

Geomorfološka obilježja šireg zemuničkog područja (Zadar)*

Geomorphological Features of a Wider Area of the Zemunik Donji Municipality (Zadar)

Marica Mamut

Odjel za geografiju
Sveučilište u Zadru
e-mail: mmamut@unizd.hr

Šime Mračić

Zadar
e-mail: sime.mracic@gmail.com

DOI 10.17818/NM/2017/1.10
UDK 550.8 (497.581.1 Zemunik Donji)
Pregledni rad / Review
Rukopis primljen / Paper accepted: 1. 9. 2016.

Sažetak

U radu su istraženi reljefni oblici i dan je geomorfološki prikaz šireg područja Općine Zemunik Donji (Sl. 1). Izrađene su hipsometrijska karta, karta vertikalne raščlanjenosti reljefa i karta nagiba reljefa uz detaljnu morfometrijsku i morfografsku analizu istraživanog prostora. Ciljevi su istraživanja analiza geomorfometrijskih parametara, međudnosa geološke građe, morfometrijskih parametara i reljefnih oblika. U istraživanju su primjenjene metode usporedbe, digitalne analize reljefa, morfometrijske, krajobrazne i geomorfološke analize te neizostavno terensko istraživanje. U radu je dan prikaz geomorfoloških značajki i geomorfoloških procesa istraživanog ravnokotarskog prostora. Najvećim dijelom istraživanog područja vidljiva je povezanost flišnih zona i udolina te vapnenačke podloge s uzvišenjima dok je na području naselja Zemunik Donji prisutan inverzni reljef. Najizraženija morfostrukturna značajka istraživanog prostora je izmjena vapnenačkih bila kredne i tercijarne starosti s flišnim udolinama eocenske starosti, što prostoru daje izraz valovitosti.

Summary

In this research the authors have studied geomorphological situation of a wider area of the Zemunik Donji municipality. The hypsometric map, map of the vertical relief dissection and map of the slope gradient of the relief have been made, together with the detailed morphometric and morphographic analysis of the researched area. The aims of the research were the analysis of primary geomorphometric parameters, the analysis of interdependence of geological structure, morphometric parameters and relief forms. The comparison method, the digital relief analysis method, the geomorphometric, landscape and geomorphic analysis have all been used in this study, as well as the compulsory terrain research. In this work, there are presented the geomorphological relief characteristics and geomorphologic processes of the researched Ravni Kotari area. The presumption of interconnection between the flysch zones and the valleys, and the limestone base with the higher terrain, has been confirmed. The alternation of limestone ridges aged from the Cretaceous and Tertiary period, to the Eocene aged flysch valleys gives the area its wavy, rolling terrain characteristic and presents the most important morphostructural factor.

KLJUČNE RIJEČI

Zemunik Donji
geomorfološka analiza
morfostrukturna analiza
flišne udoline
vapnenačka bila

KEY WORDS

Zemunik Donji
geomorphologic analysis
morphostructural analysis
flysch valleys
limestone ridges

1. UVOD/Introduction

Općina Zemunik Donji, jedna od 32 jedinica lokalne samouprave Zadarske županije, zauzima 54,59 km² ili 1,56 % ukupne površina županije. Općinsko središte, Zemunik Donji (sl. 1), udaljeno je oko 12 km od grada Zadra, a oko 8 km zračne linije od mora. Unutar granica Općine nalaze se i naselja Zemunik Gornji i Smoković. Prirodnogeografska obilježja, posebno hidrogeološke i morfološke karakteristike prostora, utjecala su i na gospodarski razvoj istraživanog prostora. Antropogeni utjecaji u plodnoj zoni Ravni kotara pridonose stvaranju izraženih obilježja uređenog agrarnog krajolika. Krajolik općine Zemunik Donji

ima obilježja agrarnog prostora koji je izražen u krajoliku, iako je ovaj prostor, kao i ostali dijelovi primorske Hrvatske, u drugoj polovici 20. st zahvaćen procesima deagrarizacije i depopulacije (Šiljković i dr, 2011).

Cilj rada je dati prikaz reljefnih značajki šireg zemuničkog prostora, analizirati međuovisnosti geološke građe, morfometrijskih parametara i reljefnih oblika te utvrditi poveznicu geomorfoloških oblika i geomorfoloških procesa ravnokotarskog prostora. Istraživanje je potvrdilo pretpostavku povezanosti flišnih zona i udolina te vapnenačke podloge s uzvišenjima.

Širi prostor Općine Zemunik Donji je ravničarski prostor na kojem se mjestimično, ali rijetko, izdižu brežuljci do 200 m nadmorske visine. Najviše bilo u Općini Zemunik Donji smješteno je na krajnjem SI općine u blizini Vidukina gaja (153,4 m). Bila su uglavnom građena od vapnenaca kredne, odnosno tercijarne starosti, a udoline su građene od lapora i pješčenjaka, eocenske starosti (Majcen, Korolija, 1970). Izmjena bila i udolina prostoru daje valovit oblik i najznačajniji je morfostrukturni čimbenik. Središte općine je u sinklinalnoj udolini, a sinklinala se proteže JI od Miljašić jaruge, SI od Murvice, između Donjeg i

* Preliminarni rezultati istraživanja bili su prezentirani na znanstvenom skupu "Zemunik u prostoru i vremenu", održanom 25. 8. 2014., dok su konačni rezultati predstavljeni u ovom radu. Napominjemo da rezultati nisu bili publicirani u zborniku sa tog skupa.



Slika 1. Geografski položaj istraživanog područja
Figure 1 Geographical position of the researched area

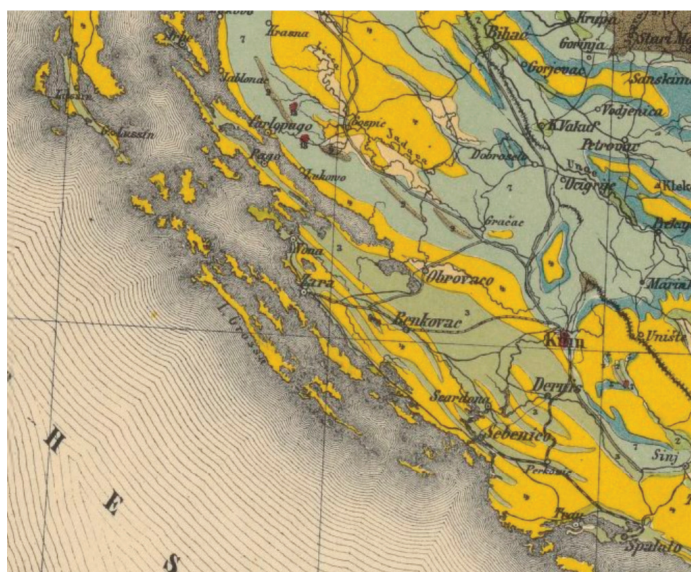
Gornjeg Zemunika, a završava sjeverno od Nadinskog blata. U dijelovima Ravnih kotara grebeni i uzvišenja ponegdje se javljaju u sinklinali, a udoline su antiklinalne građe (npr. Udolina Bokanjačkog i Nadinskog blata) (Fritz, 1977). Prostor sinklinala Ravnih kotara je jedno od agrarno najistaknutijih dijelova Hrvatskog primorja građeno od nepropusnih flišnih stijena eocenske starosti. Tijekom prošlosti Ravní kotari su bili žitnica u neposrednom zaobalju i stočarsko zimovalište podno Velebita.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA / Previous Research Overview

U drugoj polovici 19. st. austrijski geolozi provodili su geološka istraživanja za potrebe izrade geološke karte Austro-Ugarske Monarhije (F. Foetterle, F. Stoliczka, G. Stache, R. Schubert, F. Hauer i dr.). To su ujedno i prva geološka istraživanja prostora sjeverne Dalmacije, a time i zemuničkog područja. Rezultati tih istraživanja integrirani su u građu na temelju kojih je objavljena prva pregledna geološka karta Monarhije (*Geologische Karte von Oesterreich-Ungarn, mit Bosnien und Montenegro, auf Grundlage der Aufnahmen der K. K. geologischen Reichsanstalt*), autora Hauera (1868.). U Tumaču i na geološkoj

karti mjerila 1:576.000 dan je općeniti prikaz stratigrafsko-strukturnih odnosa područja Monarhije. Na listu X te karte prikazana je građa šireg zadarskog područja s izdvojenim naslagama trijaskе, kredne i eocenske starosti (sl. 2). Više podataka o geologiji Dalmacije, s posebnom pažnjom posvećenom

“liburnijskim” naslagama dao je Stache (1889.). U tumaču uz kartu *Geologische Spezialkarte der im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder der Österreichisch-Ungarischen Monarchie* mjerila 1:75 000 Schubert (1905a, 1905b) je detaljno prikazao pregled svih stratigrafskih članova i strukturu sjeverne i srednje



Slika 2. Isječak iz pregledne geološke karte Austrougarske monarhije s prikazom Sjeverne Dalmacije (2 – neogen, 3 fl – fliš, 3 – eocen i 4 – kreda), (Hauer, 1868; izvornik u: Bibliothèque nationale de France, GEC-440.)

Figure 2 Geological map segment from the Austro-Hungarian Empire depicting North Dalmatia (2 - Neogene, 3 fl - flysch, 3 - Eocene, 4 - Cretaceous), (Hauer, 1868; original document can be found at Bibliothèque nationale de France, GEC-440.)



Slika 3. Pogled prema centru naselja Zemunik Donji s bila Gradina (111 m/nm)
 Figure 3 View towards the centre of Zemunik Donji from the Gradina ridge (111 m / nm)

Dalmacije. Morfološka istraživanja, kartiranje i analizu raznih tipova krških polja u zadarskom području proveo je Poljak (1929.).

Stratigrafsko-strukturalna slika Dalmacije, pa tako i ravnokotarskog prostora, detaljno je istražena i prikazana na kartama mjerila 1:25 000 u drugoj polovini 20. stoljeća. Tada su za dalmatinsko područje izrađene detaljnije litološke i paleontološke analize naslaga i međusobni odnosi pojedinih stratigrafskih članova što je poslužilo kao osnova za OGK 1:100 000. Dominirajuće forme strukturalnog reljefa ravnokotarskog područja su bore koje su većinom uspravne, asimetrične, ponekad izoklinalne, s često sekundarno boranim antiklinalama (Fritz, 1977). Rasjedi su dinarskog pravca pružanja, često nagnuti što dovodi do navlačenja. Zabilježen je i manji broj poprečnih rasjeda slabijeg intenziteta (Prelogović i dr., 2001).

Rezultati geoloških istraživanja širega zemuničkog prostora provedenih u sklopu prikupljanja podataka za izradu Osnovne geološke karte (OGK) u mjerilu 1:100 000, objavljeni su na listu OGK Zadar (Majcen i dr., 1970) te pripadajućem tumaču (Majcen, Korolija, 1970) u izdanju Saveznog geološkog zavoda Beograd. Hrvatski geološki institut proveo je novija istraživanja širega zemuničkog područja u sklopu izrade geološke karte Hrvatske u mjerilu 1:50 000, ali rezultati tih istraživanja još nisu objavljeni.

Većina geografskih radova u kojima se analiziraju ili ukratko opisuju fizičko-geografska obilježja ravnokotarskog prostora samo dotiču prostor Zemunika

istražujući uglavnom društvene pojave prostora (Magaš, 1981; Magaš, 1995; Magaš, 2013; Čuka, Pejdo, 2009; Šiljković, i dr., 2011; Čuka i dr., 2012; Faričić, Marelić, 2014; Blaće, 2015), dok je manji dio radova usmjeren na istraživanja speleoloških objekata (Lončar, 2009; Lončarić i dr., 2015).

3. METODE ISTRAŽIVANJA / Research Methods

Reljef, promjenjiv u vremenu i prostoru, rezultat je međuzavisnosti djelovanja endogenih i egzogenih čimbenika. U analizi kompleksnih reljefnih oblika korištene su različite metode istraživanja, diferencirane u tri kategorije: metode terenskih istraživanja, metode geomorfološkog kartiranja, te metode geomorfološke analize i sinteze.

3.1. Metode terenskog istraživanja / Methods of terrain research

Terenska istraživanja osnovna su metoda u geomorfološkim istraživanjima. Neposrednim opažanjem na terenu definirani su pojedini procesi i njihov utjecaj na oblikovanje reljefa. Uvidom u petrografske sastav, dominantne klimatske elemente i faktore, vegetacijski i pedološki pokrov te antropogene utjecaje omogućena je morfogenetska klasifikacija i utvrđivanje rasprostranjenosti pojedinih tipova reljefa. Tijekom rada na terenu prikupljena je odgovarajuća fotografska dokumentacija (Sl. 3) (oko 30 fotografija), čiji je izbor dan u radu.

3.2. Metoda geomorfološkog kartiranja / Method of geomorphologic chartography

Geomorfološko kartiranje provedeno je kao dopuna terenskom istraživanju pri određivanju i klasificiranju reljefnih oblika. Pri kartiranju na terenu kao podloga korištena je topografska karta mjerila 1 : 25 000 (list Škabrnje 469 4-4), Hrvatska osnovna karta (HOK) mjerila 1:5000 (<http://geoportal.dgu.hr>), Osnovna geološka karta mjerila 1:100 000 (list Zadar L 33-139; Majcen i dr., 1970), s pripadajućim tumačem te digitalna ortofoto karta (DOF5) mjerila 1:5 000 (<http://geoportal.dgu.hr>).

3.3. Metode geomorfološke analize i sinteze / Method of geomorphologic analysis and synthesis

Analizom geoloških i geomorfoloških karata te terenskim istraživanjem utvrđeni su egzogeomorfološki procesi koji su oblikovali reljef, dok su geomorfološkom sintezom izdvojeni endodinamički procesi i definirana njihova korelacija s egzogeomorfološkim procesima. Time su određeni prostorno-vremenski odnosi pojedinih oblika i njihov odnos prema geološkim značajkama. Pri analizi reljefnih oblika dobiveni su potrebni morfometrijski parametri (hipsometrijski odnosi, vertikalna raščlanjenost, nagib padina). Uspoređivanjem različitih morfometrijskih karata (hipsometrijska, vertikalne raščlanjenosti, nagiba) s geološkom kartom diferencirani su reljefni oblici prema nastanku, prikazane su

veze između pojedinih reljefnih oblika, određeni su njihovi prostorno-vremenski odnosi, te su izdvojeni reljefni oblici koji su svojim postankom vezani uz određenu geološku građu. Dovođenjem u odnos reljefne oblike i geološku građu definiran je strukturalno-geomorfološki razvoj i sklop te njihov utjecaj na usmjeravanje i dinamiku egzomorfoloških procesa.

4. GEOMORFOLOŠKI POLOŽAJ / *Geomorphological Position*

Tipizacija reljefa i njegova hijerarhijska podjela ima sve veću važnost u društveno-gospodarskom razvoju nekog prostora. Posebno značenje regionalizacije prema kriteriju reljefne sličnosti uviđa se u prostornom planiranju. Načelnu regionalizaciju reljefa u Hrvatskoj dao je A. Bognar (2001). Morfostrukturne, morfolitogene i orografske reljefne značajke, te hidrografska mreža kao dopunski kriterij koji je u uskoj vezi s prethodno spomenutim (Bognar, 2001.) bili su glavni kriteriji za izdvajanje pojedinih geomorfoloških regija u Republici Hrvatskoj. Republika Hrvatska podijeljena je na megageomorfološke, makrogeomorfološke, mezogeomorfološke i subgeomorfološke taksonomske jedinice. Za neke manje dijelove Republike Hrvatske provedena je i detaljnija mikrogeomorfološka regionalizacija.

Šire područje Zemunika (zamišljeni četverokut s vrhovima Radovin, Posedarje, Rašević, Sukošan koji obuhvaća dijelove sjeverozapadnih

i središnjih Ravnih kotara) dio je megageomorfološke regije Dinarski gorski sustav, unutar koje je izdvojena makrogeomorfološka regija SZ Dalmacija s arhipelagom. Zemunički prostor dio je Ravnih kotara koji su izdvojeni kao posebna mezogeomorfološka regija SZ Dalmacije unutar koje se diferenciraju dvije subgeomorfološke regije: SZ brdsko-zaravanski-udolinski dio Ravnih kotara i JI dio zaravansko-udolinskog dijela Ravnih kotara (Bognar, 2001). Širi prostor Zemunika prostire se na području obje spomenute subgeomorfološke regije.

5. GEOLOŠKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA *Geological Features of the Researched Area*

5.1. Tektonska struktura / *Tectonic structure*

Dinarski pravac pružanja (sjeverozapad-jugoistok) osnovnih strukturalnih elemenata glavno je obilježje šireg prostora Zemunika. Po stratigrafskim i strukturalnim obilježjima taj prostor dio je tektonske jedinice Ravnih kotara (Majcen i Korolija, 1970) koju karakterizira niz antiklinala i sinklinala s raznim nagibima slojeva, te sekundarnim boranjem. Rasjedi su strmi do malo nagnuti pretežno u krilima bora.

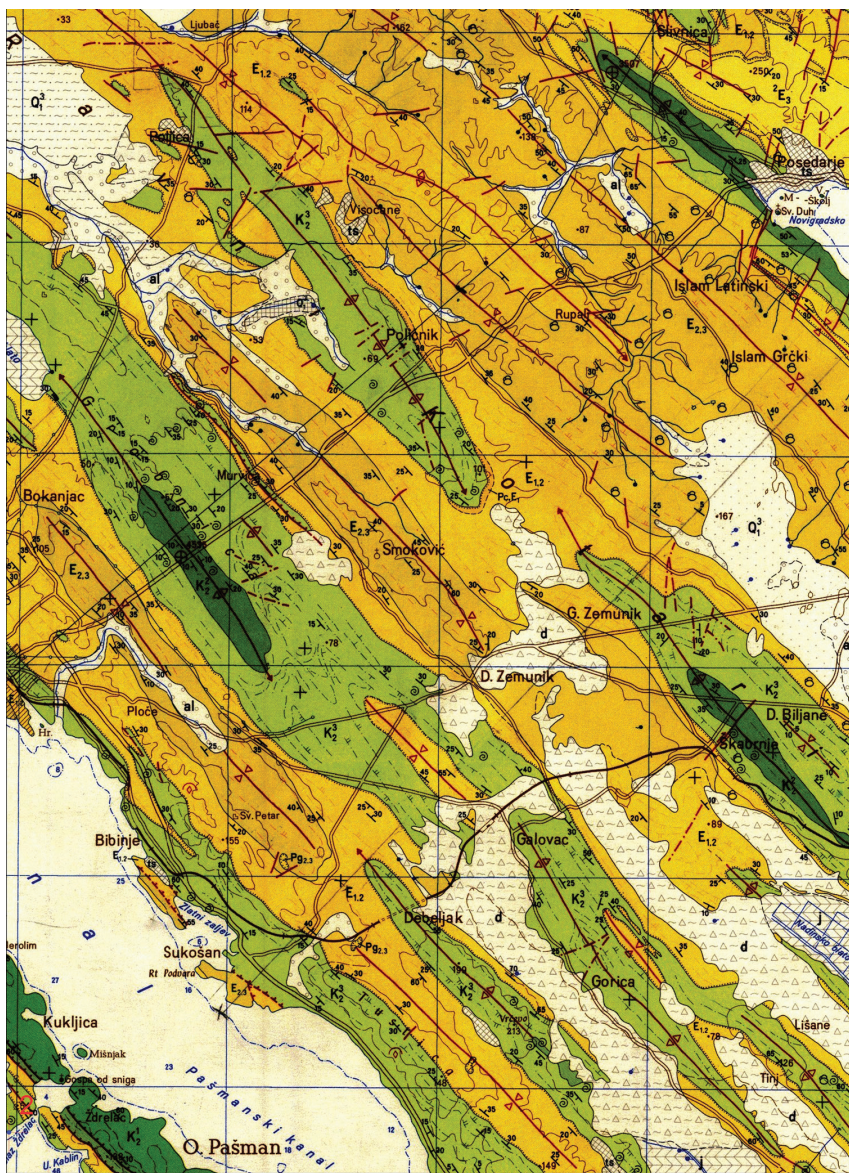
U morfostrukturnom smislu širi prostor Zemunika pripada strukturalnom sklopu zone Vanjskih Dinarida (Prelogović i dr., 2001) predstavljene sinklinorijem složenim od paralelnih vapnenačkih uzvisina (bila) i dolomitno-flišnih udolina

dinarskog pravca pružanja. Visok stupanj tektonske poremećenosti, izražen uglavnom borano-rasjedno-ljuskavom strukturalnom posljedicom kretanja jadranske mikroploče koja se dijelom podvlači pod euroazijsku megaploču, a dijelom se kreće translacijski (Herak, 1991). Pod utjecajem tektonskih pritisaka geotektonske jedinice se podvlače, horizontalno smiču, te dolazi i do rotacije tektonskih blokova. Tektonska aktivnost bila je najizraženija u oligocenu, zatim u miocenu, te ponovno krajem pliocena i tijekom kvartara (Cvijanović, Prelogović, 1979). Zemunički prostor karakterizira konformni reljef, odnosno poklapanje strukturalnih formi s reljefom.

U orografskom smislu u istraživanom prostoru ističu se krška bila i udoline. Krška bila su antiklinalne strukture građene od vapnenaca kredne i paleogenske starosti, dok su udoline sinklinalne forme modelirane u flišu i dolomitima (Sl. 4). To prostoru daje značajke konformnog reljefa. U morfotektonskom smislu udoline su akumulacijsko-tektonska kategorija reljefa te su tijekom pleistocena i postpleistocena proširene i prekrivene značajnim deluvijalnim akumulacijama (Majcen, Korolija, 1970). Iznimku u užem prostoru Zemunika čini područje uzvisine koja se proteže od Reljića u Smokoviću do Gradine u Zemuniku. U tom području sinklinala je u osnovi blagih hrptova, a antiklinala je na dnu polja sjeveroistočno i jugozapadno od te uzvisine. Taj dio zemuničkoga prostora je područje inverznoga reljefa (Fritz, 1977).



Slika 4. Flišna udolina u blizini naselja Zemunik Donji (Tromilja)
Figure 4 Flysh valley near Zemunik Donji (Tromilja)



al	Aluvij	E ₅	Pločasti vapnenci i konglomerat	Normalna granica utvrđena i pokrivena ili agrokamatsko locirana	Raspjedi utvrđeni bez oznake karaktera i pokriveni ili agrokamatsko locirani
d	Deluvij	E ₄	Vapnenci dobro uslojeni	Erozijska granica utvrđena, preovrnutna i pokrivena ili agrokamatsko locirana	Vertikalni raspjedi, relativno kratkeju kriti raspjedi horizontalnog tipa i relativno spušteni blok
tr	Crvenica (terra rossa)	E _{3,3}	Pločastjak, lapor i konglomerat	Elementi pada dolje: normalan i preovrnut	Raspjedi u visini pukotina, fotogeološki konstruirani
Q ²	Bijeg	E _{1,2}	Foraminiferijski vapnenci	Horizontalan sloj	Reverzni raspjedi utvrđeni i pokriveni ili agrokamatsko locirani
Q ¹	Pjaskovite gline	K ₂	Vapnenci dobro uslojeni	Trasa objedinjena fotogeološki utvrđena, lica za strmu površinu, za površinu srednjeg nagiba i za površinu blagog nagiba	Mikrolova
Q ¹	Pijesak	K ₁	Vapnenci dobro uslojeni	Osi uspravna ili kosna antiklinala i sinklinala	Markirana mikrolova
Q ¹	Jezerski i barski sedimenti	K ₂	Dolomiti i vapnenci u lomljenju	Tonjenje osi antiklinala ili sinklinala	

Slika 5. Isječak geološke karte s prikazom šireg zemuničkog prostora
Figure 5 Geological map segment from Zemunik area

5.2. Litostratigrafske značajke / Lithostratigraphic Features

Na širem području Zemunika zastupljene su naslage starosti od mezozoika do kenozoika (kreda, paleogen, kvartar) (Sl. 5). Najstarije stijene su kredni rudistni vapnenci gornjokredne starosti iznad kojih transgresivno slijede foraminiferiski

vapnenci, a u krovini eocenski klastiti (fliš). Kredne naslage (Sl. 6) čine jezgre antiklinala, dok su na površini otkriveni u izduženim i relativno uskim zonama (Majcen, Korolija, 1970). Kvartarne naslage pretežno su produkt trošenja laporovitih stijena srednjeg i gornjeg eocena.

6. GEOMORFOLOŠKA ANALIZA RELJEFA / Geomorphological Analysis of the Relief

Pružanje reljefnih oblika širega zemuničkog područja podudara se s pružanjem glavnih strukturnih elemenata (antiklinala i sinklinala), odnosno s dinarskim pravcem pružanja. Recentni reljef ovog prostora oblikovan je na karbonatnoj osnovi koja je tijekom morfogeneze bila borana i razlomljena pod utjecajem tektonike. Dio tektonski preoblikovane karbonatne osnove je u okršen, a na drugom dijelu akumulirao se deluvijalni materijal.

6.1. Opća morfološka obilježja / General Morphological Characteristics

Za analizu općih morfoloških značajki reljefa neophodan su pokazatelj dimenzije i morfografski reljefni oblici. Morfometrijske analize temelje se na izboru parametara koji pokazuju kvantitativna i orografska obilježja reljefa.

Analiza hipsometrije. Hipsometrijska karta šireg prostora Zemunika (Sl. 7) omogućava zornije utvrđivanje i analizu visinskih odnosa te plastičniji prikaz reljefa. Prostor šireg područja Općine Zemunik Donji prikazan je kroz sedam visinskih razreda: 0 – 40 m, 40 – 80 m, 80 – 120 m, 120 – 160 m, 160 – 200 m, 200 – 240 m, 240 – 268 m. Unutar granica Općine uzvisine ne prelaze 200 m nadmorske visine. Najviše bilo nalazi se u blizini Vidukina gaja (153 m) na SI dijelu Općine. Prosječna nadmorska visina naselja Zemunik Donji je na 92 m, Zemunik Gornji 105 m, a Smoković 95 m. U širem području Općine Zemunik Donji izražen je dinarski pravac pružanja reljefa (SZ – JI) i paralelizam hipsometrijskih razreda. Visinski pojas 120 – 160 m izdvaja dvije gotovo paralelne reljefne uzvisine – Slivničko brdo i Debelo brdo. Lesne naslage nataložene s južnog Velebita tijekom pleistocena dodatno su ublažile visinske razlike i tako pridonijele dodatnom zaravnjavanju reljefa u području Zemunika, Smilčića i Kašića. U poprečnom pravcu JZ-SI smjenjuju se vapnenačke uzvisine (antiklinala) i rastresite udoline (sinklinala) što potencira valovit odraz reljefa karakterističan za cijeli prostor Ravnih kotara.

Analiza vertikalne raščlanjenosti reljefa. Vertikalnom raščlanjenošću reljefa

ili energijom reljefa izražava se visinska razlika između najviše i najniže točke na jediničnoj površini prostora. Time se potencijalna energija promatrane površine dovodi u vezu s morfološkim procesima. Najintenzivnija denudacija vezana je uz područja s najvećom vertikalnom raščlanjenosti reljefa, dok su ona s najmanjim vrijednostima vertikalne raščlanjenosti područja s pojačanom akumulacijom. Analiza vertikalne raščlanjenosti reljefa regije ili nekog šireg područja daje uvid u neotektonsku strukturu, intenzitet i smjer tektonskih pokreta.

Budući da je najveća visina širega zemuničkog prostora 268 m, raščlanjenost reljefa ne može biti veća od kategorije umjereno raščlanjenog reljefa (Bognar, 1992) (Sl. 8). Reljef ovog područja raspoređen je u prve četiri kategorije vertikalne raščlanjenosti (od zaravnjenog do umjereno raščlanjenog reljefa) čiji je raspored i udio u skladu s različitošću morfogeneze istraživanog područja. Kategorija zaravnjenog reljefa je najzastupljenija kategorija. Najrašćlanjeniji dio je područje Ravnih kotara prema Podvelebitskom kanalu i Novigradskom moru te prema Zadarskom i Pašmanskom kanalu s izraženijom tektonskom poremećenošću.

Analiza nagiba padina. Nagibi odražavaju morfostrukturne značajke reljefa i imaju presudan utjecaj na aktiviranje određenih morfoloških procesa. Mogu biti rezultat egzogenih i endogenih geomorfoloških procesa, a određeni su kutom koji neka površina zatvara s horizontalnom ravninom. Ta morfometrijska analiza od izuzetne je važnosti u geomorfološkim istraživanjima, pošto bitno utječe na aktivnost padinskih procesa i oblikovanje egzogenih reljefnih formi.

Najveći dio padina Ravnih kotara imaju odlike dolina, zaravni ili blago nagnutih padina ($0 - 2^\circ$ i $2 - 5^\circ$). Blaži nagibi obilježavaju zaravnjene lesne prostore Zemunika, Smilčića i Kašića. Strmiji dijelovi vezani su uz krševiti prostor prema Novigradskom moru, Podvelebitskom kanalu i pobrđu Bukovice što se podudara s prostorom veće vertikalne raščlanjenosti i viših hipsometrijskih razreda (Sl. 9).



Slika 6. Geološki profil krednih karbonatnih naslaga na prostoru Zemunika Donjeg
Figure 6 Geological profile of Cretaceous carbonate deposits in the Zemunik Donji area



Slika 7. Hipsometrijska karta šireg područja Zemunika
Figure 7 Hypsometric map of the wider Zemunik area



Slika 8. Karta vertikalne raščlanjenosti reljefa šireg područja Zemunika
 Figure 8 Map of the vertical relief dissection of the wider Zemunik area

6.2. Egzogeomorfološka analiza / Exogeomorphological Analysis

Međuovisnost endogenih i egzogenih sila i procesa na nekom prostoru, uz litološki sastav, čini osnovu u oblikovanju reljefa. U širem prostoru Zemunika najveću važnost među egzogenim procesima imaju padinski, krški i fluviokrški procesi te njima oblikovani reljefni oblici. Neophodno je istaknuti i antropogeni utjecaj u preoblikovanju reljefa ovog prostora.

Padinski procesi i reljefni oblici / Slope Processes and Landforms

Osobito važnu ulogu u oblikovanju reljefa šireg područja Zemunika imaju

derazijski destruktivski procesi (proces spiranja, osipanja, urušavanja i jaruženja). Ti procesi posebno su izraženi na SZ dijelu istraživanog područja, na karbonatnim podlogama s oskudnim travnatim biljnim pokrovom i većim nagibom padina. Na strmijim padinama u čijem je sastavu veći udio dolomita (podložniji mehaničkom trošenju od vapnenca) ti procesi su najizraženiji. Kao rezultat visokih ljetnih temperatura i korozije vapnenca, na padinama se stvaraju manje količine regolita čime se osigurava kontinuiran donos materijala u konkavne reljefne oblike (doline, uvale, jaruge). Na prostoru Općine Zemunik Donji oblikovana je Miljašić jaruga, Ražanačka

jaruka i bujični vodotok Rustina dražica. Nevezani materijal natopljen atmosferskom vodom na izraženijim nagibima (iznad 12°) gubi stabilnost. Pod utjecajem gravitacije i kinetičke energije kišnih kapi i mlazova spire se niz padinu do mjesnog denudacijskog bazisa. Tako akumulirani materijal (deluvij) oblikovao je manje deluvijalne konuse stožastog oblika građene od nezaobljenog kršja, često prirodno cementiranog. Deluvijalne taložine nalaze se i na manjim „pregibima“ padina te zaravnjenim manjim sedlima u blizini toponima Tromilja. Sastav tih deluvijalnih naslaga karakterizira kombinacija stijenskih fragmenata i tla (sl. 10). Najveća debljina naslaga je na dnu derazijskih dolina, između dva bila (Gornjeg i Donjeg Zemunika) gdje je sediment pretaložen gravitacijskim utjecajem te na donjim dijelovima padina.

Na padinama sjevernog dijela istraživanog područja čiji su slojevi strukturno ustrmljeni ili izloženi rasjednim pokretima javlja se osipanje i urušavanje mehanički rastrošenog dolomita i vapnenca. S povećanjem nagiba i kategorije vertikalne raščlanjenosti reljefa povećava se intenzitet osipanja i urušavanja. Na SZ dijelu Općine Zemunik Donji zabilježene su manje jaruge koje su po svojem postanku vezane uz humidnija klimatska razdoblja tijekom pleistocena i starijeg holocena. U sjevernom dijelu oblikovana je Miljašić jaruga i njezina lijeva pritoka Ražanačka jaruga. Svojevrsan nastavak Ražanačke jaruge predstavlja povremeni tok Rustina dražica s karakteristikama bujičnog vodotoka. Na tom izvorišnom području Kotarke recentni procesi spiranja, bujičenja i sufozije još uvijek su vrlo značajni. Recentna klima istraživanog područja je submediteranska (Cfa prema Köppenovoj klasifikaciji) s prosječnom godišnjom količinom padalina 900 – 1500 mm, koncentriranom uglavnom u zimskom dijelu godine (Klimatski atlas Hrvatske, 2008), što je tijekom povijesti pogodovalo barskom krajoliku Ravnih kotara. Kao posljedica, došlo je do spiranja znatnih količina rastresitog materijala s antropogenim procesima ogoljelih padina.

Krški i fluviokrški procesi i oblici / Karst and Fluviokarst Processes and Forms

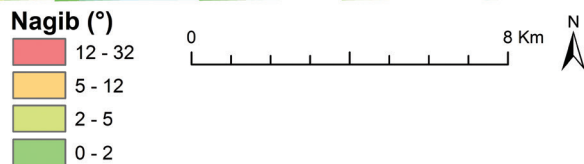
Egzogeni procesi vezani uz karbonatnu podlogu u kombinaciji s tektonskim pokretima oblikovali su najveći dio recentnog reljefa šireg područja Općine

Zemunik Donji. Korozijom vapnenca oblikovani su različiti tipovi krškog reljefa.

Tragovi okršavanja nalaze se na karbonatnim stijenama sjeverno od naselja Zemunik Donji čije su površine izložene atmosferskom utjecaju. Na njima su razvijene mikrogržižine i grižine te biokorozijske udubine. U homogenim vapnencima uglavnom su razvijene mikrogržižine kao rezultat korozijskog djelovanja vode koja otapa vapnenac. Djelovanjem bakterija i lišajeva (sl. 11) nastaju biokorozijske udubine u stijeni. Proizvodnja organskih kiselina dodatno ubrzava korozijske procese (Folk i dr., 1973; Verges, 1985). Te udubine mogu biti promjera do nekoliko centimetara i često su na površini stijene koncentrirane oko pukotina gdje se može zadržati voda. Na zaravnjenim karbonatnim stijenskim podlogama oblikovani su i primjerci nepravilnih kamenica i biokorozijskih udubljenja nastalih subkutanom trošenjem (Sl. 12).

Stjenoviti krš zabilježen je na padinama dijelovima bila u blizini Vidukina gaja gdje je na ogoljeloj vapnenačkoj podlozi započela inicijalna faza razvoja novih škrapa. Pod utjecajem kapilarnog tlaka na vodu na stijeni nastaju pukotine (sl. 13) te plitki korozijski meandrirajući žljebići i udubine.

Krš s gušćom vegetacijom je tzv. polupokriveni krš i zahvaća područja kontakta vapnenačkih i flišnih zona na kojima je zbog smanjenoga antropogenog utjecaja revitalizirana većinom travnata vegetacija (sl. 14). Vapnenački stijenski kompleks pod vegetacijom uglavnom je prekriven tankim kontinuiranim slojem humusa što uzrokuje korozijske procese subkutanog karaktera. Iako su ponikve, uz škrape, jedno od najraširenijih reljefnih oblika krša u Hrvatskoj (Pahernik, 2012), na širem području Općine Zemunik Donji su vrlo slabo zastupljene. Razlog za takvo stanje su dijelom relativno visoke temperature zbog kojih atmosferska voda brže ispari te je tako usporena aktivnost korozijskih procesa. Značajnu vezu između gustoće ponikava i morfometrijskih obilježja reljefa čine nagib padina i vertikalna raščlanjenost reljefa (Faivre, 1992). Na zaravnjenim terenima za očekivati je veću gustoću ponikvi (27 pon/km²) (Pahernik, 2012). Uzrok izostanka ponikvi na istraživanom području je činjenica da su zaravnjena područja najčešće i područja akumulacije kvartarnih naslaga te su starije ponikve prekrivene



Slika 9. Karta nagiba padina šireg prostora Zemunika
Figure 9 Slope gradient map of the wider Zemunik area



Slika 10. Deluvijalni materijal u blizini toponima Tromilja
Figure 10 Deluvial material near the Tromilja site



Slika 11. Lišajevi i alge sudjeluju u biokorozivskim procesima na vapnenačkoj podlozi na prostoru naselja Zemunik Donji

Figure 11 Lichens and algae participate in Biocorrosion process on a limestone base in the Zemunik Donji area



Slika 12. Kamenica na krajnjem SI Općine Zemunik Donji

Figure 12 Shaped rock in the far NE of the Zemunik Donji municipality



Slika 13. Pukotine modelirane korozivskim djelovanjem na karbonatnu stijenu na prostoru naselja Smoković

Figure 13 Cracks modeled by corrosive effects on carbonate rocks in the Smoković village area

mlađim sedimentima. Takvi prostori kraće vrijeme su mogli biti izloženi koroziji što je rezultiralo neznatnim brojem udubljenja (Pahernik, 2012). Viši dijelovi Ravnih kotara građeni su uglavnom od vapnenaca mezozojske i paleogene starosti, dok u nižim prevladava fliš paleogene starosti koji tvori hidrološku barijeru. Vapnenac u Ravnim kotarima izrazito je okršen i vodopropusan te u kombinaciji s tektonskom poremećenošću prostora daje dobre preduvjete za razvoj endokrških reljefnih oblika. Na širem zemuničkom prostoru zabilježeno je nekoliko jama i spilja čiji se nastanak dovodi u vezu s nešto većom mikrotektonskom raspucalošću te prisutnošću podzemne vode. Vodonosnik se vodom opskrbljuje uglavnom u zimskom dijelu godine, što utječe na svojstva podzemnih voda (Lončarić i dr., 2015). Spilja Izvor Karišnice duga je 120 m, a duboka 20 m. S obzirom na hidrogeološke značajke, pripada povremenom izvoru. Povremeno je potpuno poplavljena što dokazuju ostaci hidrofilne vegetacije na rubnom dijelu ulaza. Budući da je najveći dio godine u spilji prisutna voda, ulaz u spilju je antropogeno oblikovan kamenim blokovima radi lakšeg pristupa. Spilja Bijela voda duga je 265 m, povremeno ima karakter vrela te je oko trećine spiljskog poda pod vodom. Zbog povremenog korištenja vode za vodoopskrbu lokalnog stanovništva u spilji je umjetno izgrađen bazen. Sjeverno od naselja Zemunik Donji nalazi se Bonsai jama i Barina jama. Barinu jamu oblikovala su dva vertikalna okna u paleogenim foraminiferskim vapnencima. Ukupna dubina jame je 45 m i na dnu se nalazi snažan vodotok sliva Golubinka (Lončar, 2009). Horizontalni kanal na dnu jame ostavlja mogućnost postojanja novih prolaza i spojeva s obližnjim spiljama. Južno od Barine jame je Jama Bonsai duboka samo 35 m. U njezinu litološkom sastavu prevladavaju rudistični vapnenci, a bogata je stalaktitima, stalagmitima, koraloidima i spiljskim zavjesama te vodom stajačicom na dnu. Ulaz u jamu se teško primijeti zbog guste vegetacije, a u blizini jame Bonsai pronađene su još dvije spilje, koje bi s Jamom Bonsai mogle tvoriti veći spiljski sustav (Lončarić i dr., 2015).

6.3. Antropogeni reljef / Anthropogenic Relief

Šire područje Općine Zemunik Donji od prapovijesti je privlačilo čovjeka svojim klimatskim, reljefnim, hidrološkim i time

agrarnim pogodnostima. Naseljenost i gospodarske aktivnosti stanovništva izravno su utjecali na preoblikovanje reljefa. Najrašireniji antropogeni elementi reljefa vezani su uz agrarno iskorištavanje prostora tijekom prošlosti. Blago zaravnjen reljef, pogodan litološki sastav, pojava vode na kontaktu vapnenaca i fliša glavni su preduvjeti za razvoj poljodjelstva od neolitika do polovine 20. stoljeća (Čuka, Pejdo, 2009). Problem se javlja tijekom zime kada se bilježe obilnije padaline uslijed čega se na flišnim i deluvijalnim depresijama voda zadržava i plavi. Na dnu flišnih udolina građeni su bunari i lokve za vodoopskrbu, navodnjavanje i napajanje stoke. U dokumentu *Operato dell'Estimo censuario del Comune di Zemunico* (1844.) se navodi kako na području Zemunika postoji 15 bunara. Dubinom od 12 m ističe se bunar Piket, ali i u onima koji nisu dublji od 3 m (Jezerina) ima vode tijekom cijele godine. Ostali veći bunari su Veliki i Mali Smrdelj, Galebovac, Bunarina, Jablan, Čvrljkovac i dr. Danas je većina bunara zapuštena, a voda u njima onečišćena. Intenzivno agrarno iskorištavanje (sječa, paljenje, ispaša) degradiralo je prvobitni biljni pokrov (šuma i nisko raslinje) u degradacijske vegetacijske oblike. Time je nestalo korijenje koji je stabiliziralo rastresiti materijal te se pojačalo odnošenje sitnozrnog sedimenta vodom i vjetrom, pa se na strmijim stranama bila javljaju manji sipari i koluvijalni zastori. Do polovine 20. st. okosnicu gospodarskog i demografskog razvoja činila je poljoprivreda. Iz tog razdoblja datiraju ostaci suhozida kao dijelovi antropogenih reljefnih oblika. Za njihovu gradnju korišten je kamen iz plitkih tala. Najljepši primjerci sačuvani su u širem području naselja Zemunik Donji, Zemunik Gornji i Smoković. Suhozidi su kroz povijest i danas imali imovinsko-pravnu funkciju. Predstavljaju način ograđivanja i zaštite plodnog tla (Sl. 15).

Antropogeni utjecaj na reljef istraživanog prostora danas se uočava u intenzivnoj agrarnoj obradi plodnih flišnih udolina (sl. 16), izgradnji stambenih objekata, prometnica, zračne luke i drugih infrastrukturnih objekata. Najveći problem u agrarnom iskorištavanju šireg područja Zemunika su prostori zagađeni minama zaostalim iz Domovinskog rata. Najveći dio minski sumnjivog prostora su oranične površine (Čuka, Pejdo, 2009). Područje na kojem je prisutan proces revitalizacije zapuštenih poljoprivrednih površina je



Slika 14. Vapnenački prostor bila prekriven vegetacijom JI od naselja Zemunik Gornji
Figure 14 The limestone area was covered with vegetation southeast of the Zemunik Gornji village



Slika 15. Flišna udolina i ostaci suhozida uz cestu Zemunik Donji – Zemunik Gornji
Figure 15 Flysch valley and the remains of stone walls along the Zemunik Donji – Zemunik Gornji road



Slika 16. Agrarno korištenje flišne udoline na prostoru naselja Zemunik Donji
Figure 16 Agricultural use of flysch valley in the Zemunik Donji area

posjed Vlačine gdje je posljednjih godina zasađeno oko 100 000 novih sadnica višnje.

Socio-ekonomske promjene u društvu (starenje stanovništva, zapošljavanje u gradu Zadru) dovode do preobrazbi fizionomije naselja, zapuštanja dijela poljoprivrednih površina i promjena u krajoliku (Šiljković i dr., 2011). Na napuštenim površinama napreduju različiti vegetacijski stadiji što unutar razdoblja od nekoliko godina rezultira akumulacijom gorivog materijala. Doda li se tome problem zaostalih mina, jasna je potencijalna opasnost od požara. Kao izraziti negativni primjer antropogenih utjecaja može se navesti nekontrolirano odlaganje otpada na „divlja“ odlagališta čiji broj nije utvrđen, a nalaze se u neposrednim blizinama naselja. Građevinski otpad zbog svojeg volumena i nerazgradivosti bitno mijenja vizualne dojmove i prostor na kojem je odložen.

7. ZAKLJUČAK/Conclusion

Šire područje Općine Zemunik Donji prema geomorfološkoj regionalizaciji (Bognar, 2001) dio je megageomorfološke regije Dinarskog gorskog sustava Republike Hrvatske, unutar koje se izdvaja makrogeomorfološka regija Sjeverozapadne Dalmacije s arhipelagom. Općina pripada subgeomorfološkoj regiji SZ brdsko-zaravanski-udolinski dio Ravnih kotara, koji je dio mezogeomorfološke regije Ravni kotari.

Ravni kotari, kao mezogeomorfološka regija u čijem se središnjem dijelu nalazi istraživano područje, u morfostrukturnom smislu je sinklinorij na kojem se izmjenjuju paralelni nizovi vapnenačkih uzvisina (bila) i dolomitno-flišnih udolina dinarskog pravca pružanja. Vapnenci kredne i paleogene (eocenske) starosti izgrađuju krška bila, dok u flišnim udolinama prevladavaju eocenski lapori, pješčenjaci i konglomerati. Uzvisine su uglavnom antiklinalnih struktura i morfostrukturno su u kategoriji denudacijsko-tektonskog reljefa, dok su flišne udoline uglavnom sinklinalne forme i pripadaju kategoriji akumulacijsko-tektonskog reljefa. Ipak, zbog poremećenosti sjevernodalmatinskih bora, flišne zone su mjestimice izdignute, a karbonatne spuštene. Izmjena međusobno paralelnih antiklinala i sinklinala osnovno je morfostrukturno obilježje Ravnih kotara i bitno se odražava na gospodarstvo prostora Općine Zemunik Donji. Na područja Ravnih kotara

u kojima su nataložene lesne naslage dodatno su ublažene hipsometrijske razlike (Zemunik, Smilčić, Kašić), što zajedno s teksturom lesnih čestica ovo područje čini jednim od važnih agrarnih prostora primorskog pojasa Republike Hrvatske. Sjeverni dio Ravnih kotara je hipsometrijski izraženiji i krševitiji, bez pravih obilježja ravnokotarskog kraja. Taj prostor predstavlja prijelaz prema podvelebitskom pojasu, odnosno pobrđu Bukovice. Visinska razlika na prostoru Ravnih kotara varira od 150 do 350 m nadmorske visine, što je odraz valovitosti reljefa.

Na istraživanom području prevladava brežuljkasto-ravničarski tip reljefa vezan uz padinske procese i tektoniku. Najčešće mikroreljefne forme u karbonatima Ravnih kotara su škrape, dok su u flišnim sedimentima oblikovane udoline. Morfometrijska obilježja istraživanog područja odraz su geološke građe i tektonskih pokreta šireg područja.

LITERATURA/References

- [1] Blaće, A., Razvoj i suvremena preobrazba krajolika Ravnih kotara, Doktorski rad, Geografski odsjek, PMF, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2015
- [2] Bognar, A., Inženjersko geomorfološko kartiranje. *Acta Geographica Croatica, Zagreb, 1992, Vol. 27, pp. 173-185.*
- [3] Bognar, A., Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, *Acta Geographica Croatica, Zagreb, 2001, Vol. 34, pp. 7-29.*
- [4] Cvijanović, B. & Pregelović, E., Seizmotektonski procesi u području Sjeverne Dalmacije, *Acta Seismologica Jugoslavica, Zagreb, 1979, Vol. 5, pp. 37-51.*
- [5] Čuka, A., Pejdo, A., Društveno geografska preobrazba ruralnog krajolika Ravnih kotara u drugoj polovici 20. stoljeća; *Zadar i okolica od Drugog svjetskog rata do Domovinskog rata*, (ur. Begonija, Z., Bralić, A., Diklić, M., Faričić, J., Obad, S., Oršolić, T.), Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zavod za povijesne znanosti u Zadru, Sveučilište u Zadru, Zagreb-Zadar, 2009, pp. 444-463.
- [6] Čuka, A., Graovac Matassi, V., Lončar, N., Historijsko-geografske promjene u društveno-gospodarskom vrednovanju ruralnih prostora Ravnih kotara – primjer Nadinskog područja (Hrvatska), *Annales, Series historia et sociologia, Kopar, 2012, Vol. 22, No 1, pp. 1-14*
- [7] Faivre, S., The analysis of doline density on the north Velbit and Senjsko bilo. *Proceedings of the international symposium Geomorphology and sea and the meeting of the geomorphological commission of the Carpatho-Balkan countries* (ur. Bognar, A.), Mali Lošinj, September 22-26 1992, Faculty of the Natural Science and Mathematics, Department of Geography, Zagreb, 1992, pp. 135-143.
- [8] Faričić, J., Marelić, T., Prirodno-geografske osnove razvitka Zadarske županije, *Potencijali društveno-gospodarskog razvitka Zadarske županije* (ur. Faričić, J.), Sveučilište u Zadru, Zadarska županija, Grad Zadar, Hrvatska gospodarska komora – Županijska komora Zadar, Zadar, 2014, pp. 44-61.
- [9] Folk, R. L., Roberts, H. H. & Moore, C. H., Black Phytokarst from Hell, Cayman Islands, British West Indies. *Geological Society of America Bulletin, Washington, DC, 1973, Vol. 84, pp. 2351-2360.*
- [10] Fritz, F., Litostratigrafska i tektonska osnova hidrogeoloških odnosa Ravnih Kotara i Bukovice.

Disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb, 1977, pp. 1-148.

- [11] Hauer, F., Geologische Übersichtskarte der Öster-Ung. Monarchie: 1:576 000, K. k. Geol. Reichsanst Wien, 1868
- [12] Herak, M. (.), Dinaridi. Mobilistički osvrt na genezu i strukturu. *Acta geologica, Zagreb, 1991, Vol. 21, No 2, pp. 35-117*
- [13] Klimatski atlas Hrvatske (Climate atlas of Croatia), Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 2008.
- [14] Lončar, A., Značajke speleoloških objekata u sjeverozapadnom dijelu Ravnih kotara, Diplomski rad, Odjel za geografiju, Sveučilište u Zadru, Zadar, 2009
- [15] Lončarić, R., Surić, M., Perica, D., Samodol, K., Deklić, A., Kakvoća podzemne vode u odabranim spiljama u Ravnim kotarima (Hrvatska), *Hrvatski geografski glasnik, Zagreb, 2015, Vol.77, No 2, pp. 55-71.*
- [16] Majcen, Ž., Korolija, B., Sokač, B., Nikler, L., Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, List Zadar L33-139. Savezni geološki zavod, Beograd, 1970
- [17] Majcen, Ž., Korolija, B., Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Zadar L33-139. Savezni geološki zavod, Beograd, 1970, 44 pp.
- [18] Magaš, D., Prostorno određivanje urbano-ruralnog pojasa na primjeru Zadra i okolice, *Zadarska revija, Zadar, 1981, Vol. 30, No 1, pp. 66-80.*
- [19] Magaš, D., Prilog poznavanju zemljopisne osnove i pučanstva Nadina, *Radovi Zavoda za povijesne znanosti HAZU u Zadru, Zadar, 1995, Vol. 37, pp. 793-805.*
- [20] Magaš, D., Geografija Hrvatske, Sveučilište u Zadru, Odjel za geografiju, Meridijani, Zadar, 2013, pp 597
- [21] *Operato dell'Estimo censuario del Comune di Zemunico, 10. kolovoza 1844., Državni arhiv u Splitu, Arhiv mapa za Istru i Dalmaciju, HR-DAST-152, kutija 751.*
- [22] Pahernik M., Prostorna gustoća ponikava na području Republike Hrvatske, *Hrvatski geografski glasnik, Zagreb, 2012, Vol. 74, No 2, pp. 5-26.*
- [23] Perica D., Hidrološke značajke zemuničkoj kraja, Zemunik u prostoru i vremenu, ur. J. Faričić i Z. Dundović, Sveučilište u Zadru, Zavod za povijesne znanosti HAZU u Zadru i Župa Marije Kraljice Mira-Kraljice Hrvata, Zemunik, Zadar, pp. 38-47.
- [24] Poljak, J., Geomorfologija otoka Dugog, Prirodoslovna istraživanja Sjevernodalmatinskog otočja, I. Dugi i Kornati. Prirodna istraživanja JAZU 16, Zagreb, 1929, pp. 305-311.
- [25] Pregelović, E., Pribičević, B., Dragičević, I., Buljan, R., Tomljenović, B., Recentni strukturni sklop prostora Dinarida, INA NAFTAPLIN (603-04-22/01), elaborat, Zagreb, 2001.
- [26] Schubert, R., Geologische Spezialkarte der im Reichsrat vertretenen Königreiche und Länder der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. Zaravecchia-Stretto 1:75 000 (Zone 30 Col. XIII) Geol. Reichsanst., Wien, 1905a.
- [27] Schubert, R., Erläuterungen zur Geologischen Karte der Zaravecchia-Stretto (Zone 30 Col. XIII) Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, 1905b, pp. 1-25.
- [28] Schubert, R., Der Geologische Bau der Insel Pantadura (Dalmatien). Reisebericht. -Verh. Geol. reichsanst., H. 10, Wien, 1907, pp. 250-256.
- [29] Stache, G., Die Liburnische stufe und deren grenzhorizonte. Abh. Geol. Reichsanst. XIII, Wien, 1889
- [30] Šiljković, Ž., Čuka, A., Pejdo, A., Rural Area Transformation: From Cropland To Mine Fields – Zemunik Donji Municipality (Croatia) Case Study. *Društvena istraživanja, Zagreb, 2011, Vol. 20, No 4, pp. 1163-1181. https://doi.org/10.5559/di.20.4.12*
- [31] Verges, V., Solution and associated features of limestone fragments in a calcareous soil (lithic calcixeroll) from Southern France, *Geoderma, Elsevier, 1985, Vol. 36, pp. 109-122. https://doi.org/10.1016/0016-7061(85)90032-1*