2015

# ГИС ЖУРНАЛ

~Зборник радова са ГИС Форума 2015~

GIS centar

www.giscentar.rs

# ГИС ЖУРНАЛ

**број 1/2015**

ЗБОРНИК РАДОВА СА

## ГИС Форума 2015

*<<Место сусрета ГИС стручњака>>*

УДРУЖЕЊЕ ГРАЂАНА **ГИС ЦЕНТАР**

уз помоћ спонзора

GDi GISDATA

MapSoft

VEKOM

TopoGIS

Manufaktura

INOVA - geoinformatika

организује трећи стручни скуп

# ГИС Форум 2015

## Зборник радова

**Уредници:**

Доц. др Сања Стојковић

Проф. др Мирољуб Милинчић

мр. Зоран Јевремовић

Проф. др Александар Пеулић

Београд, јун 2015.

**Издавач:**
Удружење грађана **ГИС ЦЕНТАР**

**За издавача:**
Сандра Козомара
Дејан Сандић

**Уредници:**
Доц. др Сања Стојковић
Проф. др Мирољуб Милинчић
мр Зоран Јевремовић
Проф. др Александар Пеулић

**Технички уредник:**
Иван Потић

**Припрема и дизајн корица:**
Иван Потић
Дејан Сандић

**Штампа:**
„_____“

**Тираж:**
__ примерака

**Београд, јун 2015.**

Напомена: *Реферати су штампани у облику ауторских оригинала те Организациони и Уређивачки одбор не преузимају одговорност за технички и стручни садржај.*

# Садржај

**Примена GPR и EML технологије за аквизицију података о објектима подземне инфраструктуре**
Жељко Бугариновић…… **6**

**Примена ГИС-а на територији града Панчева**
Никола Ђорђевић…… **12**

**ГИС као интегратор података у ЈП „Пошта Србије“**
Сандра Козомара, Мила Милошевић…… **18**

**Примјена ГИС технологија у оцјени рањивости карстних изданских вода: студија случаја карстне издани сјеверног дијела Никшићког поља**
Јелена Крстајић…… **24**

**Компарација дигиталног модела терена израђеног на основу ТК25 и SRTM 1 arcsec**
Милош Манић…… **30**

**Упоредна анализа ефикасности различитих софтверских пакета за аутоматску и полуаутоматску векторизацију и израду ДМТ-а**
Ђорђе Мијатовић, Сара Самарџић…… **36**

**Поређење савремених и историјских одређивања дубине МОХО дисконтинуитета у Србији**
Дејан Наумов, Јасмина Петровић…… **42**

**„Augmented Reality“ концепти и примена**
Оливера Нововић…… **48**

**Примена методе објектно оријентисане класификације на „Rapid Eye“ снимцима**
Оливера Нововић…… **54**

**Даљинска детекција као метод праћења промена у животној средини студија случаја заштићено станиште Мали вршачки рит**
Теа Пожар…… **60**

**Вишекритеријумска анализа потенцијала инсолације туристичког центра Суво Рудиште (НП Копаоник)**
Иван Потић, Рајко Голић…… **65**

**Значај и могућности примене ГИС-а у области друмског саобраћаја**
Мирослав Росић, Милош Милосављевић, Томислав Петровић, Тијана Иванишевић…… **71**

**ГИС у процесу лицитације државног земљишта**
Срђан Станчић…… **78**

# ПРИМЕНА *GPR* И *EML* ТЕХНОЛОГИЈЕ ЗА АКВИЗИЦИЈУ ПОДАТАКА О ОБЈЕКТИМА ПОДЗЕМНЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

**Жељко Бугариновић**[1]

**Апстракт:** У раду су презентоване две актуелне технологије за детекцију објеката подземне инфраструктуре (Георадар и Електромагнетни локатор). Објашњен је принцип рада наведених технологија и образложене њихове основне карактеристике и могућности. Анализа је извршена на низу реалних радарских скенова репрезентативних објеката инфраструктуре, што је кроз добијене резултате и поређења у раду и показано. На основу теренских мерења и добијених резултата указано је на неке од предности и мана обе технологије.

**Кључне речи:** *Електромагнетни локатор (ЕМЛ), Георадар, рефлексија*

# USAGE OF GPR AND EML TECHNOLOGIES FOR UNDERGROUND UTILITY DETECTION AND DATA ACQUISITION

**Abstract:** Two current technologies for detection of facilities of underground infrastructure are presented in this paper. The principle of the way the mentioned devices are operating is explained and their basic characteristics and possibilities are argumented. The analysis was carried out using series of actual radar scans of representative facilities of infrastructure, which was stated in the paper after getting the results and the comparisons. Based on the field measurements and the results, some advantages and disadvantages of both technologies were pointed out.

**Key words:** *Electromagnetic locator (EML), Ground Penetration Radar (GPR), reflection*

## Увод

Детекција објеката подземне инфраструктуре без физичког контакта са њима има значајну улогу са становишта утврђивања стварног стања водова, моделовања, уређења простора и управљања сложеним инфраструктурним системима. Добијени подаци омогућују израду катастра водова и спречавају постављање нових објеката на постојећи кабловод или цевовод и њихово оштећење током изградње. Ако се пође од претпоставке да велик проценат подземних инсталација није уплањен или то није урађено на адекватан начин, било би веома значајно истражити начине за детекцију истих како би се на што објективнији начин открио распоред и постојање појединих врста водова. У наставку су образложене две технологије засноване на детекцији објеката подземне инфраструктуре без физичког контакта са њима, њихове спецификације, а на основу добијених резултата и предности и мане обе технологије.

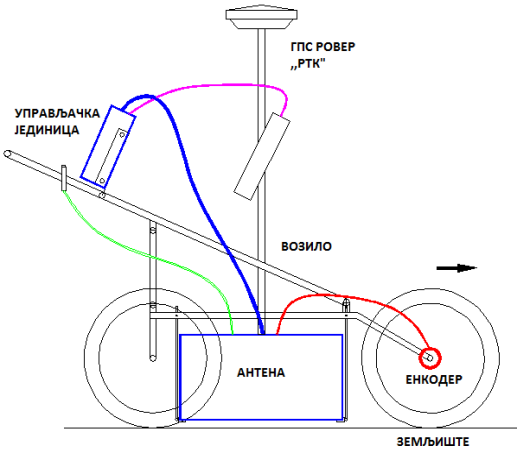
## Георадар

Георадар је уређај намењен за детекцију и прецизан приказ локације и облика подземних објеката, а чине га склоп предајне и пријемне антене, управљачка јединица са оперативним системом, батеријско напајање и покретно возило (*Ристић, А., & Петровачки Д.*) (*Слика 1*). Антена шаље електромагнетне таласе високе фреквенције у земљу и детектује промене на које талас наилази услед нехомогености земљишта, а који се графички приказују на екрану у виду радарграма[2]. Време неопходно да емитовани ЕМ талас од предајне антене дође до граничне површи и рефлектује се назад до пријемног дела је време двоструког пута $t_R$ [ns], што заправо

[1] Факултет Техничких Наука, Трг Доситеја Обрадовића бр. 6, zeljko91@hotmail.rs

[2] Радарграм - *представља графички приказ резултата мерења, употребом георадара*

представља мерену величину на основу које се одређује стварна дубина објекта z (*Petrovački, D., & Ristić A. 2005.* ). Енергија која се рефлектује од граничних површи детектује се уз помоћ пријемног дела антене (*Daniels J. Jeffrey 2000.* ). Процес се понавља све док слабљење емитованог сигнала не буде исувише велико (*D. J. Daniels, 2004.* ). У пратеће уређаје убраја се ГПС (,,*Global Positioning System*"), који служи за одређивање просторних координата тачака пројекције трасе цевовода на површину земљишта. Покретно возило, обично трицикл, опремљено је са обртним инкрементaлним енкодером, који при скенирању обезбеђује тачно позиционирање изнад осе цевовода.




***Слика 1.*** *Саставни делови Георадара*

Операције скенирања радног подручја и мерења координата могу да се врше независно или синхронизовано (*Петровачки, Д., & Ристић, А. 2006.* ). Код независне аквизиције прво се Георадаром детектује подземни линијски објекат и његова дубина, а центар антене позиционира изнад осе линијског објекта. Након тога ГПС ровером се изврши одређивање координата. Синхронизована аквизиција подразумева директну комуникацију Георадара и ГПС ровера, при чему се континуирано бележе тачке на трајекторији или само почетна и крајња тачка трајекторије антене.

**Електромагнетни локатор (ЕМЛ)**

Електромагнетни локатор намењен је за детекцију металних водова, првенствено енергетских[3] (*Слика 2*). Уређај ради на принципу електромагнетне индукције, покретан је и примењив на неприступачном терену. У случају детекције водова, проводник представља намотај калема[4] смештен у ЕМЛ-у, а магнетно поље ствара се око подземне металне цеви или кабела. Да би пријемник детектовао магнетно поље потребно је успоставити електрично коло, при чему маса околног земљишта има улогу проводног слоја око самог вода. Код употребе ЕМЛ-а неопходно је разликовати активну и пасивну детекцију. Пасивна детекција се може применити на местима где већ постоји извор електромагнетног поља, у супротном, користи се активна. Тачност одређивања дубине са ЕМЛ-ом за каблове и цеви положене на дубини од 0.1-3 [m] је $\pm 2.5$ [%], а положајна тачност износи $\pm 2.5$ [%] (*SPX Company 2008.*).

***Слика 2.*** *ЕМЛ*

[3]http://www.nesubsurface.com/index.php/equipment/ul-equipment

[4] Калем - *Пасивни елемент електричних кола који може да индукује електричну енергију*

**Теренска мерења**

Аквизиција је извршена на неколико репрезентативних локација у близини Факултета Техничких Наука у Новом Саду (*Слика 3*), на подручју између 45°14'30'' N и 45°14'50'' N, и између 19°50'50'' E и 19°51'10'' E. Прикупљање података извршено је Георадаром, применом антене од 200 [MHz] и Електромагнетним локатором ,,*RD 8000*". Код избора локација водило се рачуна да се снимају различите врсте водова како би се на што објективнији начин сагледале могућности, предности и мане наведених технологија.

***Слика 3.*** *Приказ свих локација на којима је извршена аквизиција*

Циљ прве и треће локације била је детекција напојног вода постојеће расвете, а на другој испратити телефонски кабел смештен у заштитној цеви. Задатак четврте и пете локације била је детекција металних цеви; гасоводне и водоводне пречника Ø700. На репрезентативним локацијама успешно је извршено прикупљање података са обе технологије.

**Резултати**

Статистички резултати извршених мерења приказани су у виду измерених дубина и срачунатих кота дна (*Табела 1*). Поред измерених вредности, уписани су и теоријски интервали, како би се уочила евентуална одступања од добијених резултата. С обзиром да Електромагнетни локатор детектује центар, а Георадар теме посматраног вода, у Табели 1 су приказане и срачунате коте дна, да би се подаци односили на исте дубине.

| Локација | Регистроване дубине [cm] | | Теоријско [cm] | Срачунате коте дна [cm] | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **ЕМЛ** (центар) | **ГПР** (теме) | | **ЕМЛ** | **ГПР** |
| **1** | 85-95 | 83-88 | 80-120 | **90** | **85** |
| **2** | 95-98 | 106 | 90-120 | **97** | **108** |
| **3** | 85-95 | 90 | 80-120 | **90** | **92** |
| **4** | 150 | 110 | 110-120 | **155** | **119** |
| **5** | 140 | 115 | 160-200 | **175** | **185** |

***Табела 1.*** *Подаци мерених дубина и срачунатих кота дна*

Резултати теренских мерења употребом Георадара добијени у виду радарграма, обрађени су на адекватан начин у софтверском пакету ,,*RADAN*". Приликом детекције напојног вода расвете на трећој локацији електромагнетни локатор је са великим степеном вероватноће детектовао и сам извор напајања постојеће расвете.

На следећем графику приказане су срачунате коте дна, са обе технологије.

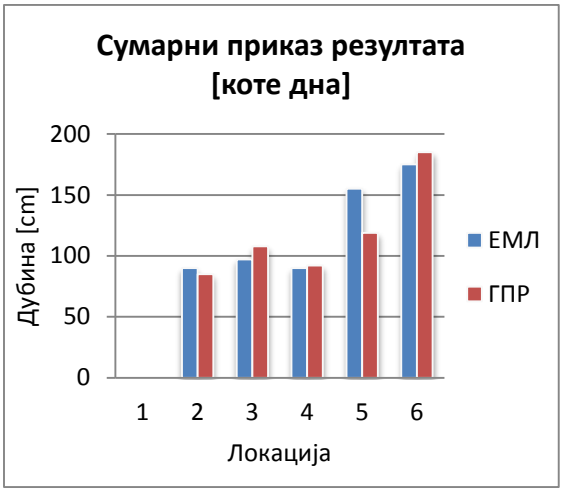



***График 1.*** *Добијене коте дна применом Георадара и Електромагнетног локатора*

Са претходног графика може се уочити да је најмање одступање добијених резултата на првој и трећој локацији (директно повезивање ЕМЛ-а са расветом), а најлошије на четвртој код детекције гасоводне цеви (индуктиван режим рада ЕМЛ-а).

**Дискусија**

Избор антене Георадара ограничава дубину претраге и резолуцију скенирања, док ГПС пријемник омогућава квалитетно геореференцирање радарграма. Одређивање параметара подземних инсталација Георадаром и мерење површинских координата ГПС ровером је на нивоу центиметарске тачности (*Петровачки, Д., & Ристић, А. 2006.* ). Од велике важности је снимање и помоћних елемената на терену (шахтови, хидранати, сливници и слично), с обзиром да се они повезују са одговарајућом подземном инфраструктуром. Ако се узме у обзир да су пречници појединих каблова мали (попут кабела расвете), Георадаром их је тешко уочити, па се у овом случају Електромагнетном локатору даје предност. За препоруку је да се за грубу претрагу прво користи Електромагнетни локатор (комбинујући пасиван и активан режим рада), како би се уверили да не постоји неки вод мањег пречника који се протеже изнад посматраног. Ово је пожељно извршити ради избегавања оштећења водова мањих пречника, који се налазе на мањој дубини, а које је Георадаром теже уочити. Основни недостатак Електромагнетног локатора је отежана детекција пластичних водова који се све више користе из економских, практичних и еколошких разлога. Предност ЕМЛ-а са аспекта самог коришћења огледа се у робусности. Наиме, овај уређај је малих димензија и тежине, што омогућава једноставну и практичну примену на терену. С обзиром да Електромагнетни локатор мери јачину магнетног поља и показује правац пружања вода потенцијално се указује на могућност детекције рачвања водова. Међутим, теренска испитивања на другој локацији где је покушана детекција одвојка вода нису дала задовољавајуће резултате. Дошло се до закључка да уколико не знамо да постоји рачвање вода мала је шанса да се оно детектује применом Електромагнетног локатора. Неке од могућности обе технологије приказане су у наредној табели.

| Врста | ЕМЛ | Георадар |
|---|---|---|
| Промена дубине детекције | - | + |
| Детекција пластичних водова | * | + |
| Одређивање дубине | + | + |
| Софтверска обрада | - | + |
| Детекција рачвања вода | * | - |
| Утицај корозије | + | * |
| Употреба ГПС пријемника | * | + |
| Одређивање пречника вода | - | * |
| Одређивање правца пружања вода | + | * |
| Одређивање нагиба цеви | * | + |
| Одређивање испуњености цеви | * | * |
| **Легенда:** | + Да<br>- Не<br>* Делимично | |

***Табела 2.*** *Неке од могућности обе технологије*

Електромагнетни локатор ,,*RD 8000*" нема уграђен ГПС пријемник, тако да се мерење координата карактеристичних позиција накнадно обавља. Имајући у виду да се за исто подручје често врши аквизиција са обе технологије недостатак ГПС пријемника код ЕМЛ и не представља велики проблем.

**Закључак**

Употребом Георадара и антене од 200 [MHz] која је кориштена на терену дошло се до закључка да је овај уређај примењив за водове средњих и већих пречника, а врши добру детекцију како металних тако и пластичних водова. С обзиром да ова врста уређаја детектује различите врсте водова може се очекивати све већа примена и развој ове технологије.

Електромагнетни локатор дао је добре резултате на већини локација, с обзиром да су се тражиле металне цеви и каблови, који су добри проводници струје. Највећа одступања у резултатима настала су код индуктивног режим рада, јер се вештачки створено магнетно поље може пренети и на околне металне објекте који нису од интереса (*Локације 2 и 4*). На овај начин може доћи до изобличења магнетног поља, што може резултовати погрешном одређивању позиције и дубине вода, па треба бити обазрив код употребе овог режима рада. Код пасивног режима рада ЕМЛ-а такође, треба бити пажљив како се не би донели погрешни закључци, јер

се постојеће магнетно поље под утицајем околних објеката може изобличити. У оквиру овог рада дошло се до закључка да се најбољи резултати код ЕМЛ-а добијају када се користи директан начин повезивања.

На терену је пожељно располагати са обе технологије јер се са својим могућностима и областима примене међусобно допуњују, па се самим тим и вероватноћа детекције повећава. Добијени подаци су значајни и могу се софтверски обрадити и складиштити на одговарајући начин.

**Литература**

D. J. Daniels, (2004). *Surface penetrating radar*, The Institution of Electrical Engineers, London, GBR

Daniels J. Jeffrey (2000), *Ground Penetrating Radar Fundamentals*, Department of Geological Sciences, The Ohio State University, Nov. 2000

Петровачки, Д., & Ристић, А. (2006). *Естимација радијуса цевовода детектованих георадаром*, ФТН Нови Сад INFOTEH-JAHORINA, Vol. 5, Ref. B-II-12, p. 124-128

Petrovački, D., & Ristić A. (2005), *Georadar i GPS tehnologije – principi primene u detekciji podzemne infrastrukture*, ETRAN konferencija, Budva, SCG, 2005.

Ристић, А., & Петровачки Д., *Естимација радијауса цевовода применом хиперболичног фитиног алгоритма*, ФТН Нови Сад

SPX Company (2008), Operation manual, RD8000 Radiodetection's universal precision locator, July 2008

# ПРИМЕНА ГЕОГРАФСКИХ ИНФОРМАЦИОНИХ СИСТЕМА НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА ПАНЧЕВА

**Никола Ђорђевић**[1]

**Апстракт**: У раду је описан географски информациони систем, компоненте овог система као и подаци који се обрађују унутар овог система. Такође је представљен значај увођења географских информационих система у локалним самоуправама као алат помоћу којег локалне самоуправе могу да донесу брзе и квалитетне одлуке на основу прикупљених и обрађених просторних података. Након овог описа, анализирана је примена географских информационих система на територији града Панчева и разматране су могућности проширења примене ових система на територији града.

**Кључне речи**: ГИС, локална самоуправа, просторни подаци

# IMPLEMENTATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS ON THE TERRITORY OF THE CITY OF PANCEVO

**Abstrakt**: This labor describes a geographic information system, the components of this system as well as data that are processed within this system. Here is also shown the significance of introducing geographic information system in local self-governments as tool which will help local self-governments to make quick and quality decisions based on collected and processed spatial data. The analysis of the application of geographic information systems has been conducted on the territory of the city of Pancevo and possible wider use of such systems on the territory of the city has been considered.

**Key words**: GIS, lokal self-governments, spatial data

## 1. УВОД

Са развојем нових информационих технологија, јавља се потреба да сви просторни подаци везани за један или више објеката из реалног света буду међусобно повезани, анализирани и на што једноставнији начин приказани крајњим корисницима, најчешће у дигиталном облику. За остваривање ових потреба креиран је географски информациони систем (ГИС), који на успешан начин у свој систем интегрише све ове захтеве.

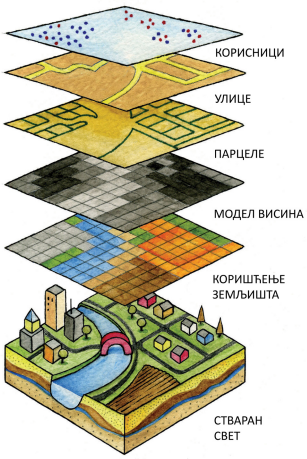
Овакви системи имају широк спектар примене, а најћеше га користе она предузећа и институције којима су просторни подаци од великог значаја (нпр. телекомуникациона предузећа, такси службе, полиција, нафтне компаније). Међу њима се налазе и локалне самоуправе, које користе ГИС како би на што квалитетнији начин приказали своје податке које су битне како за грађане који живе на територији те локалне самоуправе, тако и за потенцијалне инвеститоре који би желели да инвестирају на територији неке локалне самоуправе. У даљем раду је објашњена примена ових система на територији града Панчева, један од неколико градова у Републици Србији који користи ГИС.

## 2. ШТА ЈЕ ГИС?

ГИС је скуп рачунарске опреме, софтвера, база података и процедура који омогућава прикупљање, уношење, меморисање, управљање, анализирање и приказивање просторних података крајњем кориснику помоћу излазног уређаја. Овај систем представља модел

[1] Саобраћајни факултет Универзитета у Београду, Војводе Степе 305, Београд, nikola.djordjevic@yandex.com

стварног окружења. Сви подаци овог система се могу организовати у слојеве који су углавном тематски груписани, а најчешћи слојеви ГИС-а су типови земљишта, катастарске парцеле, улице итд.

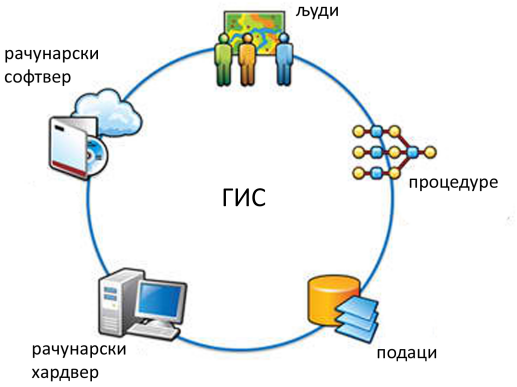



**Слика 1.** Преглед могућих слојева у ГИС-у
(Извор http://2012books.lardbucket.org/)

Циљ сваког географског информационог система је да обезбеди свим корисницима брз и једноставан приступ огромној количини информација који овај систем садржи. Корисницима треба да буде омогућено селектовање података на осовну жељених параметара, како би добили што прецизнији резултат у складу са циљем коришћења ГИС-а. Са техничке стране, ГИС мора да обезбеди брзо и једноставно ажурирање података, с обзиром да се у неким случајевима подаци могу свакодневно мењати.

### 2.1. Компоненте ГИС-а

Иако је ГИС веома сложен систем, у својој основи увек садржи неколико кључних компоненти које морају бити одлично организоване како би као целина дале одговарајуће резултате. Сваки ГИС се састоји из: рачунарског хардвера, рачунарског софтвера, података, људи и процедура.




**Слика 2.** Основне компоненте ГИС-а
(Извор: http://providencegissolutions.com/)

Ако се одлучи о креирању дугорочног плана за развој ГИС-а, непоходно је пажљиво проучити све кључне факторе како би се донела одлука у које компоненте ГИС-а је потребно уложити одређена средства. У зависности од дате ситуације, некада је неопходно уложити средства за обуку људи који ће на оптималан начин користити све могућности овог система, а са друге стране је можда најбоље да се средства уложе за прикупљање потребних података, уколико постоји квалификовано особље.

### 2.2. Подаци у ГИС-у

У географским информационим системима су најраспрострањенији просторни подаци. Просторни подаци су подаци о објектима који се налазе у реалном свету. Сви просторни подаци се састоје из четири основне компоненте које приказују све одлике реалних објеката: геометрија (детаљније описује геометријске облике који се односи на локације из реалног света), атрибути (описне карактеристике географских података), топологија (детаљније описује просторне релације између објеката) и понашање (могућност да се подаци, у зависности од жеље корисника, анализирају или прикажу на екрану изланог уређаја).

Сви просторни подаци се могу представити помоћу растера (растерски приступ) и вектора (векторски приступ). Под растерским приступом се подразумева представљање просторних података помоћу мреже која се састоји из низа појединачних ћелија (пиксела). Недостатак ове методе се огледа у недостатку просторних веза између објеката. Под векторским приступом се подразумева креирање вектора који је дефинисан почетном координатом, припадајућом величином, правцем и смером. Сви објекти се формирају повезивањем тачака и правих линија, а површине се добијају повезивањем скупом линија. За разлику од растерског приступа, код векторског приступа постоје просторне везе између објеката које су смештене у базама података.

## 3. ПРИМЕНА ГИС-А У ЛОКАЛНИМ САМОУПРАВАМА

Са развијањем информационих технологија, локалне самоуправе су уочиле да би им географски информациони системи помогли у бржем и ефикаснијем обављању свих обавеза које их очекују.

Многе просторне информације једне локалне самоуправе се углавном налазе у разним локалним и републичким органима, што доводи до теже размене података. Дигитализацијом свих ових података и укључивање истих у географске инфорамционе системе доводи до лакше размене података са мање трошкова, с обзиром да се та размена може извршити и преко интернета. Уколико дође до застаревања одређених података, њихово ажурирање је свакако лакше уколико би ти подаци били дигитализовани и представљени на овај начин. Тада би сви заинтересовани у реалном времену видели све направљене промене.

Области у којима локалне самоуправе могу примењивати ГИС су веома разноврсне (урбанистичко планирање, заштита животне средине, пољопривреда, управљање имовином, туризам саобраћај), а најчешћа област која се користи у локалној самоуправи јесте урбанистичко планирање. Ова област је посебно интересантна за потенцијалне инвеститоре који би желели да инвестирају у локалној самоуправи. Помоћу ГИС-а, инвеститори су у могућности да за веома кратко време сагледају цело подручје локалне самоуправе и на основу приказаних података добију њима кључне информације за доношење прелиминарних одлука.

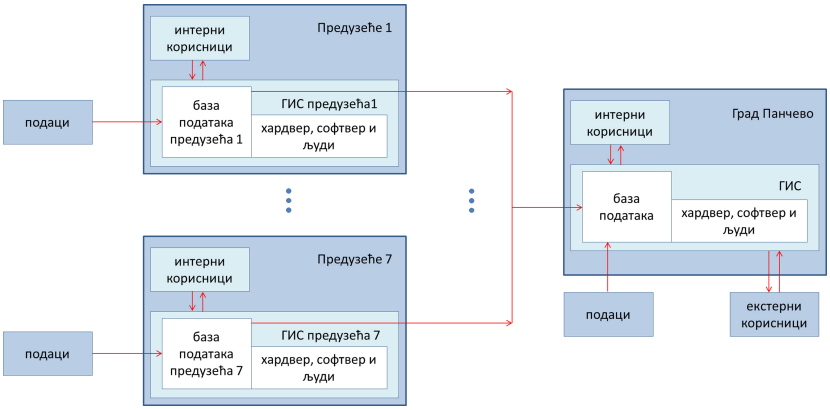
Да би се ГИС увео у некој локалној самоуправи, неопходно је спровести анализу економске исплативости. Већи део трошкова је једнократног карактера, али постоје и они трошкови за које локална самоуправа дужна да периодично одваја средства из буџета.

## 4. ГРАД ПАНЧЕВО И ГИС

У Панчеву се идеја о увођењу географских информационих система јавила још деведесетих година 20. века, на захтев тадашњег Урбанистичког завода. Од тада је Панчево пропустило неколико прилика да уведе овај информациони систем, а главни разлог за такве одлуке је недостатак финансијских средстава, обучених људи и техничких ресурса. Временом је град улагао одређена средства за куповину неопходног хардвера и софтвера, чиме је показао да жеља за увођењем ГИС-а и даље постоји, али да је за тако нешто неопходна додатна подршка.

У партнерству са градом Шапцем, град Панчево је поднео предлог пројекат „Унапређење ГИС-а у Панчеву“ у септембру 2010. године, који је одобрен за финансирање у марту 2011. године; овај пројекат се већим делом финансирао из фондова Европске уније, док је мањи део финансирао град Панчево.

Овим пројектом су надлежни у локалној самоуправи желели да промовишу ГИС на територији Панчева и да прикажу његов значај, да повећају број стручних људи који ће самостално одржавати и ажурирати систем, а један од циљева је био и креирање еколошке базе података. Након годину дана, колико је трајао овај пројекат, сви циљеви су успешно реализовани, а да би се оваква пракса наставила, локална самоуправа је донела и усвојила Одлуку о географском информационом систему, у којем су дефинисани сви субјекти и њихове обавезе у вези са функционисањем ГИС-а на територији града Панчева.




**Слика 3.** Блок шема примене ГИС-а у Панчеву

Идеја је била да свако предузеће које је наведено у Одлуци о географском информационом систему (укупно их је 7) самостално прикупи, обради и сачува неопходне податке, који су везани за њихово пословање, у своју базу података. На основу хардвера и софтвера који оне поседују, предузећа би имала могућност да искористе ГИС за повећање ефикасности свог рада. Све базе података које су прикупљене у предузећима би се слале главном серверу који је лоциран у згради Скупштине града Панчева, а чији је власник град Панчево. Сви пристигли подаци би се заједно са подацима који је прикупио град интегрисали у главну базу података, која би са осталим компонентама чинила ГИС града Панчева, а који би за све заинтересоване (грађане, потенцијалне инвеститоре) био доступан преко интернета.

### 4.1. **Тренутна примена ГИС-а у Панчеву**

Након завршеног пројекта „Увођење ГИС-а у Панчеву“, није дошло до већег помака у примени географских информационих система у Панчеву. Као главни разлог се наводи недостатак људи који би одржавали ове системе, али се у главне разлоге може сврстати и недостатак амбиције за даљу имплементацију ГИС-а. Своје податке су у географски информациони систем за сада имплементирали Град Панчево и ЈКП „Зеленило“.

За потребе географског информационог система, град Панчево као основни софтвер користи ArcGIS Desktop, док се за управљање просторним подацима у базама података користи софтвер PostgreSQL.

**Слика 4.** Генерални план град Панчева 2007-2027

(Извор: http://gis.pancevo.rs/gpPancevo/)

Град Панчево је помоћу веб ГИС-а представио Генерални план Панчева за период 2007-2011. Свим заинтересованима је омогућен јавни увид у званичне градске податке, а неке од информација који грађани могу пронаћи су улична мрежа, реке и канали, постојеће зелене површине итд. Ове информације је могуће пронаћи одговарајућим одабиром слоја. За реализацију овог ГИС-а, подлогу представља ортофото снимак Републичког геодетског завода.

**Слика 5.** Катастар јавних зелених површина

(Извор: https://gis.pancevo.rs/zelenilo/)

Јавно комунално предузеће „Зеленило“ је једно од предузећа које је наведено у Одлуци о географском информационом систему града Панчева, а које прикупља податке за веб ГИС

који садржи податке о катастру јавних зелених површина. Тренутно су сви заинтересовани у могућности да погледају податке о зеленим површинама у центру града, а информације које могу пронаћу је списак свих стабала (са детаљним описом сваког стабла појединачно), која стабла су обухваћена фазом сече дрвећа, игралишта итд. Као подлога се користи ортофото снимак Републичког геодетског завода.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Са аспекта локалне самоуправе, географски информациони систем представља моћно средство за организовање просторних података, који се могу искористити приликом доношења важних одлука у вези са радом локалне самоуправе или за решавање проблема и захтева становника локалне самоуправе.

За успешну имплементацију ГИС-а, неопходно је имати мотивисане челнике локалне самоуправе који ће бити упорни у реализацији ове идеје. Поред ове битне чињенице, неопходни су и стручни људи који ће одржавати овај систем, време и финансијска средства за набавку хардверске и софтверске опреме неопходне за реализацију ГИС-а.

На територији града Панчева је са одличном идејом уведен географски информациони систем, али се због недостатка стручног кадра и финансијских средстава полако одустаје од идеје развијања овог система. С обзиром да је град Панчево увидео све предности примене ГИС-а, постоји могућност да се крене у реализацију развијања ГИС-а уколико поново дође до мотивисања чланова Комисије за ГИС који су према Одлуци о географском информационом систему задужени да прате функционисање ГИС-а на територији града.

**Литература**

Цимбаљевић, М., Бучић, А. & Јовановић, М. (2014). Значај увођења ГИС-а и његова примена на нивоу локалне самоуправе – искуство из Србије. У: Ристановић, Б. (ур.): *Зборник радова департмана за географију, туризам и хотелијерство,* Нови Сад: ПМФ, Департман за географију, туризам и хотелијерство, 103-114.

Самчовић, А. (2011). *Географски информациони системи – одабрана поглавља*. Београд: Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет.

*Одлука о географском информационом систему града Панчева* (2012). Службени лист града Панчева, бр. 8/2012

*Пројекат „Унапређење ГИС-а у Панчеву“ – Чему служи ГИС*, Панчево, 2012.

http://www.fgdc.gov/ngac/ngac-local-gov-gis-best-practices-paper.pdf (преузето 18.5.2015.)

http://www.fondzabalj.org.rs/newsdocuments/96doc1.pdf (преузето 18.5.2015.)

# ГИС као интегратор података у ЈП „Пошта Србије“

**Сандра Козомара[1], Мила Милошевић[2]**

**Апстракт**: ЈП „Пошта Србије“ је креирала ГИС ради унапређења свог пословања а истовремено и за пружање широког спектра услуга трећим лицима. ГИС који је развијен је креиран тако да је омогућен централизован унос георефeренцираних података са једне стране, а са друге се у ГИС-у интегришу алфанумерички подаци који се уносе из различитих извора и из различитих база. Подаци који се у ГИС-у интегришу омогућавају брзу и једноставну израду анализа, подиже се квалитет података и значајно повећава квалитет рада.

Кључне речи: ГИС, интеграција података, GPS, просторна анализа, просторни податак.

# GIS as data integrator in PE „Posta Srbije“

**Abstract**: PE Post of Serbia has developed its GIS platform not only to improve its business but also to offer a wide scope of services to its clients and customers. The setup of GIS platform enables a centralized (geo-referential) data entry. Moreover, it is also possible to combine alphanumeric data from various other sources and databases. The data that integrated in such a way enables users to have a fast and easy analysis, high level of data quality.

**Key words**: GIS, data integration, GPS, spatial analysis, spatial data

## 1. Централизован унос података

ЈП „Пошта Србије“ је започела развој ГИС-а 2002. године. За платформу је иницијално изабрана десктоп апликација MapInfo Professional. За потребе пројекта „Транслација адресе у адресни код“ обучено је око 60 координатора на територији целе Србије, ради георефeренцирања података у ГИС-у (улична мрежа, кућни бројеви, позиције пошта, доставни реони и ПАК-ови).

Координатори су на почетку податке уносили и чували локално на својим рачунарима. Први проблем оваквог начина рада био је тај што се тешко пратила диманика уноса података. Други проблем огледао се у одступању од прописаних правила цртања објеката. Наиме, иако су дате инструкције да се улица, на пример, црта као линија неки координатори су је цртали као полигон у локалним слојевима. Даље, у својим локалним табелама координатори су за објекте формирали различите пратеће атрибуте у зависности од тога шта је свако од њих сматрао значајним за тај објекат. Све ово је довело до проблема приликом покушаја обједињавања података на нивоу целог предузећа.

Како би се ови проблеми решили, Пошта је 2008. године израдила софтверско решење за унос ГИС података у централизовану Oracle базу. **Уведен је нови принцип по коме се кроз ГИС уноси искључиво просторни податак са јединственом шифром објекта, без било каквих пратећих алфанумеричких атрибута**. Сви пратећи алфанумерички подаци се вуку из одговарајућих алфанумеричких апликација и приказују уз просторни податак.

## 2. Валидација и повезивање просторних података са алфанумеричким подацима

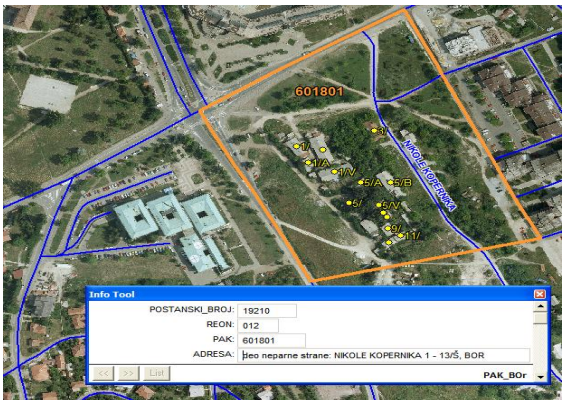
Приликом георефeренцирања објеката, нпр. ПАК-а, координатори у ГИС уцртавају објекат ( у овом случају полигон) коме од пратећих атрибута додељују само јединствени идентификатор објекта (у овом случају 6-цифрен број ПАК-а). То значи да у моменту уноса, полигон ПАК-а у

[1] ЈП „Пошта Србије“, sandrako@ptt.rs

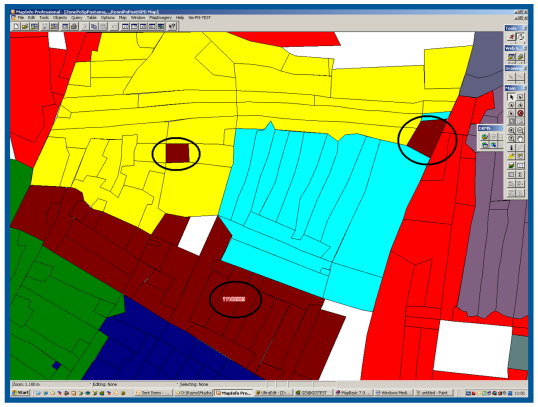
[2] ЈП „Пошта Србије“, milamilosevic@jp.ptt.rs

ГИС-у нема своје основне податке о улици коју покрива, опсегу бројева, као ни податке о пошти и реону којима припада.

Приликом снимања података у базу прво се врши **валидација исправности идентификатора просторног податка** у односу на одговарајући шифарник. У овом случају 6-цифрени број ПАК-а се упоређује са шифарником ПАК-ова из апликације Територија. Уколико је ПАК валидан сваком полигону се **аутоматски додељују основни атрибути**, у овом случају опсег бројева улице коју покрива, пошту и реон ком припада (Слика 1). Овако исконтролисани и допуњени ПАК-ови се у ГИС-у приказују у различитим бојама у зависности од реона ком припадају (Слика 2). На крају процеса повезивања и валидације се излистава **контролни списак ПАК-ова који су пописани у шифарнику, а нису георефeренцирани кроз ГИС**.




Слика 1: Основи атрибути ПАК-а повезани са просторним положајем ПАК-а

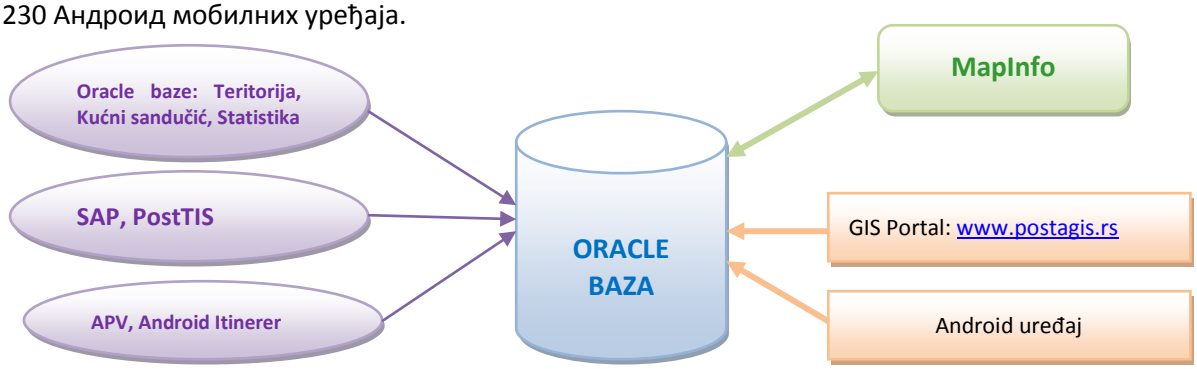


Слика 2: Припадност ПАК-ова реонима. Лако се уочавају грешке: ПАК-ови који су просторно одвојени од свог реона

## 3. Интеграција ГИС података са различитим ИТ система и њихова доступност

Сви радници предузећа, свако из своје уже стручне делатности, свакодневно обезбеђују низ информација које се уписују у различите базе (шалтерски радници, радници на позадинском уносу у поштама, администратори). Ти подаци се интегришу у ГИС и заједно са просторним подацима омогућавају читав низ извештаја и анализа. (Шема 1).

Највећи спектар извештаја и анализа је доступан ГИС координторима кроз МапИнфо десктоп апликацију. Израдом web ГИС апликације 2012. године велики број извештаја је постао доступан свим запосленима у Пошти, а приступ делу података је преко Интернета омогућен и трећим лицима (www.postagis.rs). Од 2015. године део података се пребацује поштарима на 230 Андроид мобилних уређаја.



Шема 1: Интеграција података у ГИС-у

### 3.1. Интеграција података из апликација које користе Oracle базу

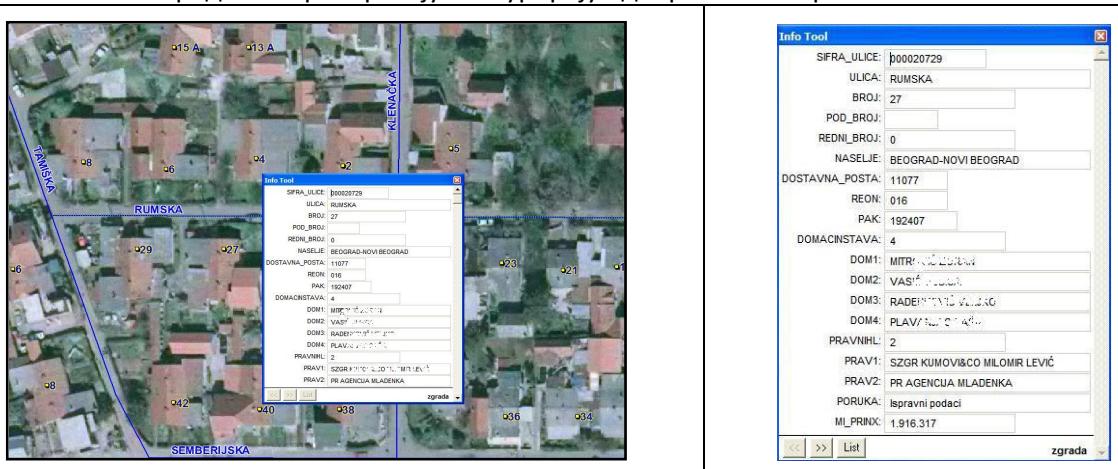
Са једне стране, ово је најзначајнији вид интеграције, јер највећи број апликација Поште користи Oracle. У исто време ово је најједноставнији начин интеграције, јер је и ГИС конципиран тако да ради над Oracle базом.

Међутим, ГИС не приступа директно матичним трансакционим табелама чији се подаци одржавају кроз поменуте алфанумеричке апликације. За потребе ГИС-а креиране су и индексиране посебне табеле које се пуне преко ноћи посебно дефинисаним процедурама. Мана оваквог начина рада је тај што су подаци у ГИС-у стари један дан. Међутим, на овај начин ГИС не успорава рад трансакционих алфанумеричких апликација, а при том подаци су оптимизовани за креирање „тешких“ просторних упита.

Пример овакве интеграције су подаци о 2.763.829 домаћинстава и 337.816 правних лица који су интегрисани у ГИС и приказују се уз са просторни положај зграде, ПАК-а, реона и поште.

Наиме, због проблема у достави ЈП „Пошта Србије“ је покренула акцију провере, пописа и обавештавања грађана о исправности њихових сандучића на територији Србије. Такође, у апликацији „Кућни сандучић“ смештени су и подаци о правним лицима добијеним од АПР-а (Агенције за привредне регистре). Након провере тих правних лица на терену од стране поштара, као и након пописа оних правних лица која не постоје у бази АПР-а, а поштар је потврдио њихово постојање на реону, подаци се пребацују у ГИС.

Измене у бази правних лица се редовно преузимају од АПР-а и заједно са подацима о домаћинствима редовно проверавају и ажурирају од стране поштара.



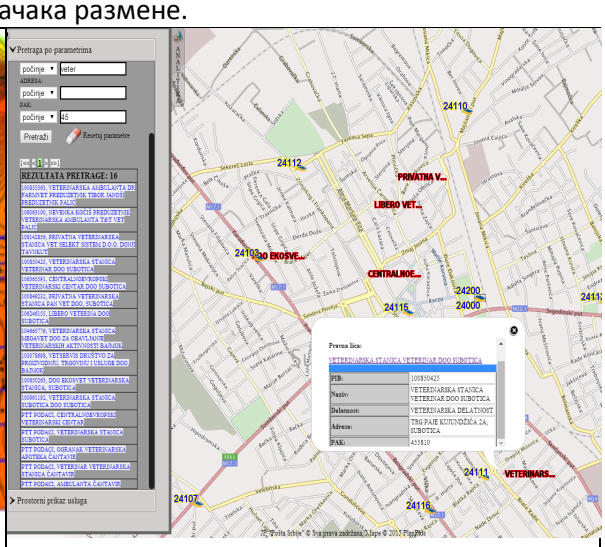

Слика 3: Правна лица и домаћинства на мапи

Уз помоћ ових података на мапи могуће је направити читав низ анализа: оптимизација подручја доставе, мапа доступности поште грађанима, мапа густине становања у циљу анализе локације за отварање нове поште (Слика 4), локације правних лица за одређену шифру делатности, итд. На Слици 5 су приказане све ветеринарске станице у Суботици. Овај преглед је доступан и свим трећим лицима преко Поштиног ГИС портала www.postagis.rs .

Интеграцијом података добили смо и нове слојеве у ГИС-у. На пример, у складу са пописом ПАК-ова на којима се врши специјализована достава ПАК-ови су спојени (од више полигона

направљен је један полигон) и креиран је нови слој зона специјализоване доставе. На сличан начин креирани су слојеви подручја испоруке и тачака размене.

Слика 4: Анализа локације поште на основу густине становања



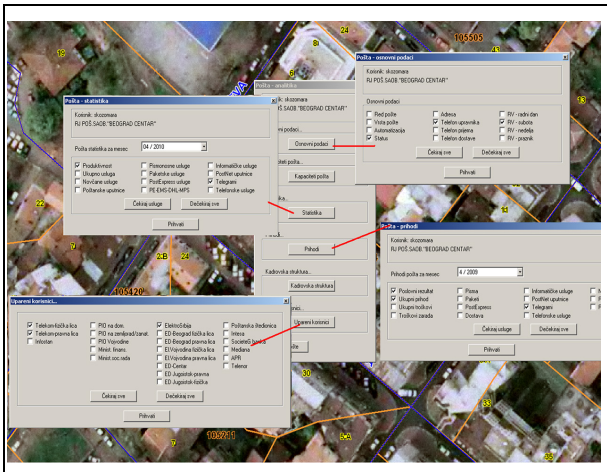

Слика 5:Ветеринарске услуге у Суботици (АПР подаци имају ПИБ а подаци које је сакупила Пошта носе ознаку ПТТ подаци) www.postagis.rs

### 3.2. Интеграција података из различитих ИТ система ЈП „Пошта Србије“

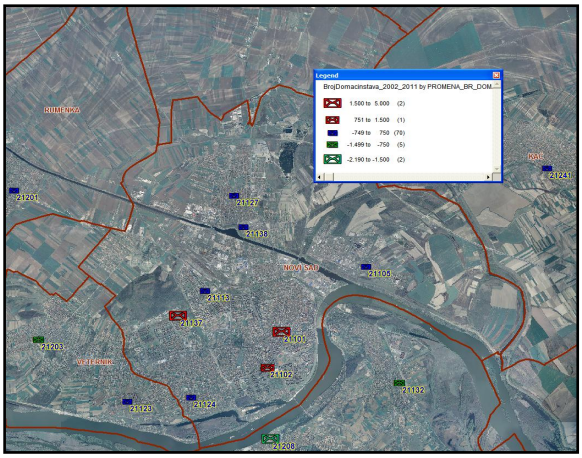
У свом пословању, ЈП „Пошта Србије“ користи врло значајне ИТ системе (САП, ПостТИС, TrackAndTrace) који своје податке сакупљају ван централне базе података Поште (Oracle). Подаци ових система се посебно дефинисаним процедурама обједињују и на месечном нивоу спуштају у Oracle ГИС базу.

Ови системи су по својој природи изоловани и само одређени број запослених има могућност приступа. Пре него што су подаци САП-а и ПостТИС-а интегрисани у ГИС било је потребно неколико дана да се од више запослених из различитих служби сакупе и обједине информације о нпр. пакетској услузи: колико пакетских шалтера има у једној пошти (База пошта), колико запослених ради на тим шалтерима (Кадровска), колико је пакета примљено у тој пошти (ПостТис), колики је приход од пакетске услуге у тој пошти (САП). Након интеграције ових података, извештаји су, уз одговарајућа овлашћења, доступни у пар кликова и то на мапи.

На овај начин, уз просторни приказ објеката поште, у ГИС-у је могуће приказати преко 100 пратећих алфанумеричких атрибута по избору, потреби и овлашћењима корисника (Слике 6 и 7): статистика шалтерских радника и поштара, капацитети, суме пензија, велики корисници, покривеност испоруком, размена, специјализована достава, приходи, услуге. На исти начин је урађено за свих 19 лејера које Пошта у овом тренутку одржава.



Слика 6: Корисник „чекира“ атрибуте које жели да прикаже уз просторни положај поште



Слика 7: Поште на мапи са изабраним пратећим атрибутима, обојене у складу са променом броја становника поређењем пописа 2002-2011 (црвене - повећање, зелене -смањење)

На основу ових података ГИС координатори могу по потреби да раде различите просторне анализе, а креирано је преко 70 „на један клик“ најчешће коришћених тематских мапа и извештаја.

Мапе просторног приказа услуга су доступне и трећим лицима преко ГИС портала Поште: www.postagis.rs, Аналитика =>Просторни приказ услуга.

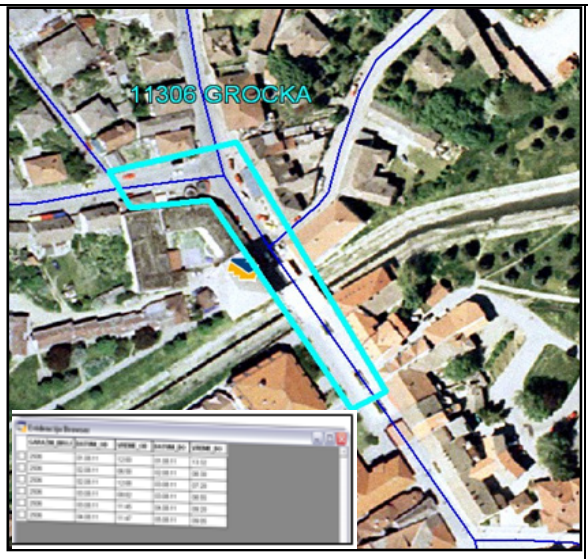
## 4. Интеграција података у ГИС-у који стижу из других ГИС система

ЈП „Пошта Србије“ је развила и два система за прикупљање GPS координата:

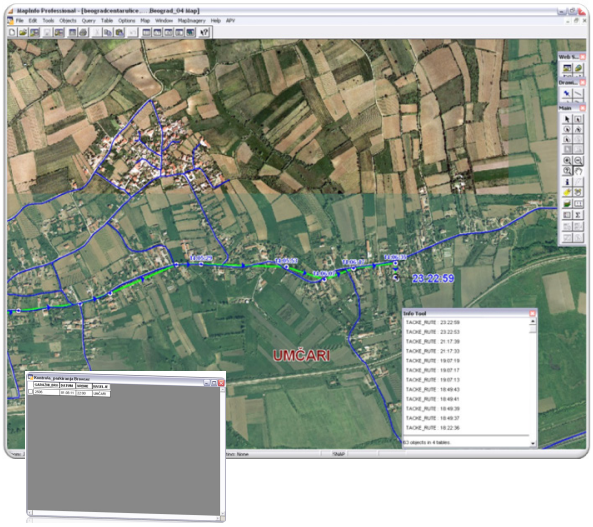
- АПВ - систем за Аутоматско праћење возила којим су обухваћена сва технолошка возила у предузећу
- ПоштарМап - систем који обезбеђује анализу итинерера поштара помоћу Андроид уређаја. Овај систем је за сад инсталиран на 230 телефона.

Ови системи раде на сличан начин у смислу да омогућавају оптимално управљање возним парком и оптимизацију руте поштара. Али пун значај добијају тек интегрисањем и анализирањем тих рута са просторним подацима који се налазе у ГИС-у и алфанумеричким апликацијама које прописују очекивана кретања. Ово ћемо приказати кроз пример управљања паркинг местима.

Надлежни координатори кроз апликацију „Гаража“ воде шифарник паркинг места и прописују која су дозвољена паркинг места за које возило. Даље, координатор за ГИС георeференцира свако паркинг место и додељује му шифру. На начин описан у тачки 2 у ГИС се аутоматски пребацује списак возила која су везана за свако паркинг место. Све измене у апликацији „Гаража“ се аутоматски превлаче у ГИС, тако да ГИС координатор не треба да води рачуна о ажурности тих података. Укрштањем података апликације „Гаража“, слоја паркинг места у ГИС-у и рутама кретања возила које добијамо из АПВ-а, на једноставан начин за изабрани период добијамо извештаје Евиденција паркирања и Контрола паркирања (Слике 8 и 9).




Слика 8: Евиденције паркирања:
Возило је за недељу дана било ангажовано само по 3 сата дневно




Слика 9: Контрола паркирања:
Возило је непрописно паркирано ноћу 1.8.2011. у Умчарима уместо на паркинг месту испред поште

На сличан начин, троструком интеграцијом алфанумеричких података, ГИС-а и система за прикупљање координата креиран је низ извештаја: праћење реда превоза, поштовање времена размене пошиљака, креиране су зоне специјализоване доставе, мерење пређеног пута и времена проведеног на реону, тачке задржавања достављача.

## 5. Резиме

Креирањем софтверског решења за централизован унос података у Oracle базу омогућена је аутоматска интеграција података различитих ИТ система са ГИС-ом. Увођењем принципа по коме се кроз ГИС уноси искључиво просторни податак са јединственом шифром објекта (без било каквих пратећих алфанумеричких атрибута) а да се алфанумерички подаци интегришу из одговарајућих алфанумеричких апликација постигнуто је следеће:

- смањен је унос података кроз ГИС
- свако уноси и одржава податке из своје надлежности
- подаци тачни и ажурни
- доступност података из више система на једном месту
- повећан број алфанумеричких атрибута који се виде у ГИС-у
- омогућено креирање просторних извештаја за различите потребе
- креирано преко 70 „на један клик“ извештаја који обједињују различите податке
- стандардизован и убрзан начин рада
- повезивањем алфанумеричких података са ГИС подацима креирани су и нови слојеви на мапи из различитих области рада.

## 5. Литература


- Закон о поштанским услугама („Службени гласник“ 18/05, 30/10 и 62/14)
- Козомара, С., & Остојић, Љ. (2011). *Сопствено софтверско решење ЈП ПТТ саобраћаја „Србија“ за централизован унос геореференцираних просторних података*. Београд
- www.postagis.rs
- www.posta.rs

# Примјена ГИС технологија у оцјени рањивости карстних изданских вода: студија случаја карстне издани сјеверног дијела Никшићког поља

Јелена Крстајић[1]

**Абстракт** За потребе анализе геолошких и хидрогеолошких услова неког терена употреба ГИС технологија представља незамењив алат. Могућности уношења, логичког груписања и рационалног повезивања, манипулације, анализе и визуелизације података омогућиле су широку примјену овог програма у геологији-хидрогеологији. У раду је описана примјена ГИС програма у оцјени природне рањивости карстних изданских вода сјеверног дијела Никшићког поља, на којем се налазе изворишта за водоснабдијевање града Никшића. ГИС алати су коришћени при формирању карте рањивости, што је омогућило визуелну подјелу терена према степену рањивости подземних вода. Добијени резултати представљају основну подлогу за дефинисање зона санитарне заштите и одрживи менаџмент значајним водним ресурсом.

**Кључне ријечи:** ГИС, хидрогеологија, рањивост, издан, карст

# Application of GIS technology in evaluation of the vulnerability of karst aquifer waters: Case study of karst aquifer of the northern part of Niksic field

**Abstrakt** For the analysis of geological and hydrogeological conditions of a field, the use of GIS technology represents an irreplaceable tool. The possibility of entries, logical groupings and rational linking, manipulation, analysis and visualization of data, enabled the widespread use of this program in geology-hydrogeology. This paper describes the use of GIS software in the evaluation of the natural vulnerability of karst aquifer water of the northern part of the Niksic field, on which there sources for water supply of the city of Niksic. GIS tools are used when forming of vulnerability maps , enabling the visual division of field according to the degree of vulnerability of groundwater. The results represent a basis for defining the zones of sanitary protection and sustainable management of significant water resource.

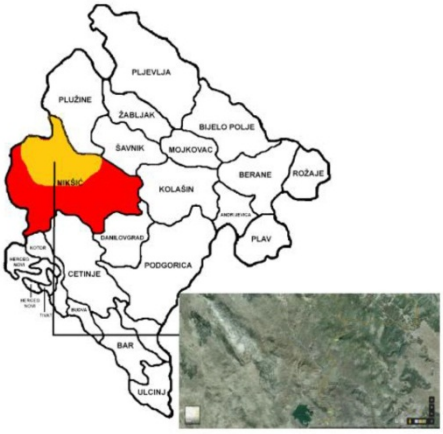
**Key words:** GIS, hydrogeology, vulnerability, aquifer, karst

## УВОД

Подземне воде су драгоцјен природни ресурс чији значај је све више препознат у свијету услед смањења резерви квалитетних пијаћих вода. Нарочито осјетљиву средину у погледу заштите квалитета подземних вода представља карст. Карстне издани формирају се претежно у кречњачким и доломитичним стијенским формацијама а одликују се турбулентним режимом кретања подземних токова, брзим пропагацијама нивоа подземних вода и интензивном водозамјеном. Подземне воде се крећу кроз више или мање развијене карстне канале, што условљава претходно описан режим карстне издани. Количина и квалитет ових вода неријетко зависи и од хидрауличке повезаности са површинским токовима, као и од атмосферских услова.

[1]Рударско-геолошки факултет, Ђушина 7., Београд, krstajicj@yahoo.com

На основу наведених услова, јасно је да једном доспјело загађење тешко излази из карстног изданског система, па је у овим теренима од нарочитог значаја примјена превентивних мјера у погледу заштите квалитета подземних вода. У овој средини неоходан корак представља поступак израде карте рањивости, која приказује природну осјетљивост карстне издани у ГИС технологији.




**Слика 1. Географски положај истражног подручја**

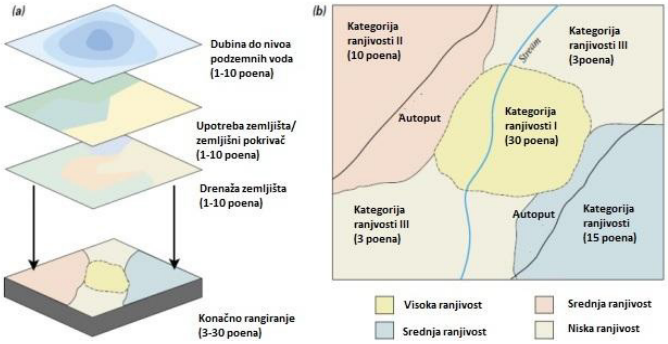
Истражни простор обухвата сјеверни дио Никшићког карстног поља са ободним планинама (слика 1). Поменута област представља маркантан примјер подручја холокарса које се одликује присуством свих карстних облика, што је условило формирање карстне издани великог потенцијала. У овом дијелу поља налазе се и изворишта за водоснабдијевање Општине Никшић, што додатно повећава значај карстне издани као основног извора пијаће воде овдашњег становништва.

За процену заштите постојећих и потенцијалних изворишта, примјењена је ЕПИК метода израде карте рањивости, чији је задатак да прикаже природну осјетљивост средине на загађивање не узимајући у обзир вјештачки утицај. При томе су анализирани најбитнији фактори који одређују рањивост карстне средине ***Е**-епикарст, **П**-заштитни покривач, **И**-инфилтрација и **К**-развијеност карстних канала*. Захваљујући могућностима које пружају географски информациони системи преклапањем карата тих фактора, уз употребу одговарајућег алгоритма, добијамо карту рањивости која даје јасне контуре области које су најрањивије на загађења. На основу добијених резултата дају се и предлози зона санитарне заштите за сваку хидрогеолошку појаву или објекат на терену (врела, ествеле, потајнице, бунари и др.), што је неизоставан поступак код планирања и успостављања изворишта за водоснабдијевање.

## ПРИМЈЕНА ГИС-а У ОЦЈЕНИ ПРИРОДНЕ РАЊИВОСТИПОДЗЕМНИХ ВОДА

Анализа, процесирање и интерпретација података је олакшана употребом географског информационог система кроз формирање дигиталне базе. Велики број података је потребан за добијање поменутих карата а кроз употребу ГИС-а омогућено је и интегрисање различитих подлога – геолошких карактеристика, типова издани, педолошких карактеристика, вегетациони покривач и др. Постоји више категорија метода израде карата рањивости : методе сличности; индексне методе и методе аналогије; параметарски модели; математички модели; статистички модели, гдје се у овом раду дате карте добијају примјеном мултипараметарске методе.

Издваја се више параметарских метода које се користе за формирање карата рањивости. Неке од њих су ГОД, ГЛА, ПИ, КОП, ДРАСТИК и ЕПИК, а разлика између наведених метода су параметри који фигурирају у оквиру методе и геолошка средина у којој се иста примјењује. До сада најчешће употребљивана метода за оцјену




**Слика 2. Примјер примјене параметарских (*Focazio, et al, 2004*)**

рањивости подземних вода је ДРАСТИК, али како захтјева велики број улазних података као пригодна замјена коришћена је ГОД метода. ГЛА метода је савременија и научно заснованија, што значи да су и резултати добијени овом методом мање субјективни, али ни једна од поменутих метода не узима у обзир специфичне карактеристике карстне средине. Као прва метода која је развијена специјално за примјену у карстним теренима издваја се ЕПИК метода, а последњих година развијене су методе које су примјењиве за сваку средину јер захтјевају унос специфичних особина сваке од њих- КОП и ПИ.

Услед недостатка података приликом истраживања поменутог терена као најбоља метода за оцјену рањивости издваја се ЕПИК, па ће се у даљем тексту дати опис израде карте у ГИС технологији овом методом.

## ПОСТУПАК ДОБИЈАЊА КАРТЕ РАЊИВОСТИ УПОТРЕБОМ ГИС ТЕХНОЛОГИЈЕ

Прва метода која је специјално формирана за оцјену рањивости подземних вода у карсту је ЕПИК метода (Döerfliger & Zwahlen, 1997) и представља основну методу за одређивање зона санитарне заштите у овим теренима.

Израда карте рањивости базира се на прорачунавању индекса Ф, а на основу четири фактора:

- Е – развијеност епикарста (енг. **E**pikarst)
- П – распросрањење заштитног слоја (енг. **P**rotective cover)
- И – услови инфилтрације (енг. **I**nfiltration Condition)
- К – развијеност мреже карстних канала (енг. **K**arst network development)

**Табела 1. Приказ вредновања класа за сваки ЕПИК параметар**

| ЕПИКАРСТ | | | ЗАШТИТНИ ПОКРИВАЧ | | | | ИНФИЛТРАЦИОНИ УСЛОВИ | | | КАРСТНИ КАНАЛИ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Е1 | Е2 | Е3 | П1 | П2 | П3 | П4 | И1 | И2 | И3 | К1 | К2 | К3 | К4 |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 |

Сваки од наведених параметара категорисан је према интензитету развијености дате геолошке карактеростике(табела 1.), а потом се врши прорачун заштитног фактора Ф према алгоритму :

$$\boldsymbol{Ф = аЕ_и + бП_j + цИ_k + сК_и,}$$

Гдје су ***а,б, ц и д*** – релативни тежински коефицијенти;

$\boldsymbol{Е_и, П_j, И_к}$ ***и*** $\boldsymbol{К_и}$ – линеарни коефицијенти који одговарају индексу класа (Е1 = 1, П2 = 2...)

Сваки од наведених фактора добија се коришћењем одговарајућих геолошких подлога као што су геолошке, геоморфолошке, топографске, педолошке карте, дигитални елевациони модел (ДЕМ) и др.. Коришћењем потребних базних олеата и њиховим преклапањем у зависности од параметра, одређују се фактори ***Е***, ***П***, ***И*** и ***К***. Тежински коефицијенти (*а, б, ц, д*) и њихова вриједност одређују утицај одређеног параметра на рањивост подземних вода.

Предложене вриједности тежинских коефицијената једначине израчунавања заштитног фактора ***Ф*** од стране аутора методе (Döerfliger & Zwahlen, 1997) је следећа:

$$\boldsymbol{Ф = 3Е + П + 3И + 2К}$$

Вриједност фактора ***Ф***подијељен је на четири класе које одговарају зонама санитарне заштите, а креће се у опсегу 9-24

**Табела 2. Одређивање класа заштитног фактора Ф и зоне санитарне заштите**

| Површине рањивости | Индекс заштите Ф | Зона заштите |
|---|---|---|
| Веома висока | Ф ≤ 19 | С1 (непосредна зона заштите) |
| Висока | 19 <Ф≤ 25 | С2 (ужа зона заштите) |
| Средња | Ф> 25 | С3 (шира зона заштите) |
| Ниска | Ф> 25, Р = Р4; I = I3,4 | Остатак слива |

## Поступак израде карте рањивости за сјеверни дио Никшићког поља

При одређивању параметара коришћено је више метода: фитоценолошке, структурно геолошке, педолошке, геоморфолошке итд., а добијени подаци су упоређивани и корелисани.

***Израда карте Е фактора***

За израду овог фактора коришћене су следеће подлоге: топографска карта, геолошка карта истражног терена, сателитски снимци(Ландсат 7 снимци, ГЛФЦ (ЕСДИ): енг. *Earth Science Data Interface*) и карте са вегетационим покривачем. Како је истражно подручје претежно прекривено карбонатним творевинама, анализом геолошке карте извршено је издвајање кречњака према примјесама у истим, гдје је у погледу заштите најмањи фактор додијељен чистим кречњацима који су најрањивији на утицај загађивача. Потом су анализирани топографска карта и сателитски снимак гдје су издвојена подручја са најгушћом концентрацијом вртача. На основу карте вегетационог покривача одређен је степен заштите карстне издани према типу биљног свијета. Након векторских обрада наведених олеата, добијене подлоге су трансформисане у растерски формат при чему је сваком пољу додијељена одређена вриједност и на крају се добијени растери сабрају (ГИС, алатка енг. *Map Algebra*) . На добијеној карти Е параметра приказан је развој епикарста и у односу на то степен рањивости подземних вода (слика 3.).

***Израда карте П фактора***

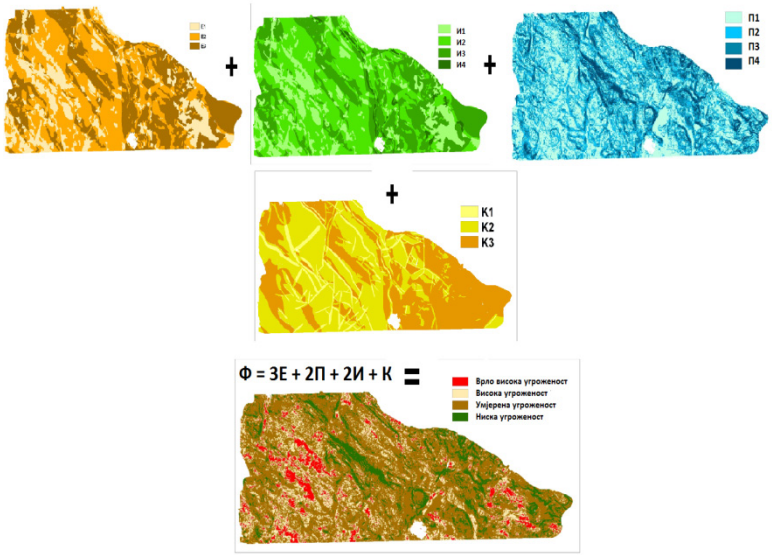
Анализом карата вегетационог покривача и педологије, добијена је подлога П параметра по истом принципу као и карта Е фактора само што се у овом случају преклапају растери двије подлоге – земљиште и биљни покривач. Добијена карта показује рањивост карстне издани према вриједности П фактора (слика 3.).

***Израда карте И фактора***

За израду карте фактора И коришћен је дигитални елевациони модел ДЕМ, услед недостатка других теренских података. Простом примјеном алатке енг. *Slope Analysis* и формирањем енг. *Hildshade* растера, извршена је подјела терена према нагибу у четири категорије – гдје највећи степен заштите имају дјелови терена са већим нагибом јер је у том случају инфилтрација падавина мања (слика 3.).

***Израда карте К фактора***

Због недостатка података аутор рада је приликом одређивања ове подлоге користио геолошку карту, тектонске карактеристике и карту концентрације вртача. Преклапањем ове три олеате добијена је карта К фактора гдје су издвојене три области према процјењеном развићу карстних канала (слика 3.).




**Слика 3. Сабирање добијених карата ЕПИК параметара према алгоритму за добијање финалне карте рањивости**

Овако добијене карте Е, П, И и К параметара преклопљене су уз употребу следећег алгоритма:

$$\Phi = 3E + 2П + 2И + K$$

Употребљена једначина се разликује од оригиналног предлога аутора ЕПИК метода, а због расположивости података приликом израде сваког од параметара. Како је К фактор у овом случају најнесигурније одређен,тежински коефицијент овог параметра је умањен у односу на оригинални предлог (предложен је тежински фактор 3, док је употребљен 1). Тежински коефицијент уз И фактор је смањен са 3 на 2 (јер је коришћен само ДЕМ модел), док је код фактора П увећан са 1 на 2 јер се у датом случају заштитни покривач узима као битнији и сигурније одређен фактор у оцјени рањивости подземних вода карста.

Употреба новог алгоритма и прилагођавање тежинских коефицијената омогућила је реалнији приказ рањивости карстних изданских вода према степену познавања датих фактора. Према добијеним вриједностима фактора Ф добијена је коначна карта рањивости (табела 2., слика 3.).

## ЗАКЉУЧАК

Карстна издан представља основни извор воде за пиће на истражном подручју и од великог значаја је предузимање неопходних корака у погледу заштите истих. Карте рањивости представљају основу за планирање зона санитарне заштите постојећих и потенцијалних изворишта за водоснабдијевања Општине Никшић.

ГИС технологија омогућила је формирање карте рањивости која даје прегледан приказ природне рањивости карстне средине, што упућује на области гдје се мора примјенити одређена зона санитарне заштите. Поред улазних егзактних података до изражаја долази и могућност измјене алгоритма који се користи при изради ових карата. Тако је у овом раду оригинални алгоритам,који је предложен за примјену коришћене ЕПИК методе, измјењен према сигурности података и знању о датом терену. Према томе, израда карата рањивости у ГИСу омогућава манипулацију података и добијање логичких и инжењерски оправданих резултата.

Поменута метода и примјеном ГИС-а формирана је карта рањивости карстне издани и уз оскудан број података. Уз детаљна истраживања и побољшање постојећих или формирање нових метода израде ових карата у карстним срединама, прецизност добијених резултата ће бити већа.

У датом примјеру поред могућности одређивања зона санитарне заштите, добијени резултати добра су подлога за планирање даљих хидрогеолошких података и рационално управљање водама карстне издани. На основу свега наведеног може се закључити да је употреба географских информационих технологија незамјењив алат у решавању хидрогеолошких проблема.

**Литература**

**1. Авдагић И., Шоровић А**., 1990:*Defining of protective zones of karst mountainous springs*, Мемоари, вол.XXII, дио 2, Интернационални КонгресИАХ, стране1122-1129, Лозана
**2. Vrba J. & Zaporec A**., 1994: *Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability*, International Contributions to Hydrogeology (IAH), 16: 131 p.; Hannover
**3. Döerfliger N. & Zwahlen F**., 1997: *EPIK: A new method for outlining of protection areas in karstic enviroment, Karst Waters and Enviromental Impacts*, Gunay and Jonson (eds), Balkema, Rotterdam
**4. Живановић В., 2011**: *Оцена рањивости подземних вода од загађења на примерима карста Србије (магистарски рад)*, ФСД Департман за хидрогеологију Рудаско-геолошког факултета, Београд
**5. Крстајић Ј., 2014**: *Оцјена хазарда и природне рањивости карстних изданских вода сјеверног дијела Никшићког поља са ободом (мастер рад)*, ФСД Департман за хидрогеологију Рудаско-геолошког факултета, Београд
**6. Стевановић З., 1994**: *Методологија дефинисања зона и мера санитарне заштите изворишта у карсту.* У: „Заштита вода и управљање водним ресурсима“ (ур. С. Прохаска), Пос. Изд. Инст. „J. Черни“ стр. 163-188, Београд
**7. Тривић Б., Чупковић Т., Јемцов И., Благојевић Б., Николић В.,** 1998: *Концепција развоја геолошког информационог система Југославије*, XIII Конгрес геолога Југославије, књ. II Регионална геологија, стратиграфија и палеонтологија, стр. 37-40, Херцег Нови
**8. Филиповић Б., Вујасиновић С., 1982.** : *Заштита подземних вода*, Универзитет у Београду, ООУР Група за хидрогеологију, Рударско – геолошки факултет, Београд
**9. Focazio M.J., Reilly T.E., Rupert M.G., Helsel D.R.**, 2002: *Assessing Ground-Water Vulnerability to Contamination*: Providing Scientifficaly Defensible Information for Decision Makers, U.S. Geological Survey, Circular, 1224, 33 p., Reston, USA
**10. Cost 620, 2004:** *Vulnerability and Risk mapping for the Protection of Carbonate (Karst) Aquifers*, European Comission, Directorate- General XII Science, Research and Development L-2920, Luxembourg

# КОМПАРАЦИЈА ДИГИТАЛНОГ МОДЕЛА ТЕРЕНА израђеног на основу ТК25 и SRTM 1 arcsec

**Милош Манић**[1]

**Апстракт:** У овој студији су коришћени дигитални модели терена DEM-digital elevation model) добијени из два различита извора. Дигитални модели терена разликују се по техникама настанка. Први је настао ручном векторизацијом изохипси и кота и њиховом накнадном интерполацијом, а други применом даљинске детекције, као резултат међународног пројекта SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission). Обрада и упоређивање рађени су уз помоћ ГИС-а, на основу примарних параметара попут минималне, максималне висине, нагиба и хидролошких калкулација.
**Кључне речи:** дигитални модел терена, SRTM, речни слив, мрежа отицања, водоток, Бабушница

# COMPARISON OF DIGITAL ELEVATION MODEL derived from topographic map 1: 25000 and SRTM 1 arcsec

**Abstract:** In this study, we used a digital elevation models (DEM) derived from two different sources. Digital elevation models differ in the techniques origin. The first was created by a manual vectorization of contour lines and labels and their subsequent interpolation, and the second one is a product of remote sensing, as a result of the international project SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission). Processing and comparison of DMT were made with the help of GIS, based on the primary parameters such as minimum, maximum height, slope and hydrologic calculations.
**Key words:** digital elevation model, SRTM, river basin, the network swelling, watercourse, Babusnica

## 1. Увод

Топографија Земљине површине се често користи као основа за стварање модела у различитим аспектима геоморфологије, климатологије, хидрологије, пољопривреде, геологије за анализу и објашњавање процеса који се у њима дешавају. Екстракција топографских карактеристика може се постићи коришћењем више метода. Са развојем рачунарске технологије, која је и била главна у развоју ДМТ концепта, истовремено се развија технологија за прикупљање података који су потребни за израду ДМТ. Постоји 5 метода прикупљања података за израду ДМТ-а: 1) теренска мерења, 2) фотограметријско прикупљање података, 3) ласерско снимање (скенирање), 4) радарско прикупљање података и 5) метода векторизације са постојећих топографских карата *(Шиљег А., 2013).* Појавом првих дигитајзера (уређаја за превођење графике из аналогног у дигитални запис) као водећа метода у прикупљању података наметнула се дигитализација изохипси, тако да се тако израђени ДМТ продукти називају "картографски". Ова метода прикупљања података је доминантна метода прикупљања података код израде националних ДМТ *(Бајат Б., 2003).*
Главни циљ овог рада је да се анализирају релативне и апсолутне разлике између SRTM ДЕМ-а и картографски изведеног модела са топографске карте размере 1: 25000 и на који начин њихови морфометријски параметри утичу на хидролошко моделирање.

## 2. Подаци и методологија

### 2.1 Студијско подручје

Општина Бабушница се налази у југоисточној Србији и припада Пиротском округу. У брдско-планинском је пределу који захвата Лужничку котлину, део Звоначког краја и горње Заплање на површини од 529 km². Бабушничка општина је смештена у долини реке Лужнице и на обронцима околних планина тј. Суве планине, Руја и Влашке планине.

[1] мастер географ, Природно-математички факултет Ниш, nicmamejl@yahoo.com

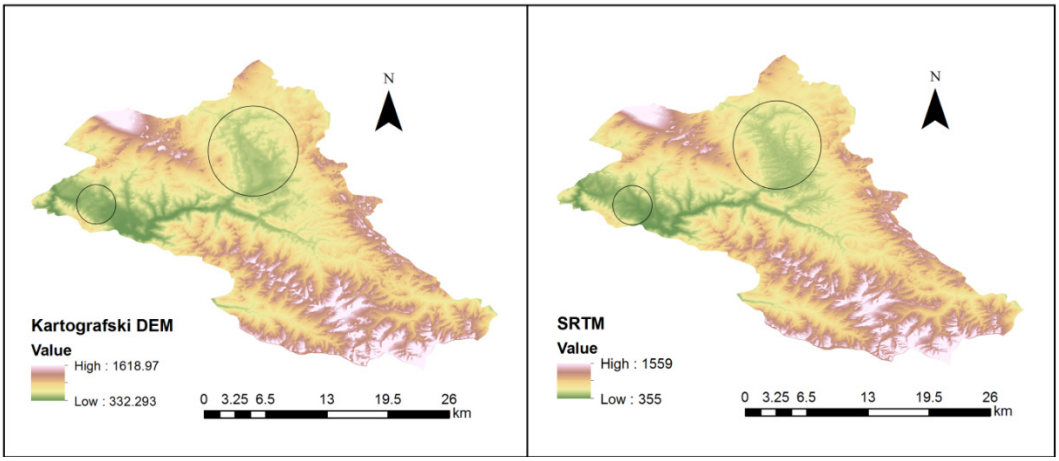
### 2.2 Подаци коришћени за компарацију

Дигитализација представља превођење аналогне папирне карте у дигитални облик, а то се обично ради скенирањем. Скенирање репродукцијских оригинала треба обавити у што већој резолуцији због бољег квалитета. Углавном се скенирање врши у резолуцији од 300dpi и већој. Услед немогућности набавке оригиналних топографских карата у размери 1:25000 за подручје општине Бабушница (листови: Бела Паланка 583- 4-2 (Црноклиште), 583-4-3 (Бољинце), 583-4-4 (Бабушница), Пирот 584-3-3 (Камик), Власотинце 633-2-5-2 (Стрелац) и Брезник 634-1-1) топографска карта за подручје за које је требало извршити дигитализацију преузета је са сајта http://gis.srbijavode.rs/. Карта је преузета из више делова, да би касније била спојена уз помоћ одређених програма. Граница општине као векторски податак, коришћена је да би се сечење растерског слоја података – топографске карте ограничио само на истраживано подручје, а и због смањења величине фајла. Наравно због свега овога добијена је карта мањег квалитета, због чега није било могуће извршити аутоматску или полуаутоматску векторизацију. Софтверима за векторизацију могуће је веома прецизно исцртати садржај топографских карата, замаскирати (сакрити) део садржаја (принцип слојева) и сакупити (груписати) сет графичких целина у један блок (хијерархијска структура садржаја) *(Борисов М., Банковић Р., Дробњак С., 2009)*. Векторизација постојећег садржаја је извршена у потпуности ручном методом. Наиме, помоћу различитих програма помоћу којих је могуће извршити аутоматску и полуатоматску векторизацију односно препознавање линијског садржаја, није било могуће извршити превођење из растерског у векторски облик. Испробане су различите методе попут узорковања боја (изохипсе су приказане браон бојом), гама корекције, појачавања контраста, уклањања шумова и других, али ништа није дало жељене резултате. Коришћено је више метода интерполације за генерисање дигиталног модела, али је у раду приказана компарација са кригинг методом. Векторизација је извршена на картама које су израђене у периоду од 1968-1973. године.

SRTM је међународни истраживачки подухват који је добио дигиталне елевационе моделе на глобалном нивоу. Како би извео најкомплетнију базу података дигиталне топографије на свету (пре ASTER GDEM 2009) SRTM се састојао од специјално модификованог радарског система који се налазио на спејс-шатлу током једанаестодневне мисије STS-99 у фебруару 2002. године, заснованог на старијем свемирском радару - Spaceborne Imaging Radar-C/X-band Synthetic Aperture Radar (SIRC/X-SAR), претходно коришћеном на шатлу 1994. да би се добили топографски подаци. SRTM који су направили NASA и NGA (National Geospatial-Intelligence Agency), прикупили су интерферометријске радарске податке који су коришћени од стране Jet Propulsion Laboratory (JPL) при извођењу готово глобалног (80% копнене Земљине површине) ДЕМ-а. SRTM је прва мисија при којој се користи свемирски интерферометријски SAR (InSAR). SRTM је био пробој у даљинском топографском очитавању стварајући најобухватнији ДЕМ света у високој резолуцији. (*Forkuor G., Maathuis B., 2012*). SRTM 1 arc-second Global има резолуцију од 30 m и преузет је са сајта http://earthexplorer.usgs.gov/. Објављен је на сајту USGS-а 23.09.2014. године.

## 3. Компарација картографског ДЕМ-а и SRTM

Као што се на први поглед види највеће разлике између ова два модела се уочавају у пределу Лужничке котлине, генерално у нижим деловима до 500m надморске висине. Са порастом висине, разлике су мање, и на профилима готово неприметне. Круговима на слици је означено где су разлике између модела највеће.



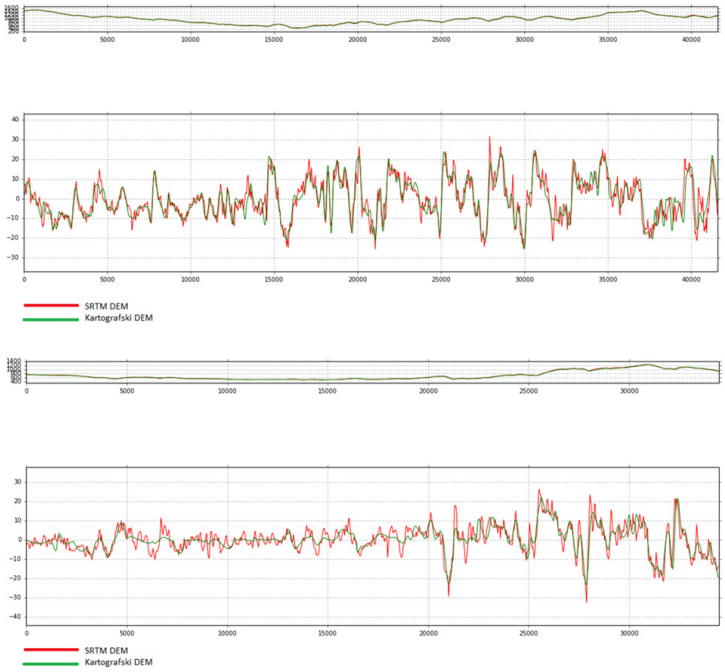

Слика 1. Изглед дигиталних модела терена

Квалитет ДЕМ-а представља меру прецизности надморске висине по пикселу (апсолутна прецизност) и показује колико прецизно је морфологија представљена (релативна прецизност). Неколико фактора (као што су храпавост терена, густина узорковања, размак мреже или величина пиксела, вертикална резолуција, алгоритам анализе терена, и алгоритам интерполације) играју важну улогу за одређивање квалитета ДЕМ производа *(Burrough, P. A., McDonnell, R. A., 1998)*. Такође, мерење грешака у ДЕМ-у је често немогуће. Праву вредност за сваку географску карактеристику или појаву представљену у географском скупу података је ретко могуће утврдити *(Garbrecht J., L.W. Martz, 1999)*. Квантификација непрецизности у ДЕМ-у захтева поређење са стварним надморским висинама (нпр. надморске висине прочитане на топографским картама). Такво поређење резултира разликама у висини. Конвенционалан начин да се анализира одступање између два сета висинских података је да се добију статистички изрази прецизности, као што је корен средње квадратне грешке, стандардна девијација, средња вредност. *(Al-Ahmadi, F. S., El-Hames A. S 2005).*

| Статистика | SRTM ДЕМ | Картографски ДЕМ | (SRTM ДЕМ-Картографски ДЕМ) |
|---|---|---|---|
| MIN ELEVATION | 324 | 332 | -8 |
| MAX ELEVATION | 1629 | 1618 | 11 |
| AVEREGE ELEVATION | 805,59 | 800,65 | 4,94 |
| STD. DEVIATION ELEVATION | 238,99 | 236,53 | 2,46 |
| MAX SLOPE | 66,73° (232,49%) | 51,05° (123,72%) | 15,68° |
| AVEREGE SLOPE | 15,52° (27,78%) | 14,14° (25,19%) | 1,38° |
| STD. DEVIATION SLOPE | 7,69° | 8,78° | -1,04° |

Табела 1. Статистика картографског ДЕМ-а и SRTM ДЕМ-а

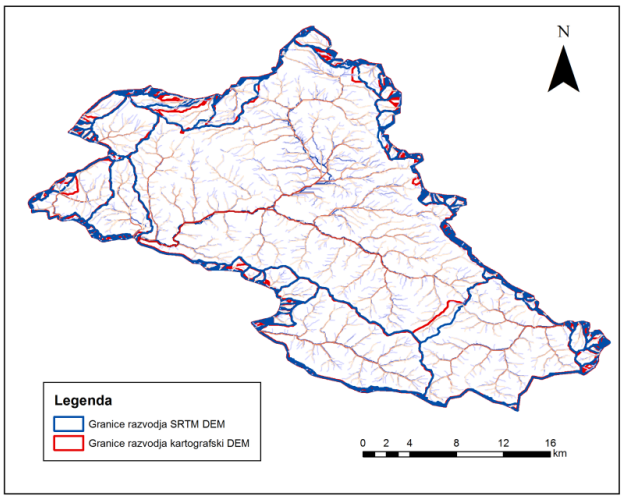
Највеће одступање интерполирани ДЕМ у односу на SRTM показује у минималној и максималној висини. То наравно утиче и на нагиб где је и највећа разлика. Помоћу plugin-а qprof у софтверу QGIS (Quantum GIS) приказани су нагиби на датим профилима. На првом профилу приказан је планински терен и ту су разлике у нагибу терена мање него у односу на котлински део. На другом профилу дат је прелаз из котлинског дела ка вишем терену, и ту су разлике очигледне. Оне износе и преко 10° што наравно утиче и на разлике у хидролошким калкулацијама. Због тога се највеће разлике у хидролошком моделу очекују у нижем делу терена.




Слика 2. Нагиби на датим профилима

### 3.1 Израда хидролошких модела на основу ДЕМ-ова

Детаљност топографије која је приказана у ДЕМ-у зависи од извора података, оригиналног размера карте и резолуције у којој се подаци састављају. Резолуција ДЕМ-а има огроман утицај на хидролошки модел који симулира отицање воде засноване на топографији. Модел је веома осетљив на величину самог пиксела и показује нетачне резултате како се његова величина повећава.

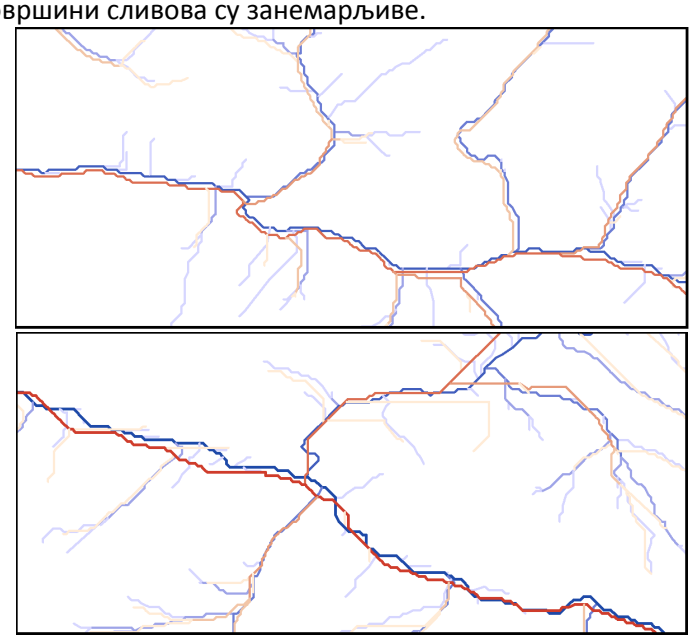



Слика 3. Вододелнице на територији општине Бабушница (црвено=картографски ДЕМ, плаво= SRTM)

Основни кораци у добијању информација о хидролошким појавама из ДЕМ-а састоје се од попуњавања удубљења у ДЕМ-у, одређивању правца отицања, одређивању акумулације отицања, а на основу акумулације отицања се израчунавају речна корита. Границе речних сливова су одређене тако да обухватају све реке у речном сливу.

Границе развођа на основу дигиталног модела терена су одрађене само за територију општине Бабушница. Површине сливова који ће овде бити приказани односе се само на територију општине. На карти се уочавају извесна непоклапања која су највећа у јужном делу, на развођу између слива Мурговице (највећу површину заузима слив Лужнице са Мурговицом, који је

заједно приказан) са Звоначким крајем, односно са Ракитском и Звоначком реком. Највећа поклапања, како водотока тако и граница развођа, показују сливови Тегошнице и Рџавице. Остале разлике у површини сливова су занемарљиве.

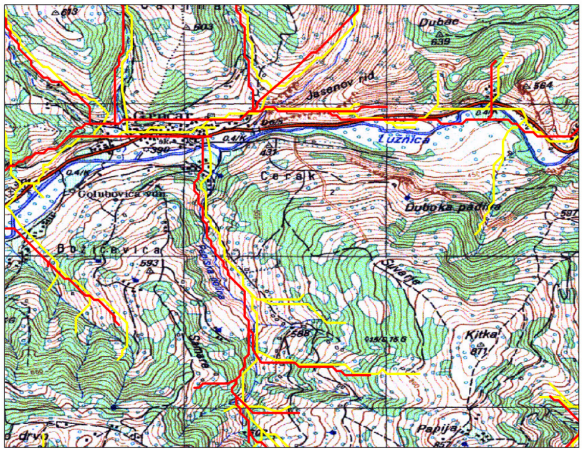


Слика 4. Непоклапања речних токова. Горе је приказан ток Тегошнице, доле средишњи ток Мурговице (црвено=картографски ДЕМ, плаво= SRTM)

| СЛИВ (km²) | Картографски ДЕМ | SRTM ДЕМ | Разлика |
|---|---|---|---|
| Лужница са Мурговицом | 296,24 | 299,45 | 3,21 |
| Звоначка река | 70,93 | 67,43 | 3,5 |
| Тегошница | 51,67 | 52,07 | 0,4 |
| Рџавица | 15,14 | 15,00 | 0,14 |
| Пуста река | 13,32 | 14,50 | 1,18 |
| Куцуљштица | 3,54 | 3,63 | 0,09 |

Табела 2. Површине сливова (само територија општине Бабушница)

Највећу разлику у површини слива показује слив Звоначке реке, а потом слив Лужнице која уједно има и највећу површину слива. Најмања разлика је у сливу Куцуљштице, најмање реке и износи свега 0,09 km2 односно 90 m2. Што се тиче поклапања токова са топографском картом, оба модела показују значајна одступања. Модели одступају од карте чак и до 150 m. Наравно да има и поклапања, али и предвиђања токова који нису уцртани на топографској карти.




Слика 5. Водотоци на основу ДЕМ-а на топографској карти (црвено=картографски ДЕМ, жуто= SRTM)

## Закључак

Помоћу ГИС-а можемо одредити границе сливова преко дигиталног модела терена. Модели отицања воде засновани на ДЕМ-у зависе од података о висинама, резолуцији ћелије ДЕМ-а, вертикалне прецизности и карактеристика терена. Издвајање мреже отицања из ДЕМ-а може се значајно унапредтити коришћењем ДЕМ-а веће резолуције, који наравно код нас нису доступни. Ова два дигитална модела, настала различитим техникама прикупљања података показују извесне разлике, што је наравно и очекивано. Пре свега због великог подручја векторизације и евентуалних грешака насталих људским фактором, овај модел треба узети са резервом. Али када узмемо све у обзир, пре свега методе и цену прикупљања података, може се рећи да је генерисан задовољавајући модел који не показује драстичне разлике у односу на SRTM. Сигурно је да би се дигитализацијом мањег подручја добили тачнији и квалитетнији подаци.

## ЛИТЕРАТУРА

Бајат, Б., (2003). Дигитални модели терена-примарна геоморфометријска база података у ГИС-у, Глобус, Београд, 28, 187-198

Бајат, Б., Rath, S., (2003). Одређивање нагиба терена у растерским ГИС и ДМТ апликацијама, Геодетска служба, Београд, 93, 16-24.

Бајат, Б., Штрбац Д., (2003). Анализа квалитета дигиталног модела терана на локацији “Златибор”, Гласник Српског географског друштва, Београд, vol. LXXXIII: No. 1, 31-42

Бајат, Б., Штрбац Д., (2005). Утицај извора података на тачност дигиталног модела терена, Гласник Српског географског друштва, Београд, vol. LXXXV No. 1, 265-280

Борисов М., (2005). Дигитални модели терена за територију СЦГ формирани на основу војних топографских карата, Геодетска служба, Београд, 102, 8-13

Борисов М., Банковић Р., Дробњак Ц., (2009). Моделовање процеса над топографским подацима, Гласник Српског географског друштва, Београд, vol. LXXXIX – No. 3, 207-218

Милевски И., Горин С., Маркоски Б., Радевски И., (2013). Comparison of Acuracy of DEM’s Available For The Republic of Macedonia, 3rd International Geography Symposium - GEOMED 2013

Шиљег, А., (2013). Дигитални модел рељефа у анализи геоморфометријских параметара-пример ПП Вранско језеро, докторска дисертација, Универзитет у Загребу, ПМФ, Загреб

Burrough, P. A., and McDonnell, R. A., (1998), Principles of geographical information systems. Oxford University Press, Oxford

Al-Ahmadi, F. S., El-Hames A. S (2005), Accuracy assessment of DEMs produced from different sources utilizing Upper Wadi Al-Lith, Western Saudi Arabia, The 1st national GIS Symposium in Saudi Arabia

Forkuor G.,Maathuis B., (2012). Comparison of SRTM and ASTER Derived Digital Elevation Models over Two Regions in Ghana - Implications for Hydrological and Environmental Modeling, Studies on Environmental and Applied Geomorphology

Gao, Jay, (2001). Construction of regular grid DEMs from digitized contour lines: A comparative study of three interpolators, Annals of GIS

Garbrecht J. and L.W. Martz (1999), Digital Elevation Model Issues In Water Resources Modelling, 19th ESRI International User Conference, ESRI, San Diego, California, 1-17.

Suwandana E., Kawamura K., Sakuno Y., Kustiyanto E., Raharjo B., (2012). Evaluation of ASTER GDEM2 in Comparison with GDEM1, SRTM DEM and Topographic-Map-Derived DEM Using Inundation Area Analysis and RTKdGPS Data, Remote Sens. 4, no. 8

http://gis.srbijavode.rs/ (преузето 20.01.2014)

http://earthexplorer.usgs.gov/ (преузето 25.04.2015)

# УПОРЕДНА АНАЛИЗА ЕФИКАСНОСТИ РАЗЛИЧИТИХ СОФТВЕРСКИХ ПАКЕТА ЗА АУТОМАТСКУ И ПОЛУАУТОМАТСКУ ВЕКТОРИЗАЦИЈУ И ИЗРАДУ ДМТ-А

**Ђорђе Мијатовић[1], Сара Самарџић[2]**

**Апстракт:** У протеклим деценијама и вековима, човечанство је прикупило значајну количину просторних података, ускладиштених у аналогном облику. Временом је због количине планова и карата постало непрактично чувати податке у овом облику. Такође, подаци који се налазе на плановима и картама временом деградирају и тиме се губе вредне информације. Како би се аналогно наслеђе сачувало од руба времена, потребно га је превести у дигитални облик.
Овим пројектом биће представљене тренутно најефикасније и најекономичније методе за конверзију аналогних података у дигиталан, векторски, облик, као и кратак опис метода и њихова упоредна анализа.
Коришћене методе за векторизацију су аутоматска и полуатоматска, унутар два различита софтверска пакета, ***ArcGIS*** и ***R2V.*** Наведене методе и софтверски пакети су кроз овај пројекат тестирани, и упоређени по ефикасности. Треба напоменути да на укупно време потребно за векторизацију, поред методе и софтвера, утиче и искуство оператера, тако да би искуснији оператери вероватно постигли другачије резултате.
Поред упоређивања ефикасности, један од циљева је био и израда ДМТ-а, коришћењем, на једној страни ***ArcGIS***-а, и ***MapSoft***-а на другој.
Сви резултати су представљени на дну текста.

**Кључне речи:** Векторизација, ДМТ, Аутоматска, Полуаутоматска, Анализа

# COMPARATIVE EFFICIENCY ANALYSIS OF VARIOUS SOFTWARE PACKAGES FOR AUTOMATIC AND SEMI-AUTOMATIC VECTORIZATION AND GENERATION OF DTM

**Abstract:** During the past decades and centuries, mankind has managed to collect a significant amount of spatial data stored in analog form. Over time, due to the amount of plans and maps, it became impractical to keep the data in this format. What's more, the information stored in the maps and plans eventually degraded and thus lost a great amount of valuable information. In order to preserve the analog legacy of the edge of time, all the gathered information must be converted into digital form.
This project will give an overview of the currently most efficient and economical methods for the conversion of analog data into digital (vector) form and also a brief description of the methods themselves with their comparative analysis.
The methods used for vectorization are automatic and semi-automatic, within two different software packages, ArcGIS and R2V. These methods and software packages have been tested throughout this project and their efficiency has been compared accordingly. It should be noted that the total time required for the process of vectorization, apart from the methods and software in use, greatly depends on the experience of the operator, thus likely giving different results depending on the operator's skills.
Apart from the comparison of the efficiency, one of the main goals of the project was also the creation of a DTM, using, on one hand, ArcGIS, and MapSoft-on the other. The results will be presented as follows.

**Key words:** Vectorization, DTM, Automatic, Semi-Automatic, Analysis

[1] Студент Грађевинског факултета, electro3006@gmail.com

[2] Студент Грађевинског факултета, sara.samardzic92@gmail.com

# АНАЛИЗА ЕФИКАСНОСТИ ДИГИТАЛИЗАЦИЈЕ ПОСТОЈЕЋИХ ПОДЛОГА

## 1.Увод

Дигитални модел терена је просто статистичка представа површи терена преко великог броја изабраних тачака са познатим X, Y и Z координатама у произвољном координатном систему. Предности дигиталног модела терена у односу на аналогне моделе су:

- обрадом и анализом дигиталних модела могу се једноставно и ефикасно добити друге информације и продукти (карте са изохипсама, карте догледања, подужни и попречни профили, 3Д анимације, карте нагиба, хидролошке анализе, и сл.);
- нема губитка тачности током времена;
- лакше управљање подацима (обрада, ажурирање, комбиновање са другим подацима, дистрибуција података и продуката до крајњих корисника);
- коришћењем дигиталних модела могу се израдити други модели са различитом тачношћу и нивоом детаљности подеснији за примене од полазног модела.

Дакле, традиционално представљање топографије терена уз помоћ изохипси и кота, односно висинских тачака, бива замењено израдом дигиталног модела терена. Међутим, топографске карте и друге аналогне подлоге су и даље значајан извор информација. Прикупљање података дигитализацијом постојећих подлога је једна од најекономичнијих метода за израду дигиталног модела терена (ДМТ). Мана овог поступка може бити ажурност, односно застарелост, самих подлога. Осим тога, тачност добијеног модела је ограничена квалитетом подлога, а зависи и од процеса скенирања и векторизације.

Поступак превођења висинских информација са постојећих подлога у дигитални облик се може у великој мери аутоматизовати, али је и даље потребна знатна количина мануелног рада. Удео мануелног рада код прикупљања података за дигитално моделирање терена дигитализацијом постојећих подлога у великој мери зависи од коришћеног софтверског алата и обучености корисника.

Битно је на почетку навести да постоји три методе векторизације садржаја са скенираних карата: мануелна, полуаутоматска и аутоматска. Коришћене методе векторизације изохипси у овом раду су полуаутоматска и аутоматска векторизација. Да би се завршила дигитализација детаљног листа на први и други начин потребно је одређено време. Како је циљ комплетног задатка био утврдити ефикасност ових метода, рад над листовима је подељен на фазе и праћено је потребно време да се заврши свака од њих, ради каснијег поређења истих. Аутоматска векторизација је, на изглед, веома погодна за корисника. Међутим, мора се имати у виду да она и ако је брза сама по себи (захтева само пар секунди), потребно је доста мануелног рада када подлоге нису једноставне. Тврди се да може трајати чак дупло дуже од полуаутоматске векторизације. Из овог разлога је покренут цео поступак.

## 2. Опис поступка рада

Полуаутоматска и аутоматска метода векторизације су испитане у различитим софтверима. Један оператер је радио у софтверу ***ArcGIS***, а други векторизацију у програму ***R2V***, а остатак посла у програмском пакету ***MapSoft***. Искуство оператера је битан фактор приликом векторизације, јер како је рад одмицао било је потребно мање времена за одређене задатке. Наравно, постоји разлика у раду једног и другог, што је утицало на крајње резултате, али могло се упоредити релативно време.

У овом раду биће, дакле, описан поступак превођења висинске представе терена из аналогног у дигитални облик на два начина у различитим софтверима. Подручје од интереса је подељено на четири детаљна листа у размери 1:10000. Првобитно је извршено скенирање

ових карата у резолуцији 400 dpi – ***full color***. Затим, у оквиру програма ***DigiScan*** је извршено уклањање деформација и георeференцирање подлога. Овако исправљене подлоге су увезене у програм ***AdobePhotoshop CS3*** и извршена је сепарација боја, да би се уклониле са карте све информације које нису битне за висинску представу терена. Како је већ напоменуто да је рад подељен на фазе, може се наговестити да је једна од фаза и сама припрема ДП која код аутоматске векторизације препоручљиво дуже траје (што није било неопходно у раду са софтвером ***ArcGIS***). Подлоге су конвертоване у црно беле, односно ***Bitmap*** слике и након тога се увозе у програм ***R2V*** и у компоненту ***ArcGIS***-а – ***ArcMap***.

Први оператер је цео поступак извршио у софтверском пакету ***ArcGIS***, коришћењем генеричких функција и алата предвиђених за векторизацију скенираних растерских подлога. За израду пројекта коришћен је ***ArcGIS for Desktop Standard 10.2.1*** са академском лиценцом од три месеца, и састоји се од пет компоненти, ***ArcMap***, ***ArcScene***, ***ArcGlobe***, ***ArcCataloge*** і ***ArcGIS Administrator***-а. Поступак векторизације, како аутоматске, тако и полуаутоматске се обавља коришћењем палете алата ***ArcScan*** која врши конвертовање растера у вектор. ***ArcGIS ArcScan*** аутоматски конвертује растерске податаке у векторске ентитете. Потребно је креирати нови ***Shapefile,*** у који ће прикупљени подаци бити складиштени, коришћењем ***ArcCatalog***-а. Након креирања фајла, додели му се име, дефинише тип података који ће бити складиштени у фајлу, као и координатни систем у којем ће новонастали подаци бити. Након тога у зависности да ли се прикупљају висинске тачке или изохипсе, подешавају се параметри дигитализације. По извршеној векторизацији изохипси, врши се њихово спајање на крајевима карата. Поступак спајања је јако једноставан, у ***Editor*** менију се налазе све потребне функције. Креирање триангулације векторизованог подручја може се, такође, покренути из ***ArcCatalog***-а.

Други оператер је радио у програму ***R2V*** који је оптимизован за векторизацију. Како су у питању изохипсе, омогућен је висок степен аутоматизације. Дакле, сваки од четири наведена детаљна листа се одвојено векторизује на један и на други начин. Изохипсе са одвојених листова се затим спајају у софтверу ***AutoCAD*** пошто се експортују у *.DXF формат. Тако уједињене податке потребно је учитати у софтверско окружење ***MapSoft*** и извршити верификацију и контролу прикупљених података. Неопходно је било и дигитализовати висинске тачке у оквиру овог окружења јер су њима дате додатне информације које нису обухваћене изохипсама. Када су све висинске информације прикупљене, односно векторизоване, могуће је формирати ДМТ у модулу ***Surfing*** софтверског система ***MapSoft*** за податке скупљене на оба начина.

## 4.Предности и мане софтвера

Сам рад у овом софтверском пакету је јако удобан, иако се кориснички ***interface*** разликује од ***CAD*** алата са којима је велики број корисника упознат, свеобухватност ***ArcGIS***-а и инжењерска логика га чине јако удобним за рад. Али, баш та свеобухватност га чини мање ефикасним када се користи као алат, а то се видело током овог рада. Припрема за рад и уводна подешавања одузму доста времена, док је у специјализованим алатима за конкретну област примене то време доста краће. Коначно, разлике ***ArcGIS***-а у односу на ***CAD*** окружење чине га мање интуитивним, и неприлагођеним за рад корисницима који нису упознати са тематиком географских информационих система. Савладавање проблема приликом коришћења софтвера је доста олакшано ***Help*** менијем унутар програма, као и ***online*** подршком и мноштвом корисничких форума.

Када говоримо о ***R2V***-у, треба рећи да је интерфејс самог софтвера у ***Microsoft Windows*** окружењу и релативно је интуитиван, с тим што се појављују потешкоће при раду услед постојања неких недостатака (немогућност типичног увећања слике коришћењем миша, непостојање алатке којом би се могле брисати нечистоће на самој подлози).

Програмски систем ***MapSoft*** је пре свега намењен геодетским стручњацима који учествују у процесу израде, обраде и одржавања катастарских планова, при чему од њих не

захтева посебну обуку, нити посебна информатичка предзнања. Битно је напоменути, да се дигитални модел терена формира у модулу софтверског пакета ***MapSoft*** који се зове ***Surfing***. Формирање ДМТ-а на бази ТИН-а се састоји од: формирања ТИН-а и моделирања површи терена на основу ТИН-а. У најпростијем случају сам ТИН (triangulated irregular network), тј. повезане фацете ТИН-а представљају добру апроксимацију површи терена. Међутим, ***MapSoft*** софтверски систем омогућава и друга, напреднија решења.

## 4.Упоредно време реализације свих фаза

Већ поменута, и често навођена тврдња, да је полуаутоматска два пута ефикаснија од аутоматске векторизације, тестирана је кроз пројекат. Оглед се састојао од векторизације идентичног садржаја, коришћењем различитих софтвера и хардвера, различитим методама векторизације, а на задатку су радила два оператера. На утрошено време је такође утицало стање подлога, количина садржаја, чистоћа подлоге, али и искуства оператера. Како код полуаутоматске векторизације није потребно чишћење подлоге, највећи утрошак времена је управо код векторизације, док је код аутоматске временски најкритичније чишћење подлоге и исправљање грешака насталих у току генерисања вектора.

Дигитализација висинских тачака је значајно трајала у софтверу ***MapSoft***, у поређењу са ***ArcGIS***-ом. Установљено је да је то из разлога што ***ArcGIS*** има опцију аутоматског проналажења тачака. Однос времена је био 10h 20min (***MapSoft***) према 3h 20min за векторизацију и 4h 25min за доделу висина (***ArcGIS***).

Обрада векторизованих података, израда ДМТ-а и верификација су у суштини одузела приближно исто времена за сваки детаљни лист сваком оператеру, тако да остаје питање која је метода векторизације ефикаснија и колико у ком софтверу. Ово се може видети испод у Табели 1.

| **Полуаутоматска векторизација *(ArcGIS)*** **Фазе рада** | **Утрошено време** |
|---|---|
| Увоз података у ***ArcMap*** и иницијална подешавања | $00^{h}20^{min}$ |
| Векторизација тачака | $03^{h}40^{min}$ |
| Векторизација линијског садржаја | $21^{h}00^{min}$ |
| Додела висина векторизованом садржају | $04^{h}25^{min}$ |
| Верификација и контрола | $01^{h}00^{min}$ |
| Израда ДМТ-а | $00^{h}40^{min}$ |
| **Укупно** | $\mathbf{31^{h}15^{min}}$ |
| | |
| **Аутоматска векторизација *(ArcGIS)*** **Фазе рада** | **Утрошено време** |
| Увоз података у ***ArcMap*** и иницијална подешавања | $00^{h}20^{min}$ |
| Векторизација тачака | $03^{h}40^{min}$ |
| Чишћење подлоге | $05^{h}05^{min}$ |
| Обрада након векторизације | $07^{h}25^{min}$ |
| Додела висина векторизованом садржају | $04^{h}10^{min}$ |
| Верификација и контрола | $00^{h}40^{min}$ |
| Израда ДМТ-а | $00^{h}40^{min}$ |
| **Укупно** | $\mathbf{22^{h}00^{min}}$ |
| | |
| **Полуаутоматска векторизација *(R2V, MapSoft)*** **Фазе рада** | **Утрошено време** |
| Сепарација боја у програму ***Adobe Photoshop CS3*** и припрема висинских информација за векторизацију | $01^{h}00^{min}$ |

| | |
|---|---|
| Полуаутоматска векторизација са задавањем висина изохипсама | $22^{h}55^{min}$ |
| Експортовање векторизованог садржаја у *.DXF формат | $00^{h}10^{min}$ |
| Припрема подлога у ***AutoCAD***-у | $00^{h}15^{min}$ |
| Повезивање изохипси на спојевима детаљних листова у програму ***AutoCAD*** и припрема података за дигитализацију у ***MapSoft***-у | $01^{h}35^{min}$ |
| Дигитализација висинских тачака у програму ***MapSoft*** | $10^{h}20^{min}$ |
| Увоз изохипси и формирање ДМТ-а у програму ***MapSoft*** | $00^{h}20^{min}$ |
| Верификација и контрола ДМТ-а | $01^{h}05^{min}$ |
| **Укупно** | $\mathbf{37^{h}40^{min}}$ |
| | |
| **Аутоматска векторизација *(R2V, MapSoft)*<br>Фазе рада** | **Утрошено<br>време** |
| Сепарација боја и припрема висинских информација за векторизацију (програм ***Adobe Photoshop CS3***) и обрада карте у програму ***Matlab*** | $05^{h}25^{min}$ |
| Аутоматска векторизација са накнадним едитовањем и задавањем висина изохипсама | $22^{h}20^{min}$ |
| Експортовање векторизованог садржаја у *.DXF формат | $00^{h}10^{min}$ |
| Припрема подлога у ***AutoCAD***-у | $00^{h}15^{min}$ |
| Повезивање изохипси на спојевима детаљних листова у програму ***AutoCAD*** и припрема лејера за ***MapSoft*** | $01^{h}30^{min}$ |
| Дигитализација висинских тачака у програму ***MapSoft*** | $10^{h}20^{min}$ |
| Увоз изохипси и формирање ДМТ-а у програму ***MapSoft*** | $00^{h}20^{min}$ |
| Верификација и контрола ДМТ-а | $01h15^{min}$ |
| **Укупно** | $\mathbf{41^{h}35^{min}}$ |
| | |

Табела 1. Времена потребна за израду одређених фаза

- Напомена 1: Само је у другом делу поступка (део са ***R2V***-ом и ***MapSoft***-ом) укључено потребно време за сепарацију боја у ***Adobe Photoshop CS3***-у.

## 5.Закључна разматрања

Иако је једна од најекономичнијих и најефикаснијих метода за израду ДМТ-а, превођење постојећих подлога у дигитални облик није најбоље решење, што због неоптималног распореда података, што због неажурности подлога. На ефикасност векторизације, поред саме методе, утиче и количина и комплексност садржаја, искуство оператера, стање подлоге... Кроз овај рад приказан је детаљан поступак, као и утрошак времена двеју метода векторизације, аутоматске и полуаутоматске, као и два софтверска пакета, а резултати су приказани изнад.

Утрошено време се значајно разликује од листа до листа, у функцији сложености терена и стања подлоге. Општи закључак, и сугестија је да се приликом аутоматске векторизације пре саме векторизације подлога очисти, али да се спајање прекинутих изохипси изврши након векторизације.

У конкретном случају, разлике у временима постигнутим коришћењем различитих софтвера, су у функцији самог софтвера и оператера, док су остали утицаји елиминисани коришћењем идентичног сета података. У случају где су коришћени софтвери ***R2V*** и ***MapSoft*** показало се да је полуаутоматска метода векторизације ефикаснија од аутоматске, док је ***ArcGIS*** дао сасвим другачије резултате, где аутоматска превазилази полуаутоматску методу.

Већ је наведено, да је овај пројекат усамљени експеримент, да су се оператери први пут срели са поменутим софтверима и проблематиком, тако да ефикасност превасходно зависи од њиховог сналажења у новом окружењу.

Генерално гледано, евентуалним будућим усавршавањем алгоритама аутоматске векторизације, могуће је постићи још већу ефикасност, и драстично смањити време потребно за израду ДМТ-а, и елиминисати потребу за полуаутоматском векторизацијом.

**6.Литература**

Able Software Corp (2000): R2V User's Manual

*ESRI* (2014) : *ArcGIS* 10.2 *HELP*

Mapsoft (2007) : Mapsoft 2007 HELP

Васић Д. (2010): Формирање дигиталног модела терена дигитализацијом постојећих подлога коришћењем софтверских алата "R2V" и "MAPSOFT", синтезни рад. Београд: Грађевински факултет Универзитета у Београду.

Вујичић Б. (2010): ФормираЊе дигиталног модела терена дигитализацијом постојећих подлога коришћеЊем *ArcGIS* софтвера", синтезни рад. Београд: Грађевински факултет Универзитета у Београду.

Мијатовић Ђ. (2014.): Анализа ефикасности дигитализације постојећих подлога коришћењем софтвера ArcGIS, синтезни рад. Београд: Грађевински факултет Универзитета у Београду.

Самарџић С. (2014.): Анализа ефикасности дигитализације постојећих подлога коришћењем софтверских алата "R2V" и "MAPSOFT", синтезни рад. Београд: Грађевински факултет Универзитета у Београду.

Цвијетиновић Ж. (2010) : Дигитално моделирање терена, писана предавања. Београд: Грађевински факултет Универзитета у Београду.

Шошкић М. (2001) : Упоређење ефикасности различитих метода прикупљања дигиталних података висинске представе терена са постојећих подлога, дипломски рад. Београд: Грађевински факултет Универзитета у Београду.

http://www.ablesw.com/r2v/
http://resources.arcgis.com/en/help/

# Поређење савремених и историсјких одређивања дубине МОХО дисконтинуитета у Србији

**Дејан Наумов[1], Јасмина Петровић[2]**

**Апстракт:** Мохо дисконтинуитет је први пут опажен пре једва нешто више од једног века. Модели површи дисконтинуитета који описују његову сложену грађу су се појавили пре пола века. Овај рад се бави поређењем модела дубине до Мохо дисконтинуитета добијеним дубоким сеизмичким сондирањем седамдесетих година прошлога века и модела који су развили Рагузони и др., а који за основу узима као почетни модел глобални сеизмички модел Земље „CRUST 2“ а затим податке прикупљене од сателитске мисије „GOCE“ решавањем обрнутог гравитационог проблема користи за добијање глобалног модела Moho дисконтинуитета (Рагузони М. 2013). Сагласност између модела је потврђена и приказана у раду, са грешком која се налази унутар дефинисаних граница. Неке разлике унутар дефинисаних одступања указују на различито тумачење регионалне геологије у домену српско-македонске масе.

**Кључне речи:** Мохо дисконтинуитет, поређење модела, Примена ГИС-а

# Comparation between modern and historical depth estimation of MOHO discontinuity in Serbia (Calibri 14pt, Bold)

**Abstract:** Moho discontinuity was noticed a little bit more than one century ago. The first complex shape of the Moho surface was described in models half century ago. The aim of this paper is the comparison between two models, the depth model of Moho discontinuity created from depth seismic profiling data from the 1970s and Global Moho model from the combination of seismic model of Earth “Crust 2” and Goce satellite mission, by solving inverse gravity problem by Raguzzoni (2013). Concordance between models is presented in the paper, with errors inside defined range. Some divergence in defined ranges can be due to different understanding of the regional geology in Serbo-Macedonian Mass**.**

**Key words:** Moho discontinuity, model comparation, apply of GIS

## Увод

МОХО или Мохоровичићев дисконтинутет, граница између коре и омотача, је познат термин у геологији, а први пут је опажен од стране Андрије Мохоровичића 1909. године. Основна особина Земље као небеског тела је њена зонална грађа. Највећи део информација о Земљиној зоналности добијен је тумачењем сеизмичких таласа, а у мањем обиму проучавањем резултата гравитационих и геомагнетских осматрања, као и лабораторијских испитивања стена и минерала. Дубоко сеизмичко сондирање је седамдесетих година довело до формирања модела дубина до Мохо дисконтинуитета, са друге стране савремена испитивања Земље из сателита довела су до формирања модела дубина Мохо дисконтинуитета за цео Свет. Поређење ова два модела је представњено у дањем тексту.

## Сезмика и гравиметрија у мапирању Мохо дисконтинуитета

Сеизмичка испитивања дају квалитетније податке од гравиметријских, у смислу боље вертикалне резолуције, међутим сеизмички профили су доста ретки и са општег становишта тешко је, готово немогуће, направити добар глобални модел дубина до МОХО дисконинуитета. Гравиметрија је у неким деловима доста детаљнија па даје бољу поузданост резултата и континуитет података, али за глобалне размере ни њена резолуција не може да се сматра одговарајућом. Огромна пространства широм планете нису покривена ни сеизмичким ни гравиметријским премерима, а гравиметријски премери се у већини случајева јако тешко спајају у један. То је углавном последица не коришћења идентичних поступака приликом аквизиције и обраде података, у неким случајевима се ради и о различитим координатни системима тј. референтним елипсоидима, а самим тим и различитим висинама нивоа океана.

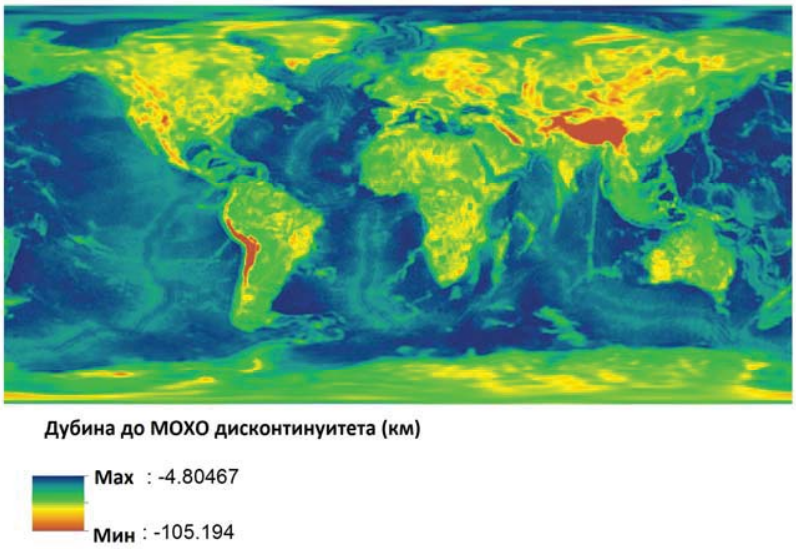
[1]École nationale supérieure de géologie 2, rue du Doyen Marcel Roubault, 54000 Nancy, France, dejanosb@yahoo.com

[2] Електротехнички факултет, Булевар Краља Александра 73, 11000 Београд, jasmina.petrovic@eestec.etf.rs

Данас можемо да сматрамо да се налазимо у ери даљинске детекције и најквалитетније податке за читаву планету добијамо мерењима из сателита. Један од пројеката који има за циљ добијање гравиметријског премера целе планете је ГОЦЕ мисија. На основу података добијених премером целе Земље могуће је направити карту дубина до Мохо дисконтинуитета.

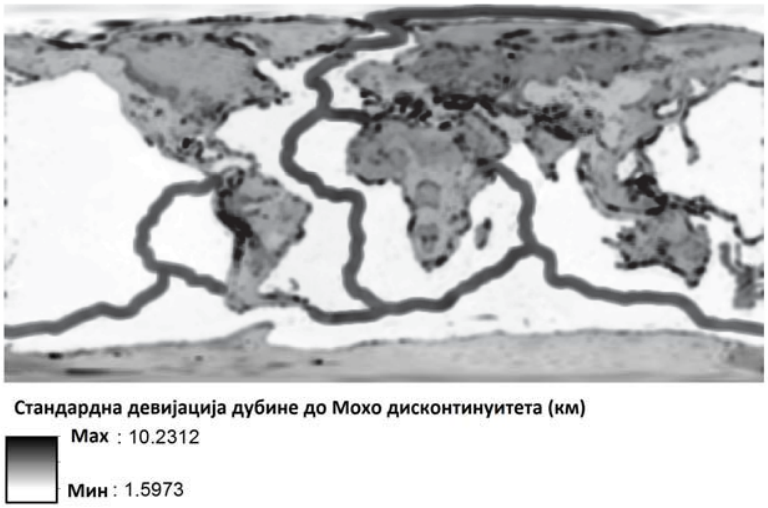
Рагузи и др. 2013. године развијају алгоритам који итеративним поступком за основни модел узима сеизмички модел Земље CRUST 2, а потом врши корелацију гравиметријских података на којима су претходно уклоњени утицаји топографије, батиметрије и седиментног слоја.

На слици 1. можемо видети да је граница до Мохо слоја најдубља на простору где долази до колизије између индијске и евроаизијске плоче.




*Слика 1. Дубина до Мохо слоја добијена комбинацијом сеизмичких и гравиметријских података (Рагузони, 2013).*

За овако добијену карту дефинисана је стандардна девијација која је дата у облику карте са истом резолуцијом као и сама карта дубина до Мохо дисконтинуитета, резолуција карте је $1{,}5^0$ (*слика 2.*). Резолуција грида на основу кога су дате финалне карте је износила $0{,}5^0$.




*Слика 2. Карта стандардне девијације Мохо модела (Рагузони, 2013).*

**Савремена испитивања Мохо-а у Србији**

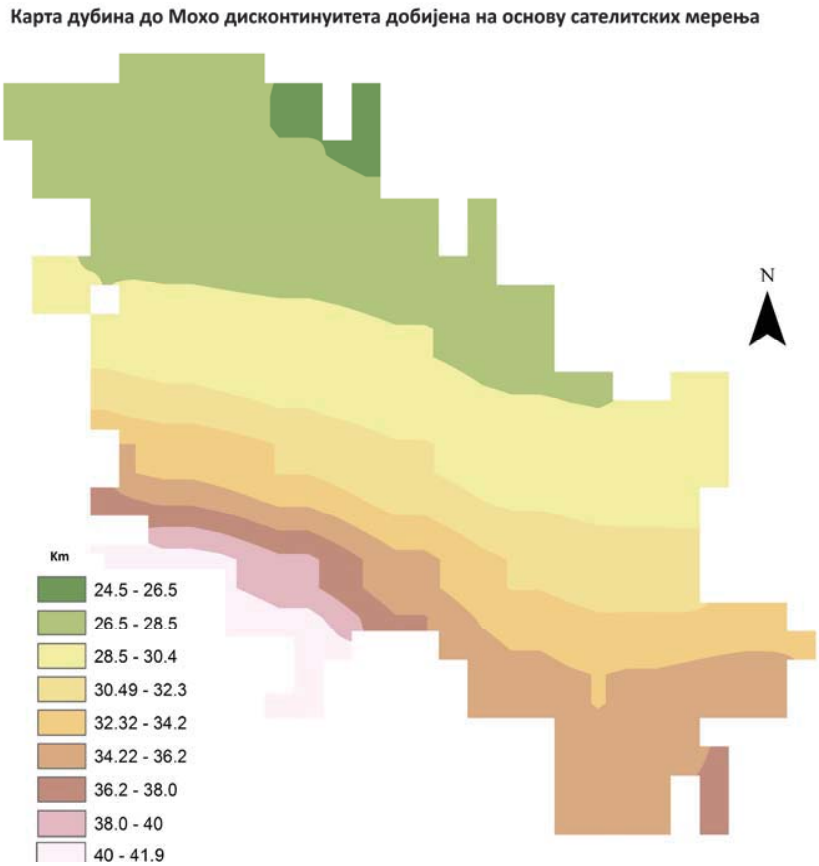
Током 70-их година двадесетог века вршено је дубоко сеизмичко сондирање (Драгашевић 1972,1973,1974). Данашње карте рађене на светском нивоу обухватају и подручје Србије, али услед ниске резолуције не дају нам довољно података. На слици 1. подручје Србије заузима само 6 пиксела.

Љубазношћу Мирка Рагузија добијена је карта Мохо-а за Србију са резолуцијом 12' , односно 0.2 степена која је добијена интерполацијом основне карте која је коришћена за светску карту Мохо-а. Овим је постало могуће извршити поређење пређашњих са савременим резултатима одређене дубине до Мохо дисконтинуитета на територији Србије.

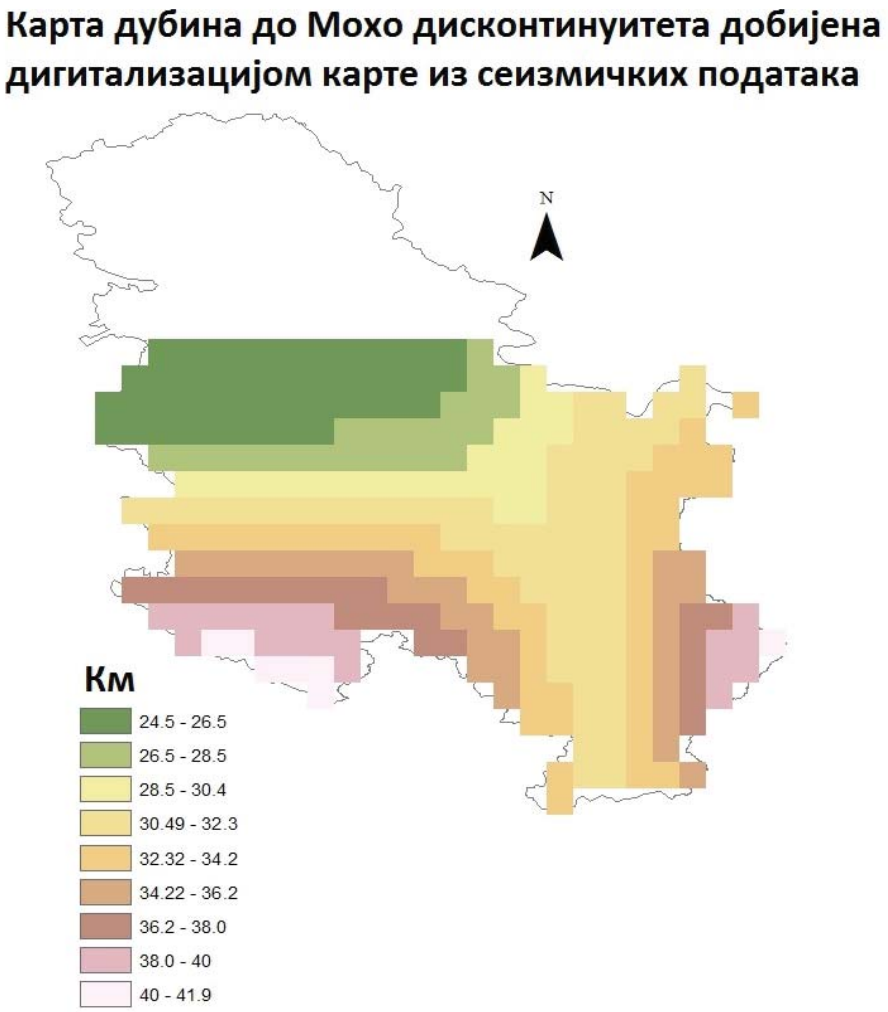
## Обрада података

За обраду података коришћен је софтверски пакет ЕСРИ АРЦГИС. Карта Мохо-а је прво исечена по граници Србије без Косова (*слика 3.*). На карти је уочљив правац северозапад-југоисток, који одговара субдукцији која је за последицу имала стварање Динарида. Видимо да дубина до Мохо дисконтинуитета пада од Југозапада ка Североистоку.

Карту дубина до Мохо дисконтинуитета добијену на основу дубоког сеизмичког сондирања могуће је наћи само у штампаном облику. Карта је прво скенирана, па потом георeференцирана. Да би смо могли да вршимо поређење две карте потебно је било да карту дигитализујемо, а затим и креирамо растер исте резолуције. Како је растер добијен од Рагузонија резолуције 12', и растер настао интерполацијом дигитализоване карте је креиран са истом резолуцијом од 12'(*слика 4.*).




*Слика 3. Карта дубине до Мохо дисконтинуитета (Рагузони и и други 2013., улазни подаци).*

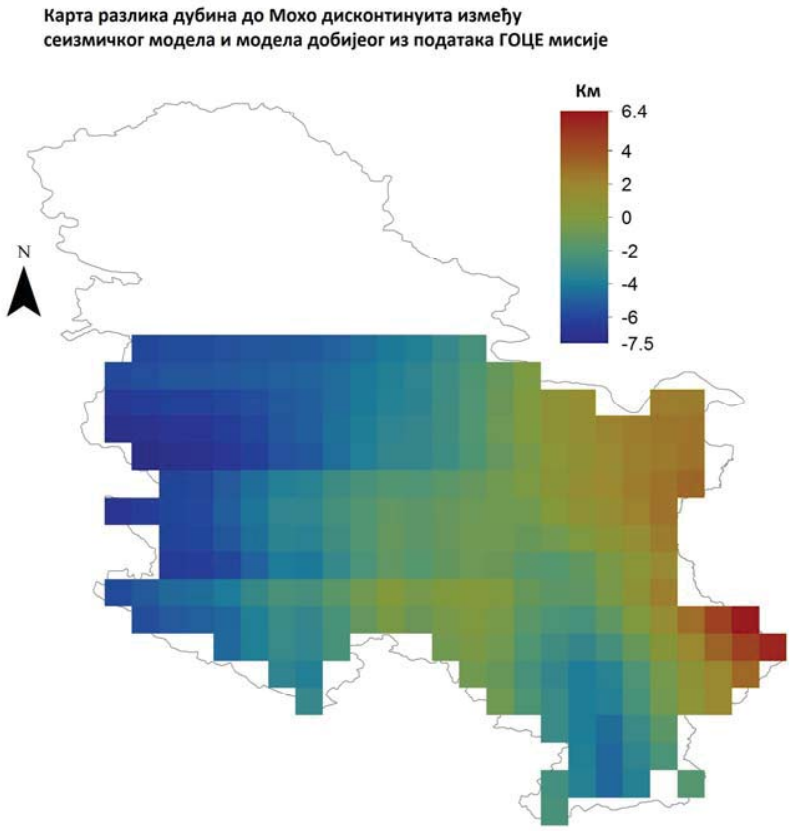



*Слика 4. Карта дубина до Мохо слоја настала дигитализацијом и интерполацијом карте добијене дубоким сеизмичким сондирањем.*

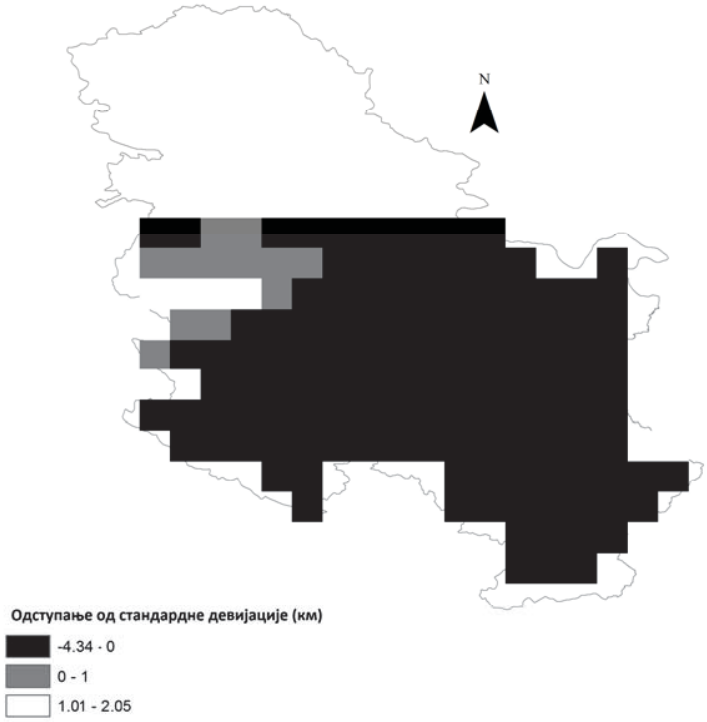
Пошто су начњена два растера исте резолуције од растера добијеног дубоким сеизмичким сондирањем одузет је растер добијен од Рагузонија, чиме је добијена карта разлика дубина до Мохо дисконтинуитета (*слика 5.*). На карти се уочава скоро линеарна промена у разлици која има минимум у југозападном делу карте а максимум у североисточом. На основу овакве разлике можемо претпоставити да су приликом израда карти коршћени раличити углови пада Мохо дисконтинуитета.

Стандардна девијација која је прорачуната за подручје Србије мора се такође узети у обзир. Наиме како је карта за подручје Србије узета из прорачуна за целу Земљу, циљ светске карте је постизање најмањег просечног одступања. То значи да подаци нису оптимизовани за подручје Србије али је израчуната стандардна девијација за сваки пиксел. Да би смо видели да ли постоји одступање веће од задатог потребно је прво узети апсолутне вредности од карти разлика, па потом од њих одузети стандардну девијацију (*слика 6.*).

Карта Мохо дисконтинуитета добијена из сеизмичких података није праћена одговарајућом картом која би дефинисала стандардну девијацију. Стога ова одступања нису уета у обзир.




*Слика 5. Карта разлика дубина до Мохо слоја*




*Слика 6. Карта одступања између два модела*

## Дискусија и закључци

Карта добијена дубоким сеизмичким сондирањем се разликује првенствено у нешто смањеној дубини до Мохо слоја у зони српско-македонске масе. Разломна зона је од стране српских интерпретатора значајно узета у обзир приликом израде карте. За карту светских размера српско-македонска маса не заузима значајно пространство па самим тим се не истиче у морфологији Мохо слоја у домену светских размера (Слика 5.).

Повишена вредност разлике у близини Румунске и Бугарске границе је очекивана као грешка екстаполације података, дубоко сеизмичко сондирање је изведено само унутар граница тадашње СФРЈ.

Све вредности које су негативне показују да се Светски модел и модел добијен сеизмиком налазе у опсегу дефинисаног дозвољеног одступања, тј. мања су од вредности стандардне девијације модела, оне су на карти приказане црном бојом (Слика 6.). На карти опажамо и да су сва одступања већа од стандардне девијације у опсегу до 2 км, локализована у јако малој зони. Услед изостанка података о одступању Мохо модела простеклог из сеизмике можемо рећи да је ово одступање прихватљиво.

На основу презентованих података можемо изнети закључак да ова два модела кореспондирају и да се потврђују.

Количина података која се налази на располагању истраживачима се сваке године увећава као потреба за совтверским решењима која која треба да испрате обим података, комплексност, а са друге стране доступност и лакоћу коришћења. Гис платформе представљају садашњост коју младе генерације не смеју да пропусте.

**Изјаве захвалности**

Аутори морају да искажу захвалност Мирку Рагузонију које несебично поделио резултате свога рада у електронском формату који је било могће директно учитати у софтвер. Ставише карта дубина до Мохо дисконтинуитета ужег подручје Србије није нигде публиковано са резолуцији која је коришћена у овом раду.

Фирма „GDi GISDATA“ koja је у оквиру акције популаризације ГИС технологија обезбедила стипендију и лиценцу за „ ESRI GIS“ софтверски пакет је одговорна што се не скрива име коришћеног софтвера. Њихова одговорна политика према ГИС технологијама и отвореност према младим истраживачима заслужује посебну похвалу.

На крају не смемо заборавити ни доц. др. Весну Цветков која је својим отвореним приступом иницирала, а потом и подржала израду семинарског рада који испуњава све ememente научног истраживачког рада, који овде преточен и у званичну форму.

**Литература**

Reguzzoni, M. (2013). Global Moho from the combination of the CRUST2.0 modeland GOCE data. Published by Oxford University Press on behalf of The Royal Astronomical Society, *Geophysical Journal,* Volume 195, Issue 1,4 222-237.

Драгашевић Т. (1972), Анрић Б., Извештај о испитивању грађе Земљине коре дубоким сеизмичким сондирањем на профилу Петровац н/м – Неготин, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд.

Драгашевић Т. (1973/74), Савренена грађа Земљине коре и горњег омотача на подручју Југославије, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, *Весник*, Београд.

# "AUGMENTED REALITY" КОНЦЕПТИ И ПРИМЕНА

**Оливера Нововић**[1]

**Апстракт** : "Augmented Reality" је концепт који је настао 60-тих година прошлог века. Иако могућности технологије нису били попут данашњих, сам концепт је изазвао велику заинтересованост и демонстрирана је примена у различитим делатностима. "Augmented Reality", или проширена реалност, представља унапређење саме реалности тако што је надопуњује додатним информацијама. Разликује се од виртуелне реалности у томе што омогућује интеракцију корисника са "проширеном реалношћу" што код виртуелне реалности није случај. Напредовање технологије је условило прелазак AR концепата на мобилне уређаје. Мобилне апликације које данас представљају AR концепт користе принцип HTTP - а, KML - а, XML - а, GPS - а и других стандарда у свом раду. Предуслов за рад AR апликација је постојање интернет везе, могућност утврђивања GPS локације као и постојање камере на мобилном уређају. ARML (Augmented Reality Markup Language) је стандард форматирања података који служи за диструбуцију и визуализацију података који се користе у AR апликацијама.

**Кључне речи** : ARML, проширена реалност, апликација, геометрија, стандардизација

# "AUGMENTED REALITY" CONCEPTS AND APPLICATION

**Abstract** : "Augmented Reality" is a concept that was developed in the 1960-s. Although the capabilities of the technology were not like today, the concept has caused great interest and the application was demonstrated in different industries. "Augmented Reality" or expanded reality, represents an improvement of reality itself in the way that supplement it with additional information. It differs from virtual reality in a way that allows users to interact with the "extended reality" which is not the case in virtual reality. The advancement of technology has caused the movement of AR concepts on mobile devices. Mobile applications that represents the AR concept in present time use the principle of HTTP - and, KML - and XML - and GPS - and other standards. Precondition for usage of the AR applications are Internet connection, the ability to determine the GPS location and the existence of the camera on mobile device. ARML (Augmented Reality Markup Language) is specification for data formating for web distrubution and visualization of data that are used in AR applications.

**Key words** : ARML, expanded reality, application, geometry, standardization

[1] Факултет Техничких Наука, Трг Доситеја Обрадовића 6 Нови Сад, onovovic@gmail.com

## ОСНОВНИ КОНЦЕПТИ ПРОШИРЕНЕ РЕАЛНОСТИ

"Augmented Reality" је истраживачка област која има за циљ да унапреди приказ реалног света тако што ће га преклопити са компјутерски генерисаним подацима. AR системи се заснивају на три основна концепта, то су :

1) комбиновање виртуелних слика са реалним светом
2) 3D регистрација дигиталних података
3) интерактивност у реалном времену.

"Augmented Reality" концепт је први пут демонстриран 60 - тих година прошлог века. Иако тада технологија није била развијена колико данас, концепт проширене реалности је показао велик потенцијал. Прве AR апликације су покретане на десктоп рачунарима и захтевале су да корисник носи велику кацигу унутар које је био монтиран дисплеј (Head Mounted Display, HMD). Упркос недостацима конфигурације успешно су развијене апликације у одређеним областима као што су индустријска монтажа, хирургија и видео игрице. Висока цена ових система и њихова комплексност због које систем није био приступачан обичном кориснику, спречили су његову ширу употребу.

Развој мобилне и web технологије даје прилику AR апликацијама да буду глобално доступне и да имају велик број корисника. Развој web - а омогућује кориснику да сам формира неки web садржај и да врши неку интеракцију са web садржајем, што у претходном периоду није било могуће. Идеја Web 1.0 технологија је била да web окружење служи само као дистрибутер података од сервера до корисника и искључује могућност супротног смера у комуникацији. Дакле, оригиналне web технологије су биле статичког типа, корисник није могао да врши измене над подацима. Данас, Web 2.0 технологије подржавају интеракцију корисника и web садржаја, па је створено динамичко окружење где је могуће динамички формирати садржај. Слично као и са Web 2.0 технологијама, циљ ARML 2.0 стандарда за форматирање података се огледа у томе да AR апликације постану глобално доступне преко мобилних уређаја као и да се омогући кориснику формирање садржаја. Тиме би се унапредила креативност, комуникација, колаборација и дељење информација засновано на кориснички генерисаном садржају.

AR концепт се често поистовећује са концептом виртуелне реалности, иако не дају исте могућности. Виртуелна реалност ставља корисника у компјутерски генерисано окружење где корисник није у могућности да врши интеракцију са реалним светом. За разлику од виртуелне реалности проширена реалност (AR, Augmented Reality) унапређује саму реалност али је не замењује. Стога, AR се може сматрати комбинацијом реалног и виртуелног света.

Концепт AR  је, од свог првенственог настанка 60 - тих година прошлог века до данас, доживео измене и напредак. У данашње време AR концепт се првенствено везује за апликације на мобилним уређајима који подржавају АНДРОИД оперативни систем. Прекретница која ће условити даљи развој апликација у правцу мобилних уређаја десила се 2008. године када је компанија "Mobilizy" лансирала свој производ "Wikitude World Browser". " Wikitude World Browser " је апликација која повезује GPS податке и податке са Википедије.  Апликација преклапа информације са Википедије на приказ који даје камера АНДРОИД телефона у реалном времену. Улазни подаци су видео запис са камере телефона или таблет уређаја и подаци о GPS локацији корисника. На основу тих информација Wikitude апликација проследи доступан садржај и генерише јединствен приказ комбинације реалног и виртуелног.

**ARML 2.0**

ARML 2.0 представља нови концепт у стандардизацији AR претраживача и апликација. ARML 2.0 се фокусира на мапирање георефенцираних POI (Point Of Interest) и њихових метаподатака као и података о провајдеру информација везаних за POI. ARML 2.0 спецификација представља корак напред у стандардизацији, примењива је на све AR апликације. Јединице у ARML 2.0 су дате у метрима. ARML 2.0 подржава реални приказ везано за просторне односе. Када је неки виртуелни објекат у AR апликацији величине x метара, он се на екрану приказује у величини у којој би био реалан објекат када га корисник посматра на тој истој удаљености. Колики ће тачно објекат бити на екрану зависи од параметара камере. У ARML 2.0 постоје три важна елемента то су:

*Feature*,
*Anchor* i
*VisualAsset.*

Feature представља објекат из реалног света који ће бити визуализован у проширеној реалности. Anchor представља везу између објекта у реалном свету и његове виртуалне представе. Anchor описује где је појединачни објекат лоциран у реалном свету. Anchor може бити просторна локација која се региструје помоћу сензора за локацију и покрет на уређају, или визуелна шема (маркер, QR код или неки други img фајл) која може бити детектована кроз видео запис са камере помоћу компјутерских техника за визуелизацију. Када Anchor представља локацију то је најчешће у форми WGS84 координата (латитуда и лонгитуда) регистрованих путем GPS технологије. Када Anchor представља нека визуелна шема онда се Anchor зове *trackable*. Чим је визуелна шема детектована кроз видео запис, *trackable* постаје просторна локација. На *слици 1 и 2* су приказани примери шта може да представља визуелну шему која постаје *trackable*.

*Слика 1*, QR код (Quick Response Code)

*Слика 2*, Лого OGC који се детектује као слика

Такође, постоји категорија RelativeTo Anchor која представља неки другу локацију или визуелну шему која је детектована и већ постоји на датој виртуелној сцени. Тиме је омогућено да читава сцена буде изграђена на основу локације једног објекта. VisualAsset описује како сваки појединачни Anchor треба да буде визуализован на виртуелној сцени. VisualAsset може бити 2D или 3D. ARML 2.0 садржи спецификацију за опис објеката на AR сцени као и спецификацију за *scripting* који омогућава динамичко модификовање сцене и реакцију на user - triggerd догађаје. За *scripting* се користи ECMAScript стандард и XML, као и JSON серијализација.

**Структура ARML 2.0 документа**

ARML 2.0 документ се састоји из три дела. Први део се односи на AR елементе (AR Feature), други део се односи на стил приказа и он је дефинисан помоћу CSS - а, трећи део се односи на *scripting*. У *примеру 1* је приказана структура ARML 2.0 документа.

*Пример 1*, Пример једноставног ARML документа

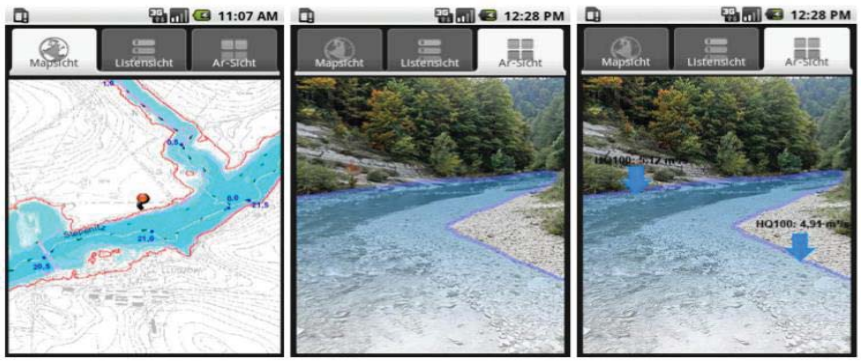
```
<arml  xmlns="http://opengis.net/arml/2.0"
        xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
        xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2">

<ARElements>
        <Feature id="myFeature">
        <name>My first Feature</name>
        <anchors>
                <gml:Point gml:id="myPoint">
                <gml:pos>48.123 13.456</gml:pos>
                </gml:Point>
        </anchors>
        </Feature>
</ARElements>

<style type="text/css">
        <![CDATA[
                ... CSS style definitions of any Visual Assets
        ]]>
</style>

<script type="text/ecmascript"> <!--might also be javascript and other
derivatives -->
        <![CDATA[
                ... ECMAScript goes here ...
        ]]>
</script>
<script type="text/ecmascript" xlink:href="http://mySrc.com/script.js">
<!—loaded from external resource-->
</script>

</arml>
```

Из *примера 1* видимо да је код дефинисања Anchor елемента потребно дефинисати геомерију. Геометрија се дефинише помоћу GML – а. OGC Geography Markup Language (GML) стандард користи модел геометрије из ISO 19107 стандарда. GML стандард обухвата геометрије различите сложености, вишедимензионе са различитим репрезентацијама. Код ARML апликација мало је вероватно да ће се појавити потреба за јако сложеним и разноврсним геометријама, довољно је дефинисати тачку, линију и полигон. Тачка специфицира позицију елемента помоћу једног пара координата. LineString дефинише непрекидну линију између две тачке. Полигон је планарни

објекат дефинисан једном спољашњом границом и са 0 или више унутрашњих граница. Границе полигона су дефинисане спољашњим и унутрашњим елементима, следи да су границе дефинисане структуром LinearRing (затворени LineString). Подразумевани координатни систем је WGS84 координатни систем јер је он у најширој употреби у AR претраживачима. Такође, важно је да постоји опција подешавања координатног система помоћу EPSG кода или OGC WKT (Well Known Text). Ово је посебно важно код апликација које користе локални координатни систем унутар објекта (нпр. локални координатни систем везан за спратове у музеју). У ARML 2.0 геометрија не служи само за опис геопросторне локације и објекта у апсолутном координатном систему, већ служи такође опис локације повезане са тим објектом.

**Пример примене AR апликације за одбрану од поплава**

Након великих поплава које су десиле у Немачкој 2002. године, институти у Немачкој који се баве геоинформационим технологијама започели су разна истраживања на тему како спречити или што више умањити последице непредвидивих великих вода. 2011. године је "Umweltbundesamt" објавио резултате истраживања на тему „Informatik im Umweltschutz‘‘ (Информатика у заштити животне средине), где су разматране разне методе како информатика може допринети заштити животне средине. Једно истраживање је посвећено могућностима AR технологије у превенцији и заштити од полава. Институт за примењена истраживања из Берлина је покренуо пројекат MAGUN (MAGUN – Mobile Anwendungen auf Basis von Geoinformationen in einer In-situ Informationsinfrastruktur im Umwelt- und Navigationsbereich), у коме је реализована примена мобилних апликација у заштити од поплава. Циљ MAGUN пројекта је да обезбеди на мобилним уређајима визуелизацију комплексних геообјеката као и униформну методу снимања која ће омогућити доступност тих геообјеката на свим платформама. Инфраструктура која ово омогућије је типична AR инфраструктура, састоји се од базе података, сервера и портала. Проблем који је требало превазићи био је тај што су екрани мобилних уређаја углавном мале и променљиве величине па је требало омогућити да се одржи реалистичност просторних односа. Ово је посебно било изазовно код приказа висине, што је у случају одбране од полава главни податак (висина терена, висина насипа и висина воде). Метаподаци који су значајни да буду представљени у АР окружењу су ниво воде, граница плавног подручја, удаљеност од насипа, висина насипа, и др. Такође је значајно представити историјски приказ информација о висини воде, да би корисник могао да закључи које су критичне вредности и на којим местима постоји изражена опасност од изливања воде. На *слици 3* се види комбинација приказа на карти и у AR окружењу.




*Слика 3*, Приказ на карти и приказ у AR окружењу

Може се закључити на примеру овог истраживања да су могућности АР технологије велике и да могу имати значајну примену у заштити животне средине. У заштити од поплава могу имати значајну примену због брзе и лаке доступности информација што је у случају да дође до изливања воде веома значајно. Могућност да се у било ком тренутку прати ниво воде, има увид у површину плавног подручја, као и доступност историјских информација чине ову технологију изузетно погодном за брзо реаговање. Једини проблем који би могао да се јави јесте проблем информација о нивоу воде. Та величина би морала бити мерена аутоматски, сензорима који би били повезани са сервером, што у случају великих поплава када долази до наглог изливања воде може бити проблем, бујица може однети и сам сензор. Ако се занемаре екстремни случајеви технологија проширене реалности може много допринети у одбрани и заштити од полава.

**Закључак**

Људски мозак функционише на принципу слика и асоцијација. Људски мозак најбрже и најлакше усваја садржај ако му је пласиран путем слика, односно путем визуелног доживљаја. Такође, људско поимање стварности је ограничено на тродимензиони простор. У спрези са ГИС системима AR апликације представљају начин визуелизације ГИС садржаја директно у 3D простору! AR апликације представљају једну компоненту у трослојној архитектури коју чине база података, сервер и портал. У овој архитектури AR апликације представљају портал. ARML 2.0 стандард је увео новину у сагледавању AR концепта, јер је омогућио корисничку интеракцију са садржајем. Сада, корисник има прилику да модификује садржај, и да га креира.
Могућности AR технологије су велике, бројни примери примене у пракси и у различитим областима говоре о томе да је ово технологија будућности. Неуромаркетинг, видео игрице, просторно планирање, некретнине, ауто индустрија, заштита животне средине, само су неке од области где ће AR технологија бити све присутнија и постати незаменљив концепт.

**Литература**


1. Schmalsteig, D., & Langlotz, T., & Bilinghurst, M. (2011). "Augmented Reality 2.0" in "Virtual Realities", SPRINGER
2. Hailmichael, A. (2013). "Augmented Reality using JavaScript"
3. GEOinformatics, Magazine for Surveying, Mapping & GIS Professionals, Volume 16 January/February 2013, Martin Lechner
4. *ARML Specification version 1.0.2 - 12-132r2*
5. Lechner, M. (2013*). GEOinformatics, Magazine for Surveying, Mapping & GIS Professionals*, Volume 16 January/February
6. Fuchs-Kittowski, F., & Wilske, F., & Trosien, F. *"Mobile erweiterte Realität im Hochwasserschutz",* Umweltbundesamt
7. Allbach, B. (2010). *WEB-BASIERTES WISSENSMANAGEMENT IN MIXED REALITY UMGEBUNGEN,* Technische Universität Kaiserslautern

# ПРИМЕНА МЕТОДЕ ОБЈЕКТНО ОРИЈЕНТИСАНЕ КЛАСИФИКАЦИЈЕ НА „RAPID EYE“ СНИМЦИМА

**Оливера Нововић** [1]

**Абстракт:** Објектно оријентисана класификација представља нови начин класификације сателитских снимака који је ближи људској перцепцији и поиманју простора. Објектно оријентисаном класификацијом „Rapid Eye“ снимака пољопривредног добра „Сава Ковачевић“ добијени се задовољавајући резултати за четири пољопривредне културе: пшеницу, уљану репицу, шећерну репу и грашак. Установљено је да због нехомогености земљишта није могуће адекватно анализирати оне парцеле које нису под вегетацијом, због чега долази до формирања различитих сегмената и унутар земљишта. Такође је установљено да је непходно да се изврше мануелне поправке над завршним резултатима објектно оријентисане класификације што је у принципу довело да смањења грешке.

**Кључне речи:** Објектно оријентисана класификација, парцела, вегетација, вектор, површина

# APPLICATION OF OBJECT ORIENTED CLASSIFICATION OF “RAPID EYE” IMAGES

**Abstract:** Object-oriented classification is new method of classification of satellite images that is more similar to human perception of space. Object-oriented classification of "Rapid Eye" images of the farm "Sava Kovacevic" obtained satisfactory results for the four crops: wheat, oilseed rape, sugar beet and peas. It was found that due to the inhomogeneity of the land can not be adequately analyzed those parcels that are not under vegetation, which leads to formation of different segments within the soil. It was also found that is necessary to perform a manual repair of the final results of the object-oriented classification which, in principle, lead to reduction of errors.

**Key words:** Object oriented classification, parcel, vegetation, vector, area

## ОБЈЕКТНО ОРИЈЕНТИСАНА КЛАСИФИКАЦИЈА

Објектно оријентисана класификација представља нови начин класификације, који је настао због потребе да се процес обраде снимака прилагоди људском поимању слике, објеката и простора.
Људска перцепција се знатно разликује од функционисања рачунара због тога што је људски мозак способан да разликује облик, текстуру, међусобне односе између објеката на слици, док рачунар може само да разликује квантитавне вредности којима располаже, у овом случају DN (Digital number) сваког пиксела.

Класичне методе класификације посматрају слику кроз мрежу пиксела и на основу вредности сваког пиксела врше обраду, односно груписање по сличности. Код објектно оријентисане класификације ново је то што се ,,груписање“ врши према сложеним критеријумима који укључују облик, текстуру, осенченост, величину, међусобне односе, а не само вредност пиксела.
Такав приступ у процесирању снимака много је ближи људској перцепцији и разумевању, а резултати који се добију су реалнији. Први предуслов за аутоматизацију оваквог начина екстракције објекта са снимка, је да постоји процедура која ће снимак поделити на смислене групе података који би могли представљати један објекат. Овај корак се назива сегментација

[1] Факултет Техничких Наука, Трг Доситеја Обрадовића 6 Нови Сад, onovovic@gmail.com

слике. Иако сегментација као поступак анализе постоји већ више од 40 година, ретко је примењивана за процесирање података даљинске детекције. Разлог за то је што је сегментација као поступак анализе слике проблем за који постоји велик број могућих решења. Било је потребно смањити велик степен слободе да би се добило неколико смислених поступака који задовољавају очекивања. Тако се развио нови приступ процесирању који ће касније у целости постати објектно оријентисана класификација.

Са појавом платформи и сензора који су омогућили снимање у високој просторној резолуцији, све је више изражена потреба за прецизним и ефикасним методама анализе снимака.
Сваки сензор на сателитској платформи има неко специфично ,,поље погледа“ (IFVO, Instantaneous Field Of View), односно просторни сегмент одређене величине који може да региструје, једноставније речено просторну резолуцију. Код сензора ниске просторне резолуције, тај сегмент обухвата велику површину на земљи, нпр. 30x30 м, што значи да је велика вероватноћа да ће унутар једног пиксела постојати више објеката, али упркос томе, сваком пикселу се додељује само једна вредност. Са порастом просторне резолуције, овај проблем је умањен али ипак није нестао.
Такође, са порастом просторне резолуција јавила се изражена потреба да се утврди конзистентност објеката. Оно што представља континуални објекат на снимку просторне резолуције 30 м, на снимку више просторне резолуције може представљати нешто сасвим друго!
Због тога се јавила потреба за посматрањем објеката кроз просторне односе и семанатику слике, као и за прецизним дефинисањем граница објеката. Објектно оријентисани приступ омогућује кориснику да дефинише комплексна правила класификације базирана на просторним односима као и на спектрални карактеристикама.

Са оваквим приступом развија се комплексна семантика заснована на физичким принципима и поимању међусобних просторних односа између објеката. Објекти могу бити дефинисани и класификовани помоћу структуре, изгледа и особина других сличних објеката.
Сама процедура објектне класификације представља полуаутоматски процес, јер корисник прави обучавајуће скупове за одређени део подручја који му је познат, а софтвер процесира снимак целог подручја на основу те обуке.

**Примена објектно оријентисане класификације у пољопривреди**

Поступак рада обухавата анализу „Rapid Eye“ снимака у софтверу „ERDAS IMAGINE“ (софтверски модул „Imagine Objective“) и интерпретацију добијених резултата. Анализа је вршена на два снимка истог подручја. Аквизиција првог снимка је извршена 15. 04. 2013. године, а аквизиција другог снимка 17. 06. 2013. године. Подручје од интереса које се налази на снимцима је област око Врбаса и обухвата пољопривредно добро „Сава Ковачевић“. Оба снимка обухватају површину од 625 км$^2$, координате снимка су у WGS84 систему, UTM пројекција, зона 34 север. Оно што је урађено од анализа обухвата два поступка. Први је поступак објектно оријентисане класификације на снимцима, други обухвата мануелну поправку добијених вектора у QGIS софтверу.

Циљ објектно оријентисане класификације је био да се издвоје парцеле под одређеном културом као независни објекти. Анализом снимака било је могуће издвојити само парцеле које су у тренутку аквизиције биле прекривене бујном вегетацијом, а чак ни тад није било могуће разликовати које се културе на парцелама налазе ако им је вегетациони период исти. Објектно оријентисана класификација је детектовала као независне објекте површине под вегетацијом и површине које нису под вегетацијом. Даљом визуелном анализом снимка, као и анализом карте

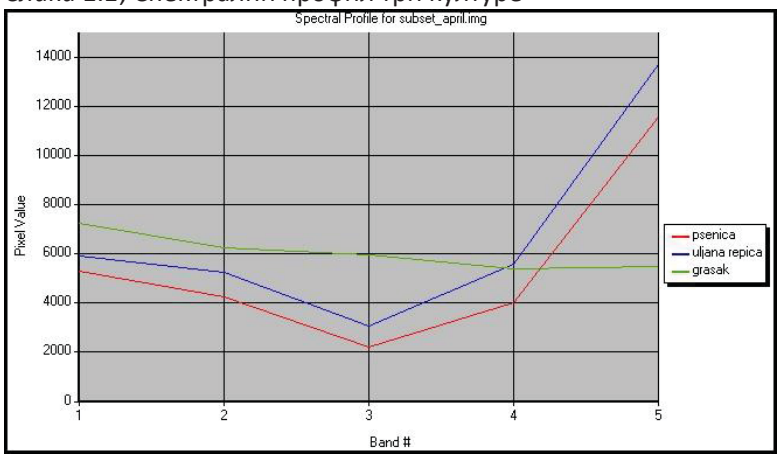
пољопривредних података дошло се до коначне форме вектора који представљају посебне културе.

„Rapid Eye“ снимци на којима су рађене анализе у потпуности задовољавају захтеве тачности због просторне резолуције од 5 м, као и због карактеристичног „red edge“ бенда. Истраживања тврде да је овај бенд посебно осетљив на промене у садржају хлорофила у вегетацији, зато су „Rapid Eye“ снимци нашли велику примену у мониторингу здравља вегетације, унапређено је детектовање различитих врста вегетације као и методе мерења садржаја протеина и азота у биомаси.

**Анализа добијених резултата**

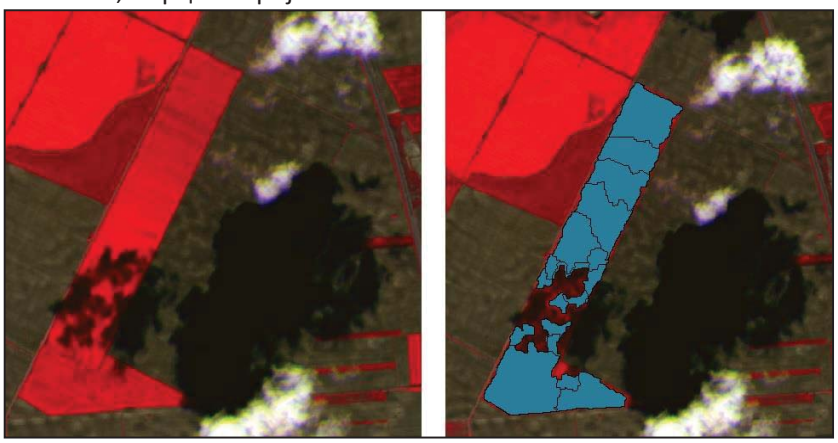
Након што су снимци обрађени у „Imagine Objective“ софтверском модулу, добијени су вектори за четири културе. Културе које је било могуће идентификовати у процесу класификације су оне које су у фази бујне вегетације у периоду кад је снимак направљен. За снимак из априла месеца, то су културе житарица и уљана репица. Са снимка из априла месеца било је могуће препознати пшеницу и уљану репицу. Код култура које су у фази бујне вегетације и код културе које нису види се јасна разлика у спектралном профилу. На *слици 1.1* приказан је спектрални профил за пшеницу, уљану репицу и грашак, са снимка из априла. На *слици 1.1* се јасно види разлика између култура које су фази бујне вегетације и културе која није. Највише је изражена разлика на прелазу између четвртог „Red Edge” и петог „Near IR“ бенда где се вегетација детектује наглим скоком у вредности рефлексије, док биљка која није у фази вегетације на том прелазу има константну вредност рефлексије. Поред пшенице и уљане репице, у априлу је у фази бујне вегетације и култура тритикале, међутим, та култура није била добро препозната у процесу класификације. Осим тога, постоји изражена грешка у површини вектора за пшеницу, јер на парцели број 55 су поред пшенице засађене и тритикале, соја и кукуруз. У том случају тритикале и пшеница се препознају као иста култура јер су обе у фази бујне вегетације у тренутку аквизиције снимка.

*Слика 1.1*, Спектрални профил три културе



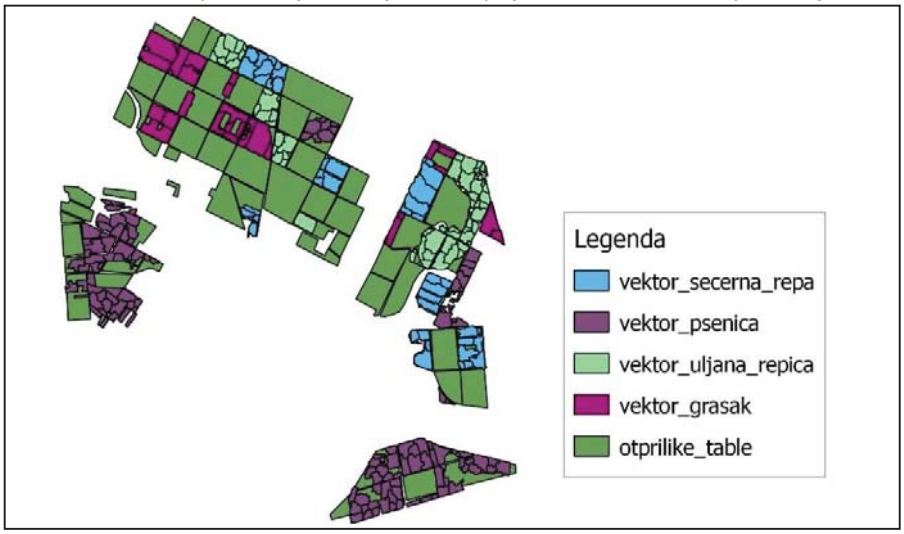

На *слици 1.2* приказана је парцела 55 и вектор пшенице за ту парцелу. Са слике се види да постоји проблем због сенке од облака која пада на парцелу, такође, немогуће је са слике препознати који део парцела припада пшеници, а који тритикале. Софтвер је целу парцелу препознао као једну културу, културу пшенице

*Слика 1.2*, Парцела број 55



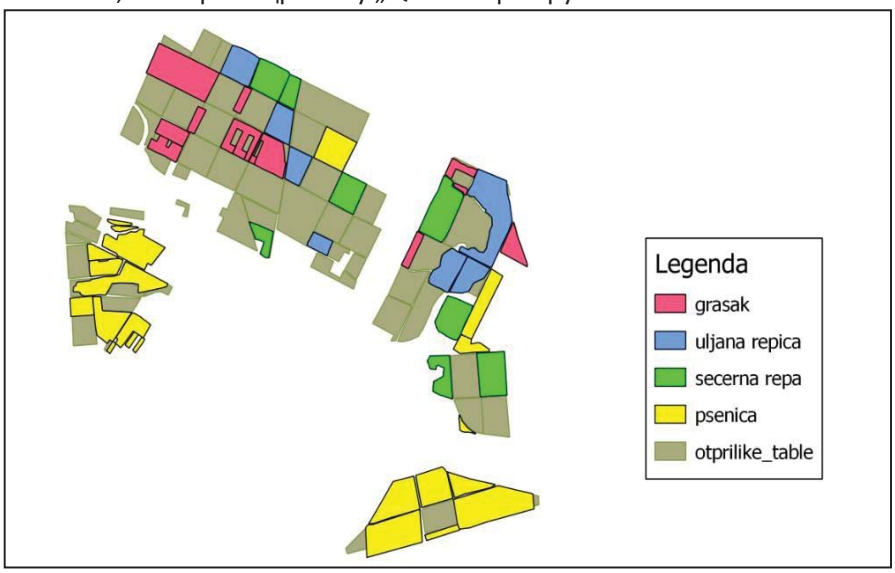
Са снимка из јуна месеца могуће је препознати културе грашак и шећерна репа. Класификација грашка је дала веома прецизан вектор, такође и класификација шећерне репе, јер су обе биљне културе у фази бујне вегетације у јуну. Грешке које су настале у површини вектора грашка су последица органичења софтвера јер добијени вектор недвосмислено обухвата парцеле на којима је посејан грашак. Кад је шећерна репа у питању постоје и друга ограничења осим грешака софтвера. Један очигледан проблем који се јавља је на парцели број 39. На тој парцели је због биљних обољења око 60% парцеле пресејано (информација добијена од пољопривредног стручњака из „Саве Ковачевић“). Због пресејавања, није исти период дозревања грашка на целој парцели, тако да се са снимка може препознати само онај део који није пресејан.
Након што су оба снимка обрађена добијени су вектори за четири културе. На *слици 1.3* су приказани сви вектори заједно као и легенда култура.

*Слика 1.3*, Вектори добијени објектно оријентисаном класификацијом




Може се приметити да добијени вектори прекривају парцеле делимично и да су издељени на неправилне облике. Изгубљен је одређени део парцела под пшеницом због облака и сенке који падају на површину парцеле, па ти пиксели остају некласификовани. Да би се добиле хомогене целине, у „QGIS“ софтверу су преко постојећих вектора исцртани нови вектори за сваку културу посебно. На *слици 1.4* је приказано како изгледају вектори исцртани у „QGIS“ софтверу.

*Слика 1.4*, Вектори исцртани у „QGIS“ софтверу




Овако исцртани вектори представљају хомогену целину. Такође, овако исцртани вектори имају већу површину него они добијени објектном класификацијом.

У *табелама 1.1* и *1.2* су приказане дате површине и површине добијених вектора, као и њихови односи, односно грешке у процентима.

*Табела 1.1*, Приказ датих површина и површина добијених вектора

| | СК [ха] | ОО класификација [ха] | QGIS [ха] |
|---|---|---|---|
| Пшеница | 822.37 | 746.16 | 926.33 |
| Грашак | 457.28 | 389.56 | 393.21 |
| Уљана репица | 419.82 | 389.23 | 407.15 |
| Шећерна репа | 670.95 | 414.72 | 441.97 |

*Табела 1.2*, Грешке у процентима настале након ОО класификације и након поновног исртавања вектора

| | СК/ОО [%] | СК/QGIS [%] |
|---|---|---|
| Пшеница | 9.27 | -12.64 |
| Грашак | 14.81 | 14.01 |
| Уљана репица | 7.29 | 3.02 |
| Шећерна репа | 38.19 | 34.13 |

Из *табеле 1.2* може се приметити да је само код пшенице настала негативна грешка након поновног исцртавања вектора. Узрок томе је већ дискутован, на парцели 55 постоје две културе које су препознате као једна. Заједно са акумулираним грешкама у класификацији и грешака насталих због облачности резултује у негативној грешци површине. Види се да код грашка настају најмање осцилације у површини након објектне класификације и након поновног исцртавања вектора. Узрок томе је што је софтверска класификација дала вектор који веома добро обухвата парцеле на којима је посејан грашак, па додатно „побољшање“ вектора није ни потребно.

Најмања грешка је настала код класификације уљане репице, вектор је веома добро обухватио површину парцела под том културом и грешка у вредности површине није велика. Код шећерне репе јавља се мало већа грешка него код осталих култура које су класификоване, узроци томе су већ дискутовани.

**Закључак**

Објектно оријентисаном класификацијом „Rapid Eye“ снимака пољопривредног добра „Сава Ковачевић“ добијени се задовољавајући вектори за четири пољопривредне културе. Добијени су вектори за пшеницу, уљану репицу, шећерну репу и грашак, анализом два снимка, из априла и из јуна месеца. Софтвер је најбоље успео да препозна оне културе које су на снимку у фази бујне вегетације. Због нехомогености земљишта није могуће адекватно анализирати оне парцеле које нису под вегетацијом. Парцеле које нису под вегетацијом би се сврстале у исту класу и не би било могуће разлучити које биљне културе се налазе на парцелама. Још један пробелем који настаје у класификацији земљишта је нехомогеност. Због нехомогености земљишта, дошло би до формирања различитих сегмената и унутар земљишта. Разлике у структури, влажности, концентрацији азота, ђубрива и минерала довеле би до формирања различитих класа за земљиште. Применом методе објектно оријентисане класификације на снимку пољопривредног подручја може се доћи до одговарајућих вектора за оне културе које су фази бујне вегетације. Имајући у виду проценат вредности грешке у површини која настаје овом методом класификације вектори добијени у процесу анализе могу се сматрати добрим репрезентом одређене пољопривредне културе.

**Литература**


1. Јефтић, С. (1992). „*Посебно ратарство*“, Београд : Наука.
2. Лазић, Б. (1985). „*Башта зелена целе године*“, Нови Сад : Пољопривредник.
3. Tempfli, K., & Kerle, N., & Huurneman, G., & Janssen, L. (2009). “*Principles of Remote Sensing*”
4. Levin, N. (1999). “*Fundamentals of Remote Sensing*”
5. Blaschke, T. (2009). “*Object based image analysis for remote sensing*”
6. *Rapid Eye Standard Image Product Specification* (2009)
7. Scherer, S., & Krischke, M. (2001). “*The Rapid Eye optical satellite family for high resolution imagery”*
8. Sandau, R. (2009). “*Status and trends of small satellite missions for Earth observation*”
9. Anderson, C., & Thiele, M., & Brunn, A. (2013). “*Calibration and validation of the Rapid Eye constellation*”

# ДАЉИНСКА ДЕТЕКЦИЈА КАО МЕТОД ПРАЋЕЊА ПРОМЕНА У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ СТУДИЈА СЛУЧАЈА ЗАШТИЋЕНО СТАНИШТЕ „МАЛИ ВРШАЧКИ РИТ“

**Теа Пожар**[1]

**Апстракт:** Предмет овог рада је праћење промена вегетацијских покривача на територији заштићеног станишта „Мали вршачки рит“, у непосредној близини града Вршца. Коришћењем методе даљинске детекције сателитских снимака и дигиталне класификације уз помоћ података добијених током теренског рада изведени су резултати у виду промена вегетацијских покривача за две године 2010. и 2014. Крајњи резултат представља промене из једне вегетацијске класе у другу (укупно 6) у виду мапе. На основу добијених резултата могу да се изведу одређени закључци за овај конкретан случај. Заштићено станиште „Мали вршачки рит“ је само један пример примењивања метода који може да се примени на свакој заштићеној природној површини у циљу детектовања и праћења промена.

**Кључне речи:** даљинска детекција, заштићено станиште, Landsat сателитски снимци, Мали вршачки рит, праћење промена

# REMOTE SENSING AS A METHOD FOR MONITORING CHANGES IN THE ENVIRONMENT CASE STUDY PROTECTED HABITAT "MALI VRSACKI RIT"

**Abstract:** The subject of this work is to monitor changes in vegetation covers in the territory of the protected habitat "Mali vrsacki rit", near the town of Vrsac. Using the method of remote sensing satellite images and digital classification with the help of data obtained during fieldwork the results in vegetation cover changes for the two years 2010 and 2014 were carried out. The final result represents changes from one vegetation class to another (a total of 6) in the form of a map. Based on the results obtained a number of conclusions can be made for this specific case. Protected habitat "Mali vrsacki rit" is just one example of application the method which can be applied to every protected natural area in order to detect and monitor changes.

**Key words:** remote sensing, protected habitat, Landsat satellite images, Mali vrsacki rit, monitoring changes

## УВОД

Наука опсервације Земље се заснива на премисама да континуирано и систематско стицање информација о статусу објеката, појава и процеса на површини могу да унапреде наше основно разумевање система заштите животне средине. Са појавом сателитске даљинске детекције, опсервација Земље је еволуирала да постане критички метод за прикупљање информација у погледу физичких, хемијских, биолошких и људских елемената који чине наш систем заштите животне средине (Lein, 2012). Током протекле три деценије, најчешћа примена снимака даљинске детекције било је мапирање вегетационог покривача и њихових карактеристика. Сателитски снимци су обезбедили вредан извор информација о топографији, коришћењу земљишта, вегетацијским покривачима и уништавању станишта (Roudgarmi, Monavari, Feghhi, Nouri, & Khorasani, 2008). Даљинска детекција је настала као нов алат за упоређивање у истраживањима еколошких предела, анализирање стања предела, као и признавање предеоних својстава. За системе већих скала, као што су пејсажи, систем може да се прати преко временских серија добијених нпр. од временске серије ГИС података, ортофото снимака или снимака даљинске детекције (Kienast,F., Wildi,O., & Ghosh,S., 2007). Посматрајући феномене, климатске и вегетационе промене су најуочљивије. Уз темпоралне промене,

[1] Универзитет у Београду - Географски факултет, Студентски трг 3/3, Београд, Србија. E-mail: potea89@gmail.com

просторне варијације су такође евидентне у опсегу скала од локалних до хиљаде километара, у зависности од процеса који се посматрају (Chuvieco, 2008).

Заштићеним природним добрима мора да се посвети посебна пажња, како од стране власти, тако и од стране грађана, са развојем техника за праћење и детектовање промена може лакше да се управља природним добрима, управо то је и циљ овог рада.

Јединствену просторну целину на територији Војводине, представља Мали вршачки рит, лоциран у југоисточном Банату, североисточно од Вршца. Целом дужином са источне стране се наслања на Вршачке планине, од којих је подељен путем Вршац - Велико Средиште. На основу законских овлашћења Покрајински завод за заштиту природе је израдио студију заштите, Заштићено станиште: „Мали вршачки рит“. Студија је заведена под деловодним бројем Покрајинског завода за заштиту природе 02 - 1262, дана 26.07.2012. године. (Стојшић и Ковачевић, 2005). Актом о проглашењу заштићеног станишта, који се доноси на основу Студије Завода, ближе се утврђује његов значај, намена и мере заштите. Полазећи од потребе заштите и очувања предела и станишта, као и строго заштићених али и заштићених врста, одређивање степена заштите унутар Заштићеног станишта је вршено на основу степена очуваности природних вредности, потреба за применом активних мера заштите и у складу са потребама развоја одрживог пашарења и других активности. На заштићеном подручју успостављају се режими заштите II и III степена. Заштићено станиште „Мали вршачки рит“ обухвата површину од 931,20 ha, од чега:

- режим заштите II степена обухвата површину од 449,87 ha
- режим заштите III степена обухвата површину од 485,85 ha

На подручју предложеном за заштиту доминирају травна и водена станишта. У циљу спречавања сукцесије и обрастања инвазивним врстама, превисоком травном вегетацином и грмљем, као и замуљивања, те самим тим нарушавања ових станишта, неопходно је одржавање кроз редовно уклањање вишка вегетације, а поготово травног покривача кроз контролисано кошење или пашарење (Група аутора, 2012).

## МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЧКОГ РАДА

Снимци високе резолуције су коришћени за израду овог рада. Коришћени Landsat снимци датирају од: 14. јуна 2010. године - ETM+ и 9. јуна 2014. године - OLI. Ортофото снимак је обезбеђен од стране Google Maps и датира из 2013 - Google Image. Ортофото снимак је коришћен као базна мапа за приказивање детектованих промена на територији заштићеног станишта. Подаци сензора су бесплатни и лако доступни. Landsat снимци су добијени од стране ETM+ и OLI сензора. Сензор ETM+ укључује побољшану верзију TM, Landsat - 7, са сличним карактеристикама као TM, али са додатним панхроматским бендом са 15 m просторном резолуцијом и побољшаном резолуцијом термалног бенда до 60 m (Chuvieco, 2008). Ландсат 8 је носилац Оперативног Land Imager (OLI) и термалног инфрацрвеног сензора (TIRS). Landsat 8 Оперативног Land Imager (OLI) и термални инфрацрвени сензор (TIRS) снимци састоје се од девет спектралних бендова са просторном резолуцијом од 30 m за бендове од 1 до 7 и за бенд 9. Спектрални бендови сензора OLI су слични ETM+ сензору у Landsat 7, али су додатно обезбеђена два нова спектрална бенда: дубоки плави видљиви канал (Band 1) и нов инфрацрвени канал (Band 9) (landsat.usgs.gov). Комбинација бендова за OLI снимке који се користе у овој студији су: црвена, зелена, плава - 5, 6, 4, док је за ETM+ коришћена комбинација: црвена, зелена, плава - 4, 5, 3. Доступни подаци су геометријски исправни и обезбеђују доследна просторна и временска поређења вегетацијских покривача. Током студијског боравка, на мастер нивоу студија на Универзитету Твенте, имала сам прилику да радим у софтверским пакетима ERDAS IMAGINE 2013 и ArcGIS.

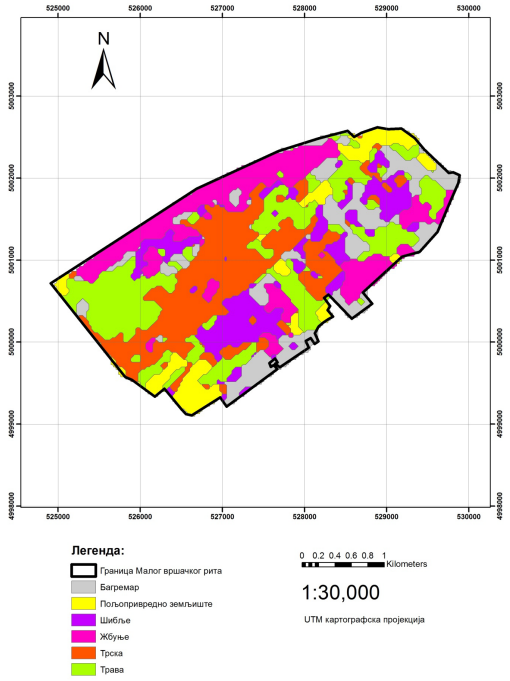
Током прикупљања података са терена 18.08.2014. године, обављен је кружни теренски обилазак заштићеног подручја, услед кишног периода земљиште било изузетно влажно и није

било могуће одрадити конкретан теренски рад на територији природног добра. Ритско земљиште је изузетно захтевно када се ради о теренском прикупљању података, јер морају да се створе услови дужег сушног периода како би подаци могли да буду прикупљени. Методом прикупљања података који је коришћен укупан број тачака износи 30, оне су приказане у Excel Sheet, представљене су преко X и Y координата и укључују датум прикупљања узорака.

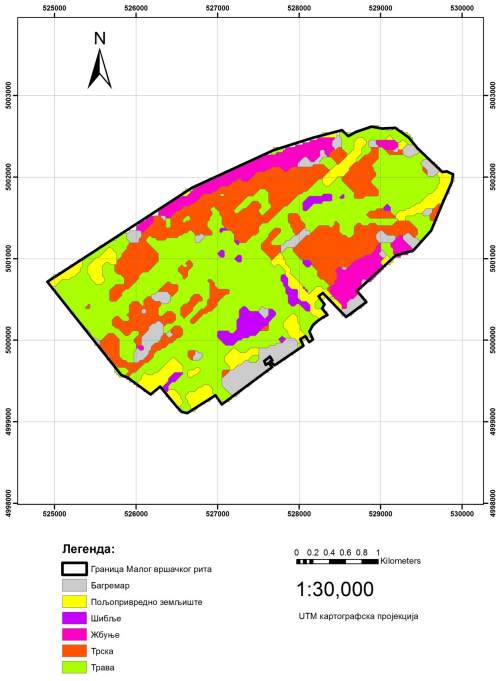
Са претходним познавањем подручја проучавања, разумевање феномена који се истражује и система класификације са добро дефинисаном терминологијом, методом класификације сателитских снимака могу лако да се открију слични случајеви промена на одређеном простору (Lein, 2012). За почетак сателитски снимци морају да буду припремљени за рад преко софтвера. Снимци са јасно дефинисаним границама се користе за класификацију. У овом случају то су два снимка један из 14. јуна 2010. и други из 9. јуна 2014., веома је важно да за поређење два или више сателитских снимака они буди из истог периода, тачније истог месеца или бар годишњег доба, јер су резултати веродостојнији у тим случајевима.

Циљ поступка класификације снимака је аутоматска категоризација свих пиксела једног снимка у класе (Lipovšćak B., 1989). Узимајући у обзир број класа које треба да буду представљене, критеријум је био вегетациони покривач у области проучавања, јер су само одређене класе заступљене у овој области. При класификацији дефинисано је 6 класа, и то: трава, трска, пољопривредно земљиште, шикара, шибље и багремар. Класа вода није представљена, с обзиром да на целокупном простору проучавања обухвата уске појасеве, тачније канале, тако да је њихова класификација била тежа од осталих наведених класа.

Дигиталној класификацији снимака за оба сателитска снимка, са 6 класа најпре се приступило са прикупљањем узорака пиксела у „signature editor“. Након добијања одговарајућег броја узорака, класификација снимака у ERDAS IMAGINE 2013 коришћен је алгоритам - класификатор Гаусове максималне веродостојности, за добијање класификованих снимака. Извештај тачности је урађен, уз коришћење припремљених тачака у Excel sheet са терена, где су све класе укључене. За ETM+ из 14. јуна 2010., добијена тачност за 6 одређених класа са 30 референтних тачака била је 70,00%. Док је за OLI из 9. јуна 2014. добијена тачност за 6 одређених класа са 30 референтних тачака била 76,67%. Фигура бр. 1. представља класификован Landsat ETM+ сателитски снимак из 2010. године са 6 класа. Фигура бр. 2. представља класификовани Landsat OLI сателитски снимак из 2014. године са такође 6 класа.




Фигура бр. 1. Класификовани ETM+ сателитски снимак

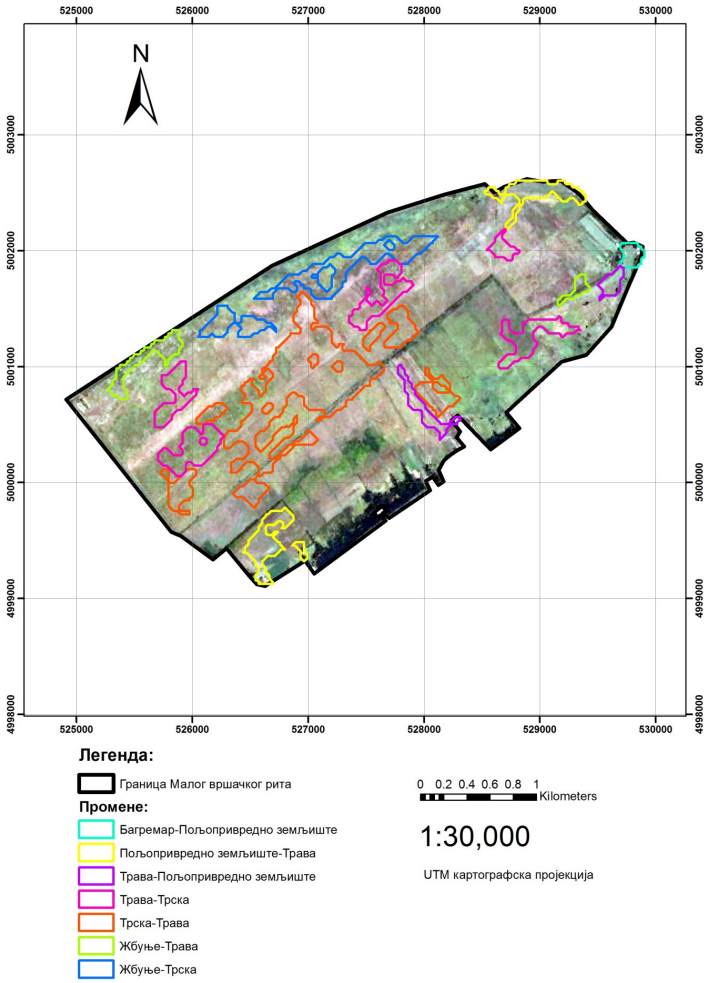



Фигура бр. 2. Класификовани OLI сателитски снимак

Класификација снимака даљинске детекције са циљем добијања тематских мапа предела је једна од главних активности везаних за предеоно оријентисано даљинско детектовање (Kienast et al., 2007). Како би снимци могли да се користе у ArcGIS за даљу обраду и добијање коначних резултата, одређена је конверзија из растера у вектор. Са алатком „analysis tool - overlay - intersect“ у ArcGIS, јединице које се преклапају су приписане у коначну излазну класу. Са алатком „data management tools - generalization - dissolve“, груписане су јединице које су засноване на специфичним атрибутима. Да би се смањио број резултата, полигони који су имали исто име у „Class“ из 2010 и из „Class1“ 2014, су елиминисани селекцијом атрибута, коришћењем SQL упита, који гласи „Class“ <> „Class1“. Са алатком „data management tools - generalization - eliminate“, полигони су елиминисали према критеријумима за елиминацију, тако да се најмањи полигони више не јављају (resources.arcgis.com).

## РЕЗУЛТАТ И ДИСКУСИЈЕ

Током класификације сателитских снимака преко софтвера ERDAS IMAGINE 2013 и каснијег процесовања у ArcGIS са функцијом „intersect“ укупан број атрибута са 6 класа износи 418. Коришћењем функција „dissolve“ као и изабери по атрибутима класе које имају исто име, а потом и елиминиши мале полигоне, прво <2500 $m^2$, потом <5000 $m^2$ и на крају <10000 $m^2$ укупне површине подручја проучавања. Укупан број резултата за простор <10000 $m^2$ је 15. Резултат класификације Landsat сателитских снимака је мапа са детектованим променама. Фигура бр. 3. представља детектоване промене у размаку од 4 године, на ортофото снимку из 2013. године. Приказане су промене вегетације у склопу 6 класа, тачније прелазе из једне класе у другу. За сврху овог рада коришћена је скала 1:30000, како би се промене јасно виделе.




Фигура бр. 3. Детектоване промене са два сателитска снимка, приказане на ортофото снимку из 2013

Праћење промена у заштићеним подручјима представљају веома комплексан задатак у данашње време. Како заштићена добра могу имати различит ниво заштите, природне карактеристике и површине, овим радом покушала сам да прикажем метод праћења промена на примеру Заштићеног станишта „Мали вршачки рит“. По добијању резултата на основу овог могли су да се изведу и одређени закључци.

Дигитална класификација сателитских снимака показује детектоване промене на подручју проучавања за период од 2010. до 2014. године. При раду на Landsat сателитским снимцима за потребе овог рада добијени резултати су високе тачности (мапе су имале тачност > 70%). Landsat сателитски снимци обезбеђују финалне мапе које приказују промене вегетацијских покривача, мада у обзир се мора узети и чињеница да су ови сателитски снимци ниске резолуције. Сателитски снимци у зависности од извора могу да коштају од 1500 евра за једну секвенцу, па до 3000 евра. Коришћени сателитски снимци су доступни на интернету, али нису лаки за скидање и без одговарајућег програма за обраду података њихова обрада је готово немогућа.

**Литература**

Група аутора (2012). *Мали вршачки рит,* Покрајински завод за заштиту природе, Нови Сад.

Стојшић, В., Ковачевић, Б. (2005). *Геа*, Природњачко друштво „Геа“, Вршац.

*** (1991). Заштита природе Прилог за просторни план Србије (План заштите природних добара), Републички завод за заштиту природе, Београд.

Chuvieco, E. (2008). *Earth Observation of Global Change*, (E. Chuvieco, Ed.), Dordrecht: Springer Netherlands, doi:10.1007/978-1-4020-6358-9.

Kienast,F., Wildi,O., & Ghosh,S. (2007). *A Changing World*, (F. Kienast, O. Wildi, & S. Ghosh, Eds.) (Vol. 8), Dordrecht: Springer Netherlands, doi:10.1007/978-1-4020-4436-6.

Lein, J. K. (2012). *Environmental Sensing*, New York, NY: Springer New York, doi:10.1007/978-1-4614-0143-8.

Lipovšćak B. (1989). *Automatska klasifikacija satelitskih slika oblačnih sustava*, JAZU, Zagreb.

Roudgarmi, P., Monavari, M., Feghhi, J., Nouri, J., & Khorasani, N. (2008). Environmental impact prediction using remote sensing images, *Journal of Zhejiang University SCIENCE A*, *9*(3), 381–390, doi:10.1631/jzus.A072222.

http://www.landsat.usgs.gov (приступљено: 01.09.2014.)

http://www.resources.arcgis.com (приступљено: 22.08.2014.)

# ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА ПОТЕНЦИЈАЛА ИНСОЛАЦИЈЕ ТУРИСТИЧКОГ ЦЕНТРА СУВО РУДИШТЕ (НАЦИОНАЛНИ ПАРК КОПАОНИК)

**Иван Потић[1], мр Рајко Голић[2]**

**Апстракт:** Предмет овог рада је идентификовање најповољнијих локација за постављање соларних панела у туристичком центру Суво Рудиште (Национални парк Копаоник). Коришћењем модула „GRID" ГИС софтвера „Geomedia Pro", конструисан је дигитални модел висине (DEM) датог подручја. На основу добијеног модела, одређена је потенцијална инсолација туристичког центра за дане са најдужом и најкраћом обданицом 2015. године (21. јун и 21. децембар), што је омогућило рачунање средње годишње потенцијалне инсолације. Мултиспектралном анализом сателитских снимака „Landsat 8", издвојене су четири класе коришћења земљишта. Комбинованом анализом података о средњој годишњој потенцијалној инсолацији, класама коришћења земљишта и удаљености од центра насеља, издвојене су три најповољније локације за постављање соларних панела. Добијени подаци указују да је коришћење Сунчевог зрачења у туристичком центру Суво Рудиште економски исплативо, као допунског извора енергије током летње туристичке сезоне.

**Кључне речи:** дигитални модел висине, обновљиви извори енергије, инсолација, мултиспектрална анализа, национални парк Копаоник

# ANALYSIS OF POTENTIAL OF INSOLATION OF TOURIST RESORT SUVO RUDIŠTE (NATIONAL PARK KOPAONIK) USING MULTI-CRITERIA APPROACH

**Abstract:** The subject of this work is to identify the most suitable location for the installation of solar panels in a recreation center Suvo Rudiste (National Park Kopaonik). Digital elevation model (DEM) of the area of interest was constructed using Geomedia Pro Grid module. The potential insolation of recreation center was determined using obtained DEM for the summer and winter solstice which represents longest and shortest day in year (June 21 and December 21 2015) which allowed calculating the mean annual potential insolation. Four classes of land use were identified using multispectral analysis of Landsat 8 satellite images. Three best locations for solar panel installation were identified by multi-criteria analysis using mean potential insolation, land use classes and distance from the resort center. The obtained data indicate that the use of solar radiation in a recreation center Suvo Rudiste is economically feasible as a supplementary source of energy during the summer tourist season.

**Key words:** DEM, Renewable Energy, Insolation, Multispectral analysis, National Park Kopaonik

## Увод

У условима светске енергетске кризе, обезбеђивање нових (алтернативних) извора енергије поставља се као приоритетан циљ, како на локалном, тако и на глобалном нивоу. Наглашена потреба за побољшањем енергетског биланса, уз истовремену заштиту природних ресурса, последњих деценија даје све већи значај обновљивим изворима енергије (хидроенергија, соларна, еолска, геотермална, енергија плиме и осеке, морских таласа, биомасе итд.).

Производња енергије из Сунчевог зрачења у свету је у сталној експанзији, али је њен удео у укупној светској производњи енергије још увек симболичан (0,54% 2013. године). Почетком 21. века поједине државе су из фазе експеримента прешле на масовније коришћење соларне енергије за потребе становништва и привреде. Према подацима за 2013. годину, највећи инсталисани капацитет соларних електрана имају Немачка (25,7% светског капацитета), Кина

[1] Универзитет у Београду – Географски факултет. Студентски трг 3/3, Београд, Србија. E-mail: ipotic@gmail.com

[2] Универзитет у Београду – Географски факултет. Студентски трг 3/3, Београд, Србија. E-mail: rgolic@gef.bg.ac.rs

(13,1%), Италија (12,6%), Јапан (9,8%), САД (8,6%), Шпанија (3,5%), Француска (3,3%) и Аустралија (2,3%) (Statistical Review of world energy 2014).

Коришћење соларне енергије у Србији је готово занемарљиво, упркос чињеници да наша земља има знатно већи број сунчаних дана него нпр. Немачка – највећи светски произвођач соларне енергије (Djurdjevic, 2011). На годишњем нивоу, просечна вредност енергије Сунчевог зрачења креће се од 1.200 kWh/m$^2$ у северозападној Србији, до 1.550 kWh/m$^2$ у југоисточној Србији, док у централном делу земље износи око 1.400 kWh/m$^2$. Максимални технички искористив капацитет потенцијалних соларних електрана утврђен је на 450 MW, односно 540 GWh годишње (Стратегија развоја енергетике Републике Србије, 2014).

У Србији се соларно зрачење користи углавном за загревање воде, а ретко за производњу електричне енергије (Pavlović et al., 2013). Постоје само појединачни примери соларних система које користе приватна домаћинства и предузећа, са циљем умањења трошкова за енергију у летњој половини године. Највећа соларна електрана у Србији подигнута је 2014. године у атару села Велесница код Кладова (инсталисана снага 2 MW, површина соларних панела 13.600 m²) (www.solarisenergy.co.rs). Производња енергије из Сунчевог зрачења захтева значајне почетне инвестиције, што је чини мање привлачном у поређењу са другим обновљивим изворима. Стога ће интензивније коришћење соларне енергије у Србији зависити пре свега од државних подстицајних мера (Стратегија развоја енергетике Републике Србије, 2014).

Предмет овог рада је идентификовање најповољнијих локација за постављање соларних панела у туристичком центру Суво Рудиште у оквиру Националног парка Копаоник. Овај национални парк проглашен је 1981. године, на површини од 11.800 ha. Како би се испунили сви услови за одрживи развој, Национални парк је подељен на три зоне заштите. Прва зона заштите обухвата резервате природе у којима је забрањена изградња и све активности, осим научно-едукативних. У другој зони заштите дозвољена је ограничена делатност људи, док је трећи степен заштите предвиђен за рекреацију и туризам, регулисано шумарство и сточарство, водопривреду, саобраћај и коришћење обновљивих извора енергије (Нацрт закона о Националним парковима, 2014). У оквиру треће зоне налази се туристички центар Суво Рудиште, са већим бројем хотела и скијашких стаза (Jovičić et al., 2013). Пошто је туризам у границама Националног парка у колизији са основном функцијом заштите, неопходно је пронаћи задовољавајуће моделе његовог одрживог развоја. У том смислу, коришћење Сунчевог зрачења, као „чистог“ изворе енергије, у складу је са датим ограничењима унутар Националног парка.

Табела 1: *Елементи инсолације у синоптичкој станици Копаоник (1.711 m н. в.), за период 1981–2010. године*

| **Месеци** | **I** | **II** | **III** | **IV** | **V** | **VI** | **VII** | **VIII** | **IX** | **X** | **XI** | **XII** | **год.** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| инсолација (у h) | 99,8 | 100,2 | 132,0 | 152,9 | 189,0 | 219,2 | 268,8 | 260,2 | 196,4 | 166,4 | 113,6 | 82,0 | 1980,5 |
| број ведрих дана[3] | 6 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 7 | 8 | 6 | 7 | 6 | 5 | 60 |
| број облачних дана[4] | 13 | 13 | 13 | 12 | 9 | 7 | 6 | 5 | 8 | 10 | 13 | 15 | 123 |
| број дана са маглом | 18 | 17 | 17 | 15 | 12 | 11 | 9 | 8 | 12 | 14 | 17 | 20 | 170 |

Извор: *Метеоролошки годишњаци I. РХМЗ, Београд.*

На основу података за синоптичку станицу Копаоник, која се налази у самом туристичком центру Суво Рудиште, просечно годишње трајање Сунчевој сјаја у периоду 1981–2010. године износило је 1980,5 часова (Табела 1). Годишњи износ инсолације има правилан ток, са зимским минимумом у децембру (82 часа) и летњим максимумом у јулу (268,8 часова). Највећи број ведрих дана бележи се у лето и јесен, док се највећи број облачних и магловитих дана јавља у зимској половини године. Наведени подаци указују да на Копаонику постоје

[3] Ведар дан – дан у коме је средња дневна облачност мања од две десетине.

[4] Облачан дан – дан у коме је средња дневна облачност већа од осам десетина.

солидни климатски услови за коришћење Сунчевог зрачења као допунског извора енергије у току летње туристичке сезоне.

## Материјали и методе

Средња соларна радијација или „соларна константа“ у васиони износи 1367 W/m$^2$, и она мало варира током године. Васионска радијација за сваки дан се рачуна по следећим формулама (Păcurar, 2009):

$$I_0 = 1367 \cdot [1 + 0.034\ \cos(\beta) + 0.001\ \sin(\beta) + 0.0007\ \cos(2\beta) +\ 0.0001\ \sin(2\beta)\ ]\ [W/m^2], \quad (1)$$

$$\beta = \frac{2\pi n}{365}[radian]. \quad (2)$$

За израчунавање соларне радијације на равну површину, користи се Бир–Бугеров закон:

$$I = I_0 \cdot p^{\frac{1}{\cos(z)}} \quad (3),$$

где је

$I$ – интензитет радијације на површину управну на сунчев зрак $[W/m^2]$;

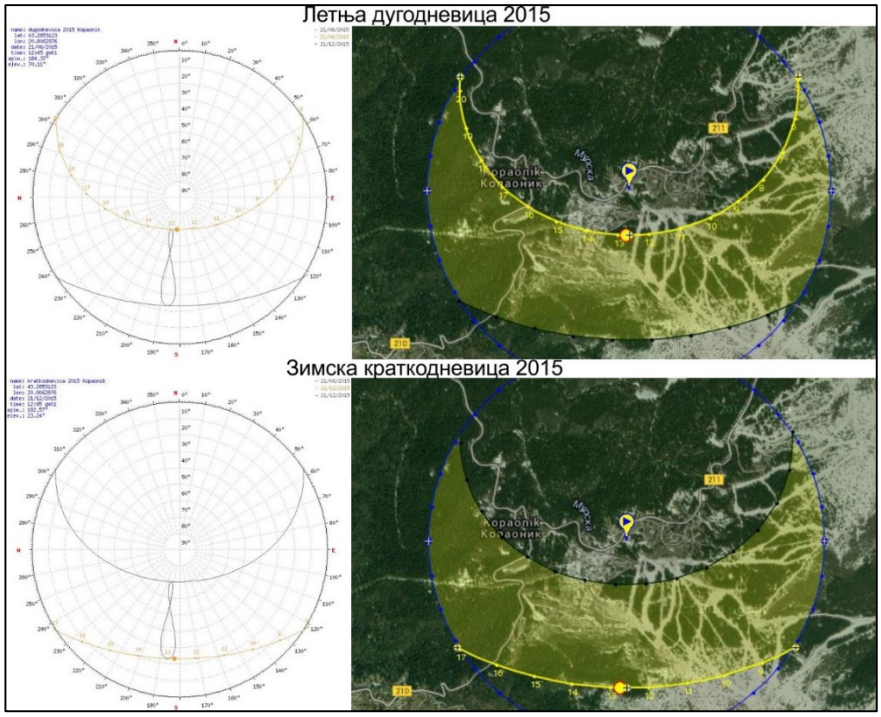
$I_0$ – соларна константа $[W/m^2]$;

$p$ – коефицијент потпуне прозрачности $[-]$;

$z$ – угао зенита (угао сунчевог зрака и вертикалне линије).

За потребе израчунавања инсолације направљен је дигитални модел висине (DEM) коришћењем дигитализованих изохипси и кота са топографске карте 1:25.000. Вектори су растеризовани уз помоћ модула „GRID“ ГИС софтвера „Geomedia Pro“. Након тога се приступило интерполацији и конструисању дигиталног модела висине.

Израчунавање средње инсолације туристичког центра Суво Рудиште урађено је за дане са најдужом и најкраћом обданицом 2015. године (21. јун и 21. децембар), за тачку са координатама 43.2853123 N и 20.8062876 E, која представља центар проучаваног подручја, коришћењем конструисаног модела висине у модулу „GRID“. Одређена је и путања Сунца за дате датуме која је приказана на слици 1.

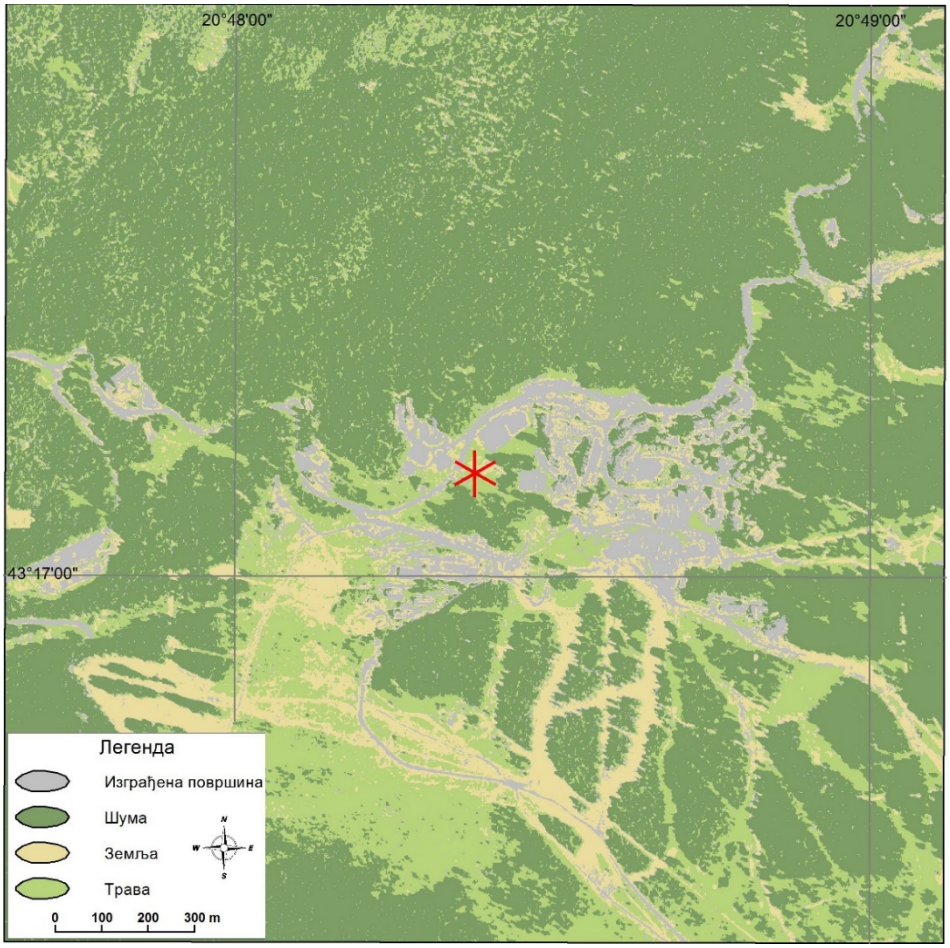



Слика 1: *Летњи и зимски солстицај 2015. године за туристички центар Суво Рудиште*
Извор: *http://www.sunearthtools.com*

За оба изабрана дана одређена је потенцијална инсолација у три термина (8h 10min, 12h 10min и 16h 10min), те су добијени средњи подаци за дати дан послужили као основа за рачунање средњег годишњег потенцијала инсолације.

Како би се извела мулти-критеријумска анализа простора било је потребно урадити пописни катастар коришћења површина туристичког центра. У ту сврху је коришћена мултиспектрална анализа сателитских снимака „Landsat 8“ (usgs.com) из августа 2014. године. На снимцима је урађена атмосферска корекција за брдско-планински простор помоћу раније конструисаног дигиталног модела висине, а потом и корекција аеросола из ваздуха („Haze“ корекција).

Надгледаном класификацијом снимака дошло се до потребних података. Maxlike класификатор (класификатор максималне вероватноће) је коришћен за груписање пиксела у класе (Oluić, 2001.). Издвојене су четири класе коришћења земљишта: изграђена површина, огољено земљиште, травне површине и шуме, које су приказане на слици 2. Тачност добијених података је проверена поређењем са постојећим ортофото снимцима, планом Националног парка Копаоник (www.geosrbija.rs) и топографским картама.




Слика 2: *Приказ коришћења земљишта туристичког центра Суво Рудиште и околине*

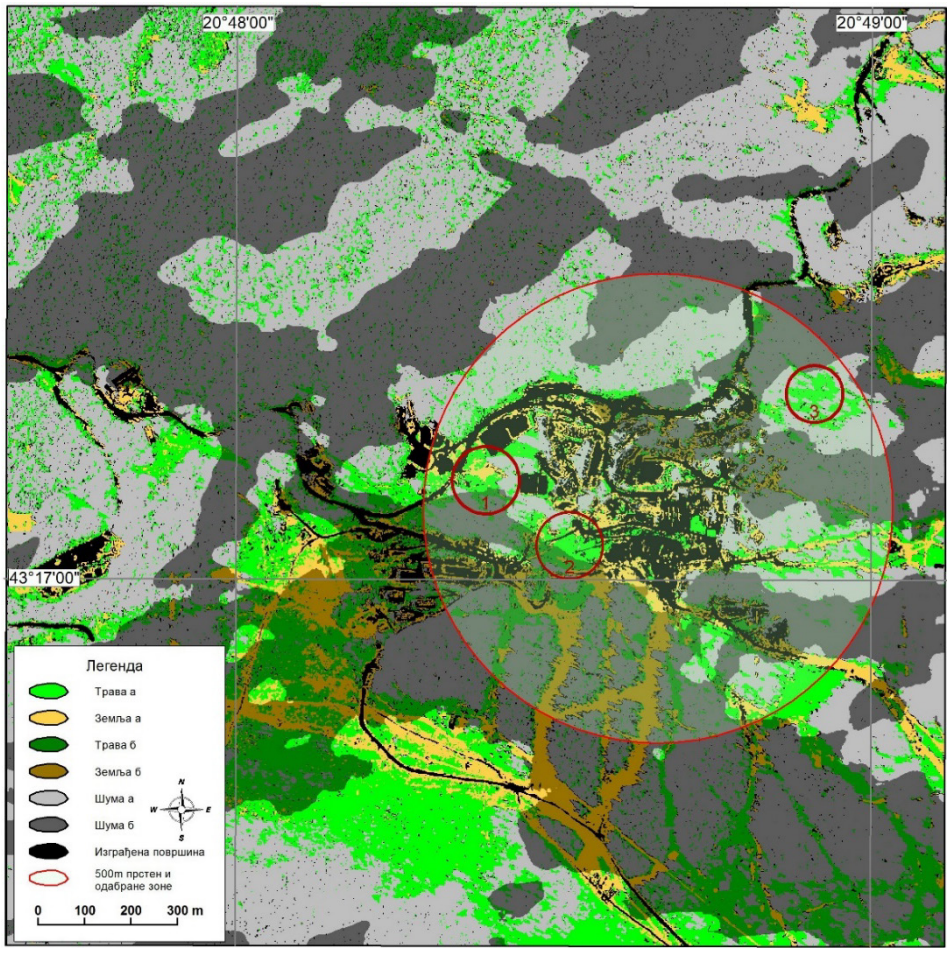
Након израчунавања потенцијалне инсолације и утврђивања пописног катастра, приступило се анализи добијених резултата из два растера. Анализа је укључила, са једне стране, средњу потенцијалну соларну енергију, док је са друге стране урађена додатна анализа пописног катастра где су четири издвојене класе коришћења земљишта оцењене према погодности за постављање соларних панела. Тако су изграђене површине и ски стазе окарактерисане као елиминаторни фактор, шуме као неповољне, док су преостало земљиште и травне површине

окарактерисане као повољне за постављање соларних панела. Након завршених анализа издвојене су најповољније локације за коришћење соларне енергије на датом подручју.

## Резултати и дискусија

Добијени резултати показују да се потенцијална инсолација (није урачунат проценат облачности за дату годину) за најдужи дан у 2015. години креће у распону 83,4–1109,6 W/m$^2$, док се у најкраћем дану очекују вредности 0–641,4 W/m$^2$. Средња годишња потенцијална инсолација за проучавани простор износи 411,132 W/m$^2$ по дану.

Резултат анализе приказан је на слици 3, где су издвојене три најповољније локације за постављање соларних панела. За одабир конкретних локација главни критеријуми су врста подлоге, количина сунчевог зрачења у W/m$^2$ и удаљеност од центра насеља. Свака класа коришћења земљишта (изграђена површина, травне површине, шуме и голо земљиште) подељена је на две групе, *а* и *б*. Група *а* представља зону сунчевог зрачења у горњој половини средње годишње вредности за дати простор (веће од 411,132 W/m$^2$ по дану за дати пиксел), док група *б* обухвата вредности испод просека (мање од 411,132 W/m$^2$). Удаљеност (500 m) од самог центра насеља узета је као последњи критеријум за доношење коначне оцене о погодности локације.




Слика 3: *Завршна анализа са потенцијалним зонама за изградњу соларних панела*

Три издвојене зоне су одабране у складу са раније наведеним критеријумима. За још тачнији прорачун би требало користити прецизније податке о висини (DEM) и сателитске снимке веће просторне резолуције, јер се са расположивим подацима може добити само општи преглед потенцијала датог простора.

**Литература**

Djurdjevic, D. (2011). Perspectives and Assessments of Solar PV Power Engineering in the Republic of Serbia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), 2431–2446.

Jovičič, A., Gagić, S., Berić, D., Erdeji, I. & Medić, S. (2013). Impacts of Tourism in Protected Areas: Case Study of Kopaonik National Park. In: Stanić, D. (ed.): *17th International Eco-Conference 2013, 10th Environmental Protection of Urban and Suburban Settlements*. Novi Sad: Ecological Movement of Novi Sad, 483–490.

*Метеоролошки годишњаци I*. Београд: Републички хидрометеоролошки завод (РХМЗ).

*Нацрт закона о Националним парковима* (2014). Београд: Министарство пољопривреде и заштите животне средине Републике Србије.

Oluić, M. (2001). *Snimanje i istraživanje Zemlje iz svemira: sateliti, senzori, primjena*. Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti; GEOSAT.

Pavlović, T., Milosavljević, D., Radonjić, I., Pantić, L., Radivojević, A. & Pavlović, M. (2013). Possibility of Electricity Generation Using PV Solar Plants in Serbia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 201–218.

Păcurar, V. D. (2009). Mountain Areas Solar Radiation Spatial Distribution Analysis by Using Watershed Digital Elevation Models. *Bulletin of the Transylvania University of Brasov*, Series II, 2(51), 25–28.

*Statistical Review of world energy 2014 (Historical Data Workbook 2013)*. Доступно на: http://www.bp.com/content/dam/bp/excel/Energy-Economics/statistical-review-2014/BP-Statistical_Review_of_world_energy_2014-workbook.xlsx

*Стратегија развоја енергетике Републике Србије до 2025. године са пројекцијама до 2030. године* (2014). Београд: Влада Републике Србије.

*Топографска карта 1:25000, Нови Пазар* (1971). Војногеографски институт, Београд, бр. 580-2-3.

http://www.geosrbija.rs (приступљено 18. априла 2015)

http://www.solarisenergy.co.rs (приступљено 15. маја 2015)

http://www.sunearthtools.com (приступљено 18. априла 2015)

http://www.usgs.com (приступљено 29. фебруара 2015)

# ЗНАЧАЈ И МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ ГИС-а У ОБЛАСТИ ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА

**Мирослав Росић[1], Милош Милосављевић[2], Томислав Петровић[3], Тијана Иванишевић[4]**

**Апстракт:** Савремени софтверски алати данас представљају неизоставну карику у процесу извршења инжењерских послова, и готово да нема послова или процедура које се у већој или мањој мери ослањају на софтверске алате. Посебан значај међу софтверским алатима имају и географски информациони системи (ГИС) који, између осталог, омогућавају управљање просторним подацима и њихово представљање у простору. Сама дефиниција саобраћаја се везује за промену места у простору, па сходно томе значајан део података у области друмског саобраћаја садржи просторну одредницу (информацију) због чега су погодни за представљање у простору коришћењем ГИС алата. Поред свима доступних алата за навигацију, проналажења најкраће путање и слично из домена друмског саобраћаја, постоје други многобројни просторни подаци значајни са аспекта управљања друмским саобраћајем, саобраћајном мрежом и безбедношћу саобраћаја, а за чије представљање се користи ГИС. У раду је извршен преглед врсте података и анализа који се користе у области друмског саобраћаја и указано је на њихов значај. Такође су представљени планови за даљи развој и начини коришћења ГИС алата у области друмског саобраћаја из угла Агенције за безбедност саобраћаја Републике Србије и ЈП „Путеви Србије“.

**Кључне речи:** ГИС, друмски саобраћај, управљање, безбедност саобраћаја, базе података

# SIGNIFICANCE AND POSSIBILITIES OF GIS IN ROAD TRAFFIC

**Abstract:** Modern software present inevitable tool in engineering process, and there is almost no job or procedure in which software tools are not used (less or more). Geographical information system (GIS) is especially significant among software tools, which is among other, used for geospatial data management and spatial representation. Definition of traffic is related to change in spatial position, and because of that, most road traffic data includes spatial information which makes it suitable for spatial representation trough GIS. Beside widely available tools for navigation, shortest route determination and other, there are many significant spatial data types from aspect of traffic management and road traffic safety management for which is GIS actively used. In this paper, an overview of different data types, their importance and different GIS analysis usage in road traffic is given. Also, future plans for advanced usage of GIS tools in road traffic are presented thought view of Road Traffic Safety Agency and PE “Roads of Serbia”.

**Key words:** GIS, road traffic, management, road safety, database

## УВОД

Географски информациони системи (ГИС) у основи омогућавају унос, складиштење, манипулацију, анализу, управљање, презентовање просторних података и др. Саставни део ГИС-а представљају (геопросторне) базе података којима ГИС манипулише. У први план код ГИС-а истиче се презентовање података у смислу генерисања карти са приказаним просторним подацима, што представља могућност обављања разних анализа са просторним подацима као значајну могућност ГИС алата. Наиме, посебан значај ГИС-а се огледа у могућности спајања (преклапања) различитих просторних података, рачунању густине тачака и друго. ГИС представља најпогоднији начин да се илуструју одређене просторне расподеле (дистрибуције)

[1] Агенција за безбедност саобраћаја, Булевар Михајла Пупина 2, 11000 Београд, miroslav.rosic@abs.gov.rs
[2] ЈП „Путеви Србије“, Булевар Краља Александра 282, 11050 Београд, milos89milosavljevic@gmail.com
[3] Институт Саобраћајног факултета у Београду, Војводе Степе 305, 11000 Београд, tomislavpetrovic@mail.com
[4] TRAFFIC SAFETY GROUP D.O.O, Браће Јерковића бр. 229, 11 000 Београд, t.ivanisevic@mail.com

података, где представљање табелама, дијаграмима и другим методама не омогућава квалитетну визуелизацију података у простору. С тим у вези, посебан значај ГИС има у области друмског саобраћаја. Саобраћај повезује просторно удаљена места (места атракције), односно саобраћај се догађа у одређеном простору. Због тога се у простору мора управљати проблемима оптимизације саобраћајне мреже, управљања саобраћајем, планирањем саобраћаја, управљањем одражавања путне мреже, али и управљањем безбедношћу саобраћаја. Највећу предност ГИС алата Јовановић и др. (2011) виде у чињеници да традиционалан начин приказивања добијених резултата подразумевао примену, пре свега, „цртачких“ софтвера, што одузима велики део времена, подложно је случајним – грубим грешкама и не постоји могућност директне софтверске везе са другим аналитичким програмима (аутоматизације), који би обезбедили одређен степен статистичке анализе или другу комбинацију параметара коришћених за добијање излазних резултата. Применом ГИС софтверских алата превазилазе се сви претходно наведени проблеми и стварају се много веће могућности за квалитетну обраду, сортирање, колекцију и приказ добијених резултата.

У оквиру ЈП „Путеви Србије“ прикупљају се подаци о путевима, мостовима, саобраћајном оптерећењу на путној мрежи државних путева Републике Србије, саобраћајној сигнализацији и опреми, преласку пута преко пруге, позицијама аутоматских бројача. На другој страни, Агенција за безбедност саобраћаја садржи у јединственој бази података (*SQL Server 2012 Standard*) податке о саобраћајним незгодама и њиховим последицама у периоду од 1997. године до 2014. године, али и податке о индикаторима безбедности саобраћаја, оценама ставова учесника у саобраћају, податке о раду локалних тела за координацију послова безбедности саобраћаја и друге. Законом о безбедности саобраћаја на путевима је дефинисано да је Агенција за безбедност саобраћаја, дужна да анализира, прати и унапређује систем безбедности саобраћаја развојем и коришћењем јединствене базе података од значаја за безбедност саобраћаја. Интеграција података које прикупљају различите институције, а која би као таква била подршка ГИС алату, је од суштинског значаја за унапређење система безбедности саобраћаја. Кукић (2014) препознаје четири најзначајније институције за прикупљање и обраду података у првој фази успостављања интегрисане базе, и то Агенцију за безбедност саобраћаја, МУП – Управу саобраћајне полиције, Министарство саобраћаја и ЈП „Путеви Србије“.

## МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ ГИС-а У САОБРАЋАЈУ

### Катастар саобраћајне сигнализације

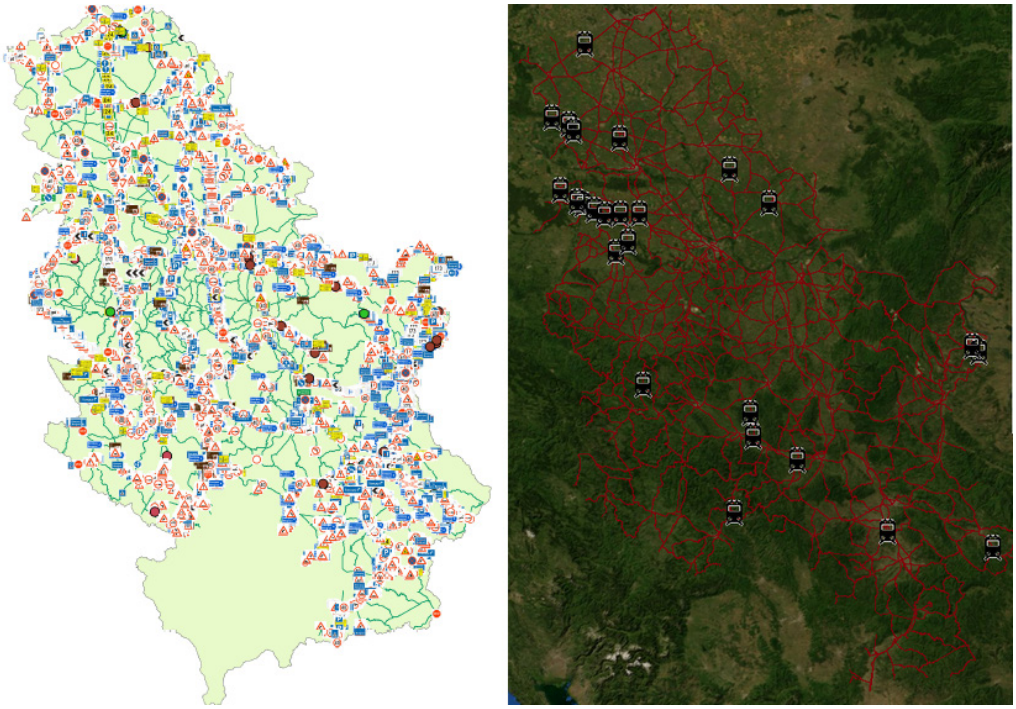
За оптимално управљање системом саобраћајне сигнализације и опреме, како са аспекта унапређења безбедности саобраћаја, тако и са аспекта одржавања исте неопходно је да постоји евиденција о саобраћајној сигнализацији и опреми на путу (Пешић и др., 2012). Саобраћајна сигнализација која испуњава услове у погледу квалитета израде, правилног постављања и значења, представља један од предуслова за безбедно одвијање саобраћаја. Како би се квалитетније управљало саобраћајном сигнализацијом, неопходно је постојање катастра саобраћајне сигнализације. Неки од разлога за постојање базе података о вертикалној саобраћајној сигнализацији (Пешић и др., 2012) су:

- Управљање саобраћајном сигнализацијом са аспекта одржавања.
- Значај за вештачење саобраћајних незгода.
- Стање вертикалне саобраћајне сигнализације може чак бити и један од индиректних показатеља безбедности саобраћаја.

У бази података о саобраћајној сигнализацији и опреми потребно је водити следеће атрибуте (Росић, 2012): редни број знака, редни број стуба, шифра знака, категорија знака, оцена знака, висина знака, димензије знака, ниво потребне интервенције на знаку, евиденцију о закошености стуба, евиденцију о оштећености лима, податак о стању (да ли је знак ''тотално уништен'', исправан, потребна замена, потребно чишћење и др.), евиденцију о технологији израде, евиденцију о локацији, евиденцију о усмерености, евиденцију о стубу знака,

евиденцију о квалитету боје и ретрорефлексије, назив улице, назив насељеног места, X, Y координате, датум последње провере).

База података о саобраћајној сигнализацији и опреми у ЈП „Путеви Србије“ садржи податке који су прикупљани током 2008. године. У оквиру ове базе подаци који се прикупљају о знаковима вертикалне сигнализације су: ID деонице, стационажа, позиција, тип, код, стање, уређај, напомена и датум измене. Такође, у ЈП „Путеви Србије“ постоји и база вертикалне сигнализације у ГИС окружењу. У њој постоји око 37000 знакова вертикалне сигнализације по подацима из 2008. године.



***Слика 1.*** *Пример карте саобраћајне сигнализације и путно пружних прелаза у ЈП “Путеви Србије“*

## Подаци о саобраћајном оптерећењу

Поред саобраћајне сигнализације, у ГИС окружењу могуће је пратити и просторни положај аутоматских бројача саобраћаја на одабраној мрежи државних путева, што омогућава сагледавање саобраћајног оптерећења на посматраним деоницама, као и интерполацију података са бројача саобраћаја на остале суседне деонице. Овај податак је веома важно посматрати у просторној димензији, с обзиром да познавањем саобраћајног оптерећење на државној путној мрежи, као и могућност одлива или прилива саобраћаја на суседне деонице, чини важну карику приликом издвајања материјалних ресурса за реконструкцију путног потеза или деоница или пројектовању нових деоница.

## Подаци о преласку пута преко пруге

Прелази пута преко пруге, као места укрштања железничког и друмског саобраћаја у истом нивоу, представљају места потенцијалних конфликата, и као такви захтевају континуално праћење и спровођење адекватних мера са циљем успостављања функционисања система управљања безбедношћу саобраћаја на њима. Утврђивање показатеља безбедности саобраћаја, који су релевантни за анализу безбедности саобраћаја на прелазу пута преко железничке пруге, представља први корак ка постизању жељеног стања управљања безбедношћу саобраћаја (Драшковић и др. 2014).

У оквиру ЈП „Путеви Србије“ успостављена је база података о локацијама путно-пружних прелаза. Између осталог, у бази је могуће погледати фотографије и видео документацију

посматраног места, анализирати постојеће стање (затечено стање приликом обиласка прелаза пута преко пруге), као и пројектовано стање. Уколико постоји *AutoCAD* цртеж преласка пута преко пруге који је прилагођен кординатама за поднебље Републике Србије могуће је извршити анализу прегледности на преласку пута преко пруге увлачењем једног таквог цртежа у неки од ГИС софтвера. У том случају, лако се може одредити видљивост у односу на просторни положај осталих објеката (ограде, куће, зеленило и др.).

### Подаци о путној мрежи

Највећи значај података које прикупља ЈП „Путеви Србије“ огледа се у подацима у путној мрежи (мрежи државних путева). Поред самих путева, велики значај се огледа и у георефeренцираним подацима о деоницама које чине те путеве, чворовима и свим осталим значајним параметрима пута. ЈП „Путеви Србије“ у овом тренутку поседују податке о мрежи путева из два референтна сисфтема. Међутим, најзначајнији напори у будућности се усмеравају на дефинисање јединственог референтног система за путни мрежу и дигитализоване мрежа свих путева и деоница.

## ПОДАЦИ У ОБЛАСТИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

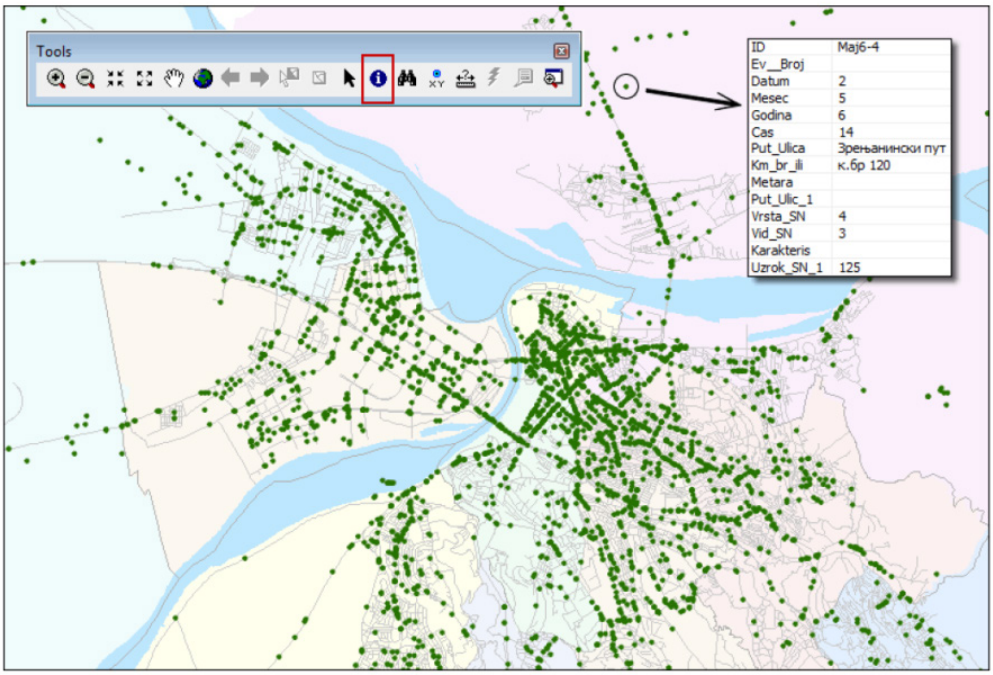
### Саобраћајне незгоде

Једна од основних анализа код анализе саобраћајних незгода јесте просторна и временска дистрибуција саобраћајних незгода. За квалитетно и потпуно сагледавање тренутног стања безбедности саобраћаја, и примену одговарајућих мера, не само да је неопходно познавати када се у времену догађају саобраћајне незгоде, већ и где се у простору догађају. Липовац (2008) истиче да је одговор на питање „*Где се догађају незгоде*?“ једно од најважнијих задатака анализе стања безбедности саобраћаја, односно да би сваку саобраћајну незгоду требало што прецизније „спустити“ на терен. У области безбедности саобраћаја ГИС се примарно везује са проблем позиционирања саобраћајних незгода, или других анализа које се врше на основу података о саобраћајним незгодама.

Саобраћајне незгоде који су догађаји који се у простору могу представити тачком. Матовић и др (2014) препознају да се тачкама понекад тешко описују одређена тачкаста обележја, јер се приликом визуелизације података јавља проблем преклапања тачака на истој локацији, због чега предлажу и користе *Kernel Density Analysis* алат. Матовић и др. , 2014, бавећи се проблемом страдања пешака, истичу примену ГИС-а који омогућава креирање мапа густине саобраћајних незгода према одређеним временским обележјима. Лончаревић и др (2014) такође обрађују тему саобраћајних незгода са учешћем пешака (старијих пешака) на територији Београда и користе алате као што су Point Density за одређивање места са повећаним страдањем пешака, али и опцију креирања *Buffer*-а за креирање зона око пијаца са циљем препознавања степена страдања у зонама пијаца као значајним местом атракције старијих пешака. Милојевић и др. (2010), анализирају све саобраћајне незгоде са обележјима кривичног дела на територији града Београда у периоду од 2006-2008. године коришћењем алата *Arc Map*.

ГИС у погледу саобраћајних незгода у Србији има ограничену примену. Основни разлог за ограничену примену представља чињеница да се још увек „у потпуности“ не евидентирају координате места на којима се саобраћајне незгоде догађају на нивоу читаве државе. Наиме, координате се у одређеним полицијским испоставама не евидентирају, док се у одређеним евидентирају, а постоје и примери евидентирања координата у различитим референтним системима (подаци интегрисане базе Агенције за безбедност саобраћаја). У 2014. години је у Србији дошло до измене базе података о саобраћајним незгодама и њиховим последицама у МУП-у Републике Србије (Кукић и др., 2015). Између осталог, за саобраћајне незгоде је у базу података могуће уписати и координате саобраћајних незгода. Агенција за безбедност саобраћаја је, схватајући значај квалитетног прикупљања података у безбедности саобраћаја, наручилац пројекта: „Праћење основних обележја саобраћајних незгода у Србији у складу са

*CADaS* препорукама Европске комисије“ и „Унапређење квалитета прикупљања и уноса података у базу података о саобраћајним незгодама“. Досадашња истраживања (Матовић и др., 2014; Лончаревић и др., 2014, Милојевић и др., 2010) која су се тицала позиционирања саобраћајних незгода коришћењем ГИС алата су углавном реализована тако што су подаци о координатама саобраћајних незгода прикупљани ретроактивно, на основу улице и броја или стационаже пута на коме се саобраћајна незгода догодила Таквим приступом, је понекад немогуће одредити тачну позицију за све саобраћајне незгоде, а посао је значајно тежи у односу на количину посла евидентирања приликом саме саобраћајне незгоде.




***Слика 2.*** *Пример анализе локација саобраћајних незгода на територији Београда (Милојковић и др., 2010)*

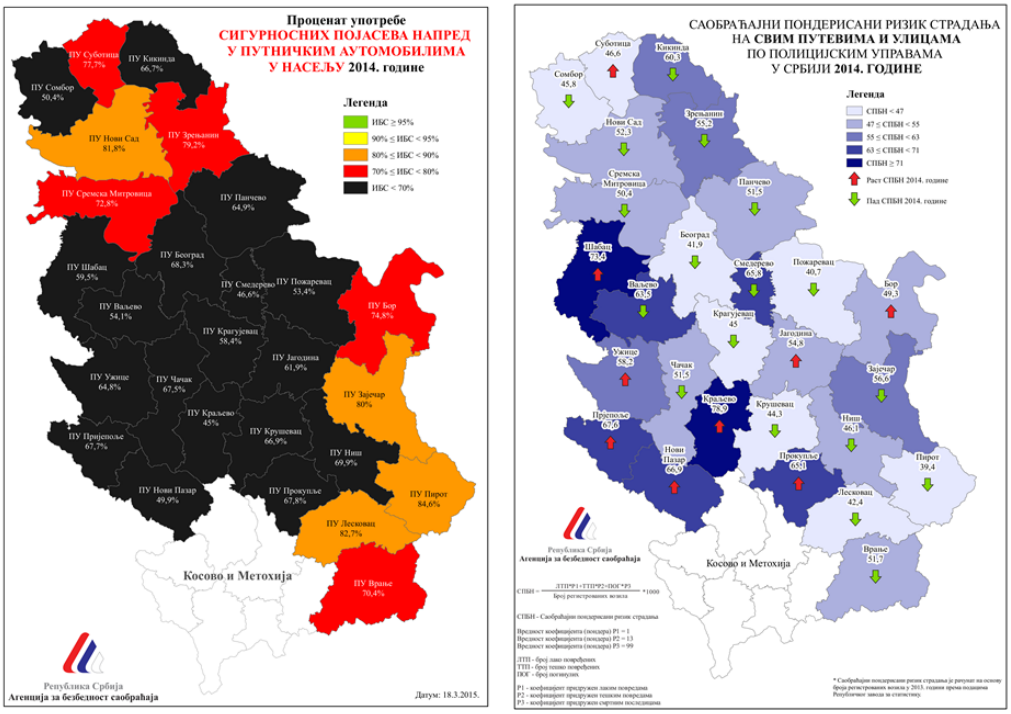
ГИС може имати и значајну улогу у олакшавању прикупљања података о саобраћајним незгодама , а не само као алат за визуелизацију таквих података. Квалитетним прикупљањем података о координатама саобраћајних незгода, уз постојање георефeренциране мреже путева (највећи допринос ЈП „Путеви Србије“), локације насеља, локација школа и других података, може се из поступка прикупљања изоставити значајан сет података који саобраћајни полицајци који врше увиђај прикупљају приликом евиденције сваке саобраћајне незгоде засебно (подаци о путу најчешће), али се могу добити и многобројне друге значајне информације које се тренутно не евидентирају (нпр. саобраћајне незгоде у зони школе).

**Остала обележја безбедности саобраћаја (индикатори, ставови)**

У управљању безбедношћу саобраћаја постоји све већа тежња да се оцена безбедности не врши само на основу коначних излаза из система, већ да се оцени на други начин, на основу одређених индиректних показатеља. Вујанић у др. (2013) истичу да је већ устаљена пракса у европским државама да се приказују и вредности одређених индикатора[5] безбедности саобраћаја (кроз извештаја и на друге начине). Агенција за безбедност саобраћаја већ две године за редом реализује истраживање мерења индикатора безбедности саобраћаја (2013. и 2014. године), а 2014. године је први пут реализовани и истраживање ставова учесника у саобраћају. Ставови учесника у саобраћају, дефинишу понашање учесника у саобраћају, и имају значајан утицај на безбедност саобраћаја. Подаци о индикаторима безбедности

[5] Типични индикатори безбедности саобраћаја које прикупља Агенција за безбедност саобраћаја су нпр. употреба сигурносних појасева, или просечна брзина путничких аутомобила у насељу.

саобраћаја и ставовима учесника у саобраћају се прикупљају на нивоу сваке полицијске управе у Србији засебно, због чега су погодни за приказивање на картама.




***Слика 3.*** *Пример представљања вредности индикатора безбедности саобраћаја и ризика Агенције за безбедност саобраћаја (2014)*

## ЗАКЉУЧАК

ГИС софтверски алати имају велику примену у области друмског саобраћаја. Међутим, ГИС софтверски алати се још увек не користе у довољној мери, иако је у јавности препознат значај ГИС алата у области друмског саобраћаја, изван оквира који су већ у широкој употреби. Постоји тежња да се унапреди квалитет прикупљања података (као основа за ГИС), али и да се резултати из ГИС алата учине доступним јавности. Највећи допринос ГИС-а у будућности алата се очекује у специфичним просторним статистичким анализама, с обзиром да се тренутно најчешће користи само за аутоматизацију приказивања података у простору (само визуелизацију). Поред законом препознате улоге Агенције за безбедност саобраћаја везане за базу података, Агенција има и обавезу у погледу омогућавања доступности информација о обележјима безбедности саобраћаја које су јавне и доступне свима, осим оних чије објављивање је законом забрањено (ЗОБС, члан 15, став3). С тим у вези, спроводе се сталне активности за омогућавање доступности података широј јавности. Кукић и др. (2014) указује да интегрисана база података мора бити наслоњена на ГИС, који ће бити практично у функцији базе, и у једном делу доступан путем *web* апликације ширем кругу корисника.

Велики потенцијал за унапређење система саобраћаја (највише безбедности саобраћаја) се види у активностима локалних самоуправа. С тим у вези, свака локална самоуправа може да прошири већ постојећа ГИС решења (одређене локалне самоуправе већ користе напредне ГИС алате који су доступни путем интернета, нпр. Нови Сад), тако што ће у податке које већ прикупљају уврстити у податке значајне са аспекта саобраћаја. Пре свега, свака локална самоуправа може да прикупља податке о путној мрежи, стању саобраћајне сигнализације, али уз добру сарадњу са саобраћајном полицијом и о саобраћајним незгодама. Локалне базе података често могу да обухвате и много већи сет података, с обзиром да се на локалном нивоу прикупља мањи број саобраћајних незгода и последица него свеукупно посматрано на националном нивоу. Базе које се користе као подршка ГИС алатима, не морају увек бити скупа комерцијална решења. База података коју користе Матовић и др. (2014) као подлогу је креирана у *Microsoft Access 2007*. Пример софтверског решења који користе Матовић и др.

(2014) осликава да за базе података нису увек неопходна скупа софтверска решења за системе за управљање базама података, већ се у зависности од потреба могу користити и решења која су доступан на већини корисничких рачунара, као што је програм за рад са табелама *Microsoft Office Excel* који користе Милојевић и др. (2010).

## ЛИТЕРАТУРА


Драшковић, Д., Петровић, Т., Иванишевић, Т. (2014). Значај формирања базе података о преласку пута преко пруге релевантне за праћење безбедности саобраћаја, III Међународна Конференција - Безбедност саобраћаја у локалној заједници, Бања Лука, Република Српска.

Закон о безбедности саобраћаја на путевима – ЗБС (2009), Службени гласник Републике Србије бр. 41/09, 53/10, 101/11.

Јовановић, С. и др. Дигитализација података о обележјима безбедности саобраћаја применом ГИС-а, VI Стручни семинар „Улога локалне заједнице у безбедности саобраћаја“, Дивчибаре, Република Србија, 2011.

Јовановић, С., Милетић, Б., Кукић, Д. (2011). Дигитализација података о обележјима безбедности саобраћаја применом ГИС-а. 6. Стручни семинар – Улога локалне заједнице у безбедности саобраћаја, Дивчибаре.

Кукић Д., Пешић, Д., Антић, Б., Милошевић, J. (2015). Праћење основних обележја саобраћајних незгода у Србији у складу са CADaS препорукама Европске комисије. 10. Међународна конференција – Безбедност саобраћаја у локалној заједници, Крагујевац.

Кукић, Д. и др. Интегрисана база података од значаја за безбедност саобраћаја – Развој и могућности, 9. Међународна Конференција „Безбедност саобраћаја у локалној заједници“, Зајечар, Република Србија, 2014.

Липовац, К., (2007). Безбедност саобраћаја. Службени гласник РС. Београд.

Лончаревић, Д., Беленцан, З., Милинић, Б., Новаковић, М. (2014). Истраживање страдања старијих пешака у Београду. 9. Међународна конференција – Безбедност саобраћаја у локалној заједници, Зајечар.

Матовић, Б., Бачкалић, С., Јовановић, Д. (2014). Просторна дистрибуција саобраћајних незгода са пешацима на подручју Новог Сада. 9. Међународна конференција – Безбедност саобраћаја у локалној заједници, Зајечар.

Милојковић Б., Јовановић М. (2010). ГИС технологија као подршка управљању безбедношћу саобраћаја у локалним заједницама. 5. Стручни семинар – Улога локалне заједнице у безбедности саобраћаја. Ковачица.

Pešić, D., Marković, N., Vujanić, M., Rosić. M. (2012). Importance of vertical traffic signalization database development presented trought example of Alibunar municipality. XI International Symposium – Road Accidents Prevention 2012. Novi Sad.

Росић, М. (2013). Анализа вертикалне саобраћајне сигнализације са аспекта безбедности саобраћаја на делу општине Алибунар. 8. Међународна конференција – Безбедност саобраћаја у локалној заједници. Дивчибаре. (ЗБОРНИК РАДОВА).

# ГИС У ПРОЦЕСУ ЛИЦИТАЦИЈЕ ДРЖАВНОГ ЗЕМЉИШТА

Дипл. Инг. Срђан Станчић[1]

**Апстракт:** Увођење ГИС-а у процес лицитације државног земљишта решио сам следеће проблеме:

- Претрага помоћу броја парцела ,
- Дигитализација граница парцела,
- Претрага помоћу броја јавног надметања,
- Претрага према потесу (одређени делови атара),
- Претрага према класи њиве,
- И најважнији проблем – Претрага парцеле у зависности да ли на њој постоје 2 или више класа њива (рецимо: на парцели 100/1, постоји њива 3 и њива 4 класе)

**Кључне речи:** ГИС, процес, лицитација, државно, земљиште

# GIS IN THE PROCESS OF AUCTION OF STATE LAND

**Abstract:** The introduction of GIS in the bidding process of state land I decided the following problems:

- Search using a number of grounds,
- The digitization of parcel boundaries,
- Search using a number of public bidding,
- Search by Potes (certain parts of districts)
- Search by class fields,
- And the most important problem - Search plots depending on whether there are two or more classes of fields (for example: on plot 100/1, there are fields 3 and 4 class field)

**Keywords:** GIS, the process, bidding, state, land

## ГИС у процесу лицитације државног земљишта

Географски информациони систем (ГИС) је систем за управљање просторним подацима и њима придруженим особинама. У најстрожем смислу то је рачунарски систем способан за интегрисање, складиштење, уређивање, анализу и приказ географских информација.

У ширем смислу ГИС је оруђе „паметне карте“ које оставља могућност корисницима да постављају интерактивне упите (истраживања која ствара корисник), анализирају просторне информације и уређују податке.

Технологија географског информационог система може се користити за научна истраживања, управљање ресурсима, имовинско управљање, планирање развоја, просторно планирање, картографију и планирање инфраструктуре. ГИС се често користи и за потребе маркетиншког истраживања, геологији, грађевинарству, али и у свим областима које користе податке везане за карте, па као и у пољопривреди.

[1] Дипл. Инг. Срђан Станчић , Љубице Одаџић 86 , 23271 Кумане, srdjanstancic@gmail.com

ГИС се састоји од четири интерактивне компоненте:

- подсистем за унос који врши конверзију карата (мапа) и других просторних података у дигитални облик (врши се тзв. дигитализација података);
- подсистем за складиштење и позивање података;
- подсистем за анализу;
- излазни подсистем за израду карата, табела и за пружање одговора на постављене упите.

Савремене ГИС технологије користе информације у дигиталном облику, за чије прављење се користе различите методе. У најширој употреби је дигитализација, којом се штампана карта или план преводе у дигитални облик употребом CAD (computer-aided design) програма, и могућности георeференцирања. Велика доступност орторектификованих снимака (сателитских и аероснимака), дигитализација прецртавањем постала је основни метод екстракције географских података. Дигитално прецртавање подразумева цртање географских података директно преко аероснимака уместо коришћења, сада већ, застарелог метода трасирања географских података помоћу дигитајзера.

У пољопривреди, институције државне управе и локалне самоуправе пружају и деле информације са много различитих група. У овом ланцу информација државне институције прикупљају, уређују, анализирају и достављају информације од значаја.

Са све строжијим законима, стандардима и сложенијој аграрној политици ови процеси ће бити све компликованији. Ако постоји заједнички именитељ за ефикасније обављање ових активности, онда је то комуникација.

Као моћан медијум комуникације ГИС омогућава размену информација, не само између институција државне управе, већ и између Владе и потрошача.

Скоро сви подаци везани за пољопривреду имају просторну компоненту.

ГИС омогућује бољу интерпретацију просторних информација које се у супротном тешко интерпретирају. А моја идеја је била да кроз ГИС то направим.

Општи бенефити:

- Боља аналитичка подршка
- Боље разумевање фактора ризика
- Већа ефикасност кроз аутоматизацију задатака
- Бољи менаџмент ресурса
- Поузданија подршка у доношењу одлука

Уз помоћ ГИС-а сам успео да олакшам посао државним службеницима из одсека за Пољопривреду, као и самим корисницима, тј становницима Општине Нови Бечеј, пошто сам 3 године радио у Општинској управи Нови Бечеј на пословима увођења и израде ГИС-а. Тренутно радим у Општинској управи Пландиште на пословима увођења и израде ГИС-а.

Увођењем ГИС-а у процес лицитације државног земљишта решио сам следеће проблеме:

- Претрага помоћу броја парцела ,
- Дигитализација граница парцела,
- Претрага помоћу броја јавног надметања,
- Претрага према потесу (одређени делови атара),
- Претрага према класи њиве,
- И најважнији проблем – Претрага парцеле у зависности да ли на њој постоје 2 или више класа њива (рецимо: на парцели 100/1, постоји њива 3 и њива 4 класе)

ГИС у оваквом комплексном процесу „уз пар кликова“ омогућава да на једном месту пронађете све.

Извршио сам дигитализацију свих парцела у државном власништву и уз помоћ атрибута дефинисао једну складну целину. Тако да корисник може да сазна све о траженој парцели. Као што су:

- Број парцеле
- Број јавног надметања
- Лист непокретности
- Потес
- Култура
- Површина

Уз поменуте информације може се презентовати и (неке моје идеје) :

- Датум истека закупљене парцеле
- Износ излицитиране парцеле
- Уговор Општинске управе са закупцем
- Контрола плодности парцеле (ради лакше анализе)
- Детекција сетвене културе

Генерисање ГИС-а са процесом лицитације државног земљишта може да помогне и самој држави, тј Републици Србији, да кроз централизацију издефинише систем, како би лакше и ефикасније управљала пољопривредним земљиштем државне својине.

Комплетан рад можете погледати на следећем линку.

http://gis.zrenjanin.rs/novibecej/

**Литература**


- Дипломирани инжењер пословне информатике Срђан Станчић , Општинска управа Нови Бечеј 2011 – 2014 године.
- Berry, J.K. (1993) *Beyond Mapping: Concepts, Algorithms and Issues in GIS*. Fort Collins, CO: GIS World Books.
- Bolstad, P. (2005) *GIS Fundamentals: A first text on Geographic Information Systems, Second Edition*. White Bear Lake, MN: Eider Press, 543 pp.
- Burrough, P.A. and McDonnell, R.A. (1998) *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press, Oxford, 327 pp.
- Chang, K.S. (2005) *Introduction to Geographic Information System, 3rd Edition*. McGraw Hill.
- Heywood, I., Cornelius, S., and Carver, S. (2006) *An Introduction to Geographical Information Systems*. Prentice Hall. 3rd edition.
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. and Rhind, D.W. (2005) *Geographic Information Systems and Science*. Chichester: Wiley. 2nd edition.
- Maguire, D.J., Goodchild M.F., Rhind D.W. (1997) "Geographic Information Systems: principles, and applications" Longman Scientific and Technical, Harlow.
- Thurston, J., Poiker, T.K. and J. Patrick Moore. (2003) *Integrated Geospatial Technologies: A Guide to GPS, GIS, and Data Logging*. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Tomlinson, R.F., (2005) *Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers*. ESRI Press. 328 pp.
- Wise, S. (2002) *GIS Basics*. London: Taylor & Francis.Worboys, Michael, and Matt Duckham. (2004) *GIS: a computing perspective*. Boca Raton: CRC Press.
- Wheatley, David and Gillings, Mark (2002) *Spatial Technology and Archaeology. The Archaeological Application of GIS*. London, New York, Taylor & Francis.

# ГИС Центар

## удружење за популаризацију, развој и примене геоинформационих технологија

Циљеви Удружења су: промоција геоинформационих технологија (ГИТ) уз поштовање начела квалитета и ефикасности, повећање броја директних и индиректних корисника геоинформационих технологија, промовисање геоинформационих технологија кроз издавачку делатност и повећање садржаја о ГИТ на српском језику и писму, као и језицима и писмима националних мањина.

www.giscentar.rs