

UNIVERZITET U BEOGRADU - GEOGRAFSKI FAKULTET

# PROSTOR

LIST STUDENATA PROSTORNOG PLANIRANJA

BROJ 21  
GODINA XVII

# GISday Srbija 2016

NOVEMBAR 2016



UNIVERZITET U BEOGRADU - GEOGRAFSKI FAKULTET

# PROSTOR

---

LIST STUDENATA PROSTORNOG PLANIRANJA



Univerzitet u Beogradu  
Geografski fakultet  
Katedra za prostorno planiranje  
Studentski trg 3/III  
Beograd

**PROSTOR br. 21**  
**List studenata prostornog planiranja**

**Urednici:**

dr Aleksandar Đorđević  
Branko Protić  
Ljubica Duškov

**Saradnik na pripremi broja:**

Nemanja Vagić

**Tehnička priprema i dizajn korica:**

Branko Protić

**Štampa:**

“PLANETA PRINT”, Beograd

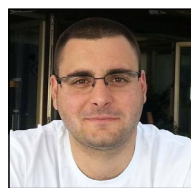
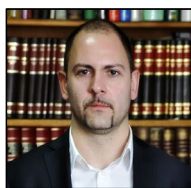
**Tiraž:**

150

Štampano sredstvima  
Geografskog fakulteta  
Univerziteta u Beogradu

Beograd, novembar 2016. godine

## Reči urednika



Poštovani čitaoci,

pred vama je posebno izdanje 21. broja časopisa Prostor - lista studenata prostornog planiranja. Ovo je tematski broj, posvećen **"GIS day"-u 2016** koji je na Geografskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, obeležen 16. novembra 2016. godine u prostorijama Fakulteta u Zemunu.

U uvodnom delu broja koji je pred vama, docent dr Aleksandar Đorđević, gost urednik ovog broja Prostora, osvrnuće se na pojedinosti same organizacije, program, učesnike, goste, partnere i uopšte značaj obeležavanja GIS dana 2016.

Učesnici GIS dana 2016, autori radova i postera jesu studenti osnovnih, master i doktorskih akademskih studija Geografskog, Šumarskog, Rudarsko-geološkog i Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Prirodno-matematičkog i Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, te učesnica iz Gimnazije "Svetozar Marković" iz Novog Sada. Radovi koje možete čitati u ovom broju Prostora su: Strategija reaktiviranja braunfield lokacija u Srbiji – jedan od primera primene GIS-a kao perspektiva za druge oblasti, *studentata Geografskog fakulteta u Beogradu*; Analiza intenziteta erozije primenom metode RUSLE na primeru sliva reke Čađavice, *kolega sa Šumarskog fakulteta u Beogradu*; Primjena laserskog skeniranja u primjeru elektroenergetske infrastrukture, *rad kolega iz Novog Sada, sa Fakulteta tehničkih nauka*; Distribucija teških metala u zemljištu industrijskih zona Sever i Jug u Novom Sadu, *rad najmlađeg učesnika GIS dan-a 2016, učenice Gimnazije "Svetozar Marković" iz Novog Sada*; Analiza i unapređenje rezultata primene alata za određivanje zone urbanog područja, *koji su napisale kolege za Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu*; na samom kraju nalaze se prikazi svih postera koji su učestvovali na ovogodišnjem "GIS day"-u.

Kako bismo ostvarili našu zamisao da održimo kontinuitet objavljivanja dva broja godišnje, pozivamo vas da nam pišete, dajete svoje predloge i ideje, kao i da se uključite u pripremu i realizaciju narednih brojeva.

Aktuelnosti i obaveštenja možete pronaći na našoj Facebook stranici PROSTOR, a pisati nam i radove slati na jedinstvenu e-mail adresu časopisa - [prostor.gef@gmail.com](mailto:prostor.gef@gmail.com).

Prijatno čitanje žele Vam

Aleksandar Đorđević

Branko Protić

Ljubica Duškov

urednici 21. broja časopisa Prostor

Beograd, novembar 2016. godine



# S A D R Ž A J

*doc. dr Aleksandar Đorđević*  
**UVODNA REČ**

*Milica Gačić, Stefan Đurić*  
**STRATEGIJA REAKTIVIRANJA BRAUNFILD LOKACIJA U SRBIJI – JEDAN OD PRIMERA PRIMENE GIS-A KAO PERSPEKTIVA ZA DRUGE OBLASTI**

*Siniša Polovina, Vukašin Milčanović*  
**ANALIZA INTEZITATA EROZIJE PRIMENOM METODE RUSLE NA PRIMERU SLIVA REKE ČAĐAVICE**

*Jovana Radović, Dragana Popović*  
**PRIMJENA LASERSKOG SKENIRANJA U PREMJERU ELEKTROENERGETSKE INFRASTRUKTURE**

*Elena Tadić*  
**DISTRIBUCIJA TEŠKIH METALA U ZEMLJIŠTU INDUSTRIJSKIH ZONA SEVER I JUG U NOVOM SADU**

*Dejan Popović, Dragana Popović*  
**ANALIZA I UNAPREĐENJE REZULTATA PRIMENE ALATA ZA ODREĐIVANJE ZONE URBANOG PODRUČJA**

**POSTERI**

**MINI FOTO ALBUM**

## **Uvodna reč**

*Dragi čitaoci,*

*Pred vama je tematsko izdanje časopisa Prostor posvećeno GIS danu 2016., manifestaciji koja je 16. Novembra 2016. godine okupila na jednom mestu zaljubljenike u geografske informacione sisteme – studente, profesore, profesionalce i korisnike. Zahvaljujući naporima koje je uložio organizacioni tim Geografskog fakulteta pod rukovodstvom dr Sanje Stojković, vanrednog profesora, GIS dan je obeležen nizom interesantnih aktivnosti koje su privukle veliki broj posetilaca.*

*U jednom danu gosti Geografskog fakulteta su imali prilike da čuju kako se geografski informacioni sistemi proučavaju na vodećim univerzitetima u Srbiji, upoznaju se sa savremenim tendencijama i primerima najbolje prakse ali i da učestvuju u zanimljivim i konstruktivnim radionicama.*

*O GIS-u u visokoškolskom obrazovanju govorili su profesori sa Univerziteta u Beogradu (Prof. dr Branislav Bajat - Građevinski fakultet; Prof. dr Ranka Stanković - Rudarsko-geološki fakultet; Doc. dr Boris Radić- Šumarski fakultet; Msr. Ivan Ivanović – Saobraćajni fakultet i Prof. dr Sanja Stojković – Geografski fakultet) i Univerziteta u Novom Sadu (Doc. dr Dubravka Sladić – Fakultet tehničkih nauka i Doc. dr Minučer Mesaroš – Prirodno-matematički fakultet).*

*Savremene tendencije u razvoju GIS-a predstavili su partneri GIS dana, GD i GISDATA, LIVONA, VEKOM Geo i LOGIT, dok su primere najbolje prakse prezentovale kolege iz Beogradskog vodovoda i kanalizacije i Grada Kraljeva.*

*Posebno zanimljiv, inovativan i posećen deo GIS dana bile su radionice posvećene radu sa sveobuhvatnom platformom za mapiranje, profesionalnim bespilotnim sistemima i dronovima i publikovanju velikih količina rasterskih podataka.*

*GIS dan bio je prilika da se sretnu ono najbolje što nudi sadašnjost i oni koji treba da čine budućnost – studenti koji su svojim radovima publikovanim u ovom broju i posterima izloženim na GIS danu pokazali da se sa njima na univerzitetima kvalitetno radi, a da će kolege iz prakse imati među njima odlične saradnike u budućnosti.*

*Na kraju, čestitao bih autorima nagrađenih postera, zahvalio se svima koji su posetili prostorije Geografskog fakulteta u Zemunu i učestvovali na predavanjima i radionicama, kao i kolegama sa drugih fakulteta i iz firmi koje su podržale organizaciju GIS dana 2016.*

*Do našeg skorog viđanja, nadam se da ćete uživati u čitanju ovog broja PROSTOR-a.*

*dr Aleksandar Đorđević, docent*

*RAD OVI*

**GIS**day



# STRATEGIJA REAKTIVIRANJA BRAUNFILD LOKACIJA U SRBIJI – JEDAN OD PRIMERA PRIMENE GIS-A KAO PERSPEKTIVA ZA DRUGE OBLASTI

*Milica Gačić<sup>1</sup>, Stefan Đurić<sup>1</sup>*

## **BRAUNFILD LOKACIJE KAO NEISKORIŠĆEN RESURS**

Građevinsko zemljište se sve više prepoznaje kao resurs koji predstavlja osnovu ekonomskog i drugog razvoja posebno na lokalnom nivou. To uslovljava i povećanje efikasnosti njegovog korišćenja. Usled širenja pre svega urbanog tkiva problem građevinskog zemljišta postaje jedan od ključnih. Ipak, planovi svih nivoa, a posebno oni na lokalnom nivou proklamuju prostu ekspanziju građevinskog zemljišta kao neadekvatnu, već se konstantno pokušava da se pronađu načini da se efektivnije iskoristi postojeći izgrađeni prostor. Jedan od njih je i ispitivanje utilnosti i mogućnosti reafirmacije braunfild (engl. *brownfield*) lokacija u gradskim naseljima i njihovom okruženju.

Braunfild lokacije predstavljaju nedovoljno iskorišćeno ili napušteno zemljište i objekte koji i dalje imaju elemente definisane prethodnim načinom korišćenja – najčešće se radi o bivšim industrijskim i vojnim kompleksima, napuštenim ili zapuštenim lokalitetima komunalne delatnosti, infrastrukturnim, skladišnim i trgovačkim objektima koji se nalaze na atraktivnim lokacijama u gradskim naseljima. Kao takve, one gotovo uvek predstavljaju negativne pojave u gradovima jer doprinose stvaranju lošeg okruženja, uz česta zagađenja zemljišta i podzemnih voda, potencijalne izvore zaraze i slično.

Investitori često okreću leđa braunfild lokacijama prvenstveno zbog rizika koje takve lokacije sa sobom nose. Rizici razvoja na braunfild lokacijama su mnogo veći u poređenju sa *grinfild* lokacijama. Pored rizika koji se tiču tržišta nekretnina, finansijskih, pravnih i sličnih rizika, ovde se javljaju i rizici ugroženosti celokupne okoline, ekoloških zagađenja i odgovornosti za to, rizici komplikovanih imovinsko-pravnih odnosa, mogućih uvećanih vremenskih i finansijskih troškova i slično (Danilović i dr, 2008). Stoga za razvoj braunfild lokacija postoje različite prepreke, a jedna od njih

je i nedostupnost relevantnih i ažurnih informacija o pomenutim lokacijama i objektima na njima. Informacije o braunfildima postoje i na lokalnom i na višim nivoima ali nisu adekvatno plasirane javnosti, pogotovo investitorima.

Upravo u tom segmentu, koji bi trebalo da bude primaran, GIS alati mogu imati esencijalnu ulogu. GIS softver sadrži u sebi alate pomoću kojih se vrši automatizacija, upravljanje, analiziranje i prikazivanje informacija o prostoru.

## **BRAUNFILD U SRBIJI – TREND NEADEKVATNO PLASIRANIH INFORMACIJA**

Postojeće informacije o braunfild lokacijama u Srbiji dostupne putem interneta uglavnom se svode na definisanje liste lokaliteta, uz podatke o njihovoj tačnoj lokaciji u prostoru i površini. Mogu se naći i kartografski prikazi na kojima su ucrtane ove lokacije, ali bez mogućnosti njihove složenije analize, međusobnog upoređivanja i slično. Funkcija ovakvih kartografskih prikaza na internetu više odgovara analognim kartama. Ali, šta predstavlja razliku elektronske karte u odnosu na analognu? Elektronska karta je oblik namenjen pretraživanju i prikazu informacija i služi za čitanje digitalne karte, koja podrazumeva kartu urađenu u vektorskom ili rasterskom obliku memorisanu u memoriju računara uz mogućnost njenih izmena i dopuna. Nju prati adekvatan softver i alati za prikaz na ekranu (Lješević, Živković, 2001).

Uzimajući ovo u obzir, može se reći da su svi i dalje svesni značaja karata u prostornom aspektu, ali da se danas prvobitno značenje karte promenilo. Naime, sve više su one dostupne putem raznih internet servisa, a različiti softveri omogućili su prikaz karte u novom okruženju. Kako navode Kukrika i Smiljanić (2001), internet omogućava korisnicima da interaktivno dobijaju sadržaje geografskih informacija, sa kojima korisnik može proizvoljno manipulirati. Pristupanjem geografskim informacijama putem interneta omogućava se daleko širi pristup ovom vidu podataka od strane

<sup>1</sup> studenti Geografskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu;  
milica.gacic@yahoo.com; stefandjuric1992@gmail.com



korisnika različitog tipa, u slučaju braunfilda - od strane investitora posebno.

Formiranje GIS aplikacija prvenstveno na lokalnom nivou, gde bi se akumulirale sve dostupne informacije o braunfild lokacijama podrazumeva više koraka, koji bi konačno omogućili da se ove lokacije analiziraju sa ekonomskih, geografskih, ekoloških aspekata i da se potencijali i mogućnosti jedinica lokalne samouprave uporede u ovom pogledu u cilju izbora najpovoljnije lokacije za investiranje.

U nekim manje razvijenim Gradovima/opštinama se broj braunfild lokacija povećava, jer se povećava broj neiskorišćenih objekata, smanjuje se ekonomska aktivnost i broj stanovnika, menja se profil radno sposobnog stanovništva, ekonomski položaj opštine se pogoršava i sl. To su sve, kako konstatuje Zeković, i indikatori očekivanog razvoja na datoj lokaciji u budućnosti (Danilović i dr, 2008). Međutim, efikasnije plasiranje ovih lokacija na šire tržište, može promeniti ovakav razvojni tok.

## ULOGA GIS-A U REAFIRMACIJI POSTOJEĆIH BRAUNFILD LOKACIJA

Prostorni planovi višeg ranga definišu kao strateški cilj uspostavljanje ravnoteže između širenja građevinskog zemljišta i ekološkog optimuma, koji se u prostornim planovima jedinica lokalne samouprave i generalnim urbanističkim planovima razlaže u vidu predloga za izradu kataloga braunfild lokacija kao planskog rešenja. Ipak, postoji više opcija na koji način takav katalog može biti izrađen. Naravno, osnovni oblik bio bi štampana verzija dostupna u upravnim objektima lokalnih organa ili direkcijama, ali mnogo pristupačnija je opcija postojanja verzije kataloga izrađene u nekoj od GIS platformi koja će biti dostupna i kao web izdanje.

Pre svega, opštinama su potrebni validni podaci o braunfild lokacijama. Neophodno je znati koliko napuštenog, nedovoljno iskorišćenog, potencijalno slabo iskorišćenog ili nefunkcionalno korišćenog zemljišta ima na teritoriji opštine. Jednostavna evidencija površina bi za početak bila dovoljna, ali većina opština, za sada, ovakav podatak nema.

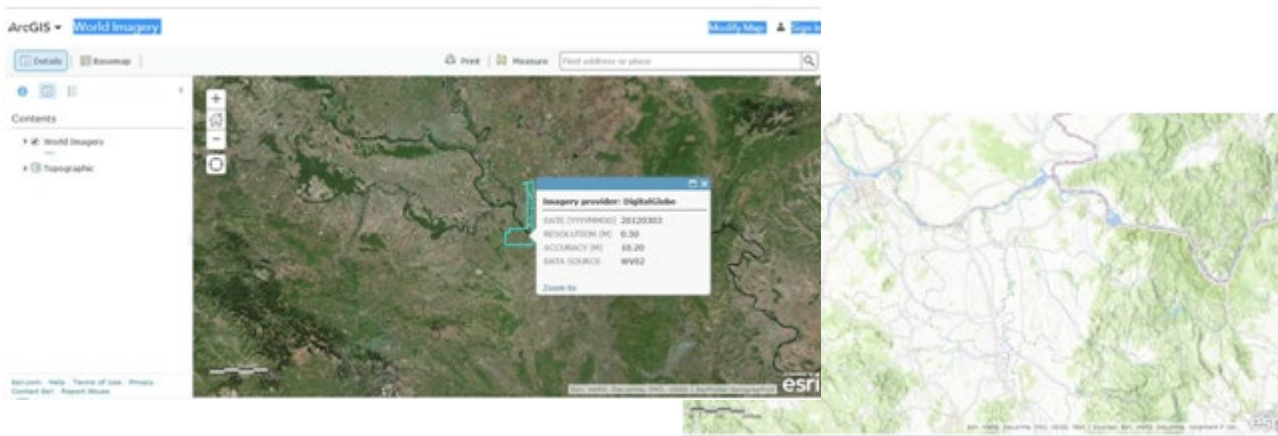
Postojanje već izrađenih digitalnih karata o pojedinim segmentima od interesa za razvoj pojedinih teritorija i samih braunfilda olakšava determinisanje pogodnosti istih za investiranje i razvoj. Tako se u analizu mogu uključiti različiti indikatori.

Najpre se moraju iskoristiti podaci o samom terenu. Na primer, postojeći satelitski snimci Zemlje (sa tačnošću u proseku 1 m) koji su dostupni javnosti od strane Esri<sup>3</sup>-ja su pokriveni metapodacima gde klikom na željenu lokaciju korisnik može dobiti informacije o rezoluciji, datumu prikupljanja podataka, izvoru snimaka itd. Još neki servisi su kreirani da odgovaraju ovoj podlozi, kao što su administrativne granice, saobraćajne mreže i slično, kao dodatni sadržaji koji upotpunjuju satelitske snimke. Dostupni su i 3D topografski podaci koji se savršeno mogu uklopiti sa ostalim slojevima koji mogu pripadati ekonomskoj ili socijalnoj dimenziji.

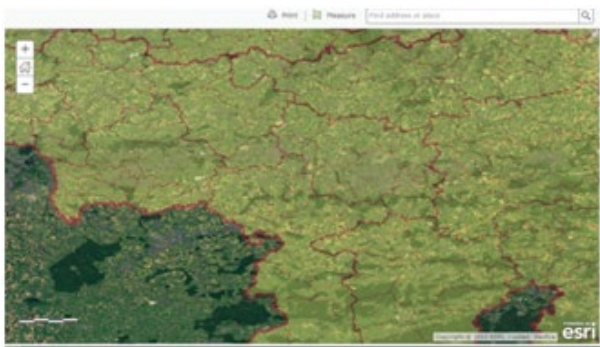
Administrativne granice su shodno tome bitne i u legislativnom smislu koji je po pitanju bilo koje investicije ključan, te se kao sloj moraju adekvatno inkorporirati.

Saobraćaj je još jedna od ključnih stavki koje će odrediti potencijale neke braunfild lokacije.

<sup>3</sup> Esri je snabdevač GIS softverom i aplikacijama i to na međunarodnom nivou. Kompanija je osnovana 1969. godine kao Environmental Systems Research Institute (www.arcgis.com).



Slika 1. Prikaz digitalnih topografskih karata na primeru Srbije  
(Izvor: <http://doc.arcgis.com/en/living-atlas/>)



Slika 2. Administrativne granice kao sloj digitalne karte  
(Izvor: <http://doc.arcgis.com/en/living-atlas/>)

Tako postoje digitalizovane karte sa istaknutim područjima na udaljenosti do 10 minuta od autoputa, kako bi se utvrdilo koliko su zone stanovanja, rada i slično blizu autoputeva. Različitim bojama su predstavljene udaljenosti od 1, 3, 5 i 10 minuta, čemu se mogu priključiti i podaci o stanju saobraćaja na ostalim putevima od interesa za datu lokaciju.

Prilikom odstranjivanja pojedinih ekoloških opterećenja, može se raditi o relativno dugom procesu izvlačenja štetnih materija, njihovoj neutralizaciji, i o dugoročnom procesu nadzora. Isto važi i za „dugoročnost“ nekih drugih tehnologija čišćenja ekoloških zagađenja, tako da ove mere moramo imati u vidu prilikom nabiranja prostornih ograničenja. Zato su informacije o potencijalnim izvorima zagađenja podzemnih i površinskih voda, tla, i kretanjima ovakvog zagađenja veoma važne, kako sa aspekta prostornog planiranja tako i sa aspekta efektivnosti izgradnje. U oblasti odstranjivanja posledica zagađenja porudžbine se kreću i u vrednosti od nekoliko miliona dinara. Stoga je ove informacije neophodno imati prilikom predstavljanja braunfiled lokaliteta. Postoji već dostupna baza gotovo za sve oblasti u Evropi, koja se može iskoristiti u ove svrhe. Podaci o nameni zemljišta su neophodni za uspostavljanje politike zaštite životne sredine, ali i za druge poput regionalnih razvojnih ili poljoprivrednih politika. Istovremeno,

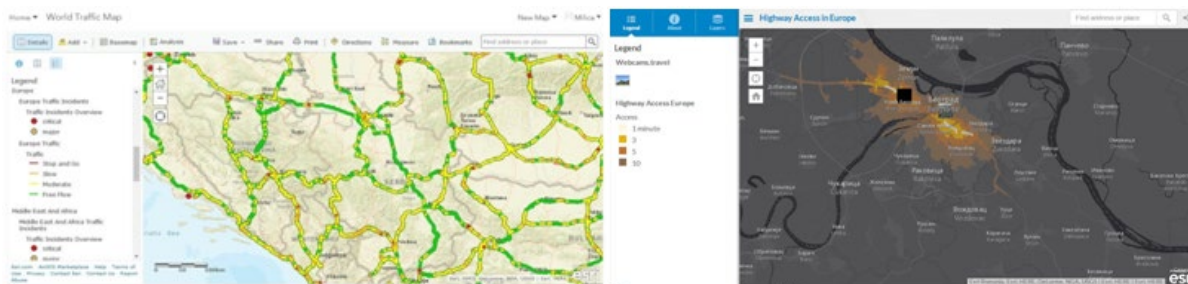
oni predstavljaju osnovu za generisanje informacija o drugim temama (eroziji, emisiji zagađivača itd.). Stoga su ciljevi samog CLC-a (sadržaja Corine Land Cover 2006), da obezbedi kvantitativne podatke koji će se koristiti u različite svrhe.

Postoji i više tematskih karata iz oblasti prirodnog okruženja koje mogu investitorima koristiti posebno ukoliko njihova delatnost zahteva dostupnost nekog određenog resursa. Na primer karta udaljenosti od vodnih resursa u okviru Living Atlas of the World aplikacije zasnovana je na klasama vode na Globalnoj litološkoj karti (Global Lithological Map) i Globalnoj karti namene površina (Global Land Cover Map). Cilj ove karte je da pokaže uticaj rasprostranjenosti vode na distribuciju stanovništva i delatnosti.



Slika 4. Prikaz karte dostupnosti vodnih resursa  
na primeru Srbije  
(Izvor: <http://doc.arcgis.com/en/living-atlas/>)

Stanovništvo u ovakvim investicijama ima svakako jednu od baznih uloga. Sledeći prikaz jeste web karta dobijena na osnovu podataka World Data Bank-a koja pokazuje više podataka o stanovništvu koji su u ekonomskom smislu značajni i sa stanovišta braunfileda. Može se uočiti stopa zavisnosti stanovništva od radno sposobnog kontingenta, zatim odnos starog i mladog stanovništva, stope fertiliteta i mortaliteta, tendencija rasta, kao i očekivani životni vek, gde bi bilo idealno pridodati i stopu nezaposlenosti. Na taj način se sam lokalitet koji se planira kao perspektivan za plasiranje na tržišnu utakmicu može sagledati i sa aspekta dostupnosti radne snage u neposrednoj blizini.



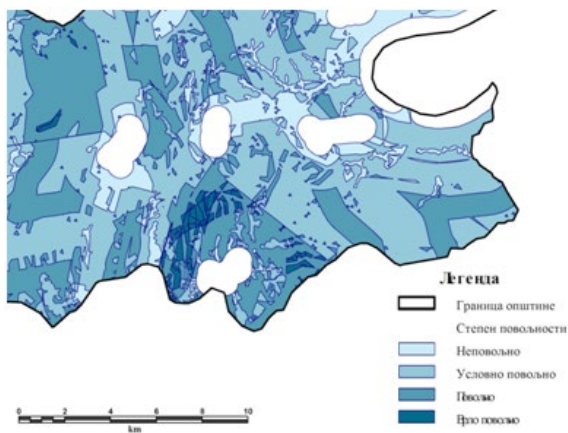
Slika 3. Prikaz digitalnih karata saobraćaja na primeru Srbije  
(Izvor: <http://doc.arcgis.com/en/living-atlas/>)





Slika 5. Prikaz digitalne demografske karte na primeru Srbije  
(Izvor: <http://doc.arcgis.com/en/living-atlas/>)

Dalje je potrebno među lokalnim prioritetima identifikovati one lokacije kod kojih su šanse za uspeh na tržištu najveće. U prvoj fazi je neophodno njima posvetiti najveću pažnju, vreme i podršku. Investitor može na osnovu svih ovih karata dobiti jednu interaktivnu preglednu kartu na kojoj bi bili upoređeni svi ovi aspekti a prema prioritetima delatnosti koju planira da reinicira ili prenameni na datoj lokaciji. Taj prikaz se može izraditi na nivou čitave teritorije – naselja, opštine/Grada, regiona ili države gde se planira investicija, sa pregledom pozicija svih postojećih braunfilda na tom terenu, a može se skoncentrisati i na tačno određenu, već izabranu lokaciju.



Slika 6. Šematski prikaz povoljnosti zemljišta za građenje sa aspekta nekih od pomenutih indikatora

Uz pomoć GIS alata se tako mogu i vizuelno prikazati mogući pravci razvoja urbanog tkiva u kome se data braunfield lokacija nalazi, a prema zahtevima i predlozima potencijalnog investitora, koji bi na taj način dobio perspektivu svog ulaganja, a koja se može saopštiti i široj javnosti i svim zainteresovanim, a sve u kontekstu postojećeg izgrađenog i neizgrađenog okruženja.

Mnogobrojni su primeri opština koje sada imaju dostupne tabelarne podatke o braunfieldima na svojoj teritoriji (v.

Slika 7. Šematski 3D prikaz neke od braunfield lokacija kao vizuelizacija daljeg razvoja  
(Izvor: <http://doc.arcgis.com/en/living-atlas/>)

0/Brownfield-lokacije). Za svaku lokaciju i objekte na njoj trebalo bi omogućiti adekvatan tabelarni opis samog položaja, površine, prethodne namene, ali i planirane relevantnim planskim dokumentima, kao i to da li su objekti i lokacija privedeni nameni. Neophodni su i podaci o vlasničkom statusu lokacije, što sadašnja digitalizacija katastarskih planova u Srbiji svakako olakšava, te su i ovi podaci dostupni u obliku koji može biti jedan od slojeva GIS kataloga braunfilda. Neophodno je plasirati i informacije o pravilima uređenja i građenja koji su definisani za dati prostor, kao i postojećoj i planiranoj infrastrukturi, što će omogućiti investitoru i pregled mogućih dodatnih troškova ili čak olakšavajućih okolnosti.

\*\*\*

Svakog dana milioni GIS korisnika širom sveta stvaraju slojeve geografskih podataka u različitim tematskim oblastima, vezanim za njihov svakodnevni rad i oblasti interesovanja. Karte izrađene u nekom od GIS softvera su dinamične, podložne stalnim promenama. Tako različiti alati omogućavaju pretragu, analiziranje i ponovni prikaz sadržaja u izmenjenoj formi. Time informacije postaju mnogo brže distribuirane do korisnika, a njemu i lakše prijemčive budući da su kartografski prikazane, ali i da mu omogućavaju interaktivan pristup. Stoga je postojanje digitalnog kataloga braunfield lokacija u Srbiji perspektiva koja se može ostvariti adekvatnim upravljanjem već postojećih informacija, koje su osnova geografskih informacionih sistema. Mada, sama mogućnost da se na ovaj način ažuriraju podaci sa kojima posebno lokalna uprava dugo ima problematično iskustvo, može se preneti i na druge kontekste i iskoristiti u druge svrhe. Sama uloga GIS-a i ovakvog organizovanja informacija, kao i njihove analize svrsishodna je u mnogo oblasti, ali sa prostornog aspekta lokacija je ključ razvoja, te su njihovi potencijali ovako svakako mnogo prijemčiviji.

**LITERATURA**

*ArcGIS*. Available at: <https://www.arcgis.com>

*Baza brownfield lokacija*. Dostupno na: <http://www.zrenjanin.rs/1-351-0-0/Brownfield-lokacije>.

Кукрика, М., Смиљанић, С. (2001). Географски садржаји на www-у. Зборник радова XIV Конгреса географа Југославије.

*Living Atlas of the World*. Available at: <http://doc.arcgis.com/en/living-atlas/>.

Lješević, M., Živković, D. (2001). *Kartografija*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet.

Danilović, K. i dr. (Ur.). (2008). *Oživljavanje braunfilda u Srbiji – Priručnik za donosiocе odluka i profesionalce*. Beograd: PALGO centar.

# ANALIZA INTEZITATA EROZIJE PRIMENOM METODE RUSLE NA PRIMERU SLIVA REKE ČAĐAVICE

Siniša Polovina<sup>1</sup>, Vukašin Milčanović<sup>1</sup>

**APSTRAKT:** U ovom radu, analiza inteziteta erozije je vršena na slivu reke Čađavice. Reka Čađavica se nalazi u severozapadnom delu Republike Srbije i pozicionirana je na području opštine Krupanj. Sliv ima izuzetno izražen bujični karakter i zajedno sa još tri bujična toka: Bogošticom, Kržavom i Bršticom nastaje u neposrednoj blizini grada Krupanja reka Likodra. Tokom maja 2014. godine gradsko područje, a i ruralni delovi opštine Krupanj su zadesile katastrofalne bujične poplave koje su rezultirale gubitkom ljudskih života kao i ogromnim materijalnim štetama.

Procena inteziteta erozije i gubitak zemljišta rađeno je primenom empirijskog modela RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation). RUSLE je razvijena za proračun gubitka zemljišta sa poljoprivrednih površina u uslovima površinske i brazdaste erozije predstavlja modifikovanu metodu USLE (Universal Soil Loss Equation). Na slivu reke Čađavice, srednji godišnji gubitak zemljišta iznosi  $A=1080 \text{ t} \cdot \text{km}^2 \cdot \text{god}^{-1}$ . Primenjena metoda je analizirana u GIS okruženju gde je je pored prosečnog gubitka zemljišta dobijena i prostorna raspodela inteziteta erozije za posmatrani period od 2010. do 2015. godine.

**Ključne reči:** prostorna analiza, erozija, gubitak zemljišta, RUSLE, GIS.

## UVOD

Erozija zemljišta je kompleksan prirodan proces i prostorno-vremenska pojava (Fistikoglu and Harmancioglu, 2002; Hoyos, 2005; Pandey et al., 2009) koja je uslovljena fizičkim i hemijskim karakteristikama zemljišta, topografijom, pokrivačem zemljišta i ljudskim aktivnostima. Erozijski procesi, kao jedan od faktora nastanka bujičnih poplava, deluju na 75% teritorije Srbije (Ristić, Nikić, 2007), sa prosečnom godišnjom produkcijom erozionog materijala od 30 miliona  $\text{m}^3$ , od čega oko 8 miliona  $\text{m}^3$  dospeva u rečna i potočna korita (uzrok pojave enormnih količina blata i kamena u poplavljenim mestima i gradovima) (Ristić et al. 2016). Sa ciljem da se procene gubici

**ABSTRACT:** In this paper, the analysis of the intensity of erosion is performed in the river Čađavica watershed. Čađavica river is located in the northwestern part of the Republic of Serbia, and is positioned in the municipality of Krupanj. Watershed has very pronounced torrential character and together with three torrential flow: Bogoštica, Kržava and Brštica occurs near the city of Krupanj river Likodra. In May 2014, the urban area and rural parts of the municipality Krupanj are afflicted catastrophic flash floods that resulted in the loss of human lives and enormous material damage.

Assessment of intensity of erosion and loss of land is done using empirical model RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation). RUSLE has been developed for the calculation of loss of soil from agricultural areas in terms of the surface and the groove erosion is a modified method of USLE (Universal Soil Loss Equation). The average annual loss of land in the watershed Čađavica river is  $A=1080 \text{ t} \cdot \text{km}^2 \cdot \text{god}^{-1}$ . This methods was applied in GIS environment where in addition to an average loss of land obtained and the spatial distribution of the intensity of erosion for the reference period from 2010 to 2015.

**Key words:** spatial analysis, erosion, soil loss, RUSLE, GIS.

zemljišta kao i nivoi rizika od erozije, danas je dostupno veliki broj modela.

Jedna od najčešće primenjenih empirijskih modela u svetu je USLE, Universal Soil Loss Equation (Wischmeier & Smith, 1978) i njena modifikacija RUSLE, Revised Universal Soil Loss Equation (Renard et al., 1994, 1997) koja je primenjena u ovom radu. Koncept RUSLE formule je baziran na istoj formi kao i USLE, uz nekoliko poboljšanja u odlučujućim faktorima. RUSLE je erozijski model za predviđanje srednjih godišnjih gubitaka sa poljoprivrednih zemljišta u uslovima površinske i brazdaste erozije i specifičnih sistema gajenja i upravljanja poljoprivrednih useva. Širokom primenom u ovim uslovima dokazana je njena pogodnost i vrednost. Pored toga primenjivana je i za druge nepoljoprivredne uslove kao jedan od instrumenta u procesu planiranja prostora.

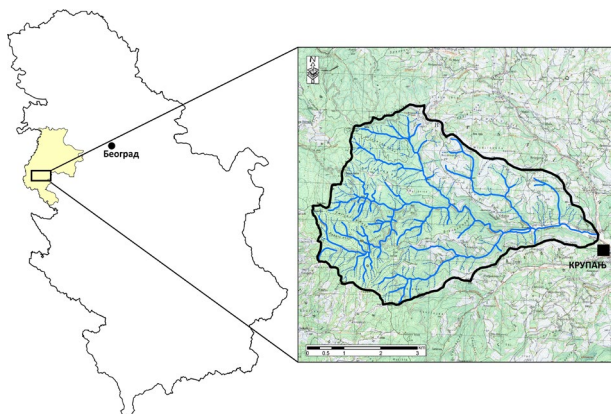
<sup>1</sup> Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Odsek za ekološki inženjering u zaštiti zemljišnih i vodnih resursa, Beograd; sinisa.polovina@sfb.bg.ac.rs



## MATERIJAL I METOD RADA

## Osnovne prirodne karakteristike sliva

Sliv reke Čađavice nalazi se u severozapadnom delu Srbije u opštini Krupanj i pripada Mačvanskom okrugu (Slika 1). Reka Čađavica je leva sastavnica Likodre. Ima površinu sliva od 24.04 km<sup>2</sup>, sa dužinom toka od 10.75 km, a ostali fizičko–geografski parametri su dati u Tabeli 1.



Slika 1. Geografski položaj sliva reke Čađavice

Reljef ima značajan uticaj na razvoj erozionih procesa, naročito kod vodne erozije. Količina i brzina površinskog oticanja od kojeg najviše zavisi intezitet erozije zavisi od karaktera i oblika reljefa (Kostadinov, 2008). Analiza reljefa za ovaj rad je dobijeno na osnovu DEM (digitalnog elevacionog modela) rezolucije 20 m. Na istraživanom području je izražena kupiranost koja je ispresecena velikim brojem bujičnih vodotokova čija su korita usečena u dolinama sa mnogo klisura, jaruga i vododerina. Ovakva kupiranost terena govori da pri većim vodostajima dolazi do nagle pojave bujične vode. Nagibi padina se u proseku kreću iznad 25 %.

## RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation)

Uz dodatna istraživanja i eksperimente, kao i primenu savremenih dostignuća iz domena računarskih tehnologija, naučnici su nastavili da unapređuju USLE, što je dovelo do razvoja metodološkog postupka poznatog kao RUSLE (1997), odnosno, *modifikovana univerzalna jednačina gubitka zemljišta (Revised Universal Soil Loss Equation)*. Gubitak zemljišta se računa za date uslove kao proizvod šest osnovnih faktora, čije se vrednosti za određen lokalitet izražavaju numerički. Ona ima sledeći oblik:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad [t \cdot ha^{-1} \cdot god^{-1}]$$

A – srednja godišnja vrednost erozionih gubitka zemljišta

R – faktor erozionog dejstva kiše (faktor erozivnosti)

K – faktor erodibilnosti zemljišta

L – faktor dužine padine

S – faktor nagiba

C – faktor vegetacije (biljnog pokrivača i sistema upravljanja)

P – faktor konzervacionih mera

## Faktor erozionog dejstva kiše – faktor erozivnosti (R)

Faktorom R obuhvaćene su energetske interakcije između kiše i zemljišta. Na faktor R utiču visina padavina i intezitet. Postoji više jednačina za njegovo proračunavanje, zavisno od meteoroloških karakteristika izučavanog podneblja. Za potrebe ovog rada vrednost faktora R je dobijena preko pojednostavljenje Grimm-ove metode (Grimm et al., 2003):

$$R = b_0 \cdot P_m$$

Tabela 1. Fizičko–geografske karakteristike sliva reke Čađavice

|  |                 |        |                     |
|--|-----------------|--------|---------------------|
| Površina sliva   | A               | 24.04  | km <sup>2</sup>     |
| Obim sliva   | O               | 22.93  | km                  |
| Kota na vododelnici po pravcu hidraulički najdužeg toka                                  | K <sub>v</sub>  | 872.59 | mm                  |
| Najniža tačka na slivu   | K <sub>u</sub>  | 286.92 | mm                  |
| Dužina sliva po glavnom toku   | L               | 10.75  | km                  |
| Odstojanje od tačke u rečnom koritu, koja je najbliža težištu sliva, do izlaznog profila | L <sub>c</sub>  | 5.40   | km                  |
| Apsolutni pad (nagib) korita   | I <sub>a</sub>  | 5.45   | %                   |
| Urnati pad korita  | I <sub>u</sub>  | 4.21   | %                   |
| Srednji nagib terena na slivu  | I <sub>sr</sub> | 23.22  | %                   |
| Srednja nadmorska visina sliva   | H <sub>sr</sub> | 593.18 | mm                  |
| Srednja visinska razlika   | D               | 306.26 | m                   |
| Gustina hidrografske mreže   | G               | 4.65   | km·km <sup>-2</sup> |

R – faktor erozije kiše ( MJmmh<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup> mesec<sup>-1</sup>)  
b<sub>0</sub>– empirijski koeficijent (MJh<sup>-1</sup> mesec<sup>-1</sup>), koji ima vrednost od 1.1 do 1.5.  
P<sub>m</sub>–srednja količina padavina na slivu (mm)

### Faktor erodibilnosti zemljišta (K)

Faktor erodibilnosti zemljišta predstavlja indeks otpornosti zemljišta na dejstvo agresivnih sila vode (tekuće i u obliku kišnih kapi). Za dobijanje faktora K koristi se nomogram (Wischmeier & Smith, 1978). Za dobijanje veličine faktora K pomoću nomograma neophodno je definisati pet karakteristika zemljišta: sadržaj krupnog peska, sadržaj sitnog peska, sadržaj organske materije u procentima, struktura zemljišta i vodopropustljivost.

### Topografski faktor (LS) – faktor dužine (L) i nagiba padine (S)

Povećanjem dužine i nagiba padine povećava se i intezitet erozije. Topografski faktor utiče na intezitet oticanja i transport nanosa. Ovaj faktor ima najviše značaja za spirajući tip erozije, izazvan oticanjem na površini zemljišta. Veličina topografskog faktora se izražava kao:

$$LS = (x/22.1)^m \cdot (0.065 + 0.045s + 0.0065s^2)$$

LS – faktor dužine i nagiba padine

x – dužina padine u metrima

s - nagib padine %

m – eksponent čija je vrednost u funkciji nagiba

22.13 m – predstavlja dužinu standardne parcele

### Faktor vegetacije i načina korišćenja zemljišta (C)

Uticaj biljnog pokrivača i načina korišćenja na erozije procese materijalizovan je kroz C faktor (Wischmeier, Smith, 1965). Kao i ostali faktori RUSLE metode, ovaj faktor predstavlja odnos gubitaka zemljišta sa predmetne površine u trenutnom stanju i sa površine koja zahvaljujući svojim povoljnim osobinama predstavlja kontrolnu parcelu. Za potrebe ovog rada, C faktor je utvrđen na osnovu ortofoto snimka rezolucije 0.5 x 0.5 m.

### Faktor konzervacionih radova (R)

Faktor protiverozionih mera i radova (P) je odnos gubitaka zemljišta na padinama, gde su primenjene neke od protiverozionih mera, prema gubicima zemljišta koji se javljaju na padinama. (Wischmeier, Smith, 1965)

## REZULTATI I DISKUSIJA

U ovom radu analiza degradacije je vršena primenom GIS-a gde su svi ulazni parametri u vektorskoj bazi podataka. Konvertovanjem ulaznih parametara u rastersku formu prostorne rezolucije 20 x 20 m, parametri postaju adekvatni za primenu formule 1. Godišnji gubitak zemljišta primenom RUSLE na istraživanom području kreće se u intervalu od 0 do 1840.81 t ha<sup>-1</sup>god<sup>-1</sup> sa srednjom vrednošću od 10.80 t ha<sup>-1</sup>god<sup>-1</sup> što sliv svrstava u kategoriju srednje ugrožen erozijom (slika 2). Klasifikacija dobijenih vrednosti je obavljena prema metodologiji Miroljuba Đorovića (1975 prema: Đorović, 2005) (Tabela 2.)

Tabela 2. Zastupljenost kategorija erozije primenom RUSLE

| Kategorije inteziteta erozije | Vrednost [t ha <sup>-1</sup> god <sup>-1</sup> ] | km <sup>2</sup> | %            |
|-------------------------------|--|-----------------|--------------|
| Vrlo slaba erozija            | 0-2  | 22.79           | 94.78        |
| Slaba erozija                 | 2-10   | 0.08            | 0.26         |
| Srednja erozija               | 10-20  | 0.10            | 0.31         |
| Jaka erozija                  | 20-50  | 0.15            | 0.60         |
| Ekscesivna erozija            | >50  | 0.92            | 3.77         |
| <b>Ukupno</b>                 |  | <b>24.03</b>    | <b>100.0</b> |

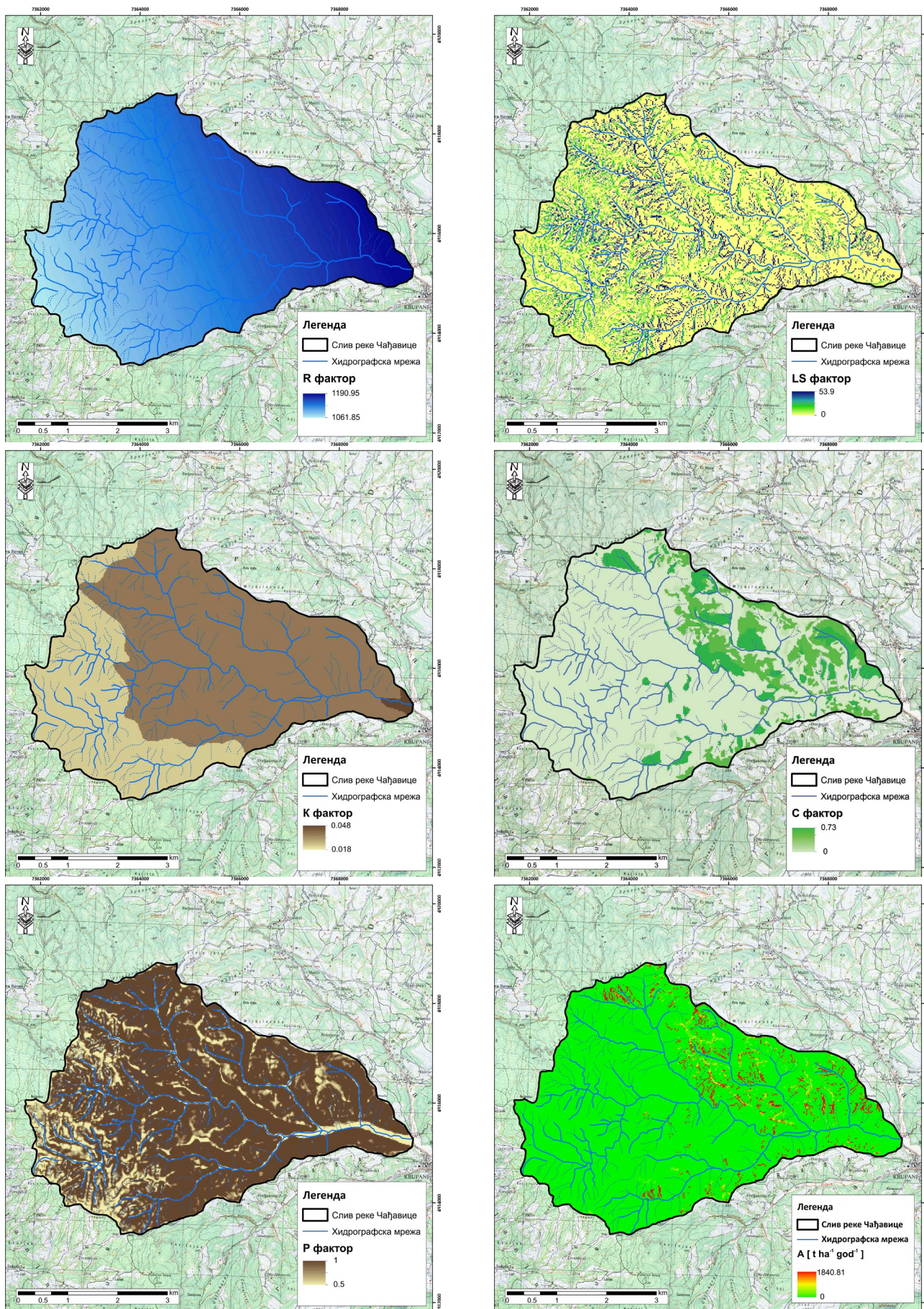
## ZAKLJUČAK

Erozioni modeli neprestano se razvijaju da opišu i predvide eroziju zemljišta i transport nanosa. Svaki od modela na svoj način nesumnjivo pruža nove uvide u procese koji stoje iza procesa erozije zemljišta i transporta nanosa. Proračun inteziteta erozije je veoma značaj za poduhvate privrednih planiranja. Zbog malih finansijskih ulaganja, nedostupnosti ulaznih parametara i nedostatka merenja empirijski modeli imaju najširu primenu u svetu. Analiziranjem godišnjeg gubitaka zemljišta primenom modela kreće se u intervalu od 0 do 1840.81 t km<sup>-2</sup>god<sup>-1</sup> sa srednjom vrednošću od 10.80 t ha<sup>-1</sup>god<sup>-1</sup> što sliv svrstava u kategoriju srednje ugrožen erozijom. Model je implementiran u GIS okruženju, gde su svi ulazni parametri prikazani u digitalnoj formi. Danas uz pomoć GIS-a je olakšana upotreba ovih modela, jednostavan unos i ažuriranje podataka, laka manipulacija podacima i njihovo prezentovanje korisniku.

## LITERATURA

- Pandey, A., Mathur, A., Mishra, S.K., Mal, B.C., 2009. Soil erosion modeling of a Himalayan watershed using RS and GIS. *Environmental Earth Sciences* 59 (2), 399e410
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., Yoder, D.C., 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). *Agriculture*





Slika 2. Ulazni parametri i izlazni rezultat primenom RUSLE modela



- Handbook*, vol. 703. US Department of Agriculture, Washington, DC, pp. 1e251.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses e *A Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook No. 537*. US Department of Agriculture Science and Education Administration, Washington, DC, USA, p. 163.
- Hoyos, N., 2005. Spatial modeling of soil erosion potential in a tropical watershed of the Colombian Andes. *CATENA* 63 (1), 85e108.
- Fistikoglu, O., Harmancioglu, N.B., 2002. Integration of GIS with USLE in assessment of soil erosion. *Water Resources Management* 16, 447e467.
- Dorović M. (2005): *Vodna i eolska erozija zemljišta*, Unija bioloških naučnih društava Jugoslavije, Beograd, str. 440.
- Grimm M., Jones P., Rusco E., Montanarella L. (2003): Soil Erosion Risk in Italy: a revised USLE approach, *European Soil Bureau Research Report No.11*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, pg 28.
- Ristić, R.; Nikić, Z. (2007): Održivost sistema za vodosnabdevanje Srbije sa aspekta ugroženosti erozionim procesima, *Vodoprivreda br. 225-227* (ISSN: 0350-0519), str. 47-57, Beograd.
- Ristić, R., Milčanović, V., Malušević, I., Polovina S., (2016): Bujične poplave i erozija kao dominantan faktor degradacije zemljišta u Srbiji -koncept prevencije i zaštite, *Degradacija i zaštita zemljišta*, Tematski zbornik, ISBN 978-86-7299-242-7
- Kostadinov, S. (2008): Bujični tokovi i erozija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd.
- Kalinderis I., Sapountzis M., Stathis D., Tziaftani F., Kourakli P. and Stefanidis P. (2009), The risk of sedimentation of artificial lakes, following the soil loss and degradation process in the wider drainage basin. Artificial lake of Smokovo case study (Central Greece). International Conference LANDCON 0905 "Global Change-Challenges for soil management-from degradation-through soil and water conservation-to sustainable soil management", Tara Mountain, Serbia.
- Stefanidis P., Myronidis D., Sapountzis M. and Stathis D. (1998), The torrent "Skliirho" in Florina. Torrential Environment and torrent control system. Scientific Annals. Department of forestry and natural environment. Aristotelian University of Thessaloniki. 41, (2), 1275.

# PRIMJENA LASERSKOG SKENIRANJA U PREMJERU ELEKTROENERGETSKE INFRASTRUKTURE

*Jovana Radović<sup>1</sup>, Dragana Popović<sup>1</sup>*

**APSTRAKT:** LIDAR tehnologija svoju primjenu pronalazi u praćenju stanja dalekovoda pošto se odlikuje visokom prostornom rezolucijom i geometrijskom preciznošću. Rad se zasniva na primjeni algoritama za automatsku klasifikaciju i detekciju žica dalekovoda iz podataka dobijenih LIDAR tehnologijom. Krajnji proizvodi mogu biti upotrijebljeni između ostalog u katastru vodova ili u upravljanju elektroenergetskom infrastrukturom.

**ABSTRACT:** LIDAR technology finds its application in monitoring transmission lines, because of its high spatial resolution and geometric precision. The work is based on the application of algorithms for automatic classification and detection wires from data obtained by LIDAR technology. Final product can be used in cadastre or in management of electricity distribution infrastructure.

**Cljučne reči:** elektroenergetska infrastruktura, bezbjednost, klasifikacija, detekcija žica, vektorizacija, LIDAR, katastar vodova.

## UVOD

Danas, najveći broj elektrodistribucionih firmi zasniva praćenje stanja dalekovoda na ljudskom osmatranju što je jako skupo i naporno. Korektan i na vrijeme odrađen monitoring ključnih vodova sprječava sve moguće probleme koji mogu da se dese. Jedan od većih izazova u praćenju stanja dalekovoda sa stanovišta vegetacije je identifikovanje mjesta na kojima ta vegetacija zadire u vodove i definisanje operativnih rastojanja između žica.

U skorije vrijeme, LIDAR (*Light Détection And Ranging*) sistem je uveden kao jeftina, efektivna metoda prikupljanja podataka koja omogućava brzo snimanje scene 3D dalekovoda. Jako velika gustina tačaka omogućava postizanje automatske 3D rekonstrukcije dalekovoda [8]. Što se pak tiče evidencije u katastru vodova, održavanje istog podrazumijeva registrovanje svih promjena koje su nastale na već postojećim vodovima ili promjene nastale polaganjem novih kablova, kao i promjene nastale upisivanjem stvarnih prava na vodovima. Upravo ovdje LIDAR tehnologija nalazi svoju

primjenu kao tehnologija koja omogućava brzo i kvalitetno prikupljene podatke, koji se naknadnom obradom mogu koristiti kao relevantni podaci za ažuriranje katastra vodova.

## ELEKTRIČNE MREŽE I DALEKOVODI

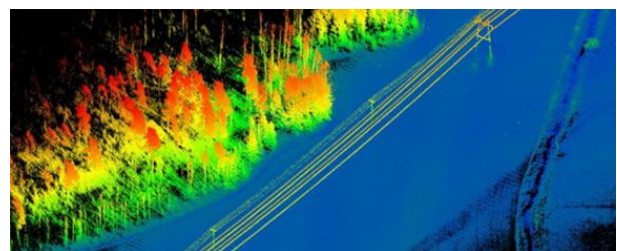
Električna energija se od glavnog energetskog izvora ili od više njih prenosi do potrošača preko električnih vodova. Prema konstrukciji, električne mreže su podijeljene na nadzemne i podzemne. Cjelina od nekoliko elektrana, koje su međusobno povezane električnim vodovima visokog i niskog napona, a u svrhu paralelnog rada, naziva se elektroenergetski sistem. Osnovni elementi koji sačinjavaju nadzemni vod jesu: provodnici i zaštitna užad, stubovi (piloni), izolatori, pribor za spajanje i pričvršćivanje i vješanje provodnika te dopunski elementi [2].

## ALS KAO RJEŠENJE ZA PREMJE ELEKTROENERGETSKE INFRASTRUKTURE

Požari i razne druge nezgode nastaju ukoliko vegetacija nije kontrolisana ili otklonjena oko dalekovoda, uzrokujući ozbiljne rizike po ljudstvo i imovinu, ali i ozbiljne ekonomske štete za društvo.

ALS (*Aerial Laser Scanning*) predstavlja efikasan način za mapiranje postojećih dalekovoda i elemenata u okruženju istih, vegetacije, zgrada i svih pratećih struktura.

Koridori dalekovoda su često na vrlo nepristupačnom terenu što povlači sa sobom jako teško snimanje. LIDAR sistem sa letjelicama na niskim visinama nema problema kod pristupa i snimanja čak i najnepristupačnijih terena (Slika 1). Predstavlja jeftinu varijantu, koja ne izlaže živote ljudi riziku. Obezbeđuje tačnu poziciju žica, stubova, vegetacije i tla snimanog koridora.



Slika 1. Oblak tačaka dobijen ALS-om

<sup>1</sup> Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad; jradovic92@gmail.com





Postupak planiranja i snimanja određenog područja LIDAR tehnologijom u osnovi je isti za svaki slučaj, gdje se eventualno mijenjaju parametri u zavisnosti od toga kolika gustina oblaka tačaka treba da se postigne, koju platformu koristiti, koji skener i slično. Dobijeni oblak tačaka može biti obrađen za više svrha. Naime, proizvodi obrađenih laserskih podataka mogu biti između ostalog korišteni za:

- registrovanje elektroenergetske infrastrukture u katastru vodova ili
- u upravljanju elektroenergetskom infrastrukturom.

U skladu sa definisanim zahtjevima tačnosti i očekivanim izlaznim rezultatima i dokumentima obrada LIDAR oblaka tačaka obuhvata dvije faze:

- orijentacija i georeferenciranje oblaka tačaka sa inicijalnom klasifikacijom,
- detaljna klasifikacija oblaka tačaka sa izradom modela i profila.

Prva navedena faza obrade prati postupak snimanja i izradu osnovnih proizvoda koji uključuju ortofoto, DMT i inicijano klasifikovan oblak tačaka. U postupku inicijalne obrade vrši se orijentacija i georeferenciranje oblaka tačaka i inicijalna klasifikacija. Inicijalna klasifikacija obuhvata obradu oblaka tačaka na način da se klasifikuju sljedeće klase tačaka: *vegetacija i tlo*.

Očekivani rezultat druge faze obrade su modeli sa profilima dalekovoda. U cilju dobijanja ovakvog rezultata neophodno je izvršiti detaljnu klasifikaciju. Detaljna klasifikacija podrazumijeva klasifikovanje oblaka tačaka u sljedeće klase: tlo, asfaltni put, poljski put, pješačka staza, kuća, zgrada, pomoćni objekat, šuma, park, izdvojena stabla i slično.

Postupak detaljne klasifikacije i izrade modela sa profilima je sljedeći:

1. klasifikacij a sa vektorizacij om žica dalekovoda
  - klasifikacija po visini i
  - klasifikacija po ehu,
2. identifikacija, vektorizacija i klasifikacija objekata elektroenergetske infrastrukture (rasvjeta, stubovi, temelji stubova...),
3. identifikacija, vektorizacija i klasifikacija geoprostornih objekata (putevi, kuće, zgrade, stambeno-poslovni objekti, pomoćni objekti, klupe, sportski tereni, parking, mostovi, ograde, autobuska stajališta, saobraćajni znaci, pruge.),
4. priprema i izrada inicijalnog uzdužnog profila i
5. izrada finalnog uzdužnog profila.

Osnovna razlika između inicijalnog i finalnog uzdužnog profila je u tome što inicijalni profil sadrži samo informacije iz oblaka tačaka, dok na finalnom uzdužnom profilu se nalaze informacije i iz oblaka tačaka, ali i sa ortofota i prateće dokumentacije.

## EVIDENCIJA DALEKOVODA U KATASTRU VODOVA

Katastar vodova predstavlja jedinstvenu evidenciju za upis podataka o vodovima, kao i pravima na istim. Redovno ažuriranje dalekovoda je neophodno kao i ažuriranje svih ostalih vodova. Prikaz postojećeg stanja se izrađuje na topografsko- katastarskoj podlozi odgovarajuće razmjere, ovjerenoj od strane nadležnog RGZ-a, u skladu sa važećom regulativom i pravilnikom. Što se tiče evidencije elektroenergetske infrastrukture u katastru vodova, jako bitni elementi su :

- uzdužni profili,
- vektorizovana geometrija vodova ,
- DTM i DSM,
- detaljno klasifikovane laserske tačke.

## TREKUTNA RJEŠENJA ZA AUTOMATSKU KLASIFIKACIJU

Problemi identifikacije dalekovoda i samog monitoringa mogu se naći u brojnim literaturama. Problem automatske identifikacije žica se može riješiti formiranjem algoritma Voxel-based Piecewise Line Detector (VPLD) [8]. Takođe, algoritam koji se predlaže zasniva se na segmentaciji (linearni, planarni segment) korišćenjem *Markov Random Field* (MRF) klasifikatora koji identifikuje dalekovod iz linearnog segmenta kao i objekte iz planarnog segmenta [3]. Primjena ekstrakcije dalekovoda u šumama na području Finske je predstavljena kroz metod koji se sastoji od statističke analize i image-based obrade [5]. Prva faza obezbjeđuje odabir kandidata za dalekovod, dok druga faza vrši prevođenje kandidata u binarnu sliku, nakon čega slijedi image-based obrada. Rezultati su pokazali da je 93.26% dalekovoda adekvatno klasifikovano. Liang Cheng i ostali ekstrakciju dalekovoda vrše koristeći vokselzasnovan hijerarhijski model u kome se računaju geometrijski elementi za svaki voksel [4]. Zatim, odozdo ka gore se vrši filtriranje pripadanja dalekovodu. Postupak se vrši iterativno za identifikaciju svakog dalekovoda. Finalni eksperiment demonstrira visoku preciznost ove tehnike. Bo Guo opisuje robustan algoritam za rekonstrukciju dalekovoda koji se zasniva na

automatskoj klasifikaciji u pet ciljnih klasa prije rekonstrukcije. Na osnovu vjerovatnoće susjednih tačaka koje pripadaju istom rasponu, RANSAC algoritmom se vrši rekonstrukcija dalekovoda. Eksperiment je pokazao da je predloženi metod efektivan za rekonstrukciju dalekovoda iz kompleksnih scena [1].

## STUDIJA SLUČAJA

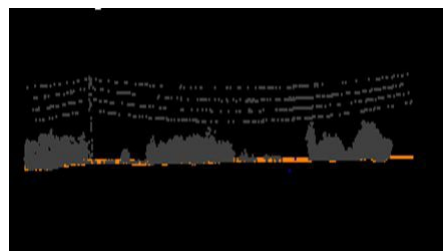
Praktični dio rada se sastoji od nekoliko dijelova. Naime, prvi dio se odnosi na mogućnosti klasifikacije i detekcije žica dalekovoda kroz modul *Terrascan* u *Microstation* softverskom paketu koristeći algoritme koji rade na osnovu eha i visine. Nakon što su kroz prethodno navedene algoritme dobijene klasifikovane žice dalekovoda vrši se automatska detekcija žica dalekovoda kroz algoritam koji je takođe dostupan u pomenutom *Terrascan* modulu. Treći dio rada se odnosi na automatsku detekciju objekata (vegetacije) koji narušavaju bezbjednost dalekovoda. Kroz rad je data i paralela sa ručnom klasifikacijom žica te vektorizovanjem istih. Kao krajnji produkt dat je prikaz izgenerisanog profila sa elementima potrebnim za upravljanje elektroenergetskom infrastrukturom.

### Automatska klasifikacija žica dalekovoda

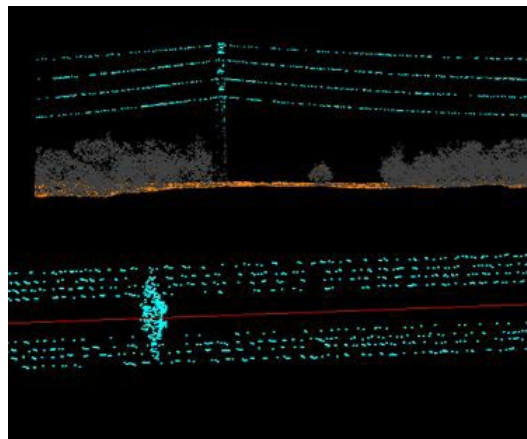
Pošto *Terrascan* modul nema mogućnost automatske klasifikacije žica dalekovoda, izvršena je klasifikacija kroz par ponuđenih algoritama.

Prvi korak u izdvajanju žica dalekovoda je bio pokretanje klasifikacije po visini (*Classify by height from ground*). Naime to je jedna od brojnih klasifikacija koje nudi *TerraScan* modul. Radi na principu zadavanja intervala visine u kom će algoritam izdvojiti tačke. Takođe kao ulazni parametar traži i definisanje klase u odnosu na koju se algoritam izvršava, kao i parametar *Max triangle* koji se veže za maksimalnu dužinu strane u privremenom modelu površi. Ono što se pokazalo kao loša stvar jeste to da se mora ručno mjeriti visina najniže i najviše tačke dalekovoda kako bi sve tačke koje pripadaju istoj bile klasifikovane u traženu klasu. Na Slika 2 se prilično jasno uočavaju žice, ali su u istu klasu kao i žice svrstani i vegetacija i stubovi dalekovoda. Stoga se prelazi na prvi korak u klasifikaciji.

Za konkretan, učitani blok, definisano je da se klasifikacija vrši u intervalu visine od 14-32m u odnosu na tlo. Rezultat dobijen ovom gore navedenom klasifikacijom je dat na Slika 3.



Slika 2. Neobrađen oblak tačaka

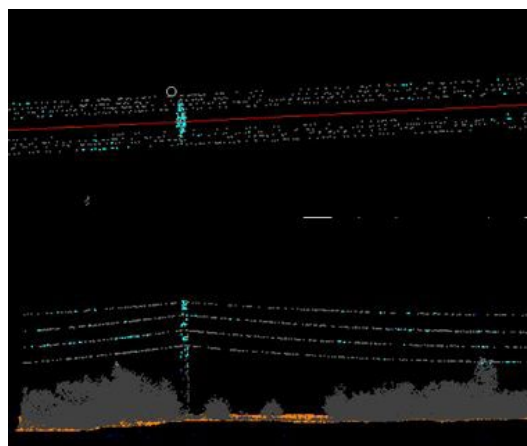


Slika 3. Rezultat klasifikacije po visini

Brojno stanje tačaka koje su sada preklasifikovane u gromobranski vod može se pogledati u statističkom prikazu .

U dobijenom prozoru za statistiku, jasno se uočava brojka od 79 225 tačaka gromobranskog voda, za koju je smanjen broj tačaka vegetacije nakon pokretanja ove klasifikacije.

Sljedeći algoritam za klasifikaciju koji je korišten je klasifikacija po ehu (*Classify by echo*). Navedenim algoritmom se dobijaju jako dobri rezultati (Slika 4).



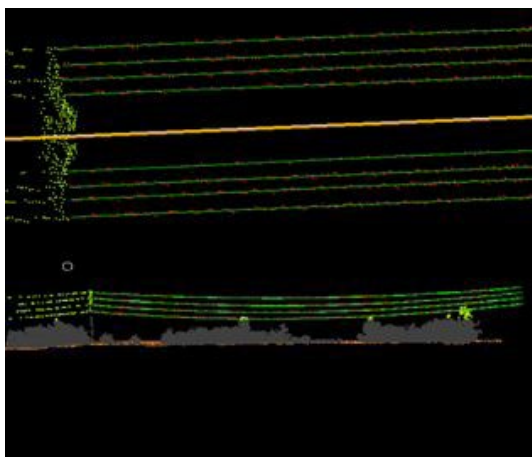
Slika 4. Rezultati dobijeni klasifikacijom po ehu

Naime, od prvobitno dobijenih 79 225 tačaka svrstanih u klasu gromobranski vod sada je čak 52 940 tačaka prebačeno u željenu klasu vod. Znači, ostatak od 26 285 tačaka je ostalo na stubovima

i nekim dijelovima žica u prethodnoj klasi *gromobranski vod*, što je i bio cilj ove klasifikacije. U ovom slučaju je korišćena opcija klasifikacije po prvom od svih odbitaka (*First of many*).

### Automatsko iscrtavanje žica dalekovoda

Klasično, manuelno iscrtavanje žica dalekovoda je najlošija metoda sa aspekta utrošenog vremena. Prijedlog rješenja ovog problema bi bila prvobitno navedena klasifikacija neobrađenog oblaka tačaka, pa na osnovu toga automatsko iscrtavanje žica. Automatska detekcija žica dalekovoda se može izvršiti u *TerraScan* aplikaciji uz pomoć opcije *Detect Wires*. Alat radi na osnovu učitanih tačaka u *TerraScan* gdje traži obode na lančanici tačaka. Lančanice krivih su matematički opisane žice koje su međusobno povezane na svojim krajevima. Nije preporučljivo da se pokreće detekcija za cijeli set podataka sa velikim maksimalnim razdaljinama, jer se povećavaju šanse za lažnu detekciju. Za selektovani blok, pokretanjem detekcije, žice izgledaju kao na Slika 5.

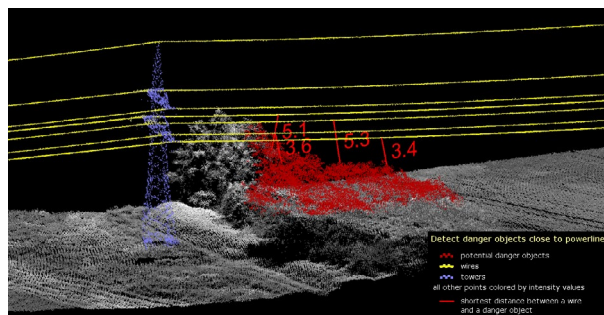


Slika 5. Automatski iscrtane žice dalekovoda

### Detekcija objekata koji ugrožavaju bezbjednost dalekovoda

Bitan aspekt kod bezbjednosti dalekovoda je otklanjanje vegetacije u blizini dalekovoda. Brzinu rasta vegetacije i njeno praćenje teško je ostvariti uz pomoć danas postojećih klasičnih metoda premjera, posebno sa aspekta utrošenog vremena. Postojeći algoritam u *Terrascan* aplikaciji *MicroStation* softvera omogućava jednostavnu detekciju prijetećih objekata po bezbjednost dalekovoda (Slika 6). Naravno, na osnovu učitanih laserskih podataka.

Algoritam koji izvršava detekciju “opasnih” objekata u blizini dalekovoda postoji ugrađen u sklopu modula *TerraScan*, pod nazivom *Finci danger objects*.



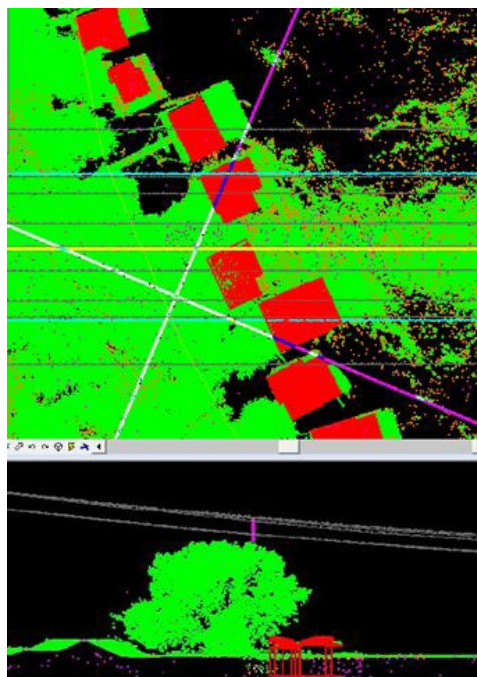
Slika 6. Primjer detektovanih “opasnih objekata”

Radi na principu pronalaženja tačke koja je na datoj udaljenosti od vektorizovane žice. Pored toga, ona omogućava pravljenje izvještaja kako bi se dokumentovala opasnost pojedinih tačaka.

Postoje tri metode po kojima algoritam pronalazi objekte:

- vertikalna udaljenost od žice - vertikalna udaljenost od tačke na žici do tačke na “opasnom objektu”;
- 3D udaljenost do žice - tačke na 3D radijusu udaljenosti od žice;
- logika padajućeg drveća [7].

Algoritam izbacuje listu potencijalnih opasnih objekata zajedno sa njihovim koordinatama što je samo još jedna dodatna prednost. Na podacima koji su korišćeni (jedan učitani blok) je dobijeno da postoji 8 potencijalnih opasnih objekata (Slika 7).



Slika 7. Položaj jedne potencijalno opasne tačke

Nakon detekcije, moguće je izgenerisati izvještaj koji ispisuje koordinate potencijalnih opasnih tačaka



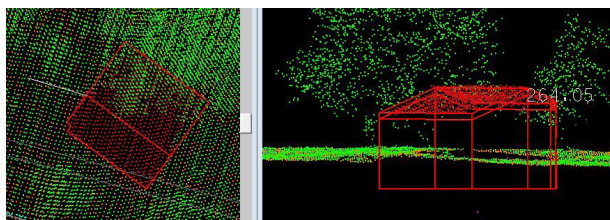
(Slika 8). Takođe, moguće je kreirati i izvještaj u HTML formatu. Ovaj izvještaj može da sadrži informacije o tačkama i slike, a o tome šta će biti prikazano u njemu zavisi od samog korisnika.

| Izvještaj |   |    |      |       |   |           |            |        |  |
|-----------|---|----|------|-------|---|-----------|------------|--------|--|
| 1         | 5 | 34 | 5.19 | 9.64  | 3 | 450218.25 | 4958782.49 | 99.46  |  |
| 2         | 5 | 34 | 6.40 | 4.57  | 3 | 450214.00 | 4958793.84 | 103.69 |  |
| 3         | 5 | 34 | 7.77 | 4.85  | 3 | 450208.07 | 4958806.20 | 102.62 |  |
| 4         | 5 | 34 | 9.09 | 12.69 | 3 | 450204.32 | 4958818.91 | 92.75  |  |
| 5         | 5 | 37 | 5.12 | 11.84 | 3 | 450214.75 | 4958780.36 | 101.26 |  |
| 6         | 5 | 37 | 6.34 | 7.96  | 3 | 450207.23 | 4958790.39 | 103.70 |  |
| 7         | 5 | 37 | 7.70 | 6.57  | 3 | 450201.86 | 4958802.90 | 103.83 |  |
| 8         | 5 | 37 | 8.74 | 14.57 | 3 | 450198.74 | 4958812.83 | 94.89  |  |
| 9         |   |    |      |       |   |           |            |        |  |

Slika 8. Izvještaj sa koordinatama spornih tačaka

### Poređenje automatske i ručne klasifikacije i vektorizacije

Dobro je poznata činjenica da se u svim poljima teži ka nekoj automatizaciji i ubrzanju izvršenja zadataka. Ništa drugačije se ne dešava u obradi LIDAR podataka kod klasifikacije i ekstrakcije željenih segmenata. Sam postupak ručnog klasifikovanja i vektorizovanja željenog dugo traje. Sa druge strane, automatska klasifikacija mnogo ubrzava posao i štedi vrijeme bilo kom operateru. Međutim, automatska klasifikacija može da ima i dosta nedostataka. Dobar broj algoritama nije savršen. Automatski algoritmi često znaju da naprave i dosta grešaka što može da proizvede mnogo veće probleme pri daljoj obradi podataka. Takođe, jako je teško napraviti neki algoritam koji će moći sve moguće slučajeve da pokrije. Pođimo od konkretnog problema klasifikacije žica dalekovoda što se dalo primijetiti kod velikog broja tačaka koji ostanu klasifikovani u tačke žica, a nalaze se na stubu. Gledajući sa aspekta utrošenog vremena, automatska klasifikacija zna da potraje ukoliko je veća gustina tačaka u oblaku tačaka, ali se opet za to vrijeme dok algoritam radi može iskoristiti vrijeme za neku drugu obradu podataka, dok bi ručnim klasifikovanjem i vektorizovanjem žica utrošili mnogo više vremena kako bi dobili željeni proizvod. Stoga bi idealno rješenje bila neka poluautomatska klasifikacija i vektorizacija, koja bi kao prvi korak imala neku blažu varijantu automatske klasifikacije nakon čega se može ručno doraditi nešto što je ostalo sporno nakon automatske klasifikacije (Slika 9).



Slika 9. Objekat vektorizovan automatski, sa ručnom doradom

### ZAKLJUČAK

Osnovna ideja ovog rada je bila da prikaže elemente automatske klasifikacije i detekcije žica dalekovoda iz podataka dobijenih avionskom laserskom tehnologijom, poređenje sa ručnom metodom i generisanje krajnjih proizvoda upotrebljivih za katastar vodova ili za upravljanje elektroenergetskom infrastrukturom. Obrada podataka je vršena u softverskom paketu *MicroStation* uz korišćenje njegovog modula *Terrascan*.

Dalekovodi su jako bitne komponente u elektroenergetskom sektoru i njihov monitoring ima jako bitnu ulogu. Praćenje i otkrivanje dalekovoda može da pruži snažnu podršku u cijelom sistemu upravljanja u elektrodistribucionoj mreži. Nova tehnologija (LIDAR) predstavlja brz i efikasan metod za prikupljanje podataka o dalekovodima, sa visokom preciznošću te je stoga široko prihvaćena tehnologija za praćenje energetskih vodova.

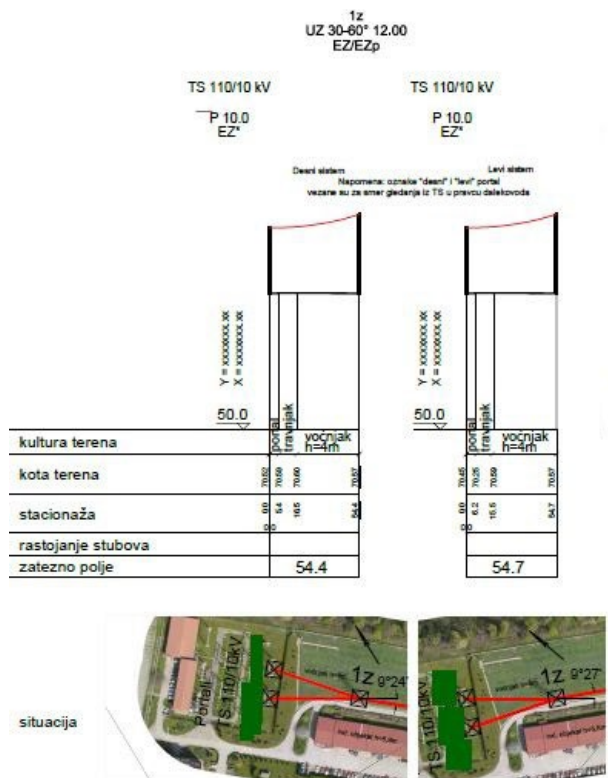
Studija slučaja se odnosi na prikaz automatske klasifikacije na par blokova jedne dionice snimanih dalekovoda. Naime, klasifikacija je vršena, kako je već rečeno, u *Terrascan* modulu *Microstation* softverskog paketa kroz par algoritama, sa dodatnim isprobavanjem parametara koji daju najbolje rješenje u konkretnom slučaju. Samo jedan od algoritama ne može dati odmah dobro rješenje. Stoga se i koristi veći broj algoritama kako bi otklonili tačke koje ostanu svrstane u klasu žica, a u stvari pripadaju stubu ili okolnoj vegetaciji. Kroz algoritme po visini i ehu dobiju se prilično dobri rezultati. Nakon toga je izvršena automatska detekcija žica sa vektorizacijom. Studija slučaja obuhvata i detekciju tačaka koje ugrožavaju bezbjednost dalekovoda. Praktičnim radom je pokazan jako brz postupak dobijanja tih spornih tačaka/objekata zajedno sa izvještajem koji nosi koordinate svake tačke pojedinačno. Sve ovo je bilo potrebno kako bi se na kraju dobio adekvatan finalni proizvod koji je ujedno validan izvor podataka primjenljiv i u katastru i u upravljanju elektroenergetskom infrastrukturom (Slika 10).

### LITERATURA

Bo Guo, Qingquan Li, Xianfeng Huang, Chisheng Wang (2016). An Improved Method for Power-Line Reconstruction from Point Cloud Data. Remote sensing.

Branković, S. Električne mreže i dalekovodi. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstava.





Slika 10. Finalni proizvod upotrebljiv u upravljanju elektroenergetskom mrežom

- Gunho Sohn, Yoonseok Jwa, Heungsik Brian Kim (2012). Automatic power linescene classification and reconstruction using airborne Lidar data. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Melbourne.
- Liang Cheng, Y. W. (2014). Extraction of Urban Power Lines from Vehicle-Borne LiDAR Data. Remote sensing.
- Lingli Zhu, Juha Hyypä (2014). Fully- Automated Power Line Extraction from Airborne Laser. Remote sensing .
- Nedeljković-Ostojić Jasmina, Govedarica Miro, Ninkov Toša (2011). Analysis of Structure Surveying Method by 3D Laser Scanners (Article). GEODETSKI LIST, str.37-54.
- TerraScan User's Guide, (n.d.). Retrieved 2016, from <https://www.terrasolid.com/download/tscan.pdf>
- Y Jwa, G. Sohn, H. B. Kim. (2009). Automatic 3D powerline reconstruction using airborne LiDAR data. ISPRS. Paris.

# DISTRIBUCIJA TEŠKIH METALA U ZEMLJIŠTU INDUSTRIJSKIH ZONA SEVER I JUG U NOVOM SADU

Elena Tadić<sup>1</sup>

## Apstrakt

Koncentracije teških metala (Cu, Mn, Ni, Pb, Zn) su određene u zemljištu na 16 lokacija u okolini najvećih fabrika industrijskih zona sever i jug u Novom Sadu. Njihova prostorna distribucija na istraživanom prostoru analizirana je interpolacijskom metodom IDW (Inverse Distance Weighting). Stepem zagađenja zemljišta procenjen je na osnovu ukupne količine teških metala. Na osnovu ispitivanja uzoraka zemljišta zaključeno je da je prisustvo teških metala u zemljištu, najvećim delom, prirodnog porekla. Od teških metala povišen sadržaj, preko graničnih vrednosti, utvrđen je za Cu i Zn. Dobijeni rezultati pokazuju da se prisutne koncentracije detektovane u ovom istraživanju mogu označiti kao „istorijsko zagađenje“ zemljišta.

## UVOD

U teške metale ubrajaju se: Hg, Cd, Cr, Pb, Ni, Mn, Fe, Cu, Zn i dr. Prirodni izvor teških metala je Zemljina kora, dok u antropogene izvore spadaju otpadi različitih industrijskih procesa, sagorevanje goriva i dr. Teški metali iz antropogenih izvora na zemljište, najčešće, dospevaju atmosferskom depozicijom. (Brooks, 1978).

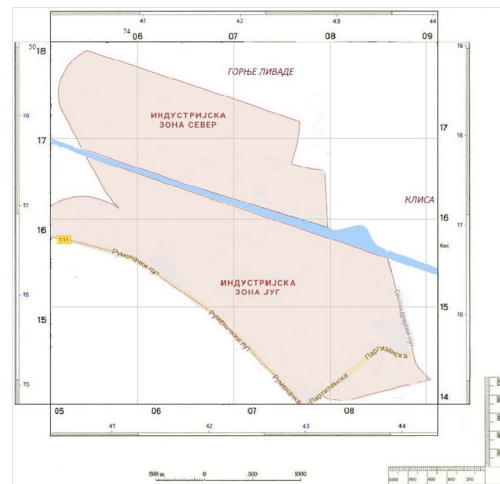
Istraživano područje se nalazi na oko 85 km severozapadno od Beograda, na teritoriji Novog Sada. ograničeno je Gornjim livadama na severu, Sentandrejskim putem na istoku i Rumenačkim putem na jugu i zapadu. (Slika 1).

Cilj ovog istraživanja je procena zagađenja zemljišta u industrijskim zonama grada Novog Sada izradom mapa distribucije teških metala.

## MATERIJALI I METODE RADA

Terenska istraživanja obuhvatila su uzimanje uzoraka zemljišta na označenim lokacijama. Uzorkovanjem je obuhvaćeno 16 tačaka na teritoriji grada Novog Sada, u industrijskim zonama sever i jug. Uzorci su pripremljeni metodom mikrotalasne digestije, da bi kasnije određivanje ukupnog sadržaja teških metala bilo urađeno pomoću metode Atomskog apsorpcionog spektrofotometra. Korišćenjem geostatističke interpolacijske metode u geo-

informacionom sistemu Arc GIS izrađene su mape distribucije metala na istražnom području na kojima mogu da se uoče mesta sa višom koncentracijom teških metala (Dai, 2004).



Slika 1. Položaj istražnog područja (Izvor: autor prema TK 378-2-3 Novi Sad (sever), razmera 1:100000)

## REZULTATI I DISKUSIJA

U uzorcima zemljišta određen je ukupan sadržaj teških metala (tabela 1). Budući da se radi o industrijskom zemljištu, granične (GV) i remedijacione vrednosti (RV) u zemljištu navedene su prema važećoj Uredbi (Sl. gl. RS, br. 88/2010) za nepoljoprivredno zemljište. Granične vrednosti su one vrednosti na koje označavaju nivo na kome je dostignut održiv kvalitet zemljišta. Remedijacione vrednosti jesu vrednosti koje ukazuju da su osnovne funkcije zemljišta ugrožene ili ozbiljno narušene i zahtevaju remedijacione, sanacione i ostale mere.

Ukupan sadržaj Cu u zemljištu industrijskih zona je iznad granične (GV) na tri lokacije (T6, T13, T14), ali ispod remedijacione vrednosti (RV). Na još tri lokacije, ovaj sadržaj je blizak GV (T2, T11, T15) (Tabela 1). Ovo znači da je sadržaj bakra na tri lokacije iznad nivoa na kome je dostignut održiv kvalitet zemljišta i da ovo područje zahteva dalji monitoring, ali istovremeno ispod sadržaja koji zahteva sanacione i remedijacione mere (Slika 2.1).

<sup>1</sup> Gimnazija "Svetozar Marković", Novi Sad



Koncentracija ukupnog Zn varira od srednje do povišene. Na tri lokacije T6, T13 i T14, sadržaj cinka je preko GV od 140 mg/kg, ali još uvek ispod RV (Tabela 1). Na osnovu distribucije cinka (Slika 2.2), na dve lokacije T6 i T13 uočena je blaga kontaminacija cinkom (koncentracije su 334,6 i 301,1 mg/kg, redom).

Za vrednosti ukupanog sadržaja Mn ne postoje propisane granice. Sadržaj Mn u zemljištu veoma zavisi od pH. Kako je pH vrednost ispitivanih zemljišta industrijskih zona alkalna (sa povoljnim oksido-redukcionim potencijalom) u ispitivanom zemljištu nije ni bio očekivan povećan sadržaj Mn, a prema prostornoj distribuciji sadržaj Mn je ujednačen na čitavom posmatranom području (Slika 2.3).

U alkalnim zemljištima Pb se uglavnom nalazi vezano za karbonate, humus i silikate. Zagađenje zemljišta olovom najčešće je antropogenog porekla, od izduvnih gasova automobila, kao istorijsko zagađenje kada se Pb koristilo kao aditiv benzina. Prema dobijenim rezultatima, koncentracija olova ne prelazi propisane granice, ali na lokaciji T14 ovaj sadržaj je blizak GV (Tabela 1, Slika 2.4)

Veće količine Ni se izdvajaju sagorevanjem tečnih goriva, uglja, spaljivanjem otpada, pepela dimnjaka, toplana, elektrana i drugih izvora. Ukupan sadržaj Ni u svim uzorcima je ispod granice GV, dok je na

lokaciji T2 prisutan sadržaj blizak GV (Tabela 1). Prema prostornoj distribuciji, sadržaj Ni je relativno uniforman na čitavom istraživačkom području (Slika 2.5).

Pojedinačno posmatrano, lokacije T6, T13 i T14 su opterećene povišenim sadržajem Cu i Zn, preko granične vrednosti.

U prošlosti, emisije iz industrijskih postrojenja su bile glavni uzrok zagađenja životne sredine. Donošenjem niza zakonodavnih propisa, prvenstveno uvođenje obaveze monitoringa emisija u vazduh, vodu i zemljište i uvođenjem graničnih vrednosti, ovaj uticaj je smanjen. Drugi razlog, za smanjenje zagađenja životne sredine u gradu Novom Sadu je značajno smanjenje industrijske proizvodnje, usled privredne krize i prestanak rada pojedinih fabrika u posmatranim industrijskoim zonama. Prema tome, prisutne koncentracije detektovane u ovom istraživanju, mogu se označiti kao „istorijsko zagađenje“ zemljišta.

Tabela 1. Ukupan sadržaj teških metala u zemljištu istražnog područja (autor)

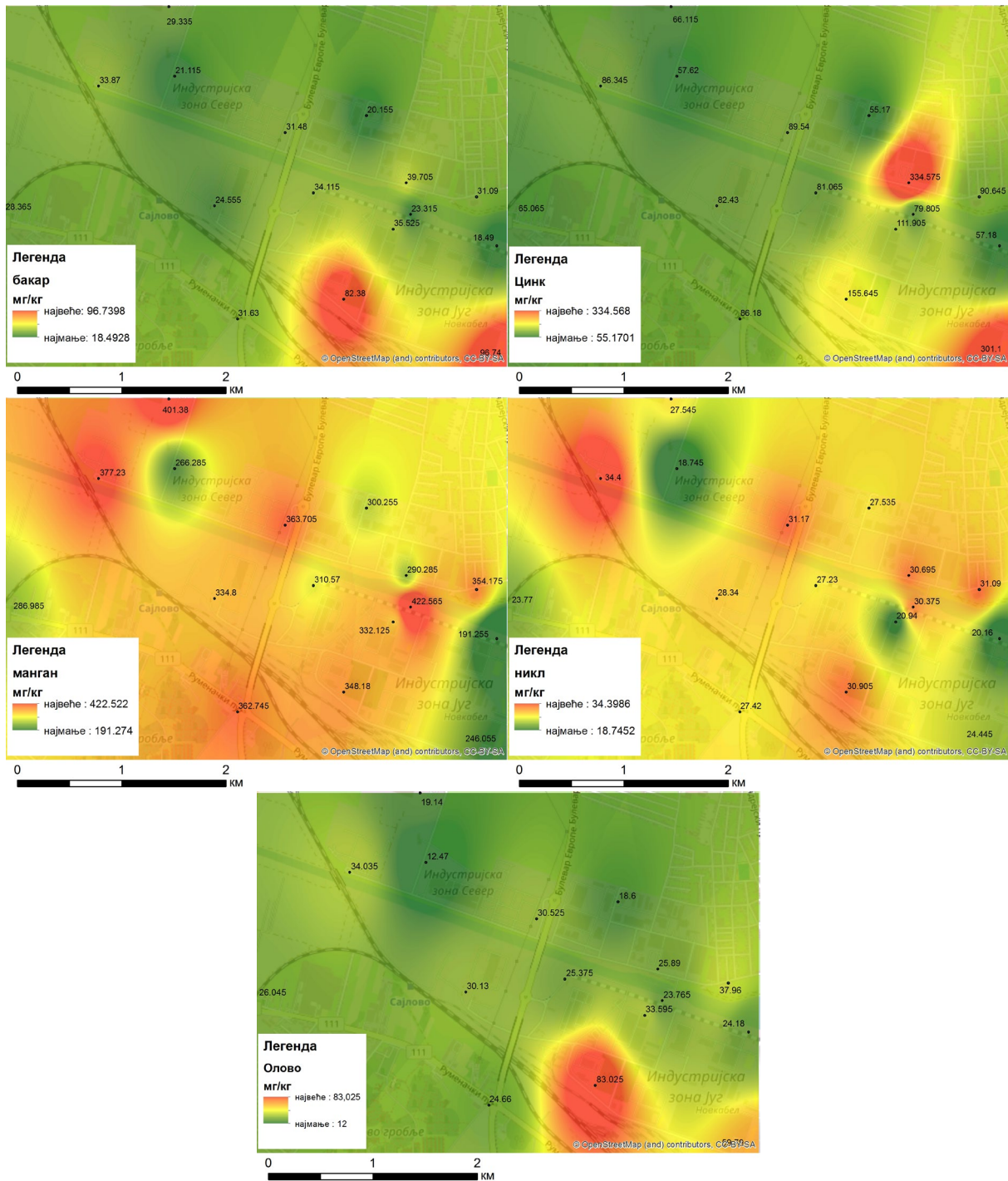
## ZAKLJUČAK

Na osnovu ispitivanja uzoraka zemljišta uzetih na lokalitetima industrijskih zona sever i jug u Novom Sadu, zaključeno je da je prisustvo teških metala u zemljištu, najvećim delom, prirodnog

Tabela 1. Ukupan sadržaj teških metala u zemljištu istražnog područja

| Tačke                    | Cu<br>(mg/kg) | Zn<br>(mg/kg) | Mn<br>(mg/kg) | Pb<br>(mg/kg) | Ni<br>(mg/kg) |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| T1                       | 29,3          | 66,1          | 401,4         | 19,1          | 27,5          |
| T2                       | 33,9          | 86,3          | 377,2         | 34,0          | 34,4          |
| T3                       | 21,1          | 57,6          | 266,3         | 12,5          | 18,7          |
| T4                       | 31,5          | 89,5          | 363,7         | 30,5          | 31,2          |
| T5                       | 20,6          | 55,2          | 300,3         | 18,6          | 27,5          |
| T6                       | <b>39,7</b>   | <b>334,6</b>  | 290,3         | 25,9          | 30,7          |
| T7                       | 31,1          | 90,6          | 354,2         | 37,9          | 31,1          |
| T8                       | 28,4          | 65,1          | 286,9         | 26,0          | 23,8          |
| T9                       | 31,6          | 86,2          | 362,7         | 24,7          | 27,4          |
| T10                      | 23,3          | 79,8          | 422,6         | 23,8          | 30,4          |
| T11                      | 34,1          | 81,1          | 310,6         | 25,4          | 27,2          |
| T12                      | 18,5          | 57,2          | 191,2         | 24,2          | 20,2          |
| T13                      | <b>96,7</b>   | <b>301,1</b>  | 246,1         | 59,8          | 24,4          |
| T14                      | <b>82,4</b>   | <b>155,6</b>  | 348,2         | 83,0          | 30,9          |
| T15                      | 35,5          | 111,9         | 332,1         | 33,6          | 20,9          |
| T16                      | 24,6          | 82,4          | 334,8         | 30,1          | 28,3          |
| <b>Granična vr.</b>      | <b>36,0</b>   | <b>140,0</b>  | /             | <b>85,0</b>   | <b>35,0</b>   |
| <b>Remedijaciona vr.</b> | <b>190,0</b>  | <b>720,0</b>  | /             | <b>530,0</b>  | <b>210,0</b>  |

Izvor: autor



Slika 2.1-2.5. Mape distribucije bakra, cinka, mangana, olova i nikla  
(mape uradili Dr Mesaroš, M. i autor u ArcGIS programu, u razmeri 1:50000)

porekla. Od teških metala povišen sadržaj, preko graničnih vrednosti, utvrđen je za Cu i Zn na tri lokaliteta. Prisutne koncentracije detektovane u ovom istraživanju, mogu se označiti kao „istorijsko zagađenje“ zemljišta, zbog smanjenog zagađivanja zemljišta industrijskih zona u poslednje dve decenije.

## LITERATURA

Brooks, R. R. Environmental Chemistry, Bookris, J.O.M. 1978, Plenum Press: New York, USA

Dai, L., H. Wei and L. Wang. Spatial distribution and risk assessment of radionuclides in soils around a coal-fired power plant: A case study from the city of Baoji, China. Environ Res, 2007. 104(2): p. 201-208.

Uredba o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa, Službeni glasnik RS, br. 88/2010



# ANALIZA I UNAPREĐENJE REZULTATA PRIMENE ALATA ZA ODREĐIVANJE ZONE URBANOG PODRUČJA

*Dejan Popović<sup>1</sup>, Dragana Popović<sup>1</sup>*

**APSTRAKT:** U ovom radu biće dato jedno od rešenja kako poboljšati rezultate dobijene alatom „Delineate Built-Up Area“ u ArcGIS-u. U okviru rada biće objašnjeni potrebni koraci koji se realizuju pre i posle određene metode, da bi se dobilo precizno poravnanje granica urbanih područja sa susednim ulicama, rekama, jezerima... Testiranje rezultata izvršeno je za oba slučaja, tj za delineate i predloženom alatu za određenogradove: Novi Sad, Giarmata i Horneburg, gde su se sa predloženim alatom postigli malo bolji rezultati QDBA 0.799, 0.866, 0.915 i QPROP 0.823, 0.912, 0.928.

**ABSTRACT:** This paper presents a way to improve results achieved with the tool - „Delineate Built-Up Area“ in ArcGIS. The following steps in proposed tool include number of „pre“ and „postprocessing methods in order to precisely align borders of urban areas with neighbouring streets, rivers, lakes, etc. Ultimately, the testing of results both in delineate and proposed tool were established for randomly selected cities: Novi Sad, Giarmata and Horneburg, whereas proposed tool performs slightly better results e.i, QDBA 0.799, 0.866, 0.915 and QPROP 0.823, 0.912, 0.928, respectively.

**Ključne reči:** generalizacija, built-up, geoprocessing, python, postgresql, postgis, ArcGIS, arcpy.

## UVOD

Motivacija za izradu rada potiče od testiranja ArcGIS alata „Delineate Built-Up Area“ (u nastavku DBA), gde korisnik unosi određene parametre kao i ulazne podatke „footprint“ zgrada određenog urbanog područja, da bi kao rezultat proizveo granice urbanog područja.

Međutim prilikom korišćenja pomenutog alata, autori primećuju određene nedostatke kod rezultata. Naime, granice rezultata se ne naslanjaju na granice puteva, reka, pruga - linijskih objekata, kao i primetne pojave rupa - „gaps“ unutar rezultata granice urbanog područja.

Isto tako, kao dodatak alatu, u ponuđenom rešenju omogućeno je da umesto poligona footprint zgrada

moguće uneti tačkaste adrese objekata (engl. Point Addresses).

Dabise nadomestili pomenute anomalije korišćenjem istog alata sa „pre“ i „post“ geoprocessing-om pojavu rupa (engl. gaps) objekata kao i naslanjanje na linijske objekte je moguće poboljšati i u ovom radu će biti predstavljeno ponuđeno rešenje.

Alat je konstruisan kao arctoolbox dodatak u napisan je Python programskom jeziku, gde je korišćena biblioteka arcpy, a testiranje rezultata je izvršeno u PostgreSQL-PostGIS ekstenziji.

Rad se konkretno bazira na proceduru predloženog alata.

## METODOLOGIJA RADA PREDLOŽENOG ALATA

### Povezani radovi

DBA alat je relativno nov alat u radu sa prostornim podacima. Alat je prvi put uveden u ArcMap verzija 10.2 početkom 2014. DBA i predloženi alat pripadaju alatima koji vrše generalizaciju prostornih objekata, konkretno rad K.Zhou [7] objašnjava rad sa alatima koji korsite gridove, kernel gustinu i ulične blokove. Predloženi alat spada grupu koja pripada radu sa uličnim blokovima. Upravo rupe (engl. gaps) su tema ovog rada. Rupe koje su manje od prosečnih rupa će biti isključene. U ovom radu bice korišćeni podaci u kojima su rupe 3 puta veće od prosečnih, isključivo iz razloga što podaci sa manjim rupama daju lošije rezultate. Članak A. Vetter et al, opisuje metod generalizacije za stvaranje naseljenih mesta na skali od 1: 50000. Fokus je na pojednostavljenje i

otklanjanje građevinskih karakteristika, pošto su prostorni objekti uzeti iz starih topografskih karti. Geoproceni u ovom članku su: Izbor atributa, Lokacija, pojednostavljenje i sl su primenjeni u predloženom alatu kao i [4]. Sofisticiraniji pristup pri poboljšavanju naseljenih mesta je uradio Oliver H. et al [6]. Pored pre i posle koraka prerade ekstrakcije naseljenih oblasti, rad se fokusira i na pristupu koji je zasnovan na unakrsnoj validaciji podataka da bi se odredili parametri za DBA alata. Optimizacija parametara se ne može automatizovati, čime isti ili

<sup>1</sup> Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad; dejan.popovic11@gmail.com; dragana.popovic@uns.ac.rs

sličan pristup nije primenjen u predloženom alat, međutim, vršena je slobodna procena za parametre Minimum Size Detail, Grouping Distance and Minimum Building Count. Metoda je potvrđena sa 166 naselja koristeći ATKIS skup podataka, jer je autorima dozvoljen rade sa njima. U našem pristupu odluka je bila da radi sa samo OSM podacima, zbog problema kršenja korisničkih prava. S obzirom da će u radu fokus biti na gradu Novi Sad, osnove infrastrukture i prostornih podataka date su u radu [8] u kojem su definisani standardi i pravila implementacije prostornih podataka u Nacionalnoj infrastrukturi prostornih podataka Srbije. U originalnom DBA alatu najbolje rezultate pokazao je DBA sa pre i posle koracima pri generalizaciji. Cilj rada je da se napravi sličan alat koji bi radio sa istim setom podatka, da bi se na kraju rezultati uporedili sa originalnim rezultatima DBA.

Proces rada

Metodologija sadrži pre svega procese koji se fokusiraju na:

- filtriranje podataka
- proveru geometrije
- projekciju koordinata
- kreiranje pragova, a kao posledica su podkoraci čitanje azimuta i rotacija pragova

Zbog razloga da neke ugrađene funkcije u ArcGIS-u zahtevaju projekciju u jedan od metarskih koordinatnih sistema, to je izvršeno automatski u alatu. U OSM kod linijskih objekata preporučljivo je da se isključe neophodni atributi, kao što su neklasifikovani putevi, pešački prolazi, uslužni putevi itd... iz tazloga što previše linijskih objekata kreira guste blokove i povećava broj manjih blokova[6],[7]. Ovo bi trebalo izbeći i zbog brzine egzekucije alata, kao i eliminacije većih blokova. Dodatno, kod ulaznih podataka o zgradama koji su u obliku tačaka, alatu primenjuje dve funkcije: GetAzimuth (1) i Rotate(2), da bi se dobila simulacija pragova zgrada i nastavilo sa sledećim koracima.

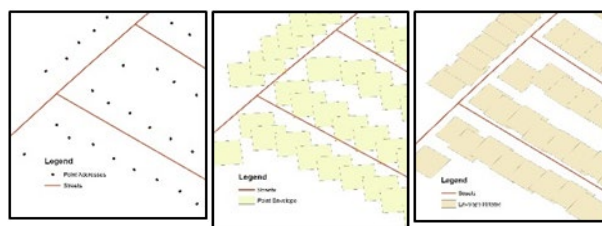
$$\text{rad} = \text{atan} \left( \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} \right) \quad (1)$$

rad - predstavlja azimut najbližeg linijskog objekta u radijanima

$$\begin{aligned} x_r &= (x \cdot \cos(\text{rad})) - (y \cdot \sin(\text{rad})) + x_c \\ y_r &= (x \cdot \sin(\text{rad})) + (y \cdot \cos(\text{rad})) + y_c \end{aligned} \quad (2)$$

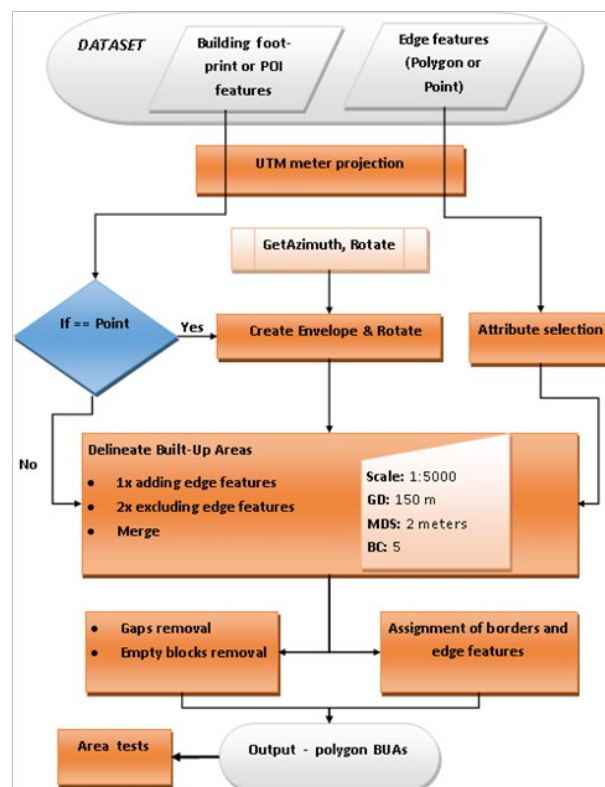
$x, y$  - koordinate verteks tačaka koji se rotiraju  
 $x_c, y_c$  - koordinate centra simuliranih pragova  
 $x_r, y_r$  - koordinate rotiranih  $x, y$  sa uglom rad od referentnih  $x_c, y_c$

Slika 1 predstavlja simulaciju da bi se postigli pragovi zgrada. Funkcija 1 je primenjena da bi se očitao azimut sa najbližeg linijskog segmenta, dok je funkcija 2 primenjena da bi se rotirali pravougaonici i bili paralelni sa ulicom.



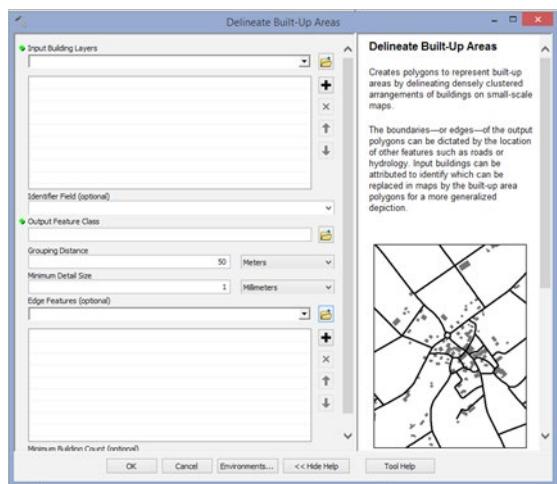
Slika 1. Simulacija pragova

U nastavku, prikazanje kompletna metodologija na slici 2.



Osnova za konstrukciju predloženog alata jeste postojeći DBA alat u komercijalnom ArcGIS-u. Detaljan opis i koraci alata su zaštićeni od strane kompanije, tako da jedino pojašnjenje jesu samo parametri koji se unose u alat. Na slici 3 je dat prikaz izvornog alata *Delineate Built-Up Areas* koji će kasnije biti modifikovan.

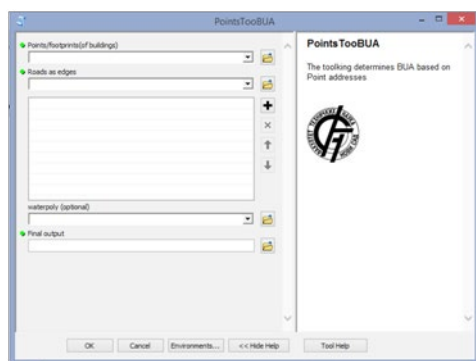
Opis parametara kod *Delineate Built-Up* alata je u Tabeli 1.



Slika 3. Izvorni Delineate Built-Up Areas alat

Tabela 1. Parametri i objašnjenje

| Parametar             | Objašnjenje  |
|-----------------------|--|
| Input Buildings Layer | Footprint zgrada   |
| Output                | Predstavlja ograničenje zgrada kao representation klaster  |
| Grouping Distance     | Zgrade koje su bliže nego ovaj iznos su grupisane. Ova dužina se meri od ivice zgrade do centra zgrade |
| Minimum Detail Size   | Najmanje dozvoljeni obim poligona  |
| Edge Features         | Ukoliko se želi oivičenje graničnoj poligona, koriste se dodatni podaci kao                            |



Slika 4. Predloženi alati

Tabela 2. Parametri i objašnjenje za predloženi alat

| Parametar                        | Objašnjenje   |
|----------------------------------|---|
| Points/footprints (of buildings) | Mogući je input zgrada kao tačaka i kao poligona                            |
| Roads as edges                   | Linijski objekti koji čine granicu ili oivičavaju rezultat urbanog područja |
| Waterpoly                        | Poligon objekti koji ograničavaju rezultat                                  |

Nakon što su predprocesi završeni, prelazi se na primenu DBA alata sa parametrima 150 metara za

Grouping Distance i 2 metra za Minimal Detail Size. Minimal Building Count je 5 zgrada. Ovi parametri su određeni intuitivno, dakle nakon testiranja sa različitim scenarijima. Parametri su setovani unutar alata i korisnik ne mora da ih edituje. U predloženom alatu, DBA se računaju dva puta, prvi put sa uličnim objektima, dok drugi put bez. Nakon toga, rezultati se sjedinjavaju. Ovaj korak je izvršen da bi se izbegle velike rupe unutar granica urbanog područja.

Na kraju, postprocesing koracima ideja je da se eliminišu rupe i da se poklope izlazni podaci sa uličnim linijskim objektima. Ovi koraci posledično koriste ugrađene funkcije kao Unio kojim se identifikiraju rupe, Aggregate se koristi prilikom sjedinjavanja susednih poligona, Merge se koristi da bi se sjedinili nesusedni poligoni, Near se koristi da bi se identifikirali susedni vertex, FeatureToVertices da bi se pretvorili linijski objekti u vertex tačke i Erase da bi se obrisale površine koje pripadaju drugim atributima (reke, jezera...)[3].

Postupak rada sa podacima:

1. Svi SHP fajlovi se konvertuju u UTM metarsku projekciju i razloga što se koriste za razne geoprocessing operaciju kao što su: Union, Intersect, Near Analysis, Merge, Aggregate, Buffer...

2. U drugom koraku se proverava u kojem je obliku uneti podaci o zgradama, da li u Point ili Polygon. Ukoliko je u Point, pomoću dodatnih funkcija GetAzimuth, Rotate, Create Envelope, se simuliraju footprint zgrada tako što dobijaju sve tačke jednak oblik, a rotirani su istim uglom kao i najbliži ulični objekat.

3. U narednom koraku se primenjuje Delineate Built-Up Area (DBA) alat dva puta, sa linijskim objektom (150 metara za Grouping Distance i 2 metra za Minimal Detail Size) i bez (250 metara, 5 metara), a rezultat se sjedinjava funkcijom Merge. Parametri su podešeni kao default usled niza testiranja za različita područja i specificirani su intuitivno izborom autora.

4. U ovom koraku se primenjuju funkcije Union, CalculateArea, Merge, Aggregate polygons, da bi se detektovale rupe unutar predhodnog rezultata i na taj način otklonile.

5. Koristi se funkcija Near i GetAzimuth da bi se ivice rezultata poklopile sa linijskim objektom. Isto tako ukoliko je unet poligon kao granica, funkcijom Erase se eliminišu krajevi u rezultatu.

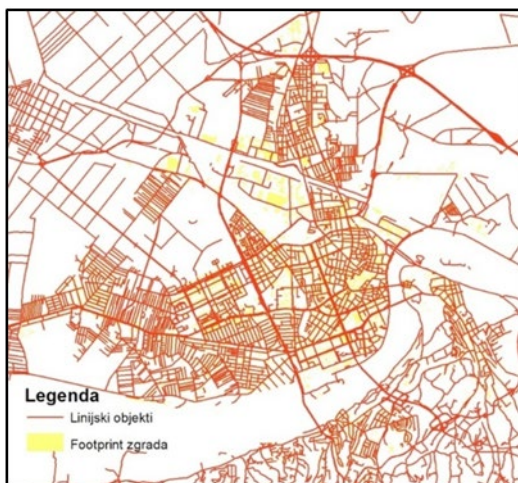
6. Pomoću linijskih objekata koji su uglavnom ulice, reke... u gradovima pretežno se mogu formirati blokovi. U ovom koraku se ispituje da li blokovi



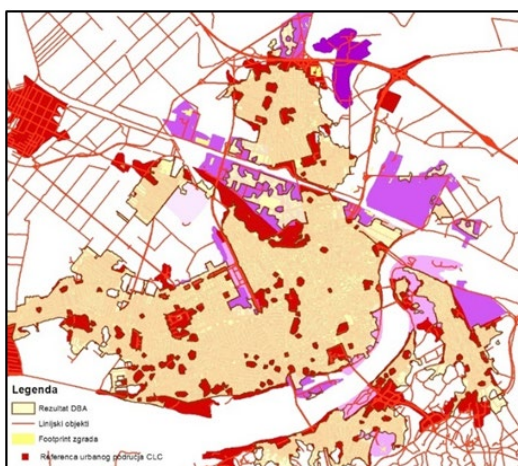
sadrže footprint zgrada i ukoliko ne, isti blokovi se odstranjuju iz finalnog rezultata.

## STUDIJA SLUČAJA

U okviru ovog poglavlja biće dati rezultati koji su postignuti na proizvoljno odabranim gradovima Novi Sad, Giamatra i Horneburg.



Slika 5. Novi Sad – Linijski objekti i footprint zgrada

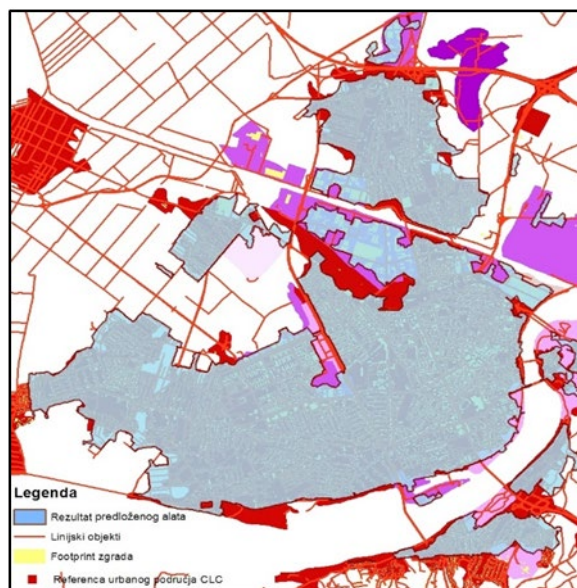


Slika 6. Novi Sad – DBA rezultat

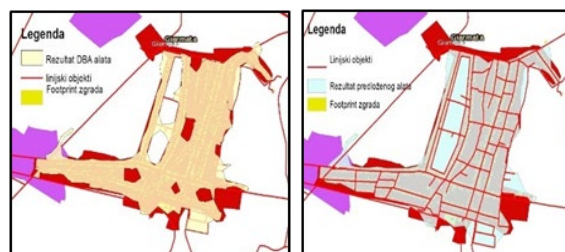
Slika 6 prikazuje ulazni skup podataka za Novi Sad. Linijske karakteristike se filtriraju i oni ukazuju na ulične mreže [6]. Obavezno je ubaciti i footprint zgrada. U ovom radu su testirani samo poligoni tj “otisci zgrada”.

Slika 6. predstavlja DBA rezultate za Novi Sad. Kao što se može videti, praznine su rasute svuda.

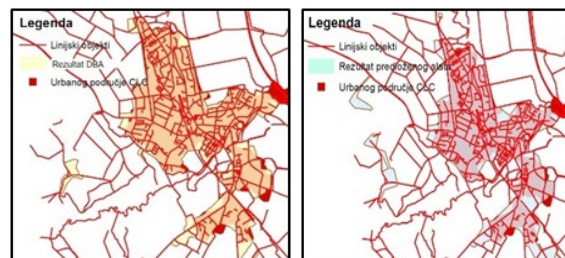
Rezultati ivica zavise od podešavanja skale (1: 5000). Ukoliko je raymera manja, usklađivanje sa najnovijim karakteristikama ce biti manje tačno. U predloženom alatu, poravnanje ne zavisi od razmere. Slika 7. predstavlja izlaz iz predloženog alata. Upoređujući ga sa slikom 6, praznine su eliminisane i područja se poklapa sa referentnim slojem.



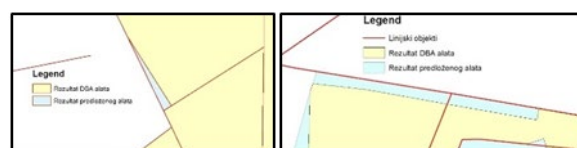
Slika 7. Novi Sad – rezultat predloženog alata



Slika 8. Giarmata– DBA rezultat i rezultat predloženog alata



Slika 9. Horneburg– DBA rezultat i rezultat predloženog alata



Slika 10. Upotpunjavanje graničnih „gaps“ ili rupa pomoću predloženog rezultata

Vizuelno je jasno uočiti u svim primerima da je pojava „gaps“ ili rupa unutar poligona većim delom eliminisana u rezultatu predloženog alata, kao i da su granične linije urbanog područja dobrim delom sjedinjena sa linijskim objektima (slika 10).

## Evaluacija rezultata

Najjednostavniji način da se proveri tačnost rezultata jeste da se uporede površine rezultata urbanog područja DBA i predloženog alata sa referentnom



površinom istog područja dobijene iz *Corine Land Cover*. Jedan od načina je prikazan u tabeli 3.

Tabela 3: Površine svih rezultata i računanje kvaliteta rešenja QBOM

| City        | CLC [m <sup>2</sup> ] | DBA [m <sup>2</sup> ] | Proposed Tool [m <sup>2</sup> ] |
|-------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Giarmata    | 2483821               | 2069917               | 2491781                         |
| Novi Sad    | 29491137              | 26342199              | 29839935                        |
| Hornberg    | 2551301               | 2749245               | 2936942                         |
| Overlay DBA | Overlay Proposed      | QBOM DBA              | QBOM Proposed                   |
| 2412343     | 2435012               | 0.799                 | 0.823                           |
| 24112387    | 26808350              | 0.866                 | 0.912                           |
| 1851437     | 2011646               | 0.915                 | 0.928                           |

U tabeli CLC predstavlja površinu urbanog područja iz *Corina Land Cover* [5] iz 2006 godine i uzeta je kao referenca pri poređenju. DBA čini površinu urbanog područja dobija *Delineate Built-Up Area* alatom, dok *Predloženi Alat* čini površinu sa modifikovanim alatom. *Overlay* jeste površina kojom se poređene površine u potpunosti poklapaju. Kvalitet dobijenog rezultata se meri QBOM. QBOM predstavlja odnos preseka površine referentne granice (iz CLC) i dobijene granice sa površinom referentne granice. Sve pomenute površine se neposredno uveličavaju *Buffer* funkcijom. Iznos *Buffer* je proizvoljan izbor autora. U ovom slučaju izbor je na 30 metara iz razloga što je identičan iznos korišćen u sličnim funkcijama kao: *Aggregate*, *Near*; filtriranje po lokaciji... Raspon QBOM je od 0 do 1, gde 1 predstavlja potpuno preklapanje površina.

U sva tri primera uočljivo je da zaista predloženo rešenje doprinosi boljoj pokrivenosti i aproksimaciji urbanog područja u odnosu na postojeće rešenje u DBA alatu. Dakle u sva tri slučaja QBOM predloženo je za nijansu bolja u odnosu na QBOM u DBA.

## DISKUSIJA

Bitno je naznačiti da su korišćeni podaci preuzeti sa *OpenStreet* repozitorijuma i da izgled samog rezultata u mnogome zavisi od verodostojnosti pragova zgrada, ulica, reka i svih objekata koji su potrebni kao ulazni podaci kod alata. Dakle tačnost direktno zavisi od podataka koji se koriste.

Gradovi koji su izabrani, predloženi su iz razloga dobre pokrivenosti prethodno navedenih podataka, pritom da su sa različitih geografskih područja.

Jedan od nedostataka je nedovoljan broj naseljenih područja kako bi se dobio relevantniji i pouzdaniji rezultat, međutim dalje ispitivanje bi se moglo sprovesti u budućnosti.

Isto tako, nedostatak je što su najnoviji podaci sa referentne CLC iz 2006 godine dok su podaci iz *OpenStreet* repozitorijuma preuzeti iz 2016. Tim rečeno, postoji mogućnost da se u toku 10 godina urbano područje proširilo, što bi značilo da površina koja je u rezultatu, ne postoji na referentnim mestima u CLC. To je dodatan razlog da se za proveru rezultata proveru veći Novi Sad kao i manji gradovi kao Hornberg i Giarmara.

Poređenje rezultata je izvršeno atributom *Discontinuous Urban Fabric* iz CLC 2006.

## ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazano je jedno od rešenja za pojednostavljenje i dobijanje rezultata u DBA, alata koji pripada grupi za generalizaciju geoprostornih podataka. Kao mogućnost poboljšanja alata je dodatna opcija da umesto poligona pragova objekata to budu tačke (u obliku engl. *Point*) kao adrese (engl. *PointAddresses*), gde se od tačaka u samom alatu simuliraju pragovi pomoću kvadrata 10x10 m. U nastavku, brojnim koracima u geoprocessing-u, cilj je da se eliminiše pojava rupa (engl. *gaps*) i da ivice dobijenog rezultata budu sjedinjene sa ivicama linijskih objekata (ulice, reke, kanali,...). Sa podacima preuzetih iz *OpenStreet* baze podataka testirana su tri grada: Novi Sad, Hornberg i Giarmara da bi kvalitet rezultata meren u QBOM pokazao pozitvni odgovor u sva tri primera 0.912, 0.823, 0.928, respektivno.

Za buduće istraživanje neophodno je ispitati alate sa više urbanih područja kao i porediti rezultate sa svežijim zvaničnim referentnim podacima kako bi se tačnost dodatno preispitala. Isto tako, potrebno je koristiti različite izvore unosnih podataka, ali zbog autorski prava i ovom radu nisu korišćeni drugi podaci od *OpenStreet*-a.

## LITERATURA

- ArcGIS Resource Delineate Built-Up Areas. Available online: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/cartography-toolbox/delineate-built-up-areas.htm>, [accessed on Oct 2016]
- ArcGIS Resource Polyline. Available online: <http://pro.arcgis.com/en/pro/app/arcpy/classes/polyline.htm>, [accessed on Oct 2016]
- ArcGIS Resource Commonly used tools. Available online: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/commonly-used-tools/an-introduction-to-the-fundamental-tools.htm>, [accessed on Oct 2016]

- A. Vetter, M Wigley, D. Käuferle, G. Gartner, "The automatic generalisation of building polygons with ArcGIS standard tools based on the 1:50000 Swiss National Map Series", 18th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, BRA, 15.
- Mackness, W.A.; Ruas, A. Evaluation in Map Generalisation Process. In Generalisation of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications; Sarjakoski, L T, Ruas, A, Mackness, W.; Elsevier: Oxford, 2007;pp 89-112.
- Oliver Harig, D. Burghardt and R. Hecht, "A Supervised Approach to Delineate Built-Up Areas for Monitoring and Analysis of Settlements ", ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2016, 5, 137; doi:10.3390/ijgi5(8)137.
- Zhou Qi, "Comparative Study of Approaches to Delineating Built-Up Areas Using Road Network Data " Transactions in GIS, doi:10.1111/tgis. 12135, 2015.
- Govedarica, M, Petrovacki, D, Sladic, D, Ristic, A, Jovanovic, D, Pajic, V, ... & Ristic, A. (2012). Environmental data in Serbian spatial data infrastructure-Geoportal of ecology. Journal of Environmental Protection and Ecology, 13(3 A), 1997-2006.

*POSTERI*

**GIS**day





Univerzitet u Novom Sadu  
Prirodno-matematički fakultet  
Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo

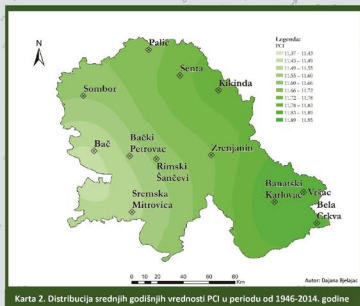
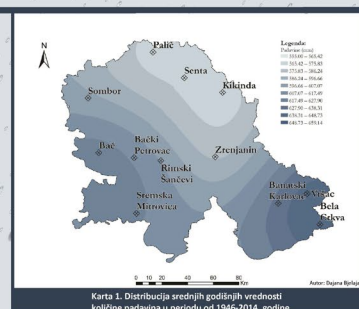
# Padavinski erozivni indeksi kao indikatori potencijalno ugroženih zaštićenih područja Vojvodine

Ime i prezime studenta Dajana Bjelajac  
Studijski program Doktor nauka - geonauka  
Predmet Metodologija naučno-istraživačkog rada

## Uvod

Erozija zemljišta predstavlja jedan od glavnih problema životne sredine na području Jugoistočne Evrope, a najveći udeo ovog procesa obuhvata eroziju vodom. Najbitniji klimatski element u navedenom erozivnom procesu predstavljaju padavine. Kako bi se procenio uticaj ovog elementa na erozivne procese, neophodno je najpre ispitati promene u vremenskoj i prostornoj distribuciji padavina u toku određenog vremenskog perioda.

Najnovija istraživanja ukazuju na izrazitu varijabilnost globalne klime, te se očekuju promene i u količini padavina na prostoru Jugoistočne Evrope. Iz navedenog se može zaključiti da je od velike važnosti doći do određenih predikcija za budućnost, baziranih na osnovu dostupne baze podataka o padavinama, u cilju zaštite potencijalno ugroženih ekosistema i oblasti od velikog bio ili geodiverzitetnog značaja (Lukić et al., 2016).



## Materijali i metode

Autonoma Pokrajina Vojvodina se nalazi na severu Srbije i poznata je kao područje sa velikim brojem zaštićenih oblasti sa značajnim bio i geodiverzitetom. Zbog toga je neophodno privući pažnju na potencijalno ugrožena područja procesima pluvijalne erozije u smeru kreiranja i implementiranja adekvatnih preventivnih i sanacionih mera. Baza podataka za 12 ispitivanih stanica preuzeta je iz godišnjaka Republičkog Hidrometeorološkog Zavoda Srbije za period od 1946. do 2014. godine.

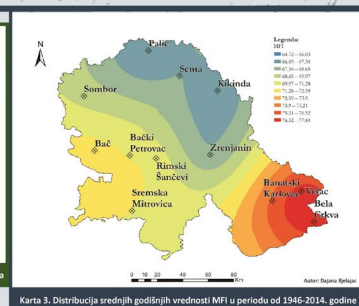
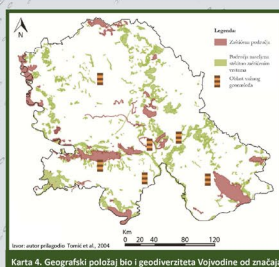
Pri proceni intenziteta pluvijalne erozije korištena su tri indeksa formirana na osnovu padavinskog režima: Indeks koncentracije padavina (PCI – Precipitation Concentration Index), Fournierov Indeks (FI) i Modifikovani Fournierov Indeks (MFI). PCI je korišten kao indikator koncentracije padavina i njihove godišnje distribucije, dok Fournierovi indeksi impliciraju intenzitet padavinske erozije (Arnoulds, 1980; Oliver, 1980).

## Rezultati i diskusija

Srednja godišnja količina padavina na prostoru Vojvodine iznosi 606 mm, a najveća količina padavina se izluči na zapadu i jugoistoku Pokrajine (karta 1). Prema PCI vrednostima Vojvodina pripada grupi umerene koncentracije padavina u toku godine (sa vrednostima od 11,5-11,9) (karta 2).

Srednje vrednosti FI za celokupno posmatrani period se kreću od 21,04 (Palić) do 26,91 (Vršac), no, kako MFI pokazuje preciznije podatke o intenzitetu padavinske erozije jedino su vrednosti ovog indeksa predstavljene prostornom distribucijom (karta 3). U odnosu na vrednosti oba pomenuta indeksa, prostor Vojvodine se svrstava u erozivnu klasu niskih vrednosti, ali se uočava pozitivan linearni trend za većinu stanica.

Preko 60% teritorije Vojvodine pokrivaju eolski sedimenti (les i lesu slični sedimenti), od kojih su neki prepoznati kao važni elementi geonasleda (Vasiljević et al., 2011). Kako su lesni sedimenti izuzetno podložni erozivnim procesima, neophodno je istaći da se veliki broj područja u Vojvodini sa bitnim geonasledom poklapa sa lokacijama koje karakterišu najviše vrednosti MFI (karta 3 i 4).



## Zaključak

Ispitivani trendovi padavinske erozije (FI/MFI) ukazuju na pozitivnu korelaciju sa indeksom koncentracije padavina. Rezultati predstavljeni u ovoj studiji doprinose boljem razumevanju regionalne dinamike glavnog klimatskog agensa u eroziji vodom. Osim toga, dobijeni rezultati mogu da pomognu u kreiranju odgovarajućih sanaciono-preventivnih strategija u cilju redukcije padavinske erozije, ne samo na prostoru Vojvodine nego i širem području sa sličnim bio i geodiverzitetom.

Arnoulds, H.M. 1980. An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. In: de Lukić, T., Lečićen, L., Šušaković, D., Basarin, B., Jordan, A. 2016. Rainfall erosivity as an indicator of sliding occurrence along the southern slopes of the Bačka loss plateau: a case study of the Kula settlement, Vojvodina (north Serbia), Carpathian. Journal of Earth and environment Sciences, 11, 303-318  
Oliver, E.E. 1980. Monthly Precipitation distribution: A comparative index. Professional Geographer, 32, 300-309  
Republički Hidrometeorološki Zavod Srbije, Meteorološki godišnjak od 1946-2014. godine  
Tomić, P., Romić, J., Nikozić, S., Besermenji, S., Stojanović, S., Pavić, D., Pivac, T., Josić, K. 2004. Zaštićena prirodna ekotizma i ekoturizam Vojvodine. Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad, 6-138  
Vasiljević, D.J.A., Marković, S.B., Hosić, T.A., Smalley, I., Basarin, B., Lazić, L., Jović, G. 2011. The introduction to Geoconservation of loess-palaeosol sequences in the Vojvodina region: Significant geoheritage of Serbia. Quaternary International, 240, 108-116





Univerzitet u Beogradu  
Sumarski fakultet



## ANALIZA INTEZITETA EROZIJE PRIMENOM METODE RUSLE NA PRIMERU SLIVA REKE ČAĐAVICE

Ime i prezime: Siniša Polovina<sup>1</sup>, Vukašin Milčanović<sup>1</sup>

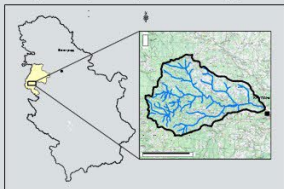
Studijski program: Ekološki inženjering u zaštiti zemljišnih i vodnih resursa



### UVOD

Analiza inteziteta erozije je vršena na slivu reke Čađavice. Reka Čađavica se nalazi u severozapadnom delu Republike Srbije i pozicionirana je na području opštine Krupanj. Sliv ima izuzetno izražen bujični karakter i zajedno sa još tri bujična toka: Bogošticom, Kržavom i Bršticom nastaje u neposrednoj blizini grada Krupnja reka Likodra. Tokom maja 2014. godine gradsko područje, a i ruralni delovi opštine Krupanj su zadesile katastrofalne bujične poplave koje su rezultirale gubitkom ljudskih života kao i ogromnim materijalnim štetama.

Geografski položaj izraživanog područja



### METOD RADA

Sa ciljem da se procene gubici zemljišta kao i nivoi rizika od erozije, danas je dostupno veliki broj modela. Jedna od najčešće primenjenih empirijskih modela u svetu je **RUSLE, Revised Universal Soil Loss Equation** (Renard et al., 1994, 1997) koja je primenjena u ovom radu.

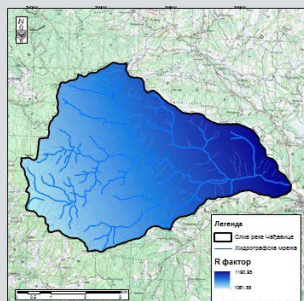
Gubitak zemljišta se računa za date uslove kao proizvod šest osnovnih faktora, čije se vrednosti za određen lokalitet izražavaju numerički. Ona ima sledeći oblik:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad [t \cdot ha^{-1} \cdot god^{-1}]$$

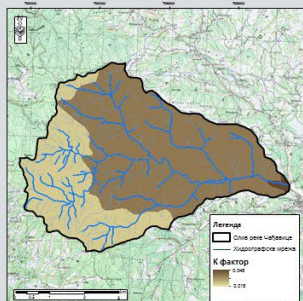
- A – srednja godišnja vrednost erozionih gubitaka zemljišta
- R – faktor erozionog dejstva kiše (faktor erozivnosti)
- K – faktor erodibilnosti zemljišta
- L – faktor dužine padine
- S – faktor nagiba
- C – faktor vegetacije (biljnog pokrivača i sistema upravljanja)
- P – faktor konzervacionih mera

U ovom radu analiza inteziteta erozije je vršena primenom GIS-a gde su svi ulazni parametri u vektorskoj bazi podataka. Konvertovanjem ulaznih parametara u rastersku formu prostorne rezolucije 20 x 20 m, parametri postaju adekvatni za primenu formule.

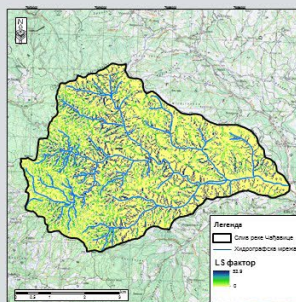
R – faktor erozionog dejstva kiše



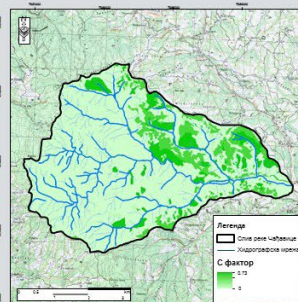
K – faktor erodibilnosti zemljišta



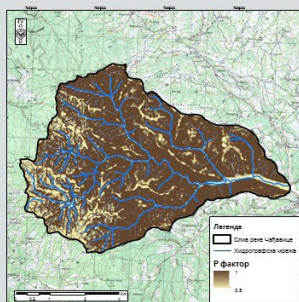
LS – faktor dužine padine i nagiba



C – faktor vegetacije



P – faktor konzervacionih mera



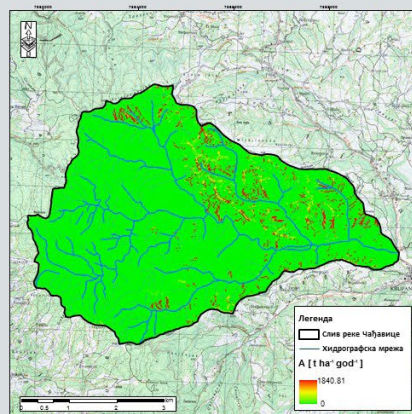
### REZULTAT I DISKUSIJA

Analiziranjem godišnjeg gubitaka zemljišta primenom modela kreće se u intervalu od 0 do 1840.81 t · ha<sup>-1</sup> · god<sup>-1</sup> sa srednjom vrednošću od 10.80 t · ha<sup>-1</sup> · god<sup>-1</sup> što sliv svrstava u kategoriju srednje ugrožen erozijom. Klasifikacija dobijenih vrednosti i procentualna zastupljenost je prikazana u tabeli.

Zastupljenost kategorija erozije primenom RUSLE

| Kategorije inteziteta erozije | Vrednost [t·ha <sup>-1</sup> ·god <sup>-1</sup> ] | km <sup>2</sup> | %            |
|-------------------------------|---|-----------------|--------------|
| Vrlo slaba erozija            | 0-2   | 22.79           | 94.78        |
| Slaba erozija                 | 2-10  | 0.08            | 0.26         |
| Srednja erozija               | 10-20   | 0.10            | 0.31         |
| Jaka erozija                  | 20-50   | 0.15            | 0.60         |
| Ekscesivna erozija            | >50   | 0.32            | 3.11         |
| <b>Ukupno</b>                 |   | <b>24.03</b>    | <b>100.0</b> |

Karta vrednosti gubitka zemljišta primenom RUSLE





Univerzitet u Novom Sadu  
Fakultet tehničkih nauka

# Generisanje 3D modela objekta na osnovu oblaka tačaka dobijenih metodom „Struktura iz pokreta“ i LiDAR tehnologijom



Ime i prezime studenta Sandra Subotin  
Studijski program Geodezija i geomatika  
Predmet Fotogrametrija/ Lasersko skeniranje

### LIDAR (Light Detection and Ranging)

Laserski skener postavljen na leteću platformu (avion, helikopter) za skeniranje terena od interesa, puteva, nasipa, dalekovoda.

Oblak tačaka užeg centra grada Novog Sada predstavljen u softveru LEICA CYCLONE koji se odlikuje manipulacijom velikih količina podataka u vidu oblaka tačaka i ortofoto istog područja.

CLOUDCOMPARE je besplatan softver sa mogućnošću usklađivanja, poređenja i pripreme oblaka tačaka za dalju obradu.

Izdvojeni oblak tačaka spomenika Svetozara Miletića

### Struktura iz pokreta (SfM)

Princip rada metode Struktura iz pokreta je da se na osnovu minimalno tri fotografije može generisati delimični oblak tačaka objekta od interesa kao osnovni rezultat.

| MODEL   | OPIS | OSNOVNI PARAMETRI | KLASIFIKACIJA | TAČKOVANJE |
|---------|------|-------------------|---------------|------------|
| MODEL 1 | 100% | 100%              | 100%          | 100%       |
| MODEL 2 | 100% | 100%              | 100%          | 100%       |
| MODEL 3 | 100% | 100%              | 100%          | 100%       |
| MODEL 4 | 100% | 100%              | 100%          | 100%       |
| MODEL 5 | 100% | 100%              | 100%          | 100%       |

Tabela parametara u softveru AGISOFT PHOTOSCAN

Pet oblaka tačaka i 3D modela sa različitim karakteristikama dobijenih na osnovu različitih parametara u softveru AGISOFT PHOTOSCAN koji je prilagođen metodi SfM i koji objektima od interesa pruža fotorealističan izgled. Model 2 je izabran kao model sa najvernijim karakteristikama objekta u odnosu na ostale.

Preklapanje dva oblaka tačaka dobijenih LIDAR i SfM metodama po veličini, obliku i položaju je omogućilo dalju modifikaciju u softveru GEOMAGIC STUDIO koji predstavlja jedno od najboljih rešenja u reverzibilnom inženjerstvu.

3D model na osnovu oblaka tačaka dobijenog LIDAR tehnologijom

3D model na osnovu oblaka tačaka dobijenog strukturom iz pokreta

Integrirani oblak tačaka

3D model na osnovu integriranog oblaka tačaka dobijenog LIDAR tehnologijom i metodom SfM

Integracija ove dve metode se može iskoristiti za generisanje 3D modela objekta uprkos njihovim razlikama u osnovnoj nameni i načinu prikupljanja podataka. Generisanjem 3D modela omogućena je rekonstrukcija kako objekata koji predstavljaju kulturna dobra, tako i objekata svih drugih vrsta.

Ove metode pojedinačno i integrirano predstavljaju perspektivan način za dobijanje ogromne količine podataka za kratko vreme kada je u pitanju LIDAR tehnologija ili u slučaju SfM impresivnih rezultata upotrebom lako dostupne opreme sa niskom cenom koštanja.





Univerzitet u Beogradu  
Šumarski fakultet

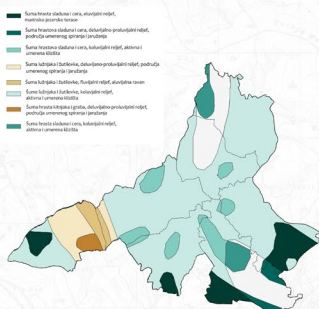
### Formiranje elemenata ekološke mreže kao instrument uspostavljanja stabilnosti predela

Odsjek: Pejzažna arhitektura i hortikultura  
Predmet: Predeona ekologija

Studenti: Dejana Pešikan, Jelena Sabovljević, Marjana Selaković, Rade Cvijetić,  
Kristina Mirjačić, Jovana Bošković, Jovana Milić, Eleonora Paći, Emilija Stojilković

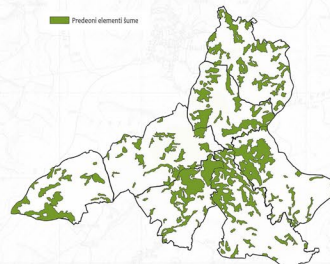
Mentori: doc. dr Boris Radić i doc. dr Nevena Vasiljević

Predeone celine istraživanog područja GO Mladenovac

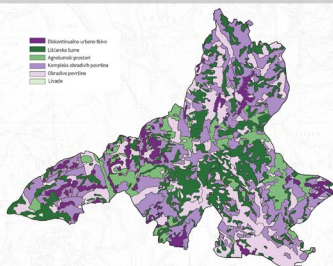


U okviru kursa predmeta Predeona ekologija analizirani su različiti hijerarhijski nivoi koji uslovljavaju formiranje strukture predela. Tokom školske 2015/2016 godine, na nastavnim jedinicama ovog predmeta, obrađivani su delovi teritorije Gradske opštine Mladenovac. Na analiziranom području utvrđeni su klimatski region i zona (Kepnerova klasifikacija je korišćena kao baza podataka), oblici tipova reljefa (Geomorfološka karta Srbije je korišćena kao baza podataka) i prirodno potencijalna vegetacija (Karta prirodne potencijalne vegetacije SFR Jugoslavije je korišćena kao baza podataka). Jedan od istraživačkih pristupa predeone ekologije, definisano od strane autora R. Formana i M. Godrona (Landscape ecology, 1986), koji je primenjen u ovoj studiji slučaja, podrazumeva descendntnu analizu konsultivnih elemnta strukture predela. Ovakva metoda polazi od analiza karakteristika širih predeonih razmera da bi na kraju obradila baze podataka detaljnih prostornih i informacionih rezolucija.

Predeoni elementi šume istraživanog područja GO Mladenovac

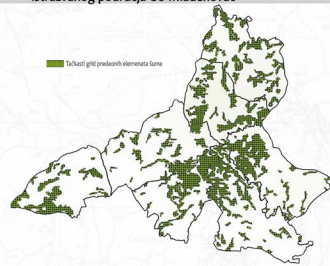


Struktura predela istraživanog područja GO Mladenovac

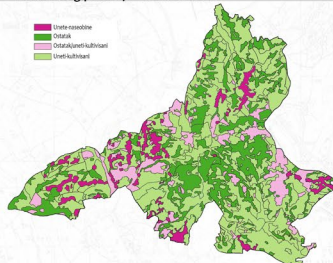


U okviru Gradske opštine Mladenovac analizirana je teritorija 7 katastarskih opština: Dubona 1, Dubona 2, Vlaška, Kovačevac, Rajkovac, Amerić i Velika Krsna. Na izdvojenoj teritoriji su sprovedene detaljne prostorne analize nakon čega je izvršena klasifikacija generisanih predeonih elemenata prema tipu i poreklu. Formiranje predeonog obrasca je bazirano na modifikovanoj i prilagođenoj metodologiji CORINE Land Cover. Kao logički pravac koji je pružio eksplicitni uvid u aktuelni stepen konektivnosti predeonih elemenata koji su porekla ostatka, korišćena je matrica Voronojevog dijagrama. Ovom analizom locirani su značajni prekidni u strukturi predeonih elemnta šume.

Tačkasti grid predeonih elemenata šume istraživanog područja GO Mladenovac

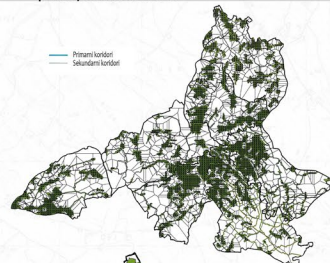


Poreklo predeonih elemenata u strukturi predela istraživanog područja GO Mladenovac



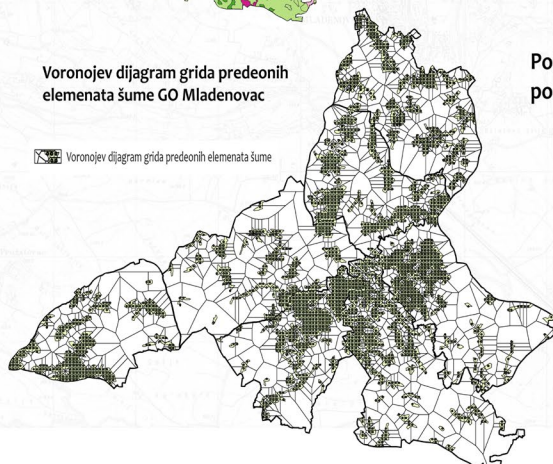
Introdukcija ekoloških koridora u aktuelnu strukturu utiče na povećanje prostorne konektivnosti predeonog obrasca što je put ka uspostavljanju predela veće ekološke stabilnosti. Na osnovu ovih zaključaka predložen je sistem primarnih ekoloških koridora (povezuju udaljene prostorno dominantne predeone elemente šume) i sekundarnih ekoloških koridora (povezuju prostorno manje predeone elemente šume na ranjoj udaljenosti).

Primarni i sekundarni koridori na istraživanom području GO Mladenovac



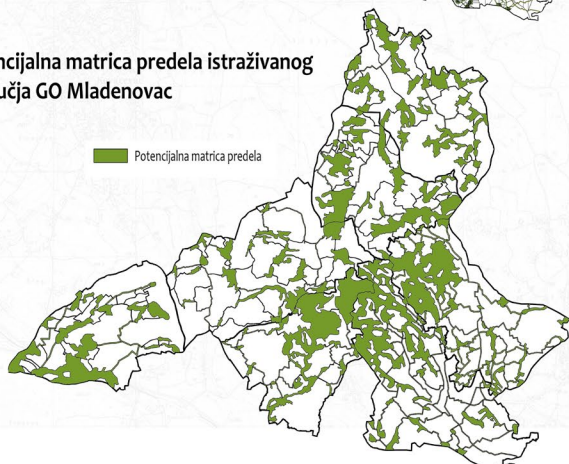
Voronojev dijagram grida predeonih elemenata šume GO Mladenovac

Voronojev dijagram grida predeonih elemenata šume



Potencijalna matrica predela istraživanog područja GO Mladenovac

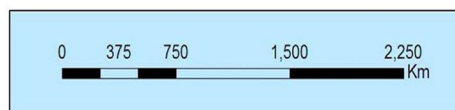
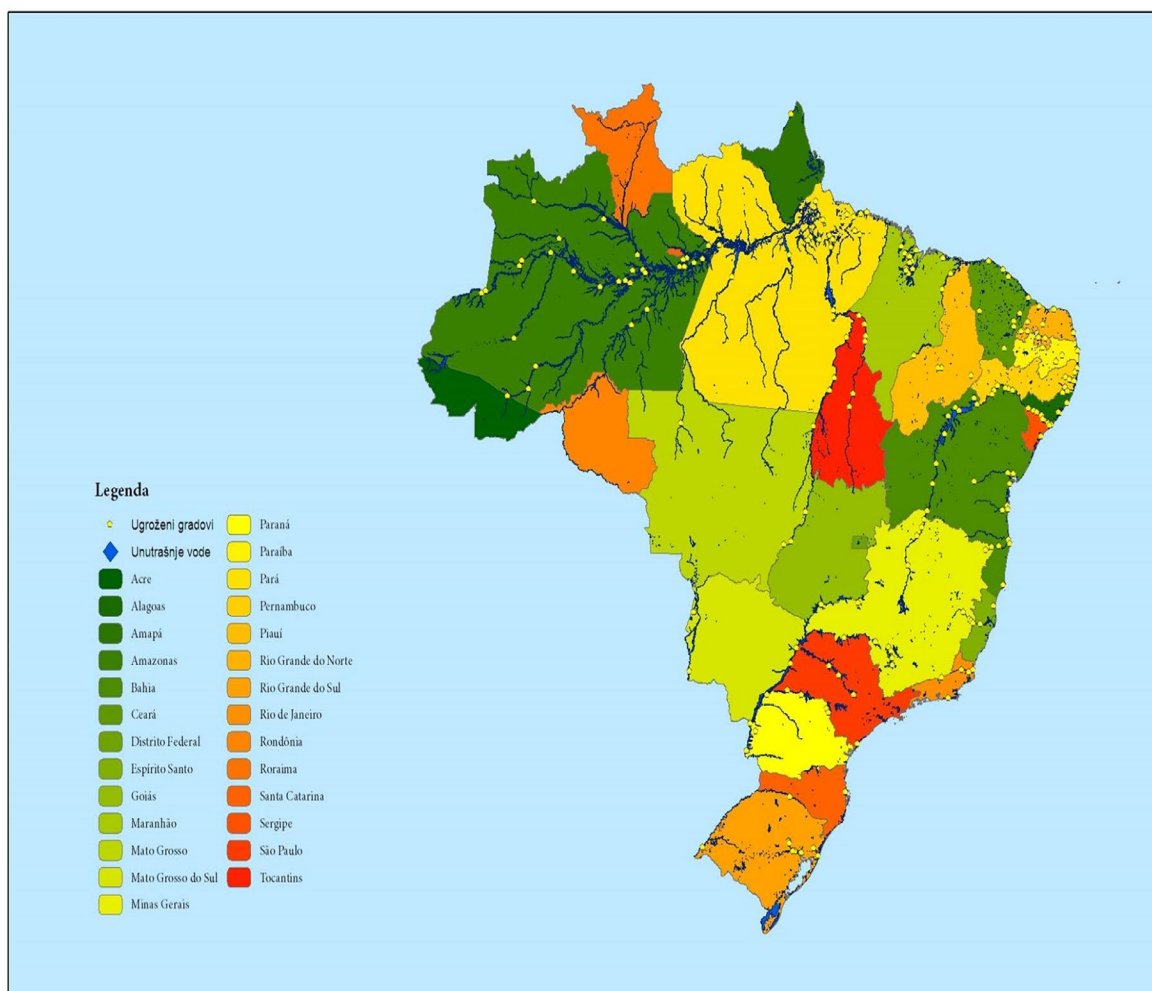
Potencijalna matrica predela



Univerzitet u Novom Sadu  
Fakultet Prirodno-matematički fakultet

## Naziv rada **Rekama potencijalno ugroženi gradovi u Brazilu na rastojanju od 500m**

Ime i prezime studenta Dejana Kljutić  
Studijski program Diplomirani geograf  
Predmet Uvod u geoinformatiku





Univerzitet u Beogradu  
Geografski fakultet



## Strategija reaktiviranja braunfield lokacija u Srbiji – jedan od primera primene GIS-a kao perspektiva za druge oblasti

Ime i prezime studenta Milica Gačić, Stefan Đurić  
Studijski program Prostorno planiranje  
Predmet Samostalni istraživački rad

Braunfield (eng. brownfield) lokacije predstavljaju nedovoljno iskorišćeno ili napušteno zemljište i objekte koji i dalje imaju neka svojstva definisana prethodnim načinom korišćenja – najčešće se radi o bivšim industrijskim i vojnim kompleksima, napuštenim ili zapuštenim lokalitetima komunalne delatnosti, infrastrukturnim, skladišnim i trgovačkim objektima koji se nalaze na atraktivnim lokacijama u gradskim naseljima

Postojeće informacije o braunfield lokacijama u Srbiji dostupne putem interneta uglavnom se svode na definisanje liste lokaliteta, uz podatke o njihovoj tačnoj lokaciji u prostoru i površini.

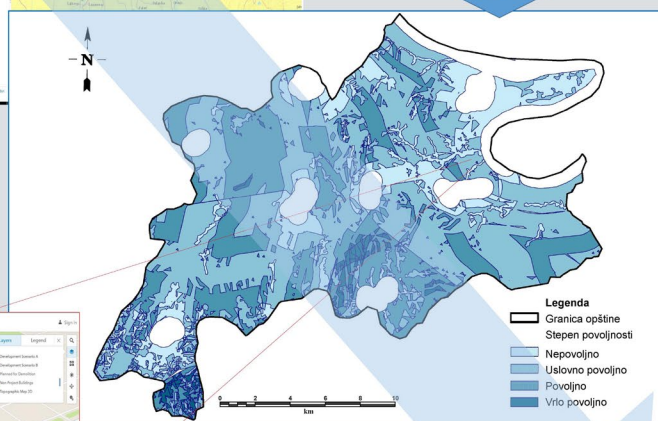
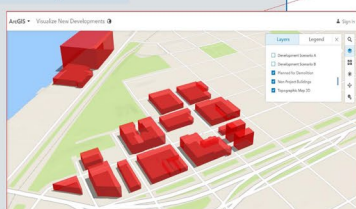
**Mogućnost kreiranja web kataloga braunfield lokacija u Srbiji? Uloga GIS-a pri takvoj strateškoj odluci?**

*Potrebno je među lokalnim prioritetima identifikovati one lokacije kod kojih su šanse za uspeh na tržištu najveće. U prvoj fazi je neophodno njima posvetiti najveću pažnju, vreme i podršku.*

Većina informacija dostupna je u digitalnom obliku preko različitih servisa podržanih nekim GIS formatom, a koje se mogu adekvatno iskoristiti pri izradi ovakvog kataloga, kao i za sve potrebne analize nad njim.

Indikatori:

- ✓ Topografske podloge;
- ✓ Administrativne i druge granice, katastarska podloga;
- ✓ Saobraćajni i drugi infrastrukturni sistemi;
- ✓ Različiti prirodni potencijali;
- ✓ Demografski pokazatelji...



Kada se potencijalni razvojni pravci kartografski prikazu (na kraju i u vidu 3D plana), informacije o teritorijalnim resursima postaju znatno dostupnije, ali i korisnije svim zainteresovanim stranama.



Univerzitet u Beogradu  
Građevinski fakultet

## Razvoj Web kartografske aplikacije za procenu štete od zemljotresa

Ime i prezime studenta Nemanja Paunić  
Studijski program Geodezija i geoinformatika  
Predmet Geodetska kartografija

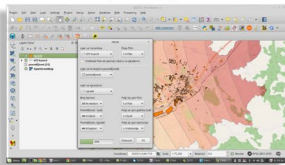
### Kratak sadržaj:

Rad predstavlja razvoj Web aplikacije za procenu štete od zemljotresa *SeismoPortal*, kroz radni okvir za izradu Web aplikacija *Django* sa prostornim modulom *GeoDjango*. Rad se pored same tematike razvoja Web aplikacije bavi osnovnim konceptima rizika i upravljanja rizikom, kao i razvojem *QGIS* proširenja *ZRisk* za procenu rizika od zemljotresa za zgrade i ljude koji borave u tim zgradama, izraženom kroz oštećenje objekta u procentima i broju poginulih.

Ključne reči: *Django*, *GeoDjango*, *QGIS*, *Python*, upravljanje rizikom, procena rizika, zemljotres, procena štete

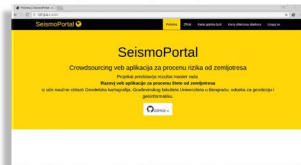
### Direktni rezultati:

*QGIS* proširenje *ZRisk*



<https://github.com/nempau/ZRisk>

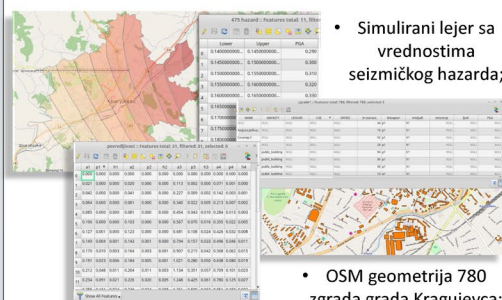
Web kartografska aplikacija *SeismoPortal*



<https://github.com/nempau/SeismoPortal>

### Ulazni podaci:

Teritorija grada Kragujevca;



- Simulirani lejer sa vrednostima seizmičkog hazarda;

- OSM geometrija 780 zgrada grada Kragujevca;

- Simulirane vrednosti krivih povredljivosti za zgrade i ljude;

### Potencijalni problemi:

- Osnovna karta seizmičkog hazarda nije dovoljna;
- Ne raspolaže se geometrijom zgrada;
- **Ne raspolaže se neophodnim atributima za zgrade;**
- **Ne raspolaže se brojem ljudi u zgradama;**



### Potencijalno rešenje:

- Web kartografska aplikacija *SeismoPortal*:
  - *Crowdsourcing* prikupljanje podataka;
  - Proračun rizika;
  - Interaktivan pregled rezultata;
  - Mogućnost preuzimanja podataka;

### Korišćena tehnologija:

- *PostgreSQL* + *PostGIS*
- *django* • *Django* + *GeoDjango*
- *Leaflet* • *Bootstrap*

### Zaključna razmatranja:

- Terensko prikupljanje podataka predstavlja dugotrajan i skup proces.
- Potencijalno rešenje ogleda se u razvoju Web kartografske aplikacije koja poseduje funkcionalnost *Crowdsourcing* prikupljanja podataka.
- Korišćena tehnologija poseduje širok i zadovoljavajući spektar mogućnosti.
- Korišćenom tehnologijom moguće je implementirati brzo, jednostavno i efikasno Web kartografsko rešenje za prikupljanje podataka, procenu rizika i manipulaciju podacima.
- Primenenom tehnologijom moguće je implementirati GIS rešenja za primenu u srodin oblastima.
- Potencijalni izazovi razmatranog *Crowdsourcing* pristupa ogledaju se u kriterijumima odabira lica za unos kao i minimizaciji mogućnosti unosa pogrešnih vrednosti atributa.
- Dalja unapređenja kreću se u smeru razvoja novog, univerzalnijeg rešenja.

### Implementirane funkcionalnosti:

- Registracija;
- Logovanje;

- *GeoJSON* eksport podataka;
- Interaktivni pregled rezultata;

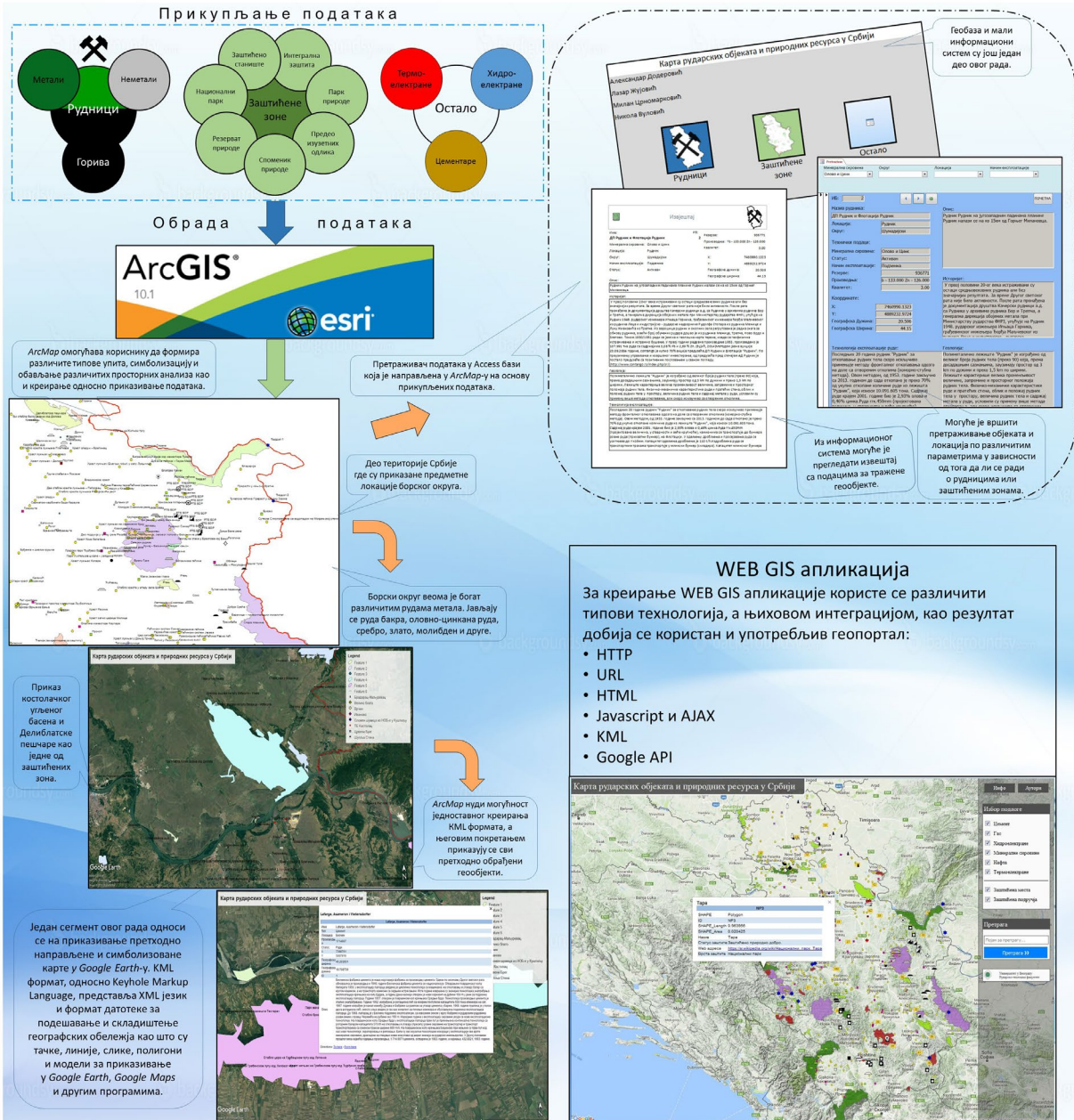
- *Crowdsourcing* prikupljanje podataka;
- Proračun rizika;



Универзитет у Београду  
Рударско-геолошки факултет

## Назив рада: Карта рударских објеката и природних ресурса у Србији

Име и презиме студената: Александар Додеровић, Лазар Жујовић, Милан Црномарковић, Никола Вуловић  
Контакти: [aleksandar.doderovic@rgf.rs](mailto:aleksandar.doderovic@rgf.rs), [lazar.zujovic@rgf.rs](mailto:lazar.zujovic@rgf.rs), [milan.crnomarkovic@rgf.rs](mailto:milan.crnomarkovic@rgf.rs), [nikola.vulovic@rgf.bg.ac.rs](mailto:nikola.vulovic@rgf.bg.ac.rs)  
Студентски програм: Рударско инжењерство, Инжењерство заштите животне средине  
Предмет: Информациони системи, Геостатистика и ГИС, Геоинформациони технологије  
Супервизор: Проф. др Ранка Станковић

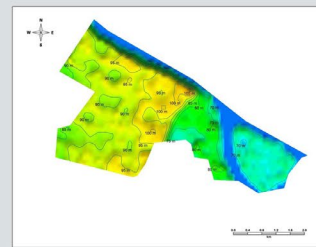
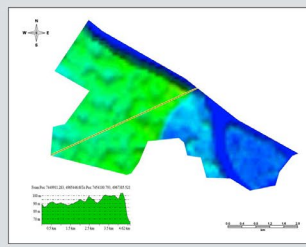
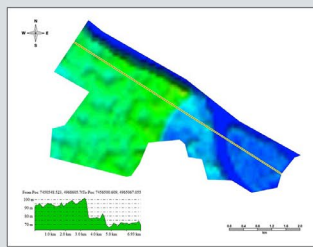




Univerzitet u Beogradu  
Geografski fakultet

## Vertikalne celine opštine Zemun

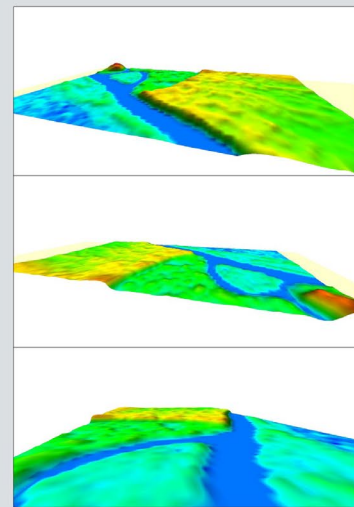
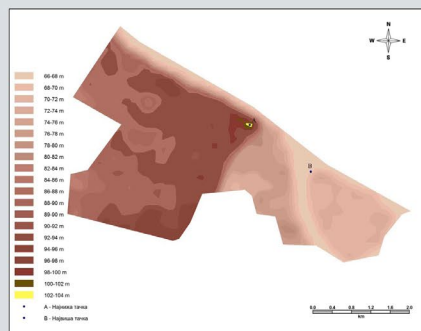
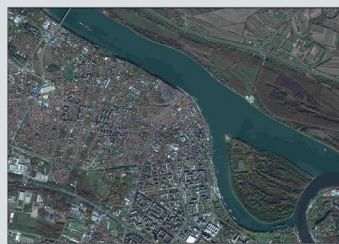
Ime i prezime studenta Nikola Mladenović, Dunja Sotonica, Nina Vujetić  
 Studijski program Geoprostorne osnove životne sredine  
 Predmet Zaštita i uređenje predela



Na karti 1. poprečnog profila uočava se vertikalna raščlanjenost analiziranog područja tj. opštine Zemun. Preko digitalnog modela visina (DEM) izrađen je poprečni profil terena. Iz pravca severozapada ka centralnom delu visine se kreću od 90 metara do 104 metra nadmorske visine. Taj prostor čine predone celine Gornjeg grada. Dužina poprečnog profila pomenutog terena iznosi 3,7 km. Od centralnog dela karte idući ka jugoistoku visine se smanjuju. One variraju od 78 metara do 66 metara nadmorske visine, koliko iznosi ujedno i najniža tačka istraživanog područja. To je ustvari nadmorska visina rečnog toka, u ovom slučaju Dunava. Ovakvo dobijeni rezultat visine rečnog toka je relevantan budući da digitalni model visina prikazuje samo visinu površine rečnog toka. Može se zaključiti da visina dela terena u jugoistočnom delu, odnosno visina Velikog ratnog ostrva iznosi oko 72 metra nadmorske visine. Dužina poprečnog profila u ovom delu posmatranog područja tj. Donjeg grada i Velikog ratnog ostrva je 3,23 km, a ukupna dužina poprečnog profila iznosi 6,93 km.

Na karti 2. poprečni profil ovog dela Zemuna sa jugozapada ka severoistoku je ukupne dužine 4,62 km i on prati karakteristična uzvišenja opštine Zemuna a to su Kalvarija, Čukovac i Gardoš.

Na karti nadmorskih visina predstavljene su izohipse preko digitalnog modela terena, koje su prikazane na svakih 5 metara. Zapaženo je da su najniži delovi terena izraženi oko Velikog ratnog ostrva. Nadmorske visine Donjeg i Gornjeg dela grada variraju od 80 do 95 metara nadmorske visine. Najviši delovi analiziranog područja jesu tri uzvišenja Kalvarija, Čukovac i Gardoš sa nadmorskim visinama od 100 do 105 metara.



Ovaj 3D prikaz izrađen je na osnovu stometarskog digitalnog modela terena. Bojama su istaknute visinske razlike istraživanog prostora.

Digitalni model terena danas predstavlja standardan način za predstavljanje površi terena u digitalnom obliku. Pri izradi 3D modela primenjena je geometrijska metoda predstavljanja reljefa, odnosno izohipsama i ispisivanjem kota. Ovaj 3D prikaz dobijen je preklapanjem satelitskog snimka i digitalnog modela terena da bi se prikazalo realno stanje terena. 3D model je predstavljen iz tri različita ugla posmatranja, sa Velikog ratnog ostrva ka Zemun, od Gornjeg grada ka Velikom ratnom ostrvu i od Borče ka lesnom platu.

Rezultati na prikazanoj karti dobijeni su izradom izohipse sa digitalnog modela terena, metodom boja su izražene visinske zone, a metodom klasifikacije visinski pojasevi su raspoređeni od najniže do najviše tačke terena. Na karti se jasno uočavaju visinske zone sa sa kojih se mogu analizirati vertikalne celine opštine Zemun. Najvišu tačku posmatranog prostora predstavlja uzvišenje Gardoš sa visinom od 104 metra (tačka A) dok se najniža nalazi na Velikom ratnom ostrvu tačnije na Lidu, sa visinom od 66 metara ( tačka B).





Univerzitet u Beogradu  
Građevinski fakultet



## IstSOS Web API

Razvoj **JavaScript** radnog okruženja za interakciju sa senzorskim podacima u okviru **IstSOS-a** - serverske implementacije standardizovanog **OGC SOS** Web servisa

Ime i prezime studenta: Luka Glušica  
 Studijski program: Geodezija i geoinformatika  
 Predmet: Web kartografija

### UVOD

**IstSOS Web API** projekat je realizovan u okviru **Google Summer of Code 2016** programa, a pod pokroviteljstvom **OSGeo** (eng. *Open Source Geospatial Foundation*) organizacije. **IstSOS** predstavlja serversku implementaciju **OGC SOS** Web servisa, otvorenog je koda i razvija se kao inkubacioni projekat **OSGeo** organizacije.



### OSNOVNA IDEJA:

- Osnovni nedostatak **IstSOS-a** ogledao se u **publikovanju** senzorskih podataka na Web
- Interakcija sa senzorskim podacima vršila se **isključivo** putem administrativnog interfejsa **IstSOS-a**

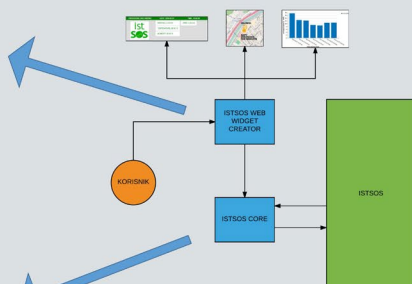
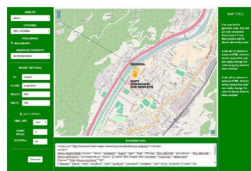
REŠENJE: **ISTSOS WEB API**

### ISTSOS WEB API:

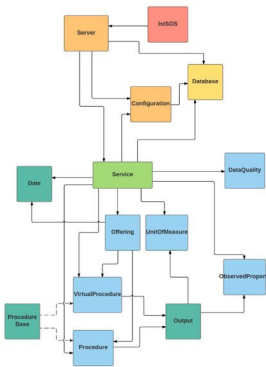
Sastoji se iz dve celine:

- IstSOS core JavaScript biblioteka** - omogućava interakciju sa senzorskim podacima na **IstSOS** serveru, korišćenjem **JavaScript** programskog jezika
- IstSOS Web Widget Creator** - ekstenzija **IstSOS-a**, bazirana na **IstSOS** core biblioteci, kojom se na jednostavan način, uz pomoć **intuitivnog interfejsa** mogu generisati i integrisati 3 tipa widget-a:
  - **Map** - mapa lokacija senzora sa poslednjim opažanjem
  - **Box** - pravougaoni prikaz poslednjeg opažanja jednog senzora
  - **Chart** - različiti grafikoni senzorskih opažanja kroz vreme

### ISTSOS WEB WIDGET CREATOR:



### STRUKTURA ISTSOS CORE JAVASCRIPT BIBLIOTEKE



### PRIMERI REZULTUJUĆIH PRODUKATA U ISTSOS WEB WIDGET CREATOR-U



### KORISNI LINKOVI:

- Projekat - <https://webpractice-lukag.github.io/IstSOS-Web-API/>
- Wiki - [https://wiki.osgeo.org/wiki/IstSOS\\_Web\\_API/](https://wiki.osgeo.org/wiki/IstSOS_Web_API/)
- IstSOS - <http://istsos.org/>



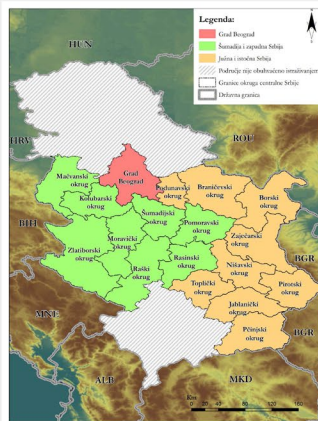
Univerzitet u Novom Sadu  
Prirodno-matematički fakultet  
Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo

# Geoprostorna analiza incidencije i mortaliteta uzrokovanih rakom pluća u muškoj populaciji na teritoriji centralne Srbije (1999.-2013.)

Ime i prezime studenta: Tanja Micić  
Studijski program: Doktor nauka – Geonauke  
Predmet: Matematičko-statističke metode u geografiji

## Uvod

Maligni tumori, posle bolesti srca i krvnih sudova, predstavljaju najčešći uzrok obolavanja i umiranja na teritoriji centralne Srbije (Micić, 2016). Izveštaji objavljeni od strane Registra za rak centralne Srbije pri Institutu za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Popović – Batut“ u periodu od 1999. do 2013. godine, pokazuju da stanje u centralnoj Srbiji mnogome odgovara evropskoj disperziji incidencije i mortaliteta od malignih tumora, kod oba pola. Rak pluća na teritoriji centralne Srbije predstavlja vodeću lokalizaciju prema broju novoobolelih i preminulih od malignih tumora u muškoj populaciji. Ovaj podatak slaže se sa svetskom i evropskom disperzijom incidencije i mortaliteta uzrokovanih ovim malignim tumorom u muškoj populaciji (Micić, 2016). Dosađajna istraživanja malignih tumora, uključujući i maligne tumora pluća, na teritoriji Republike Srbije rađena su samo sa medicinsko-statističkog aspekta (e.g. Mihajlović et al., 2013, Ilić et al., 2013). Cilj ovog rada jeste izrada geoprostorne analize novoobolelih i preminulih od raka pluća (C34) u muškoj populaciji, kako bi se stvorila slika opterećenosti ovim malignim oboljenjem na teritoriji centralne Srbije (Karta 1), koja bi bila od pomoći za unapređenje prevencije i zdravstvene nege onkoloških bolesti.

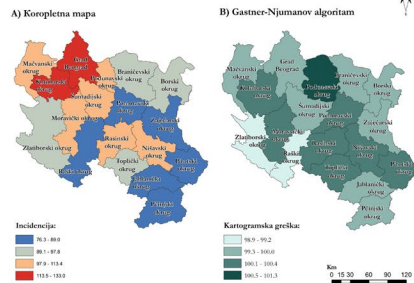


Karta 1. Istraživano područje

## Metodologija

Baza podataka uspostavljena je uz pomoć izveštaja „Registra za rak centralne Srbije“ publikovanih za vremenski period od 1999. do 2013. godine. U istraživanju su korišćene nestandardizovane (sirove) stope. Na osnovu prikupljenih podataka, izračunata je aritmetička sredina za posmatrani period. Ovi rezultati korišćeni su prilikom izrade koropletnih karata i Gastner-Njumanovog difuzionog kartograma. Koropletna karte, kao vizuelno rešenje i analitičko sredstvo, igraju važnu ulogu u prezentaciji podataka o javnom zdravlju. One utiču na bolje razumevanje prostorne distribucije određenog oboljenja, zaraznog ili hroničnog, što umnogome olakšava donošenje odluka u zdravstvu za vreme velikih epidemija i kriza (Micić, 2016). Gastner-Njumanov difuzioni kartogram predstavlja varijaciju Toblerovog kartograma uslovno-jednakih gustina (Tobler, 2004). Baziran je na procesu difuzije, gde se broj zadatih iteracija odabrane varijable izvršava do postizanja odgovarajućeg prostornog rezultata. Ovaj model difuzionog kartograma osmišljen je s ciljem da pojednostavi kompleksno poimanje kartograma, kao i da usavrši izlazne rezultate nakon izvršenih iteracija (Gastner, Newman, 2004). Koropletna karte i kartogrami kreirani su u ArcGIS® softveru (10.3.1) kompanije ESRI i ScapeLoad softveru otvorenog koda. Rezultati prikazani u ovom radu predstavljaju deo rezultata koji je implementiran u geoprostornu aplikaciju, u saradnji sa kompanijom GDI GISDATA Beograd (Prilog 1).

## INCIDENCIJA UZROKOVANA RAKOM PLUĆA U MUŠKOJ POPULACIJI U CENTRALNOJ SRBIJI (1999-2013)



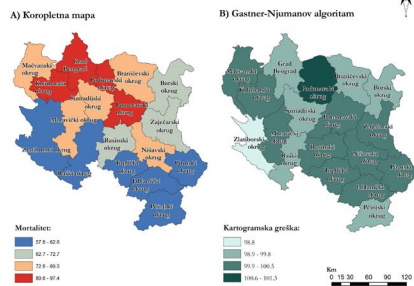
Karta 2. Prostorna disperzija incidencije

## Rezultati

Faktori rizika za nastanak malignih tumora dele se na genetske (nasledne) i negenetske. Negenetski faktori rizika su brojni, ali kod raka pluća u 80% slučajeva povezani su sa pušenjem. U manjoj meri, na nastanak raka pluća može uticati izlaganje vazduhu zagađenom: azbestom, radonom, poliklicnim aromatičnim hidrokarbonatima, niklom i hrom (Cassidy et al., 2002). Posmatrajući prostornu disperziju broja novoobolelih (Karta 2) uočava se da je najveći broj skoncentrisan u Beogradskom i Kolubarskom okrugu. Oko njih formiran je prstenast areal okruga sa visokom incidencijom. Takođe, visoka stopa incidencije uočava se kod Nišavskog i Raškog okruga. Visoke vrednosti deformacije difuzionog kartograma uočavaju se u regionu Južne i istočne Srbije, dok su maksimalne pozitivne deformacije izražene u Podunavskom okrugu. Ovaj rezultat ukazuje da u Podunavskom okrugu ima najviše novoobolelih, u odnosu na površinu okruga.

U literaturi koja se bavi problematikom malignih tumora i GIS-a, nailazi se na stanovište da su stope preminulih lošiji pokazatelji od stope novoobolelih jer se broj novoobolelih nalazi se u direktnoj vezi sa rakom, dok podaci o broju preminulih zavise od verovatnoće preživljenja koja u populaciji varira (Micić, 2016). Ipak, kod karcinoma sa niskom stopom preživljenja, u koji spada i rak pluća, ovo pravilo ne važi striktno (Teppo, 1998). Prostorna disperzija mortaliteta (Karta 3) ukazuje da je najviše u Beogradskom, Kolubarskom, Podunavskom i Pomoravskom okrugu. Poredređ rezultate prostorne disperzije mortaliteta i incidencije, na karti se uočava velika sličnost - osim u slučaju Pomoravskog okruga. Uzrok ovog neslaganja može biti loša dijagnostika karcinoma. Nivo kartografske greške najveći je u Podunavskom okrugu, koji ima najveće pozitivne deformacije, što ukazuje na veliki broj preminulih na maloj površini. Visoke pozitivne deformacije uočavaju se u regionu Južne i istočne Srbije. Negativne deformacije površina mogu se primetiti samo kod Zlatiborskog okruga.

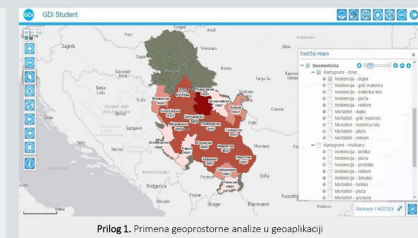
## MORTALITET UZROKOVAN RAKOM PLUĆA U MUŠKOJ POPULACIJI U CENTRALNOJ SRBIJI (1999-2013)



Karta 3. Prostorna disperzija mortaliteta

## Zaključak

Rezultati prostorne analize raka pluća ukazali su na znatne regionalne razlike disperzije novoobolelih i preminulih muškaraca. Takođe, uočena je visoka stopa mortaliteta u Pomoravskom okrugu, nasuprot niskoj stopi incidencije, što ukazuje na potencijalno lošu dijagnostiku (skrining) karcinoma u ovom okrugu. Uz geoplakaciju razvijenu u saradnji sa GDI GISDATA Beograd, rezultati ove geoprostorne analize preneseni su na internet, s ciljem da postanu korisan alat prilikom unapređenja prevencije i zdravstvene nege onkoloških bolesti, kao i zdravstvenog sistema centralne Srbije.



Prilog 1. Primena geoprostorne analize u geoaplakaciji

Reference  
1. Čizarić, L., Šušter, S., Šušter, D. (2015). Modeli statističke i geografske informacione tehnologije. Beograd: Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu.  
2. Čizarić, L., Šušter, S., Šušter, D. (2015). Geoprostorna analiza incidencije i mortaliteta uzrokovanih rakom pluća u muškoj populaciji u centralnoj Srbiji. Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu.  
3. Čizarić, L., Šušter, S., Šušter, D. (2015). Geoprostorna analiza incidencije i mortaliteta uzrokovanih rakom pluća u muškoj populaciji u centralnoj Srbiji. Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu.  
4. Čizarić, L., Šušter, S., Šušter, D. (2015). Geoprostorna analiza incidencije i mortaliteta uzrokovanih rakom pluća u muškoj populaciji u centralnoj Srbiji. Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu.  
5. Čizarić, L., Šušter, S., Šušter, D. (2015). Geoprostorna analiza incidencije i mortaliteta uzrokovanih rakom pluća u muškoj populaciji u centralnoj Srbiji. Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu.  
6. Čizarić, L., Šušter, S., Šušter, D. (2015). Geoprostorna analiza incidencije i mortaliteta uzrokovanih rakom pluća u muškoj populaciji u centralnoj Srbiji. Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu.

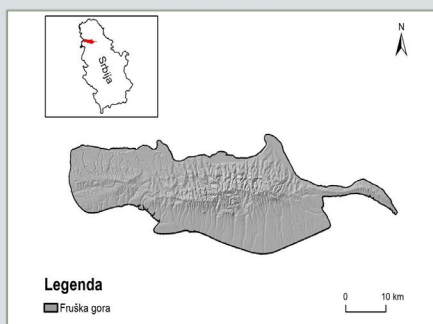


Univerzitet u Novom Sadu  
Prirodno-matematički fakultet

## Komparacija modela terena dobijenih na osnovu topografske karte i putem daljinske detekcije na primeru Fruške gore

Ime i prezime studenta Aljoša Josimov  
Studijski program Diplomirani geograf-geoinformatičar  
Predmet Prikupljanje, obrada i prikaz prostornih podataka

Položaj Fruške gore



### Uvod

Slobodno dostupni globalni modeli terena se sve češće primenjuju za prikaz i analize manjih prostora, zahvaljujući njihovoj većoj tačnosti. Cilj rada je bio da se ispitaju razlike između digitalnog modela reliefa generisanog sa topografskih karata razmere 1:25000 i Evropskog modela terena. EUDEM je napravljen kao hibrid podataka SRTM-a (radarsko snimanje) i Aster\_gdema (model dobijen na osnovu stereo snimaka) rezolucije 30 metara. Predstavlja mozaik podataka o visinama terena evropskih država. Jedna od glavnih prednosti ovakvog modela terena su mogućnosti mapiranja, monitoring, kao i prostorna analiza međusobnih odnosa pojava na terenu.

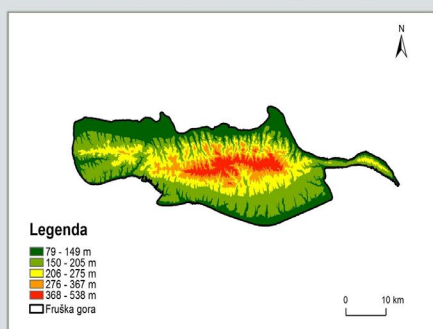
### Korišćene metode

- Kako je TOPO DEM napravljen (topo to raster). Unošenje visinskih tačaka i visina izohipsi u sam alat kao ulazne parametre za interpolaciju.
- Raster calculator (eudem – topo\_dem)
- Vizuelizacija rezultata

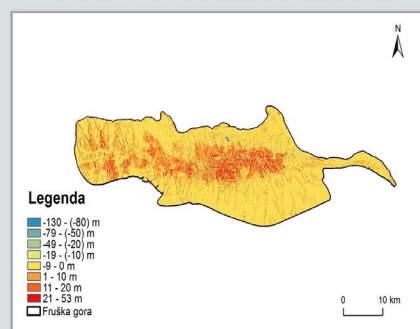
### Izvori podataka

| Podaci i opisi   | Rezolucija                                      | Izvor   | Vista            | Format                | Koordinatni sistem                       |
|--|---|---|------------------|-----------------------|--|
| Karta granica države   | 1:3000000                                       | <a href="http://ec.europa.eu/rostat/web/guest/geod-data/terence-data/administrativna-teritorijalna">http://ec.europa.eu/rostat/web/guest/geod-data/terence-data/administrativna-teritorijalna</a> | Vektor (poligon) | Fašna klasa (GDB)     | ETRS_89 (GCS) u Gauss - Krigerova zona 7 |
| Karta granica Fruške gore                                    | Digitalni elevacioni model rezolucije 20 metara | Granica sa digitalnog modela reliefa (raster calculator, raster to polygon)   | Vektor (poligon) | Fašna klasa (GDB)     | Gauss - Krigerova zona 7                 |
| Evropski digitalni model reliefa                             | 30 metara                                       | <a href="http://www.esa.europa.eu/data-and-maps/data/eudem/aster-original-data">http://www.esa.europa.eu/data-and-maps/data/eudem/aster-original-data</a>   | Raster           | TIFF                  | ETRS_89 u Gauss - Krigerova zona 7       |
| Digitalni model reliefa Fruške gore prema topografskoj karti | 15 metara (ekvidistancija na 20 metara)         | Topografska karta razmere 1:25000   | Raster           | 32 bit Floating point | Gauss - Krigerova zona 7                 |
| Razlika visina   | 30 metara                                       | Kalkulacija (raster calculator)   | Raster           | 32 bit Floating point | Gauss - Krigerova zona 7                 |

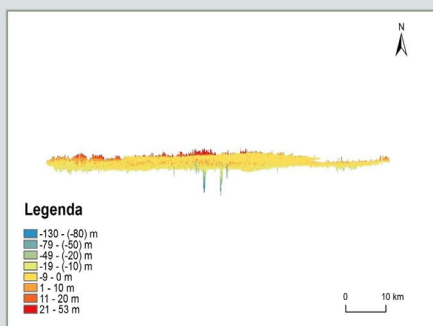
Prikaz visina digitalnog modela terena (topo\_dem)



Prikaz razlike u visinama između dva modela terena



Arcscene prikaz razlike u visinama (aster\_dem – topo\_dem)



### Rezultati

- Pozitivna odstupanja se pojavljuju na strmijim i pošumljenim terenima
- Veća negativna odstupanja se javljaju na lokacijama površinskih kopova.

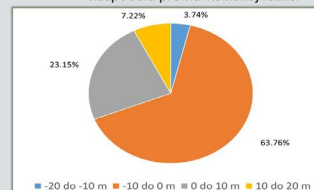
### Zaključak

97% površine ima razliku u visini u opsegu od -20 do +20 metara.  
Mogućnosti primene:  
-Posmatranje većih površinskih promena  
-Procena visine šumskog pokrivača

### Literatura i izvori

1. ArcGIS 10x. Korisničko uputstvo, autori: Vojkan Gajović, Dušica Srbović
2. EU DEM Upgrade, autori: Jose Carlos Garcia González, José Antonio Redondo, Antonio Garzón
3. Arcgis Web help

Raspodela prema visinskoj razlici





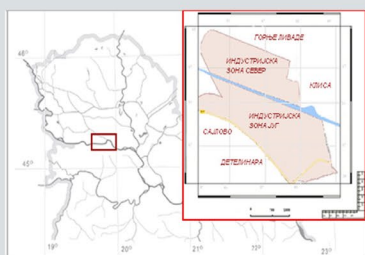
Novi Sad  
Gimnazija "Svetozar Marković"

## Distribucija teških metala u zemljištu industrijskih zona u Novom Sadu

Ime i prezime: Elena Tadić  
Mentori: Aleksa Vujinović, Rudarsko - geološki fakultet, Beograd;  
Dr Jordana Ninkov, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad;  
Dr Minučer Mesaroš, Prirodno - matematički fakultet, Novi Sad;

### UVOD

Istraživano područje se nalazi na oko 85 km severozapadno od Beograda, na teritoriji Novog Sada. Ograničeno je Gornjim livadama na severu, Sentandrejskim putem na istoku i Rumenačkim putem na jugu i zapadu. (Slika 1).



Slika 1- Položaj istražnog područja  
(izradio autor prema TK 378-2-3 Novi Sad (sever), razmera 1:100000)

Osnovni cilj istraživanja je izradi vanje tematskih mapa distribucije metala na industrijskom području Novog Sada na kojima se uočavaju mesta sa povišenom koncentracijom teških metala



### ZAKLJUČAK

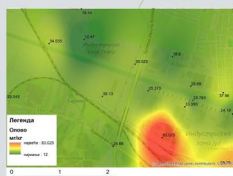
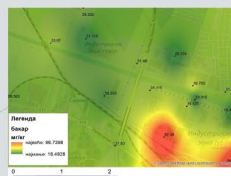
- prisustvo teških metala u zemljištu, najvećim delom, prirodnog porekla
- povišen sadržaj, preko graničnih vrednosti, utvrđen je za Cu i Zn
- prisutne koncentracije detektovane u ovom istraživanju, mogu se označiti kao „istorijsko zagađenje“ zemljišta.

### LITERATURA

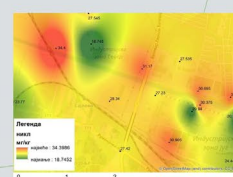
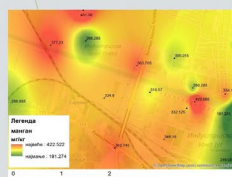
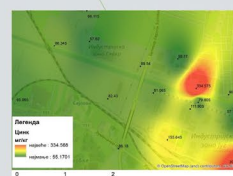
Uredba o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa, Službeni glasnik RS, br. 88/2010

### MATERIJALI I METODE

- Terenska istraživanja**
  - 16 tačaka (dubina 0-10 cm)
- Laboratorijska ispitivanja**
  - Metoda mokre digestije
  - Metoda Atomskog apsorpcionog spektrofotometra
- Statistička obrada podataka**
  - određivanje ukupne količine teških metala
  - kreiranje mapa distribucije (metoda IDW u GIS sistemu)



### REZULTATI



Slika 2.1-2.5. Mape distribucije bakra, cinka, mangana, olova i cinka  
(mape izradio autor u ArcGIS programu, u razmeri 1:50000)

Granične vrednosti - nivo na kome je dostignut održiv kvalitet zemljišta  
Remedijacione vrednosti - osnovne funkcije zemljišta ugrožene (Službeni glasnik RS, br. 88/2010)

- Koncentracije preko granične vrednosti imaju Cu (39,7; 96,7; 82,4 kg/mg) i Zn (334,6; 301,1; 155,6 kg/mg)
- Na osnovu distribucije metala, na dve lokacije uočena je blaga kontaminacija cinkom i bakrom (koncentracije su 334,6 i 301,1 mg/kg za Zn, a 96,7 i 82,4 mg/kg za Cu), na jednoj olovom (83,0).
- Nikl i mangan imaju relativno ujednačenu distribuciju na celom terenu.



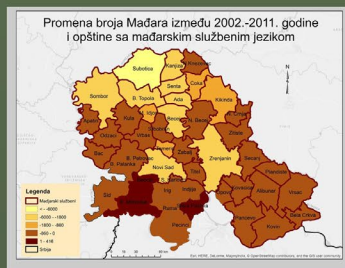
Univerzitet u Novom Sadu  
Prirodno matematički fakultet

## Nacionalne manjine u AP Vojvodini

Ime i prezime studenta Kristina Milosavljević  
Studijski program Diplomirani geograf – geoinformatičar  
Predmet

### MAĐARI

Najveći broj Mađara živi u opštini Subotica (50469), dok je najmanji u Pečincima (21). Najveći pad između 2002.-2011. godine bio je u Subotici (6623), dok se broj najviše povećao u Sremskoj Mitrovici (416). 32 opštine je uvelo mađarski kao službeni jezik.



### NACIONALNE MANJINE

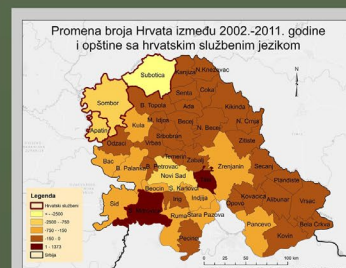
Od nacionalnih manjina u AP Vojvodini u najvećem broju su prisutni Mađari, koji su u većini u 29 opština. Posle njih se nalaze Slovaci sa 7 opština. Na trećem mestu su Romi, koji su najbrojnija manjina u 5 opština. Četvrto mesto zauzimaju Hrvati sa 4 opština. Pored njih u Vojvodini se nalaze još mnogo nacionalnih manjina, ali su one u mnogo manjem broju, kao što su Rumuni, Crnogorci, Bunjevci, Rusini, Muslimani itd.

Region Vojvodine je poznat po multikulturalnosti, skoro sve opštine imaju više službenih jezika, samo sedam od četrdeset pet opština ima jedino srpski.



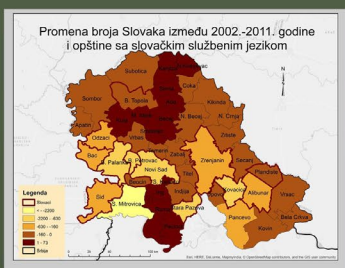
### HRVATI

Najveći broj Hrvata živi u opštini Subotica (14151), a najmanji u Pečincima (27). Između dva popisa najveći pad vidimo u Subotici (-2537), a jedino povećanje u opštini Titel (7) i u opštini Sremska Mitrovica (1373). 4 opštine je uvelo Hrvatski kao službeni jezik.



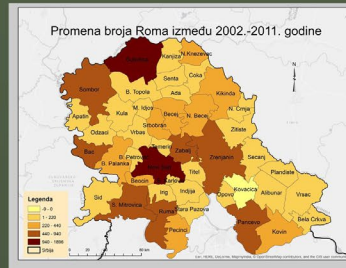
### SLOVACI

Najveći broj Slovaka živi u Kovačici (10577), a najmanji u opštini Nova Crnja (1). Između 2002. i 2011. godine najveći pad Slovaka vidimo u opštini Sremska Mitrovica (-2266), dok je njihov broj u Pečincima porastao za 73. 13 opština je uvelo slovački kao službeni jezik.



### ROMI

Najveći broj Roma živi u Novom Sadu (3636), a najmanji u opštini Sremski Karlovci (14). Između dva popisa se samo u Kovačici smanjio broj ove nacionalne manjine za 4 osobe, u svim drugim opštinama se povećao broj, najviše u Novom Sadu za 1896. Romski jezik nigde nije uveden kao službeni.



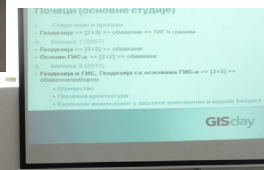
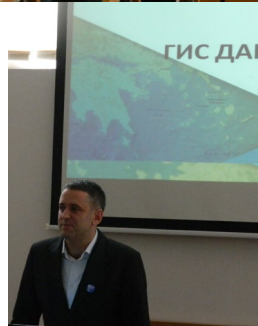
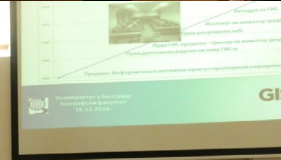
### METODOLOGIJA

Rad je rezultat prikupljanja podataka iz saopštenja popisa 2002. godine i iz Republičkog zavoda za statistiku vezano za popis 2011. godine. Podaci o službenim jezicima u pojedinim opštinama nalaze se u izveštaju "Službena upotreba jezika i pisama nacionalnih manjina na teritoriji AP Vojvodine".  
Tematske karte su napravljene u programu ArcGIS.





GISday



GISday



GISday



CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

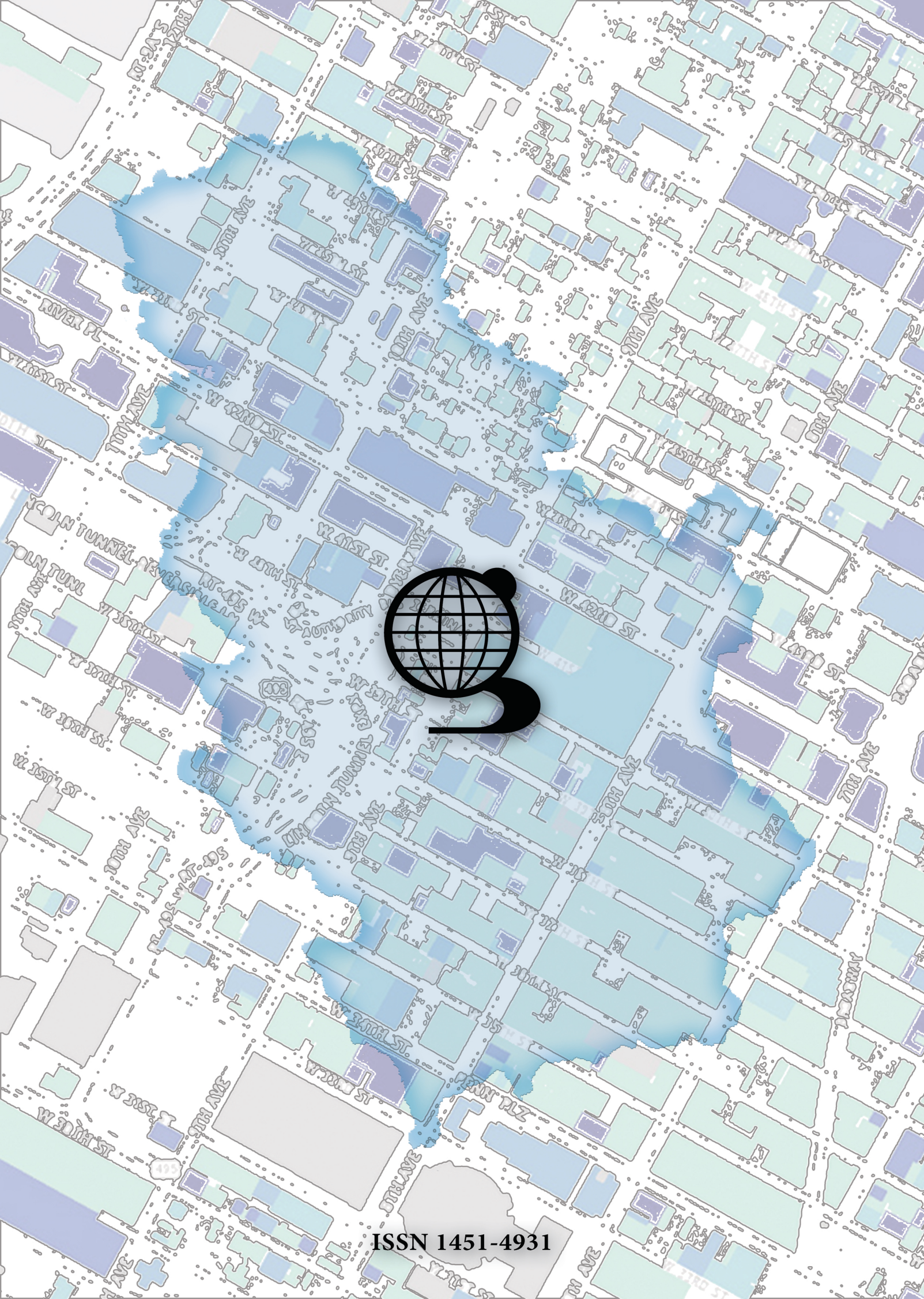
378.18

**PROSTOR** : list studenata prostornog planiranja /  
urednici Branko Protić, Ljubica Duškov. - God. 1, br.  
1 (dec.1995)- . - Beograd : Univerzitet u Beogradu,  
Geografski fakultet, Katedra za prostorno planiranje,  
1995- (Beograd : Planeta print). - 29 cm

Polugodišnje.

ISSN 1451-4931 = Prostor (Beograd)





ISSN 1451-4931