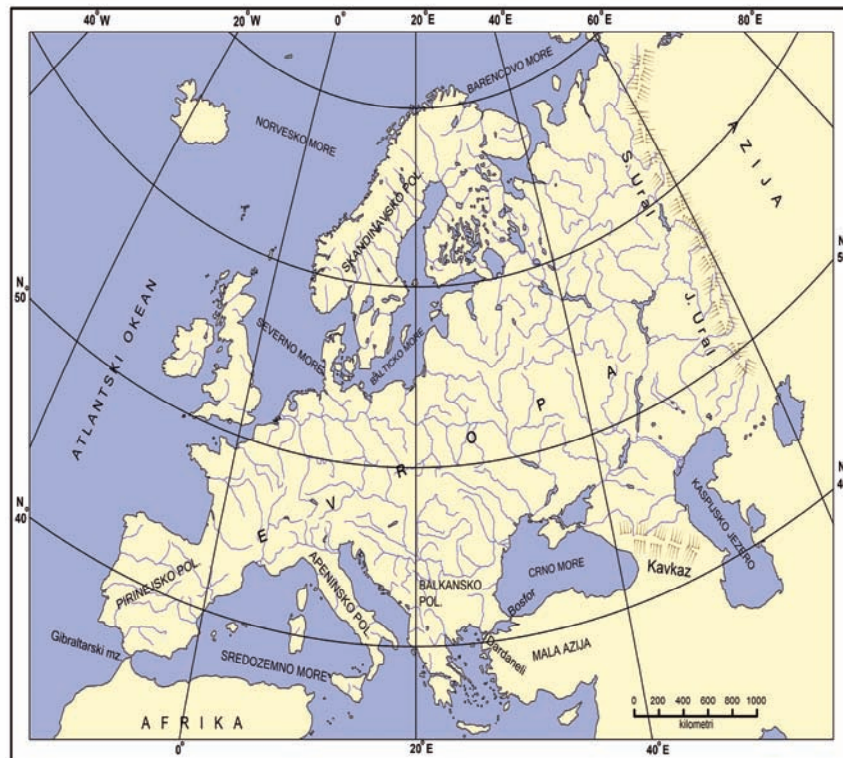
Geografski sadržaj atlasa i preprocesiranje u GIS-u

U odnosu na razmeru pojedinih grupa atlasnih karata i njihovu kategoriju geografski elementi atlasnih karata mogu se podeliti u određene grupe u zavisnosti od vrste atlasa i njegove klasifikacije. Uopšteno, na većini kategorija atlasnih karata prikazuju se osnovni elementi (slike 3 i 4), a to su: kartografska mreža (mreža meridijana i paralela na preglednim kartama sitnije razmere), obalska linija i na određenim hidrološkim atlasima i deo hidrografske mreže (rečna mreža).



Slika 5 – Umanjena pregledna atlasna karta (List 1) iz projekta Digitalni atlas hidroloških pojava Boke kotorske

Figure 5 – Reduced general atlas chart (sheet 1) from the project Boka Kotorska Hydrographic Phenomena Digital Atlas



Slika 6 – Umanjena pregledna atlasna karta kontinenta Evropa sa prikazanim osnovnim elementima iz projekta Digitalni hidrološki atlas Srbije
 Figure 6 – Reduced general atlas map of the continent of Europe with the basic elements; the map has been done within the project named Digital Hydrological Atlas of Serbia

Svi prikazani osnovni elementi na slikama 5 i 6 proračunati su i izrađeni u GIS okruženju primenom tradicionalnih kartografskih metoda i savremene GIS tehnologije (rasterizacija, vektorizacija, digitalizacija).

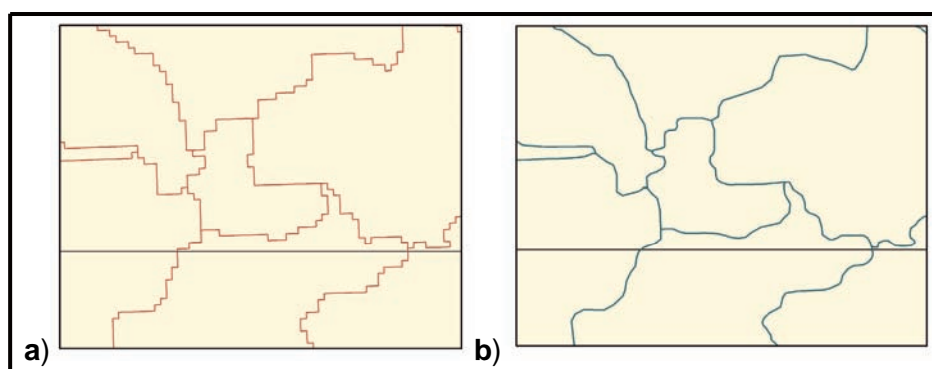
Geografski elementi atlasnih karata mogu se uslovno podeliti u četiri grupe, a prikazuju se u okviru sledećih sadržaja: topografskog, hidrološkog, geološko-litološkog i pomoćnog, odnosno informativnog. Topografski deo sadržaja na pojedinim grupama atlasnih karata prikazuje se sa različitim stepenom detaljnosti u zavisnosti od razmere karata, a činili bi ga sledeći osnovni topografski elementi: reljef i zemljišni oblici i pojave na kopnu, određene visinske tačke i naseljena mesta.

Definisanjem osnovnih matematičkih elemenata karata digitalnog atlasa, mogućih struktura i formi baza prostornih podataka kao dela GIS-a koje bi bile korišćene tokom modelovanja i nakon prikupljanja svih potrebnih kartografskih izvora, pristupa se fazi pretprocesiranja u GIS-u. To prethodi kartografskom modelovanju i vizualizaciji stvarnosti koju želimo da predstavi-

mo. Pretprocesiranje u GIS-u podrazumeva obradu i pripremu svih eksternih baza prostornih podataka koje mogu biti korišćene za izradu osnovnih, preglednih i ostalih karata atlasa (Borisov, Banković, 2012, pp.216-234). Obrada dostupnih podataka odnosi se na prilagođavanje izgleda, forme i strukture podataka za upotrebu u okviru željenog GIS softvera (slika 7).

S obzirom na različite dostupne formate izvornih podataka koji se koriste prilikom izrade digitalnog atlasa i na različite načine njihovog prikupljanja i obrade u okviru postojećih informacionih sistema potrebno je obratiti posebnu pažnju na koji način i u kom obliku su ti podaci, bili oni u rasterskom ili vektorskom obliku, spremljeni i arhivirani u postojećim bazama podataka. Naročitu pažnju potrebno je obratiti pri preuzimanju i upotrebi podataka o digitalnim modelima visina u različitim aplikacionim softverima (autor). Ispravan prikaz i upotreba podataka o digitalnim modelima visina nekada može zavisiti od jednostavnog preimenovanja ekstenzije određenog fajla, a u drugom slučaju potrebno je, radi izvršavanja prostornih analiza, da se podaci konvertuju u okviru specijalizovanog ili GIS aplikacionog softvera. Tek sa tako pripremljenim podacima i nakon konsultovanja i upoređivanja stručnih radova i iskustava iz dostupnih postojećih i proverenih otvorenih izvora korisnik može da upotrebljava ispravne vrednosti podataka o digitalnim modelima visina u nameravanom aplikacionom softveru.

Najviše tehničke pomoći, prilikom pretprocesiranja podataka i njihove pripreme za prikaz u GIS-u, pružaju informacije koje su sadržane u tzv. metapodacima. Zahteva se i osnovno poznavanje rada sa geografskim i opisnim podacima u više standardnih GIS softvera i kartografskih programa, a posebno onih koji su najzastupljeniji na tržištu u poslednje dve decenije.



Slika 7 – Primer uređivanja linija – granica razdvajanja površinskih entiteta (a – osnovni izgled granica, izvorni podaci iz eksterne baze podataka; b – izgled granica basena nakon uređivanja u GIS-u)

Figure 7 – Example of line-editing borders separating a surface entity (a – look of the basic border lines, the original data from external databases, before editing; b – look of the border lines after editing in a GIS)

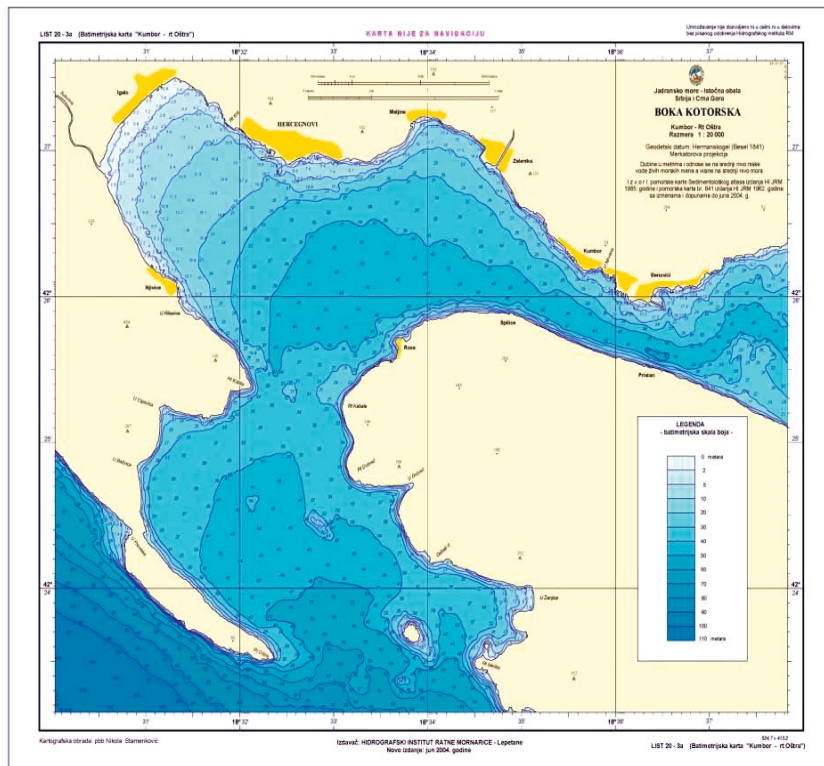
Strukturiranje karata digitalnog atlasa podržano GIS-om

Prikaz geometrijskih i opisnih podataka geografskih objekata u radnom geoprostoru GIS-a omogućen je kroz ostvarivanje konekcije za bazama podataka u kojima se nalaze ti podaci. U okviru jednog takozvanog radnog geoprostora moguće je kreirati više kartografskih stranica ili samo stranice sa odgovarajućim podacima, a sve u zavisnosti od broja otvorenih veza sa dostupnim bazama podataka. Bez obzira na to da li samo prikazujemo i pregledamo geografske podatke ili ih i zapisujemo u odgovarajuću bazu podataka, radni geoprostor na kojem trenutno radimo može da sadrži podatke iz mnogih različitih izvora, pa čak i one tipove podataka koji nisu kompatibilni (nemaju iste matematičke elemente karata ili istu geometriju) (Stamenković, 2012).

Uređivanje i detaljniju obradu pojedinačnih kartografskih podataka u okviru zajedničkog radnog geoprostora trebalo bi izbegavati jer su svi podaci trenutno grupno prikazani i reprojektovani u zadatim vrednostima parametara projekcije koja se odnosi na tu kartografsku stranicu. Ukoliko menjamo geometriju bilo kog podatka (klase objekta) ili ga uređujemo na željenoj kartografskoj stranici, prethodno je poželjno proveriti i njegove metapodatke u bazi podataka čije bi vrednosti trebalo da budu identične sa koordinatnim sistemskim fajlom otvorenog radnog geoprostora. U suprotnom, kasnija upotreba na taj način uređenih i spremljenih podataka može izazvati međusobnu nekonzistentnost i neadekvatan prikaz posmatranih integrisanih prostornih pojava.

Strukturiranje karata atlasa zavisi i u uskoj je vezi sa savremenim načinom izrade digitalnih karata i tradicionalnim kartografskim metodom. Povezanost geografske strukture ampliokarata, preglednih, polilinijskih, komplementnih i selekcionih atlasnih karata sa njihovom likovnom strukturom ostvaruje se putem kartografskih znakova, brojki i slova, a intenzitet i različitost boja i proporcije formata karata dodaju novo kvalitetno svojstvo opštem izgledu atlasnih karata. Na primer, u okviru GIS softvera *GeoMedia Professional* ostvaruju se mogućnosti za pristup podacima iz velikog broja izvora i različitih struktura podataka, kao i za izvršenje svih potrebnih transformacija radi integracije podataka u jednu konzistentnu strukturu. Realizacijom odgovarajućih radnji i postupaka korisniku se omogućava izvođenje analiza, prikaz prostornog rasporeda pojava i izrada tematskih karata željenog sadržaja (Knippers, 2009).

Strukturiranje karata digitalnog atlasa obuhvata registraciju i transformaciju podataka i formiranje digitalnih modela i karata (autor). Oformljenje određenih digitalnih modela, odnosno tematskih karata podrazumeva ne samo trenutno oblikovanje izgleda pojedinih karata radi dodeljivanja i primene određenih boja i nijansi na kartama ili definisanja debljine linija, veličine, izgleda i vrsta slova i brojki, već uključuje i sveukupno razmatranje izgleda karte, njene čitljivosti i opšteg utiska koji može da ostavi na korisnika (slika 8).



Slika 8 – Umanjena Batimetrijska karta „Kumbor rt Oštra” iz projekta Digitalni atlas hidroloških pojava Boke kotorske (List 20-3a)
Figure 8 – Reduced Bathymetric chart "Kumbor-rt Oštra" from the project Boka Kotorska Hydrographic Phenomena Digital Atlas (Sheet 20-3a)

Zaključak

Korišćenjem određene metodologije moguće je uspešno modelovanje digitalnih atlasnih karata GIS tehnologijom. To podrazumeva definisanje osnovnih matematičkih elemenata karata digitalnog atlasa, mogućih struktura i formi baza prostornih podataka kao dela GIS-a koji se koriste tokom modelovanja.

Nakon prikupljanja svih potrebnih kartografskih izvora pristupa se fazi pretprocesiranja u GIS-u. Pretprocesiranje u GIS-u i kartografsko modelovanje predstavljaju multidisciplinarno tesno povezane korake u nastajanju atlasnih modela, kojima prethodi raspoznavanje i usvajanje potrebnih izvornih podataka.

Korišćenjem slojevito organizovanih vektorskih i rasterskih podataka u datoj rezoluciji moguće je izvršavati određene analize i sagledavati međusobne odnose pojava u prostoru. Ostvaruju se mogućnosti savreme-

nog načina štampanja i dobijanja ostalih kartografskih proizvoda i različitih tematskih karata, u digitalnom i analognom obliku, čime se postižu postavljene ciljevi kartografskog projekta.

Literatura

Asch, K., 2005, The 1:5 Million International Geological Map of Europe and Adjacent Areas. BGR, Hannover.

Borisov, M., Banković, R., 2011, Primena GIS sa aspekta multifunkcionalnosti, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, 59(2), pp.158-174.

Borisov, M., Banković, R., 2012, Zakrivljenost zemljine površii vidljivost između dva položaja, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, 60(2), pp.216-234.

IGME 5000, The International Geological Map of Europe and Adjacent Areas 1: 5000 000,

URL:<http://www.bgr.de/karten/igme5000/igme5000.htm#introduction>.

Kostić, M., Bakrač, S., 2009, Digitalno modelovanje podataka-evaulacija morfometrijskih karakteristika terena, Naučno-stručni skup „Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine“, pp.313-324, Palić-Subotica.

Knippers, R., 2009, Geometric Aspects of Mapping, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, Netherland, URL: <http://kartoweb.itc.nl/geometrics/>.

Kukrika, M., 2000, Geografski informacioni sistemi, udzbenik, Geografski fakultet, Beograd.

Stamenković, N., 2012, Izrada digitalnog atlasa hidroloških pojava sa aspekta razvoja geografskih informacionih sistema, doktorski rad, Geografski fakultet, Beograd.

Vemić, M., 2006, Teorijsko-saznajne pretpostavke izrade nacionalnih atlasa, Glasnik srpskog geografskog društva, br. 2, sv. LXXXVI, Beograd.

Živković, D., Ikonović, V., 2008, Metodološko-kartografski algoritam, Glasnik srpskog geografskog društva, br. 3, sv. LXXXVIII, Beograd.

MODELING CERTAIN DIGITAL ATLAS MAP ELEMENTS FROM THE GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS ASPECT

FIELD: Earth Sciences

ARTICLE TYPE: Professional Paper

ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

Besides geographic maps, atlases represent the most important cartographic models of environment. Nowadays, contemporary geographic information systems (GIS) are increasingly used ' in planning, designing and predicting the conditions and processes of complex dynamic spatial systems. Collecting data and information for a specific geographical map and GIS represents its basis.

Modeling of mathematical elements

One of the conditions for a successful development of an atlas is to define the preliminary mathematical elements of atlas maps. The mat-

hematical basis of the atlas consists of the following mathematical elements: geodetic base, map projection, grid, a framework map and a scale.

Descriptions and analyses of the mathematical basis of cartographic sources for the development of digital atlas geographic maps lead towards the unity and uniformity of a new atlas geodetic base and towards reducing differences in the use of different projections in display of collected spatial data. For modeling one atlas, numerous cartographic sources from different epochs are used.

Spatial databases and GISs

One of the most important parts of each GIS are related databases as well as defining their structure and content. The challenges facing cartography, related to the content and structure of spatial databases, concern mostly the issues of generalization and visualization of spatial relations in a particular thematic map. One of the requirements set when creating atlases and enabling a later analysis of the data presented as an entity is also a requirement for enabling an object-oriented approach to problem solving, which requires the existence of an object-based GIS software.

Geographic atlas content and GIS preprocessing

Geographical atlas maps elements can be conditionally divided into four groups, and shown within the following items: topographic, hydrological, geological-lithological and supporting or informative groups. Preprocessing in a GIS involves the processing and preparation of all external spatial databases that can be used to create basic, general and other atlas maps. Processing of available data refers to customizing the data appearance, form and structure for use within a desired GIS software.

Structuring digital atlas maps supported by the GIS

Structuring atlas maps depends closely on and is related to the contemporary way of making digital maps and to the traditional cartographic method. Structuring digital atlas maps includes registration and transformation of data and the formation of digital models and maps. Forming certain digital models and thematic maps implies not only the current map design in order to assign certain colors and shades to the map or define the line thickness, size, layout and type of letters and numbers, but it also includes consideration of the overall look of the map, its readability and mental impressions that may leave on the user.

Using a specific methodology enables successful modeling of digital atlas maps within geographical information systems. This implies defining the basic mathematical elements of digital atlas maps, the possible structure and form of spatial databases as a part of a geographical information system used in modeling.

Key words: modeling, atlas maps, geographical information systems.

Datum prijema članka/Paper received on: 27. 12. 2013.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 27. 03. 2014.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on: 29. 03. 2014.