

METODE ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA U GEOINFORMACIONOM SISTEMU VODOPRIVREDE SRBIJE*

Ivan LUKOVIĆ, Miro GOVEDARICA, Vladimir PAJIĆ
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
e-mail: {ivan, miro, pajicv}@uns.ns.ac.yu

REZIME

Cilj Geoinformacionog sistema (GIS) vodoprivrede Srbije je da obezbedi upravljanje prostornim podacima Republike Srbije i njihovo korišćenje u različitim oblastima poslovanja. Geoinformacioni sistem treba da bude deo nacionalne infrastrukture prostornih podataka, kao i deo šire, evropske infrastrukture prostornih podataka. Evropska unija je kroz Okvirnu direktivu o vodi deklarirala zahteve o podacima koje jedna takva infrastruktura treba da obuhvati. Ova Direktiva sadrži predlog opšte organizacije tih podataka. Prema Direktivi, organizacija podataka definisana je u obliku modela podataka i strukture lejera. Metode za prikupljanje podataka koje će biti razvijene i uključene u GIS vodoprivrede Srbije, omogućiću će prikupljanje odgovarajućih podataka i njihovo inkorporiranje u navedenu organizaciju podataka.

U ovom radu biće prikazane metode za određivanje granica slivnih područja, bazirane na analizi digitalnih modela terena, kao i metode za prikupljanje podataka o površinskim vodnim telima, bazirane na daljinskoj detekciji. Primenom tih metoda, moguće je pokriti dve važne grupe podataka: (i) o rečnim slivovima i (ii) o kategorijama površinskih vodnih tela. Te dve grupe istovremeno predstavljaju lejere, koje propisuje Okvirna direktiva o vodi.

Ključne reči: rečni slivovi, vodna tela, DEM, daljinska detekcija.

1. UVOD

Studija razvoja Geoinformacionog sistema (GIS) vodoprivrede Srbije predviđa da će upravljanje geopodacima i njihovo održavanje biti jedna od glavnih funkcionalnih celina sistema. Ta funkcionalna celina će

se sastojati iz sledećih potcelina: prikupljanje podataka, održavanje podataka, izrada analiza i projekata, izvođenje projekata i upravljanje objektima i distribucija podataka. Ovaj rad se bavi funkcionalnom potcelinom prikupljanja podataka.

Bez obzira što trenutno već postoji velika količina podataka o vodnim resursima u Srbiji, GIS vodoprivrede Srbije treba da obezbedi metode za sistematično prikupljanje podataka o vodnim resursima i detekciju promena u vodnim resursima. U radu [3] prikazana je struktura lejera koju propisuje Okvirna Direktiva o Vodi Evropske Unije (*Water Framework Directive - WFD*), na kojoj je GIS vodoprivrede Srbije baziran. U ovom radu biće prikazane metode za prikupljanje podataka vezanih za lejere REČNI SLIVOWI I PODSLIVOWI I POVRŠINSKA VODNA TELA – KATEGORIJE. Navedene metode omogućuju automatsko prikupljanje podataka, zahtevanih od strane Okvirne direktive o vodi, prema strukturi koju ona propisuje. Korišćene metode su već implementirane u okviru nekih GIS alata, ali za razliku od njih, u okviru ovog rada korišćenje tih metoda je upravo usmereno na dobijanje podataka u formi koju zahteva Okvirna direktiva o vodi.

U sledećim odeljcima rada, metode za prikupljanje podataka vezanih za lejere rečni slivovi i podslivovi i površinska vodna tela – kategorije, prikazane su detaljno.

2. ODREĐIVANJE GRANICA REČNIH SLIVOVA

Analiza granica rečnih slivova zasnovana je na digitalnom modelu terena datom u obliku tzv. *Digital Elevation* modela (DEM), rezolucije 90m. Četiri DEM-a koja pokrivaju celu teritoriju Srbije preuzeta su sa

* Ovaj članak rezultat je rada na projektu 410038 - Geografski informacioni sistem vodoprivrede Srbije

Internet adrese <http://srtm.csi.cgiar.org/> [1]. Oni pokrivaju teritoriju od 40. do 50. stepena severne geografske širine i od 15. do 25. stepena istočne geografske dužine, u koordinatnom sistemu *World Geodetic System* (WGS84). Ti DEM-ovi su učitani u softver Leica ERDAS Imagine 9.0 i spojeni, kroz proces mozaikovanja, u jedan. Iz dobijenog DEM-a je, zatim, isečeno područje od 18. do 24. stepena istočne geografske dužine, a po geografskoj širini nije vršeno odsecanje. Takav DEM je zatim projektovan u UTM projekciju, zonu 34, pošto je to jedan od zvaničnih koordinatnih sistema za područje Srbije.

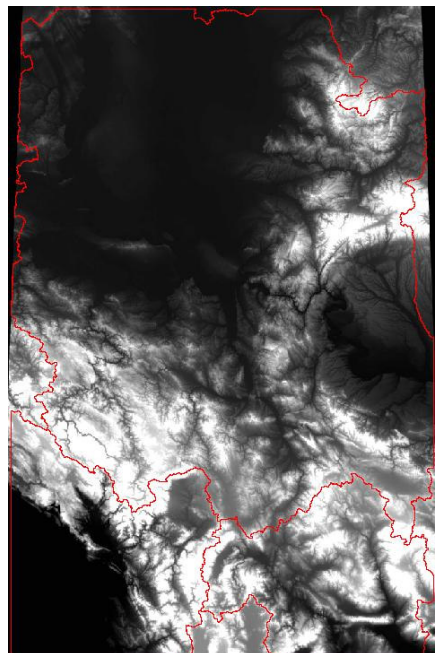
Da bi bila smanjena količina podataka koju će softver za određivanje granica rečnih slivova koristiti, iz projektovanog DEM-a je isečeno područje sa granicama datim sledećim koordinatama:

- X koordinata severozapadne tačke = 5267623m,
- Y koordinata severozapadne tačke = 282181m,
- X koordinata severoistočne tačke = 5269639m,
- Y koordinata severoistočne tačke = 627031m,
- X koordinata jugozapadne tačke = 4623298m,
- Y koordinata jugozapadne tačke = 261006m,
- X koordinata jugoistočne tačke = 4536581m i
- Y koordinata jugoistočne tačke = 739964m.

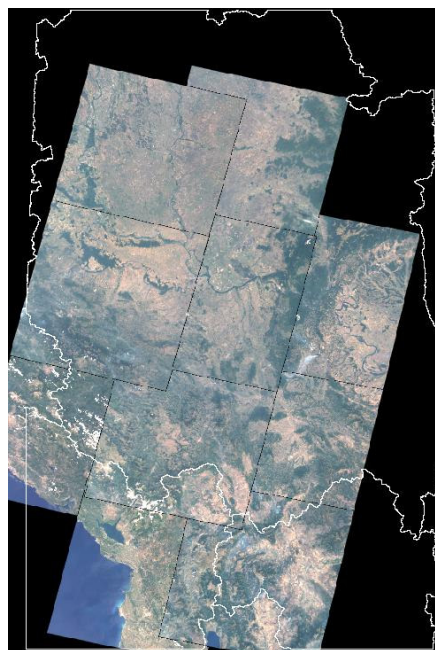
Na taj način, dobijen je DEM koji i dalje pokriva celu teritoriju Srbije, a vreme obrade podataka je skraćeno.

Određivanje granica rečnih slivova je sprovedeno kroz modul Watershed koji je deo programskog paketa Microimages TNTmips. Modul Watershed bavi se delovanjem terena na hidrologiju površinskih voda kroz modelovanje kretanja vode preko površine terena. Ulazni podatak za taj Watershed proces je DEM, koji predstavlja regularnu mrežu sa vrednostima visina, sačuvanu kao digitalna slika (raster). Modul Watershed izračunava lokalne pravce oticanja i postepenu akumulaciju vode koja se kreće nizbrdo preko terena. Iz tih međurezultata, proces zatim pronalazi staze oticanja i granice između slivnih područja, tj. površina sa kojih voda otiče kroz pojedinačni sistem staza oticanja. Slivno područje se, nakon toga, može podeliti u manja slivna područja koja obuhvataju pojedinačne grane mreže staza oticanja. Mreža staza oticanja, granice slivnih područja i podela slivnih područja kreirani su kao posebni vektorski objekti. Moguće je podešavati nekoliko parametara izračunavanja u cilju variranja nivoa detalja u prepoznatim objektima. Takođe, u procesu određivanja staza oticanja i slivnih područja, izračunavaju se i različiti atributi vezani za te objekte [5].

U slučaju kada se uključi opcija za ispunjavanje svih depresija, za celu teritoriju Srbije dobijaju se tri velika slivna područja koja odvode vodu u Crno, Jadransko i Egejsko more. To je prikazano na slikama 1 i 2.



Slika 1. Slivna područja Crnog, Jadranskog i Egejskog mora sa DEM-om u pozadini



Slika 2. Slivna područja Crnog, Jadranskog i Egejskog mora sa LANDSAT ETM+ snimcima u pozadini

Manja slivna područja su takođe detektovana, što je prikazano na slikama 3 i 4.



Slika 3. Manja slivna područja sa LANDSAT ETM+ snimkom u pozadini

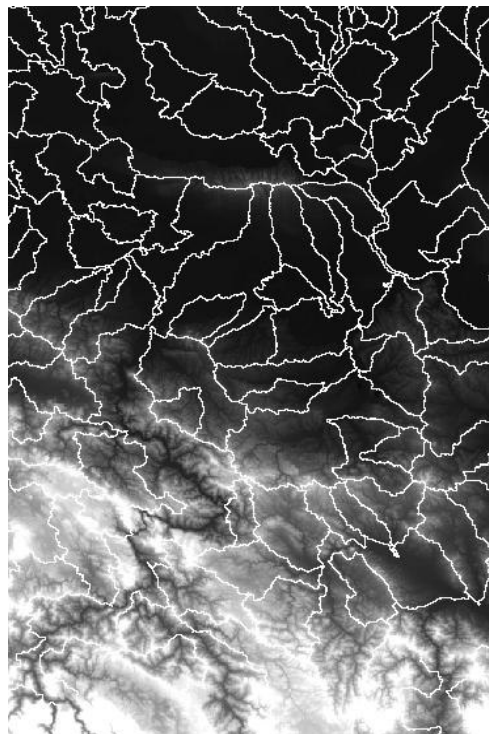
U sledećem koraku, manja slivna područja agregiraju se u veća, koja predstavljaju rečne slivove većih reka u Srbiji.

Podaci su dobijeni u TNTmips-ovom internom formatu koji nije pogodan za dalju manipulaciju pa je stoga izvršena njihova transformacija u *shape* fajlove koji se mogu koristiti u drugim GIS softverima i importovati u bazu podataka.

3. PRIKUPLJANJE PODATAKA O POVRŠINSKIM VODNIM TELIMA

Za detekciju površinskih vodnih tela korišćeni su LANDSAT ETM+ snimci. Snimci su preuzeti sa <http://glcf.umiacs.umd.edu> [2]. Svaki snimak se sastoji od osam spektralnih opsega, sedam multispektralnih i jednog panhromatskog. Prostorna rezolucija multispektralnih opsega je 30m, a panhromatskog 15m.

Za detekciju površinskih vodnih tela izabrana je kombinacija spektralnih opsega 4,5,3 jer najviše ističe



Slika 4. Manja slivna područja sa DEM-om u pozadini

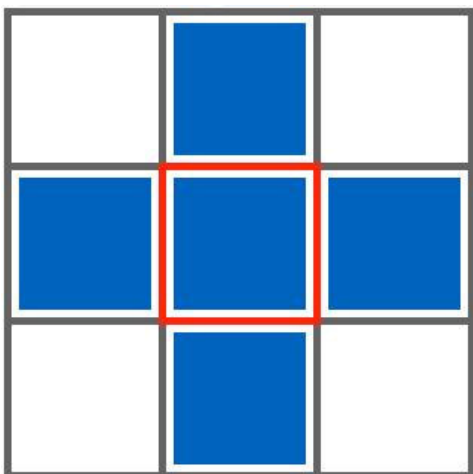
granicu između vodnih tela i zemljišta koje ih okružuje. Kao alati za klasifikaciju površinskih vodnih tela korišćeni su Feature Analyst 4.0 i Leica ERDAS Imagine 9.0 supervised classifier. U oba slučaja, polazni materijal su LANDSAT ETM+ snimci i oba alata su zasnovana na obučavajućem skupu.

Feature Analyst je alat za automatsku ekstrakciju detalja kroz obučavanje softvera. Koristi tehnologiju softverskih agenata koji „uče“ da pronađu detalje kao što su hidrologija, vegetacija i drugi elementi zemljišnog pokrivača, na osnovu primera koje zadaje korisnik. Takođe, koristi specifičan pristup klasifikaciji, u zavisnosti od objekta za ekstrakciju. Pri tome, koristi prostorni kontekst i napredne tehnike za obučavanje softvera. Feature Analyst može da radi sa satelitskim i avionskim snimcima. Radi uspešno sa različitim oblicima snimaka: panhromatskim, RGB, multispektralnim, radarskim i drugim [6].

Proces detekcije vodnih tela u Feature Analyst-u počinje zadavanjem obučavajućeg skupa. Obučavajući skup

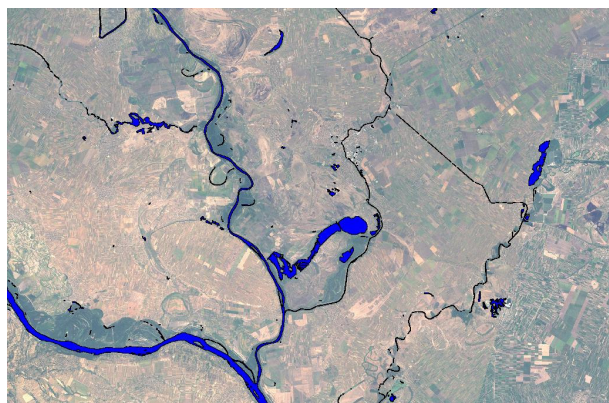
uključuje poligone koji predstavljaju primere površinskih vodnih tela koja se mogu uočiti na snimku. Neophodno je da elementi obučavajućeg skupa na najbolji način predstave oblik i prostorni raspored objekata koji se detektuju. Pošto je obučavajući skup formiran, sledeći korak je zadavanje vrednosti parametara za ekstrakciju. Ti parametri uključuju: spektralne opsege ulazne slike, prostornu reprezentaciju ekstrahovanih objekata, tip rezultata – vektorski ili rasterski, kao i najmanju površinu koja će biti detektovana.

Za prostornu reprezentaciju izabrana je opcija Manhattan, sa širinom 3, kao što je prikazano na slici 5. Takva prostorna reprezentacija preporučena je, od strane alata, za detekciju površinskih vodnih tela. Minimalna površina koja je uzeta u obzir je 20 piksela što približno iznosi 0,5 hektara. Rezultati procesa detekcije prikazani su na slici 6.



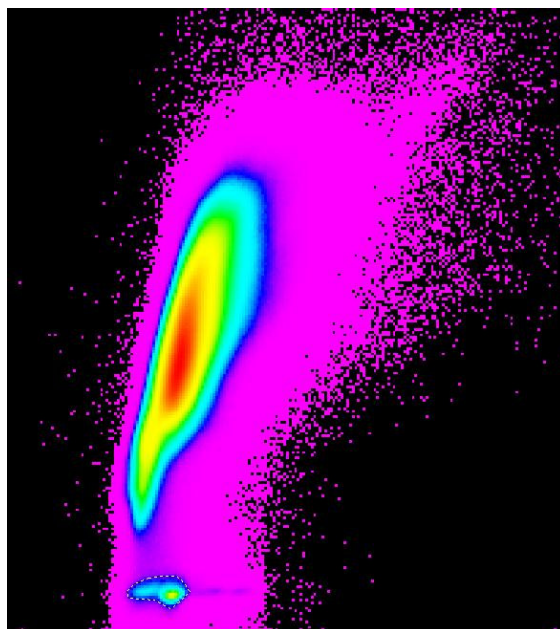
Slika 5. Prostorna reprezentacija

Druga metoda korišćena za detekciju površinskih vodnih tela je Leica ERDAS 9.0 Supervised Classifier. Klasifikacija predstavlja proces sortiranja piksela u konačan broj individualnih klasa na osnovu njihove vrednosti na slici. Ako piksel zadovoljava određen skup kriterijuma, tada se piksel pridružuje klasi koja odgovara tom skupu kriterijuma. Prvi deo procesa klasifikacije je obučavanje softverskog sistema da prepoznaje obrasce unutar podataka. Obučavanje predstavlja definisanje kriterijuma pomoću kojih se ti obrasci mogu prepoznati. Rezultat obučavanja je skup spektralnih potpisa, koji predstavljaju kriterijume za zadati skup klasa.



Slika 6. Detektovana površinska vodna tela

Dve metode su korišćene za prikupljanje spektralnih potpisa. Prvi način je prikupljanje spektralnih potpisa u *Feature Space* prostoru. Na slici 7. je prikazano prikupljanje spektralnih potpisa u *Feature Space* prostoru. Zaokružena površina predstavlja površinska vodna tela u *Feature Space* prostoru. Druga metoda je prikupljanje spektralnih potpisa površinskih vodnih tela u prostoru digitalne slike. Na taj način, prikupljeni su spektralni potpisi za ona vodna tela koja ne pripadaju zaokruženoj površini u *Feature Space* prostoru. Na slici 8. je prikazano prikupljanje spektralnih potpisa površinskih vodnih tela u prostoru digitalne slike.



Slika 7. Feature space prostor



Slika 8. Prostor digitalne slike

Nakon prikupljanja dovoljnog broja spektralnih potpisa, pristupa se klasifikaciji. Rezultati klasifikacije su dobijeni u rasterskom formatu i zatim je izvršena konverzija u vektorski format, radi lakšeg rukovanja podacima.

Rezultati dobijeni po obe klasifikacione metode, Feature Analyst 4.0 i ERDAS Imagine 9.0 supervised classifier, neznatno su se razlikovali. Na kraju, tako dobijeni rezultati su sjedinjeni, da bi se dobili potpuniji podaci o površinskim vodnim telima.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljene su metode za prikupljanje podataka o rečnim slivovima i površinskim vodnim telima. Definisane su metode za prikupljanje podataka za dva od dvanaest lejera koje propisuje Okvirna direktiva o vodi.

Metoda za detekciju granica slivnih područja je zasnovana na analizi DEM-ova. Ta analiza je u ovom radu demonstrirana kroz TNTmips Watershed process. Rezultat tog procesa su velika slivna područja, koja predstavljaju tri velika slivna područja za teritoriju Srbije, i manja slivna područja koja sačinjavaju pomentuta velika slivna područja. Sledeći korak u ovom postupku biće sjedinjavanje manjih slivnih područja u slivna područja glavnih reka u Srbiji.

Metode za detekciju površinskih vodnih tela ekstrahuju sva površinska vodna tela koja postoje na snimku. Zbog toga, u narednom koraku neophodno je izvršiti kategorizaciju površinskih vodnih tela u jednu od narednih kategorija: reke, jezera, prelazne vode, ili obalske vode. Za svaku kategoriju površinskih vodnih tela, u okviru jednog distrikta rečnog sliva, potrebno je razvrstati vodna tela prema odgovarajućem tipu. Ti tipovi se određuju korišćenjem „Sistema A” ili „Sistema B” [4]. U okviru daljih istraživanja, planira se formiranje takve kategorizacije, jer je ona neophodna za kreiranje baze podataka vodnih resursa u Srbiji.

LITERATURA

- [1] Jarvis A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, Hole-filled seamless SRTM data V3, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), 2006. <http://srtm.csi.cgiar.org>,
- [2] Global Land Cover Facility, Institute for Advanced Computer Studies, University of Maryland, College Park, USA, 2000. <http://glcf.umiacs.umd.edu>.
- [3] Pajić V, Govedarica M, Bošković D, Jovanović D, Popov S, Defining Layer Structure for GIS of Serbian Republic Water Management Authority, InterGeo East 2006, Conference for Landmanagement, Geoinformation, Building Industry, Environment. Zbornik radova na CD-u, ISBN 86-85079-01-2, ISSN 1862-3395.
- [4] Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, Annex II, 2000. http://www.rec.hu/tisza/WFD_annex2.html,
- [5] Randall B. Smith, Modeling Watershed Geomorphology, MicroImages, Inc., 2006. <http://www.microimages.com/getstart/watershd.htm>
- [6] Feature Analyst version 4.1 for Imagine, Reference Manual, Visual Learning Systems, Inc., 2006. http://www.featureanalyst.com/feature_analyst/platforms/erdas_imagine.htm,
- [7] ERDAS IMAGINE Tour Guide, 09 December 2005, Geospatial Imaging, LLC, Norcross, Georgia, str. 129-137.

DATA ACQUISITION METHODS IN THE GEOINFORMATION SYSTEM FOR WATER MANAGEMENT IN SERBIA

by

Ivan LUKOVIĆ, Miro GOVEDARICA, Vladimir PAJIĆ
University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad
e-mail: {ivan, miro, pajicv}@uns.ns.ac.yu

Summary

A goal of the Geo-Information System (GIS) for water management in Serbia is to facilitate the management of spatial data, having in view of their uses in various economic areas. The Geo Information System is supposed to be a part of national Spatial Data Infrastructure (SDI), and also a part of a wider, European spatial data infrastructure. In the Water Framework Directive (WFD), the European Union specified the requirements for data that should be included in such an infrastructure. The WFD proposes a universal organization of all those data. According to the WFD, the data organization comprises a data model and a layer structure. The acquisition methods to be developed and included in the GIS of Water Management in Serbia will concern the relevant data

and their incorporation into the WFD-specified data organization.

The paper presents methods for the detection of river basins borders, based on an analysis of digital terrain models, as well as remote sensing based methods for the detection of surface water bodies,. By applying these methods, two important data groups may be covered: (i) on the river basins and (ii) on the categories of surface water bodies. It should be noted that those two groups are the layers specified by the WFD.

Key words: River basins, Water bodies, DEM, Remote sensing

Redigovano 03.12.2007.