

GEOKOLOŠKO VREDNOVANJE RELJEFA ODOROVSKOG POLJA PRIMENOM GIS-A

Potić Ivan¹, Ljiljana Mihajlović²

Apstrakt: U radu je detaljno analizirano kraško polje u istočnoj Srbiji sa ciljem vrednovanja terena za potrebe turizma, rekreacije i izgradnje infrastrukturnih objekata. Primena GIS-a u geokološkom vrednovanju reljefa Odorovskog polja omogućava efikasno prikupljanje i organizovanje prostornih podataka, čijim se kombinovanjem i analizom identifikuju područja sa posebnim geološkim karakteristikama, kao i potencijalne lokacije za turističke objekte i infrastrukturu. Takođe, omogućava donošenje relevantnih odluka o razvoju turističkih destinacija i efikasno planiranje izgradnje objekata u skladu sa geološkim karakteristikama i zahtevima očuvanja prirode. Pored toga, može se koristiti i za identifikaciju i analizu rizika koji mogu uticati na turističke aktivnosti i izgradnju objekata. Kroz integraciju prostornih podataka i analitičkih alata, GIS pruža informacije potrebne za precizne odluke i održivo planiranje, što rezultira unapređenju upravljanja i optimalnim korišćenjem potencijala ovog područja u turističke i druge svrhe.

Ključne reči: geoekologija, kraško polje, GIS, geokološko vrednovanje, turizam.

GEOECOLOGICAL EVALUATION OF THE ODOROVSKO FIELD RELIEF USING GIS

Abstract: In the paper, the karst field in eastern Serbia is analyzed in detail to evaluate the terrain for the needs of tourism, recreation, and the construction of infrastructure facilities. The application of GIS in the geocological evaluation of the relief of Odorovsko polje enables the efficient collection and organization of spatial data, which can be combined and analyzed to identify areas with geological characteristics and potential locations for tourist facilities and infrastructure. Also, it enables the making of relevant decisions on the development of tourist destinations and efficient planning of the construction of facilities following the geological characteristics and requirements of nature conservation. In addition, it can be used to identify and analyze risks that may affect tourism activities and the construction of facilities. Through the integration of spatial data and analytical tools, GIS provides information needed for precise decisions and sustainable planning, which results in improved management and optimal use of the potential of this area for tourism and other purposes.

Keywords: Geocology, Karst Field, GIS, Geocological Evaluation, Tourism.

¹ Vojnogeografski institut „General Stevan Bošković“, Mije Kovačevića 5, Beograd, ivan.potic@vs.rs

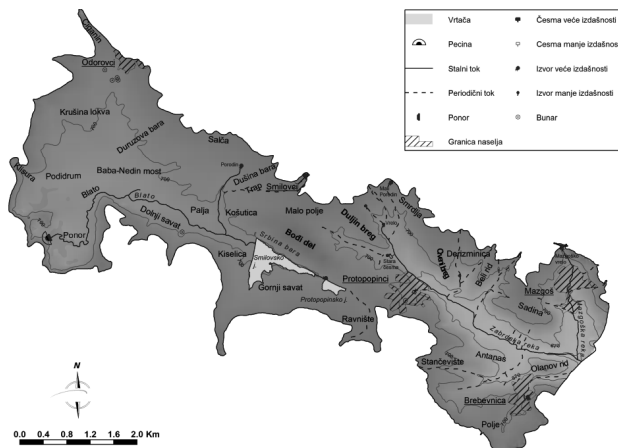
² Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, Beograd, ljiljana.mihajlovic@gef.bg.ac.rs

UVOD

Kraški reljef Odorovskog polja vrednovan je na temelju prethodno urađene geomorfološke analize terena koja se ogleda u analizi prostora pomoću karata visinskih zona, vertikalne raščlanjenosti reljefa i uglova nagiba. ValORIZACIJA terena je rađena uz pomoć GIS alata koji su dali precizne podatke potrebne za istraživanje. Cilj geoekološkog vrednovanja je iznalaženje optimalnog prostora sa rekreativnim potencijalom za izgradnju infrastrukturnih objekata i ukazivanje na turistički najvrednije delove datog prostora.

Istraživano područje se nalazi u Karpatsko-balkanskim planinama, prostire se nedaleko od Dimitrovgrada (Zabrđe), između planine Vidlič i doline Nišave u okviru Tepoške kraške površi (Kartografski prikaz 1). Odorovsko polje je dugačko oko 10 km, a široko oko 4,5 km sa blago nagnutim dnom od istoka prema zapadu, a nadmorskoj visini od 695 do 720 metara (krečnjački grebeni koji ga okružuju su visine do 950 m). Smešteno je u tektonskom rovu (uporedničkog pravca pružanja, sa manjim rasedima poprečnog pravca pružanja) koji je ispunjen miocenim i pliocenim jezerskim sedimentima debljine više od 30 m (kvarcni sitnozrni i žučkasti peskovi, raznobojne peskovite gline, šljunak, krečnjački valuci i konglomerati) (Gavrilović, 1975). Silikatne stene jure i trijasa čine tektonsku udolinu Odorovskog polja, a Deluvijalni sedimenti, slabo vezane breče i tanji slojevi prelaganih pelita, prisutni su u prostoru polja. Grublji peskoviti materijal, šljunak i drobinu uz Zabrdsku reku pripadaju aluvijalnim naslagama, a na dnu samog polja postoje i značajne naslage treseta (Martinović, 1979).

U gornjem miocenu, pre oko 15 miliona godina, Odorovsko polje je bilo deo jezerskog bazena koji se prostirao i u Bugarskoj, a tokom donjeg i srednjeg pliocena, počelo je otvaranje ponora i postupno pretvaranje jezera u kraško polje (Gavrilović, 1975). U podnožju planine Vidlič stvorene su velike plavine. U zapadnom delu polja, primećuju se tri erozivna nivoa. Najviši nivo je krečnjački pod iznad sela Odorovaca, na 780 m n.v. Terasa na 35 m n.v. i 15 m n.v. su očuvane na južnom i zapadnom obodu polja, zatim fosilna Tepoška dolina koja je sa njima povezana. A zapažaju se i Džamanska i Odžina propast koje se nalaze na višoj terasi, kao stare ponorne jame rečice Blato (Gavrilović, 1975). Glavna tektonska potolina je podeljena prečagom, formirajući Odorovsko polje na severozapadu i dolinu Zabrdske reke na jugoistoku. Odorovsko polje, prostirući se na oko 12 km², predstavlja najveću krašku depresiju u istočnoj Srbiji. Okruženo krečnjačkom masom, polje poseduje osobenost kraškog blata na nižim delovima.



Kartografski prikaz 1. Fizičko geografska karta Odorovskog polja (European Environment Agency, 2016; Војногеографски институт, 1995; ЈП „Путеви Србије“, 2022)

Na površini od oko 10 km² dno Odorovskog polja se odlikuje izrazitom vlažnošću terena, dok je krečnjački obod karakterističan sušom. Izgrađeno od vodonepropusnih slojeva, pokriveno je površinskim slojem deluvijuma, pružajući plitku konfiguraciju zbog fluvijalno-denudacionih procesa. Ova površina je bogata izvorima, među kojima su Porodin Vrelo i Golemi Kladenac najznačajniji. Kao karstna depresija zatvorenog karaktera Odorovsko polje sa slivnom površinom od preko 25 km² rezultira stalnom akumulacijom vode ispod Lišaja i Manastira sv. Petke, formirajući plitko kraško jezero, poznato kao Odorovsko Blato. U krečnjačkom obodu polja postoje povremeni izvori, kao što je Vrelo u Odorovcima, gde voda može izostatati i po dve godine.

Na 600 ha najnižeg dela dna polja, razvilo se barsko zemljište bogato mineralima, dok močvarno zemljište preseca dno povremenih bujičnih tokova. U višem delu polja, prostirući se na oko 10 km², dominira deluvijum – najmlađe zemljište koje je bogato mineralima i organskim materijama. Smenjujući se sa smonicom i podzolom duž oboda polja, ova zemljišta pokrivaju silikatne stene. Hidrogeološki režim je većinom normalan, s izuzetkom kišnih i vlažnih perioda, gde se javljaju suvišne vode. Ispitivanje vodnog režima, mineralnog sastava i pedoloških karakteristika Odorovskog polja otkriva njegovu složenu hidrogeološku i pedološku prirodu (Vidanović, 1960).

GEOKOLOŠKO PLANIRANJE I VREDNOVANJE RELJEFA

Cilj geokoloških istraživanja je postizanje ekološki optimalne organizacije i zaštite predela, a geokološko planiranje se usredsređuje na racionalno korišćenje prirodnih resursa, stvaranje ekološki povoljne strukture predela i prilagođavanja urbanizacije ekološkim uslovima (Pecelj, 2011). Metoda geokološkog planiranja, posebno sistem LANDEP (Landscape Ecological Planning), temelji se na interdisciplinarnom pristupu, razvijenom od strane slovačkih istraživača Ružičke i Mikloša 1990. godine i predstavlja složenu i efikasno primenjivanu metodu. Njenom primenom mogu se odrediti najpogodnije lokacije za razvoj infrastrukture za društvene aktivnosti u ispitivanom području. Ova metoda odgovara na pitanja gde i kako optimalno rasporediti antropogene tvorevine, sa ciljem minimiziranja ekoloških posledica (Mikloš, 1994).

LANDEP obuhvata niz faza, uključujući detaljnu analizu i sintezu geosistema, vrednovanje teritorija i predlog za optimalnu upotrebu prostora. Metoda ističe potrebu za ocenom (vrednovanjem) predela kao okruženja za razvoj društvenih aktivnosti koje se temelje na prirodnim procesima. Jedna ključna podfaza je procena pogodnosti teritorija za specifične ljudske aktivnosti i identifikacija najpovoljnijih mesta za njihovu realizaciju.

Proces donošenja odluka, koje se zasnivaju na usklađivanju kompleksnih karakteristika geosistema sa potrebama ljudskih aktivnosti obuhvata i objedinjuje rezultata dobijene putem geokološke analize, sinteze i vrednovanja teritorije. Na ovaj način se postiže balans između prirode i društvenih zahteva. LANDEP se sastoji iz dva ključna elementa: ekološke baze podataka (uključujući analize najvažnijih karakteristika predela) i ekološke optimizacije korišćenja predela (gde se bira najoptimalnija lokacija za planirane aktivnosti sa minimalnim štetnim uticajem na prostor) (Pecelj, 2012).

Unutar ekološke optimizacije postoji dve podfaze: vrednovanje pogodnosti prostorne jedinice za određene aktivnosti i procena degradacije predela tokom njihovog korišćenja za specifične potrebe. Cilj je odrediti odgovarajuću aktivnost za određeni predeo, uzimajući u obzir njegove karakteristike i ograničenja (Pecelj, 2011).

GEOKOLOŠKO VREDNOVANJE RELJEFA ZA POTREBE GRAĐEVINARSTVA

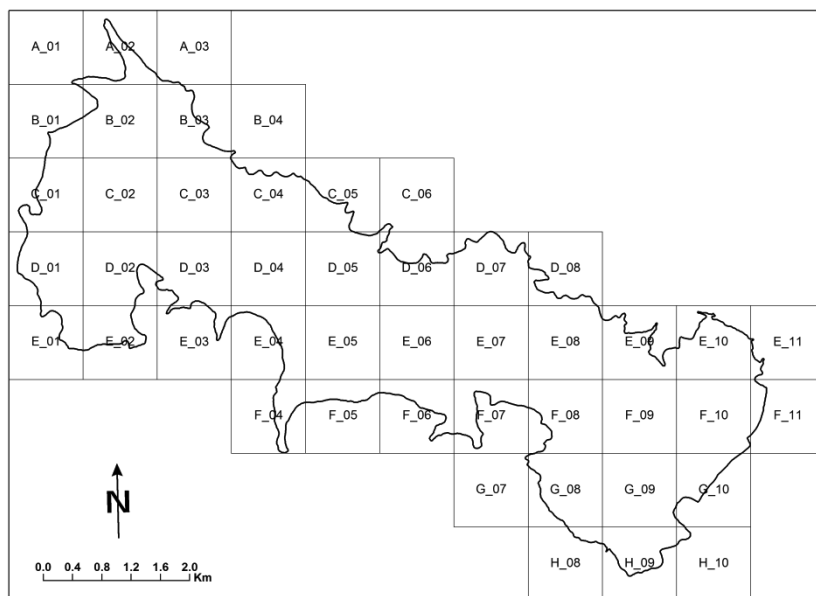
Skala bonitetnih kategorija reljefa, prema Bognar-u (1990), pruža ocenu vrednosti terena na području Odorovskog polja za građevinske svrhe. Raspon bodova od 1 do 100 omogućava rangiranje terena po vrednosti. Tereni su klasifikovani u devet kategorija, pri čemu tereni s najvišim bodovima (91-100) označavaju najvrednije terene, dok tereni s nižim bodovima (1-10) predstavljaju izrazito nepogodne terene. Ova skala omogućava planerima i investitorima da procene optimalnost terena za građevinske projekte, uzimajući u obzir prirodne karakteristike i potrebe okoline. Izdvajaju se tri osnovne kategorije reljefa: prikladan za izvođenje odgovarajućih građevinskih radova; relativno prikladan za izvođenje građevinskih radova; neprikladan za izvođenje građevinskih radova (Bognar, 1990).

U prvoj fazi valorizacije reljefa prostor Odorovskog polja je podeljen na pravilan grid (mrežu) 1x1 km (Kartografski prikaz 2), a zatim svakoj jediničnoj površi dodeljen je određen broj bodova za pripadajuću kategoriju. Osnovni broj bodova koji se daje reljefu se zasniva na tome da područja sa najmanjom visinom, najmanjim uglom nagiba, najmanje vertikalne raščlanjenosti i sa stabilnim padinama imaju najveći broj bodova – 100 (dato je 25 maksimalnih bodova za svaku kategoriju (Tabela 1)).

Tabela 1: Osnovni broj bodova po kategorijama (Mamut, 2010)

Grupa	Visina (m)	Bodovi	Nagibi (°)	Bodovi	Vertikalna raščlanjenost (m/km ²)	Bodovi	Mobilnost	Bodovi
1	630-650	25,0	0-2	25,0	0-5	25,0	Stabilno	25,0
2	650-670	20,8	2-5	20,8	5-30	20,8	Spiranje	20,8
3	670-690	16,6	5-12	16,6	30-100	16,6	Spiranje - kliženje	16,6
4	690-710	12,4	12-32	12,4	100-300	12,4	Snažna erozija	12,4
5	710-730	8,1	32-55	8,1	300-800	8,1	Oдношен materijal	8,1
6	730-750	4,1	>55	4,1	>800	4,1	Odroni	4,1

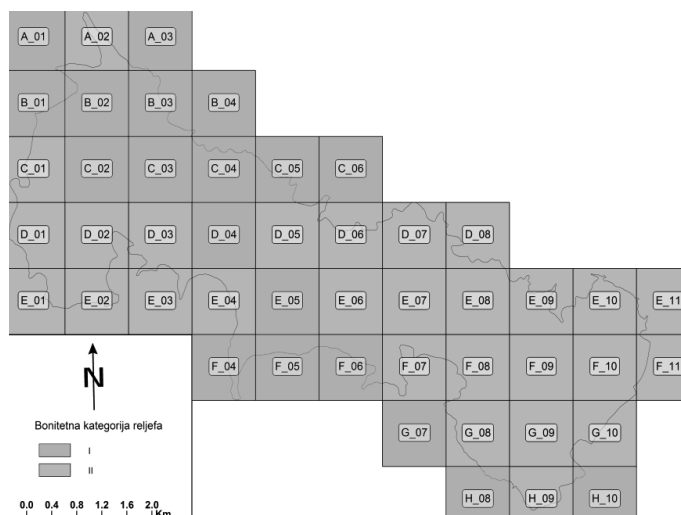
Za analizu reljefa se koriste vertikalna raščlanjenost reljefa i uglovi nagiba. Energija reljefa ili vertikalna raščlanjenost zapravo predstavlja relativnu visinu određenog područja u okviru 1 km². Skala vertikalne raščlanjenosti, zasnovana prema Bognar-u (1990), obuhvata šest kategorija (5-0) sa odgovarajućim bonitetnim kategorijama (od 1 do 3, sa prelaznim vrednostima). Ravni tereni s visinama do 10 m/km² vrednovani su sa 5 bodova, dok su slabije raščlanjeni prostori s visinama između 10 i 40 m/km² vrednovani od 4 do 2. Umereno i izrazito raščlanjeni reljevi, sa visinama između 40 i više od 300 m/km², vrednuju se bonitetnim vrednostima od 2 do 0.



Kartografski prikaz 2. Mreža Odorovskog polja

U cilju vrednovanja terena, kartiranje uglova nagiba je od suštinskog značaja. Prema kategorijama uglova nagiba terena uslovljene su i bonitetne kategorije. Nagib terena je klasifikovan u pet kategorija: 0-2° (ravnice) sa bonitetnom kategorijom od 1 do 4 boda, 2-5° (blago nagnut teren) sa kategorijom 1-2 i 3 boda, 5-12° (nagnut teren) dva boda, 12-32° (znatno nagnut teren) nosi jedan bod, a 32-55° i više (veoma strme padine) je eliminacioni faktor za antropogene aktivnosti (0 bodova). Ova skala omogućava ocenu korisnosti terena za izgradnju u skladu sa nagibom i bonitetnom kategorijom. Podaci posle detaljne analize reljefa Odorovskog polja pokazuju da ugao nagiba od 0 do 2 stepena zauzima 10,5 km² što čini 41,14% teritorije (tereni veoma povoljni za gradnju). Ugao nagiba od 2 – 5 stepena zauzima teritoriju od 8,43 km². Ugao nagiba reljefa koji je povoljan za izgradnju samo sa uređenjem terena – nagnut teren od 5 – 12 stepeni zauzima površinu od 5,75 km². Povoljni tereni za izgradnju zauzimaju površinu od 24,68 km² što čini 96,71% ispitivanog područja.

Nakon izvršene bonitacije, urađen je kartografski prikaz bonitetnih kategorija reljefa Odorovskog polja (Kartografski prikaz 3). Za potrebe građevinskih radova, od tri kategorije, na proučavanom prostoru se javljaju dve i to: I – gde je reljef prikladan za izvođenje odgovarajućih građevinskih radova i II – gde je reljef relativno prikladan za izvođenje građevinskih radova. Kategorija III na teritoriji Odorovskog polja (reljef neprikladan za izvođenje građevinskih radova) nije evidentirana.



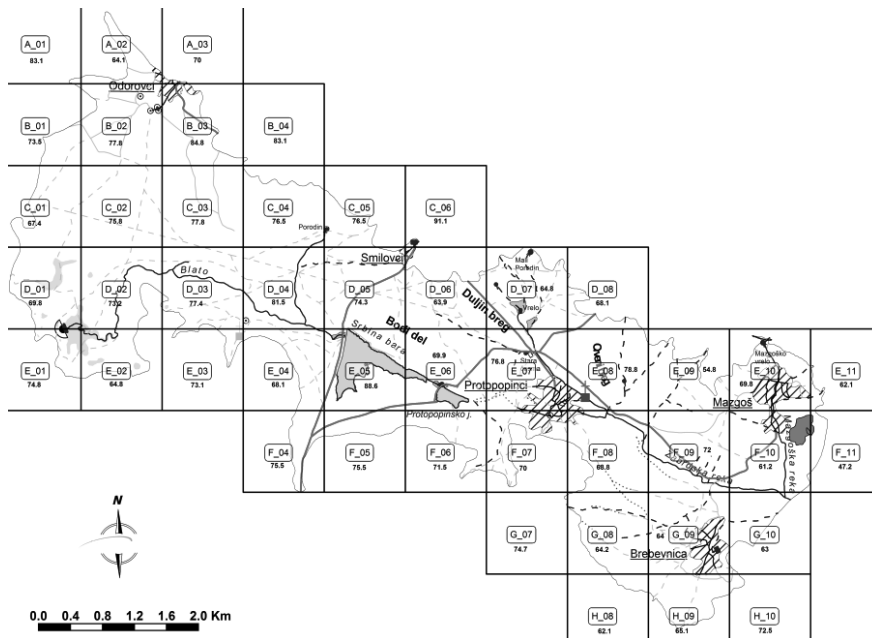
Kartografski prikaz 3. Bonitetne kategorije reljefa Odorovskog polja za potrebe građevinarstva

GEOKOLOŠKO VREDNOVANJE RELJefa ZA POTREBE REKREACIJE

Geokološka analiza reljefa Odorovskog polja za potrebe rekreacije zasnovana je na temeljno prikupljenim i analiziranim podacima o nagibu, visinskim zonama, vertikalnoj raščlanjenosti terena i mobilnosti reljefa. Ova analitička metoda ima za cilj sveobuhvatno vrednovanje reljefa u svrhu razvoja rekreativnih aktivnosti. Svaka od 47 jediničnih površina, koje su dimenzionirane na 1 km², podvrgnuta je preciznoj proceni na temelju četiri ključne dimenzije reljefa. Kroz ovu metodologiju, svakoj površini se pridružuje broj bodova u okviru četiri različite kategorije, svaka sa maksimalnih 25 bodova, ukupno formirajući maksimalnih 100 bodova za svaku površinu. Ovaj sistem omogućava jasno i kvantitativno izražavanje karakteristika reljefa za potrebe rekreacije.

Kako bi se omogućila sveobuhvatna i objektivna analiza terena, primenjene su korektivne funkcije koje dodatno modifikuju ocene jediničnih površina. One reflektuju uticaj pozitivnih i negativnih elemenata na terenu, uključujući faktore poput puteva, antropogenih objekata, geomorfoloških pojava i hidroloških karakteristika. Analiza ovih korektivnih funkcija ukazuje na negativne ocene za degradirane prirodne površine koje su podložne ljudskim intervencijama, dok prirodne lepote i kulturni objekti doprinose dodatnim poenima. Rezultati vrednovanja terena za rekreaciju se izračunavaju pomoću matematičke formule: Početni broj bodova (Pb) plus ili minus Korektivni broj (Kb) daje ukupan broj bodova (Ub), što dalje predstavlja bonitetnu klasu površine. Kroz ovu jednostavnu formulu dobijaju se objektivni i numerički izraženi rezultati vrednovanja terena. Na osnovu rezultata vrednovanja formirane su bonitetne klase za svaku jediničnu površinu koje su potom grafički prikazane na Kartografskom prikazu 4. Jasno su identifikovane oblasti sa visokim rekreacionim potencijalom. Na primer, površine kao što su E_05, koja se nalazi uz Smilovsko jezero i ima pristup asfaltnom putu, imaju visoku ocenu zahvaljujući povoljnim karakteristikama terena. Takođe, B_03 obuhvata deo sela Odorovci sa povoljnom topografskom strukturom i asfaltnim putem. S druge strane, površine kao što su F_11 i E_09 ocenjuju se kao manje pogodna za rekreaciju, zbog nepovoljnih terenskih karakteristika i nedostatka pristupnih puteva.

Pravilno geokološko vrednovanje reljefa za potrebe rekreacije omogućava stručno utemeljeno donošenje odluka u vezi sa razvojem rekreacionih aktivnosti. Kroz sistematičnu analizu podataka i primenu matematičkih metoda, moguće je identifikovati oblasti sa visokim potencijalom za rekreaciju i optimizovati njihovo iskorišćenje. Ovakav pristup pruža osnovu za planski razvoj turizma i očuvanje prirodnih resursa.



Kartografski prikaz 4: Bonitetne kategorije reljefa Odorovskog polja za potrebe rekreacije - pregledna karta

ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih rezultata može se reći da je reljef Odorovskog polja unutar bonitetnih klasa 1 i 2, sa fokusom na potencijal za izvođenje građevinskih radova. Rezultati ukazuju na prisustvo približno 40% terena u I kategoriji, povoljnijoj za građevinske namene, dok II kategorija obuhvata oko 60% površine, ukazujući na ograničenja za ovu namenu. Nedostaci analize su u preciznosti, posebno u graničnim regionima kao što su područja A_01, C_06 i druga. Uz dodatno planiranje i uređenje, reljef može biti adekvatno iskorišćen u građevinske svrhe.

U kontekstu rekreacionog turizma, Odorovsko polje pruža raznovrsne resurse, uključujući pećine, ponore, vrtiče, vodotokove, netaknutu prirodnu sredinu, jezera pogodna za sportske i izletničke aktivnosti, kao i kulturno istorijske objekte (crkve i manastiri). Ipak, ograničenje leži u nedostatku savremenih infrastrukturnih veza, posebno puteva, pa time problem nedostupnosti snižava bonitetnu vrednost korišćenja prostora u ove svrhe. Izazovno područje za rekreaciju obuhvata okolinu sela Mazgoš, gde prisustvo obližnjeg velikog otvorenog kopa zahteva sanaciju radi očuvanja prirodne ravnoteže.

LITERATURA

Bognar A. (1990). *Geomorfološke i inženjersko-geomorfološke osobine otoka Hvara i ekološko vrednovanje reljefa*. Hrvatski geografski glasnik, Vol. 52, Br. 1, Hrvatsko geografsko društvo, Zagreb.

Vojnogeografski institut (1972). Topografska karta 1:25 000, list Pirot 4-3 i 4-4

Beograd, VGI

Vojnogeografski institut (1996). Opšta geografska karta 1:1 000 000. Beograd, VGI.

Gavrilović D. (1975). *Kras Karpatsko-balkanskih planina u Jugoslaviji*. Glasnik SGD, sv. LV, Br. 2, Geografski fakultet, Beograd.

Martinović M. Ž. (1979). *Zabrdski deo Vidliča*. Pirotski zbornik br. 10, IRO "Sloboda", Pirot

Pecelj M. (2011). *Geoekologija teorijsko-metodološka razmatranja*. Treći Kongres srpskih geografa, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Univerzitet u Banja Luci, PMF, Banja Luka, str. 119-129.

Pecelj M. (2012). *Osnove geoekologije – Metodološko-teorijska i aplikativna pitanja – Odabrana predavanja*. Geografski fakultet, Beograd.