

2018

ГИС ЖУРНАЛ

~Зборник радова са ГИС Форума 2018~



www.giscentar.rs



ГИС ЖУРНАЛ

број 1/2018

ЗБОРНИК РАДОВА СА

ГИС Форума 2018

<<Место сусрета ГИС стручњака>>



УДРУЖЕЊЕ ГРАЂАНА ГИС ЦЕНТАР

уз помоћ спонзора

PROTOK

ENTING

INOVA

SKYLINE

MAPSOFT

организује шести стручни скуп

ГИС Форум 2018

Зборник радова

Уредници:

Проф. др Сања Стојковић

Проф. др Мирољуб Милинчић

мр Зоран Јевремовић

Проф. др Александар Пеулић

Београд, мај 2018.

Издавач:

Удружење грађана **ГИС ЦЕНТАР**

За издавача:

Сандра Козомара

Дејан Сандић

Уредници:

Проф. др Сања Стојковић

Проф. др Мирољуб Милинчић

мр Зоран Јевремовић

Проф. др Александар Пеулић

Технички уредник:

Иван Потих

Припрема и дизајн корица:

Иван Потих

Дејан Сандић

Штампа:

”_____”

Тираж:

___ примерака

Београд, мај 2018.

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

Садржај

ПРИМЕНА ГИС-А У ИЗБОРУ ЛОКАЦИЈА ЗА ИЗГРАДЊУ СОЛАРНИХ ЕЛЕКТРАНА НА ТЕРИТОРИЈИ БРАНИЧЕВСКОГ ОКРУГА	6
<i>Урош Дурлевић, Владимир Ћурић</i>	
ИДЕНТИФИКАЦИЈА ПОГОДНИХ ЛОКАЦИЈА ЗА ОРГАНСКУ ПОЉОПРИВРЕДУ ПРИМЕНОМ ГИС-А И АХП МЕТОДЕ У ОПШТИНИ ЧАЧАК.....	12
<i>Никола Младеновић</i>	
ПРЕДИКЦИЈА ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА.....	18
<i>Јован Ковачевић, Никола Станчић</i>	
ГИС ТЕХНОЛОГИЈЕ У ПРАЋЕЊУ ПРОМЕНА НА ПОВРШИНСКИМ КОПОВИМА РУДНИКА БАКРА БОР	24
<i>Никола Станчић, Јован Ковачевић</i>	
КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ПРЕДЕЛА СЛИВА ТОПЧИДЕРСКЕ РЕКЕ ПРИМЕНОМ ГИС ТЕХНОЛОГИЈЕ	30
<i>Емилија Стојиљковић, Кристина Мирјачић</i>	
ДИСТРИБУИРАНА СЕРВИСНО ОРЈЕНТИСАНА АРХИТЕКТУРА КАТАСТАРКОГ СИСТЕМА	34
<i>Александар Андрејевић, Милан Гавриловић</i>	
ПРИМЕНА ГИС И ГПС ТЕХНОЛОГИЈЕ У ЈАВНОМ ГРАДСКОМ ПРЕВОЗУ	40
<i>Ведран Вукшић, Тијана Иванишевић, Горан Петровић, Сретен Симоновић</i>	
ГИС И САОБРАЋАЈНА ИНФРАСТРУКТУРА	46
<i>Милан Маринковић</i>	

ПРИМЕНА ГИС-А У ИЗБОРУ ЛОКАЦИЈА ЗА ИЗГРАДЊУ СОЛАРНИХ ЕЛЕКТРАНА НА ТЕРИТОРИЈИ БРАНИЧЕВСКОГ ОКРУГА

Урош Дурлевић¹, Владимир Ћурић²

Апстракт: У овом раду ГИС технологија послужила је у валоризацији природних услова на основу којих су добијене погодне локације за изградњу соларних електрана на територији Браничевског округа. Користећи ГИС софтверске пакете извршене су анализе: нагиба терена, експозиције, начина коришћења земљишта, заштићених природних подручја, и природних хазарда. Рад приказује материјале и методе помоћу којих је добијена финална, синтезна карта погодности у избору локација за соларне електране. Као главни разлог одређивања ових локација може се навести повећање коришћења обновљивих извора енергије у Србији ради интензивније имплементације концепта одрживог развоја и смањење коришћења фосилних горива зарад здравије животне средине.

Кључне речи: Соларне електране, погодне локације, ГИС, Браничевски округ

APPLICATION OF GIS IN THE SELECTION OF CONSTRUCTION SITES FOR SOLAR POWER PLANTS IN BRANICEVO DISTRICT

Abstract: In this paper, GIS technology has used in the valorization of natural conditions on the basis of which are selected suitable sites for the construction of solar power plants on the territory of the Branicevo district. Using GIS software packages were performed analysis of slope of the terrain, exposition slope, land use cover, protected natural areas and natural hazards. In the paper, the materials and methods were used to obtain the final, synthesis map of suitability for selection of solar power plants sites. As the main reason for determining these locations can be specified increase of utilization of renewable energy sources in Serbia for the purpose of more intensive implementation of the sustainable development concept and reducing of use of fossil fuels in order to ensure a healthier environment.

Key words: Solar power plants, suitable locations, GIS, Branicevo district

Увод

Са интензивним развојем информационих технологија, ГИС налази своју примену у различитим сферама друштва. Осим у географији, ГИС се често користи за потребе бројних научних истраживања у геологији, грађевинарству, планирању инфраструктуре, итд. У овом раду јавља се корелација између ГИС-а, енергетике и екологије, тј. еколошких информационих система. Термин еколошки информациони системи, као део ГИС-а, се усталио у научно-истраживачкој пракси и представља уређени скуп информација о животной средини, обезбеђује знања о свим њеним елементима и представља управљачко-контролни механизам путем кога ће се доносити одлуке у будућности.³

Предмет истраживања у раду јесу погодне локације за изградњу соларних електрана за простор Браничевског округа. Циљ рада је да се помоћу ГИС технологије као коначни резултат добију значајне површине погодне за изградњу фотонапонских панела, како би се проценат емисије гасова са ефектом стаклене баште значајно смањило, и повећала укупна производња електричне енергије добијене из обновљивих извора енергије. Србија у просеку има више сунчаних часова годишње од већине европских земаља.⁴ Соларне електране представљају изузетно значајне

¹ Географски факултет, Студентски трг 3/III, Београд, durlevicuros@gmail.com

² Географски факултет, Студентски трг 3/III, Београд, vlado.curic@yahoo.com

³ Љешевић М. (2005): „Животна средина“. Универзитет у Београду, Географски факултет

⁴ Милановић М., Филиповић Д. (2017): „Информациони системи у планирању и заштити простора“. Универзитет у Београду, Географски факултет, стр. 151.

енергетске објекте из којих се добија „чиста“ електрична енергија, што је данас и циљ многих светских организација. Улога географских информационих система у одређивању локација је изузетно велика.

Помоћу расположиве базе података, сателитских снимака и њиховом обрадом у географским софтверским системима, добијају се релевантни подаци, који у комбинацији са теренским истраживањима могу бити изузетно прецизни. У раду се анализирају природни услови за Браничевски управни округ, који се налази у источном делу Републике Србије, и он обухвата 8 општина: Град Пожаревац (седиште), Велико Градиште, Голубац, Мало Црниће, Жабари, Петровац на Млави, Кучево и Жагубицу. На овом простору је, према подацима из 2011 г. концентрисано 183625 људи.⁵ Методом елиминације, за добијање погодних услова изградње соларних електрана, анализирана су 5 фактора: експозиција терена (осунчаност), нагиб земљишта, намена земљишта, заштићена природна добра и природни хазарди (клизишта и одрони).

Материјали и методе

Ради утврђивања погодних локација за соларне електране, коришћени су ГИС софтверски пакети GeoMedia Professional и TerrSet. Начин рада је кабинетски и пружа ефикасне и лако доступне податке који се у великој мери могу употребити за анализу природних услова и добијање аналитичких и синтезних карата. За потребе проналаска погодних локација за соларне електране и њиховог вредновања, коришћено је 6 аналитичких карата на основу којих је формирана финална, синтезна карта погодности.

Карта експозиције земљишта (S_1) једна је од најважнијих карата у валоризацији локација за соларне електране. Метод добијања карте заснива се на рекласификацији из стометарског DEM-а (дигиталног модела висина). Рекласификација је извршена на основу осунчаности терена, где су за најповољније локације одређени терени са јужном експозицијом због изражене инсолације, док је за најмање повољну локацију изабран север услед знатно мање осунчаности.

Карта углова нагиба терена (S_2) је такође рађена по принципу стометарског DEM-а, у програму TerrSet, извршена је рекласификација према степену инклинације. Као најпогодније локације за изградњу соларних електрана узети су (најприступачнији) терени са малим нагибом ($0-4^\circ$).

За потребе добијања треће, карте намене земљишта (S_3) коришћена је база Corine Land Cover⁶ из које су преузете класе начина коришћења земљишта. На већ постојећу базу у Геомедији извршена је Access Read-Only конекција са базом Corine Land Cover. Затим је извршена класификација по намени земљишта и одређени су најповољнији простори за потенцијалну изградњу електрана.

Карта заштићених природних подручја у Републици Србији је такође узета у анализу. ArcView конекцијом у Геомедији извршено је повезивање са базом заштићених природних подручја. Касније је коришћен упит (Spatial Intersection) како би се база спојила са округом, затим се shapefile извози у TerrSet где се у току рекласификације заштићено подручје означава као непогодно. Просторни упити пружају могућност анализе тополошких односа одређених геоентитета, односно анализе њиховог међусобног односа у простору.⁷

Као изузетно важан природни и антропогени услов који је анализиран за погодне локације соларних електрана јесу природни хазарди, у овом случају геоморфолошке непогоде - клизишта и одрони. У Геомедији се Access конекцијом постојећа база повезује са базом Регионалног просторног плана Подунавског и Браничевског округа.⁸ Површине где су заступљена клизишта и одрони означени су као непогодни.

⁵ Књига 20: Упоредни преглед броја становника 1948-2011. Републички завод за статистику Србије, Београд (2014), стр.26.

⁶ Corine Land Cover (Coordination of information on the environment) - геопросторна база података о начину коришћења земљишта издата од Европске агенције за заштиту животне средине (ЕЕА).

⁷ Стојковић С. (2015): Увод у ГИС – Практикум. Универзитет у Београду, Географски факултет, стр.75.

⁸ Регионални просторни план за подручје Подунавског и Браничевског округа (2015). Републичка агенција за просторно планирање.

На основу обраде и анализе 6 карата, формира се синтетна карта која представља комбинацију вредности свих појединачних карата. Вредновање услова одређено је следећим поступком:

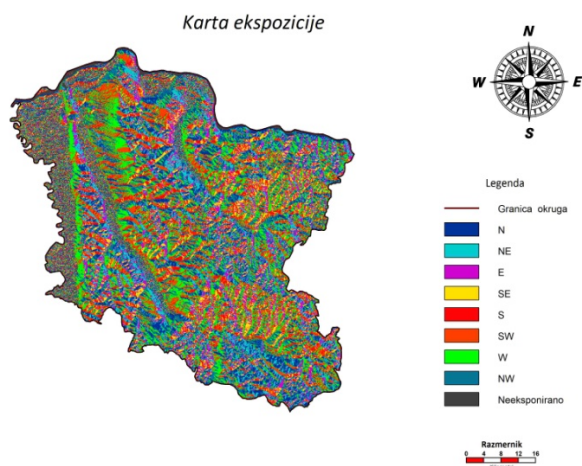
$$S_k = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{n} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{3},$$

S_k - Синтетна карта S_i - појединачне карте n - број карата

уз елиминацију непогодних локација добијених из карата заштићених подручја, клизишта и одрона.

Резултати и дискусија

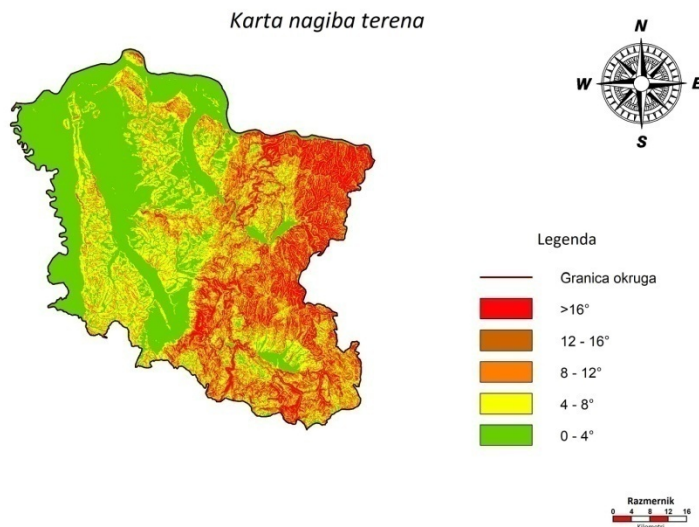
На основу обраде података у ГИС-у добијени су резултати погодности локација за изградњу соларних електрана за простор Браничевског округа.



Слика 1: Карта експозиције (осунчаности) терена

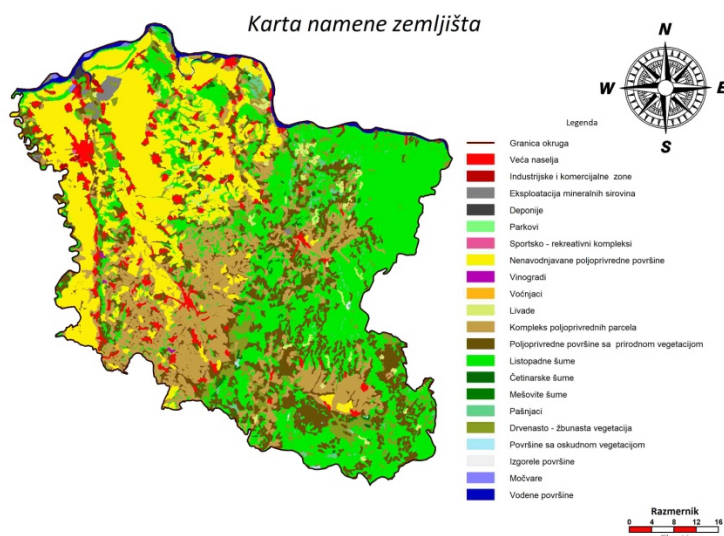
Експозиција терена у добром делу општине у потпуности одговара условима за примену соларне енергије. Јужна експозиција је у великој мери заступљена на територији Браничевског округа. Инсолација, односно број сунчаних сати у овом округу је већи у односу на просек у Србији, тако да соларна енергија има добар потенцијал.

Нагиб земљишта има велики утицај на распоред и изградњу соларних електрана.



Слика 2: Карта нагиба земљишта

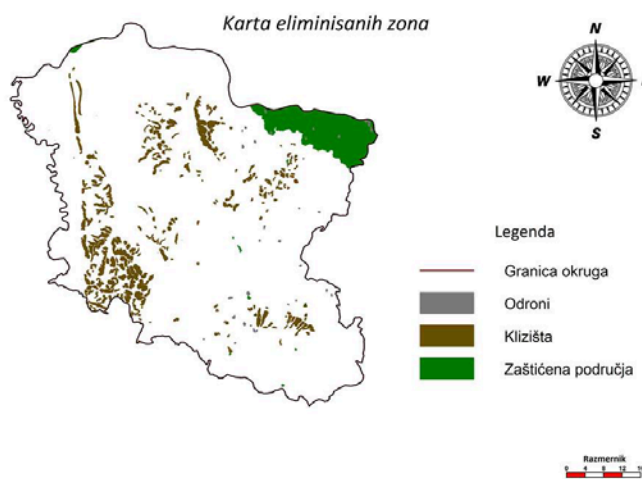
Због неприступачности током изградње и отежаног одржавања електрана, избегавају се велики нагиби. За најпогоднији нагиб земљишта изабрана је вредност 0-4°. На основу карте може се уочити да је овакав степен инклинације изузетно присутан у западном делу округа.



Слика 3: Карта намене земљишта

Начин коришћења земљишта је веома разноврстан у Браничевском округу. На великој површини смењују се шуме, паркови, воћњаци, виногради, ливаде, итд. У западном делу округа углавном су заступљене ненаводњаване пољопривредне површине које у потпуности одговарају за потребе изградње соларних електрана.

У карти заштићених природних добара извршена је елиминација заштићених природних подручја због изузетног еколошког значаја. У источном делу општине елиминисан је део Националног парка Ђердап. Сви остали делови који нису под заштитом државе, сматрају се погодним за анализу и изградњу соларних електрана.

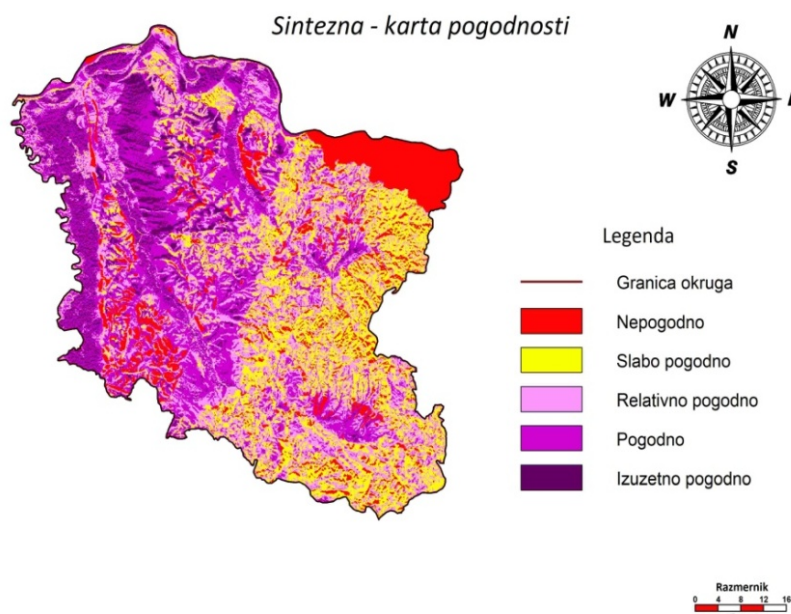


Слика 4: Синтезна карта елиминисаних зона

Метод елиминације примењен је и код карата природних хазарда (клизишта и одрони). Иако и клизишта и одрони представљају вид падинских процеса, чији су одредишни фактори идентични, ипак генеза ових процеса је различита⁹ тако да су за ова 2 природна хазарда анализирани две карте.

⁹ Драгићевић С., Филиповић Д. (2009): *Природни услови и непогоде у планирању и заштити простора*. Универзитет у Београду, Географски факултет, стр. 125.

На клизиштима и одронима врши се елиминација, тј. та површина се означава као непогодна за примену соларне енергије.



Слика 5: Синтезна карта погодности

Услед обраде свих карата појединачно, у програму TerrSet путем сабирања одређених карата и елиминисања непогодних локација (заштићена подручја, клизишта и одрони) формира се финална, синтезна карта погодности локација за изградњу соларних електрана. Анализом добијених података може се рећи да је западни део Браничевског округа изузетно погодан за изградњу соларних електрана. У општини Пожаревац природни потенцијали за примену соларне енергије су одлични, јер се око 100 km² сматра најпогоднијим локацијама, и скоро 230 km² је прилично погодно. Општина Мало Црниће такође се одликује веома добрим локацијама за изградњу електрана.

Табела 1: Вредновање погодности локација за изградњу соларних електрана, по општинама (у km²)

Општине Оцена	Пожаревац	Жагубица	Велико Градиште	Голубац	Мало Црниће	Жабари	Кучево	Петровац на Млави
1	13.7	70.54	12.06	199.7	18.47	41.08	92.99	60.71
2	20.4	278.74	40	36.62	19.35	11.38	283	88.61
3	118.75	295.63	91.77	56.79	50.02	57.55	228.23	213.2
4	229.72	116.97	153.32	61.75	126.26	114.64	111.29	262.23
5	100.14	4.71	48.7	8.5	55.78	39.6	8.06	30.98
Укупно	482.71	766.59	345.85	363.36	269.88	264.25	723.57	655.73

Табела 2: Вредновање погодности локација за изградњу соларних електрана, по општинама и округу (у %)

	Пожаревац	Жагубица	Велико Градиште	Голубац	Мало Црниће	Жабари	Кучево	Петровац на Млави	Округ
1	2.8	9.2	3.5	55.0	6.8	15.5	12.9	9.3	13.2
2	4.2	36.4	11.6	10.1	7.2	4.3	39.1	13.5	20.1
3	24.6	38.6	26.5	15.6	18.5	21.8	31.5	32.5	28.7

4	47.6	15.3	44.3	17.0	46.8	43.4	15.4	40.0	30.4
5	20.7	0.6	14.1	2.3	20.7	15.0	1.1	4.7	7.7

Закључак

У процентуалном износу, као и површинском, најпогодније општине за употребу соларне енергије су Пожаревац и Мало Црниће, где 1/5 укупне територије општина чине локације са најбољом оценом. Општине Велико Градиште, Жабари и Петровац на Млави имају релативно погодне локације, док је у општинама Голубац, Кучево и Жагубица соларни потенцијал најмањи. Употребом географских информационих система утврђено је да је 7,7% (око 297 km²) површине изузетно погодно, и 30.4% прилично погодно за изградњу соларних електрана у Браничевском округу. Инвестиција у соларну енергију би на овом простору била економски исплатива и еколошки веома значајна због смањења коришћења фосилних горива и побољшања квалитета животне средине.

Литература

1. Драгићевић С., Филиповић Д. (2009): *Природни услови и непогоде у планирању и заштити простора*. Универзитет у Београду, Географски факултет, стр. 125.
2. *Књига 20: Упоредни преглед броја становника 1948-2011*. Републички завод за статистику Србије, Београд (2014), стр.26.
3. Corine Land Cover (Coordination of information on the environment) - геопросторна база података о начину коришћења земљишта издата од Европске агенције за заштиту животне средине (ЕЕА).
4. Љешевић М. (2005): *„Животна средина“*. Универзитет у Београду, Географски факултет
5. Милановић М., Филиповић Д. (2017): *„Информациони системи у планирању и заштити простора“*. Универзитет у Београду, Географски факултет, стр. 151.
6. *Регионални просторни план за подручје Подунавског и Браничевског округа (2015)*. Републичка агенција за просторно планирање
7. Стојковић С. (2015): *Увод у ГИС – Практикум*. Универзитет у Београду, Географски факултет, стр 75.

ИДЕНТИФИКАЦИЈА ПОГОДНИХ ЛОКАЦИЈА ЗА ОРГАНСКУ ПОЉОПРИВРЕДУ ПРИМЕНОМ ГИС-А И АХП МЕТОДЕ У ОПШТИНИ ЧАЧАК

Никола Младеновић¹

Апстракт: Органска пољопривреда из године у годину поприма све већи значај у свету и код нас. Конвенционална пољопривреда, употреба хемије и интензивне агротехничке мере доводе до бројних негативности како по животну средину тако и по квалитет производа у пољопривреди, па самим тим постоји потреба за здравијом животном средином и преласком на органску производњу. Да би се комплетно осигурао квалитет органске производње потребно је пронаћи одговарајуће локације које задовољавају све критеријуме које захтева органска пољопривреда. Географски информациони системи могу одиграти важну улогу и олакшати идентификацију погодних локација за органску пољопривреду. У овом раду је коришћена АХП метода како би се на прави начин поставила хијерархија међу критеријумима и уз помоћ ГИС-а извршила комплетна геопросторна анализа општине Чачак.

Кључне речи: органска пољопривреда, погодност, АХП, ГИС, идентификација

IDENTIFICATION OF SUITABLE LOCATIONS FOR ORGANIC AGRICULTURE USING GIS AND AHP METHODS IN THE MUNICIPALITY OF ČAČAK

Abstract: Organic farming every year takes on increasing importance in the world and in our country. Conventional agriculture, the use of chemicals and intensive farming methods lead to numerous negative to the environment and the quality of products in agriculture, and therefore there is a need for a healthier environment and the transition to organic production. In order to fully ensure the quality of organic production need to find suitable locations that meet all the criteria required by organic farming. Geographic information systems can play an important role and facilitate the identification of suitable sites for organic agriculture. The paper used AHP method in order to properly set up a hierarchy among the criteria and with the help of GIS Geospatial conducted a complete analysis of the municipality of Čacak.

Key words: organic agriculture, suitable, AHP, GIS, identification

Увод

Општина Чачак се налази у средишњем делу централне Србије, припада Моравичком округу и граничи се са општинама Горњи Милановац на северу, Кнић на истоку, Краљево на југоистоку, Пожега на западу и Лучани на југозападу. У простору између крајњих тачака: најсевернија- 20°15'28", 44°00'38", најисточнија- 20°38'48", 43°53'03", најјужнија-20°25'22", 43°43'48", најзападнија- 20°06'46", 43°56'30" општина Чачак заузима 639,76 km². У погледу рељефа територија општине Чачак може се поделити на: Чачанску котлину са надморском висином од 200 m до 300 m, затим брежуљкасто- брдски предео од 300 m до 500 m и планински предео од 500 m до 985 m надморске висине. Средња висина је 367,17 m. У климатском погледу, општина Чачак припада умерено-континенталном типу климе. Средња годишња температура ваздуха је 10,47° C, док је влажност ваздуха 80,7 % и средња количина падавина 692,9 mm. Сходно природно-географским карактеристикама простора општина Чачак има велике потенцијале у погледу пољопривредне производње пре свега у повртарству, поготову Чачанска котлина, из тих разлога је за анализу погодности узет управо овај простор. Уз примену методологије АХП и ГИС алата, анализирана је комплексна структура природних и антропогених фактора који утичу позитивно или негативно на развој органске пољопривреде.

¹Пољопривредни факултет, мастер академске студије заштита животне средине у пољопривреди
nikolamladenovich94@gmail.com

Материјал и методологија

Да би се извршила геопросторна анализа било је потребно прикупити просторне и непросторне податке о општини Чачак. Векторизовање података вршено је у софтверима Geomedia Professional 6.1, Google Earth и QGIS 2.18.1.S Тип земљишта као један од кључних критеријума за анализу општине, а самим тим и за органску пољопривреду, је дигитализован са педолошких карата 1:50 000 и у атрибутима унет одговарајући тип земљишта. Геолошка подлога је дигитализована са геолошких карата 1:100 000 са одговарајућим атрибутним подацима о типу стена. Како би се избегао ризик од поплава у на пољима како критеријум је додата зона поплава која је дигитализована са карте поплавних површина у Србији, такође су у софтверу Google Earth векторизовани сви већи речни токови на територији истраживаног подручја. Са карте ерозије 1: 500 000 су дигитализоване површине које су под јаком, средњом и врло слабом ерозијом или акумулацијом, како би се на обрадивим површинама спречила или избегла штета од ерозије. База катастра депонија² је такође један од кључних параметара да би се избегла загађења и контаминација пољопривредног земљишта. Конектовањем ове базе на постојећу и издвајањем тачака из базе која обухвата територију Републике Србије, добијене су депоније у виду тачака за територију општине Чачак и креиране бафер зоне око њих на 500, 1000, 1500, 2000 и преко 2000 m. Поред тога, дигитализоване су још неке дивље депоније, које нису постојале у бази, са сателитског снимка. Подаци о коришћењу простора добијени су из Corine Land Cover 2012³. Центри насеља су такође узети у обзир и векторизовани у софтверу Google Earth. Како се не би нарушавала заштићена природна добра, преузета је база заштићених природних добара планете⁴ и издвојене су површине за општину Чачак и такође креиране бафер зоне на 500, 1000, 1500, 2000 и преко 2000 m. Саобраћајнице су преузете као вектори у софтверу QGIS, опцијом Vector/OpenStreetMap/Download data. Близина саобраћајница је битна због транспорта, али је такође удаљеност од истих важна због загађења ваздуха, па су на основу тога креиране бафер зоне од 100, 200, 500, 1000 и преко 1000 m. Сви ови подаци који су векторизовани, за потребе даље анализе су растеризовани у софтверу TerrSet.

Шездесетометарски дигитални модел терена (*Digital elevation model*, скр. DEM) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) је коришћен за добијање експозиције терена и нагиба, који имају важну улогу по питању осунчаних страна и оцедности терена. На основу DEM-а и промене температуре са променом надморске висине по формули (Живковић, 2009) **-0,0053*H+10,47** добијена је растерска подлога расподеле средњих годишњих температура на територији општине Чачак. Такође, на основу дигиталног модела висина и промене количине падавина са променом надморске висине по формули (Живковић, 2009): **0,425*H+692,9** добијена је растерска подлога са средњим количинама падавина на територији општине Чачак.

Као што Љешевић М. наводи стандардизоване бодове, тако су и у овом случају додељени бодови свим критеријумима који су приказани у табели 1.

² SEPA- агенција за заштиту животне средине

³ CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover – геопросторна база података о начину коришћења земљишта Европске агенције за заштиту животне средине (EEA).

⁴ <https://www.protectedplanet.net/>

Педологија	Вредности	Геологија	Вредности	Саобраћај. бафер	Вредности
Алувијал	5	Алувијални седименти	5	100	0
Црница	6	Неогени седименти	4	100-200	1
Еродирана земљишта	0	Метаморфне стене	3	200-500	2
Гајњача	5	Магматске стене	1	500-1000	3
Псеудоглеј	2	CORINE	Вредности	>1000	5
Скелетна земљишта	0	Урбане средине	0	Бафер депонија	Вредности
Смеђе рудо на кречњаку	3	Пољопривредне повр.	5	500	0
Смеђе на андезиту	3	Воћњаци	2	500-1000	1
Смоница алувијална	4	Ливаде и пашњаци	3	1000-1500	2
Смоница еродирана	3	Пољ.повр. Прир. Вегет	6	1500-2000	3
Смоница лесивирана	4	Шуме	1	>2000	5
Смоница у огајњачавању	5	Водене површине	0	Бафер насеља	Вредности
Смоница	6	Нагиб	Вредности	500	0
Експозиција	Вредности	0-2	5	500-1000	1
Топле (S+SE+SW)	5	2-5	6	1000-1500	2
Исток	4	5-10	4	1500-2000	3
Неекспониране	4	10-15	2	>2000	5
Запад	3	15-30	1	Бафер ЗПД	Вредности
Хладне (N+NE+NW)	1	>30	0	500	0
Ерозија	Вредности	Поплаве	Вредности	500-1000	1
Јака	0	Зона попл.	0	1000-1500	2
Средња	3	Без попл.	5	1500-2000	3
Слаба	6			>2000	5

Табела 1 Елементи вредновања за потребе органске пољопривреде

Такође су просечним годишњим температурама додељени бодови од 1 до 6 за сваку од зона, као и просечним годишњим падавинама бодови од 1 до 4 за сваку од зона.

Када су успостављени значаји фактора, следи поређење свих парова. У том случају прави се матрица поређења и мери се сваки фактор у оквиру скупа како би им се на крају доделио одговарајући тежински коефицијент који улази у крајње преклапање слојева (Mishra et. al., 2014). Приликом поређења парова издвојене су две групе фактора: природни и антропогени.

	Педологија	Геологија	Поплаве	Ерозија	Температуре	Падавине	Експозиције	Нагиб
Педологија	1	2	3	4	5	6	7	8
Геологија	1/2	1	2	3	4	5	6	7
Поплаве	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6
Ерозија	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5
Температуре	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4
Падавине	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3
Експозиције	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2
Нагиб	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1

Табела 2 Поређење парова критеријума за природне факторе

Критеријуми из табеле 2 су постављени у међусобни однос а затим изражени кроз матрицу 1 како би се даље наставило ка добијању тежинског коефицијента за сваки критеријум.

1	2	3	4	5	6	7	8
0.50	1	2	3	4	5	6	7
0.33	0.50	1	2	3	4	5	6
0.25	0.33	0.50	1	2	3	4	5
0.20	0.25	0.33	0.50	1	2	3	4
0.17	0.20	0.25	0.33	0.50	1	2	3
0.14	0.17	0.20	0.25	0.33	0.50	1	2
0.13	0.14	0.17	0.20	0.25	0.33	0.50	1

Математичком операцијом квадрирања матрице 1, која је саставни део АХП методологије, добијене су вредности у матрици 2.

Матрица 1

8.00	11.59	17.90	27.85	42.33	62.17	88.00	120.00	377.84	0.33
5.78	8.00	11.95	18.57	28.75	43.33	63.00	88.00	267.38	0.23
4.15	5.57	8.00	12.12	18.83	29.00	43.33	62.17	183.17	0.16
2.93	3.90	5.47	8.00	12.17	18.83	28.75	42.33	122.38	0.11
2.02	2.70	3.78	5.43	8.00	12.12	18.57	27.85	80.48	0.07
1.36	1.86	2.63	3.78	5.47	8.00	11.95	17.90	52.95	0.05
0.90	1.27	1.86	2.70	3.90	5.57	8.00	11.59	35.80	0.03
0.60	0.90	1.36	2.02	2.93	4.15	5.78	8.00	25.75	0.02
								1145.74	1

Матрица 2

Добијањем резултата множења матрице сумирају се колоне, затим се сваки резултат колоне дели са збиром свих колона и добијају се тежински коефицијенти за критеријуме.

С обзиром да постоје више од два односа поређења, врши се испитивање конзистентности добијених резултата. У том случају се израчунава $\lambda_{\max}$, а то се добија множењем матрице у којој се налазе резултати поређења са добијеним тежинским коефицијентима, и онда се добијају следеће вредности:

8.28	Након тога се рачуна $\lambda_{\max}$ на следећи начин:
8.12	$\lambda_{\max} = \frac{8,28+8,12+8,05+8,08+8,22+8,41+8,56+8,62}{8} = 8,29$
8.05	
8.08	
8.22	Затим се рачуна индекс конзистентности:
8.41	$CI = \frac{\lambda_{\max}-n}{n-1} = \frac{8,29-8}{8-1} = 0,04$
8.56	
8.62	На крају се израчунава степен конзистентности тј. CR:
$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,04}{0,04/1,41} = 0,02$	

Степен конзистентности је овде одговарајући јер је мању од 0,1. RI се добија дељењем индекса конзистентности и броја који је у овом случају 1,41 по Сатијевој скали (Saaty, 1980).

На исти начин спроводи се рачунање тежинских коефицијената за парове критеријума антропогених фактора. Па с тога се добијају следећи резултати:

5.00	8.08	13.67	22.50	35.00	84.25	0.42	На основу ових резултата добијене су и следеће вредности индекса конзистентности CI= 0,02 и степена конзистентности CR=0,01. У овом случају је RI=1,12
3.22	5.00	8.33	14.00	22.50	53.05	0.26	
2.02	3.08	5.00	8.33	13.67	32.10	0.16	
1.23	1.92	3.08	5.00	8.08	19.32	0.10	
0.76	1.23	2.02	3.22	5.00	12.23	0.06	
					200.94	1	

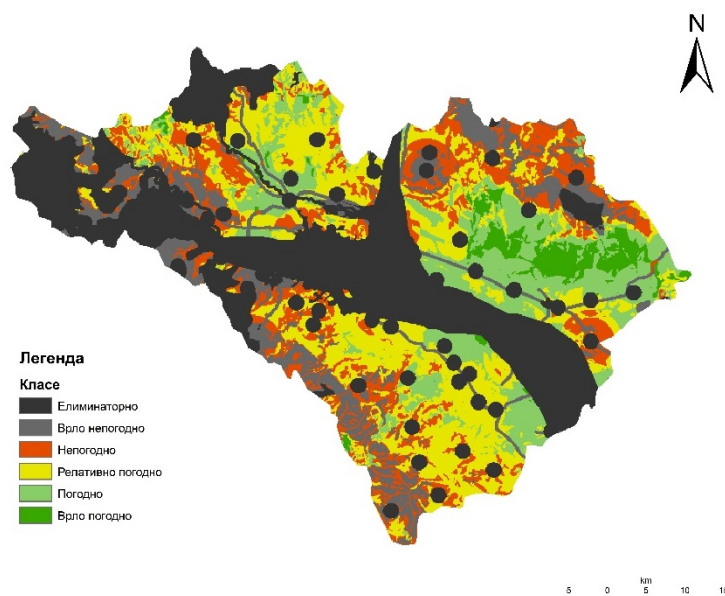
Решавањем свих матрица и прорачуна који су у склопу аналитичког хијерархијског процеса добијени су следећи тежински коефицијенти за природне факторе : педологија-0.33, геологија-0.23, поплаве- 0.16, ерозија- 0.11, температуре- 0.07, падавине- 0.05, експозиција 0.03, нагиб- 0.02.

Такође, за антропогене добијени су следећи тежински коефицијенти: бафер зоне око депонија- 0.42, CORINE- 0.26, бафер зоне око насеља- 0.16, заштићена природна добра- 0.10, бафер зоне око саобраћајница- 0.06. ГИС пружа подршку процесу доношења одлука, тако што обезбеђује флексибилно окружење за анализу различитих алтернатива на основу њихових критеријума, интегришући системе за управљање базама података, графичким приказима и табеларним извештајима, као и са експертским знањем корисника (Смиљанић и Ђурђић, 2006).

Један од најбитнијих корака у овој анализи је интеграција тежинских коефицијената и ГИС-а. Методом рекласификације додељују се свим критеријумима за идентификацију погодних локација за органску пољопривреду припадајући тежински коефицијенти. Након тога су све растерске подлоге, односно критеријуми, спремни за финално преклапање тј. Сабирање како би се добила синтезна карта погодности. Као коначан резултат добија се синтезна карта погодних локација за органску пољопривреду. Методом рекласификације долази се до прецизнијег приказа категорија погодности.

Резултати истраживања и закључак

Након извршене комплетне геопросторне анализе и добијања финалне карте, долази се до површина за свако од категорија погодности. Површине су приказане у табели 3.



Класе	Површина у km ²	Површина у %
Елиминаторно	222.46	34.77
Врло непогодно	76.11	11.90
Непогодно	88.81	13.88
Релативно погодно	140.73	22.00
Погодно	89.02	13.91
Врло погодно	22.67	3.54

Табела 3 Подаци о површинама за сваку категорију погодности

Резултати показују да је 3.54 % општине Чачак врло погодно за развој органске пољопривреде, такође не треба занемарити 13.91% у категорији „погодно“ јер те локације такође задовољавају све критеријуме органске пољопривреде, с тим што категорија „врло погодно“ поседује јако строге услове по свим критеријумима. Овакви подаци показују да се уз релативно доступне податке, ГИС-ом и АХП методом може доћи до релевантних података који могу да послуже у сврху рејонирања предела управо за развој органске пољопривреде. Такође, овакав начин добијања резултата истраживања доводи до формирања опширне и детаљне базе података о истраживаном простору.

Литература

Mishra K. A., Deep S., Choudhary A., (2014). Identification of suitable sites for organic farming using AHP & GIS, The Egyptian journal of remote sensing and space science [pdf], Доступно на:<
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S110982315000289>>

Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. New York, N.Y.: McGraw Hill. [pdf], Доступно на:<
http://www.dii.unisi.it/~mocenni/Note_AHP.pdf>

Љешевић М. (2000): Животна средина, теорија и методологија истраживања, Географски факултет, Београд.

Живковић Н. (2009): Просечни годишњи и сезонски отицаји река у Србији.

Смиљанић, С., & Ђурђић, С. (2006). Примена ГИС-а у вредновању природних потенцијала општине Ражањ за потребе пољопривреде. Гласник српског географског друштва, 86(2) , стр. 161-165.

<https://earthexplorer.usgs.gov/>

<https://www.protectedplanet.net/>

<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012>

ПРЕДИКЦИЈА ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА

Јован Ковачевић¹, Никола Станчић²

Апстракт: Температура ваздуха представља један од метеоролошких параметара који се најчешће мере. Прецизна мерења температуре ваздуха врше се у метеоролошким станицама, чији просторни размештај може бити неравномеран и за поједине примене неодговарајући. Због тога се прибегава предикцији температуре ваздуха, како би се обезбедио неопходни температурни модел за одговарајуће примене. У оквиру овог рада приказана је техника стохастичке предикције температуре ваздуха користећи се програмским језиком „R“. Приказан је и пример анализе и одабира оптималног сета предиктора неопходних за предикцију температуре. Како „R“ у основи представља статистички пакет, истовремено су приказане и његове могућности коришћења као ГИС алата.

Кључне речи: предикција, температура ваздуха, програмски језик „R“

AIR TEMPERATURE PREDICTION

Abstract: Air temperature is one of the most often measured meteorological parameters. Precise air temperature measurements are done in meteorological stations, whose spatial distribution may be uneven and for some applications unsuitable. Therefore, in order to provide the necessary temperature model for the appropriate applications, prediction of air temperature is performed. This paper presents a methodology of stochastic prediction of air temperature using the programming language "R". An example of the analysis and selection of the optimal set of predictors necessary for the prediction of temperature is provided. As "R" is basically statistical package, at the same time its possibilities as a GIS tool are shown.

Key words: prediction, air temperature, programming language "R"

Увод

Температура ваздуха представља измерену температуру на висини од 2 m изнад површи терена помоћу одговарајућег и по прописима калибрисаног термометра [1]. Температура ваздуха представља један од основних услова окружења и учествује у многим важним процесима (еколошки, атмосферски, процеси даљинске детекције...). Температура ваздуха представља улазни параметар многих прорачуна и модела, где је за постизање оптималне тачности потребно обезбедити податке о температури високе просторне резолуције [2]. Метеоролошке станице као репрезентативни извор података температуре често имају неравномеран просторни размештај, па није могуће коришћење њихових података у изворном облику. Уместо тога, прибегава се предикцији температуре ваздуха где се улазна тачкаста мерења доводе у везу са сетом предиктора који се сматрају од значаја за предвиђање и помоћу њих се врши предвиђање температуре ваздуха на подручју од интереса.

Постоји велики број метода предикције, при чему је њихова подела на основу квантификације просторне површи врши на детерминистичке и стохастичке [3]. Детерминистичке методе унапред усвајају облик математичких функција којима ће се вршити предикција циљне променљиве и не разматрају стохастичке карактеристике предиктора и измерених вредности атрибута у узорку. Стохастичке методе су оне методе код којих се вредности атрибута предиктује водећи рачуна о стохастичким карактеристикама предиктора и измерених вредности узорка.

Програмски језик „R“ представља језик и окружење отвореног кода намењено за статистичке прорачуне и графику [4]. Услед велике могућности проширења R-а, овај преваходно статистички алат нашао је примену и у бројним другим областима. Велик број библиотека свесних простора и алата који ефикасно баратају просторним подацима омогућавају коришћење R-а и као ГИС

¹ Грађевински факултет, Универзитет у Београду, Бул. Краља Александра 73, jkovacevic@grf.bg.ac.rs

² Грађевински факултет, Универзитет у Београду, Бул. Краља Александра 73, nstancic@grf.bg.ac.rs

окружења. Због своје јаке статистичке позадине, посебно је погодан за потребе геостатистичке предикције, па је због тога и искоришћен као ГИС окружење у оквиру овог рада.

Улазни подаци

Под улазним подацима неопходним за решавање задатка предикције температуре ваздуха подразумевају се:

- вредности измерене температуре ваздуха из метеоролошких станица за одређени датум;
- сет расположивих предиктора од значаја за предикцију температуре ваздуха.

Подаци мерења температуре ваздуха

Подаци о температурама преузети су са веб странице „Националних центара за информације о животној средини“ [5]. Одабрана су мерења за датум 4.4.2015. извршена у 12:00 часова, која обухватају мерења температуре из метеоролошких станица Словеније, Хрватске, Босне и Херцеговине, Црне Горе, Србије и Македоније. Основне информације о преузетим подацима приказани су у наставку.

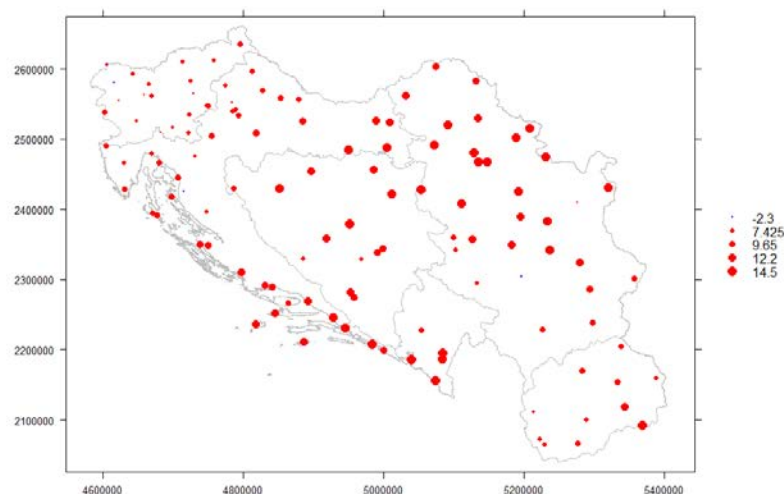
Табела 4. Број мерења по свакој држави

Држава	Словенија	Хрватска	БиХ	Црна Гора	Србија	Македонија	Укупно
Број мерења	20	41	14	5	31	11	122

Табела 5.

Основни статистички параметри

Параметар	Вредност
Број мерења	122
Минимум	-2.30 °C
Максимум	14.50 °C
Медијана	9.65 °C
Средња вредност	9.40 °C
Стандардна девијација	3.65 °C



Слика 1. Просторни распоред измерених температура креиран *bubble* функцијом

Коришћени предиктори

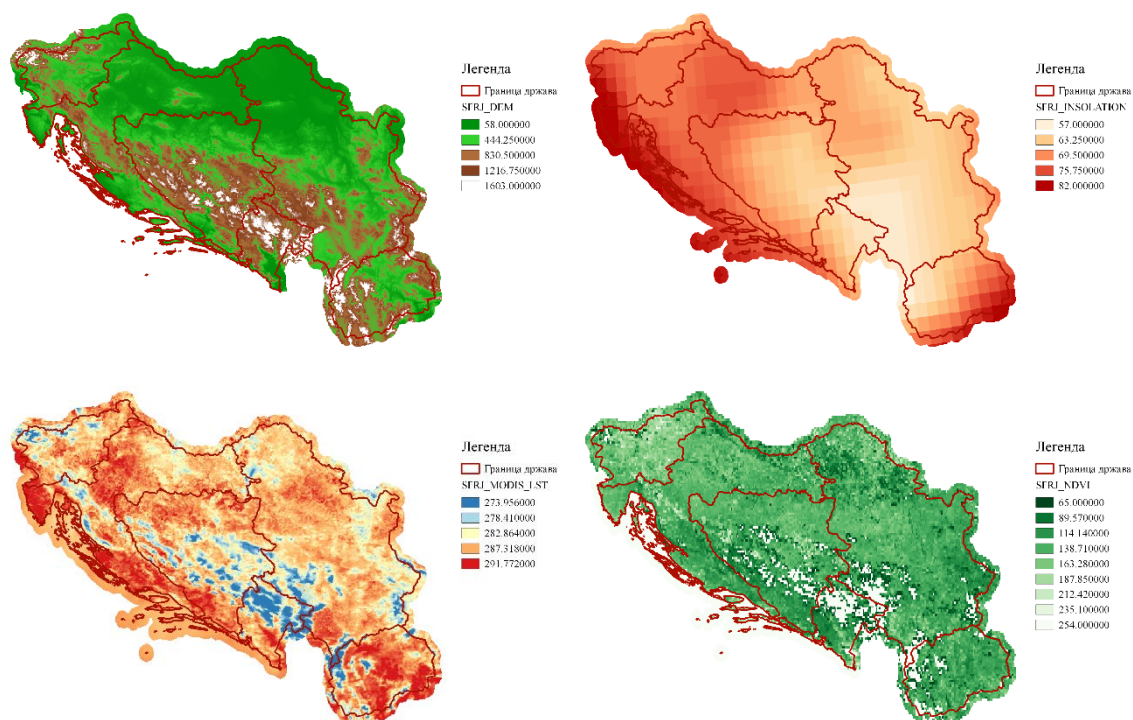
За потребе предикције температуре одабран је сет предиктора. Предиктори су преузети као растери у стандардном *GeoTIFF* формату. Извршена је њихова репројекција у пројекцију *ETRS89 / ETRS-LAEA EPSG:3035* (где је било потребе), након чега је извршено исецање полазних растера за подручје бафера Југославије и њихов ресамплинг како би се њихове димензије (матрице слика) поклапале.

Овај поступак је урађен за следеће предикторе:

1. Дигитални елевациони модел – *SRTM 1 km grid Global* [6]
2. Глобални 10-дневни *NDVI* композит – *Global 10-daily Normalized Difference Vegetation Index* [7]
3. Карта температуре земљишта – *MODIS LST 8-Day Global 1km* [8]
4. Карта количине осунчаности земљине површине – *Global Solar Insolation (8 day)* [9]

Табела 6. Сумарни преглед предиктора са њиховом просторном и временском резолуцијом

Назив предиктора	Просторна резолуција	Временски период на који се односи
<i>SRTM DEM</i>	1 km	/
<i>Global 10-daily NDVI</i>	1 km	1.4.2015. - 10.4.2015.
<i>MODIS LST 8-Day Global</i>	1 km	30.3.2015. - 6.4.2015.
<i>Global Solar Insolation (8 day)</i>	≈ 30 km (0.25°)	30.3.2015. - 6.4.2015.



Слика 2. Приказ коришћених предиктора

Пре него што се приступило предикцији, извршена је анализа предиктора из полазног скупа, како би се детектовали они који су статистички од значаја. За те потребе прво је од свих предиктора креиран полазни линеарни модел. Формула овог модела гласи:

$$T \sim SFRJ_{MODIS\ LST} + SFRJ_{DEM} + SFRJ_{INSOLATION} + SFRJ_{NDVI}$$

T – температура ваздуха

$SFRJ_{MODIS\ LST}$ – вредност температура земљишта

$SFRJ_{DEM}$ – висина терена из дигиталног елевационог модела

$SFRJ_{INSOLATION}$ – вредност количине инсолације

$SFRJ_{NDVI}$ – нормализовани вегетациони индекс разлике

Овај полазни модел је пуштен кроз *stepwise* алгоритам, како би предиктори који нису од значаја за одређивање температуре ваздуха били одбачени. Као резултат су остављена преостала су два предиктора. Коначан модел предикције температуре гласи:

$$T \sim SFRJ_{DEM} + SFRJ_{INSOLATION}$$

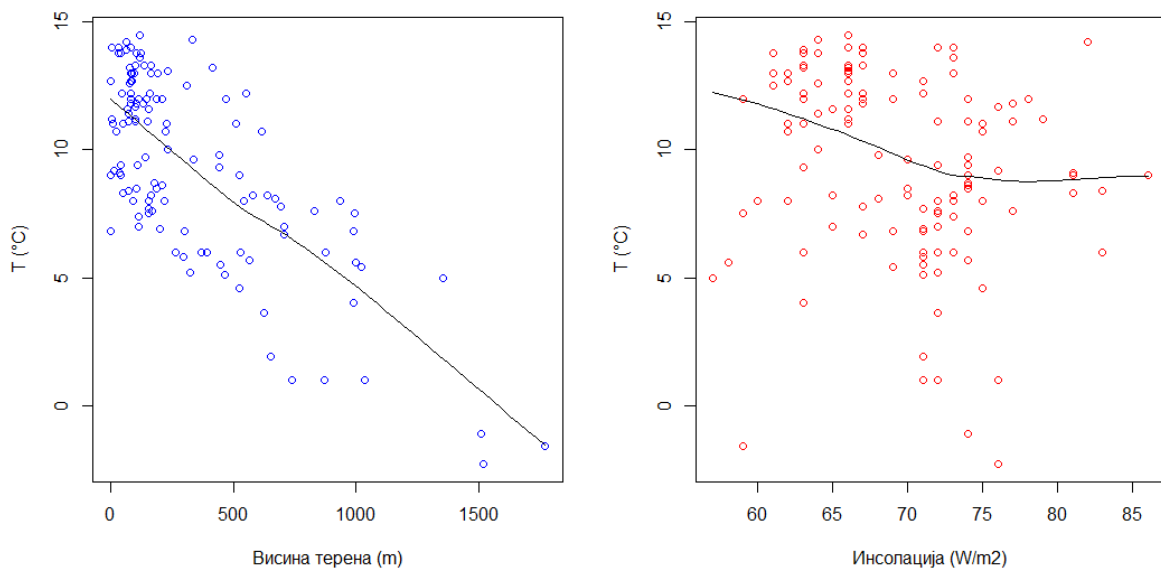
T – температура ваздуха

$SFRJ_{DEM}$ – висина терена из дигиталног елевационог модела

$SFRJ_{INSOLATION}$ – вредност количине инсолације

Анализа зависности између предиктора и узорка

Анализа зависности између предиктора и узорка извршена је утврђивањем односа циљне променљиве (температуре) са сваким појединачним предиктором. То је урађено помоћу изгачаног дијаграма расејања (scatterplot).



Слика 3. Дијаграми расејања висине терена и температуре ваздуха (лево) и количине инсолације и температуре ваздуха (десно)

Анализом дијаграма може се лако уочити да постоји линеарна зависност између висине терена и температуре ваздуха. Зависност постоји и у случају количине инсолације и температуре ваздуха, где је однос линеаран до одређене граничне вредности, након чега однос постаје константан. На овај начин оправдан је наставак предикције температуре ваздуха

Предикција температуре ваздуха

На основу одабраних предиктора и узоркованих мерења температуре ваздуха извршена је предикција температуре ваздуха на подручју од интереса. За те потребе на располагању постоји велики број метода и интерполационих функција, које се разликују по томе да ли и како респектују предикторе, да ли узимају у обзир просторну структуру површи, да ли се ослањају на стохастичке или детерминистичке претпоставке итд... [3]

У оквиру овог рада, температура ваздуха је предиктована коришћењем две различите стохастичке методе предикције, и то:

1. Обичним кригингом;
2. Регресионим кригингом.

Ове методе подразумевају да је претходно извршена квантификација просторне структуре површи променљиве чија се предикција врши.

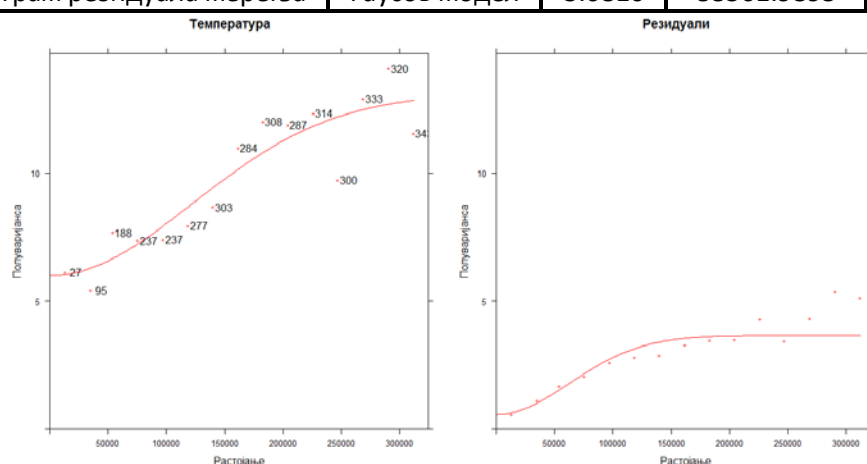
Квантификација просторне структуре површи променљиве

Под квантификацијом просторне структуре површи подразумева се моделирање вариограма, као функције којом се описује степен просторне зависности просторног случајног поља [3]. У конкретном случају, вариограм ће приказати меру међусобне корелације између узоркованих температура ваздуха, као и опис корелисаности температуре ваздуха у узоркованим тачкама и у оним тачкама где се вредност температуре предиктује.

Вариограм може бити представљен различитим моделима. За потребе овог пројекта срачуната су два вариограма тј. вариограм мерења и вариограм резидуала мерења. У оба случаја коришћен је Гаусов модел вариограма. Резултати моделирања вариограма дати су у наставку:

Табела 7. Вредности параметара експерименталних вариограма

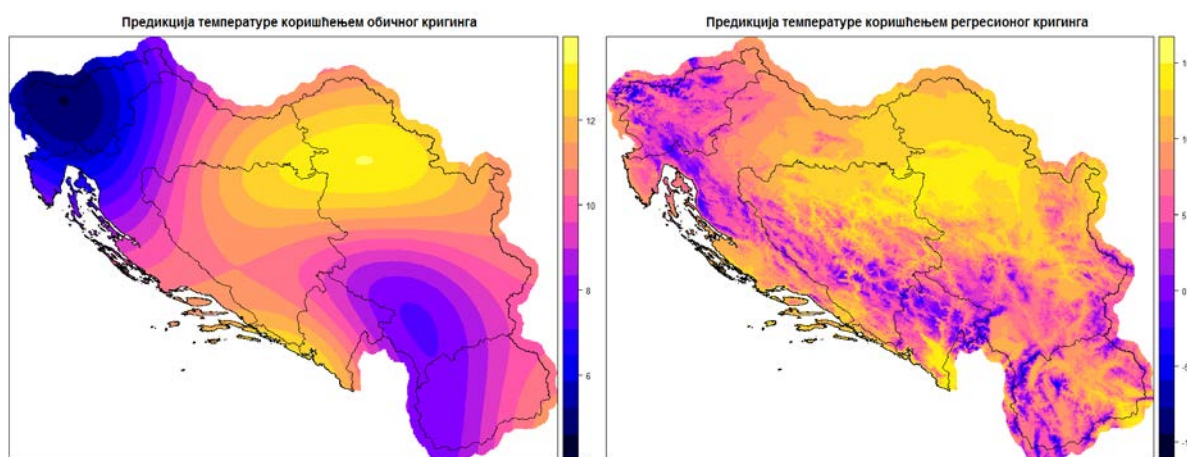
	Модел	Праг	Домет [m]	Грумен
Вариограм мерења	Гаусов модел	7.1083	172064.7468	5.9986
Вариограм резидуала мерења	Гаусов модел	3.0810	88361.9895	0.5705



Слика 4. График вариограма мерења (лево) и вариограма резидуала мерења (десно)

Резултати предикције

Након извршене квантификације просторне структуре површи извршена је предикција циљне променљиве – температуре ваздуха. Резултати две методе могу се видети на следећој слици.



Слика 5. Резултати предикције обичним кригингом (лево) и регресионим кригингом (десно)

Визуелно резултати изгледају веома различито и свакако да би предност требало дати регресионом кригингу. Да би то било и статистички потвршено, извршена је и анализа квалитета предикције.

Анализа квалитета предикције

Анализа квалитета предикције температуре извршена је методом кросвалидације. Овим поступком су оцењени најважнији параметри обе коришћене методе. Приказа срачунатих статистичких параметара дат је у следећој табели:

Табела 8. Преглед параметара оцене квалитета предикције методом кросвалидације

Тип кригинга	Обични	Регресиони
Средња грешка предикције (идеално 0)	0.009	0.047
Средња квадратна грешка предикције (идеално што мања)	7.255	1.234
Средња квадратна нормализована грешка предикције (идеално блиска 1)	1.050	1.106
Коефицијент корелације мерења и предикције (идеално 1)	0.673	0.953
Коефицијент корелације резидуала мерења и предикције (идеално 0)	-0.022	-0.061
Коефицијент детерминације	0.45	0.91

На основу претходних резултата предикције и табеле параметара кросвалидације, може се потврдити да су резултати добијени регресионим кригингом знатно бољи у односу на обични кригинг. То се може пре свега рећи на основу вредности коефицијента детерминације, где се регресиони кригинг показао значајно боље.

Закључак

У оквиру овог рада успешно је извршена предикција температуре ваздуха за територију бивше СФРЈ коришћењем програмског језика „R“. Важна напомена је да су сви подаци који су коришћени у оквиру задатка на располагању за бесплатно преузимање, као и да су сви софтвери коришћени за реализацију задатка отвореног кода.

Успешна реализација задатка илуструје могућности програмског језика „R“ помоћу којег, уз расположивост податка, је могуће направити повезану целину и обезбедити устаљену процедуру решавања задатка предикције температуре. Иако се примарно ради о статистичком окружењу, може се закључити да успешно реализује и уобичајене ГИС функционалности. Проблем који се јавља јесте одсуство уобичајеног ГИС интерфејса на какав је већина корисника навикла. Уместо тога, неопходно је умеће скриптовања у „R“-у где донекле могу помоћи разна окружења за писање кода (нпр. *RStudio*). За многе кориснике, управо овај недостатак може бити пресудан приликом одабира окружења за предикцију температуре ваздуха.

Литература

- [1] Jin, M. L. & Dickinson R. E. (2010). Land Surface Skin Temperature Climatology: Benefitting from the Strengths of Satellite Observations / *Environmental Research Letters*, 5 (2010), 4, 04404
- [2] Taheri Shahraiyi & H., et al. (2017). High-Resolution Air Temperature Mapping in Urban Areas / A Review on Different Modelling Techniques: *THERMAL SCIENCE: Year 2017*, Vol. 21, No. 6A, pp. 2267-2286
- [3] Li, Z., Zhu, Q., & Gold, C. (2005). Digital terrain modeling : principles and methodology / *Zhilin Li, Qing Zhu, Christopher Gold*. Boca Raton [etc.] : CRC Press, c2005.
- [4] The R Project for Statistical Computing - <https://www.r-project.org/> (29. априла 2018)
- [5] National Centers for Environmental Information - <https://www.ncei.noaa.gov/> (29. априла 2018)
- [6] SRTM 1 km grid Global - <http://www.cgiar-csi.org/data/srtm-90m-digital-elevation-database-v4-1> (29. априла 2018)
- [7] Global 10-daily NDVI <http://land.copernicus.eu/global/products/ndvi> (29. априла 2018)
- [8] MODIS LST 8-Day Global 1km- https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table/mod11a2 (29. априла 2018)
- [9] Global Solar Insolation (8 day) - http://neo.sci.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=CERES_INSOL_E (29. априла 2018)

ГИС ТЕХНОЛОГИЈЕ У ПРАЋЕЊУ ПРОМЕНА НА ПОВРШИНСКИМ КОПОВИМА РУДНИКА БАКРА БОР

Никола Станчић¹, Јован Ковачевић²

Апстракт: У раду је предочена могућност примене ГИС технологија над подацима даљинске детекције, са циљем да се сагледају трендови ширења копова и омогућило увођење ових процеса под контролу. Предлог решења јесте креирање веб-картографског сервиса који заинтересованом кориснику омогућује да добије увид у стање површинских копова у различитим епохама, као и преглед промена које су настале у периоду између одређених двеју епоха. Коначни веб-сервис има форму геопортала и поседује сет функционалности које задовољавају потребе корисника различитих профила. За пример су узети површински копови рудника бакра Рударско-топионичарског басена Бор.

Кључне речи: веб-ГИС, даљинска детекција, ширење рудника, праћење промена

GIS TECHNOLOGIES IN MONITORING CHANGES OF BOR OPEN-PIT COPPER MINE

Abstract: This paper presents the possibility of applications of GIS technologies on remote sensing data in order to understand the trends of the mine expansion and thereby enable putting these processes under control. The proposed solution includes creating a web mapping service that provides the opportunity for an interested user to gain insight into the status of the mine excavation in different epochs, as well as an overview of the changes that occurred during the period between certain two epochs. The final web service is in the form of a geoportal and has a set of functionalities that meet the needs of the different profiles of users. The example shows open-pit copper mines of copper mining and smelting complex located in Bor, Serbia.

Key words: web GIS, remote sensing, mines expansion, change monitoring

УВОД

Основан 1903. године, борски рудник тридесетих година XX века постаје један од највећих рудника бакра у свету. Свој врхунац достиже осамдесетих година прошлог века као велики центар европске обојене металургије. Поред свих економских бенефита које доноси један овакав рудник, дугогодишња експлоатација ипак оставља озбиљан траг, првенствено на животну средину. По ископавању руде, на овом подручју остају пространи површински копови великих дубина који утичу и на сâм град.

Површински коп „Велики Кривељ“ који се налази на свега десет минута од урбаног градског језгра представља једно од највећих вештачки створених удубљења у Европи, с дубином од преко 300 метара [2]. Тренутно, овај коп носи највећи терет производње бакра у Рударско-топионичарском басену Бор - више од 75% [9]. До данас је откопано око 150 милиона тона руде [2], а на основу геолошких истраживања је утврђено да у рудним резервама има потенцијала за експлоатацију у наредних бар 45 година [10]. Ова предвиђања стварају јасну потребу за системом за мониторинг будућих ширења површинских копова, јер свако ширење које није контролисано може да угрози читаву околину.

Лансирање вештачких сателита који су опремљени сензорима за добијање различитих информација о површи Земље је отворило врата многобројним новим могућностима. Већи број сателитских мисија и убрзан развој технологија довео је до ситуације да постоји значајан број веб-сервиса преко којих се нуде снимци и разни продукти добијени из њих. Тржиште продуката даљинске детекције је захваљујући развоју интернета последњих деценија вишеструко увећано и

¹ Грађевински факултет, Универзитет у Београду, Бул. краља Александра 73, nstancic@grf.bg.ac.rs

² Грађевински факултет, Универзитет у Београду, Бул. краља Александра 73, jkovacevic@grf.bg.ac.rs

данас су ови подаци практично свима доступни. Такође, нови снимци пристижу у све краћим временским размацама.

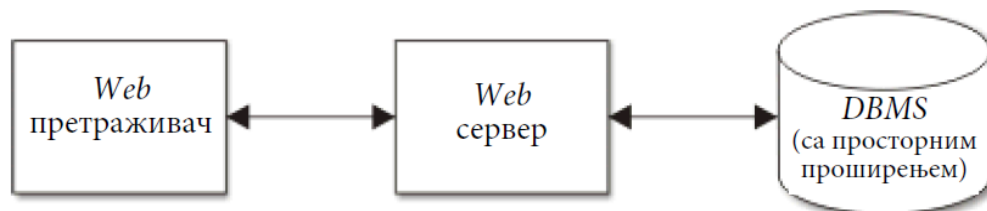
Добар пример домета сателитских мисија јесу сателитске мисије у оквиру *Landsat* [6] програма, најстаријег постојећег система за снимање Земље из свемира [4], који је симбол развоја даљинске детекције. Сателити ове мисије континуирано снимају Земљу већ готово 45 година и данас су сви снимци, укључујући и архивирани, јавно доступни. Представљају јединствен извор праћења промена у многим областима. Отворен приступ снимцима и продукцима, као и темпорална резолуција од 16 дана [5] су разлог што се у позадинском делу геопортала користе снимци добијени из овог програма.

АРХИТЕКТУРА ВЕБ-БАЗИРАНОГ СЕРВИСА

Идеја решења подразумева успостављање интернет базираног сервиса с интерактивним и интуитивним интерфејсом. Његова намена је да на једноставан и брз начин задовољи захтеве различитих група корисника у погледу праћења промена које су временом настале на комплексу рудника бакра у околини Бора. Систем се састоји из три јасно одвојене, али комплементарне компоненте (слика 1):

1. систем базе података с просторним проширењем (на најнижем нивоу, примарно служи за чување података);
2. веб-картографски сервер (средњи слој који послужује податке из базе података преко *OGC*-ових стандардних *WMS*, *WFS* и *WCS* сервиса);
3. кориснички интерфејс (веб-страница у веб-прегледачу написана у језицима *HTML*, *CSS* и *JavaScript*, уз коришћење *JavaScript* библиотеке *OpenLayers* 3).

Поред бесплатних снимака даљинске детекције, акценат је стављен и на искоришћавање алата отвореног кода (енгл. *open-source*) за њихову обраду, похрањивање у просторну базу података, послуживање и публикување на интернет.



Слика 6. Приказ архитектуре веб-базираног сервиса

УЛАЗНИ ПОДАЦИ И МЕТОДОЛОГИЈА ЊИХОВЕ ОБРАДЕ

За решавање постављеног задатка неопходно је прибавити одговарајуће податке, обработити их и сместити у просторну базу података, потом базу података повезати с веб-картографским сервером, послужити податке веб-сервисима и, на крају, направити интерактивни интерфејс у виду геопортала преко којег ће корисник моћи да погледа податке.

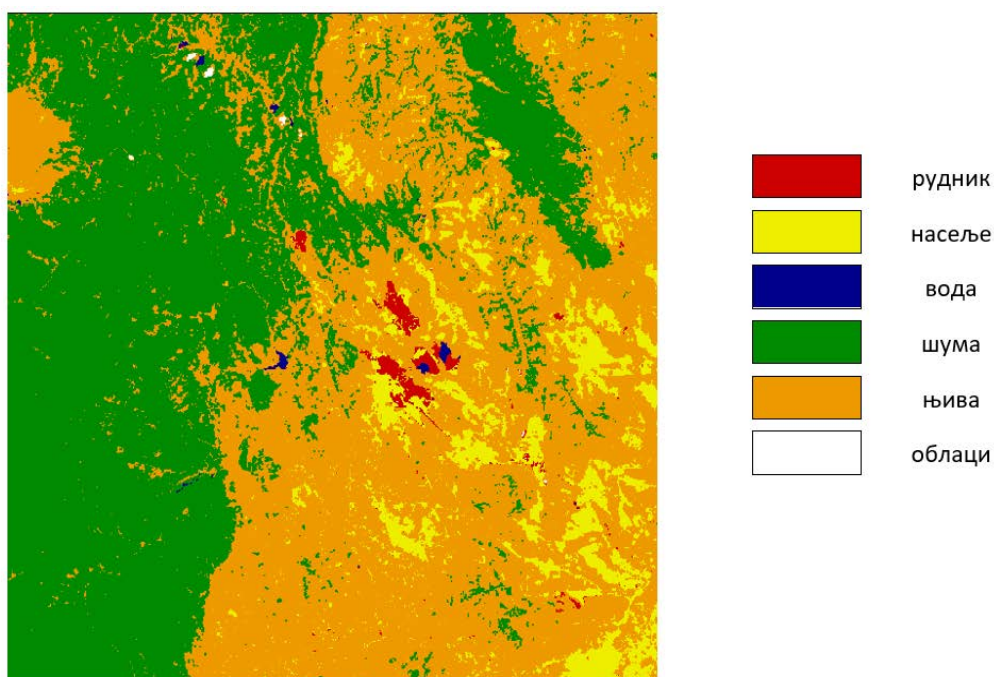
Подаци

Мултиспектрални снимци даљинске детекције добијени у мисијама *Landsat 5* и *Landsat 8* преузети су с *EarthExplorer*-а [1], специјализованог интернет сервиса под окриљем Геолошког топографског института САД (енгл. *United States Geological Survey – USGS*). Као пример, узете су три епохе: 9. септембар 1986, 22. јул 2003. и 10. август 2016. Снимци се налазе у *GeoTIFF* формату. Величина пиксела главних канала јесте 30 m × 30 m, док је просторна резолуција термалних канала код пете генерације 120 m, а код осме 100 m. Осми канал мисије *Landsat 8* је панхроматски и величина пиксела износи 15 m × 15 m. *Landsat 5* има радиометријску резолуцију од 8 битова (с 256 различитих вредности), а *Landsat 8* 16 битова (са 65536 различитих вредности) за првих девет канала и 12 битова (с 4096 различитих вредности) за термалне канале (*B10* и *B11*).

Обрада улазних података у ГИС софтверима

Сваки сателитски снимак покрива подручје од приближно $190 \text{ km} \times 190 \text{ km}$, што је знатно већа површина од оне која је потребна. Због тога је у оквиру софтвера *QGIS* [8] помоћу команде *Clipper*, од оригиналних 7731×7861 пиксела, у сваком снимку одсечено подручје око Бора димензија 1500×1500 пиксела и укупне површине 2025 km^2 . Над добијеним сетом снимака је извршена надзирана класификација у зависности од начина коришћења земљишта, коришћењем тренинг подручја. За класификациони алгоритам је примењена метода потпорних вектора (енгл. *Support vector machine*) над вредностима пиксела свих расположивих спектралних канала. Дефинисано је шест тренинг подручја, односно шест класа:

- рудник;
- насеље;
- вода;
- шума;
- њива;
- остало (облаци).



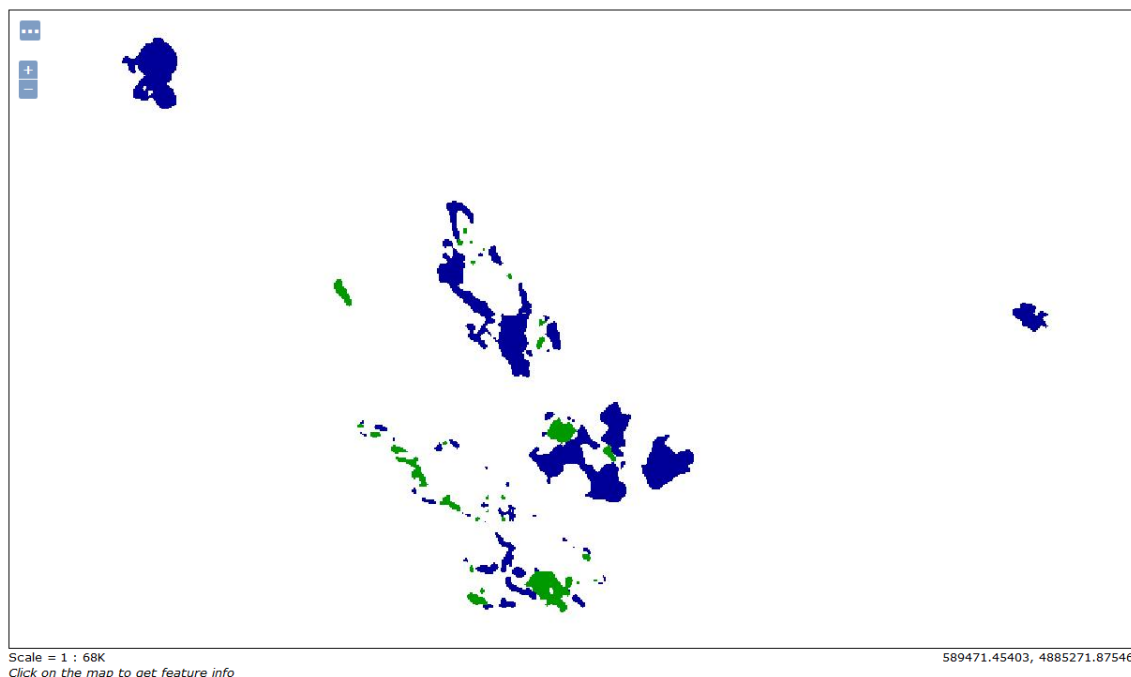
Слика 7. Пример класификованог сателитског снимка подручја око Бора, дана 10. августа 2016.

Како су за рад интересантни само пиксели који се односе на руднике (класа 1), њих је потребно изоловати. Екстракција ових пиксела је извршена рекласификацијом на основу вредности пиксела, и то тако што је пикселима преосталих пет класа (класа 2 – класа 6) додељена једнака вредност. Другим речима, ове класе су стопљене у једну. У резултујућем растеру постоје две класе: рудник и остало. Над паровима овако класификованих растера је извршена детекција промена између епоха.

Смештање података у просторну базу података и њихово публикување

За складиштење растерских података је одабран систем базе података отвореног кода *PostgreSQL 9.6* [7] с проширењем за манипулисање просторним подацима *PostGIS*. Комуникација с базом података је вршена преко графичког корисничког интерфејс *pgAdmin4*. Поред идентификатора растера и његове геометрије, у бази података се за сваки растер чувају и метаподаци у *XML* формату.

Публиковање просторних података из *PostgreSQL* базе података је обезбеђено преко веб-картографског сервера *GeoServer 2.10.1* [3]. *GeoServer* користи отворене стандарде, написан је у Јави и прилагођен за публикување, дељење, процесирање и уређивање геопросторних података. На *GeoServer*-у је потребно креирати радни простор (енгл. *Workspace*) и додати нови извор података (енгл. *Store*), што ће овде бити *ImageMosaicJDBC* који се позива на табеле *PostgreSQL* базе података. Подаци се суштински смештају у слојеве (енгл. *Layer*), по један за сваки растер. Последња обрада коју треба извршити на серверској страни јесте стилизација слојева. *GeoServer* нуди писање стилова у *Styled Layer Descriptor (SLD)* формату, *XML*-овој шеми за стилизацију и једном од стандарда *OGC*-а. Готови слојеви могу се погледати помоћу *Layer Preview*-а, нпр. помоћу *JavaScript* библиотеке *OpenLayers* (слика 3).



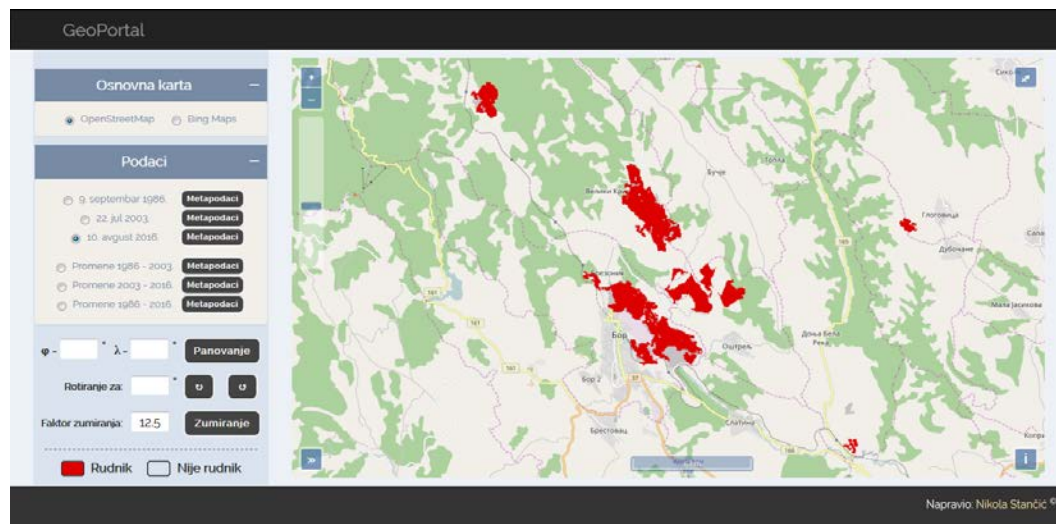
Слика 8. Приказ стилизованог слоја (промена рудника у периоду 1986 – 2016)

Табела 9. Статистика детекције промена у периоду између 1986. и 2016.

Боја	Почетна класа	Крајња класа	Површина [km ²]	Проценат [%]
	без промене		2017,0242	99,6061
	остало	рудник	6,2613	0,3092
	рудник	остало	1,7145	0,0847
УКУПНО			2025	100

КРЕИРАЊЕ ГЕОПОРТАЛА НА КОРИСНИЧКОЈ СТРАНИ

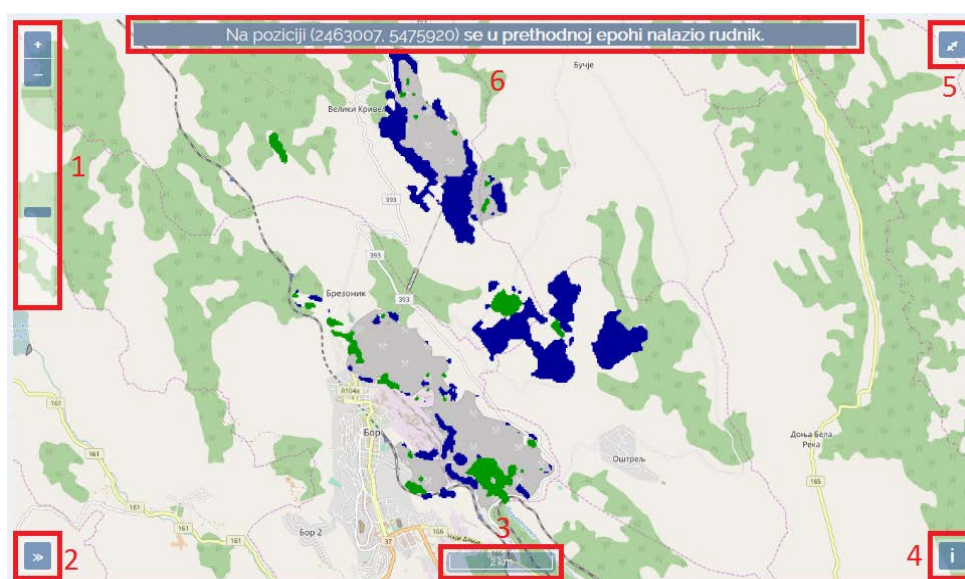
Интерактиван кориснички интерфејс за преглед података у виду геопортала је креиран коришћењем *HTML*-а (статичка структура веб-странице), *CSS*-а (форматирање), језика *JavaScript* (дефинисање динамике, тј. функционалности), *JS* библиотека *OpenLayers v3.20.1* (приказивање карата и просторних података у оквиру веб-прегледача) и *jQuery v3.1.1* (поједностављење скриптовања *HTML*-а на корисничкој страни) и веб-оквира за стилизацију *Bootstrap v3.3.7*.



Слика 9. Изглед почетне стране геопортала

Информације и функционалности које геопортал нуди јесу (слика 4 – леви део):

- одабир основне карте ради лакше оријентације (*OpenStreetMap* или *Bing Maps*);
- преглед и одабир публикованих слојева с *GeoServer*-а (стање површинских копова у одређеним епохама и промене настале између епоха);
- преузимање метаподатака о слојевима;
- манипулација основном картом и слојевима с подацима у смислу пановања на жељене координате, ротирања и промене фактора зумирања;
- информација о произвољној локацији кликом на њу (интеракција с картом).



Слика 10. Веб-карта и њене функционалности (1 – увеличавање/умањивање приказа; 2 – умањена карта ширег подручја; 3 – размерник; 4 – подаци о основној карти; 5 – приказ преко целог екрана; 6 – информација о стању пиксела на који се кликнуло мишем)

ЗАКЉУЧАК

Рад је покрио комплетан ток генерисања једног веб-картографског сервиса који се бави појединачном ситуацијом из неке области. Показано је како се етаблиране геоинформатичке методе могу применити над све лакше доступним снимцима даљинске детекције, решавајући проблематику праћења ширења површинских копова. Масовни и бесплатни подаци у виду снимака даљинске детекције сателитских мисија из програма *Landsat* су се показали као добра основа за пројекат ове врсте. Посебно богатство које носе сателитски снимци ових мисија јесте што је, захваљујући дуготрајности програма, на располагању велика архива снимака који сежу готово 45 година у прошлост. Посматрањем снимака истог подручја у различитим временским тренуцима је омогућено праћење кретања одређене појаве на том подручју.

Широко употребљавана *open source* решења *PostgreSQL* и *GeoServer* могу успешно да одраде посао смештања и публикавања растерских података на интернет. Коначни продукт, веб-картографски сервис базиран на стандардним геопорталима, задовољава потребе различитог профила корисника, истовремено и оних професионално везаних за ГИС, рударство и њима сродне струке, али и просечних и повремених корисника који систем користе из различитих разлога. Устаљене технологије *HTML*, *CSS* и *JavaScript* доприносе да се добије интерактивни интерфејс који је лак за коришћење и снажање.

Аспект који би се могао даље разрадити и побољшати јесте креирање веће базе података у коју би се нпр. похранили по један податак за сваку годину. Такође, одређени начини барем делимичне аутоматизације екстракције рудника (потенцијално имплементацијом метода машинског учења) би значајно уштедели време, а уједно и унапредили и усавршили систем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *EarthExplorer*, *USGS* – <https://earthexplorer.usgs.gov/> (преузето 13. априла 2018)
- [2] Gardić, V. R., Petrović, J. V., Đurđevac-Ignjatović, L. V., Kolaković, S. R., & Vujović, S. R. (2015). Impact assessment of mine drainage water and municipal wastewater on the surface water near the city of Bor. *Hemijska Industrija*, (2), 165.
- [3] *GeoServer* – <http://geoserver.org/> (преузето 16. априла 2018)
- [4] Irons, J. R., & Dwyer, J. L. (2010). An Overview of the Landsat Data Continuity Mission. *SPIE Defense, Security And Sensing 2010*
- [5] *Landsat*, *NASA* – <https://landsat.gsfc.nasa.gov/the-multispectral-scanner-system/> (преузето 13. априла 2018)
- [6] *Landsat*, *USGS* – <https://landsat.usgs.gov/> (преузето 13. априла 2018)
- [7] *PostgreSQL* – <https://www.postgresql.org/> (преузето 16. априла 2018)
- [8] *QGIS* – <https://qgis.org/> (преузето 16. априла 2018)
- [9] Stojadinović, S., Žikić, M., & Pantović, R. (2011). RTB Bor: The Comeback of Serbian Copper. *Engineering & Mining Journal* (00958948), 212(8), 102.
- [10] Рударско-топионичарски басен Бор – <http://rtb.rs/rtb-bor-doo/rudnik-bakra-bor/rudnik-bakra-veliki-krivelj/> (преузето 26. априла 2018)

КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ПРЕДЕЛА СЛИВА ТОПЧИДЕРСКЕ РЕКЕ ПРИМЕНОМ ГИС ТЕХНОЛОГИЈЕ

Емилија Стојиљковић¹, Кристина Мирјачић²

Абстракт: У оквиру предмета Планирање предела и пејзажни дизајн - студио (ОАС – Одсек за пејзажну архитектуру и хортикултуру, Универзитет у Београду – Шумарски факултет) анализиран је простор слива Топчидерске реке. За потребе аналитичких и дијагностичких фаза израде коришћен је софтверски пакет Quantum GIS (QGIS). Анализа предеоних карактеристика резултира детерминацијом специфичног карактера предела кроз обрасце који га изграђују. Примена QGIS-а омогућава реализацију специфичних функција на просторним подацима. QGIS студентима пејзажне архитектуре омогућава формирање и управљање комплексним базама података које омогућавају карактеризацију предела као и праћење промена у морфологији културног обрасца. Поред овога омогућена је ефикасније презентација добијених резултата кроз картографске прилоге.

Кључне речи: рељефни образац, еколошки образац, културни образац, карактер предела, типови предела.

CHARACTERIZATION OF LANDSCAPE OF TOPČIDER RIVER BASIN USING GIS TECHNOLOGY

Abstract: Within the area of Landscape Design and Landscape Design Studio (OAS - Department of Landscape Architecture and Horticulture, University of Belgrade - Faculty of Forestry), the area of the Topčiderska river basin was analyzed. Quantum GIS software package (QGIS) was used for analytical and diagnostic phases. Analysis of the precession characteristics results in the determination of the specific character of the region through the patterns that build it. The application of QGIS enables the realization of specific functions on spatial data. QGIS landscape architecture students allow the formation and management of complex databases that enable the characterization of the landscape as well as monitoring changes in the morphology of the cultural pattern. In addition, a more efficient presentation of the results obtained through cartographic attachments is enabled.

Key words: relief pattern, ecological pattern, cultural pattern, landscape characteristics, landscape types.

Увод

Израда типова карактера предела рађена је за простор слива Топчидерске реке. Израда се одвијала у следећим фазама: анализа и издвајање типова карактера предела. Анализом предела долази се до података о карактеру предела кроз одређене обрасце који га изграђују: рељефни, еколошки и културни образац.

Задатак представља концептуално решење дефинисано успостављањем веза карактера предела на различитим просторним нивоима.

Материјал и методе

Опис локације: Истраживано подручје представља слив Топчидерске реке. Граница се простира на северу до реке Саве, на истоку општина Вождовац и ПИО Авала, на југу насеље Рипањ и на западу Видиковац и Баново брдо.

Основне карактеристике истраживаног подручја: Топчидерска река извире у Липовачкој шуми, на северним падинама Панцирског виса. Доњи део тока пролази кроз урбани део Београда, насеље Кнежевац, Раковицу, Миљаковац и Канарево брдо, док остали део слива пролази кроз пољопривредне површине, шуму и сеоска насеља Рипањ, Пиносава и Ресник. Дужина тока је 31

¹ Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава бр.1, Београд, emilijastojiljkovic8@gmail.com

² Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава бр.1, Београд, kristinamirjacic1@gmail.com

km, а површина слива који сачињава ниско побрђе Шумадије је 147 km². Притоке Топчидерске реке су Паригуз, Кијевски поток, Раковачки поток, Железовац, Сакинац.

Метод рада

Карактеризације предела састоји се од студијске и теренске фазе, издвајања специфичних карактера предела и њихов опис. Студијска фаза обухвата анализу природних и социо-културних фактора, док теренска обухвата обилазак терена и доношење закључака о постојећем стању. Такође у фази проучавања бавили смо се хоризонталном и вертикалном анализом предела, чиме се хоризонталном анализом идентификује начин коришћења земљишта (CLC - *CORINE Land Cover*), мрежа насеља, док за вертикалну анализу су укључене теме геоморфологије, педологије, климе, природно потенцијалне вегетације, ерозије, хидрологије добијени су резултати методом преклапања карата (*Overlay* метода) чиме се идентификује анализа простора кроз базне карте рељефног, еколошког и културног обрасца.

Рељефни образац је дефинисан на основу следећих база података:

- Исечак из Геоморфолошке карте Србије, P=1:500000;
- Просторне информације о заступљеним нагибима терена слива Топчидерске реке, P=1:25000;
- Просторне информације о заступљеним експозицијама терена слива Топчидерске реке, P=1:25000.

На истраживаном подручју заступљено је пет типова рељефа, од којих је најзаступљенији подручје умереног спирања и јаружања. Заступљене су четири класе нагиба. Најмањи нагиб јавља се у подручју алувијалне равни 0-6°, а највећи у подручју интензивног спирања и јаружања на простору авале 36-55°.

Еколошки образац је дефинисан на основу базе података:

- Исечак из карте угрожености земљишта ерозијом и водом града Београда P=1:20000
- Природна потенцијална вегетација слива Топчидерске реке P= 1:10000/1000000.

На истраживаном земљишту заступљено је шест типова земљишта од којих је најраспрострањенија гајњача. Природно потенцијалну вегетацију истраживаног подручја чине две састојине *Quercetum frainetto-cerris* која је лоцирана дуж тока Топчидерске реке и *Gesnisto elatae- Quercetum roboris*.

Културни образац је дефинисан на основу базе података:

- Растерске базе података која представља дигиталну слику слива Топчидерске реке. База података је добијена поступком орторектификације из дигиталних аеро снимака. Резолуција базе података је 20cm; период снимања је април 2010. године.
- Поступак дефинисања културног обрасца аналоган је методи издвајања предеоних елемената *CORINE Land Cover* уз додавање одређених просторних ентитета који су значајни за процес издвајања карактера предела.
- Најмањи предеони елемент је представљен површином од 1 хектара (100x100m)

На истраживаном подручју издвојена су четири типа земљишта према намени. На грађевинском земљишту највише је заступљено дисконтинуално урбано ткиво, пољопривредном земљишту обрадиве површине, шумском земљишту најзаступљенија је лишћарска шума, а четврти тип представља водена површина језеро Паригуз.

На основу добијених образаца издвојени су типови карактера предела и/или варијетета истраживаног подручја слива Топчидерске реке, који представљају доследну шему предеоних елемената који тај предео чине препознатљивим и другачијим у односу на остале.

Резултати и дискусија

Посебна комбинација рељефа, вегетације, начина коришћења земљишта, шема поља и насеља ствара различите предеоне обрасце у пределу дајући им посебан идентитет односно карактер предела. Карактер предела је носилац идентитета у коме треба тражити интерес а у исто време ниво на коме се проблеми уочавају и решавају.

Композиција и конфигурација предеоних елемената, њихова повезаност, типови предеоних елемената говоре о препознатљивом карактеру предела. У пределу који се простира у сливу Топчидерске реке издвојено је девет јединствених типова карактера предела:

- Урбане шуме доњег тока Топчидерске реке
- Дисконтинуално урбано ткиво Раковице
- Дисконтинуално урбано ткиво Миљаковца
- Дисконтинуално урбано ткиво Јајинци
- Агрошумски простори Рушња
- Дисконтинуално урбано ткиво Ресника
- Комплекси обрадивих површина у подавалском подручју
- Шуме у средњем току Топчидерске реке
- Шума Авале.

У оквиру издвојених типова слива Топчидерске реке идентификовани су и варијетети за сваки тип који јасно дефинишу разлике формирања карактера предела, чинећи их препознатљивим и јединственим.

Закључак

Из предходно извршених анализа, које су рађене у програму QGIS-а, могу се изнети закључци о садашњем стању слива Топчидерске реке, превасходно о недостацима и конфликтима који се могу уклонити или убалжити, а притом се може донети план за правац развоја који би довео до максималне употребне вредности. Идентификацијом карактера предела анализом истраживаног подручја, даљим радом преко дијагнозе и синтезе података долази до прецизнијег уочавања проблема и њиховог решавања. Тиме се увећава разумевање карактера предела која произилази пре свега из хоризонталне и вертикалне анализе расположивим картографским изворима дигитализованим у софтверском пакету програму QGIS-а. Методом "читања", тумачења и интерпретације карактера предела омогућића је примена ГИС технологије преклапањем серије карата.

Литература

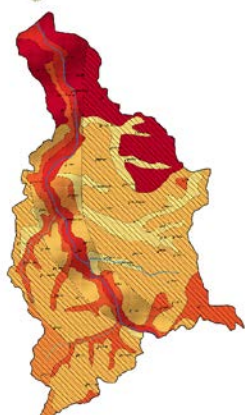
1. Зоран Никић, Радмила Павловић (2013): Хидрогеологија са геоморфологијом, Универзитет у Београду – Шумарски факултет.
2. Живковић Ј., Васиљевић Н. 2010. Предео и одрживи просторни развој Србије, Креативне стратегије за одрживи развој градова у Србији. Уредник: Бајић -Брковић М., Универзитет у Београду – Архитектонски факултет, Београд
3. William M. Marsh (2010): Landscape Planning, Environmental applications, 5th, John Wiley & Sons.
4. Antrop Marc, Why landscapes of the past are important for the future, Landscape and Urban Planning 70 (2005) 21–34
5. Landscape Character Assessment: Guidance for England and Scotland , 2002. The Countryside Agency/Scottish Natural Heritage. Cheltenham: CAX84.; Wallach B. 2005. Understanding the Cultural Landscape, The Guilford Press
6. Frederick R. Steiner (2008): The Living Landscape: An Ecological Approach to Landscape Planning, 2nd Edition, Island Press.
7. Thomas Russ (2009): Site Planning and Design Handbook, 2nd Edition, McGraw-Hill Education.

Прилози

Релјефни образац

[illegible]

Еколошки образац

[illegible]

Културни образац

[illegible]

Типологија предела



Тип	Варијетет
Урбане шуме доњег тока Толчићерске реке	Парк шума кошуњак Историјска целина Толчићер
Дисcontiнуално урбано типово Раковице	Каменском у Кијеву са Раковом индустријом
Дисcontiнуално урбано типово Милаковаца	Милаковацка шума
Дисcontiнуално урбано типово Јајунци	Спомен - парк Јајунци
Агрошумски простори Рушањ	Насеље рушањ
Дисcontiнуално урбано типово Ресника	
Комплекси обрађивих површина у подвалском подручју	Насеље Пиносова
Шума у средњем току Толчићерске реке	Липовачка шума
Шума Авре	

ДИСТРИБУИРАНА СЕРВИСНО ОРЈЕНТИСАНА АРХИТЕКТУРА КАТАСТАРКОГ СИСТЕМА

Александар Андрејевић¹, Милан Гавриловић²

Апстракт: Многе апликације за базе података су константно активне, неретко им приступа много различитих програма који се често извршавају на различитим рачунарима, упоредно користећи базу података. Као резултат тога, неизбежно је да се деси да програми који приступају бази података праве грешке, као и да се деси да се рачунар на коме се извршава систем за управљање базом података блокира. Према томе, систем за управљање базом података мора да буде флексибилан, односно толерантан на грешке у софтверу и отказивање хардвера, умањујући шансе да база података буде оштећена, или да се деси да се информације трајно изгубе. Како би се избегли ови проблеми и постојала могућност за рекулперацију базе података, често се ради привремена репликација података на више места, тако да има довољно информација да се омогући аутоматско проналажење и исправљање различитих врста грешака када се оне десе. Овај рад предлаже једно такво решење.

Кључне речи: Дистрибуирани системи, ЛАДМ, Репликација, Сервисно орјентисана архитектура

DISTRIBUTED SERVICE-ORIENTED ARCHITECTURE OF THE CADASTRAL SYSTEM

Aleksandar Andrejevic¹, Milan Gavrilovic²

Abstract: Many database applications are constantly active, often accessing many different programs that frequently run on different computers, side by side, while using a database. As a result, it is inevitable that programs that accesses the database make mistakes and that the computer running the database management system is blocked. Accordingly, the database management system must be flexible, tolerant on software errors and cancellation of hardware, reducing the chances of the database being corrupted or chances of the information being lost permanently. To avoid these problems and to ensure that there is a possibility to recover the database, temporary replication of the data is often done. This paper proposes one such solution.

Key words: Distributed systems, LADM, Replication, Service-based architecture

1. Увод

Локација и просторни подаци постају суштински део пословних база података и доношења одлука. Овај раст коришћења просторних података повећао је потребу за разменом података са другим организацијама. Подела података је подстакнута потребом одржавања тачнијих и најсавременијих просторних база података, али истовремено смањује трошкове прикупљања података и трошкова одржавања. У другим случајевима, организације могу да одржавају исте базе података на различитим локацијама како би смањиле оптерећење мреже и побољшале време одговора за кориснике података који су распрострањени на ширем подручју. У овим случајевима, репликација података се користи да би се осигурало да сви корисници раде на најновијим подацима. Подаци се такође могу делити повезивањем неколико хетерогених просторних база података преко заједничког портала за приступ подацима преко ЛАН-а или интернета. У свим случајевима, циљ је побољшати приступачност просторних података, побољшати квалитет података и смањити трошкове одржавања укључених података.

Три широка приступа у размени података су:

- **Дељење података.** Подела података је приступ складиштењу података који омогућава доступност података широком спектру корисника. Подаци се добијају од неколико власника података учитаних у централизовану базу података. Подаци се затим могу

¹ Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, geoace94@gmail.com

² Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, milan.gavrilovic995@gmail.com

дистрибуирати члановима конзорцијума за размену података преко Веб-базираних података или се испоручују у различитим форматима различитим корисницима података.

- **Репликација података.** Репликација података се углавном користи када велики број корисника података на различитим географским локацијама захтевају приступ подацима у истом времену. Да би се смањило оптерећење мреже и побољшале перформансе приступа подацима, подаци се реплицирају на више база података на различитим локацијама.
- **Приступ дистрибуираним подацима.** У овом случају база података једноставно делује као чвор за дистрибуцију података. Подаци се чувају на серверу власника података, а база података делује као веза са подацима преко ЛАН-а, ВАН-а или интернета. Будући да различите базе података могу бити у различитим форматима (ESRI ArcSDE, Oracle Spatial, итд.), Spatial ETL алат мора бити способан да чита све формате за приступ и сервис. Нема потребе за одржавањем више копија података, као што је то случај у репликацији података и дељењу података.

Када се организације сагласе да деле или копирају своје просторне податке, оне се суочавају са изазовом одржавања ажурираних скупова података. Просторни подаци се непрестано мењају како се прикупља нова инфраструктура. За одржавање ажурираних база података различити "власници" података морају делити своје најновије скупове података с онима с којима размењују своје податке.

Ово се може учинити на један од два начина:

- **Поновно учитавање података.** Ово је најједноставнији приступ. Тренутни скуп података је уклоњен и замењен је новим скупом података. Међутим, овакав приступ је често непрактичан због обима података, који се могу тешко расподелити, што резултира тиме што је база података недоступна корисницима у дужем временском периоду.
- **Ажурирање података.** Овакав приступ захтева мањи распон података тако што се размењују само записи који су се променили. Процес ажурирања је сложенији од приступа поновног учитавања података.

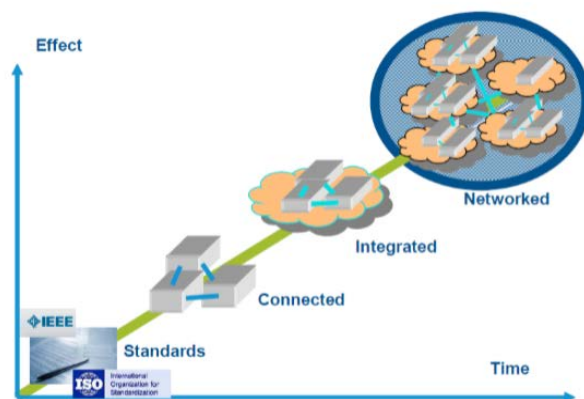
2. Модел домена управљања земљиштем (ЛАДМ)

Модел домена земљишне администрације објављен је 2012. године као међународни стандард организације за стандардизацију (ISO) под називом *ISO 19152 (ISO / TC, 2012)*. Земљишна администрација се у контексту стандарда односи на сегмент управе који се бави власништвом и геометријском репрезентацијом просторних компоненти. Два су циља развоја модела домена за администрирање земљишта:

- Први циљ се односи на спречавање поновног имплементирања истих функционалности. Стандард нуди основни модел који се може проширити и обрадити како би се развио прецизан модел података за одговарајућу државу или регион. Стандардизован модел омогућава организацијама, како у оквиру једне државе тако и из различитих држава, да комуницирају међусобно кориштењем заједничке терминологије.
- Други циљ односи се на креирање стандардизованих сервиса у међународном контексту (са истом семантиком домена у различитим регионима и државама) како би се омогућило једноставно размењивање и превођење система. Примена модела у конкретној држави подразумева додавање додатних атрибута, операција, асоцијација и нових класа.

Oosterom et al (2009) наглашава како стандардизација доприноси томе да се на администрацију земљишта све више гледа као на камен темељац инфраструктуре просторних података, и не само просторних него и инфраструктуре података уопште, јер катастар непокретности укључује и непросторне податке. Презентује ток сазревања модела земљишне администрације кроз 4 етапе:

стандарди, интеграција, повезивање и мрежа (Слика 1). Када се стандард дефинише, организације или различите земље могу да се повезују и на тај начин размењују информације о администрацији земљишта. Када се на овај начин повежу различите стране почињу да делују као целина и формирају инфраструктуру информација о земљишној администрацији. Последња етапа је од највећег значаја. Она пребацује фокус са администрације земљишта на релевантне социјалне теме, као што су проблем животне средине, просторно планирање, управљање водама, смањење сиромаштва.



Слика 1. Сазревање модела земљишне администрације Oosterom et al (2009).

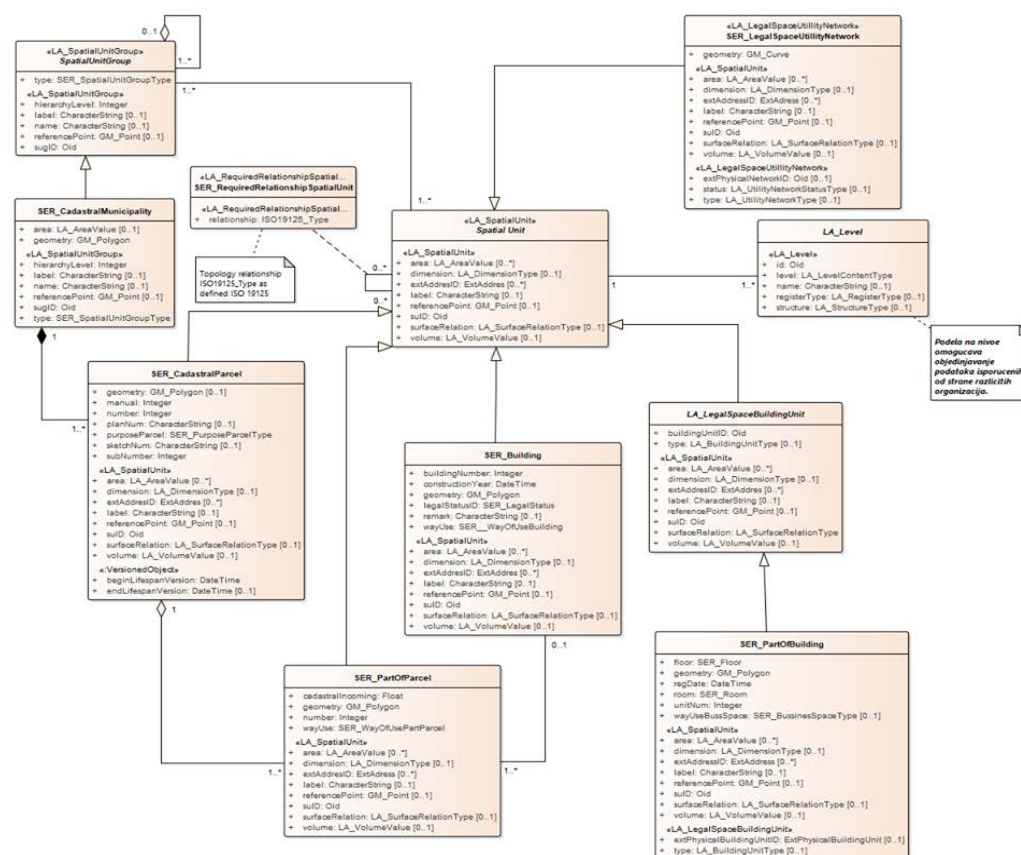
2.1 Профил земље Србије за катастар непокретности

Истраживање је извршено коришћењем следећих корака: анализа услова утврђених у складу са законском регулативом Републике Србије; анализа међународних стандарда у области истраживања; анализа тренутног катастарског информационог система; реверсни инжењеринг да би физички модел претворио у логички; и концептуално моделирање са циљем развоја стандардизованог модела.

2.1.1 Spatial Unit Package- Пакет просторних јединица

Пакет просторних јединица базиран је на групама *LA_SpatialUnitGroup* и *LA_SpatialUnit*. Класа *LA_SpatialUnitGroup* је повезана са скупом просторних објеката и може се користити за одређивање административних јединица унутар катастарског система, укључујући државу, административну општину и катастарску општину. Класа *LA_SpatialUnit* описује просторне објекте у катастру укључујући парцеле, зграде и делове зграда, као и комуналну мрежу која је део катастра вода. Тип земљишта одређује се у шифарнику *SER_PurposeParcelType* и односи се на то да ли је градско грађевинско земљиште, пољопривредно земљиште, шумско земљиште или јавно градско земљиште.

Једна парцела се може састојати од неколико делова различите намене, према томе је дефинисан *SER_PartOfParcel*. Пошто су права и ограничења утврђена на целој парцели, део класе парцеле је просторна јединица на нивоу *SER_PartOfParcel*, док су парцеле, објекти и делови зграде утврђени на нивоу власништва (*LA_Level*). Типови коришћења парцеле укључују пољопривредно земљиште, воћњак, ливаду, пашњак, земљиште испод зграде, зелене површине града, насипи итд, etc. (*SER_WayOfUsePartParcel*).



Слика 2. Предлог модела развијеног у складу са законском регулативом Републике Србије
 Андрејевић А., Гавриловић М., Говедарица М., (2018).

Класа *SER_Building* представља зграде и захтева додатне атрибуте за опис броја зграде, датума изградње, броја улаза, правни статус (*SER_LegalStatus*), а зграда се користи према вредностима дефинисаним у листи *SER_WayOfUseBuilding* (стамбене зграде, пословне зграде, помоћни објекти итд).

3. Репликација

Систем репликације представља скуп софтверских и хардверских компоненти чија је сврха да направи копију података са једне локације на другу и да обезбеди да су копирани подаци исти као и оригинални током времена.

3.1 Проблем репликације

Проблем репликације података у дистрибуираним базама је предмет изучавања већ дужи период. Наглим развојем технологија дистрибуције објеката какве су *CORBA*, *Java*, *RMI*, *.NET* и друге, могућности за пројектовање дистрибуираног објектног-орјентисаног софтвера изузетно су унапређене. Развој нових технологија дистрибуције објеката створио је нове хоризонте и изазове у пројектовању решења за дистрибуцију података њиховом репликацијом. У овом раду се базирамо на апликације са дистрибуираном базом података у системима са више клијената и једним сервером. Клијенти се на захтев синхронизују са актуелном верзијом података на серверу. Синхронизација претпоставља двосмерну комуникацију у којој клијент и сервер двосмерно размењују податке. Битна карактеристика циљне дистрибуиране платформе је одсуство перманентне везе између чворова у систему и релативно слаб квалитет везе.

Класична клијент-сервер архитектура са централизованом базом података, ослања се на чињеницу да је клијентска апликација у перманентној комуникацији са серверском апликацијом. Иако оваква архитектура пружа веома једноставан, и због тога веома атрактиван, модел одржавања конзистентне слике података за све клијенте, у описаним условима слабих веза није прихватљива

директна имплементација клијент-сервер архитектуре са централизованом базом података. Један од могућих начина да се превазиђе недостатак клијент сервер архитектуре у условима слабе комуникационе инфраструктуре је модификована клијент-сервер архитектура у којој свака клијентска апликација поседује локалну базу података. Кориснику су сви подаци директно доступни из локалне базе, али глобална слика података налази се на серверу у централној бази. У оваквом систему потребно је обезбедити конзистенцију података између клијентских локалних и серверске централне базе.



Слика 3. Клијент-сервер архитектура

Механизам који обезбеђује синхронизацију клијентске базе података са серверском је механизам репликације. Он уводи редувансу у систем, јер се након синхронизације исти подаци налазе у серверској и клијентској бази, односно свим клијентским базама које су у том тренутку синхронизоване са серверском. Пажљивим пројектовањем репликационе методе може се направити добар компромис између позитивних и негативних утицаја репликације на перформансе система.

Хардверска и софтверска хетерогеност рачунарских система у данашње време је све израженија. Огледа се у растућој популарности *Linux* и *Mac OS* платформи које све озбиљније конкуришу *Windows* платформама. Та хетерогеност не сме представљати препреку коришћењу генеричке репликационе методе. Отуда опредељеност ка искључивој употреби Јава технологија.

3.2 EDB Replication Server – предлог решења репликације

EDB Replication Server пружа робусну платформу репликације података која реплицира између Postgres база података у једном мастер или више мастерном режиму или реплицира податке између различитих СУБП-а (*Oracle*, *Microsoft SQL Server*).

Стварање система репликације захтева следеће кораке:

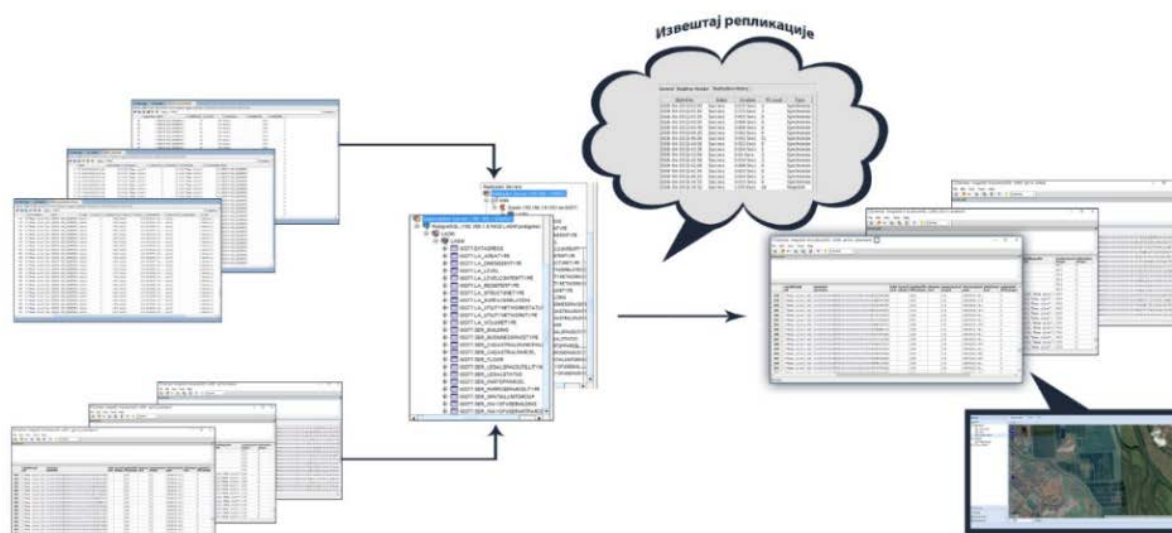
- Регистровање *publication* сервера,
- Дефинисање базе података која ће се публиковати,
- Креирање репликације,
- Регистровање *subscription* сервера,
- Дефинисање *subscribe* базе података,
- Креирање везе са базом података за публикацију.

Постоје два модела репликационих система подржаних од стране EDB Replication Server-а:

- **Single-master(SMR).** Промене (уметање, брисање и ажурирање) настале у редовима табела дозвољено је да се појављују у мастер бази података. Ове промене се реплицирају на табелу у једној или више slave базе података. Репликационим табелама у slave бази

података није допуштено прихватање било каквих промена, осим промена из назначене master базе података. Позната је као master-slave репликација.

- **Multi-master(MMR).** Одређене су две или више база података у којима се креирају табеле са истим дефинијама. Промене(уметање, брисање и ажурирање) могу се појавити у било којој бази података. Промене настале у једној бази података се реплицирају у свакој другој бази података.



Слика 4. Поступак репликације

4. Закључак

С обзиром да је катастарски систем у Србији застарео и није довољно функционалан, на нивоу државе постоји потреба да се замени и развије нови.

Коришћењем LADM-а неће се обезбедити само интероперабилност, већ и међународно искуство са циљем пружања боље услуге крајњим корисницима тиме што ће се достављати тачнији подаци, што није случај са тренутним системом. Реализован је пример веб апликације која користи различите технике рада са дистрибуираним базама података уз приказ технолошких елемената првенствено репликације и дистрибуираних трансакција. Даља истраживања могу се односити на интеграцију катастарског система у пословни информациони систем. Када је реч о пословним информационим системима, то су информациони системи који подржавају пословне функције и интегришу људе, информације и процесе у компанијама. У том смислу, сматрамо да је данас императив да се не прави ГИС као неко изоловано решење него да се обезбеди тесна интеграција са пословним информационим системима корисника.

Литература:

- Радуловић Александра. *Модел домена и сервиса у геоинформационом систему катастра непокретности*, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, 2015;
 Christiaan Lemmena, Peter van Oosterom, Rohan Bennett: *The Land Administration Domain Model*, 2015;
 Миро Говедарица: *Презентација: Дистрибуиране базе података*,
 Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука;
 EDB Postgres™ Replication Server with Multi-Master Support User's Guide, Novembar 2016;

ПРИМЕНА ГИС И ГПС ТЕХНОЛОГИЈЕ У ЈАВНОМ ГРАДСКОМ ПРЕВОЗУ

Ведран Вукшић¹, Тијана Иванишевић², Горан Петровић³, Сретен Симоновић⁴

Резиме: Током оперативног функционисања система ЈГПП-а јављају се одређени „фактори“ (саобраћајна незгода, квар возила, одржавање манифестација и сл.) који негативно утичу на квалитет услуге, али и на оперативно функционисање система ЈГПП-а. Како би се правовремено и адекватно одговорило на настале „факторе“ и оптимизовало одвијање саобраћаја потребно је вршити контролу и управљање оперативним процесима на основу прикупљених података у реалном времену. На основу наведеног може се закључити да неизоставан део сваког савременог система ЈГПП-а представљају информационе технологије. Данас су информациони системи ти који чине предузеће конкурентнијим, модерним и ефикаснијим, стога је без њихове широке примене немогуће опстати на тржишту које је итекако захтевно са аспекта оптимизације логистичких активности и процеса. У раду је представљена примена информационог система за позиционирање возила у јавном градском превозу на примеру града Београда, а у циљу управљања системом ЈГПП-а.

Кључне речи: информациони системи, праћење возила, јавни градски превоз, Београд.

IMPLEMENTATION OF GIS AND GPS TECHNOLOGY IN PUBLIC TRANSPORT

Abstract: During the operational functioning of PT there are certain "factors" (traffic accidents, vehicle breakdown, events etc.) which negatively affect the quality of services, but also on the operational functioning of PT. In order to timely and adequately respond to the emerging "factors" and optimize traffic flow it is necessary to control and manage operating processes based on data collected in real time. Based on the above it can be concluded that an essential part of any modern system of PT represents information technologies. Today, information systems are the ones who make the company more competitive, modern and efficient, so without their wide application it is impossible to survive on the market which is very demanding in terms of optimization of logistic activities and processes. The paper presents the implementation of an information system for automatic vehicle location in public transport on the example of the city of Belgrade, in order of management of a system of PT.

Key words: information systems, vehicle tracking, public urban transport, Belgrade.

УВОД

Технолошке промене у свету захтевају иновације и унапређење пословне стратегије свих предузећа и компанија. Предности имају она предузећа и компаније чије је пословање засновано на брзом информисању. Наиме, на тржишту, где постоји снажна конкуренција, тражи се економичније и квалитетније пословање, као и квалитетнија услуга, при чему информација има пресудну улогу. У модерним временима тржишне економије, информација се сматра као један од најважнијих фактора који доприноси адекватном пословању предузећа (Dima et al, 2010). Права информација, у право време и на правом месту пружа могућности правовременог и адекватног реаговања на строге захтеве тржишта.

Предузеће, са информацијама које прима из окружења, стиче знања о томе које су потребе корисника услуга и/или тржишта. Захваљујући информацијама предузеће пројектује и планира одређене радње или процесе који му омогућавају успешно пословање и остваривање конкурентске предности на тржишту. Конкурентност система ЈГПП-а се на тржишту обезбеђује кроз повећање квалитета услуге. Поузданост услуге као један од основних аспеката квалитета услуге зависи од:

¹ ЈКП ГСП „Београд“, Кнегиње Љубице бр. 29, Београд, vedran.vuksic@gsp.co.rs

² Висока техничка школа струковних студија, Косовска бр. 8, Крагујевац, tijana.ivanisevic@mail.com

³ Машински факултет, Универзитет у Нишу, Александра Медведева бр. 14, goran.petrovic@masfak.ni.ac.rs

⁴ Машински факултет, Универзитет Црне Горе, Џорџа Вашингтона бб, sretens@ac.me

точности долазака возила, степена равномерности интервала слеђења возила, нереализованих полазака и др. (Barker et al, 2004).

Наиме, током оперативног функционисања система ЈГПП-а јављају се одређени „фактори“ (саобраћајна незгода, квар возила, саобраћајна загушења, пролазак делегације, одржавање манифестације и сл.) који негативно утичу на квалитет услуге, али и на оперативно функционисање система ЈГПП-а. Како би се правовремено и адекватно одговорило на настале „факторе“ и оптимизовало одвијање саобраћаја потребно је вршити контролу и управљање оперативним процесима, на основу прикупљених информација, односно на основу података у реалном времену. На основу наведеног може се закључити да неизоставан део сваког савременог система ЈГПП-а представљају информационе технологије.

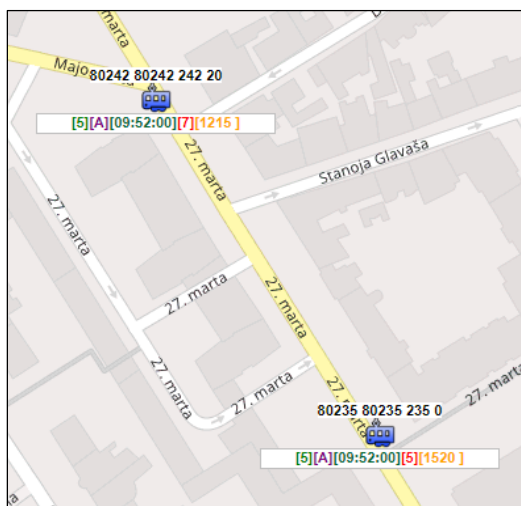
У раду је дат опис примене географских информационих система (у даљем тексту: ГИС) и глобалног система за позиционирање (у даљем тексту: ГПС) у контроли и управљању системом ЈГПП-а. Приказан је интелигентни систем за аутоматско праћење возила (Automatic Vehicle Location) која учествују у градском и приградском саобраћају на територији града Београда.

СИСТЕМ ЗА ПРАЋЕЊЕ ВОЗИЛА

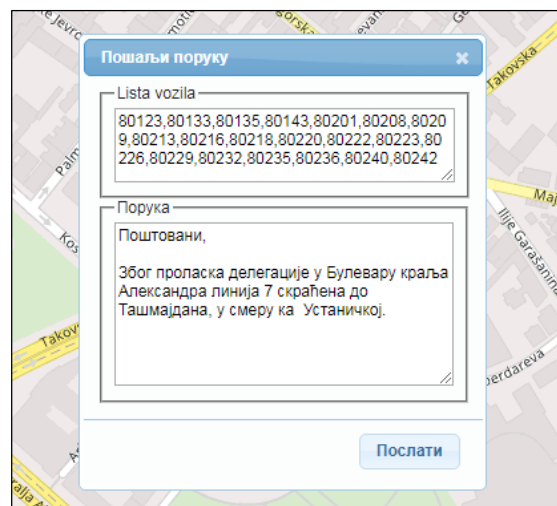
Дирекција за јавни превоз града Београда је током 2015. године успоставила нови систем „мониторинга“ возила јавног градског путничког превоза који је базиран на ГПС и ГПРС (General Packet Radio Service) систему за бежични пренос података кроз мрежу мобилне телефоније, као и на ГИС технологији која се користи за приказ прикупљених података на електронској мапи. Овај систем је успостављен у сваком саобраћајном погону Градског саобраћајног предузећа „Београд“ (у даљем тексту: ГСП) и представља најсавременији техничко-технолошки систем намењен ефикасној контроли и управљању саобраћајем. Основне функције система су: позиционирање, управљање, контрола, прикупљање података и извештавање о раду. Управљање системом се врши из Оперативно-контролног центра (у даљем тексту: ОКЦ), који обавља функције пријема, слања, обраде и чувања података, што омогућава праћење рада возила на линијама ЈГПП-а, евиденцију фреквентности саобраћаја и путника, прецизност и тачност вожњи, као и друге врсте анализа.

Најзначајнија карактеристика овог система јесте могућност аутоматског праћења возила - Automatic Vehicle Location (у даљем тексту: АВЛ). АВЛ представља савремени метод за географско одређивање тачне локације возила, надгледање статуса у току вожње и преноса добијених информација до места на коме ће се оне на најбољи начин искористити у циљу праћења и надзора самог возила. Подсистем за управљање возилима омогућава константно (24 часовно) праћење возила ЈГПП-а. Локација возила се одређује помоћу ГПС пријемника инсталираног у возилу који на сваких 30 секунди ОКЦ-у шаље податке о тренутној позицији возила. Подаци о возилу који су доступни путем овог система су следећи: гаражни број возила, службени број возача који управља возилом, број линије на којој возило саобраћа, као и смер кретања возила, што омогућава праћење и извештавање у реалном времену (Слика бр. 1). Подаци о возилу се шаљу ка ОКЦ-у преко ГСМ мреже (користећи ГПРС протокол) и смештају се у базу података. Корисници у ОКЦ-у могу надгледати возила, добијати и анализирати потребне извештаје.

Ток информација је двосмеран, што значи да у сваком тренутку оператер у ОКЦ-у и/или диспечер погона возачима на линијама ЈГПП-а може доставити информацију у виду поруке (Слика бр. 2). Ово је веома значајно јер се услед неког догађаја (саобраћајне незгоде, проласка делегације, квара на трамвајској и/или тролејбуској инфраструктури, радова на путу, одржавања манифестације и сл.) може благовремено реаговати и оптимизовати одвијање саобраћаја, односно, у зависности од ситуације, може се изменити траса кретања возила или се возила могу преусмерити на друге линије ЈГПП-а. Информација може бити истовремено достављена једном или већем броју возила.



Слика бр. 1 – Приказ локације возила



Слика бр. 2 – Приказ достављања информације возачима

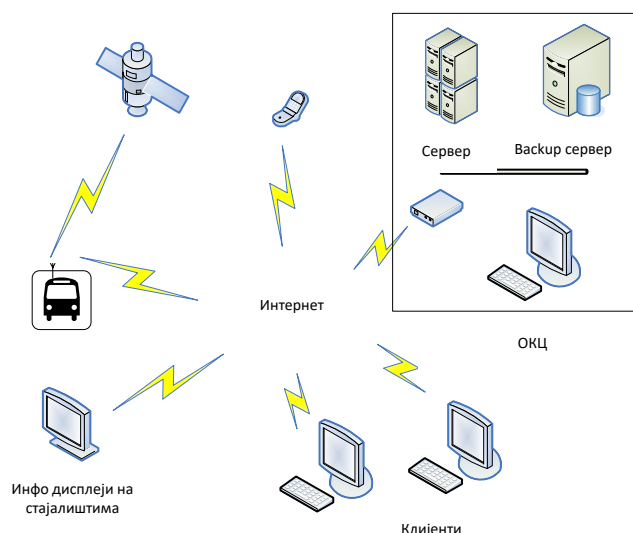
Осим праћења возила у реалном времену, систем омогућава и праћење возила у „прошлом” времену. Наиме, на овај начин се диспечерима погона, шефу саобраћаја и другим корисницима система пружа увид у историју кретања возила. Ова карактеристика система је значајна у погледу анализе нпр. брзине кретања возила, времена поласка и доласка на терминус, задржавања возила на стајалиштима, као и провере да ли се возило зауставило на сваком стајалишту. Праћење у „прошлом” времену је у датом тренутку могуће извршити за само једно возило.

Такође, систем обезбеђује и аутоматско алармирање, односно могућност коришћења алармног тастера у случају опасности по возача, чиме се унапређује ниво безбедности, како за запослене, тако и за возила. Наиме, у сваком возилу се налази возачки панел путем ког возач комуницира са ОКЦ-ом и/или диспечером погона. Возачки панел садржи одређени сет „аларма“ (саобраћајна незгода, хитне службе, квар возила, квар на мрежи, блокада саобраћаја и смена) који возачима омогућава да, у зависности од ситуације, пошаљу поруку упозорења, односно обавесте диспечера погона и/или ОКЦ који, између осталог, имају „задатак“ да одреде положај возила и обавесте надлежне службе. Након што возач изабере неки од „аларма“ у истом тренутку се на монитору у ОКЦ-у појављују информације о гаражном броју возила, врсти „аларма“, броју линије на којој возило саобраћа, његовој локацији, смеру кретања, као и подаци о возачу. Такође, диспечери у ОКЦ-у могу идентификовати скретање возила са дефинисане трасе, прекорачење брзине, неовлашћене активности, као и да предузму одговарајуће акције и мере. На овај начин се смањује време реаговања у инцидентним ситуацијама.

ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМА ЗА ПРАЋЕЊЕ ВОЗИЛА

Основни елементи система за праћење возила ЈГПП-а су: ГПС/ГПРС пријемници који се уграђују у возила и Оперативно-контролни центар.

ГПС/ГПРС пријемници (Слика бр. 4) су уређаји који се уграђују у возила и обезбеђују прецизно одређивање позиције возила и пренос података до ОКЦ-а. Ови уређаји, на основу ГПС сигнала које стално примају од ГПС сателита, прецизно одређују позицију возила у који су уграђени и путем мобилне мреже (користећи ГПРС пакетни пренос података) преносе податке о позицији (као и остале потребне податке) до главног сервера у ОКЦ-у. Он меморише примљене податке у главној и „backup“ бази података и омогућава да ти подаци корисницима система буду приказани у реалном времену, било путем клијентске десктоп ГИС апликације или путем посебне веб стране за приказ позиција возила на мапи. Корисници могу приступати подацима било из ОКЦ-а или са било ког другог уређаја који има приступ Интернету.



Слика бр. 3 – Компоненте система за праћење ЈГПП-а



Слика бр. 4 – ГПС/ГПРС пријемник

ОКЦ је најважнији део система за праћење возила која учествују у градском и приградском саобраћају и он се састоји од хардверских и софтверских компоненти које омогућавају праћење возила у реалном времену. Основне хардверске компоненте су: рачунар – главни сервер, рачунар – „backup“ сервер, ТФТ монитори високе резолуције, УПС уређаји за непрекидно напајање, два модема за приступ интернету и додатна опрема по жељи корисника (видео бим, штампач и сл.). Софтверска конфигурација система обухвата више модула коју омогућавају рад целог система, а коју чине: База података, модул „Админ“, ГИС Клијент и модул „Извештаји“.

База података је основа за рад система и она обезбеђује смештање и чување података о возилима као и података неопходних за праћење возила и генерисање извештаја. База података се налази на два одвојена сервера и садржи податке о: линијама ЈГПП-а, возилима (марка, тип, основне карактеристике возила, превозник и сл.), возачима (службени број, име и презиме, телефон, назив саобраћајног погона у ком раде и сл.), податке за графички приказ и анализу (гео-координате, међусобне везе између објеката, односно линија и стајалишта), редове вожње, адресе и остале податке неопходне за генерисање извештаја, као и податке за приказ терена.

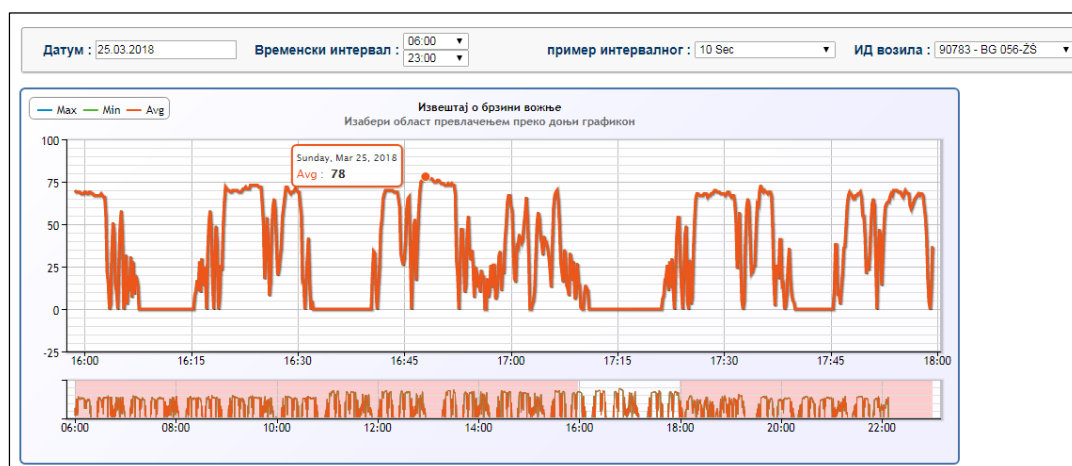
Админ модул је задужен за подешавања система као и за сигурност и приватност података. Овај модул обезбеђује механизме за конфигурисање целокупног ГИС система и конфигурисање рада са базом података (управљање конфигурацијом, „backup“ података и сл.). Скуп функција које обезбеђује Админ чине: администрација корисника, администрирање ГПС уређаја, администрирање података о возилима, повезивање уређаја и возила, „backup“ базе података, пријављивање на систем и синхронизација и размена података.

ГИС Клијент обезбеђује скуп функција и алата за прикупљање, чување, претраживање, обраду и приказ географски (просторно) лоцираних података о возилима. Подаци о возилима се односе на тематске (описне) податке који се чувају у бази података за свако возило и податке о локацији са ГПС пријемника. Основне ГИС функције које ГИС Клијент обезбеђује су: приказ мапе, континуално „кретање“ по мапи и „осматрање“ мапе, зумирање, мерење растојања, одређивање позиције на мапи, слање порука возачима на линијама ЈГПП-а и избор приказа слојева.

ГЕНЕРИСАЊЕ ИЗВЕШТАЈА

Поред основних функција, у оквиру главног менија, постоји и опција генерисања свих потребних извештаја, а у циљу ефикаснијег управљања возним парком, као и транспортним задацима. Подаци, који се налазе у систему, чувају се у диспечерском центру и извештаје је могуће добити за било који ранији период. Извештаји су доступни у .xlsx, .xls, .pdf, .csv, .txt и .html формату и деле се на три категорије:

- Редови вожње и распореди – Ова група извештаја даје преглед рада возача и возила на линијама јавног градског путничког превоза, дневне промене у распореду рада возача (боловања, слободни дани, плаћени дани и сл.), ефективно време коришћења возила, као и преглед остварених полуобрта.
- Управљачки извештаји – Ова група извештаја даје преглед „аларма“ за изабрани период, преглед заустављања на стајалиштима, преглед функционисања саобраћаја, као и преглед брзина возила.
- Извештаји управљања уређајима – Ова група извештаја даје преглед стања опреме и уређаја за праћење, и то за опрему и уређаје који се налазе у возилима.



Слика бр. 5 – Приказ извештаја о брзини вожње

Извештај о брзини вожње (Слика бр. 5) приказује дијаграм брзине изабраног возила у одређеном временском интервалу. Корисник дефинише период или возило за које се тражи извештај. Извештај генерише дводимензионални дијаграм, где је на X оси означена сатница, односно часови рада возила, а на Y оси брзине од 0 km/h па до 300 km/h. На основу анализе података са дијаграма, на пример, може се закључити да је возач изабраног возила имао прекорачење брзине у периоду од 16:45 часова до 17:00 часова (78 km/h).

Линија	Возило	Туража	Број полуобрта			Часови рада			Км			Местакилометри			Број путника	Бр
	Тип		Планирано	Остварено	%	Планирано	Остварено	%	Планирано	Остварено	%	Планирано	Остварено	%		
15 - Зелени венац - Земун /Нови град/		1	34	32	94,12	19:13:00	18:23:11	95,68	336,872	317,056	94,120	53.900,000	50.729,000	94,120	3	
		2	26	24	92,31	14:51:00	13:59:39	94,24	257,608	237,792	92,310	41.217,000	38.047,000	92,310	10	
		3	30	29	96,67	16:57:00	16:22:43	96,63	297,240	287,332	96,670	47.558,000	45.973,000	96,670	4	
		4	32	32	100,00	18:15:00	18:15:00	100,00	317,056	317,056	100,000	50.729,000	50.729,000	100,000	12	
		5	26	26	100,00	14:54:00	14:54:00	100,00	257,608	257,608	100,000	41.217,000	41.217,000	100,000	6	
		6	34	29	85,29	19:07:00	16:44:37	87,59	336,872	287,332	85,290	53.900,000	45.973,000	85,290	7	
		7	24	24	100,00	13:45:00	13:45:00	100,00	237,792	237,792	100,000	38.047,000	38.047,000	100,000	5	
		8	34	26	76,47	19:13:00	15:35:03	81,10	336,872	257,608	76,470	53.900,000	41.217,000	76,470	3	
		9	24	21	87,50	13:46:00	11:54:42	86,53	237,792	208,068	87,500	38.047,000	33.291,000	87,500	2	
	зглобни автобус		264	243	92,05	150:01:00	139:53:55	93,26	2.615,712	2.407,644	92,050	418.514,000	385.223,000	92,050	52	
			264	243	92,05	150:01:00	139:53:55	93,26	2.615,712	2.407,644	92,050	418.514,000	385.223,000	92,050	52	
		1	14	13	92,86	14:52:00	14:11:15	95,43	304,990	283,205	92,860	48.798,000	45.313,000	92,860	10	
		2	17	16	94,12	18:13:00	17:27:06	95,80	370,345	348,560	94,120	59.255,000	55.770,000	94,120	6	
		3	15	15	100,00	16:16:00	16:02:48	98,65	326,775	326,775	100,000	52.284,000	52.284,000	100,000	4	
		4	16	14	87,50	17:15:00	14:33:33	84,40	348,560	304,990	87,500	55.770,000	37.906,000	67,970	4	
		5	15	15	100,00	16:07:00	16:07:00	100,00	326,775	326,775	100,000	52.284,000	52.284,000	100,000	11	
		6	15	14	93,33	16:10:00	15:08:06	93,62	326,775	304,990	93,330	52.284,000	48.798,000	93,330	3	
		7	17	14	82,35	18:25:00	15:11:34	82,49	370,345	304,990	82,350	59.255,000	41.174,000	69,490	0	
		8	15	15	100,00	16:17:00	16:17:00	100,00	326,775	326,775	100,000	52.284,000	35.945,000	68,750	2	
		9	17	15	88,24	18:16:00	16:08:55	88,40	370,345	326,775	88,240	59.255,000	52.284,000	88,240	5	
		10	18	18	100,00	19:19:00	19:19:00	100,00	392,130	392,130	100,000	62.741,000	62.741,000	100,000	2	
	зглобни автобус		11	15	11	73,33	16:18:00	12:04:42	74,10	326,775	239,635	73,330	52.284,000	38.342,000	73,330	4
		174	160	91,95	187:28:00	172:30:59	92,03	3.790,590	3.485,600	91,950	606.494,000	522.840,000	86,210	51		
	4	0	0	0,00	00:00	20:34	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0		
	5	0	2	0,00	00:00	03:41:11	0,00	0,000	4\$Revision: 12526 \$ \$Date: 2013-03-11 17:47:22 +0200 (Pzt, 11 Mar 2013) \$							

Слика бр. 6 – Приказ извештаја о функционисању саобраћаја

Извештај о функционисању саобраћаја се генерише за све линије или сваку линију посебно и пружа увид у податке о часовима рада возила, броју полуобрта, као и о броју превезених путника. Подаци су приказани за свако возило посебно и укупно за целу линију. Овај извештај је веома значајан у погледу анализе искоришћености капацитета возила на посматраној линији. Наиме, уколико је искоришћеност капацитета возила минимална може се приступити измени реда вожње и смањењу броја возила на линији и обратно (Слика бр. 6).

ЗАКЉУЧАК

Представљени систем чини управљање градским и приградским превозом једноставним. Систем обезбеђује податке о позицији возила, брзини, пређеним километрима, поштовању дефинисане линије, реда вожње и брзине, као и податке о историји пређеног пута уз истовремени приказ на мапи и у облику дефинисаних извештаја. Овакво решење помаже превозницима (оператерима) да смање прековремени рад, као и број потребних возила и возача за оптимално организовање градског и приградског саобраћаја на додељеним линијама. Сем тога, његовом применом унапређује се ефикасност превоза захваљујући брзом реаговању у неочекиваним ситуацијама као што су саобраћајне незгоде, саобраћајна загушења или квар возила. Такође, превозници могу оптимизовати ред вожње и трасе кретања возила захваљујући анализи података о кретању возила, приспелим извештајима и историји догађаја.

Литература

- Стевић, Ж. (2015). ЛОГИСТИЧКИ ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ У ТРАНСПОРТНОМ ПРЕДУЗЕЋУ, Нови Хоризонти 2015 – V међународни симпозијум, зборник радова, стр. 179-184, Добој.
- Јовановић, М., Вукшић, В., Иванишевић, Т. (2014). АНАЛИЗА СТАЊА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У ЈКП ГСП „БЕОГРАД“, Безбедност саобраћаја у локалној заједници 2014 – III међународна конференција, зборник радова, стр. 263-272, Бања Лука.
- Angappa, G., Ngai, E. WT. (2004). INFORMATION SYSTEMS IN SUPPLY CHAIN INTEGRATION AND MANAGEMENT, European Journal of Operational Research 159.2, page 269-295.
- Borzacchiello, M. T., Torrieri, V., Nijkamp, P. (2009). AN OPERATIONAL INFORMATION SYSTEMS ARCHITECTURE FOR ASSESSING SUSTAINABLE TRANSPORTATION PLANNING: PRINCIPLES AND DESIGN, Evaluation and Program Planning Volume 32, Issue 4, pages 381–389.
- Драшковић, М. (2006). ИНТЕГРАЦИОНА УЛОГА ИНФОРМАЦИЈА У МАРКЕТИНГ ЛОГИСТИЦИ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМА, Montenegrin journal of Economics, број 3.
- Gianpaolo, G., Laporte, G., Musmanno, R. (2004). INTRODUCTION TO LOGISTICS SYSTEMS PLANNING AND CONTROL. John Wiley & Sons, page 9.
- Grabara, J., Kolcun, M., Kot, S. (2014). THE ROLE OF INFORMATION SYSTEMS IN TRANSPORT LOGISTICS, International Journal of Education and Research Vol. 2 No. 2.
- Ивић, К. (2008). УТЈЕЦАЈ ИНФОРМАЦИЈСКОГ СУСТАВА НА МЕНАЏМЕНТ ЛОГИСТИКЕ, Пословна логистика у савременом менаџменту - VIII зnanствени скуп с међународним судјеловањем, зборник радова, стр. 141-151.
- Јујновић, И. (2011). УТЈЕЦАЈ ИНФОРМАЦИЈСКЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ НА ИНТЕГРАЦИЈУ ЛОГИСТИЧКИХ ПРОЦЕСА, Пословна логистика у савременом менаџменту - XI зnanствени скуп с међународним судјеловањем, стр. 293-307.
- Милијић, Н., Михајловић, И. (2008). ЛОГИСТИЧКИ ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМИ, Мајска конференција о стратегијском менаџменту, Зајечар.
- Миљуш, М., Радивојевић, Г. (2006). УЛОГА ГЕОГРАФСКОГ ИНФОРМАЦИОНОГ СИСТЕМА (ГИС) У ЛОГИСТИЦИ ФАЗИ СИСТЕМ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ РУТА ВОЗИЛА, Међународни часопис Транспорт и логистика, Т&Л - 11/06, стр. 14-31.

ГИС И САОБРАЋАЈНА ИНФРАСТРУКТУРА

Милан Маринковић¹

Апстракт: Путна мрежа је једна од највећих капиталних вриједности у Републици Србији. На територији Републике Србије има 16 221.125 km државних путева који се дијеле у неколико категорија. Укупна вриједност државних путева се процјењује на око 4.5 милијарде евра. Са својом улогом повезивања имају велики значај у развоју земље.

Основни трошкови који се односе на саобраћајну инфраструктуру су трошкови изградње и трошкови одржавања инфраструктуре. Прије и приликом изградње инфраструктуре треба водити рачуна и о њеном одржавању. Трошкови одржавања могу бити значајно већи од трошкова изградње уколико се не узму у разматрање приликом изградње. Увијек тежимо да нађемо најбољи могући однос трошкова изградње и одржавања. Са већим улагањем у изградњу пута смањујемо средства која ћемо издвајати за одржавање инфраструктуре док са мањим коштањем изградње инфраструктуре морамо одвојити више средстава за њено одржавање.

У раду је приказан примјер дефинисања модела за ГИС инфраструктуре у општини Беоцин са нагласком на саобраћајну инфраструктуру. Подаци су прикупљени уз помоћ доступне документације и изласком на терен. Прикупљени подаци о инфраструктури су унесени у ГИС софтвер који је послужио као база података. Вршена је и визуелна инспекција појединих саобраћајница и мапирана су оштећења. На основу прикупљених података оцјењено је стање саобраћајне инфраструктуре по методологији процјене стања која се базира на вриједности PCI. PCI (Pavement Condition Index) представља бројну вриједност која изражава квалитет стања саобраћајне инфраструктуре. На основу оцјењеног стања може се предвидјети и будуће стање инфраструктуре уз помоћ различитих предикционих модела и могу се правити листе приоритета.

Кључне речи: путеви, изградња, одржавање, стање, трошкови

GIS AND TRAFFIC INFRASTRUCTURE

Abstract: The road network is one of the highest capital values in the Republic of Serbia. The total length of national road network in the Republic of Serbia is 16 221.125 km. The total value of state roads is estimated at around 4.5 billion euros. Roads have great importance in the development of the Serbia.

The basic costs related to the transport infrastructure are construction costs and maintenance costs of the infrastructure. Before and during the construction of the infrastructure, it is necessary to take care of its maintenance. Maintenance costs may be significantly higher than construction costs unless they are considered before and during construction. We always strive to find the best possible relationship between construction and maintenance costs. With increased investment in road construction, we are reducing the funds that we will allocate to maintain the infrastructure, while with the lower cost of infrastructure construction we have to allocate more funds for its maintenance.

This paper presents an example of defining a model for GIS infrastructure in the municipality of Beočin with an emphasis on transport infrastructure. The data was collected with the help of the available documentation and going to the field. The collected infrastructure data was entered into the GIS software that served as a database. Visual inspection of individual roads was also performed and damage was mapped. On the basis of the collected data, the state of the transport infrastructure was assessed according to the assessment methodology based on the value of the PCI. PCI (Pavement Condition Index) is a numerical value that expresses the quality of the state of the transport infrastructure. Based on the assessed condition, the future state of the infrastructure can be predicted with the help of different prediction models and priority lists can be made.

Key words: roads, construction, management, condition, costs

¹ Факултет техничких наука Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6, milan.marinkovic@uns.ac.rs (Calibri 9pt)

УВОД

Путна мрежа је једна од највећих капиталних вриједности у Републици Србији. На територији Републике Србије има 16 221.125 km државних путева (1, ЈП „Путеви Србије“). Њихова вриједност се процјењује на око 4.5 милијарде евра. На основу административног критеријума путеви (2, Закон о јавним путевима, 2005) се дијеле на:

- Државне путеве I реда који саобраћајно повезују територију државе са мрежом европских путева односно чине дио те мреже, повезују територију државе са територијом сусједних држава, међусобно повезују цијелокупну територију државе или привредно значајна насеља на територији државе. Путеве I реда се дијеле на државне путеве IA реда (аутопутеви дужине 781.633 km) и државне путеве IB реда (4486.575 km);
- Државне путеве II реда који саобраћајно повезују подручје два или више округа или подручја (унутар) округа. Државни путеви II реда се даље дијеле на државне путеве IIA (7783.439 km) и II B реда (3169.478 km);
- Општинске путеве који саобраћајно међусобно повезују територију (унутар) општине, односно градове са територијом, односно градове са мрежом државних путева;
- Улице које саобраћајно повезују дијелове насеља.

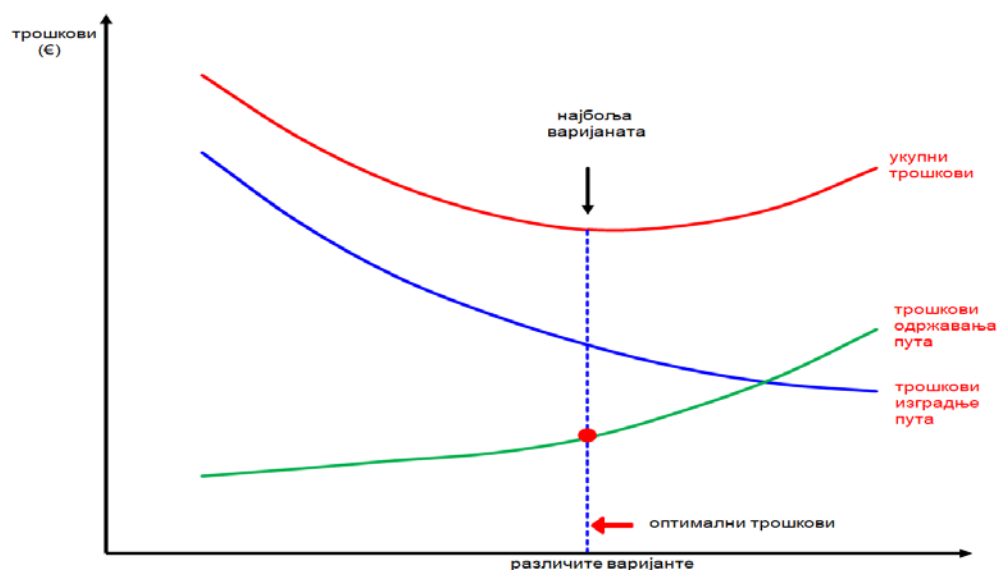
Табела 1. Путна мрежа Републике Србије

	Укупно	Савремени коловоз				Туцаник	Земљани
		Свега	Асфалт	Бетон	Коцка		
Република Србија	45410	30420	30265	93	62	7501	7489
Државни путеви I реда	4644	4643	4617	26	0	0	1
Државни путеви II реда	11392	10688	10688	0	0	513	191
Општински путеви	29374	15089	14960	67	62	6988	7297

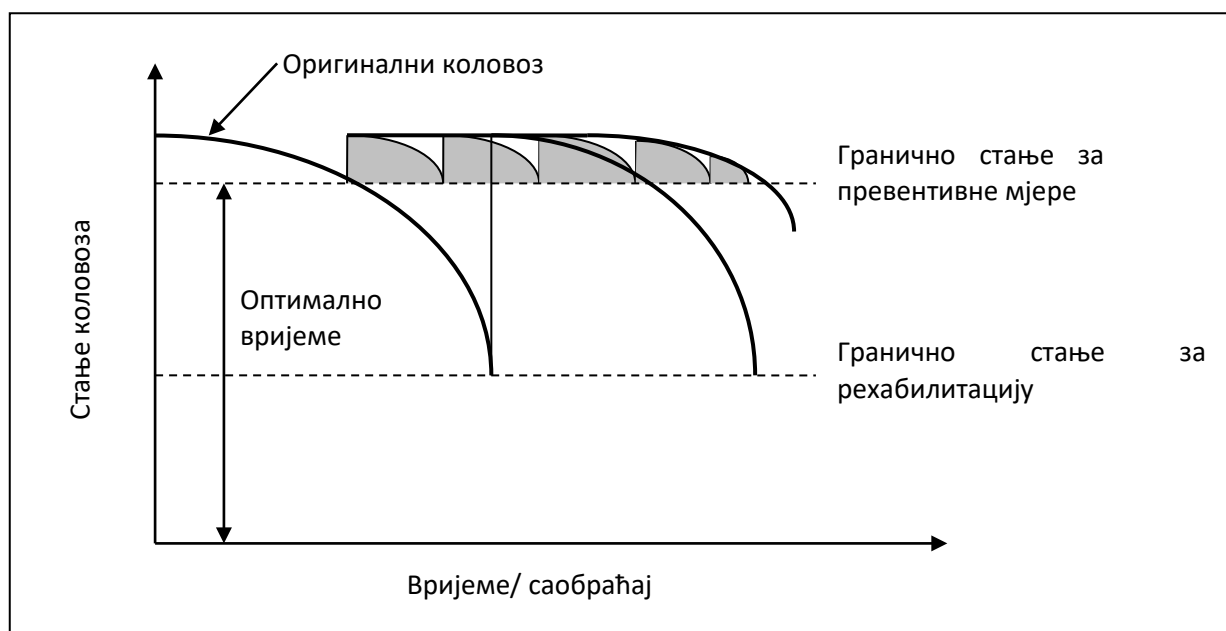
ЖИВОТНИ ВИЈЕК САОБРАЋАЈНЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Приликом изградње путева треба водити рачуна о трошковима изградње и о трошковима одржавања. Уколико изградимо јефтинији пут онда ћемо имати веће трошкове одржавања (Слика 1.) током животног вијека пута и обрнуто, тј. већим улагањима приликом градње пута смањујемо потребна финансијка средства за одржавање пута. Зато је потребно прије изградње пута извршити економске анализе са различитим варијантама како би дошли до најбоље варијанте.

Након изградње новог пута долази до пропадања његовог стања услед дејства саобраћајног оптерећења, утицаја мраза, температура као и карактеристика тла. Поправку коловоза је боље урадити у раним фазама настајања оштећења јер ћемо тада имати мање трошкове поправке пута.

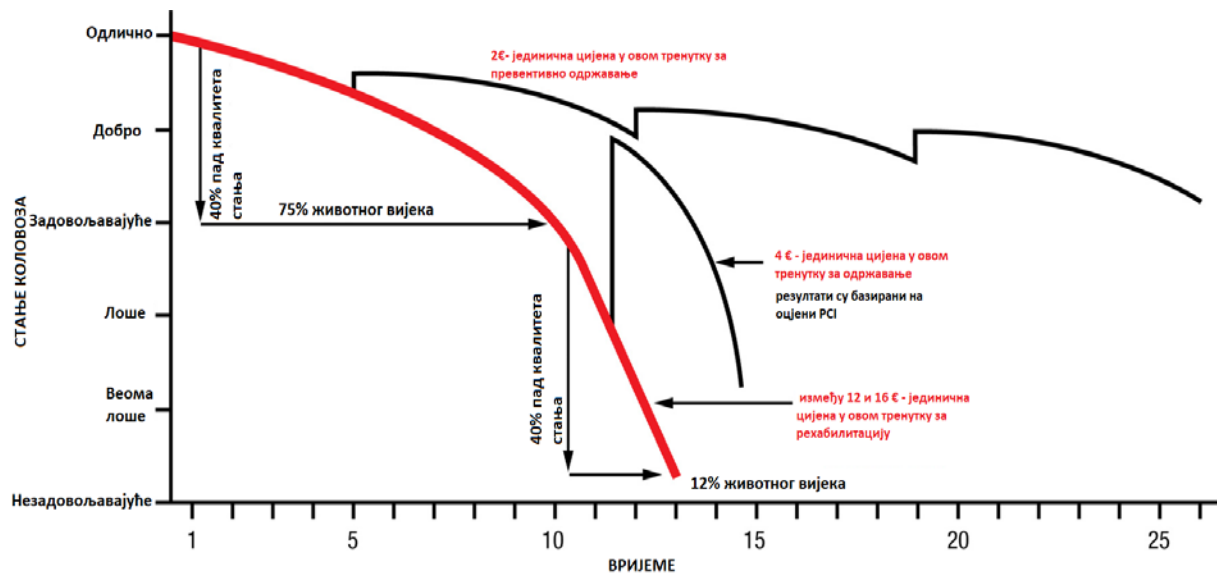


Слика 1. Избор варијанте изградње и одржавања пута



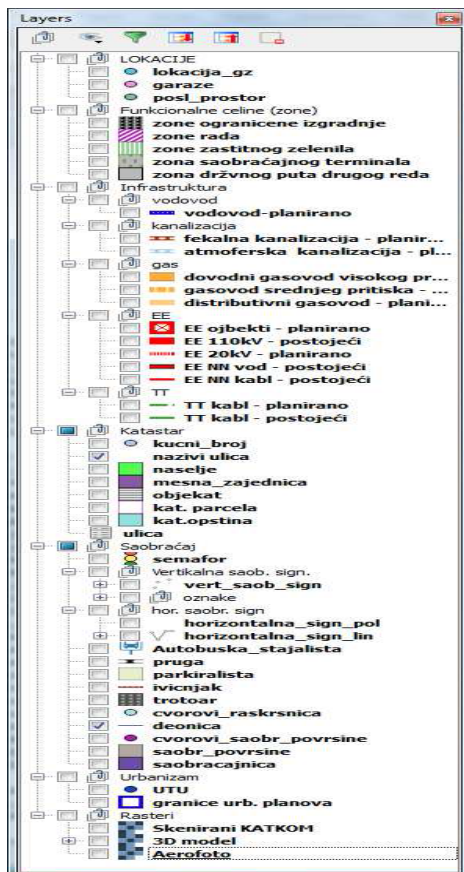
Слика 2. Промјена стања пута током времена (З, Ђ. Узелац)

Међутим, институције које су надлежне за одржавање путева (државна предузећа или јединице локалне самоуправе) имају ограничене буџете и самим тим не могу поправити све путеве који су оштећени. Из тог разлога морамо правити одговарајуће листе приоритета (рангирање путева по њиховој важности и стању) што значи да ћемо неке путеве поправити а неки ће пропадати и даље и њихова поправка ће коштати много више касније (Слика 3.). На слици 2 види се крива линија која представља квалитет стања пута. Током времена квалитет опада све док се не изврше поправке пута (нагли скокови линије на горе). Стање саобраћајне инфраструктуре може да се оцјењује по једној од методологија које су у примјени.

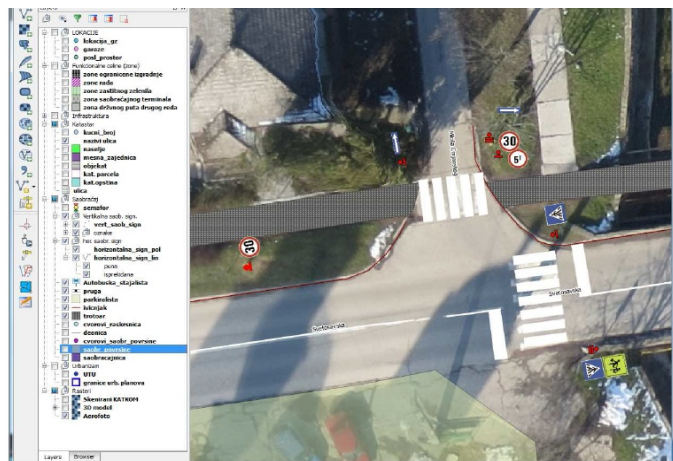


Слика 3. Коштање поправки пута у појединим тренутцима животног вијека пута (4, Интернет)

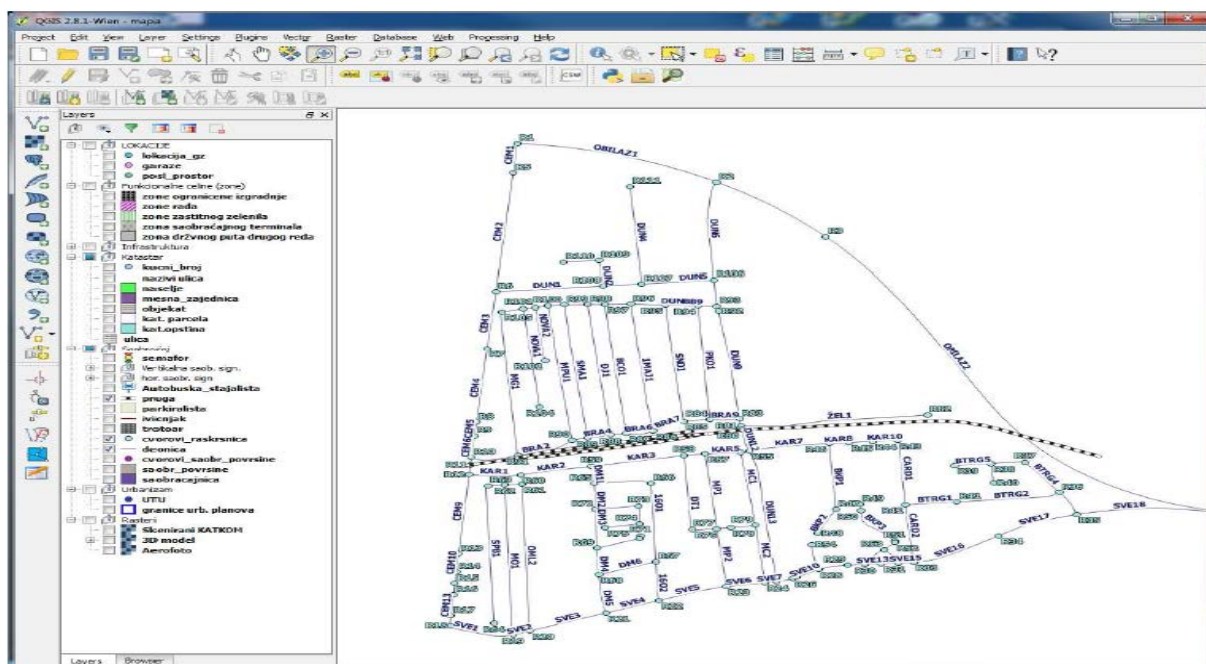
ФОРМИРАЊЕ БАЗЕ ПОДАТАКА И ПРИКУПЉАЊЕ ПОДАТАКА



Базе података се формирају на основу доступних података и на основу документације о саобраћајној инфраструктури која се анализира. Након тога се излази на лице мјеста како би се прикупило што је више могуће података који нису могли да се пронађу у постојећој документацији. На слици 4 приказан је примјер формирања базе података и појединачних слојева (Слика 4.) у ГИС-у на основу прикупљених података за територију општине Беоцин (Слика 5.). Подаци су прикупљени на терену у току марта 2015 године. Вршено је снимање ортофото снимка који је служио као подлога за уношење инвентарских података.



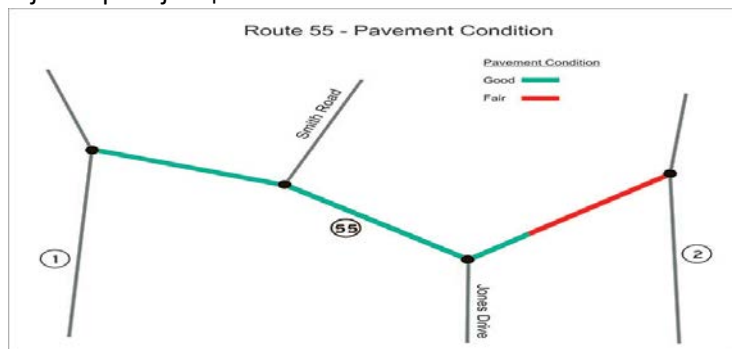
Слика 4. Дефинисани лејери у ГИС софтверу и уношење података у ГИС софтвер (5, М. Маринковић)



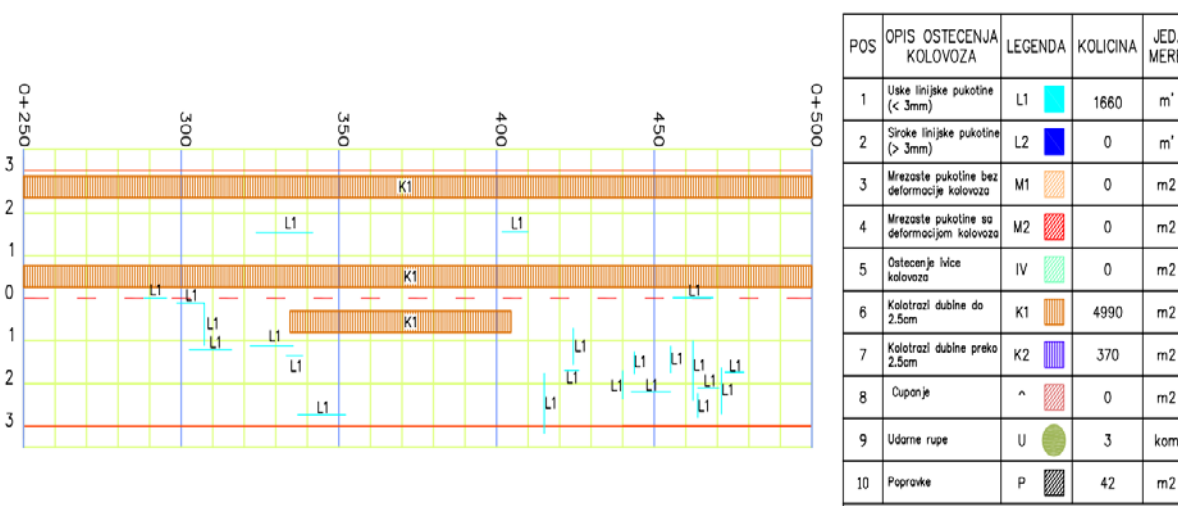
Слика 5. Путна мрежа општине Беочин приказана у ГИС софтверу (5, М. Маринковић)

ОЦЕНА СТАЊА САОБРАЋАЈНЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

На основу прикуљених података и формирани базе података врши се процена стања инфраструктуре на основу појединих методологија. Оцена представља број којем је унапријед додјељено значење, тј. број који означава стање означава. Неке методологије користе PCI (Pavement Condition Index) као број којим изражавају квалитет стања коловоза. Визуелном инспекцијом утврђује се оштећеност коловоза и оштећења уносе у одговарајуће мапе оштећења. Утврђеним поступком одређује се PCI за сваку дионицу. PCI се креће у границама од 0 до 100 (Слика 6.). Број нула означава разорен коловоз пута док број 100 коловоз у одличном стању, тј. што је већа оцена PCI за дионицу то значи да је она у бољем стању. Визуелним прегледима (Слика 8.) у одговарајућим (утврђеним) временским размацама и прорачуном вриједности PCI можемо пратити стање коловоза и утврдити како се мијења између два узастопна прегледа. На основу прегледа можемо утврдити и колико поједини параметри (нпр. саобраћајно оптерећење) утичу на развој оштећења. На основу тих података могу се користити постојећи предикциони модели или да се развијају нови модели за предвиђање стања коловоза. Примјеном динамичке сегрегације у ГИС-у (Слика 7.) можемо да издвојимо приоритете уз постављене услове као што су стање или значај саобраћајнице.



Слика 6. PCI градација стања коловоза (6) Слика 7. Динамичка сегрегација у ГИС софтверу (7)



Слика 8. Мапа оштећења улице у Беочину

ЗАКЉУЧАК

Путеви, као јавно добро, представљају инфраструктурне објекте који су изложени утицају различитих параметара као што су саобраћајно оптерећење и атмосферске појаве. Током времена долази до погоршавања стања путева и потребно је вршити одржавања путева. Из тог разлога прије него што изградимо пут треба да водимо рачуна и о цијени изградње али и о цијени одржавања која не може да се занемари. ГИС софтвери могу да помогну као алат за анализу података о путевима. Предност ГИС-а је у томе што се сви потребни подаци налазе на једном мјесту у виду појединих слојева. Визуелним прегледима се на терену прикупљају подаци о стању а затим се подаци обрађују и процјењује се стање (оцјеном од 0 до 100) у којем се налази инфраструктура. ГИС омогућава да лакше донесемо одлуке и да правимо листе приоритета. Листе приоритета су на потребне због ограничених буџета за одржавање саобраћајница. Динамичка сегрегација (Слика 7.) је велика предност ГИС-а јер можемо брзо да добијемо, на основу постављених услова, листе приоритета за одржавање.

Литература

1. ЈП „Путеви Србије“, <http://www.putevi-srbije.rs/index.php/sr/o-nama> (преузето 29. априла 2018)
2. Закон о јавним путевима (2005)
3. Проф. др Ђорђе Узелац (2014): Слајдови са предавања из предмета „Управљање објектима уз подршку информационих система“, Грађевински факултет у Београду
4. Слика преузета са интернета, <http://www.site-kconstructionzone.com/wp-content/uploads/2011/06/Pavement-Condition-Index-Chart1.jpg> (преузето 10. априла 2018)
5. Маринковић М., Матић Б., Стевановић Р. (2016): Примјер географског информационог система за путеве локалних самоуправа, Пут и саобраћај, 15-22
6. American Society for Testing and Materials (2007): Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys
7. Слика преузета са интернета, <https://www.e-education.psu.edu/transportation/node/7> (преузето 13. јануар 2018)

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