



## GEOPROSTORNA BAZA PODATAKA O ZEMLJIŠTU KAO OSNOVA ZA PROCENU UTICAJA ZEMLJIŠTA NA VOJNE OPERACIJE

Zoran Srdić<sup>1</sup>, Verka Jovanović<sup>2</sup>, Stevan Radojčić<sup>1</sup>, Goran Prodanović<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Vojnogeografski institut, Beograd

<sup>2</sup>Univerzitet Singidunum, Beograd

<sup>3</sup>Generalštab Vojske Srbije

### Abstract:

Pored konstantnih i brzih promena, savremene vojne operacije karakteriše primena novih tehnologija i standarda u oblasti ratne veštine, analize i eksploatacije podataka operativnog okruženja. Kvalitetnom procenom uticaja elemenata okruženja uvećava se sopstvena moć i stiče prednost u odnosu na neprijatelja.

Zemljište ili pedološki pokrivač, kao element operativnog okruženja i fizičko-geografske dimenzije prostora svojim kvalitativnim i kvantitativnim karakteristiikama utiče na realizaciju sadržaja borbenih dejstava. Dobra procena i eksploatacija prednosti ovog elementa zahteva od vojnih stručnjaka sveobuhvatno poznavanje zemljišta i njegove interakcije sa ostalim činiocima operativnog okruženja.

Pojavom savremenih tehnologija, računara i informacionih sistema (geografskih informacionih sistema - GIS) stvoreni su uslovi za brzu obradu, prikaz i analizu podataka o zemljištu. Kvalitetni i pravilno strukturirani podaci sa jedne strane i snažne analitičke funkcije sa druge strane, predstavljaju dobru osnovu za maksimalnu eksploataciju povoljnih karakteristika zemljišta.

U radu su predstavljene mogućnosti primene geografskih informacionih sistema u analizi podataka o zemljištu, pre svega, sa aspekta izvođenja vojnih operacija. Osim toga, rad daje praktične rezultate tih analiza u kontekstu konkretnih zahteva koji se odnose na uticaj pojedinih osobina zemljišta na realizaciju sadržaja borbenih dejstava.

### Key words:

geografski informacioni sistemi.

### UVOD

Zemljište je fizičko-geografski činilac terena značajan za nastanak i razvoj života na Zemlji. Od postanka, čovek i životna sredina su u stalnoj interakciji i promenama izazvanim međusobnim delovanjima. Odnos čoveka i zemljišta kao dela životne sredine je dvosmeran i razvijao se u skladu sa tehnološkim napretkom. Radi zadovoljenja svojih osnovnih potreba čovek je vrlo brzo shvatio korist od svesnog načina prilagođavanja svojih aktivnosti karakteristikama zemljišta, ali i mogućnost svesnog iskorišćavanja zemljišta. Čovek je počeo svesno da koristi zemljiše u mirnodopskim, ali na žalost i u ratnim uslovima. Veoma je teško sagledati u kojim okolnostima je zemljište za čoveka imalo veći značaj.

Od trenutka kad je čovek shvatio da od zemljišta zavisi i njegova sudbina, od tog trenutka čovek počinje da se interesuje za osobine zemljišta, odnosno da proučava zemljište. Način i metode proučavanja zemljišta pratili su razvoj civilizacije i nauke u celini. Kako se stepen razvoja

civilizacije povećavao, tako je istraživanje zemljišta bilo sve sistematičnije, detaljnije i sveobuhvatnije. S obzirom da je zemljište ograničen resurs, proučavanja savremene nauke usmerena su u pravcu iznalaženja održivih metoda korišćenja radi obezbeđenja dovoljno hrane za rastuću populaciju na planeti.

S razvojem ljudske civilizacije, nažalost, rastao je broj, obim i intenzitet sukoba. Nove okolnosti i uslovi ratovanja nametnuli su potrebu za posedovanjem kvalitativnih informacija o neprijatelju, vremenu i prostoru u kome se odvijaju borbeni dejstva. Složenost i veličina terena kao fizičke dimenzije prostora zahteva dobro poznavanje fizičko-geografskih i društveno-geografskih činilaca radi sagledavanja čitavog niza relacija koje ispoljavaju uticaj na realizaciju sadržaja borbenih dejstava.

Obim podataka o zemljištu, složenost međusobnih relacija, različiti tipovi i strukture podataka, nametnuli su potrebu za razvojem modela koji bi na adekvatan i efikasan način omogućio skladištenje, pretraživanje i analizu.



Pojavom geografskih informacionih sistema i geoprostornih baza podataka stvoreni su uslovi za adekvatno skladištenje podataka, ali i uslovi za primenu moćnih analitičkih softverskih algoritama za brzu obradu, analizu i prikaz podataka o zemljištu.

## UTICAJ ZEMLJIŠTA NA BORBENA DEJSTVA

Zemljište samostalno ili u koegzistenciji sa ostalim činiocima terena ispoljava značajan uticaj na sadržaje borbenih dejstava. Procena uticaja zemljišta na realizaciju vojnih operacija je veoma složen proces koji, pre svega, zahteva bogat skup podataka o zemljištu, efikasne metode za njihovu analizu i precizno definisanu metodologiju rada.

Pod pojmom «procena» ili «analiza» zemljišta podrazumeva se analiza osobina zemljišta u kontekstu sagledavanje načina i stepena kojim zemljište, kao restresiti sloj Zemljine površi sa svim svojim osobinama utiče na realizaciju borbenih dejstava.

Pri analizi i proceni uticaja terena na operacije, uticaj zemljišta se razmatra sa sledećih aspekata:

- ◆ Osmatranje;
- ◆ Zaštita;
- ◆ Prohodnost.

Za izbor položaja radarskih sredstava koja formiraju vertikalni dijagram zračenje i procenu najboljih lokacija za uspostavu radio mreža i radiorelejnih pravaca od velike je važnosti poznavanje morfoloških, fizičkih i hemijskih osobina zemljišta. Takođe, navedene osobine zemljišta umanjuju ili uvećavaju efekte vatrenog dejstva, utiču na brzinu izgradnje fortifikacijskih (zaštitnih) objekata i opredeljuju izbor inženjerske opreme i sredstava. Najveći uticaj, svakako zemljište ispoljava na kretanje snaga. Integracijom uticaja zemljišta sa uticajem ostalih geotopografskih elemenata određuju se potencijalne pozicije vatrenih i drugih sistema, rejoni gde su snage osetljive, lako branjeni rejoni, rejoni prikupljanja i dr.

Uticaj zemljišta se analizira sa aspekta upotrebe sopstvenih i neprijateljskih snaga radi eksploatacije osobina zemljišta na najefikasniji način u korist sopstvenih snaga, uz istovremeno dovođenje neprijatelja u što nepovoljniji položaj.

Kvalitetna analiza zemljišta i drugih elemenata terena uslovljena je posedovanjem kvalitetnih informacija pohranjenih u bazu podataka i odgovarajućim alatima za njihovu analizu.

## GEOPROSTORNA BAZA PODATAKA O ZEMLJIŠTU

Najviši nivo modelovanja podataka o prostoru su geografske, odnosno geoprostorne baze podataka. One predstavljaju najsloženiji ali i najefikasniji način organizacije georeferentnih podataka.

Geoprostorna baza je rezultat veoma složenih istraživanja u različitim oblastima razvoja informacionih tehnologija, ali i proizvod poznavanja osnovnih karakteristika prostornih entiteta i specifičnih relacija koje postoje između njih.

S obzirom na stepen razvoja informacionih tehnologija, postojanje kvalitetnih informacija o prostoru podrazumeva kompjuterski (digitalni) model realnog sveta u formi koja obezbeđuje arhiviranje svih neophodnih podataka o prostoru i uspostavljanje veza između njih koje, što je moguće vernije, reprezentuju realno okruženje. Kao adekvatno rešenje problema optimalne organizacije podataka o prostoru je geoprostorna baza podataka.

Geoprostorna baza podataka predstavlja uopšten, ali veran prikaz realnog sveta dat u obliku organizovanog skupa prostorno definisanih i logički povezanih podataka, kojima se definiše prostorni položaj, oblik, veličina, relativni odnos u prostoru i tematske osobine entiteta [14].

Adekvatan model podataka o zemljištu je osnovni predušlov za organizovanje efikasnog sistema skladištenja podataka, njihove obrade i prikaza, ali i osnova za primenu složenih algoritama za njihovu analizu.

Logički model podataka o zemljištu definisan je na osnovu konceptualnog modela podataka, odnosno detaljne analize osnovnih entiteta i atributa zemljišta, kao i relacija koje postoje među njima. Na osnovu logičkog model podataka formiran je fizički model, koji shodno geoprostornom konceptu, a zahvaljujući primenjenim adekvatnim softverskim rešenjima sadrži specifične - **prostorne** tipove podataka (Sl. 1.).

Field Name	Data Type
OBJECTID	Object ID
SHAPE	Geometry
Broj_Profila	Text
Oznaka_Povrsinskog_Horizonta	Text
Dubina_Povrsinskog_Horizonta	Short Integer
Sadrzaj_Krupnog_Peska	Float
Sadrzaj_Sitnog_Peska	Float
Sadrzaj_Gline	Float
Sadrzaj_Praha	Float
Sadrzaj_Humusa	Float
Dubina_Profila	Short Integer
Tip_Zemljista	Text
Tip_Geoloskog_Supstrata	Text

Field Properties	
Alias	SHAPE
Allow NULL values	Yes
Geometry Type	Point
Grid 1	0
Grid 2	0
Grid 3	0

Sl. 1. Struktura tabele - Profil

## ANALIZA PODATAKA O ZEMLJIŠTU

Osnovni predušlov za kvalitetnu analizu okruženja je postojanje relevantnih, potpunih i ažurnih podataka. Osim adekvatne strukture, odnosno modela, formiranje kvalitetne geoprostorne osnove zahteva sistematsko prikupljanje i obradu obimne količine podataka. Formiranje



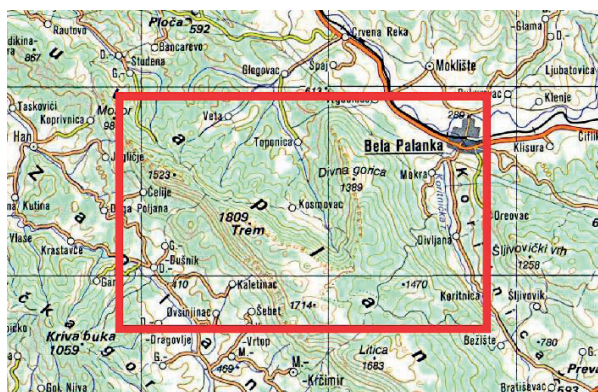
kvalitetnih baza podataka o prostoru, zahteva angažovanje specijalizovanih državnih institucija. Podatke o terenu za potrebe podrške procesu operativnog planiranja Vojske Srbije obezbeđuje nosilac geotopografskog obezbeđenja, odnosno Vojnogeoografski institut samostalno ili u saradnji sa ostalim državnim institucijama.

U vojnom smislu kvalitetna analiza terena obuhvata identifikovanje geotopografskih elemenata i opis uticaja njihovih bitnih karakteristika na realizaciju sadržaja borbenih dejstava. Pri tome se uzima u obzir vrsta operacije, nivo komandovanja i specifičnosti jedinice koja učestvuje u operaciji.

Analiza zemljišta kao fizičko-geografskog činioca, podrazumeva analizu osnovnih osobina i sagledavanje njihovog uticaja na izvođenje operacije. Postupak analize zemljišta obuhvata analizu morfoloških, fizičkih i hemijskih osobina zemljišta. U novije vreme posebno se vrednuju ekološki aspekti, što podrazumeva procenu mogućnosti zagađenja zemljišta i uticaja ovog faktora na operacije.

Najznačajnije karakteristike zemljišta koje ispoljavaju uticaj na sadržaje borbenih dejstava su: građa, dubina, mehanički sastav, struktura, tvrdoća, vezanost, lepljivost, vodne karakteristike i zagađenost zemljišta.

Osnovni preduslov za objektivno istraživanje je postojanje reprezentativnog uzorka. U ovom istraživanju, za test područje (Sl. 2.) je izabran rejon Suve planine, između Niša, Leskovca i Pirota.



Sl. 2. Test područje

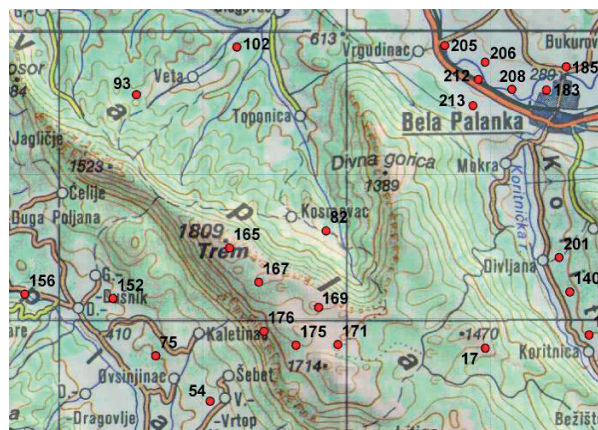
Izabrano test područje, sa svojim kvalitativnim i kvantitativnim karakteristikama, predstavlja reprezentativan deo teritorije Republike Srbije. Centralni deo test područja zahvata deo Suve planine, dok severo-istočni deo zahvata Belopalanačko polje i dolinu Nišave.

Viši predeli izabranog područja su u najvećem delu pod šumom, dok u nižim predelima preovladava obradivo zemljište. Istočni deo područja presecaju reke Nišava i Koritnička reka. Najviša tačka je 1809m - vrh Trem na Suvoj planini, a najniža 276m - desna obala Nišave kod sela Vrgudinac.

U istraživanju korišćeni su konkretni podaci dobijeni od Instituta za zemljište iz Beograda. Podaci su dati za 24 profila zemljišta (Sl. 3.) i obuhvatili su:

- ♦ broj profila,
- ♦ prostorni položaj profila,
- ♦ oznaku površinskog horizonta,

- ♦ dubinu površinskog horizonta,
- ♦ sadržaj krupnog peska,
- ♦ sadržaj sitnog peska,
- ♦ sadržaj gline,
- ♦ sadržaj praha,
- ♦ dubinu profila,
- ♦ tip zemljišta,
- ♦ tip geološkog supstrata i
- ♦ sadržaj humusa.



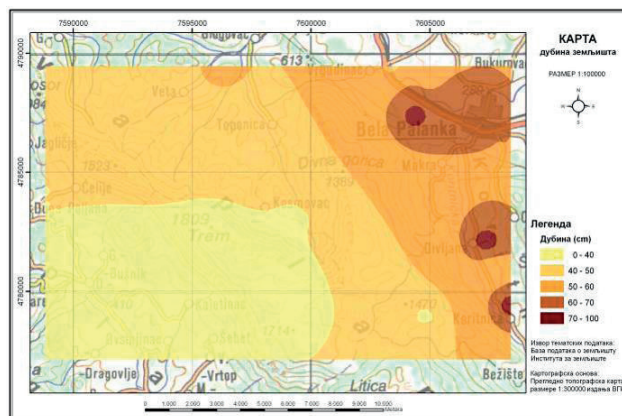
Sl. 3. Profili zemljišta

Analiza zemljišta je realizovana primenom geostatističkih funkcija softverskog paketa ArcGIS, a pre svega primenom funkcija modula Geostatistical analyst.

S obzirom na osnovni cilj istraživanja i ograničeni skup podataka, u ovom radu su prikazani rezultati geostatističkih analiza dubina zemljišta, pre svega, sa aspekta procene mogućeg uticaja ove osobine na operacije.

Analogno tome, kao osnovni parametar za analizu korišćen je podatak o dubini zemljišta dat za svaki pojedinačni profil zemljišta.

Dubine zemljišta su nakon interpolacije, metodom graduisane skale boja, prikazane u pet klasa (Sl. 4.). S obzirom na veličinu prostora, kao kartografska osnova za prikaz dubina zemljišta izabrana je Pregledno-topografska karta 1:300000 (deo lista Niš).



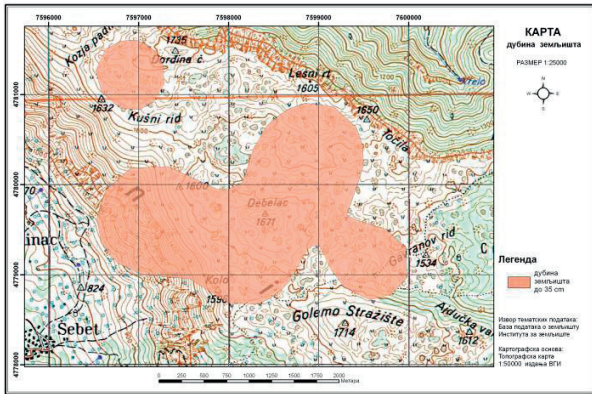
Sl. 4. Dubine zemljišta

Shodno zadatim uslovima vezanim za realizaciju konkretne vojne operacije, u drugom koraku postupka analize zemljišta, izvršeno je izdvajanje reiona po dva kriterijuma:



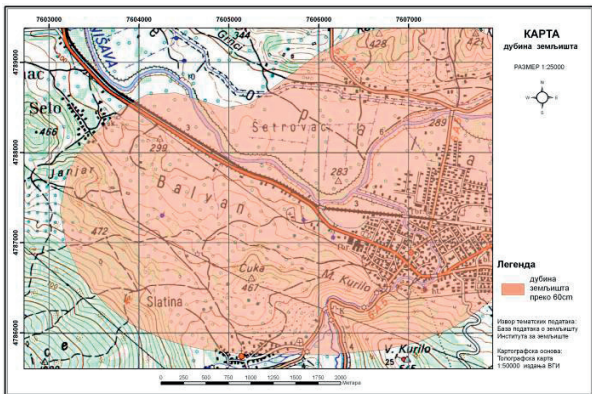
- ◆ dubina zemljišta manja od 35cm i
- ◆ dubina zemljišta veća od 60cm.

U prvom slučaju, utvrđeno je da postavljeni kriterijum (dubina zemljišta ne prelazi 35cm) ispunjava rejon vrha Debelac i Kušni rid. Rezultat analize je predstavljen grafički, gde je crvenom transparentnom bojom prikazan izdvojeni rejon (Sl. 5.). S obzirom na veličinu prostora, kao kartografska osnova upotrebljena je Topografska karta 1:50000 (deo lista Niš 4).



Sl. 5. Dubine zemljišta manje od 35cm

U drugom slučaju, kada se zahtevalo izdvajanje reiona gde je dubina zemljišta veća od 60cm, a nakon izvršene analize podataka, utvrđeno je da ovaj kriterijum ispunjava šira okolina Bele Palanke - njen zapadni i severni deo. Izdvojeni rejon prikazani su arealom crvene transparentne boje (Sl. 6.).



Sl. 6. Dubine zemljišta veće od 60cm

Dobijeni podaci o dubini sloja kao jedne od osnovnih unutrašnjih morfoloških osobina zemljišta su kvalitetna osnova za procenu zaštitnih osobina i ograničenja u izvršenju inženjerskih radova na uređenju prostora, izradi rovova, saobraćajnica, zaklona, skloništa i drugih fortifikacijskih objekata, kao i rasporeda jedinica čije dejstvo i upotreba zahtevaju ukopavanje i utvrđivanje položaja.

**ZAKLJUČAK**

Radi sagledavanja kompleksnog uticaja operativnog okruženja, savremeni uslovi ratovanja nametnuli su potrebu postojanja obimnih i složenih baza podataka o terenu i njegovim činiocima. Efikasno korišćenje informacija o zemljištu uskladištenih u bazama podataka, zah-

teva razvoj adekvatnih modela podataka koji podržavaju specifičnosti podataka o prostoru, pre svaga, sa aspekta njihove prostorne reference i specifičnih realcija između prostornih entiteta. Primenom analitičkih algoritama nad geoprostornom bazom podataka, dobijaju se informacije koje su osnov za opis uticaja zemljišta i njegovih osobina na operacije.

Istraživanjem je potvrđena opravdanost i potreba primene geoprostorne baze podataka, kao okruženja za arhiviranje podataka o zemljištu, a primenom geostatističkih funkcija GIS aplikacija mogućnost brze pretrage i analize bitnih osobina zemljišta koje ispoljavaju uticaj na sadržaje borbenih dejstava.

Pravilno modelovana i implementirana geoprostorna baza podataka omogućava primenu i drugih analitičkih modula i algoritama kojima se utvrđuje uticaj zemljišta na проходnost terena, mogućnosti uspostavljanja radio-relejnih veza, zaprečavanja i dr.

Osim u kontekstu vojnih potreba, geoprostorna baza podataka o zemljištu može se sagledati u širem, globalnom društveno-ekonomskom kontekstu sa korisnicima. Naime, krajnji rezultati istraživanja predstavljaju bogatu naučno-istraživačku osnovu neophodnu za dalja istraživanja u mnogim drugim naučnim oblastima. Osim toga, doprinos istraživanja u društveno-ekonomskoj sferi ogleđa se u mogućnosti primene rezultata istraživanja u onim oblastima ljudske delatnosti gde je zemljište jedan od osnovnih domena istraživanja (poljoprivredi, šumarstvu, ekologiji i dr.).

Postojanje informacionog sistema o zemljištu je osnovni preduslov za bilo kakvo dalje istraživanje u ovoj oblasti. Njegova izrada je od nacionalnog značaja te u njegovu realizaciju treba da se uključe nadležne državne institucije.

**LITERATURA**

- [1] A. MacDonald, "Building a geodatabase," ESRI, Redlands, 2001.
- [2] B. Jovanović, "Uvod u teoriju vojnog rukovođenja," VIZ, Beograd, 1984.
- [3] ISO/TC211, CD19118 - Geographic Information Encoding, Document N1136, NTS Oslo, 2001.
- [4] ISO/TC211, FDIS 19101 - Geographic Information - Reference model, Document N1196, NTS Oslo, 2001.
- [5] J. L. Whitten, "Systems analysis and design methods," Irwin McGraw-Hill, New York, 1998.
- [6] M. Harris, "Managing ArcSDE Services," ESRI, Redland, 2000.
- [7] M. Vajsfeld, "Objektno orijentisani način mišljenja," prevod G. Aleksić, CET, Beograd, 2003.
- [8] M. Zeiler, "Modeling our World," ESRI, Redlands, 1999.
- [9] N. Tančić, "Pedologija I deo," Poljoprivredni fakultet Beograd, Zemun, 1994.
- [10] O. Ostensen, "The expanding Agenda of Geographic information standards," ISO Bulletin, 2001.
- [11] P. Radičević, "Geologija," Naučna knjiga, Beograd, 1991.
- [12] R. Marjanović R, "Opšta vojna geografija," VIZ, Beograd, 1983.
- [13] V. Blagojević, "Relacione baze podataka," Klub Nikola Tesla, Beograd, 2001.
- [14] Z. Srđić, "Mogućnosti primene geografske baze podataka u procesu procene zemljišta," doktorska disertacija, Vojna akademija, 2009.