

UDK 551.4.08(497.562)
556.32(497.562)
911.2:502](497.562)

Izvorni znanstveni rad
Original scientific paper

DOI <https://doi.org/10.21861/AGC.2019.45-46.04>

**GEOMORFOLOŠKA BAŠTINA ZNAČAJNOG KRAJOBRAZA
RISOVAC - GRABOVAČA**

***GEOMORPHOLOGICAL HERITAGE OF THE SIGNIFICANT LANDSCAPE
RISOVAC - GRABOVAČA***

NENAD BUZJAK, NEVEN BOČIĆ, MLADEN PAHERNIK

Izvod

Značajni krajobraz Risovac - Grabovača kraj Perušića u Lici geomorfološki i speleološki je interesantno područje s brojnim estetskim, znanstvenim i obrazovnim vrijednostima. U sklopu projekta temeljnih geomorfoloških i speleoloških istraživanja, bez kojih nije moguće kvalitetno vrednovati georaznolikost i geobaštinu, korištene su morfometrijske i morfogenetske metode te metode speleoloških istraživanja. Cilj istraživanja bio je inventarizirati i analizirati geomorfološke pojave i procese u postupku ocjene stanja te kao polazište za vrednovanje radi kvalitetnog upravljanja i zaštite geobaštine. Temeljem hipsometrijskih odnosa izdvojene su morfografske reljefne cjeline. Definirane su i glavne morfostrukturne cjeline. Na istraživanom području prevladavaju krški i fluviokrški reljef s brojnim površinskim i podzemnim reljefnim oblicima. Brojni su i elementi antropogenog reljefa. Od reljefnih oblika detaljnije su analizirane ponikve i speleološki objekti kao najbrojnije i najinteresantnije pojave velikog geoturističkog potencijala.

Ključne riječi: geomorfologija, geobaština, geotourizam, krš, speleologija

Abstract

The Significant landscape Risovac - Grabovača near Perušić in Lika is a geomorphologically and speleologically interesting area with numerous aesthetic, scientific and educational values. As part of the project of basic geomorphological and speleological research, without which it is not possible to qualitatively evaluate geodiversity and geoheritage, morphometric and morphogenetic methods and methods of speleological research were used. The aim of the research was to inventory and analyze geomorphological phenomena and processes within the condition assessment and as a starting point for evaluation for quality management and protection of geoheritage. Based on hypsometric relationships, morphographic relief units were singled out. The main morphostructural units are also defined. Karst and fluviokarst relief with numerous surface and underground relief forms prevails in the investigated area. There are also numerous elements of anthropogenic relief. The dolines and caves as the most numerous and most interesting phenomena of great geotourism potential have been analyzed in more detail.

Key words: geomorphology, geoheritage, geotourism, karst, speleology

UVOD

Značajni krajobraz Risovac - Grabovača (u nastavku ZK) smješten je u istočnom dijelu općine Perušić u Lici. ZK je nastao proširenjem teritorija Pećinskog parka Grabovača (PP Grabovača). U Parku je 2009.-2012. godine preventivno zaštićeno nekoliko speleoloških objekata, među njima tri u kategoriji "geomorfološki spomenik prirode". Područjem je upravljala Javna ustanova za upravljanje geomorfološkim spomenicima prirode "Pećinski park Grabovača". Prije isteka preventivne zaštite 2012. godine JU je pokrenula inicijativu za proširenje i trajnu zaštitu područja - povećanje s 5,9 km² na 52,2 km² u kategoriji "regionalni park" (od koje se u međuvremenu odustalo). Radi utvrđivanja stanja i vrijednosti, pokrenuti su projekti geoloških, geomorfoloških i speleoloških istraživanja. S obzirom na naknadne izmjene granica njihov prostorni obuhvat odstupa od današnjih granica ZK (sl. 1). Naime, nakon provedenih istraživanja utvrđen je novi prijedlog granica te je na temelju odluke Županijske skupštine Ličko-senjske županije (u studenom 2019. godine) početkom 2020. stupila na snagu odluka o proglašenju Značajnog krajobraza Risovac - Grabovača površine 56,21 km² (NN 1/2020).

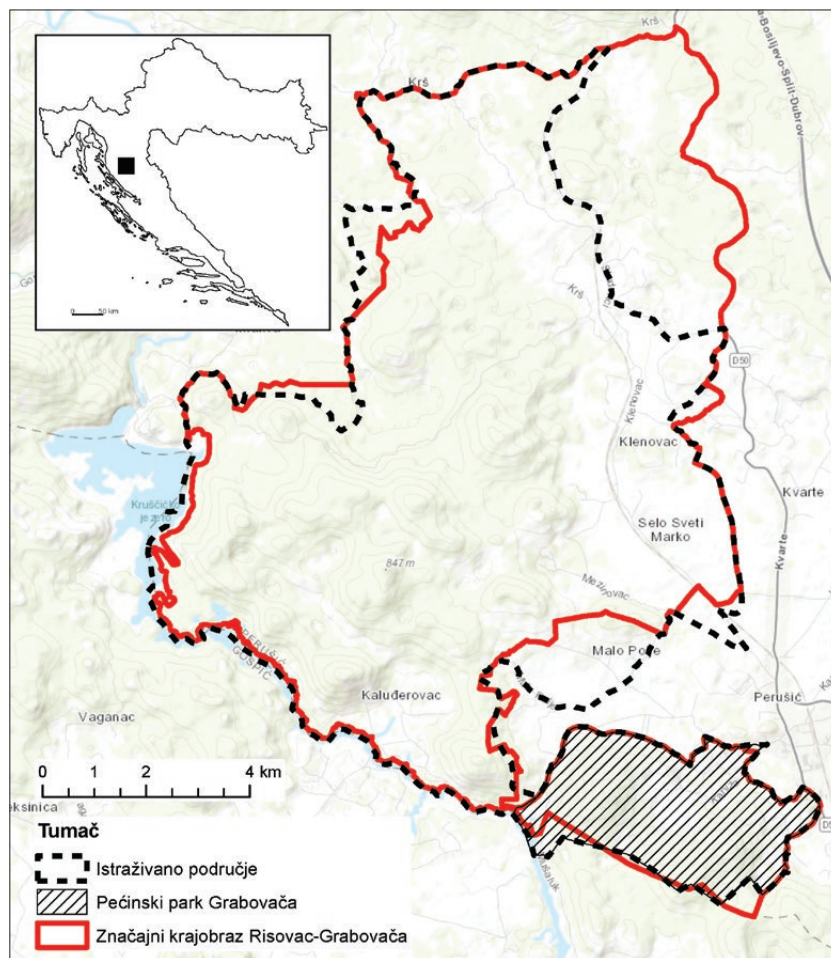
Ovaj rad se temelji na rezultatima projekta geomorfoloških istraživanja provedenih 2011-2013. godine (Buzjak i dr., 2013). Iako je originalna studija nazvana prema Pećinskom parku, ovdje se pod prostorom istraživanja, unatoč manjoj razlici u prostornom obuhvatu, podrazumijeva današnji ZK. Cilj istraživanja bio je prikupiti, analizirati i vrednovati podatke o geomorfološkim procesima i oblicima budućeg zaštićenog područja te rezultate iskoristiti kao temeljni element stručne podloge za njegovo proglašenje i kvalitetno upravljanje geobaštinom.

Pored potrebe za geomorfološkim istraživanjem, dodatan poticaj za rad bilo je i slabo razumijevanje značenja reljefa i njegovih potencijala u dijelu institucija koje se bave prostorom. Tako se u Prostornom planu uređenja općine Perušić tvrdi da je reljef "ograničavajući faktor" korištenja prostora (PPUOP,

2003). No, radi se o izuzetno zanimljivom području na kojem su na relativno malom prostoru prisutne značajke koje Liku čine posebnom u Hrvatskoj i dinarskom kršu, s brojnim elementima geobaštine šireg značenja. U kombinaciji s izuzetno povoljnim tranzitnim geoprometnim položajem u odnosu na emitivne turističke centre, ostala zaštićena područja Gorske Hrvatske i Dalmacije, s obzirom na dobru prometnu povezanost i prirodne značajke, oni u budućnosti mogu postati potencijal razvoja temeljen na turizmu i održivom gospodarstvu koje je jedno od glavnih strateških smjernica kako Hrvatske, tako i Europske unije.

PROSTORNI OBUHVAT ISTRAŽIVANJA

Područje istraživanja u regionalno-geografskom smislu dio je sredogorsko-zavalskog pojasa Srednje Like u Gorskoj Hrvatskoj. U administrativnom smislu obuhvaća jugoistočni dio općine Perušić s naseljima Perušić, Pr-



Sl. 1. Karta istraživanog područja
Fig. 1 Map of the study area

van Selo, Mušaluk, Mezinovac, Klenovac, Studenci, Krš, Malo Polje, Kaluđerovac i Mlakva. Od ukupne površine općine Perušić (382,9 km²), istraživano područje s površinom od 52,2 km² je obuhvatilo 13,6 % njenog teritorija (sl. 1).

Po geomorfološkom položaju istraživano područje je dio subgeomorfološke regije *Srednje ličke zavale s Perušićkom zavalom* u sklopu geomorfološke regije *Ličke zavale u Dinarskom gorskom sustavu Gorske Hrvatske* (Bognar, 2001). Prema D. Pejnoviću (1987) ovaj prostor je na prijelazu dvije geomorfološke subregije: *i*) nižeg krškog sredogorja i reljefno diferenciranog prijelaznog područja između srednje Like i Gacke zavale i *ii*) morfološki raščlanjenog dna zavale s fluviokrškim zaravnima i poljima u kršu.

KRATKI PREGLED NAJVAŽNIJIH DOSADAŠNJIH GEOMORFOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

Prvu geomorfološku raspravu, u skladu s vremenom u kojem je nastala, napisao je P. Matković (1872) smatrajući šire područje Perušića, u sklopu Južne hrvatske visočine, u orografskom smislu dijelom Velebita. Geografske monografije V. Klaića (1878) i D. Hirca (1905) navode opširne podatke o spilji Samograd, najpoznatijem speleološkom objektu. Samograd prvi spominje F. J. Fras 1835. (Fras, 1988). Od većih speleoloških objekata poznata je špilja Budina ledenica koju spominje V. Sabljar (1866; Ledenica kod sela Studenci) navodeći je kao primjer špilja s vječnim snijegom i ledom. Opisujući reljefne značajke krša tadašnje Vojne krajine, Wessely (1876) spominje “perušićko korito” smatrajući koritima “dolinaste ravnice”. Perušić je svrstao u “ravnice gospićku”, dakle Ličko polje. Za poznavanje ovog prostora značajan je rad o orometriji Like D. Franića (1894). Nekoliko geomorfoloških i hidroloških podataka o Perušićkom polju, Mušaluku (Mušalučko polje), dolini Like, uz spominjanje Samograda i objašnjavanje procesa nastanka siga, objavljuje A. Jamičić (1902).

Godine 1910. osnovan je Odbor za istraživanje špilja pri Geologijskom povjerenstvu za Kraljevinu Hrvatsku i Slavoniju u Zagrebu, čija aktivnosti je bila i skupljanje podataka i istraživanje špilja i jama Like što dokazuje i objavljeno izvješće te popis špilja Ličko-krbavske županije koji je sastavila županijska oblast u Gospiću, a podacima iz literature nadopunio prof. dr. Langhoffer (Gorjanović-Kramberger 1912). Dio izvješća je i zasad prvi poznati nacrt špilje Samograd kojeg je 1911. izradio inž. Artur Špiller.

U međuratnom razdoblju se svojim pristupom geomorfološkoj problematici ističu članci Z. Rosandića u kojima su analizirani geološki uvjeti, geomorfološki procesi u kršu te speleogeneza (Rosandić 1931a, 1931b, 1941). U prikazu reljefa Hrvatske i “Ličko-krbavske površi” O. Oppitz (1942) spominje rubni dio istraživanog područja, Kaluđerovac u dolini Like, navodeći ga kao ilustraciju “uvale” proširene djelovanjem krške denudacije.

Nakon 1945. godine odvijaju se opsežna geološka i hidrogeološka istraživanja vezana za velike hidroenergetske projekte na rijeci Lici. U njima je veliki doprinos dao geolog i speleolog S. Božičević (1954, 1965, 1969). Na temelju rezultata speleoloških istraživanja I. Baučić (1958) objavljuje raspravu u kojoj povezuje geološke, hidrološke i hidrogeološke uvjete na terenu sa speleogenezom i speleomorfologijom. Najviše podataka o speleološkim objektima istraživanog područja obavio je akademik M. Malez (1955, 1960, 1961, 1964). Dosad najkompleksniji rad o reljefu Like objavio je D. Pejnović (1987), koji je s V. Malekinom analizirao mogućnosti turističke valorizacije spilje Samograd (Pejnović i Malekin, 1984). Tijekom nekoliko desetljeća područje Perušića povremeno su istraživali speleolozi iz raznih hrvatskih speleoloških udruga (npr. Speleološki odsjek HPD “Željezničar”-Zagreb, Speleološki odsjek PDS “Velebit” - Zagreb, HBSD i dr.). Tijekom 2011. godine, speleolozi Speleološkog društva “Karlovac” i Speleološkog kluba “Samobor” su organizirali i izveli speleološka istraživanja na području Pećinskog parka Grabovača čiji rezultati su korišteni u ovom radu.

METODE RADA

U okviru opće morfometrijske analize analizirani su sljedeći parametri: visina, nagib padina, vertikalna raščlanjenost reljefa i ekspozicija padina. Izvor podataka je bio digitalni model reljefa (DMR) rezolucije 25×25 metara. Visinski podaci za interpolaciju DMR-a vektorizirani su s HOK 1:5.000. Rezultati hipsometrijske analize korišteni su za morfografsku raščlambu istraživanog prostora. Nagibi padina analizirani su metodom 3x3 kvadrata. Na osnovi nagiba padina kvantitativnim metodama analiziran je međudnos reljefa i neotektonskih pokreta te geneza pojedinih reljefnih oblika. Dobiveni rezultati promatrani u lokalnom okružju najčešće predstavljaju posljedice djelovanja egzogenih geomorfoloških procesa, a u regionalnim okvirima može ih se interpretirati kao pokazatelje endogenih procesa. Za analizu vertikalne raščlanjenosti reljefa u softver-

skom paketu ArcGIS korišten je alat *Focal statistics* na definiranoj kružnoj površini od 1 km². U lokalnom smislu, vrijednosti apsolutne vertikalne raščlanjenosti uvjetovane su specifičnim obilježjima reljefa i kao takvi predstavljaju parametar intenziteta egzogenih procesa. Lokalne vrijednosti modificirane srednjim vrijednostima šireg prostora relativne vertikalne raščlanjenosti odraz su najmlađih tektonskih pokreta. Glavna polazišta za morfogenetsku analizu bili su terensko kartiranje, inventarizacija i morfometrijska analiza. Geomorfološko kartiranje provedeno je prema standardnoj metodologiji koja se koristi u Hrvatskoj (Gams i dr., 1985, Buzjak i dr., 2013a, Buzjak i dr., 2013b, Pahernik i dr., 2013). Kartiranje geomorfoloških pojava se provodi kombinirano kabinetski i terenski. Veći oblici (npr. grebeni) se automatiziranim i poluatomatiziranim metodama generiraju iz DMR-a dok se srednje veliki i mali oblici kartiraju izravno na terenu (Pahernik, 2012). Svi podaci pohranjeni su u geoprostornoj bazi podataka (Prilog I-I). Na temelju geoprostorne baze podataka obavljena je morfometrijska analiza odabranih geomorfoloških pojava (grebeni, drenažna mreža, ponikve, krške depresije i dr.). Glavni cilj morfostrukturne analize bio je izdvojiti glavne morfostrukture i njima granične glavne morfolineamente. Analiza egzogenog reljefa temeljila se na izdvajanju prisutnih morfogenetskih tipova utvrđenih na temelju prevladavajućih uvjeta i procesa te prisutnih reljefnih oblika. Geospeleološka analiza provedena je na temelju podataka prikupljenih u okviru projekta speleoloških istraživanja (Bočić i Cvitanović, 2011; Buzjak i dr., 2013).

MORFOMETRIJSKA OBILJEŽJA RELJEFA

ANALIZA HIPSOMETRIJSKIH ODNOSA I OROGRAFSKE STRUKTURE

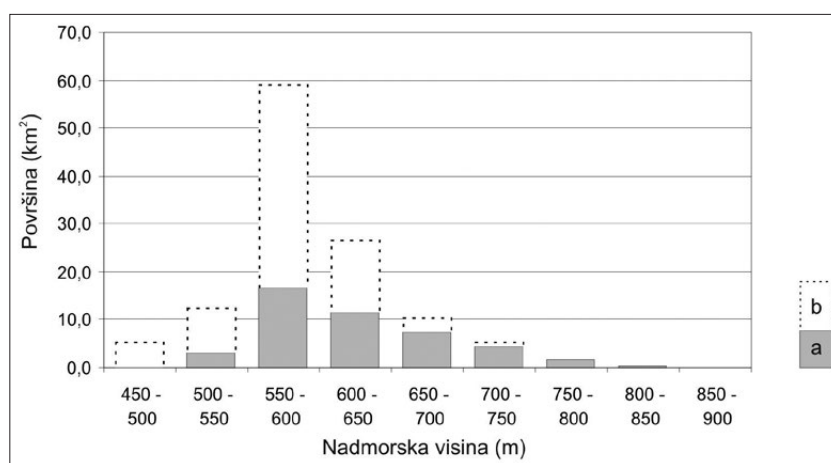
Visinska razlika između najniže točke (494 m) i najviše točke (860 m – vrh Risovac) iznosi 366 metara, a srednja nadmorska visina 619 m. Ukupna površina istraživanog područja ispod srednje visine je 31,11 km², a iznad 21,10 km² (Prilog I-II).

Histogram razreda nadmorske visine s hipsometrijskim razredima od 50 m pokazuje desnostranu orijentaciju s

maksimumom unutar razreda 550-600 metara (sl. 2). Uzme li se u obzir i šire kartirano područje uočava se povećanje udjela nižih hipsometrijskih razreda pri čemu se srednja visina spušta na 595 metara. Asimetričnost histograma s maksimumom u nižem hipsometrijskom katu ukazuje na značajnu zastupljenost relativno zaravnjenog reljefa u nižim dijelovima istraživanog područja. Stepenasto opadanje udjela površina s porastom nadmorskih visina karakteristično je za gorske hrptove i masive. Takvi visinski odnosi jasno se uočavaju i na hipsometrijskoj karti gdje se sjeverno od zamišljene linije koja spaja vrhove Debeli glava (775 m) i Rovički vrh (729 m) prostire područje relativno zaravnjenog reljefa, a južno dinamičan reljef sa spletom gorskih uzvišenja i prostranih uvala.

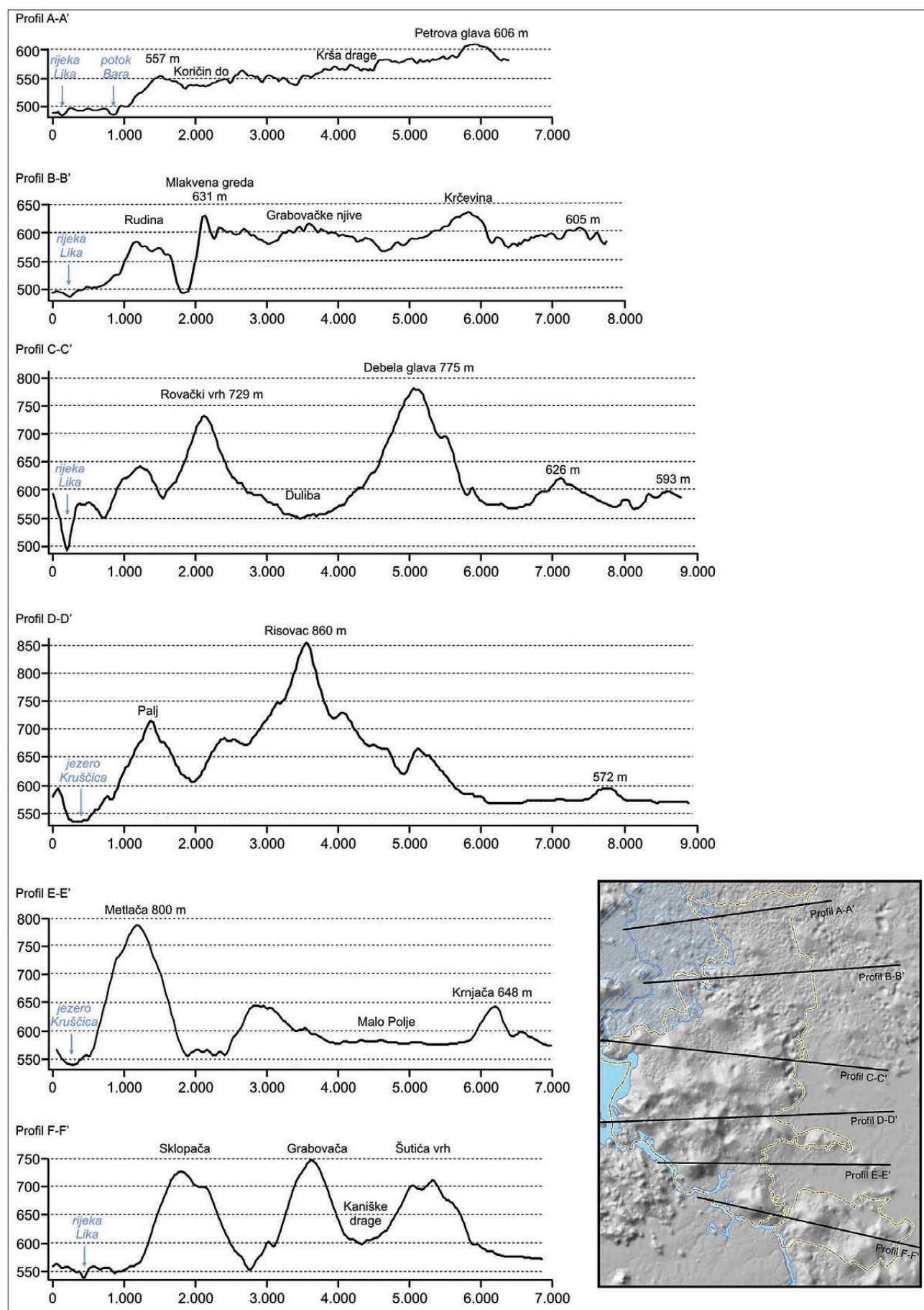
Usporedimo li hipsometrijske odnose s rasporedom grebena, dolina i uvala moguće je izdvojiti četiri osnovne morfografske cjeline reljefa (sl. 3). Prvu čini *zaravan Krš* na krajnjem sjevernom dijelu područja. Obilježava ju izrazito mrežasta struktura slabo izraženih grebena koji se u različitim smjerovima pružaju oko većih plitkih ponikava, uvala i reliktnih fluviokrških dolina. Visina zaravni varira u rasponu od 600 metara na istoku do manje od 500 metara na zapadu u dolini rijeke Like. Tako je cijela zaravan blago nagnuta u smjeru zapada (sl. 3 – profil A-A') s istaknutim vrhom Karaula (665 m) koji se zamjetno izdiže iznad zaravni.

Južno na zaravan Krš nadovezuje se druga cjelina *prjelaznog područja pobrđa Pasje grede* (667 m). Mrežasta struktura grebena uočava se i u ovoj morfografskoj cjelini, ali uz jasniji izražaj u reljefu. Značajno morfometrijsko obi-



Sl. 2. Histogram nadmorske visine unutar Parka (a) i šireg područja istraživanja unutar kartografskog prikaza (b).

Fig. 2 Histogram of elevations within the Park (a) and the wider research area within the cartographic representation (b).



Sl. 3. Karakteristični profili reljefa kroz istraživano područje
Fig. 3 Characteristic relief profiles through the study area

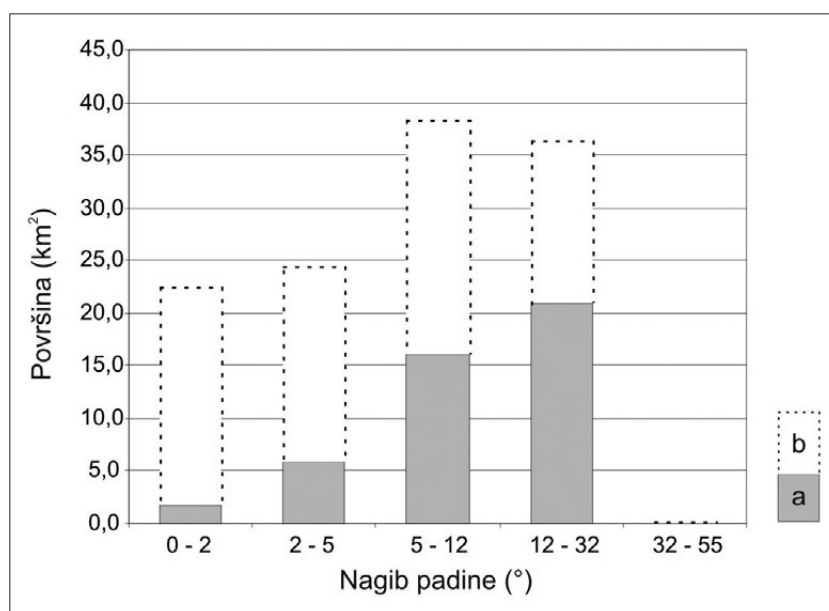
lježje ovom prostoru daju velike urušne ponikve (npr. Žmirin Samograd). Najviši dijelovi ove cjeline vezani su za njen središnji dio i vrhove visina oko 670 metara (Pasja greda 677 m), dok prema rubovima visina opada za tridesetak metara (Rizvina greda 633 m, Mlakvena greda 632 m).

U nastavku se u smjeru juga, do potopljene doline rijeke Like, pruža treća morfografska cjelina - *brdska skupina Risovca*. Čini je nekoliko istaknutih brdskih uzvišenja: Debela glava (775 m), Rovički vrh (729 m), Pećinski vrh (793 m), Bungorovac (782 m), Karaula (753 m), Palj (739 m), Metlača (746 m), Sklopača (777 m) i najviši Risovac (860 m). Između spomenutih brdskih uzvišenja su fragmenti zaravni i veće uvale: Duliba na visini od 550 m, Poljana na 640 m, Prosine na 620 m i dr. (sl. 3 – profil C-C'). Pravci pružanja orografskih osi unutar ove cjeline izrazito su heterogeni, a iznimku čini greben jasno izraženog dinarskog pravca pružanja na hrptovima uzvišenja Palj 739 m – Maljkovac 746 m – Metlača 746 m izdignutih uz SZ krilo reversnog rasjeda doline Like.

Četvrtu morfografsku strukturu čini *brdska struktura Grabovača* (770 m) – *Šutića vrh* (787 m). Između ta dva brdska uzvišenja se pravcem JZ-SI (sl. 3 – profil F-F'), pruža šira uvala Kaniške drage (640 m). Od prethodne cjeline odvojena je Malim Poljem, te uskom dolinom pravca S-J između Malog polja i doline Like.

NAGIB PADINA

Najzastupljenija kategorija nagiba padina je 12-32°, što je i karakteristično za brdske prostore (sl. 4), dok srednja vrijednost nagiba iznosi 10,7°. Veći nagibi vezani su za padine brdskih uzvišenja (Prilog I-III). Značajan udio kategorije nagiba 5-12° posljedica je veće zastupljenosti zaravnjenog reljefa na sjeveru istraživanog područja diseciranog mrežom ponikava i manjih humova. Pojava strmih padina unutar istraživanog područja vezana je za tektonske strmcice kao posljedica vertikalnih neotektonskih pokreta te za strmcice egzogenog porijekla oblikovanih jakim mehaničkom rastrožbom stijenske mase. Strme padine, s nagibom > 32°, vezane su za pružanje trase reversnog



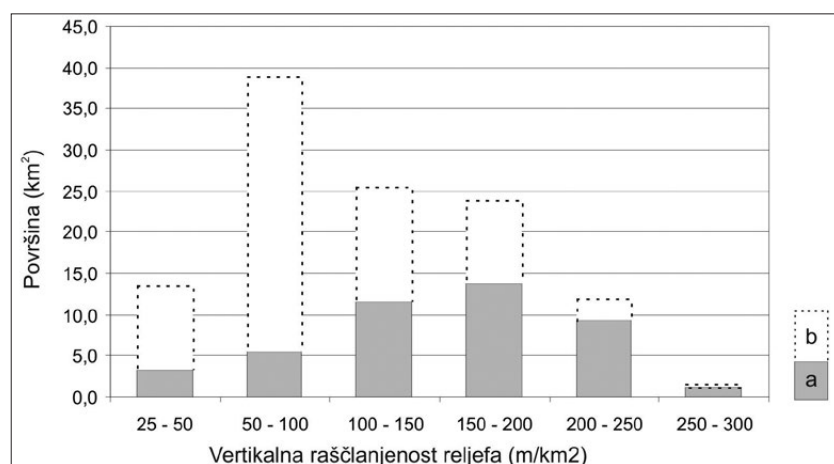
Sl. 4. Histogram nagiba padina unutar Parka (a) i šireg područja istraživanja unutar kartografskog prikaza (b).

Fig. 4 Histogram of the slope inclination within the Park (a) and the wider research area within the cartographic representation (b).

rasjeda graničnih struktura (SZ padine brdskih uzvišenja Palj 739 m – Metlača 746 m – Sklopača 777 m). Zone malih nagiba padina < 5° vezane su osim za spomenuti prostor zaravni i za dna većih uvala i ponikva, odnosno prostore značajne akumulacije materijala.

VERTIKALNA RAŠČLANJENOST RELJEFA

Vertikalna raščlanjenost reljefa je kategorija koja je bitan element georaznolikosti, a značajno pridonosi i različitim značajkama geobaštine pa se često koristi u postupku njenog vrednovanja (Zelevska i dr., 2018). Apolutne vrijednosti vertikalne raščlanjenosti reljefa kreću se u rasponu 0-285,8 m/km² sa srednjom vrijednosti 113 m/km². Iz histograma vertikalne raščlanjenosti (sl. 5) uočava se maksimum u razredu 150-200 m/km². Lijeva orijentacija histograma ukazuje na prevagu nižih vrijednosti vertikalne raščlanjenosti u odnosu na maksimalni razred. Ako se u histogram dodaju i vrijednosti okolnog područja, maksimum se pomiče na razred 50-100 m/km² zbog zaravnjenog reljefa koji okružuje istraživano područje. Prema izračunatim vrijednostima reljef istraživanog područja moguće je interpretirati kao *slabo do umjereno raščlanjen reljef*. Minimalne vrijednosti nalazimo u morfografskoj cjelini zavale, dok se maksimalne vežu za brdska uzvišenja Kašike (834 m), Pećinskog vrha (793 m) i Metlače (800 m)



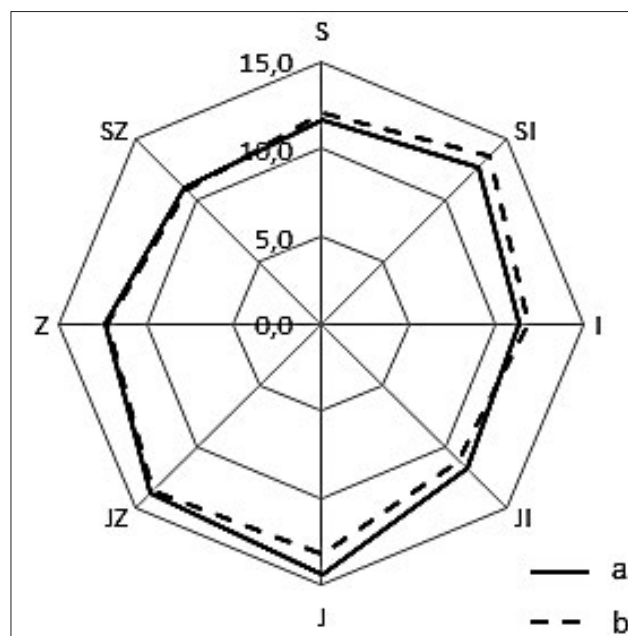
Sl. 5. Histogram vertikalne raščlanjenosti reljefa unutar Parka (a) i šireg područja istraživanja unutar kartografskog prikaza (b).

Fig. 5 Histogram of the relative relief within the Park (a) and the wider area of research within the cartographic representation (b).

(Prilog I-IV). Na temelju razlike apsolutnih vrijednosti i srednje vrijednosti vertikalne raščlanjenosti reljefa izračunate su vrijednosti relativne raščlanjenosti. Jasno se uočavaju najviše vrijednosti unutar cjeline brdskih orografskih struktura. Izolinije koje razdvajaju pojedine razrede relativnih vrijednosti vertikalne raščlanjenosti reljefa ukazuju na generalni dinarski smjer pružanja orografskih struktura (Prilog I-V).

EKSPOZICIJA PADINA

Raspodjela i prostorni uzorak ekspozicija padina potvrđuju već analizirana orografska obilježja. Na sjevernom dijelu prevladavaju površinom manje padine istih razreda azimuta što ukazuje na zaravnjen reljef diseciran ponikvama, uvalama i fluviokrškim dolinama bez jasno uočljivih linijskih struktura (Prilog I-VI). U središnjem dijelu istraživanog područja površine istih vrijednosti azimuta su značajne što je karakteristično za orografski jasno definirane brdske strukture. Kontakti padina nasuprotnih ekspozicija tvore jasne linijske strukture grebena uzvišenja odnosno talvega dolina. U ovom dijelu istraživanog područja uočavamo i blagu dominaciju padina JZ i SI ekspozicije što ukazuje na generalni smjer dinarskog pružanja struktura. To potvrđuje i ruža dijagram vrijednosti azimuta gdje se uz više udjele padina JZ i SI ekspozicije pojavljuju i veći udjeli južnih ekspozicija (sl. 6). Kako se radi o vrlo malim razlikama u udjelima najviših vrijednosti pojedinih ekspozicija ona je očito rezultat različitog intenziteta egzogeomorfološkog modeliranja.



Sl. 6. Ruža dijagram ekspozicije padina unutar Parka (a) i šireg područja istraživanja unutar kartografskog prikaza (b)

Fig. 6 Slope aspect diagram within the Park (a) and the wider research area within the map (b)

MORFOGENETSKA OBILJEŽJA RELJEFA*STRUKTURNO-GEOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA**ODNOS GEOLOŠKE STRUKTURE I RECENTNOG
RELJEFA*

Usporednom analizom geološke karte, topografske karte i DMR-a uočava se da borane strukture nemaju jasan odraz u reljefu. Dijelom je taj odnos nepovezan, a dijelom potpuno inverzan. Primjerice, os sinklinale Šutića vrh¹ – Grabovača – Risovac gotovo se u potpunosti podudara s nizom istoimenih uzvišenja. U okviru antiklinorija Perušić – Kosinj, os antiklinale Perušić – Mezinovac – Mujinovača samo dijelom prati niz uzvišenja. Os sinklinale Sitvući – Debeli glavica prolazi dolinom Ponorca, uzvisinom Debeli glava i dijelom krške zaravni (Grabovačke njive). Os antiklinale Klenovac – Poljan uglavnom prolazi okršanim i raščlanjenim područjem krške zaravni. Isto vrijedi i za os sinklinale Rujevica – Studenci i os antiklinale Krša draga. To ukazuje da je ovo područje pretrpjelo višestruke tektonске poremećaje koji su uništili primarno konformni odnos reljefa i geološke strukture, na što upućuje i veliki broj rasjeda i morfostrukturnih oblika u reljefu.

Neki rasjedi imaju značajan odraz u reljefu, poput rasjeda Krušičko jezero – Kaluđerovac čija se trasa poklapa s nizom izduženih krških udubina sjeverno od vrha Metlača (800 m). Većina ostalih rasjeda ima odraz u reljefu samo na pojedinim dijelovima svoje trase i to uglavnom kao granice uzdignutih morfostrukturnih oblika. To se najviše ogleda u ravnim i strmim padinama paralelnim s trasama rasjeda (npr. južna padina Rovičkog vrha, jugozapadna i zapadna padina Debele glave, južna padina Mujinovače jugozapadna padina Petričke glave, sjeverna i južna padina Osječenice, Mlakenska greda) i u izduženim udubinama (npr. dolina Mlakve i suha dolina pod Petričkom glavom). Pojedine padine lako se mogu uključiti u edukativnu interpretaciju kao ilustrativni primjeri, a uređenjem pristupnih staza moguće ih je i direktno uključiti u sustav interpretacije geobaštine.

*MORFOSTRUKTURNI OBLICI, MORFOLINEAMENTI I
MORFOSTRUKTURE*

U južnom i hipsometrijski višem dijelu, opaža se dominantno pružanje glavnih grebena i njihovih skupina dinarskim pravcem (Prilog I-II). Rjeđe se radi o jedinstve-

nim, homogenim uzvišenjima s kontinuiranim grebenom. Većinom su to nizovi uzvišenja sa stožastim, zaobljenim i kupolastim vrhovima odvojenih sedlima. Morfološka izraženost grebena opada od juga prema sjeveru dok im se u istom smjeru povećava raščlanjenost, ali i gustoća (Prilog I-VII). S pružanjem uzvišenja i grebena u vezi je i pružanje izduženih područja ravnih i strmih padina koje se najčešće povezuje s neotektonski i recentno aktivnim rasjedima. Uočljivo je da su zone većih nagiba generalno izdužene dinarskim pravcem (Prilog I-III). Odstupanje od dinarskog pravca može se dovesti u vezu s uvjetima izmijenjene orijentacije stresa iz pravca SI-JZ u pravac S-J (Prelogović i dr., 2001) što je moguće uzrokovalo deformacije starijih struktura, njihovo svijanje i rotaciju.

Doline i krške depresije egzogenog su postanka, no na njihov oblik i orijentaciju veliki utjecaj imaju strukturne karakteristike područja. Ravnocrtni dijelovi dolina ukazuju na rasjede ili sustave pukotina, a često se podudaraju s morfolineamentima. Ilustrativna je dolina rijeke Like s nekoliko ravnocrtnih dijelova koji se podudaraju sa spomenutim morfolineamentima, npr. uzvodno od Dražine, duljine 3 km, smjera prema SSZ. Ravnocrtni dijelove dolina imaju i druge doline, npr. Jaruga uzvodno od ponorne zone Ponorci, duljine 3 km, smjer prema S. Između ravnocrtnih dijelova dolina česta su laktasta skretanja koja se često nalaze na morfolineamentima, a često obilježavaju trase aktivnih rasjeda ili pukotinskih zona. Na njih često ukazuju i izdužene krške depresije poput krških uvala oko Pećinskog vrha i Risovca, sustava uvala i suhih dolina Kaniške drage te prostrana uvala Duliba. Većina ovih udubina imaju znatnu relativnu dubinu, kod nekih ona prelazi 80 m (Prilog I-VII). Dio uvala orijentiran je poprečno na dinarski pravac što ukazuje na mogući utjecaj mlađe tektonike prilikom promjene orijentacije regionalnog stresa. Na utjecaj tektonike, ali i složenu dinamiku okršavanja ukazuju nizovi ponikava koji su posebno izraženi u zoni Žmirinog Samograda - najveće urušne ponikve ovog područja. Suhe tj. reliktno fluviokrške doline također ukazuju na strukturne značajke. Najizraženiji je primjer sustav reliktnih dolina između Ponorca i vrela Mlakve koje s brojnim ponikvama najvjerojatnije predstavljaju koridor paleootjecanja od šire zone Ponorca prema dolini Mlakve.

Najznačajniji morfolineamenti dinarske orijentacije su: **(1)** Prvan selo – Gizdaruša. Lineament Selo Sveti Marko – Žmirin Samograd – dolina Mlakve (Bare) koji ima i značajniju širinu (>500 m) pa se može pretpostaviti da se radi o široj pukotinskoj zoni, **(2)** Perušić – Mezinovac – Duliba – Veratove doline – dolina Like te **(3)** Lika (Dražine)

¹ Nazivi boranih struktura i rasjeda prema Velić i Velić (2013a, 2013b).

– Kruščičko jezero (Prilog I-VIII). Uz njih se prepoznaju i lineamenti: **(i)** Kaluđerovac (sjever) – sedlo pod Pećinskim vrhom, **(ii)** Kaniža – Malo Polje – Kmakimovac (796 m) – Poljane, **(iii)** Selo Sveti Marko – Žmirin Samograd – dolina Mlakve (Bare) i **(iv)** Studenci – Gradinica. Značajno se ističe i morfolineament orijentacije jug-sjever (dijagonalno na dinarsku orijentaciju) koji se od doline Like (Dražine) pruža prema sjeveru: **(4)** Dražine - Malo polje - Mezinovac - Studenac (Prilog I-VIII). Osim navedenih vidljivi su i brojni manji lineamenti, uglavnom poprečnog i dijagonalnog pružanja. Neki od morfolineamenata vjerojatno su vezani za aktivne rasjede.

Na temelju morfostrukturne analize izdvojene su glavne morfostrukture: (I) Sjeverna zaravan Krš, (III) Središnje prijelazno područje Ponorac-Mlakva i (III) Južni brdski niz Grabovača-Risovac (Prilog I-VIII). Rubno se na istraživanom područje nadovezuju morfostrukture: (i) Zaravan Pazarište (dio dna zavale Ličkog polja) s dolinom Like na jugu, (ii) zavale manjih polja u kršu Kvarte i Malo polje te (iii) manje zavale jezera Kruščica i Gornjeg Kosinja.

Sjeverna zaravan Krš (I) dio je veće zaravni koja se prostire od Donjeg Kosinja do Široke Kule. Obilježena je malim nagibima, ali izraženom mikrorasčlanjenošću i okruženom mrežastom strukturom reljefa. Takvo obilježje je posljedica velike gustoće ponikava (Prilog I-IX), uvala i suhih dolina (Prilog I-I, I-X). Suhe doline i nizovi ponikava upućuju da se je nekadašnje površinsko otjecanje moglo odvijati iz smjera Perušića u dva smjera: od ponorske zone Greda sjeverno prema Gračačkom polju i od ponorske zone Ponorci sjeverozapadno preko Krša prema Kosinju.

Središnje prijelazno područje Ponorci-Mlakva (II) čini djelomično izdignuti dio zaravni između Ponoraca i Mlakvene grede, zatim niz uzvišenja Osječenica (767 m) – Debeli glava (775 m) – Mujinovača (695 m) – Rudine (614 m) te niz uvala od Mezinovca do doline Like na sjeverozapadu. Prostrana uvala Dulibe predstavlja fragment zaravni Krš koja je strukturno i orografski odijeljena od nje spomenutim nizom uzvisina. Fragmenti zaravni su obilježeni velikom gustoćom ponikava. U zoni Ponorci – Mlakva proteže se spomenuta pukotinska zona s urušnim ponikvama (Žmirin Samograd) i reliktnom dolinom prema dolini Mlakve.

Južni brdski niz Grabovača-Risovac (III) sastoji se morfostrukturnih cjelina Grabovače i Risovca. Grabovača je izduženo uzvišenje s dva viša paralelna i jednim nižim sekundarnim raščlanjenim grebenima koje se pružaju od Malog Polja do Ličkog Osika u duljini od oko 8 km. Na

temelju morfologije može se pretpostaviti njegova *pop-up* struktura. Morfostrukturna cjelina Risovca sastoji se od tri paralelna niza uzvišenja među kojima su se smjestile krške uvale. Ovaj dio je tektonski najviše izdignut u odnosu na ostale dijelove. Obilježen je malom gustoćom ponikava te velikim nagibima padina i velikom vertikalnom raščlanjenošću.

EGZOGENO-GEOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA TERENA

S obzirom na prevlast tektonski razlomljenih karbo-natnih stijena, najznačajniji morfogenetski tipovi reljefa su krški i fluviokrški. Razvijeni su na 86 % istraživanog područja (tab. 1). Sljedeća morfogenetska kategorija je akumulacijski tip reljefa. Unutar istraživanog područja zabilježene su podkategorije pretežno padinskog i pretežno fluvijalnog tipa. Na kompletnom listu geomorfološke karte (Prilog I-I) zabilježene su podkategorije pretežno padinskog, padinskog i fluvijalnog, pretežno fluvijalnog i pretežno močvarnog tipa.

Tab. 1. Površina i relativni udio morfogenetskih tipova reljefa u istraživanom području

Tab. 1 Area and relative share of morphogenetic relief types in the study area

Morfogenetski tip reljefa	Površina (km ²)	Udio (%)
Krški i fluviokrški reljef	45,0	86,2
Akumulacijski, pretežno padinski	2,3	4,3
Akumulacijski, pretežno fluvijalni	4,0	7,7
Vodne površine	0,9	1,8
Ukupno	52,2	100

KRŠKI RELJEF

Istraživano područje dobar je primjer *mješovitog krškog sustava* kojeg čine autogena i alohtona komponenta. Prema podacima meteorološke postaje Gospić (DHMZ), Klimatskog atlasa Hrvatske (Zaninović i dr. 2008) i terenskim opažanjima hidrološke situacije 2011.-2013. u mješovitom krškom sustavu istraživanog područja naglašena je autogena komponenta. Na hidrološke prilike velik je utjecaj ekstremnih padalina ili naglog otapanja snijega. Tada dolazi do plavljenja velikih površina dijelova Perušićkog i Malog polja te doline Jaruge. Zbog rubnog smještaja i smjerova podzemnog otjecanja rijeka Lika ima mali utje-

čaj, no bitna je kao lokalna erozijska baza prema kojoj otječu podzemne i površinske vode (Bahun i Fritz 1972). To je vidljivo prema dubini ureza recentnih aktivnih i fosilnih dolina uz njenu desnu obalu na potezu od Mušaluka, preko Jurkovićeve draga, do viseće slijepe doline Bare. Većina područja, prema hidrogeološkoj regionalizaciji Bahuna i Fritza (1972) spada u zonu bez površinskih tokova. Područje Perušićkog polja, Jaruge, Mlakve i Malog polja je zona s povremenim površinskim tokovima. Najilustrativniji primjer krške hidrografije je dolina Jaruge od Mezinovca do Ponoraca. Pojava vode rezultat je dizanja razine podzemne vode (pa vodno lice zasjeca topografsku površinu, nastaje površinski tok koji otječe prema Ponorcima) ili istjecanja iz povremenih izvora (Vrilo ispod Nogonjića, Krčelića vrelo, vrelo Sitvući, Leminovac). Uslijed povišenja razine vodnog lica prvo se vodom ispunjavaju depresije Milašinovac i Glumičić jezero koja se i zadnja prazne. Sličnog karaktera je i Trnovo jezero u istočnom ogranku Jaruge čija voda otječe prema Šušnjevatom ponoru kod zaselka Gavrani. Kada količina vode premaši njegov ograničeni kapacitet (budući da se radi o aluvijalnoj ponorskoj zoni), voda otječe prema sjeverozapadu i poplavljuje rubni dio depresije ispod Klenovca gdje nastaje povremeno jezero površine >30000 m². S obzirom na povremeni karakter plavljenja te su površine bile nepoгодne za naseljavanje pa su naselja smještena rubno.

S obzirom na krajobrazne značajke česta kategorija je ponikvasti tip krša obilježen povećanom gustoćom ponikava te brojnim uvalama. U rubnim dijelovima sredogorja zbog jače tektonske razlomljenosti i diferenciranog modeliranja razvijen je kupasto-ponikvasti krš ili krš glavica. S obzirom na pokrivenost matične karbonatne stjenovite podloge tlom prevladava pokriveni i djelomično pokriveni krš.

PONIKVE

Ponikve su jedan od dominantnih elemenata georazno-likosti koje vrlo dobro ilustriraju povezanost endogenih i egzogenih procesa u kršu. Na istraživanom području zabilježeno ih je 1035. S obzirom na površinu, prosječna gustoća ponikava iznosi 19,9 pon./km² sa značajnim lokalnim razlikama. S obzirom na razlike u gustoći, teren je moguće podijeliti na dva dijela odijeljena linijom Rovički vrh (729 m) - selo Mezinovac (Prilog I-IX). Sjeverno od te linije je 711 ponikava, a gustoća je veća u odnosu na južni dio; na površini od 25,4 km² prosječna gustoća je 28 pon./km². U sjevernom dijelu gustoća je svuda srednje do velike gustoće, uglavnom 40-60 pon./km². Najviše vrijednosti (80-100

javljuju se na zaravni Krš (90,9 pon./km²). S obzirom na gustoću ponikava to je prostor velike okršenosti i ubrzane infiltracije vode u podzemlje zbog čega ga je nužno očuvati od potencijalne degradacije. Južno od navedene linije su 324 ponikve, a prosječna gustoća je 12,1 pon./km². Prevladava kategorija 1-20 pon./km² uz neka lokalna odstupanja s povećanom gustoćom, npr. u predjelu Poljane južno od Rovičkog vrha i u Kaniškim dragama između uzvišenja Grabovača i Vučjak. U oba slučaja povećana gustoća otkriva starije strukture i to vjerojatni fragment stare zaravni, okršene fosilne doline u Poljani i okršene doline paleotoka u Kaniškim dragama. Paleodolina Kaniške drage je zahvaljujući očuvanoj i uz dobru interpretaciju lako uočljivoj morfologiji doline s dolinskim stranama i dolinskim dnom vrlo vrijedan geolokalitet. Interesantan je linijski raspored ponikava koji se poklapa s pravcem sinklinale Šutića vrh – Grabovača – Risovac – Rovički vrh i s njom paralelnim rasjedom SI od Pećinskog vrha ili uz reversni rasjed Kruščićko jezero-Kaluđerovac.

Većina ponikava (75 %) oblikovana je u naslagama velebitskih breča i karbonatnih naslaga donjokredne starosti. Najveća gustoća očekivano je zabilježena u područjima sa malim nagibima, odnosno s kategorijama vertikalne raščlanjenosti razreda 50-100 m/km² (zaravan Krš). To je hipso-metrijski pretežito jednoličan prostor nadmorske visine 600-650 m, nagiba uglavnom 2-5° i 5-12°. Teren je građen od gornjoalbskih vapnenaca i velebitskih breča (Velić i Velić 2013a, 2013b). Porast raščlanjenosti dijelova površine nije toliko posljedica tektonske razlomljenosti terena, koliko povećane gustoće ponikava što je posebno zorno na primjerima velikih ponikava i uvala oko sela Krš te između Grabovih vršćića i vrha Jasenoavača (690 m).

Od genetskih tipova zabilježene su korozijske i urušne ponikve. Među njima vrlo su interesantne bunaraste ponikve. Imaju subvertikalne do vertikalne padine te urušni materijal sastavljen od kršja i blokova koji pokrivaju dno. Najpoznatija urušna ponikva je ona u kojoj se nalazi ulaz spilje Samograd. Dimenzija je 40 x 50 m i dubine do 14 m. Ulaz je otvoren urušavanjem stropa iznad spiljskog kanala. Više takvih oblika zabilježeno je na oko Pasje grede (667 m), među njima i Žmirin Samograd. S obzirom na svoje dimenzije i morfologiju moguće ju je svrstati i u uvale. Po dužjoj osi (SI-JZ) je duga 400 m. Širina je do 290 m, a površina po obodu oko 120.000 m². Dubina je oko 70 m. U dnu joj se nalaze dvije sekundarne ponikve. Rubovi urušnih ponikava predstavljaju denudacijske rezidualne oblike, a prepoznatljiviji su po strmim stjenovitim odsjecima. Duž njih se kemijskim i mehaničkim trošenjem stijena aktivira-

ju padinski procesi (osipanje i urušavanje) pa se u podnožju mogu zapaziti akumulacije odrona stijenskih blokova (kolapsij) koluvijalnog materijala.

Plitke tanjuraste ponikve, kao forma korozijskih ponikava, češće su na zaravnima. Njihova zaravnjena dna često su korištena za poljoprivrednu proizvodnju. Danas su većim dijelom napuštene i sukcesijom pretvorene u šikare. Veće ljevkaste i bunaraste ponikve karakteristične su za zone povećane vertikalne raščlanjenosti u središnjim i južnim dijelovima istraživanog područja, npr. između Pećinskog vrha (793 m) i vrha Markovac (746 m). S obzirom na njihove dimenzije one bi, osim kao geomorfološki lokaliteti, mogle biti zanimljive i u ekološko-vegetacijskom smislu kao lokaliteti inverzije temperature i vegetacije što bi vrijedilo istražiti i uključiti u ponudu.

UVALE

Najveći broj uvala zabilježen je na SI rubu istraživanog područja, između Božinovog Samograda i Jasenovače (690 m), te na zaravni Krš (Prilog I-X). Dubina između ruba i dna uvala u prosjeku je oko 20 m. Oblikom i genezom se mogu klasificirati kao dolinaste uvale i moguće da je njihova evolucija povezana s uznapredovanim okršavanjem fosilnih fluviokrških dolina (Bočić i dr., 2010). To je lijepo uočljivo u nizu uvala između Krša i Petričke glavice. Zbog svoje lakše pristupačnosti i dobro izraženih značajki uvala na tim prostorima predstavljaju geolokalitete koji se svakako trebaju uključiti u edukativnu ponudu.

POLJA U KRŠU

Najveći egzokrški oblik na istraživanom području je Perušičko polje. Malo polje svojom morfologijom i površinom podsjeća na polje u kršu, no izostaju neka bitna hidrografska obilježja da bi ga se tako moglo definitivno klasificirati. Slična je situacija i s Perušičkim poljem. Njegov najinteresantniji dio je prostor između Mezinovca, Sela Sveti Marko i Fadljevića koji ima tipičnu hidrografiju polja u kršu s izvorima na rubu i ponorima u zoni Ponorci na sjevernom rubu (sl. 7). S obzirom na kombinirano modeliranje reljefa ovom prostoru se mogu pripisati i fluviokrška obilježja. To se posebno odnosi na završni dio toka Jaruge nakon Fadljevića prema zoni Ponorci s aktivnom ponorskom dolinom i akumulacijskim morfogenetskim tipom reljefa, pretežno fluvijalnim. Oblikovan je u sedimentima fluvijalnog i padinskog porijekla kvartarne starosti, a treba ga promatrati u sklopu evolucije Ličkog polja. Uz rubove oko Mezinovca i Sitvuka zabilježeni su ilustrativni primjeri

proluvijalnih plavina te *glacis* terasa čiji je razvoj vezan uz destrukciju padina arealnog karaktera (spiranje, jaruženje, soliflukcija, kriofrakcija).



Sl. 7. Pogled na Perušičko polje, sjeverni dio između Sela Sveti Marko i Klenovca oko Šušnjevatog ponora u koji ponire povremena tekućica Jaruga. Tijekom niske razine vode (11. 5. 2013.) polje je suho (gore). Situacija u uvjetima visoke razine vode nakon južinom izazvanog naglog otapanja snijega; dotok vode premašuje kapacitet ponora pa je polje plavljeno (30. 1. 2021.).

Fig. 7 View of Perušičko polje, the northern part between the villages of Sveti Marko and Klenovac around the Šušnjevat ponor, into which the occasional stream Jaruga sinks. During low water levels (May 11, 2013) the field is dry (upper photo). Situation in conditions of high water level after the southern wind induced sudden melting of snow; the inflow of water exceeds the capacity of the chasm, so the polje is flooded (January 30, 2021).

KRŠKE ZARAVNI

Arealnim djelovanjem procesa korozije dolazi do snižavanja i zaravnavanja reljefa čiji rezultat je oblikovanje krških zaravni. To su poligenetski reljefni oblici polifaznog

razvoja (Bočić i dr. 2010, Bognar i dr. 2012). Osnovno obilježje im je hipsometrijska jednoličnost i mala vertikalna raščlanjenost. Zaravan Krš u sjevernom dijelu najbolji je primjer. Razvijena je u karbonatnim stijenama donjokredne i paleogensko-neogenske starosti. Lokalno povećana vertikalna raščlanjenost reljefa posljedica je velike gustoće ponikava (>60 pon./km²) i velikih uvala strmih padina čija dubina redovito prelazi 20 m. Analizom su otkriveni veći fragmenti zaravni na području Varatovih dolina, Duliba i Prsine. U susjednom području najveći je takav fragment Klenovac, Varoš i Sveti Marko. S obzirom na pružanje osi, ocrtni u prostoru i međusobne odnose moguće je da se radi o ostacima zaravni fragmentirane tektonskim pokretima.

FLUVIOKRŠKI RELJEF

Fluviokrški reljef ograničen je na rubne dijelove istraživanog područja. Zabilježeno je više tipova dolina. Jedan tip su aktivne fluviokrške doline koritastog ili zaravnjenog dna. Primjer je dolina s izvorišnim oblukom između Jurkovićeve draga, Milakuše i padina Poljanaca koja je djelomično potopljena dizanjem razine Like nakon izgradnje jezera Krušćica ili dolina Bare kod Mlakve s vrlo lijepo razvijenim terasama, dolinskim dnom i ponorima koja će nažalost biti potopljena izgradnjom akumulacije u Kosinju. Slijede neaktivne fluviokrške doline Kaluđerovca. Zabilježeno je nekoliko reliktnih fluviokrških dolina od kojih su uslijed okršavanja ostali sačuvani samo fragmenti (na zaravni Krš i Kaniške drage). Među ponorskim dolinama ilustrativan je primjer završnog dijela doline povremenog toka Jaruge kod Fadljevića.

Najpoznatija je kompozitna kanjonska dolina rijeke Like koja je antropogeno znatno izmijenjena gradnjom brane jezera Krušćica. Unatoč tome na njoj je moguće izdvojiti manje dijelove koji mogu poslužiti u edukativne svrhe jer dobro ilustriraju osnovne geomorfološke i hidrografske značajke kanjona i kompozitnih (složenih) dolina. One se sastoje od: (i) kanjonskih dijelova i probojnica oblikovanih duž tektonski predisponiranih zona u otpornim stijenama te (ii) dolinskih proširenja oblikovanih erozijom u mekšim, manje otpornim naslagama i preoblikovanih procesima fluvijalne akumulacije kojima su u njima istaloženi riječni nanosi bitni za agrarnu valorizaciju. Duž doline se i unutar predviđenih granica mogu naći lijepi primjeri riječnih terasa (npr. kod zaseoka Brdine) i *glacis* terasa. Terasa i terasni odsjeci vezani su uz dolinska proširenja, a rezultat su erozijskog djelovanja toka rijeke. Njihovo je tumačenje nemoguće obaviti u ovako uskom okviru već u obzir treba uzeti evoluciju kompletnog toka rijeke Like što izlazi iz opsega ovog rada.

GEOSPELEOLOŠKA OBILJEŽJA

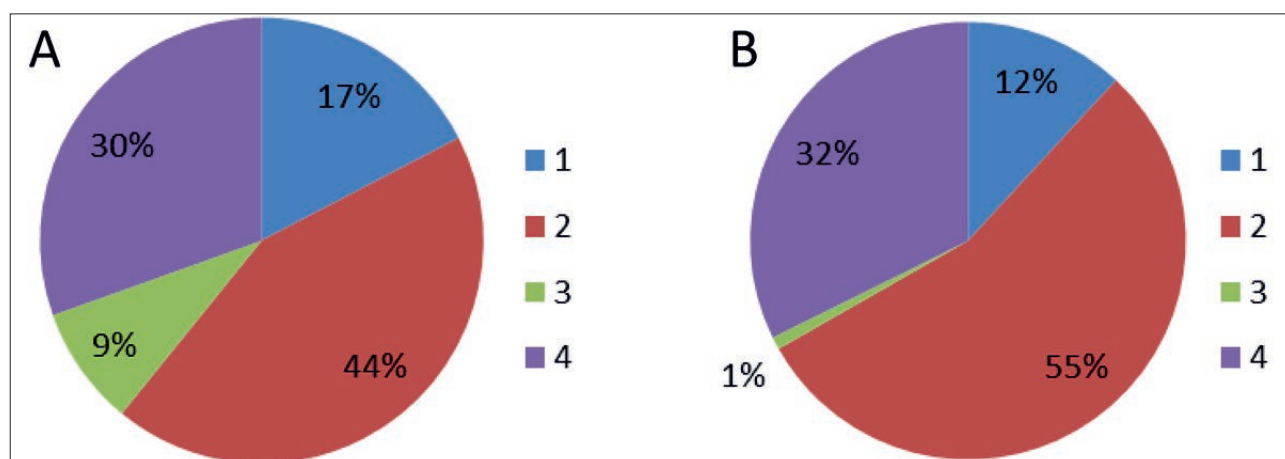
Speleološki objekti su temeljni fenomen zbog kojeg je proglašen PP Grabovača, a i jedan su od glavnih razloga proglašenja ZK. U okviru granica PP nalazi se 20 poznatih speleoloških objekata dok istraživanja na području ZK traju i dalje. Na obrađenom području od ukupno 22 speleoloških objekata dvadeset je špilja, a samo su dvije jame (Slipica Japaga i Jama Verka Kaluđerka; Buzjak i dr., 2013).

Najviše špilja i jama je u gornjokrednim (K₂) rudistnim vapnencima s ulošcima dolomita i u donjokrednim (K₁) vapnencima, dolomitima i brečokonglomeratima. Relevantniji odnosi mogu se dobiti analizom udjela duljine speleoloških objekata po litostratigrafskim jedinicama i ukupne duljinu svih objekata (sl. 8). Tako je duljina svih špiljskih kanala u gornjokrednim (K₂) rudistnim vapnencima s ulošcima dolomita 1418,2 m što je 55% ukupne duljine speleoloških objekata. Najveći speleogenetski potencijal ovog područja imaju vapnenci gornje krede (K₂) s oko 89 m/km² (prosječno metara kanala razvijenih u pojedinoj litostratigrafskoj jedinici u odnosu na površinu koju ta jedinica zauzima).

Postanak speleoloških objekata je usmjeren duž diskontinuiteta. Tako su Samograd i Medina pećina nastale dominantno duž sustava pukotina orijentacije S-J i SSI-J-JZ dok su najdublja jama Slipica-Japaga te špilje Tabakuša i Velika Kozarica nastale duž pukotina pružanja ZSZ-IJI. Slična povezanost utvrđena je i u ostalim većim speleološkim objektima: Sitvukovoj pećini duž sustava pukotina pružanja SZ-JI, Budinoj ledenici (ZSZ-IJI), Budinoj pećini (ZSZ-IJI) i dr. (sl. 9).

Ukupna duljina svih istraženih objekata je 2584,2 m dok prosječna duljina iznosi 107,7 m po speleološkom objektu. Najdulje su Medina špilja (528,1 m) i Samograd (345,8 m). Najdublje su jama Slipica Japaga (-73 m) i Lavudova jama (-68 m). Ukupna dubina svih istraženih objekata iznosi 477,2 m, a prosječna svega 19,9 m po objektu. Prevladavajući razvoj speleoloških objekata "u duljinu" u odnosu na dubinu ukazuje da su se prvenstveno razvijali u freatskim i epifreatskim uvjetima, iako se danas gotovo svi nalaze u vadoznoj zoni. Prosječna duljina ukazuje da dominiraju srednje veliki objekti što može biti njihov edukacijski i turistički potencijal zbog lakše pripreme u navedene svrhe. S obzirom na mikroklimatske posebnosti te prirodne i kulturne sadržaje pojedinih objekata (sedimenti, podzemna voda, arheološki nalazi) pojedini imaju i veliki znanstveni potencijal.

Velika većina istraženih speleoloških objekata (19) pripada jednostavnom tipu, dok 3 pripadaju razgranatom



Sl. 8. Udio broja speleoloških objekata u ukupnom broju (A) i udio duljine kanala ukupnoj sumi svih duljina (B) prema litostratigrafskoj jedinici stijena u kojoj su oblikovani (1 - Pg, N - paleogensko-neogenske Velebitske breče, 2 - Rudistni gornjokredni vapnenici s ulošcima dolomita (K_2), 3 - Dolomiti i dolomitne breče ($K_{1,2}$), 4 - Donjokredni vapnenenci, dolomita i brečokonglomerati (K_1) (litostratigrafski podaci prema Velić i Velić 2013a)

Fig. 8 The share of the number of caves in the total number (A) and the share of the channel length in the total sum of all lengths (B) according to the lithostratigraphic unit of rocks in which they are formed. (1 - Pg, N - Paleogene-Neogene Velebit breccias, 2 - Upper Cretaceous rudist limestones with dolomite (K_2), 3 - dolomites and dolomite breccias ($K_{1,2}$), 4 - Lower Cretaceous limestones, dolomites and breccia conglomerates (K_1) (lithostratigraphic data according to Velić and Velić 2013a)

tipu. Unatoč jednostavnoj morfologiji javljaju se impozantni podzemni prostori s velikim dvoranama (Samograd, Lavudova jama, Budina ledenica). Specifična je situacija Medine i Amidžine špilje čiji kanali se nalaze na manje od 5 m tlocrtne udaljenosti. S obzirom na zabilježeno strujanje zraka vjerojatno se radi o špiljskom sustavu duljine 656 m.

Čak 20 objekata nema recentnu hidrogeološku funkciju jer su u vadoznoj zoni. Dvije špilje (Marasova špilja i Pećina kod vrila) u epifreatskoj zoni imaju funkciju povremenog izvora. Prevladavaju objekti s prokapnicom i cijednicom te suhi u kojima se voda javlja kao prokapnica ili cijednica nakon obilnih padalina ili sezonski nakon topljenja snijega. Manji broj ima stajaću vodu ili povremenu tekućicu.

Od klastičnih sedimenata u speleološkim objektima zabilježeni su prah, kršje i blokovi čija je prostorna raspodjela ovisna o geološkom sastavu i strukturi, geomorfološkim procesima, morfologiji ulaza i kanala i mikroklimatskim uvjetima. Sige su zastupljene u 18 objekata što čini posebno bogatstvo s aspekta znanstvenog značenja i turističkog potencijala. Naglašena je i njihova morfološka raznolikost. Zahvaljujući bogatstvu i raznolikosti siga Samograd, Medina i Amidžina pećina te Budina ledenica proglašene su geomorfološkim spomenicima prirode. U četiri speleološka

objekta zadržava se snijeg (Slipica Japaga, Tabakuša, Lavudova jama, Ledenica pod Pećinskim vrhom) što je uvjetovano veličinom i oblikom ulaza te mikroklimom zbog silaznog karaktera kanala. U njih šest uočeno je stvaranje veće količine leda tijekom zimskog perioda (Samograd, Velika Kozarica, Budina Ledenica, Tabakuša, Lavudova jama, Ledenica pod Pećinskim vrhom) što ima veliki utjecaj na kriofrakcijsko preoblikovanje ledom zahvaćenih dijelova kanala.

Istraženi speleološki objekti nastali su freatskim i epifreatskim uvjetima kao krški provodnici korozivskim i erozijskim proširivanjem tektonskih i međuslojnih pukotina. Tektonskim izdizanjem područja te paralelnim snižavanjem razine vode temeljnice najveći broj ovih objekata našao se je u vadoznoj zoni te su izgubili funkciju krških provodnika. Tektonskim djelovanjem došlo je do fragmentacije provodnika na manje dijelove, a krškom denudacijom i urušavanjem došlo je do stvaranja ulaza u kanale. Špiljski kanali su nadalje preoblikovani korozivskim radom cijednice u vadoznoj zoni te procesima urušavanja i kriofrakcije. Paralelno su podzemni prostori bili ispunjavani različitim tipovima sedimenta koji su značajni kao izvor različitih znanstvenih informacija, staništa i spremnici kulturnog materijala u vidu bioloških ostataka i arheoloških nalaza.



Sl. 9. Urušna ponikva u kojoj je ulaz spilje Samograd (gore). Tektonski predisponirani 70 m duboki jamski ulaz Petrićeve pećine (sredina lijevo). Erozijsko-korozivne niše i stropne kupole u pukotinskom kanalu, Amidžina pećina (sredina desno). Sigama ispunjena dvorana Budine pećine (dolje). Foto N. Buzjak, rasvjeta S. Buzjak, D. Tomašković, J. Humski.

Fig 9. Collapsed doline with the entrance to Samograd cave (top). Tectonic predisposed 70 m deep cave entrance of Petrić Cave (middle left). Erosion-corrosion niches and ceiling domes in the fissure channel, Amidžina cave (middle right). Speleothem-filled Budina Cave Hall (below). Photo by N. Buzjak, ligh S. Buzjak, D. Tomašković, J. Humski.

PADINSKI RELJEF

Pojava padinskih procesa i reljefnih oblika uvjetovana je nagibom padina, geološkom građom, klimatskim prilikama i antropogenim utjecajima. Padinski procesi najizraženiji su u slabo povezanim i klastičnim naslagama na padinama. S obzirom da na istraživanom području takvih površina ima malo, ovi procesi nisu arealno izraženi u većoj mjeri i svode se na ograničene slučajeve. Kod karbonatnih stijena izraženiji su na terenima građenim od dolomita podložnijih mehaničkom trošenju.

ANTROPOGENI RELJEF

Sudeći prema brojnim arheološkim nalazištima ljudi su na ovom prostoru prisutni više tisuća godina. Vizualno i funkcionalno odraz antropogenih utjecaja je izmijenjeni krajobraz koji je lako detektirati na temelju degradirane i izmijenjene vegetacije, kultiviranih površina, prometnica i naselja. Uz njih se neposredno i posredno javljaju procesi koji utječu na promjene poput pojačane erozije, spiranja padina, izmjene hidroloških režima itd. Najčešći oblik izmjenjene krajobraza bila je deforestacija, degradacija vegetacije i stvaranje obradivih površina. S obzirom na površinu najveće značenje u antropogenom reljefu imaju površine koje se koriste u poljoprivredi. One su koncentrirane u zavalama i rijetkim dolinama (Mezinovac, Selo Sveti Marko, Malo polje), dakle u područjima akumulacijskog reljefa (fluvijalnog i močvarnog). U područjima krškog reljefa niz je ilustrativnih primjera prilagodbe čovjeka nedostatnim obradivim površinama - prilagodbom dna ponikava i uvala koje se koriste kao oranice, vrtovi, livade i pašnjaci.

ZAKLJUČAK

Posebna vrijednost krajobraza perušićkog područja je mozaičnost u kojoj se isprepliću različite jedinice prirodnih i kultiviranih krajobraza. Na njima su uočljive različite veze i odnosi transformacije vizualnog, fizičko-geografskog i ekološko-vegetacijskog sadržaja uslijed demogeografskih i njima pratećih gospodarskih procesa (depopulacije, senilizacije, deruralizacije i deagrarizacije). Svojstva svih krajobraznih tipova prirodno su uvjetovani reljefnim i klimatsko-vegetacijskim posebnostima i kontrastima. S obzirom

na nedostatak relevantnih podataka, u sklopu inicijative za proširenje granica nekadašnjeg Pećinskog parka Grabovača i proglašenje trajne zaštite u kategoriji značajnog krajobraza, provedena su detaljna geomorfološka i speleološka istraživanja. Njihov cilj bio je prikupiti i sistematizirati podatke o georaznolikosti i geobaštini koji trebaju služiti održivom razvoju, razvoju turizma općenito te geoturizma za koji u ovom prostoru postoje sve pretpostavke. Prijelazni položaj između Velebita i zavale Ličkog polja sa svim značajkama geološke osnove, hidroloških i hidrogeoloških uvjeta te geomorfoloških procesa, rezultirao je da se na relativno malom području može pronaći za Liku tipična georaznolikost i bogata geobaština krša i kultiviranih krajobraza.

Zbog prevladavajućeg karbonatnog sastava terena prevladavaju krški i fluviokrški reljef. Prisutni su ponikvasti tip krša i krš glavica s više ilustrativnih primjera pogodni kao komponenta geoturističke ponude. Posebnosti fluviokrškog reljefa su razni tipovi dolina transformirani prirodnim i antropogenim procesima. Posebno značenje za historijsko-geografski razvoj prostora imao je rubni položaj na obodu Ličkog polja gdje se kao geomorfološka cjelina mogu izdvojiti Perušićko polje i Malo polje.

S obzirom na spoznaje dobivene geološkim (Velić i Velić, 2020), geomorfološkim i speleološkim istraživanjima, inicijativa za proširenje granica i trajnu zaštitu bila je u potpunosti opravdana. U prostoru ZK evidentirana je velika georaznolikost s brojnim oblicima krškog, fluviokrškog i akumulacijskog reljefa od kojih neki predstavljaju reprezentativne geolokalitete i geoareale sa stoljetnom tradicijom istraživanja. Oni na svom teritoriju obuhvaćaju sadržaje sa znanstvenim i edukativnim značenjem. Među njima posebno mjesto zauzimaju speleološki objekti čija istraživanja traju gotovo 180 godina. Njihova vrijednost već je prepoznata pa su četiri speleološka objekta uvrštena u geomorfološke spomenike prirode. S obzirom da je dosad istraživanjima obuhvaćen samo manji dio teritorija, moguća su daljnja značajna otkrića koja će povećati spoznaje kako o georaznolikosti, tako i o bioraznolikosti prostora. Speleološki objekti su prava riznica geoloških, geomorfoloških, paleoklimatskih, mikroklimatskih, bioloških i arheoloških podataka koji se tek počinju otkrivati. Pri tome je bitno da se, osim u znanosti, ti podaci koriste i u edukativne svrhe kroz različite obrazovne i turističke sadržaje za kojima potražnja na ovom prostoru raste iz godine u godinu.

ZAHVALE

Za pomoć i podršku u istraživanjima zahvaljujemo kolegicama Katarini Milković i Jeleni Milković, a za pomoć na terenu i u organizaciji istraživanja zahvaljujemo Tomislavu Špeharu te svim drugim djelatnicima Pećinskog parka Grabovača.

LITERATURA

- Bahun, S., Fritz, F. 1972: Hidrogeologija Ličkog polja. Krš Jugoslavije, 8/3, 43-55
- Baučić, I. 1958: Prilog poznavanju postanka i razvoja ličkog podzemlja. Zbornik 5. kongresa geografa FNRJ (Tigrad), 417-423
- Bočić, N., Cvitanović, H., 2011: Uloga speleoloških baza podataka u geomorfološkim i geospeleološkim istraživanjima. Stručni seminar o speleološkom katastru, Perušić 2011., Zbornik sažetaka, Perušić, 11-12
- Bočić, N., Pahernik, M., Bognar, A. 2010: Geomorfološka obilježja Slunjske zaravni. Hrvatski geografski glasnik, 72/2, 5 – 26
- Bognar, A. 2001: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske. Acta Geographica Croatica, Vol. 34. No. 1., 7-26
- Božičević, S. 1954: Neki ponori i pećine u okolici Studenaca. Naše planine, 12, 488-493
- Božičević, S. 1965: Poljakova pećina. Geološki vjesnik, 18/1, 141-157
- Božičević, S. 1969: Horvatova pećina uz branu Sklope. Geološki vjesnik, 22, 501-510
- Buzjak, N., Pahernik, M., Bočić, N., Faivre, S. 2013a: Geomorphological map of Croatia 1:100.000. 8th IAG International Conference on Geomorphology, Abstracts Volume, 1174-1174
- Buzjak, N., Bočić, N., Pahernik, M. 2013b: Geomorfološke i speleološke značajke Pećinskog parka Grabovača i okolnog prostora. Elaborat. Hrvatsko geomorfološko društvo, Speleološki klub Samobor i Speleološko društvo Karlovac
- Franić, D. 1894: Orometrija Ličko-gackoga ili Gornjo-hrvatskoga visočja i njegovih orografskih sastavina. Nastavni vjesnik, 2, 14-34 i 109-123
- Fras, F. J. 1988: Cjelovita topografija Karlovačke vojne krajine. Pretisak izvornika tiskanog kod Franje Župana iz 1835. Ličke župe, Gospić
- Gams, I., Zeremski, M., Marković, M., Lisenko, S., Bognar, A., 1985: Uputstvo za izradu detaljne geomorfološke karte SFRJ 1 : 100 000, Beograd
- Gorjanović-Kramberger, D. 1912: Izvještaj speleološkog odbora za godinu 1911. Vijesti Geološkog povjerenstva za Kraljevinu Hrvatsku-Slavoniju za godinu 1911., II, 49-53
- Hirc, D. 1905: Prirodni zemljopis Hrvatske. Tisak i naklada A. Scholza, 721 str.
- Jamičić, A. 1902: Lička visočina. Hrvatski planinar, 7-8, 57-60
- Klaić, V. 1878: Prirodni zemljopis Hrvatske. Tiskom C. Albrechta, 406 str.
- Malez, M. 1955: Spilja Ledenica. Priroda, god. XLII, br. 8
- Malez, M. 1960: Rad na speleološkom istraživanju u Hrvatskoj. Ljetopis JAZU, knj . 64, 289-307
- Malez, M. 1961: Speleološki objekti jugozapadne Like. Acta Geologica, 3, 107-241
- Malez, M. 1964: O meteorološkim odnosima u Samogradskoj pećini kod Perušića. Krš Jugoslavije, 4, 11-26 + dijagram I i II
- Matković, P. 1872: Orografska razredba južno-hrvatske visočine i njezina hipsometrijska razmjerja. Rad JAZU, Knjiga XX, 1-38
- NN 1/2020: Odluka o proglašenju područja »Risovac – Grabovača« zaštićenim u kategoriji značajni krajobraz. Narodne novine 1/2020
- Oppitz, O. 1942: Obličje površine. U: Zemljopis Hrvatske, I, 81-147, Matica hrvatska, Zagreb
- Pahernik, M. 2012: Prostorna gustoća ponikava na području Republike Hrvatske. Hrvatski geografski glasnik, 74/2, 5-26
- Pahernik, M., Buzjak, N., Bočić, N. 2013: Digitalne geomorfološke karte Republike Hrvatske. 9. savjetovanje Kartografija i geoinformacije (Zbornik sažetaka), 36
- Pejnović, D., Malekin, V. 1984: Turistička valorizacija Samogradske pećine kod Perušića u Lici.
- Pejnović, D. 1987: Reljef Like. Zbornik II. znanstvenog skupa geomorfologa Jugoslavije, Geografski odjel PMF-a, Zagreb, 92-111
- Prelogović, E., Pribičević, B., Dragičević, I., Buljan, R., Tomljenović, B. 2001: Recentni strukturni sklop prostora Dinarida. Elaborat, RGN fakultet, Zagreb, 30 str.
- PPUOP 2003: Prostorni plan uređenja općine Perušić, Urbanistički institut Hrvatske
- Rosandić, D. 1931a: Iz podzemne Like. Hrvatski planinar, 6, 163-165

Rosandić, D. 1931b: Iz podzemne Like. Hrvatski planinar, 9, 239-244

Rosandić, D. 1941: Iz podzemne Like. Hrvatski planinar, 5-6, 115-121

Sabljar, V. 1866: Miestopisni riečnik kraljevinah Dalmacije, Hrvatske i Slavonije. Naklada A. Jakića, 537

Velić, I., Velić, J. 2013a: Geološka karta Pećinskog parka Grabovača, 1:50000. Geolog, d.o.o., Zagreb

Velić, I., Velić, J. 2013b: Tumač za Geološku karta Pećinskog parka Grabovača, 1:50000. Geolog, d.o.o., Zagreb, 32 str.

Velić, I., Velić, J. (2020): Geološki sastav i građa Pećinskoga parka Grabovača i okolnog područja predložena za proširenje. Acta Geographica Croatica 45/46, 33-48

Wessely, J. 1876: Pitanje o goropisu, vodopisu, zemljoslavlju i tloznanstvu na hrvatskom krasu. U: Kras hrvatske krajine. 193-229, Tiskom K. Albrechta, Zagreb

Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M. 2008: Klimatski atlas Hrvatske 1961–1990., 1971–2000. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 200 str.

Zelevska, I., Najwer, A., Zwoliński, Z. 2018: Geodiversity evaluation of the Słupsk Bank boulder area. Bulletin of the Maritime Institute in Gdańsk, 3(1), 178-188

SUMMARY

Significant landscape Risovac - Grabovača is located in the eastern part of the municipality Perušić in Lika (Croatia). It is a geomorphologically and speleologically interesting area with numerous aesthetic, scientific and educational values. The aim of the research was to inventory and analyze geomorphological phenomena and processes within the condition assessment and as a starting point for evaluation for quality management and protection of geoheritage. The area of research in the regional-geographical sense is part of the Sredogorje-Zavala belt of Srednja Lika in mountainous Croatia. In administrative terms, it includes the southeastern part of the municipality of Perušić.

Methods of morphometric and morphogenetic relief research were applied in this research. As part of the general morphometric analysis, the following parameters were analyzed: height, slope inclination, relative relief and slope aspect. The data source was a digital elevation model (DEM) with a resolution of 25×25 meters. The main starting points for morphogenetic analysis were field mapping, inventory and morphometric analysis. All data were stored in a geospatial database and a geomorphological map of the investigated area was made. The main goal of morphostructural analysis was to single out the main morphostructures and their main boundary morpholineaments. The analysis of exogenous relief was based on the detection of the present morphogenetic types determined on the basis of the prevailing conditions and processes and the present relief forms. The geospeleological analysis was conducted on the basis of data collected within the speleological research project.

The height difference between the lowest (494 m) and the highest (860 m) point of the investigated area is 366 meters, and the mean altitude is 619 m. The total area of the investigated area below the mean altitude is 31.11 km² and above 21.10 km². The elevation class histogram with hypsometric classes of 50 m shows a right-hand orientation with a maximum within the class of 550-600 meters. The most common category of slope inclination is 12-32 °, which is also characteristic for hilly areas, while the average value is 10.7 °. Larger slopes are associated with the hillslopes. A significant share of the slope category of 5-12 ° is a consequence of the higher presence of the flat relief in the north of the investigated area dissected by a network of dolines and smaller hills (so called

hum). The absolute values of the relative relief distribution range from 0 - 285.8 m/km² with a mean value of 113 m/km². From the histogram of the relative relief, a maximum in the class of 150-200 m/km² is observed. The left orientation of the histogram indicates the predominance of lower values over the maximum class. The distribution and spatial pattern of slope aspect confirm the already analyzed orographic features. The southern, southeastern and northwestern slopes predominate due to the influence of dinaric orientation structures.

Most of the important morpholineaments are dinaric orientation. Based on the morphostructural analysis, the main morphostructures were also singled out. The morphological expression of the ridges decreases from south to north, while their disintegration and density increase in the same direction. Related to the orientation of hills and ridges is the orientation of elongated areas of straight and steep slopes, which are most often associated with neotectonic and recently active faults. Valleys and karst depressions although exogenous origin, but their shape and orientation are greatly influenced by the structural characteristics of the area. The straight lines of the valleys and the series of karst depressions indicate faults or systems of fissures, and often coincide with pronounced morpholineaments. Given the predominance of tectonic fractured carbonate rocks, the most significant morphogenetic relief types are karst and fluviokarst. They were developed in 86 % of the study area. All the most significant forms of karst (dolines, uvalas, poljes and karst plateaus) and fluviokarst (pocket valleys, active and dry valleys, and blind valleys) relief have been recorded. Caves are the fundamental phenomenon and they are one of the main reasons for the proclamation of the Significant Landscape. There are twenty-two known caves in the researched area.

Given the insights gained from geological, geomorphological and speleological research, the initiative for border expansion and permanent protection was fully justified. In the area of Significant Landscape, a large geodiversity has been recorded with numerous forms of karst, fluviokarst and accumulation relief, some of which represent representative geolocations and geo-areas with a century-old tradition of research. They include contents with scientific and educational significance on their territory.

Nenad Buzjak

Sveučilište u Zagrebu, PMF, Geografski odsjek, Zavod za fizičku geografiju, Marulićev trg 19/II, Zagreb
University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Geography, Division of Physical Geography, Marulićev trg 19/II, Zagreb
nbuzjak@geog.pmf.hr

Neven Bočić

Sveučilište u Zagrebu, PMF, Geografski odsjek, Zavod za fizičku geografiju, Marulićev trg 19/II, Zagreb
University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Geography, Division of Physical Geography, Marulićev trg 19/II, Zagreb
nbocic@geog.pmf.hr

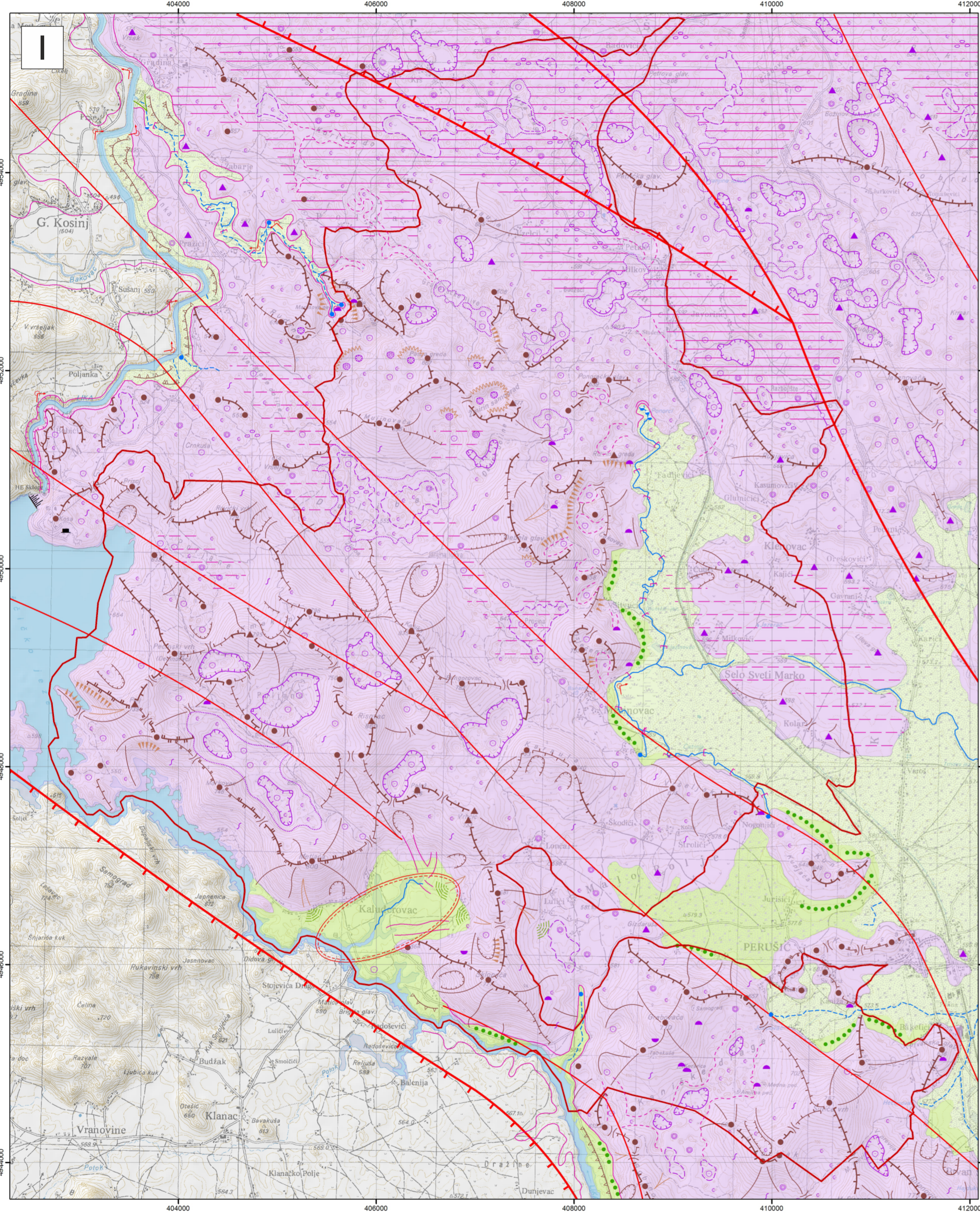
Mladen Pahernik

Hrvatsko vojno učilište "Dr. Franjo Tuđman", Ilica 256b, Zagreb
Croatian Military Academy "Dr. Franjo Tuđman", Ilica 256b, Zagreb
mladen.pahernik@gmail.com

GEOMORFOLOŠKA KARTA

PEĆINSKI PARK GRABOVAČA

Autori: Pahernik, M., Buzjak, N. i Bočić, N.
GIS obrada: Pahernik, M.

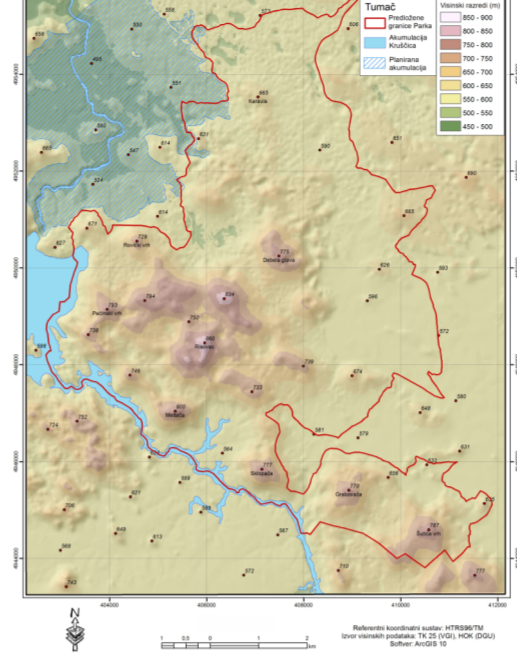


Tumač:

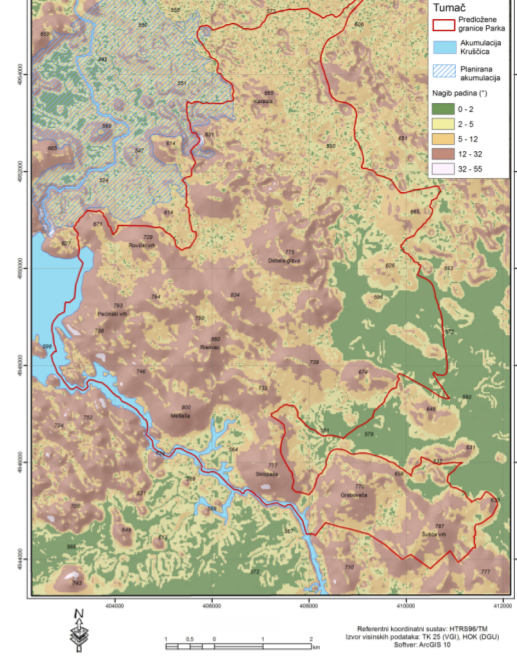
- 1. Endogeni reljef**
 - 1.1. Morfološki reljef**
 - Raspjed izražen u reljefu - bez oznake karaktera
 - Laktasto sijekanje dolina
 - Granice delovanja recitnog sputanja
- 2. Egzogeni reljef**
 - 2.1. Padinski reljefni oblici**
 - 2.1.1. Denudacijski poligenetski oblici**
 - Uski nerastlanjen greben
 - Široki nerastlanjen greben
 - Uski rastlanjen greben
 - Široki rastlanjen greben
 - Greben na kosi
 - 2.1.2. Denudacijski rezidualni oblici**
 - Stijeviti odsejak
 - Rubni vijenci (Combes)
 - 2.1.3. Denudacijski dolina**
 - Denudacijska dolina
 - Janaga
 - 2.1.4. Akumulacijski oblici**
 - Provljučna plovina
 - Glacis terasa
 - 2.2. Fluvijalni reljef**
 - 2.2.1. Erozijski oblici**
 - Terasni odsejak G1
 - Terasni odsejak G2
 - 2.2.2. Akumulacijski oblici**
 - Fluvijalna plovina od pleske i lipnja
 - 2.3. Krški reljef**
 - Pokiveni tip krša
 - Ponikva, općenito
 - Ponikva, tanjirasta
 - Ponikva, jarkasta
 - Ponikva, bunarasta
 - Ponikva, urudna
 - Ponikva, konzjska
 - Ponikva, u kvartarnim sedmentima
 - Spojne ponikve
 - Spjaja
 - Jama
 - Hum
 - Uvala, općenito
 - Pitka uvala na starini
 - Nedefinirana krška depresija
 - Izvorni oblik, aktivan
 - Kanjon
 - Ponor, aktivan
 - Veliki izvor
 - Zaravan, dobro očuvana
 - Zaravan, fragmenti
 - 2.4. Fluvijalski oblici**
 - Fluvijalska dolina, aktivna, kontinuirana
 - Fluvijalska dolina, aktivna, zaravnjena
 - Fluvijalska dolina, neaktivna
 - Fluvijalska dolina, reliktna
 - Ponorska dolina, aktivna
 - Izvorni oblik, aktivan
- 2.5. Antropogeni reljef**
 - Branja
 - Kamenolom
- 2.6. Genetski tipovi reljefa**
 - Krški
 - Akumulacijski, prelazno padinski
 - Akumulacijski, padinski i ravni
 - Akumulacijski, prelazno ravni
 - Akumulacijski, prelazno močvarni

Pretpostov: E. Pribević, B. Dragović, I. Bujan, R. Tomljenović, B. (2007) Računski slikovni prikaz Dinarske Rudarske geološki nalazišne teritorije Sveučilišta u Zagrebu

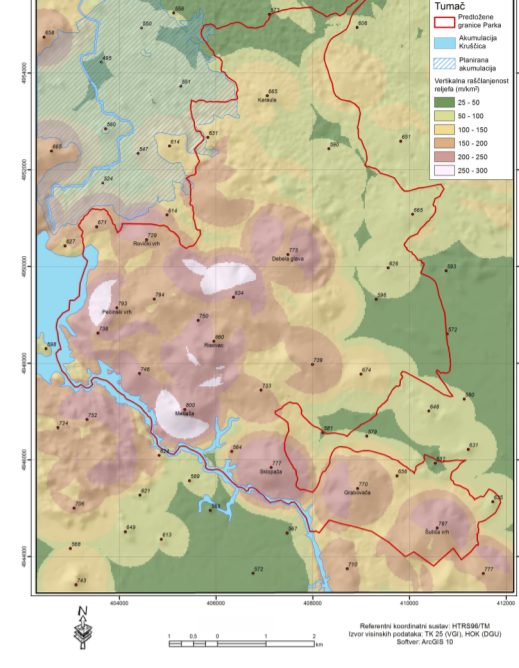
II PEĆINSKI PARK GRABOVAČA
HIPSOMETRIJSKA KARTA



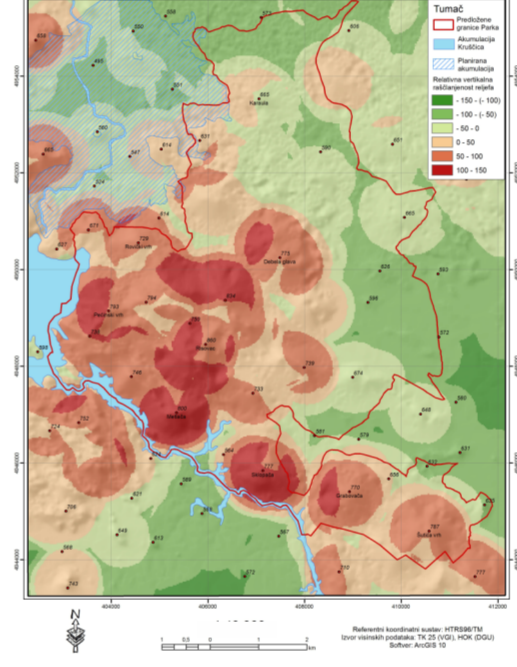
III PEĆINSKI PARK GRABOVAČA
KARTA NAGIBA PADINA



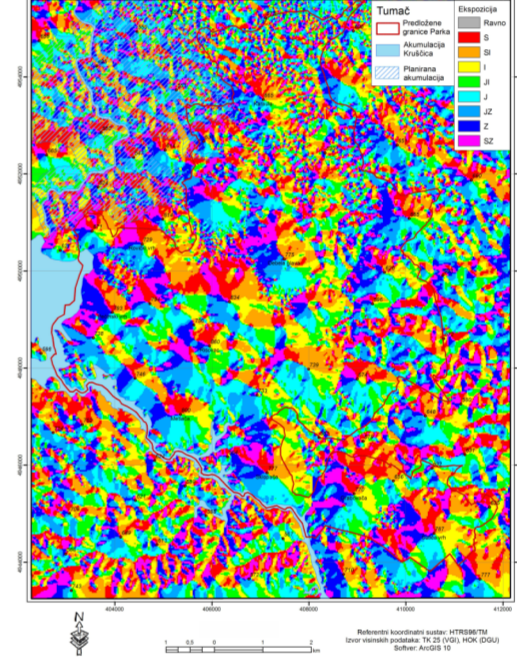
IV PEĆINSKI PARK GRABOVAČA
VERTIKALNA RAŠČLANJENOST RELJEFIA



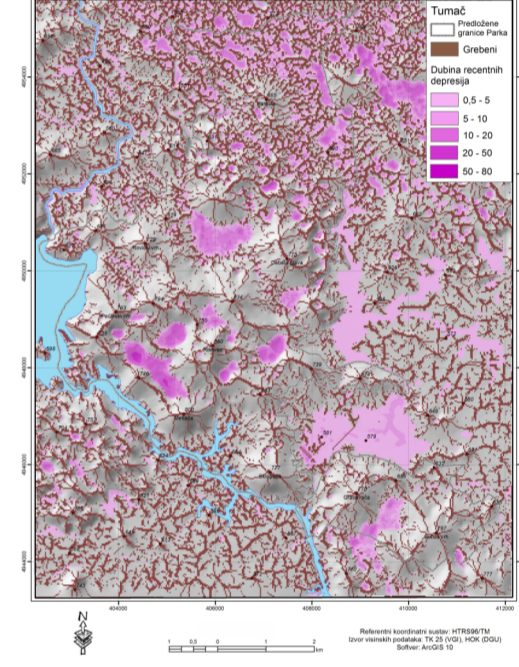
V PEĆINSKI PARK GRABOVAČA
RELATIVNA VERTIKALNA RAŠČLANJENOST RELJEFIA



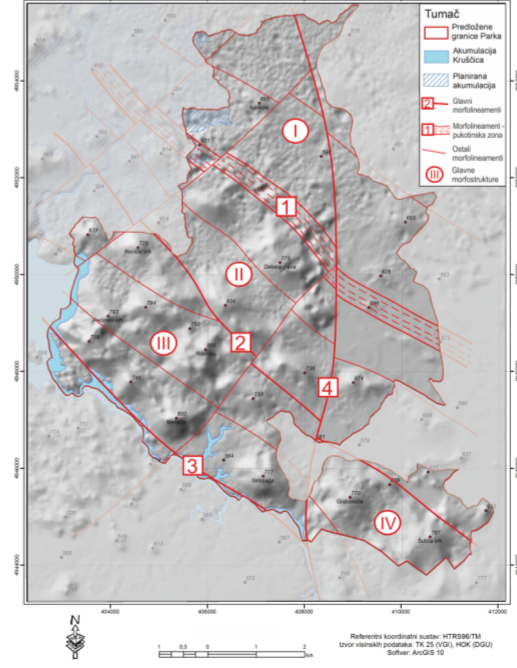
VI PEĆINSKI PARK GRABOVAČA
KARTA EKSPOZICIJE PADINA



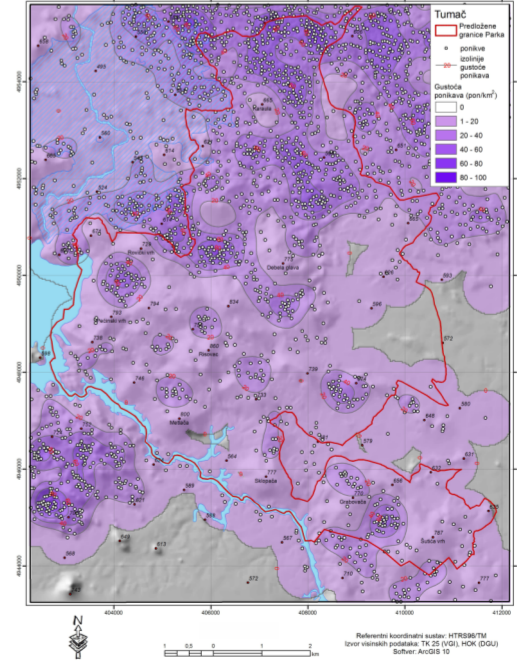
VII PEĆINSKI PARK GRABOVAČA
KARTA GREBENA



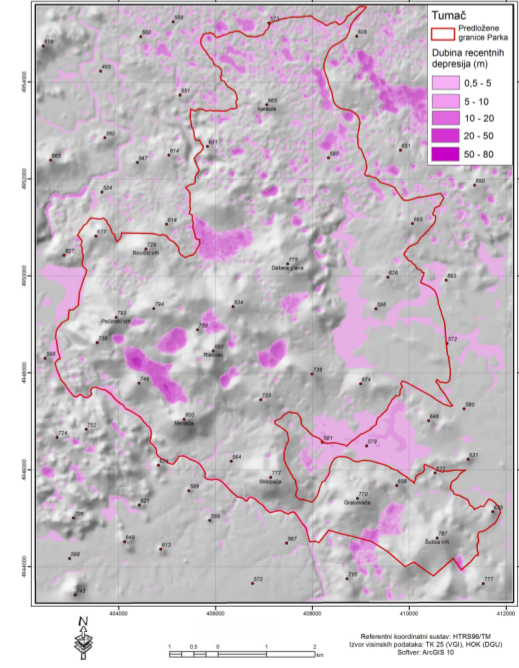
VIII PEĆINSKI PARK GRABOVAČA
MORFOSTRUKTURNA KARTA



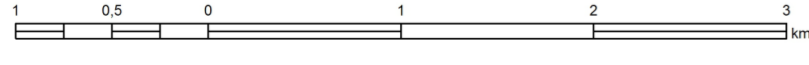
IX PEĆINSKI PARK GRABOVAČA
KARTA GUSTOĆE PONIKAVA



X PEĆINSKI PARK GRABOVAČA
KARTA KRŠKIH DEPRESIJA



Referentni koordinatni sustav: HTRS96/TM
Softver: ArcGIS 10.1



Hrvatsko geomorfološko društvo
Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno matematički fakultet
Geografski odsjek