

RIZIK OD NASTANKA LITOSFERSKIH KATASTROFA U BRANIČEVSKOM OKRUGU

Đurić Marija

Univerzitet u Beograd – Geografski fakultet, Studentski trg 3/III,
11000 Beograd

Blagajac Irena

Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Studentski trg 3/3,
Beograd, Srbija

Apstrakt: Predmet istraživanja je analiza rizika od nastanka litosferskih katastrofa u Braničevskom okrugu. Zadatak istraživanja je analizirati intenzitet zemljotresa, kao i zastupljenost klizišta i odrona na proučavanoj teritoriji. Cilj rada je utvrditi stepen rizika nastanka litosferskih katastrofa koje mogu ugroziti život stanovništva i njihove delatnosti u Okrugu. U radu je kartom prikazana geografska rasprostranjenost klizišta i odrona na teritoriji Braničevskog okruga. Za posmatranu teritoriju prikazane su i karte intenziteta zemljotresa za povratni period od 95 i 975 godina. Analizom su obuhvaćene gustina naseljenosti stanovništva prema naseljima u Okrugu, kao i rasprostranjenost poljoprivrednih, šumskih, naseljenih, vodnih i industrijskih površina. U radu su kartografski prikazane gustina naseljenosti stanovništva i namena zemljišta. U poređnom analizom navedenih podataka izrađena je sintezna karta koja obuhvata geoprostorno preklapanje istraženih litosferskih nepogoda sa gustinom naseljenosti stanovništva i namenom zemljišta kako bi se dobile zone visokog stepena rizika za stanovništvo. Na bazi sintezne karte izrađena je karta visokog, srednjeg i niskog rizika od nastanka litosferskih katastrofa i njihovog uticaja na život stanovništva i na njihove delatnosti na teritoriji Braničevskog okruga. Na osnovu istraživanja dati su predlozi mera za prevenciju, pripravnost, odgovor na udes i sanaciju katastrofalnih posledica po stanovništvo, građevinske objekte i privredne delatnosti u Braničevskom okrugu.

Ključne reči: litosferske katastrofe, Braničevski okrug, mere za smanjenje rizika.

Uvod

Braničevski okrug nalazi se u Istočnoj Srbiji, u čijem su sastavu Grad Požarevac i opštine Veliko Gradište, Golubac, Kučevo, Žagubica, Žabari, Malo Crniće i Petrovac na Mlavi. Površina Okruga iznosi 3 865 km² (<https://branicovski.okrug.gov.rs/>). Okrug ima povoljan saobraćajni položaj jer je drumska saobraćajna mreža razvijena i dobro je povezan sa ostatkom Republike Srbije. U Okrugu razvijen je vodni saobraćaj rekom Dunav. Rad obuhvata rizik od nastanka litosferskih katastrofa, odnosno intenziteta zemljotresa za povratni period 95 godina i 975 godina, klizišta i odrona.

Metode rada

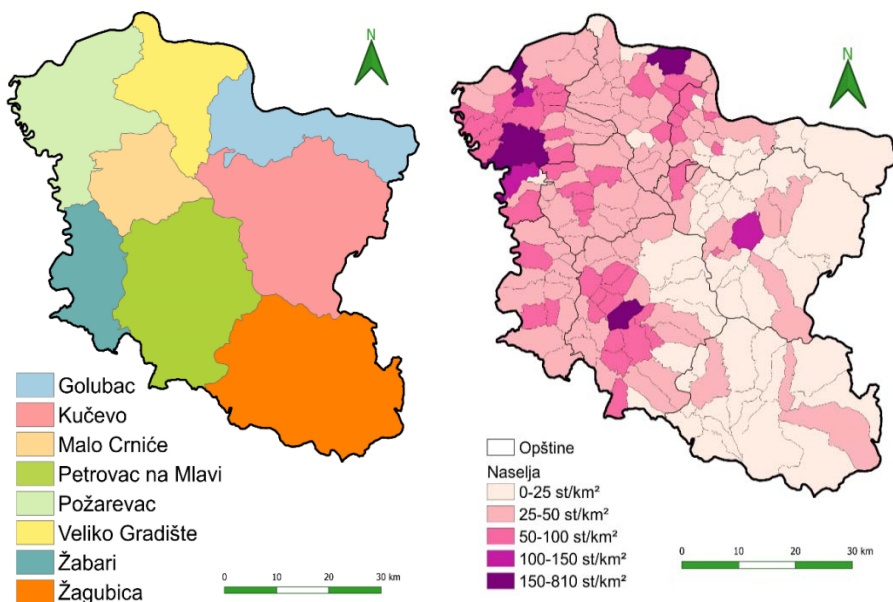
Metode rada koje su korišćene su metod analize i sinteze, metod komparacije AHP metod. Metod analize doneseni su zaključci o litosferskim procesima i pojavama koje se dešavaju u Braničevskom okrugu, a metod komparacije korišćen je za upoređivanje istraženih podataka. Karta gustine naseljenosti je urađena na osnovu podataka iz Popisa stanovništva za 2011. godinu, podaci su dobijeni deljenjem broja stanovnika sa površinom svakog naselja u okviru Okruga. Za izradu karte intenziteta zemljotresa za period od 95 godina korišćena je karta seizmičkog hazarda Republike Srbije za povratni period od 95 godina, a za izradu karte intenziteta zemljotresa za period od 975 godina korišćena je karta seizmičkog hazarda Republike Srbije za povratni period od 975 godina (<http://www.seismo.gov.rs/>). Karta klizišta i odrona urađena je na osnovu karte iz rada „Geohazard Assessment in the Eastern Serbia“ (Dragičević i dr, 2011).

Upotrebom sinteznog metoda podaci sa prethodnih karata su obuhvaćeni u sinteznu kartu. Izvori podataka za sinteznu kartu su Corine Land Cover 2018 (za namenu zemljišta), kao i navedene baze podataka za zemljotrese, klizišta i odrone. Takođe, za digitalizaciju saobraćajnica prikazanih na sinteznoj karti korišćene su TK 50.000 Požarevac (broj lista 431/1, 431/2, 431/3 i 431/4), TK 50.000 Veliko Gradište (432/1, 432/2, 432/3 i 432/4), TK 50.000 Žagubica (482/1, 482/2, 482/3 i 482/4), TK Bor (483/1, 483/2, 483/3 i 483/4), TK 50.000 Oršava (433/3), a da bi se uporedili podaci sa topografskih karata i

sadašnje stanje upotrebljen je Google satelite. Na osnovu izvršenog istraživanja upotrebom AHP metoda izrađena je karta rizika nastanka litosferskih katastrofa i njihovog uticaja na stanovništvo i njihove delatnosti u Okrugu. Program korišćen za obradu podataka je QGIS 3.8.

Fizičko-geografske i demografske karakteristike

Braničevski okrug se nalazi na obroncima Homoljskih planina, reljef je nizijski i brdsko-planinski. Klima je umereno-kontinentalna. U severnom delu okruga je dominantan vetar košava, a u južnom delu su izražene tišine. Najznačajniji vodeni tokovi su Dunav, Mlava, Pek, Resava i Velika Morava. Centralni deo Okruga izgrađen je od sedimentnih i metamornih stena (Prostorni plan opštine Malo Crniće, 2010), južni deo je izgrađen od krečnjačkih stena (Strategija održivog razvoja opštine Žagubica 2015). U Požarevcu vrši se eksploatacija lignita, nafte i gasa (Prostorni plan Grada Požarevca, 2021). U severoistočnom delu Okruga, u okviru opštine Golubac nalazi se NP „Đerdap“ koji na teritoriji opštine zauzima 29% (Strategija održivog razvoja opštine Golubac, 2014).



Karta 1: Opštine u Braničevskom okrugu
Karta 2: Gustina naseljenosti po naseljima za 2011. Godinu

Seizmizam

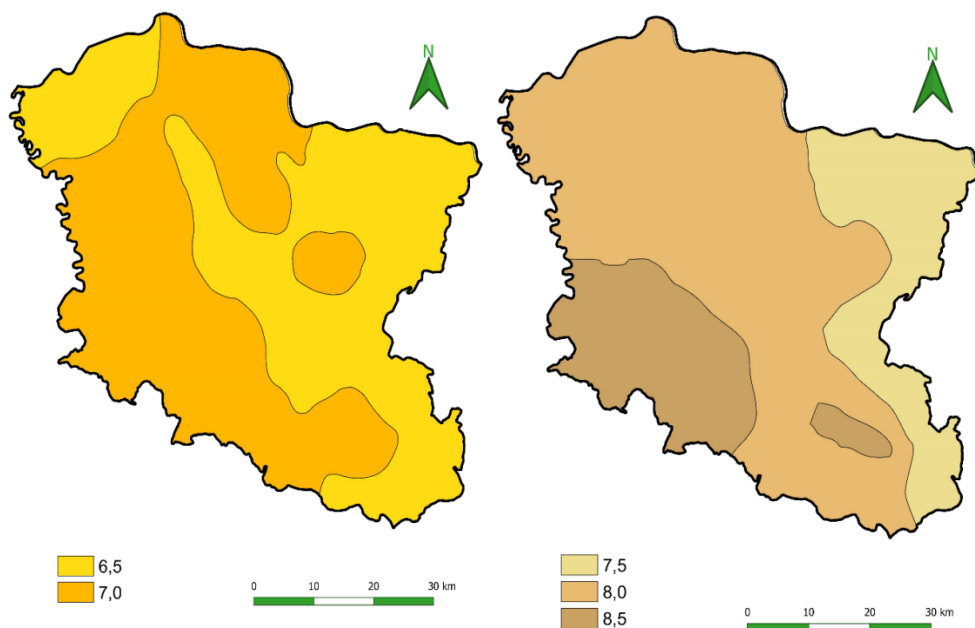
Pod zemljotresima, odnosno seizmičkim pokretima se podrazumeva kratkotrajno podrhtavanje tla (Jovanović, Srećković-Batoćanin, 2009). Intenzitet zemljotresa je stepen površinskih destruktivnih efekata koje zemljotres izaziva. Skala intenziteta zemljotresa je opisna jer su parametri jačine zemljotresa kvalitativni. Za merenje intenziteta koristi se opisna Merkalijeva skala (MCS) koja obuhvata 12 stepeni intenziteta, baziranih na čulnim opažanjima i stepenu oštećenja koje zemljotres izaziva (Gerzina, Carević, 2019).

Na karti broj 3 prikazan je intenzitet zemljotresa za povratni period od 95 godina. Intenzitet zemljotresa od 7° MCS je u severnom, zapadnom, jugo-zapadnom i južnom delu Okruga, obuhvata opštine Veliko Gradište, Žabari, Malo Crniće, Petrovac na Mlavi, zapadni deo Žagubice, zapadni deo opštine Golubac i jug grada Požarevca. Intenzitet zemljotresa od 7° MCS se nalazi i u severo-zapadnom i centralnom delu opštine Kučevo. U severo-zapadnom, istočnom, centralnom i jugo-istočnom delu Okruga intenzitet zemljotresa je 6,5° MCS. Obuhvata severni deo grada Požarevca, istočni deo opštine Žagubica, opštinu Kučevo i centralni i istočni deo opštine Golubac.

Na karti broj 4 prikazan je intenzitet zemljotresa za povratni period od 975 godina. Najveći rizik od pojave zemljotresa intenziteta 8,5° MCS je u zapadnom i jugo-istočnom delu Okruga, to su opštine Žabari i Petrovac na Mlavi, kao i u centralom delu opštine Žagubica. Zemljotres intenziteta 8° MCS može da pogodi severni, zapadni, centralni i južni deo Okruga, a rizik od nastanka zemljotresa intenziteta 7,5° MCS izražen je u istočnom delu Okruga.

Karta intenziteta zemljotresa za povratni period od 975 godina ima jači intenzitet (7,5°-8,5° MCS), nego karta za povratni period od 95 godina (6,5°-7° MCS).

Verovatnoća prekoračenja za povratni period od 95 godina iznosi 10% u 10 godina, dok verovatnoća prekoračenja za povratni period od 975 godina iznosi 5% u 50 godina. Hazard je izražen u stepenima makrosizmickog intenziteta (<http://www.seismo.gov.rs/>).



Karta 3, 4: Karta intenziteta zemljotresa za povratni period 95 godina i 975 godina

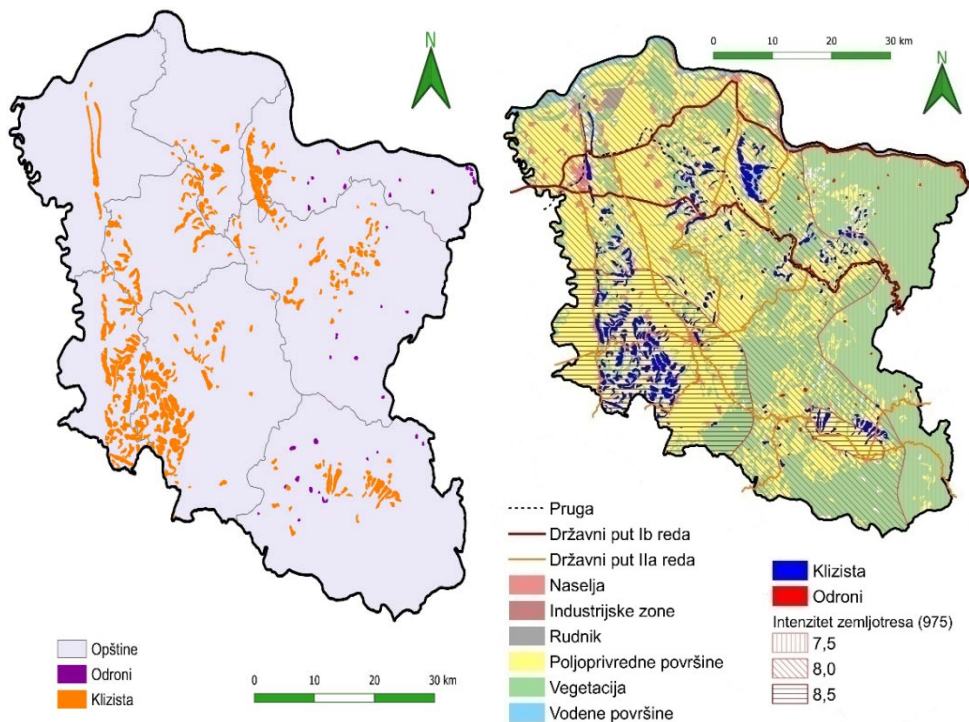
Klizišta i odroni

Klizišta su mesta gde nastaje kretanje površinskih slojeva zemljišta (Petrović, Manojlović, 2003). Uzrok kliženja tla su prirodni procesi i uslovi, kao i antropogeni uticaji (Dragičević, Filipović, 2016). Prirodni uslovi koji najviše doprinose pojavi kliženja su glinovita geološka podloga, nagib terena i atmosferske padavine. Čovek inicira pojavu klizišnog procesa neplanskom gradnjom na terenima koji su predisponirani za pojavu klizišta (Dragičević, Filipović, 2016). Na karti broj 5 prikazana su klizišta koja su najrasprostranjenija u zapadnom, centralnom i jugo-istočnom delu Okruga. U severo-istočnom delu Okruga, odnosno u opštini Golubac, na teritoriji NP „Đerdap“ nisu izražena klizišta (Strategija održivog razvoja opštine Golubac, 2014).

Odroni predstavljaju raspadanje čvrstih stenovitih masa koje se iznenada otkidaju, obrušavaju i kreću se niz padinu. Prirodni uslovi i procesi koji iniciraju odrone su rastresita krečnjačka geološka podloga, izraženi nagibi terena i zemljotresi. Antropogeni uticaji koji uzrokuju odrone su izgradnja saobraćajne infrastrukture i miniranje pri eksploataciji mineralnih sirovina. Na karti broj 5 prikazani su odrone

koji su zastupljeni samo u severo-istočnom, istočnom i jugo-istočnom delu Okruga.

Uporednom analizom klizišta i odrona prikazanih na karti broj 5, zaključeno je da nije izraženo njihovo prostorno preklapanje.



Karta 5: Klizišta i odroni **Karta 6:** Sinteza karta

Uticaj litosferskih katastrofa na: prirodne uslove, antropogene delatnosti i infrastrukturu

Pojava litosferskih katastrofa može promeniti prirodne uslove u Braničevskom okrugu. One mogu uticati na teksturu zemljišta i pokrenuti erozivne procese, mogu prouzrokovati promene u izgledu reljefa, u hidrološkom režimu Dunava i ostalih vodenih površina, promenu u proticaju podzemnih voda i negativno uticati na staništa biljnih i životinjskih vrsta. Pojava zemljotresa može da izazove i aktiviranje klizišta i odrona, ali sa druge strane i obrušavanje odrona i aktivacija klizišta može da uslovi pojavu zemljotresa manjeg obima.

Pojava litosferskih katastrofa bi u Okrugu uticala na ljudske delatnosti, a najviše na poljoprivredu, industriju i rudarstvo. Ova nepogoda bi ugrozila stare i neodržavane građevinske objekte i saobraćajnu infrastrukturu u Okrugu. Aktivacija klizišta uništava prinos i onemogućava upotrebu zemljišta za poljoprivrednu proizvodnju. U jugo-zapadnom delu Okruga, gde je intenzitet zemljotresa za povratni period 975 godina, gde su najizraženija klizišta i rasprostranjene su poljoprivredne površine, ukoliko se dogodi zemljotres moguće su trajne posledice po poljoprivrednu proizvodnju. Litosferske katastrofe mogu da izazovu accidente u industriji koja je pozicionirana u okviru naseljenog mesta i da izazovu velike ljudske žrtve i zagađenje životne sredine. Takođe, litosferske katastrofe mogu da ugroze i kamenolom i izazovu buku, vibracije i širenje opasnih materija u životnu sredinu. Pojava litosferskih katastrofa može da prouzrokuje denivelaciju tla na kojem je izgrađen saobraćajni put, urušavanje putne mreže i infrastrukture ili da izazove saobraćajne udese.

Na karti broj 6 prikazana je sinteza prethodno navedenih pojava i procesa u Braničevskom okrugu. Prostorno su preklapljeni saobraćajnice, pruga, naselja i industrijske zone, rudnik, poljoprivredne, šumske i vodene površine sa mestima koja imaju rizik od nastanka litosferskih katastrofa. Najugroženije poljoprivredne površine se preklapaju sa mestima gde su zastupljena klizišta i sa zemljotresom intenziteta 8,5° MCS za povratni period 975 godina. Ostale poljoprivredne površine se prostorno preklapaju sa klizištima, ali se nalaze na mestima sa intenzitetom zemljotresa 8° MCS za povratni period od 975 godina. Kamenolom, naselja i industrijska zona su na teritoriji zemljotresa sa potencijalom intenziteta nastanaka 8° MCS za povratni period od 975 godina. Vegetacija je najmanje ugrožena i nalazi se u zoni sa manje razvijenim klizištima i odronima i zemljotresom intenziteta 7,5° MCS za povratni period od 975 godina. Saobraćajna mreža je ugrožena na teritoriji celog Okruga jer se prostorno preklapa sa klizištima i odronima i sa zemljotresima jačeg intenziteta.

Rizik od nastanka litosferskih katastrofa

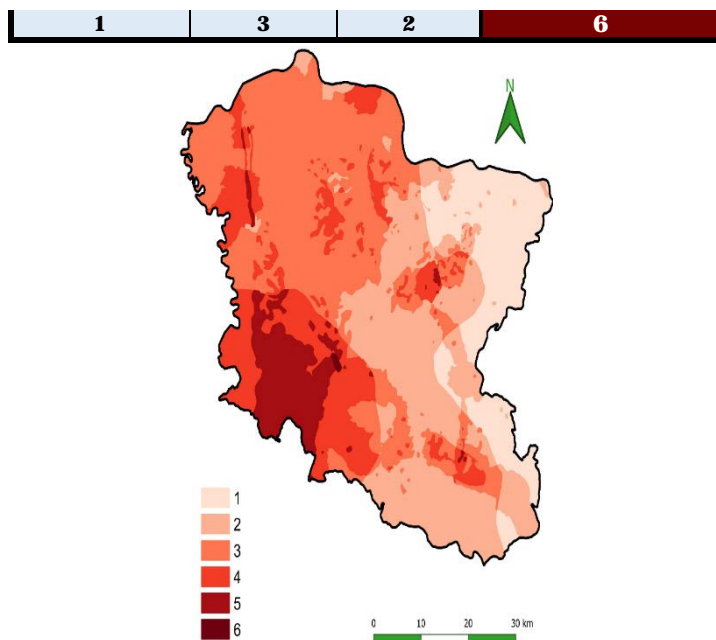
Na osnovu sintezne karte (broj 6) i karte gustine naseljenosti (broj 2), izrađena je karta broj 7 koja prikazuje rizik od nastanka litosferskih katastrofa i njihov uticaj na stanovništvo. Kartom su obuhvaćene gustina naseljenosti i rizik od nastanka litosferskih katastrofa na teritoriji Okruga. Tabela broj 1 prikazuje način bodovanja na osnovu

kog je vršena kategorizacija rizika. Kategorije rizika 1 i 2 predstavljaju nizak rizik od nastanka litosferskih katastrofa, kategorije 3 i 4 su srednji rizik, a kategorije 5 i 6 su visok nivo rizika od nastanka litosferskih katastrofa.

U istočnom delu Okruga najmanje su kategorije rizika (1 i 2) za nastanak litosferskih katastrofa jer je mala gustina naseljenosti, izražena je vegetacija i nisu naglašena klizišta i odroni, a zemljotres ima najmanji intenzitet (7,5° MCS). U Južnom delu Okruga kategorije rizika su srednje (3 i 4) jer je srednja jačina intenziteta zemljotresa (8° MCS) i gustina naseljenosti, a klizišta i odroni su mestimično zastupljeni. U severnom i severo-zapadnom delu kategorije rizika su 4 i 5 zbog veće gustine naseljenosti u odnosu na južni deo Okruga. Jugo-zapadni deo Braničevskog okruga je najugroženiji od pojave litosferskih katastrofa jer je intenzitet zemljotresa najjači (8,5° MCS), veoma su izražena klizišta, a stanovništvo je najgušće naseljeno.

Tabela 1: Vrednovanje podataka za izradu karte rizika

Klizišta/ Odroni	Zemljotres (°MCS)	Stanovništvo (st/km ²)	Kategorija rizika
0=nema 1=ima	1=7,5 2=8 3=8,5	0= 0-25 1= 25-100 2= 100-810	
0	1	0	1
0	1	0	
0	2	0	
1	1	0	2
1	1	0	
0	2	0	
1	2	0	3
0	3	0	
1	2	0	
0	3	0	4
0	3	1	
0	3	1	
0	2	2	
1	2	1	
0	2	2	
1	3	1	5
1	3	1	
1	2	2	
0	3	2	



Karta 7: Karta rizika od nastanka litosferskih katastrofa

Mere za smanjenje posledica litosferskih katastrofa

Litosferske katastrofe, a posebno zemljotresi, su uzročnici gubitaka ljudskih života. Zbog toga je neophodno preduzeti mere za sprečavanje i za smanjenja posledica. Zemljotres kao prirodnu pojavu nije moguće zaustaviti, ali preventivnom gradnjom objekata i pravilnom edukacijom stanovništva, moguće je smanjiti posledice. Kako bi se pospešila edukacija potrebno je redovno održavati obuke i vežbe u kojima bi stanovnici naučili kako da reaguju pri litosferskim katastrofama. Neophodno je obezbediti veća finansijska ulaganja u civilnu zaštitu, obezbediti opremu i zapošljavati stručnjake iz oblasti seizmizma. Zemljotrese antropogenog porekla je moguće sprečiti kroz kontrolisano miniranje u rudniku ili održavanje građevinskih objekata da se neurušavaju.

Preventivna mera za smanjenje nastanka klizišta je ne graditi građevinske objekte na nestabilnim glinovitim podlogama. Ukoliko se klizište aktivira u naseljenoj teritoriji neophodno je evakuisati stanovništvo i onemogućiti saobraćaj. Kako bi se sanirale posledice grade se potporni zidovi uz saobraćajne puteve.

Da bi se smanjio rizik od aktivacije odrona treba obezbediti ugrožene terene potpornim zidovima i mrežama koje onemogućavaju odlamanje uz saobraćajnice. Takođe, ne treba graditi objekte i infrastrukturu na terenima okarakterisanim kao ugroženi za pojavu odrona. Ukoliko dođe do odronjavanja neophodno je u što kraćem roku otkloniti ostatke drobine posebno ukoliko se nalaze na saobraćajnicama ili u blizini naselja i industrije.

Zaključak

U Braničevskom okrugu postoji visok stepen rizika od nastanka litosferskih katastrofa koji je posebno izražen u jugo-zapadnom delu Okruga, kao posledica poljoprivredne delatnosti, velike teritorije pod klizištima, opština sa većom gustinom naseljenosti i zemljotresa intenziteta 8,5° MCS za povratni period 975 godina.

Reference

1. Dragičević S., Novković I., Carević I., Živković N., Tošić R. (2011): Geohazard Assessment in the Eastern Serbia. Forum Geografic, 10 (1): 10-19.
2. Драгићевић С., Филиповић Д. (2016): Природни услови и непогоде у планирању и заштити простора. Универзитет у Београду - Географски факултет, Београд.
3. Gerzina N., Carević I. (2019): Opšta geologija. Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
4. Petrović D., Manojlović P. (2003): Geomorfologija. Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet, Beograd.
5. Јовановић В., Срећковић-Батоћанин Д. (2009): Основи геологије. Завод за уџбенике, Београд.
6. Карта сеизмичког хазарда Републике Србије-повратни период од 95 година. Републички сеизмолошки завод. 2018. година. Београд, доступно на: Републички сеизмички завод: <http://www.seismo.gov.rs/>
7. Карта сеизмичког хазарда Републике Србије-повратни период од 975 година. Републички сеизмолошки завод. 2018. година.

Београд, доступно на: Републички сеизмички завод: <http://www.seismo.gov.rs/>

8. Стратегија одрживог развоја општине Голубац за период од 2015. до 2020. године. 2014. Голубац

9. Попис становништва, домаћинства и станова 2011. у Републици Србији. Упоредни преглед броја становника 1948,1953, 1961, 1971, 1981, 1991, 2002. и 2011. Републички завод за статистику Републике Србије. Београд, 2014. године

10. Просторни план Града Пожареваца. Књига: Стратешки део. 2021. Београд/Пожаревац.

11. Просторни план општине Мало Црниће. Југословенски институт за урбанизам и становање. 2010. година. Мало Црниће

12. Strategija održivog razvoja opštine Žagubica 2015-2024. 2015. Žagubica

13. Topografska karta 1:50 000 Bor broj lista 483/1, 483/2, 483/3 i 483/4, Vojnogeografski institut, drugo izdanje, 1972. godina

14. Topografska karta 1:50 000 Oršava broj lista 433/3, Vojnogeografski institut, drugo izdanje, 1972. godina

15. Topografska karta 1:50 000 Požarevac, broj lista 431/1, 431/2, 431/3 i 431/4, Vojnogeografski institut, drugo izdanje, 1970. godina

16. Topografska karta 1:50 000 Veliko Gradište broj lista 432/1, 432/2, 432/3 i 432/4, Vojnogeografski institut, drugo izdanje, 1971. godina

17. Topografska karta 1:50 000 Žagubica broj lista 482/1, 482/2, 482/3 i 482/4, Vojnogeografski institut, drugo izdanje, 1970. godina

Internet stranice:

18. Braničevski okrug: <https://branicovski.okrug.gov.rs/> (datum preuzimanja: 25.09.2021).

RISK OF LITHOSPHERIC DISASTERS IN THE BRANIČEVO DISTRICT

Đurić Marija

University of Belgrade – Faculty of Geography

Blagajac Irena

University of Belgrade – Faculty of Geography

Abstract:The subject of the research is the analysis of the risk of lithospheric disasters in the Braničevo district. The task of the study is to analyze the intensity of earthquakes and the prevalence of landslides and landslides in the studied area. This paper aims to determine the degree of risk of lithospheric catastrophes that can endanger the lives of the population and their activities in the District. The paper shows the geographical distribution of landslides and landslides on the territory of Braničevo district. For the observed territory, earthquake intensity maps for the return period of 95 and 975 are also shown. The analysis included the population density according to the settlements in the District, as well as the distribution of agricultural, forest, inhabited, water, and industrial areas. The paper cartographically shows the population density and land use. A synthetic map was made by comparative analysis of the mentioned data, which includes the geospatial overlap of the investigated lithospheric disasters with the population density and the purpose of the land to obtain zones of high risk for the population. Based on the synthesis map, a map of the high, medium, and low risk of lithospheric disasters and their impact on the life of the people and their activities on the territory of the Braničevo district was made. Based on the research, proposals for measures for prevention, preparedness, response to accidents, and remediation of catastrophic consequences for the population, construction facilities, and economic activities in the Braničevo district are given.

Keywords:Lithospheric disasters, Branicevo district, Risk reduction measures.