

ЈЕЛЕНА ЂАЛИЋ
МАРКО МИЛОШЕВИЋ*

**МОРФОЛОШКА ЕВОЛУЦИЈА КЛИСУРА-ПРОБОЈНИЦА
У ПОЈАСНОМ КАРСТУ ЏЕВРИНСКЕ ГРЕДЕ
(СЕВЕРОИСТОЧНА СРБИЈА)**

Садржај: У раду су представљене основне одреднице кречњачког гребена Џевринска греда у североисточној Србији, који је типски пример појасног карста (подврста контактног карста). Димензије и издужени облик кречњачког изданка, те његов положај у односу на површинску речну мрежу, довели су до формирања већег броја кратких клисура-пробојница. Размотрени су услови њиховог формирања, те морфолошке одлике које указују на поједине фазе у њиховом развоју. Један од индикатора за то била је анализа положаја спелеолошких објеката у клисурама, која у већини случајева указује да су пећине формиране у фреатским условима, тј. да је усецање пробојница рецентније од спелеогенезе.

Кључне речи: контактни карст, појасни карст, клисура-пробојнице, Џевринска греда

Abstract: The paper presents the main characteristics of the limestone ridge Dževrinska Greda in north-eastern Serbia, which is a typical example of stripe karst (sub-type of contact karst). Dimensions and elongated shape of the limestone outcrop, as well as its position in relation to the surface drainage network, have led to formation of a number of short through gorges. The conditions of their formation and certain morphological features pointing to phases of their development are discussed in the paper. One of the indicators was the analysis of cave passages positions, which in most cases points to cave development in phreatic conditions. This means that the incision of through gorges is more recent than speleogenesis.

Key words: contact karst, stripe karst, through gorge, Dževrinska Greda

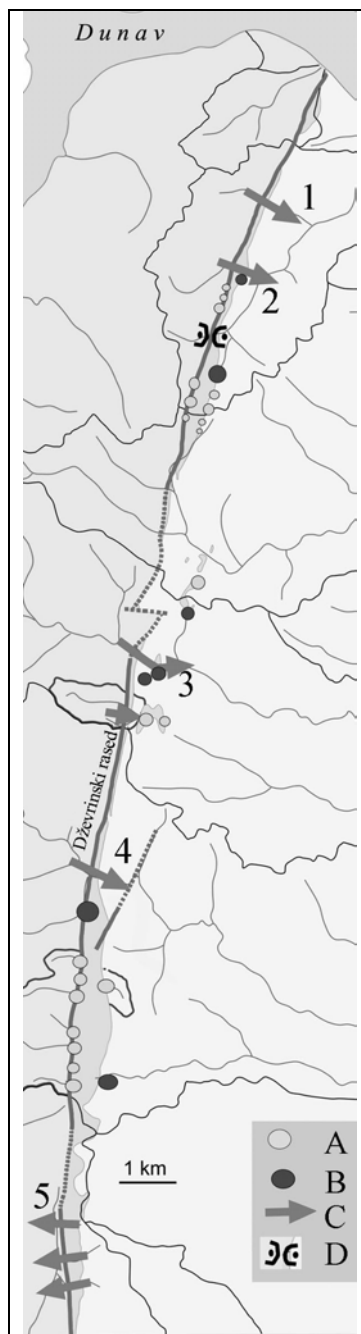
Увод

Кречњачки гребен Џевринска греда налази се у североисточној Србији и пружа се у меридијанском правцу, између Мироча и равнице Кључа. Гребен је изграђен од аутохтоних кречњака јурске старости преко којих су из правца запада навучене северинска (кредни синајски флиш) и гетска навлака (протерозојски кристаласти шкриљци). После процеса навлачења започео је процес издизања дуж Џевринског раседа, чија последица је било поновно откривање аутохтоних кречњака на површини. Дужина гребена у правцу север-југ износи 18 km, док ширина варира од неколико метара до максимално 700 m.

Карактеристичан издужен облик, те некарстно окружење и са источне и са западне стране, чине Џевринску греду савршеним полигоном за проучавање контактног карста, и у ширем смислу флувиокарста, са јаким алогеним утицајем

* **Мр Јелена Ђалић**, истраживач сарадник, Географски институт "Јован Цвијић", Буле Јакшића 9, Београд.
Марко Милошевић, истраживач приправник, Географски институт "Јован Цвијић", Буле Јакшића 9, Београд.

(Ћалић-Љубојевић, 2001, 2003). Са западне стране контакт је тектонски (Џеврински расед; контакт са кристаластим шкриљцима гетске навлаке), а са источне седиментациони (кредни седименти аутохтона трансгресивно леже у суперпозиционом односу преко јурских кречњака) (Ск.1). Аутохтони седименти су у највећем делу прекривени синајским флишем северинске навлаке.



Ск.1 – Појаве контактнoг карста дуж Џевринске греде: А – понори (са слепим долинама), В – извори, С – клисуре пробојнице, D – тунелска пећина. Пробојнице: 1 – Поток од Пропазшће, 2 – Пепељави поток, 3 – Подвршка река (локалност Жути Крш), 4 – Велика река, 5 – притоке Личи потока.

Карактеристике контактнoг и појасног карста

Контактни карст је тип карста који се развија дуж линија контакта карбонатних и некарбонатних (карстних и некарстних) стена, односно тамо где воде са терена са флувијалним рељефом дотичу на карст. Те алохтоне воде својом количином, концентрисаним дотоком, наносом и хемијским својствима, модификују карстни рељеф на својствен начин.

У случајевима када је алогени доток на карст знатнији, његова количина може прећи максималну количину коју је карст у стању да апсорбује у подземље. Такве реке одржавају свој ток по површини и могу у потпуности да пређу карстни простор, до његове низводне границе. Да ли ће се то догодити, делимично зависи од хидрауличког градијента; што је он већи, већа је тенденција да се ток изгуби у подземље (ово значи да за одређену хидрауличну пропусност карста количина проточних вода расте ако се повећава хидраулички градијент). Морфолошка последица дотока велике алогене реке на карст са малом висинском разликом узводног и низводног контакта је усецање пробојнице. Она ће имати утолико више кањонски облик (а) где је разлика у висини већа, али је притом количина воде довољна да се одржи површински ток, или (б) у случајевима где долази до тектонског издизања, у износу који не превазилази способност усецања (антецедентна клисура). Продирање алогене долине у карст пропорционално је протицају њеног тока на месту уласка на карст (Ford &

Williams 1989).

Нарочито интересантан тип контактнoг карста представио је Lauritzen (2001) – то је тзв. "појасни" карст (енг. 'stripe karst', нем. 'Streifenkarst'). Удео контактнoг карста на било којем карстном терену је директно пропорционалан односу обима и површине, односно геометријском облику карстног изданка. Кружна површина би, тако, показивала најмање контактних ефеката. Насупрот томе, појасни карст, као "двострани", "билатерални" контактни карст, је екстремни, крајњи члан са друге стране геометријског спектра, где је однос обима и површине највећи. Карактеристика појасног карста је неуобичајено велик обим у односу на површину. За правоуглу апроксимацију појаса, однос (r) обима (P) и површине (A) је: $r=P/A$, а однос (γ) ширине (w) и дужине (λ) је: $\gamma=\lambda/w$. Математичким путем је утврђено (op.cit.) да изданак са $\gamma>30$ има оптималне услове да алогени ефекти дођу до максималног изражаја, те се може сматрати појасним карстом. Будући да ширина контактних зона варира у зависности од алогеног инпута, прави појасни карст може се дефинисати као случај у ком се сусрећу алогене контактне зоне са обе стране изданка, тј. ширина изданка је једнака или мања од двоструке дужине продирања алогене корозије у изданак.

Карст Цевринске греде има однос (γ) дужине (λ) и просечне ширине (w): $\gamma=\lambda/w=18/0,25=72$. Пошто је већ за (γ)=30 појасна геометрија у потпуности развијена, јасно је да на Цевринској греди постоје оптимални услови да алогени ефекти дођу до пуног изражаја, тј. да представља простор појасног карста.

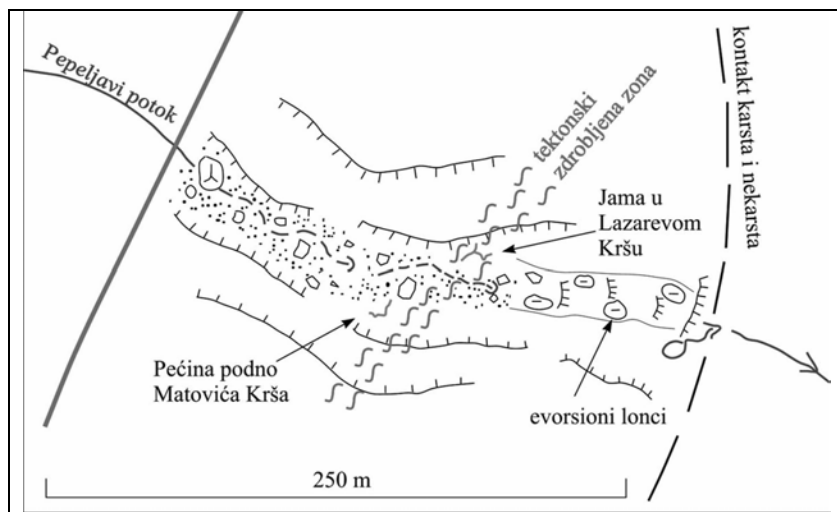
Клисура-пробојнице на Цевринској греди

Целокупна површина Цевринске греде простира се кроз 6 сливова директних притока Дунава, од чега су класичне примере пробојница усекли главни токови из 4 слива (Кашајне, Косовице, Подвршке реке (Ваља Маре) и Велике реке).

Генерални нагиб топографске површине је од запада ка истоку. У том правцу су оријентисани и готово сви речни токови. Изузетке представљају три клисура у јужном делу греде које су део слива Реке (нагнут ка југоистоку).

Најсевернија пробојница Цевринске греде, Поток од Пропазшће, једва да се и може сврстати у пробојнице, јер је кречњачки гробен ту широк свега двадесетак метара. Морфолошки није нарочито изразит, а местимично је толико низак да га прекривају земљиште и лишће. Реално је претпоставити да је незнатна кречњачка пречага била готово безначајна у укупном развоју долине Потока од Пропазшће.

Следећи јужнији ток који пресеца Цевринску греду – Пепељави поток, формирао је праву клисуру-пробојницу, јер је кречњачки гробен у том делу широк око 250 м. У узводном делу речно корито прекривено је великом количином наноса, највише песком од смрвљених шкриљаца, и облацима кварца које Пепељави поток носи са текијског кристалина. Низводно од изразите тектонски здробљене (здрузгане) зоне која се пружа правцем NE-SW, знатно се смањује протицај, да би ток убрзо и сасвим нестао. Дуж последњих 50-ак метара клисура речно корито усечено је у чистим кречњацима, готово без икаквог наноса и са бројним еворсионим лонцима (Ск.2). На овом делу уздужни профил долине изломљен је са неколико одсека.



Ск.2 – Геоморфолошка скица пробојнице Пепељавог потока

У клисури Пепељавог потока налази се више краћих спелеолошких објеката, од којих су два од значаја за тумачење хронологије развоја клисуре. Најнижа тачка Пећине под Матовића Кршем налази се 5 m испод нивоа корита Пепељавог потока, чиме је искључена могућност интерпретације настанка канала у висинској корелацији са неком ранијом фазом усецања клисуре. Насупрот томе, тај канал морао је настати у време кад је корито потока било на знатно већој висини, а воде Пепељавог потока се делимично подземно процеђивале ка низводном контакту кречњака и кредног флиша. На формирање канала у фреатским условима, под притиском, указују карактеристични, углачани и заобљени ерозиони облици.

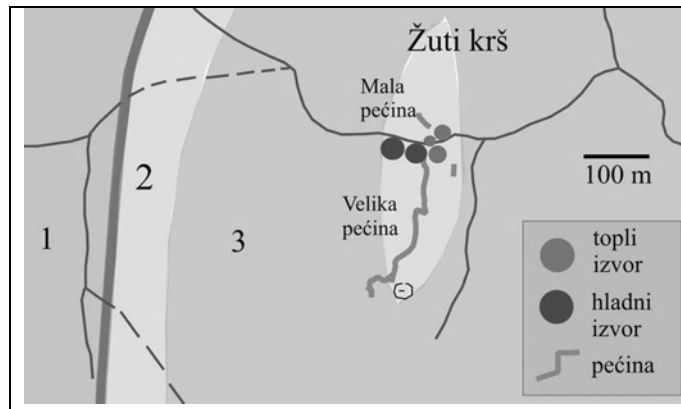
Јама у Лазаревом Кршу се спушта чак 15 m ниже од корита потока, што указује на веома низак ниво подземних вода које се процеђују од места понирања дуж корита у узводном делу клисуре, ка низводном контакту.

Кречњачки изданак Жути Крш се налази уз само речно корито Подвршке реке, која га је открила и усекла у њему кратку клисуру (Ск.3). Узводно од овог изданка, Подвршка река се усекла и у Џевринској греди. Жути Крш има готово правилан облик издужене елипсе, дужине 500 m и ширине 125 m, у облику стрмог гребена, иако терен и северно и јужно има већу апсолутну висину. Овде Подвршка река врши епигенетско усецање, јер је њен ток пре откривања кречњака текао по повлати од седимената кредног пара-флиша (који су 'мекши' и еродибилнији од кречњака).

У склопу разматрања кречњачких изданка источно од Џевринске греде важно је напоменути да је, још и за време док су били прекривени флишем, у кречњацима постојала циркулација воде, при чему је био активан процес карстификације. Кречњаци су прихрањивани од стране пукотинске издани у флишу (из пешчара, конгломерата, лапораца), а циркулација се вршила дуж руптура које су већ тада постојале у кречњаку.

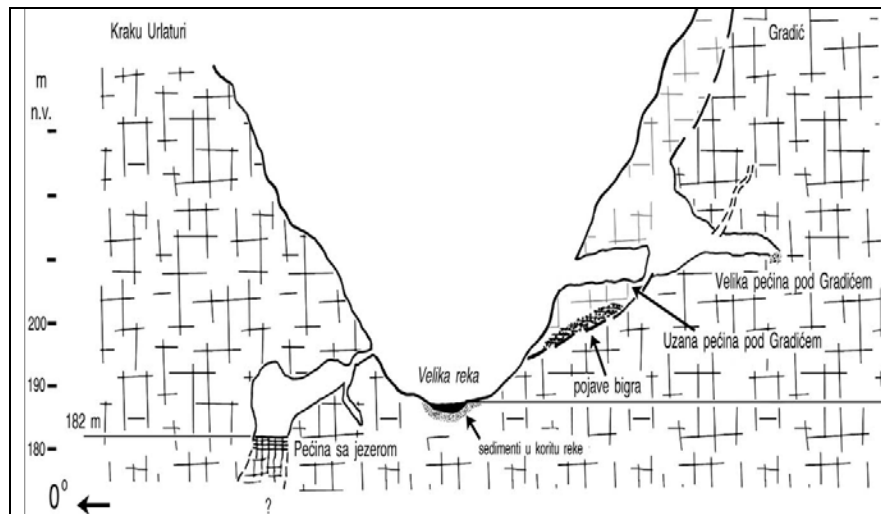
У том светлу треба разматрати и ране фазе спелеогенезе на Жутом Кршу. То значи да је иницијални карстни канал постојао и пре усецања клисуре Подвршке реке, тј. да је река пресекала тај канал и оставила фрагменте који су после наставили одвојено да се развијају. Претпоставка је да је правац циркулације воде био од југа ка северу, што је и доминантни правац кретања карстних подземних вода дуж Џевринске греде. Тако је Велика пећина постала место излаза воде из карстног система Николића Крш –

Жути Крш, док је Мала пећина вероватно почела да дренира воде које су се у кречњак северно од Подвршке реке инфилтрирале из кредног флиша.



Ск.3 – Кречњачки изданак Жути Крш и пробојница Подвршке реке. 1 – кристаласти шкриљци, 2 – кречњаци, 3 – флиш

Велика река је највећи ток који је кроз греду усекао клисуру-пробојницу. Северну страну клисуре представљају обронци Краку Урлатури, а јужну локалност Градић. Спелеолошких објеката има са обе стране клисуре (као и на Жутом Кршу) – са десне стране два (Велика пећина под Градићем и Узана пећина под Градићем), а са леве један (Пећина са језером).



Ск.4 – Попречни профил кроз клисуру Велике реке

Садашња хидролошка функција објекта није сасвим јасна. Наиме, нема никаквих трагова истицања воде кроз улазне канале, па чак ни знакова већих осцилација нивоа воде у језеру; осим тога, и сама разлика у висини указује на то да језеро није повезано са током Велике реке (Ск. 4). Из тог разлога мало је вероватно да је пећина генетски повезана (тј. да се њен настанак може генетски корелисати) са усецањем клисуре на површини. Уместо тога, решење треба тражити у опцији да су карстификовани канали постојали и пре усецања клисуре, са смером тока од југа ка северу (доминантан правац подземних вода дуж Цевринске греде), те да је клисура прекинула јединствени канал и оставила фрагменте који су у мањој или већој мери наставили засебно да се развијају.

У том смислу постоји сличност са објектима у локалности Жути Крш. У улазном делу Пећине са језером очуване су фасете које показују смер палео-тока ка унутрашњости пећине, а велики ерозиони жљеб у нагнутом делу канала јасно говори да вадозни ток који га је усекао није могао тећи узбрдо, већ само низ канал, ка унутрашњости пећине (при сифонском истицању не би се могао формирати жљеб, те би профил био кружан).

Након што је Велика река клисуром пресекла карстне канале у гребену Градић – Краку Урлатури, Велика пећина под Градићем је једно време била активна као хидролошки излаз из система, о чему сведоче наслаге бигра између њеног улаза и корита реке.

У јужном делу Цевринске греде постоји чак осам периодичних токова који је попречно пресецају из правца истока ка западу. Три најјужнија тока наилазе на греду у пределу где је она већ релативно узана (100 m или мање), што је омогућило површинско усецање. Следећа два тока према северу су клисуре-пробојнице са узвишења Камену Марко. Дужине клисура су око 250 m, а њихови узводни сливови већи су од сливова осталих токова. Просечни падови ових токова су релативно велики (160-280 ‰), а хипсометријски и стратиграфски положај плиоцених седимената у односу на кречњаке такав да седименти прекривају највише делове кречњачке греде. Иако у општем случају велики градијент погодује формирању спелеолошких објеката, у овом случају је однос ширине греде, градијента и повлатне формације био такав да је омогућио брзо и интензивно усецање бујичних токова.

Овоме треба додати још један важан фактор: структурни склоп овог дела терена показује изражене руптуре правца пружања запад-исток, од којих су бројне и оне које су попримиле клизне карактеристике, тј. прерасле у раседе. Здрављена милонитна зона могла је имати знатан утицај у спречавању продирања воде у подземље, нарочито ако су дужине кречњачког сегмента релативно мале (до 500 m).

Површински токови савлађују кречњаке Цевринске греде на четири начина:

- 1) токови успевају да се усеку у кречњачку пречагу и тако настављају површински ток;
- 2) типичан карстни случај – токови пониру и поново извиру после одређеног сегмента подземног тока (било кроз проходне канале – пећине, или каналима мањих димензија, непроходним за човека);
- 3) један случај који је 'прелазни' између претходно наведених – тунелска пећина, потпуно проходна, управна на кречњачки гребен;
- 4) ток усеца пробојницу у главном кречњачком гребену, али понире при наиласку на кречњачки изданак низводно од главног гребена.

Фактори који су утицали на то који ће случај где преовладати, релативно су комплексни. Наравно да је вероватноћа стварања пробојнице пропорционална протицају тока на месту наилаaska на карст, те обрнуто пропорционална ширини кречњачког гребена на одређеном месту. Ако се, међутим, запитамо да ли је случајно што је слив оријентисан баш ка том месту, можемо запазити да је од велике важности тектонски склоп у кречњацима, а с тим у вези и претходна развијеност карстних проводника. Ти фактори могу одређени део гребена учинити 'пријемчивијим' за површинске токове, тако да пут кроз кречњачку пречагу усецају на местима која су за то најповољнија. Морфолошки показатељи у примерима са Џевринске греде указују на то да нема изражене вишефазности у усецању клисура-пробојница, те да је у већини случајева усецање по хронологији рецентније од генезе спелеолошких објеката који се налазе у клисурама.

ЛИТЕРАТУРА

- Ćalić-Ljubojević, J. (2001): **Karst features of narrow limestone belts – case study of the ridge Dževrinska Greda, Eastern Serbia**. Acta Carsologica 30/2, Ljubljana, p.81-87.
- Ćalić-Ljubojević, J. (2003): **Kontaktni karst Dževrinske grede**. Magistarski rad, Geografski fakultet, Beograd.
- Ford, D.C; Williams, P.W. (1989): **Karst Geomorphology and Hydrology**. Unwin Hyman, London, pp.1-601
- Lauritzen, S-E. (2001): **Marble stripe karst of the Scandinavian Caledonides: an end-member in the contact karst spectrum**. Acta Carsologica 30/2, Ljubljana, p.47-79.

JELENA ČALIĆ
MARKO MILOŠEVIĆ

S u m m a r y

**MORPHOLOGICAL EVOLUTION OF THROUGH GORGES
IN THE STRIPE KARST OF THE RIDGE DŽEVIRNSKA GREDA (NORTH-EASTERN SERBIA)**

The ridge Dževrinska Greda is situated in north-eastern Serbia. It stretches in N-S direction between Mt. Miroč and the Ključ plain. The ridge is built of Jurassic limestones, and is in contact with crystalline schists on the west and Cretaceous flysch on the east. The length of the ridge is 18 km, while the width ranges from several metres to a maximum of about 700 m. Thanks to such shape of the limestone outcrop, the karst of Dževrinska Greda fits perfectly in the concept of stripe karst, defined by Lauritzen (2001). The main characteristic of stripe karst is exceptionally large perimeter in relation to the surface of the outcrop. Contact zones with allogenic impact are overlapping, from both sides of the elongated limestone surface.

Dževrinska Greda is situated perpendicularly to the orientation of most prominent surface drainage systems in the area. This means that all major surface streams cross the limestone barrier, in either of these four ways: 1) streams incise in limestone and keep on surface; 2) streams sink underground and resurge after a portion of underground flow; 3) a transitional case – water flows through a tunnel cave, perpendicular to the ridge; 4) the stream is incised in the main ridge, but sinks at the contact with another limestone outcrop.

The cases from the first mentioned option – through gorges – are discussed in the paper. The sequence of their development, and possible phases, were in similar examples usually determined by the positions of caves within the gorges. However, in most of the through gorges on Dževrinska Greda, the morphology and positions of caves indicate that the cave development occurred in phreatic conditions, which means that the incision of through gorges is more recent than speleogenesis.