

Виолета Гајић, Драган Миловановић, Весна Ристић Вакањац*,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Београд
Борис Вакањац, Универзитет Сингидунум, Факултет за примењену
екологију Футура, Београд
Михајло Мандић, Геолошки завод Србије, Београд

Violeta Gajić, Dragan Milovanović, Vesna Ristić Vakanjac,
University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade
Boris Vakanjac, Singidunum University, Faculty of Applied Ecology
Futura, Belgrade
Mihajlo Mandić, Geological Survey of Serbia, Belgrade

ОБЈЕКТИ ГЕОЛОШКЕ БАШТИНЕ У СЛИВУ РЕКЕ ВИСОЧИЦЕ

GEOLOGICAL HERITAGE SITES IN THE CATCHMENT OF THE VISOČICA RIVER

Сажетак: Стара планина, парк природе, смештена је у оквиру четири општине: Пирот, Димитровград, Књажевац и Зајечар. Као природно добро од изузетног значаја I категорије проглашена је 1997. године. Површине је 114.332 ha, од чега је под првим степеном заштите 3.680 ha, под другим 20.159 ha и под трећим преостали део, 90.493 ha. Сама планина је сведок прохујалог времена и геолошких процеса које се мери стотинама милиона година. У оквиру рада одабрана су 4 локалитета, смештена у сливу реке Височице: 1 - Паклештица, где су кречњаџи рођени у нашем океану Тетису који је постојао у јури, пре око 150 милиона година, истом времену када су на континентима наше планете почели да доминирају диносауруси. У овим стенама сачувани су фосили као трагови њихових кретања, шетње и уживања по плитким,

* vesna.ristic@rgf.bg.ac.rs

смарагдним водама овог огромног океана. 2 - кањон Росомачке реке који је настао разламањем, кидањем постојећих стена услед снажних земљотреса када су пре неколико милиона година кидани огромни делови, комади тла и померани, кретани и неколико километара. Након тога вода је стрпљиво извајала и створила хармонију складних облика дајући простору јединствену лепоту. 3 - Укрштена слојевитост у кањону Темштице у пермско-доњо тријаским конгломератима и пешчарима ствараним пре око 250 милиона година. Овде је била тропска клима са много воде, великих река које су створиле јединствени геолошки феномен укрштену слојевитост. 4 - Понор у близини Дојкинаца, јединствен хидрогеолошки феномен у коме вода „нестаје”, понире, да би се поново вратила неколико километара ниже. Сви они су део богатог геонаслеђа Старе планине које треба упознати, проучавати, сачувати.

Abstract: *Stara Planina (a.k.a. the Balkan mountain range) extends across four municipalities in Serbia: Pirot, Dimitrovgrad, Knjaževac and Zaječar. It is a designated nature park and was declared a category I nature monument of extraordinary significance in 1997. Its surface area is 114,332 ha, of which 3,680 is in the first, 20,159 ha in the second and the remainder (90,493 ha) in the third protection zone. The mountain itself is a witness of times long gone and of geological processes that lasted for hundreds of millions of years. The research addresses four selected sites, situated in the catchment of the Visočica River: (I) Pakleštica, with limestones born in the Tethys Ocean in the Jurassic period, some 150 million years ago, at the time when dinosaurs began to dominate our planet's continents. These rocks have conserved fossils that trace their movement, roaming and enjoyment of the shallow emerald waters of that enormous ocean. (II) The canyon of the Rosomačka River, created by the breakup and dislocation of existing rocks due to powerful earthquakes, when several million years ago large parts of the ground were torn off and shifted as much as several kilometers. The water then patiently sculpted and created a harmony of forms that render the area its unique beauty. (III) Cross-bedding of the canyon of the Temštica River in Permian/Early Triassic conglomerates and sandstones that date back some 250 million years. The climate at that time was tropical, water was abundant and large rivers fashioned this unique geological phenomenon of cross-bedding. (IV) A ponor near the village of Dojkinci, an extraordinary geological phenomenon where water “disappears” (sinks) and then re-emerges several kilometers downstream. All of these sites are part of Stara Planina's rich geoheritage that we should get acquainted with and which should be studied and conserved.*

Кључне речи: геонаслеђе, кречњаџи, укритена слојевитост, понор
Key words: *geoheritage, limestones, cross-bedding, ponor*

ЛОКАЛНОСТ ПАКЛЕШТИЦА – ПОЈАВА БИОТУРБАЦИЈЕ

На површинама слојевитости јурских кречњака у јужном делу Старе планине на више локалности налазе се разноврсни биогени текстурни облици (*trace fossils*), очувани трагови кретања. Један од познатијих локалности налази се у селу Паклештица на десној обали реке Височице на неких 300 м узводно од последње куће овог села (слика 1). Настали су животном активношћу, кретањем организама, чији остаци нису сачувани. Ова појава, текстура, у седиментологији се назива биотурбација, која уз проучавање седимената указује на средину у којој су организми живели и остављали трагове својих боравишта, начин исхране, односно трагове своје животне делатности (Grubić, Obradović i Vasić, 1996). Поменимо да се кретањем организама у полуочврслom седименту (муљу) мењају и текстурна својства, повијања ламина, губитак слојевитости итд.

Биотурбација се јавља у јурским кречњаџима који су на овом месту хомогени, сиве боје, слојевити до банковити. Изданак на коме се јавља ова ретка појава је велики, импресиван, висине преко 30 m и дужине преко 100 m. Слојеви су дебљине од 20 до 60 cm. Биотурбација, трагови кретања организама се јављају на површинама слојевитости ових стена (слика 2 и 3).

Ову ретку појаву, биотурбацију, проучавао је велики број седиментолога. Зајлахер (Seilacher, 2007) одређене врсте фосилних трагова (ихнофације) везује за одговарајуће средине стварања према дубини у следећем низу: *Skolithos-Glassifungites-Cruziana-Zoophycos-Nereites* ихнофације. Прве две карактеришу интертајдал, трећа и четврта субтајдал, а пета најдубље делове басена. Највећу учесталост имају фосилни трагови у плитким деловима мора, тј. шелфним и литоралним срединама.

Фосилни трагови у јурским кречњаџима овог подручја према учесталости углавном су груписани, ређе појединачни (слика 2 и 3). Интензитет биотурбације указује на средње умерену седиментацију, мада је животна активност организама понекад веома интензивна, при чему је „избрисала” примарне текстуре у овим стенама.

Најзаступљенији текстурни облици биотурбације на овим стенама су меандрирајући трагови на горњим површинама кречњака, распоређени паралелно до управно на површину слојевитости или ламинацију (слика 2 и 3). Трагови су различите величине и дебљине зидова, као и степена развијености. По облику су најчешће цестасти, овалног или елипсоидног пресека, ширине

највише до 2 см. Одговарају активностима црволикних организама, њиховом кретању и храћењу. Цевасти облици често су изувијани и тумаче се као творевине настале избацивањем седиментног материјала из тракта неког муљоједа, из кога је он црпео храну, или као облици настали испуњавањем трага кретања околним седиментним материјалом (Протић, 1984).

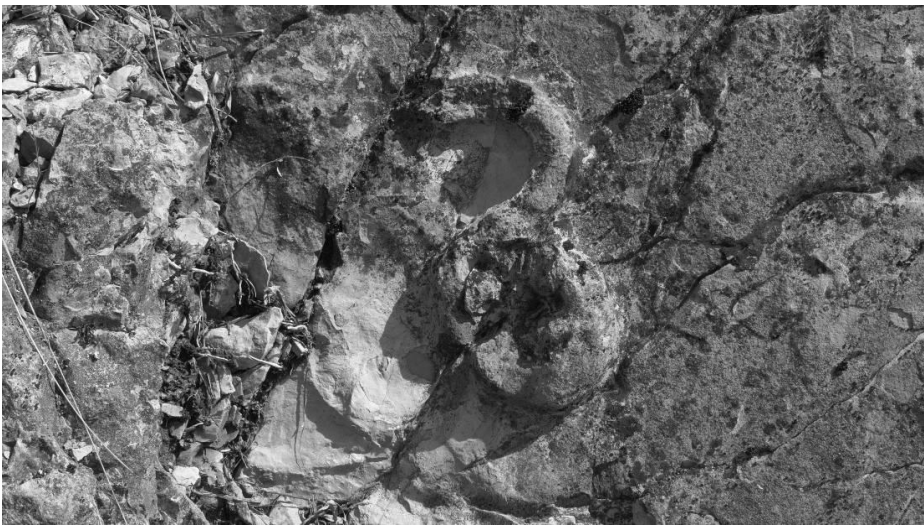
Поменута биотурбација, тј. биогени текстурни облици који се јављају у јурским кречњацима одговарају *Nereites* ихнофацији. Понеки трагови личе на ихнофосиле који припадају *Zoophycos* ихнофацији. Њу карактерише ниска енергија воде (континентална падина, батијал), хоризонтални трагови или плитки тунели.



Слика 1 Локалност Паклештица, појава биотурбације
Figure 1 Pakleštica site, bioturbation



Слика 2 Биотурбација, трагови кретања организама присутни на површинама слојевитости стена
Figure 2 Bioturbation, traces of movement of organisms in the upper part of the layers



Слика 3 Биотурбација, трагови кретања организама присутни на површинама слојевитости стена - детаљ
Figure 3 Bioturbation, traces of movement of organisms in the upper part of the layers – detail

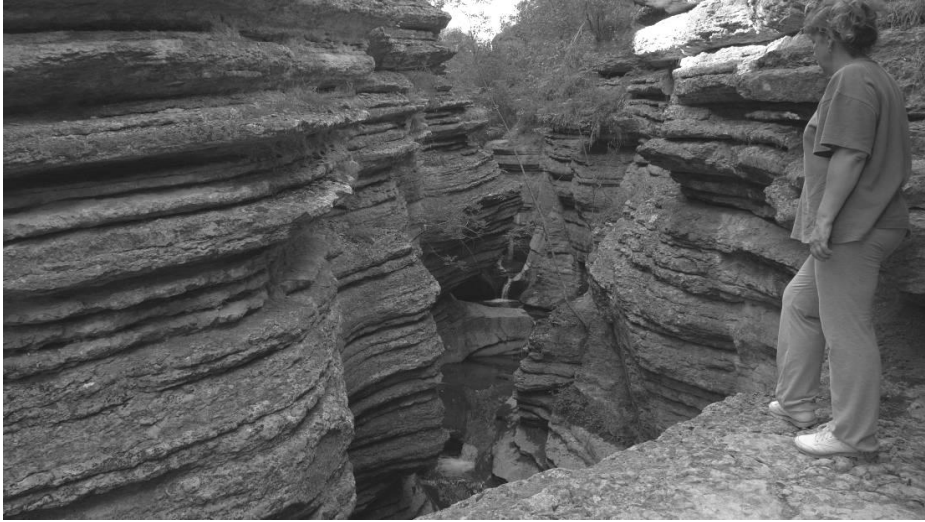
РОСОМАЧКИ ЛОНЦИ, КАЊОН РОСОМАЧКЕ РЕКЕ – ГРУДВАСТИ КРЕЧЊАЦИ

У јужном делу Старе планине, у непосредној близини села Славиња (око 1.5 km идући узводно Росомачком реком од овог села) присутни су јурски кречњааци. На овом месту Росомачка река је својом снагом и умећем извајала предивни кањон са „лонцима”, вировима пречника до неколико метара и дубине до преко 1 метар (слика 4). Кањон је релативно мале дужине а дубине је до 20 м. Јурски кречњааци у којима је усечен кањон често су асоцирани са рожнацима, што указује да су стварани у горњој Јури. Поменути асоцијација стена настала је у дубоким деловима океана Тетиса који је у то време постојао на овим просторима.

Јурски кречњааци који граде кањон су глиновити до лапоровити и веома богати фосилним остацима: амонитима, аптихусима, белемнитима, радиоларијама и другим фосилима (Anđelković i sar., 1977). Основни облик појављивања ових стена је изражена слојевитост (слика 5). Дебљина слојева је од неколико cm (танки слојеви) до 60 cm (дебели слојеви) (Vasić, 1992). Има и грудвастих партија (слика 6). Назив грудваст потиче од конвексно испупчених неправилних облика кречњака, грудви, кврга величине до неколико сантиметара.

У грудвастим кречњацима се јасно истиче флуидално-грудваста текстура. Грудве су различитог облика и димензија, углавном мање од 10 cm. Оне могу бити неправилно распоређене у простору, односно у лапоровитом матриксу, или су уређене тако да дају тела која изгледају као слојеви. Горњо јурски грудвасти кречњааци су према Фолковој класификацији (Folk, 1959) најчешће дефинисани као микрити и биомикрити (Vasić, 1992).

Грудвасте или нодуларне кречњаке са сличним или идентичним карактеристикама описивали су многобројни аутори који на различите начине тумаче њихово место и начин постанка. Грубић и Стефановска (Grubić i Stefanovska, 1979) за грудвасте кречњаке источне Србије сматрају да су настали разарањем и гравитационим преталожавањем властитог, недовољно консолидованог алохемомикритског и микритског материјала у дубљим деловима карбонатне падине. Васић (Vasić, 1992) има слично мишљење да је настанак грудвастих кречњака везан за нетектонско механичко фрагментирање недовољно консолидованог седимента (слично будинирању).



Слика 4 Росомачки лонци
Figure 4 Rosomački Lonci site



Слика 5 Изражена слојевитост јурских грудвастих кречњака
(локалност Росомачки лонци)
Figure 5 Distinct bedding of Jurassic lumpy limestones
(Rosomački Lonci)



Слика 6 Грудвасти кречњаци - детаљ (локалност Росомачки лонци)
Figure 6 Lumpy limestones – detail (Rosomački Lonci)

КАЊОН РЕКЕ ТЕМШТИЦЕ – ЦРВЕНИ ПЕРМСКИ ПЕШЧАРИ – УКРШТЕНА СЛОЈЕВИТОСТ

Формација црвених конгломерата и пешчара има знатно пространство у јужном делу Старе планине (слив реке Темштице) (Протић, 1961). Ранији истраживачи су је сврстали у перм (Петковић, 1937) или пермотријас (Анђелковић, 1958, Антоновић, 1958), односно доњи тријас (Протић, 1961). У горњем делу формације црвених пешчара нађена је континентална флора (Паклештица, Јеловица, Брлог) и на тај начин одређена дођо тријаска старост (сајски поткат) овог дела формације (Пантић и Протић, 1960).

Црвени конгломерати и пешчари су чврсте и компактне стене, добро сортиране по крупноћи. У кањону Темштице то су импресивни изданци висине неколико десетина метара и дужине неколико стотина метара. Кроз ове стене Темштица је усекла предиван кањон вишекилометарске дужине.

Класти (шљунак, зрна песка) у конгломератима су изграђени од кварца, фелдспата и одломака стена, као главних састојака. Од споредних састојака јављују се: лискуни, хематит, илменит, монацит, рутил, сфен, циркон... Боја црвених конгломерата и пешчара потиче од врло фино диспергованог лимонита, хематита

који се јавља у везиву стене у коме се јавља и финозрна силиција и глиновита компонента. Минерални састав црвених конгломерата и пешчара показује да материјал за стварање ових стена потиче од гнајсева, микашиста и гранита који се јављају у ширем простору, а уочава се смењивање ових стена, тзв. ритмичност, као и градациони карактер, постепено повећање величине класта нарочито у конгломератима.

Посебна текстурна карактеристика конгломерата, делом и пешчара, јесте коса слојевитост, тј. коса ламинација. Унутар слоја конгломерата, ретко пешчара, јавља се више паралелних ламина које су распоређене косо у односу на површину слојевитости. Дебљина ламине је и преко десетак сантиметара. Према облику и карактеристикама косих ламина на терену се разликују планарна и коритаста коса на слојевитост.

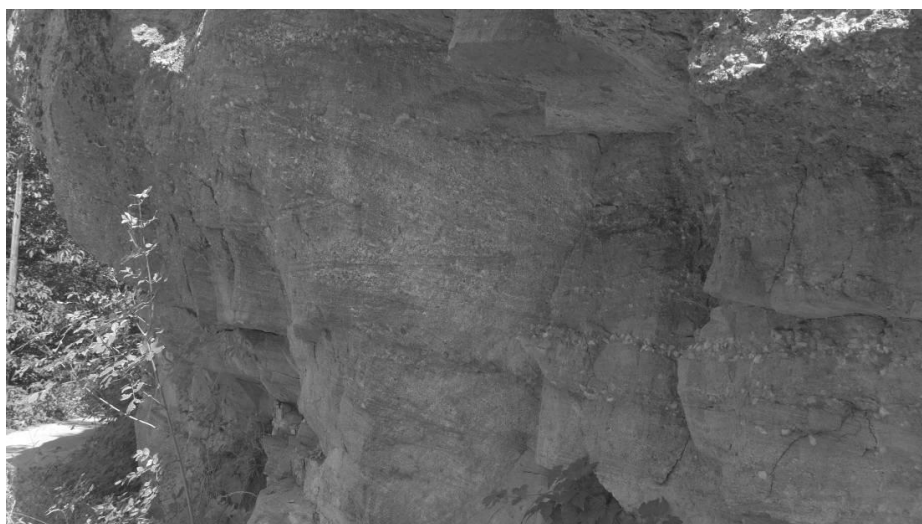
Табуларна коса слојевитост и ламинација (*tabular cross-lamination*) карактерише се равним слојићима, праволинијског или благо заталасаног хоризонталног пресека. Она може бити планарна или асимптотска. Планарна је кад слојићи упиру у базу под углом, а асимптотска је када се слојићи приближавају бази повијајући.

Кашикаста коса слојевитост и ламинација (*trough cross-lamination*) карактерише се сетовима кашикастог облика са ламинама конкавним наниже. Величина „кашика“ је у широком опсегу, од центиметарских до декаметарских. То исто важи и за косу табуларну слојевитост и ламинацију.

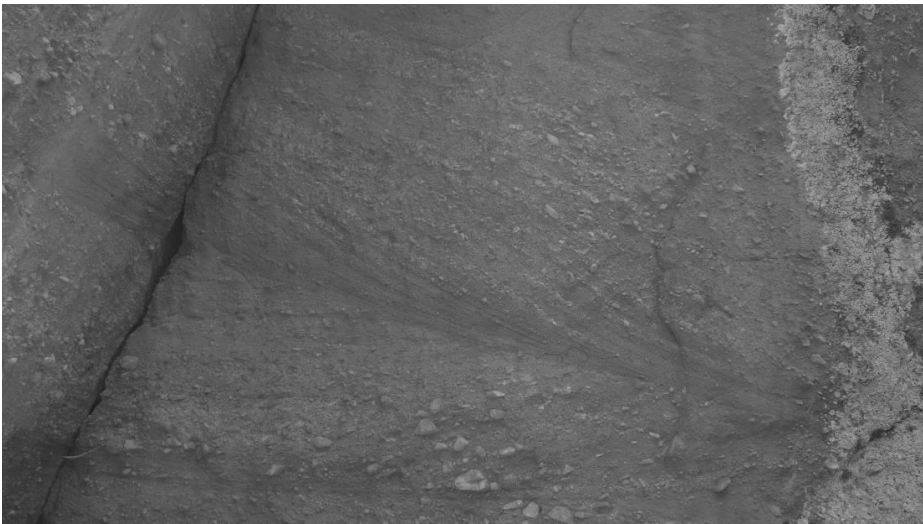
Формација црвених конгломерата и пешчара у највећем делу припада правим континенталним творевинама, док се у вишим деловима јављају стене створане у некадашњим приобалским равницама, које су повремено плављене морем (Анђелковић, 1978). Уочене текстурне и морфолошке карактеристике црвених пешчара указују на њихов постанак у речним коритима и подводним деловима делти (приобалским подручјима басена).



Слика 7 Кањон реке Темштице, локалност са укрштеном слојевитошћу присутна у црвеним пермским пешчарима
Figure 7 Canyon of the Temštica River, cross-bedding of red Permian sandstones



Слика 8 Изданак пермских пешчара са укрштеном слојевитости (лева долинска страна реке Темштице)
Figure 8 Outcrop of cross-bedded Permian sandstones (left side of the Temštica valley)



Слика 9 Издвојена типична коса слојевитост у пермским пешчарима
(локалност кањон Темштице)

Figure 9 Detail of typical cross-bedded Permian sandstones
(Temštica canyon)

ЛОКАЛНОСТ ПОНОР

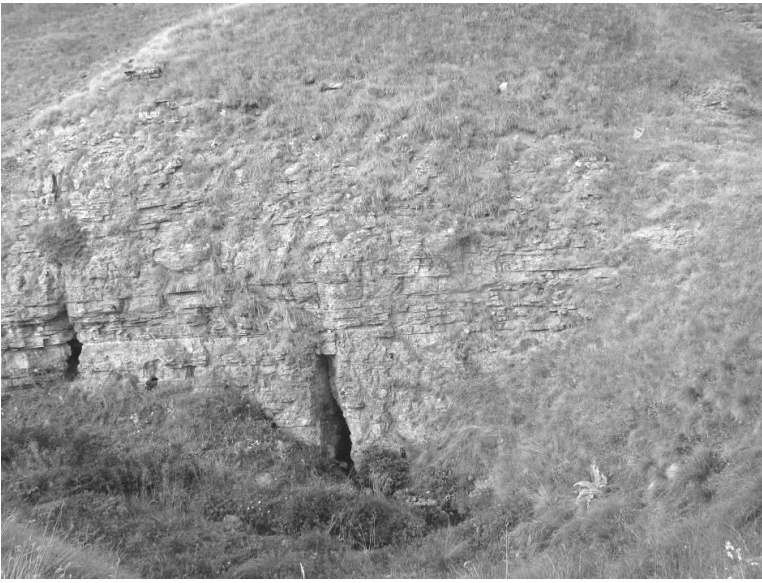
Депресија Понор је од врха Копрен (1963 м н.м.) удаљена око 5 km у правцу југа, а у односу на село Дојкинци налази се ваздушном линијом на око 2 km у правцу север - северозапад. Од села Дојкинци најлакше се до Понора долази шумским путем дужине око 10.5 km и то коришћењем теренског возила. Ова депресија укупне површине око 2.3 km² смештена је између Дојкиначке и Јеловичке реке и формирана је у оквиру доњетријаских конгломерата и пешчара а на контакту са средњетријаским кречњацима.

Временски контрасти, дуге и хладне зиме и топла лета, за последицу имају дебео површински распаднут слој пешчара и конгломерата у оквиру кога се формира издан која прихрањује изворе потока који, дубоко се усецајући у растресити материјал, вијугају спајајући се и текући ка југу (слика 10). Наиласком ових потока на средњетријаске кречњаке, ове воде пониру. Главни поток понире дуж субвертикалних проширених пукотина/понора нестајући у пећинском каналу (слика 11). Овај ток током лета углавном не пресушује, али му се издашност знатно смањи (испод 5 л/с). Сама пећина није богата пећинским накитом, каналски систем

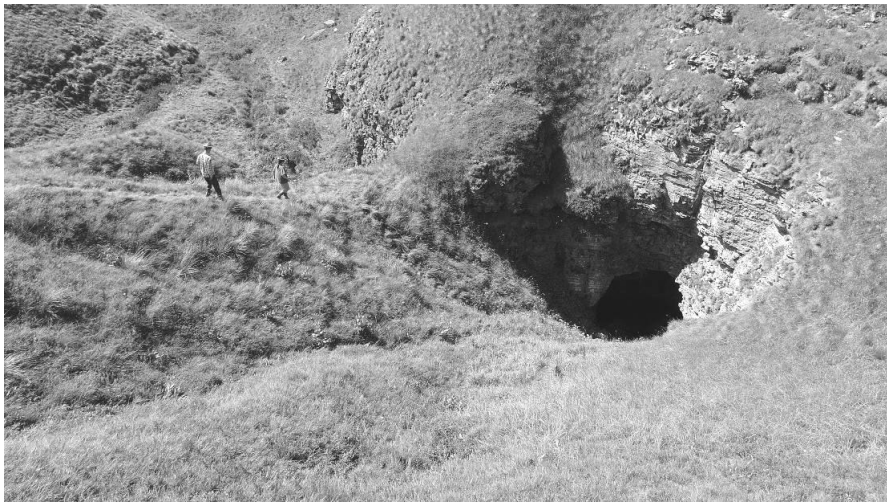
је изразито тектонски предиспониран а зидови су изузетно еродовани радом воде. Оно што издваја ову пећину од осталих је, поред осталог, да се понирући водени ток, који је неко време провео у подземљу, крећући се системом пећинских канала, поново јавља на свега десетак метара од места понирања у виду водопада висине око 3 м и након неколико метара поново улази у наставак пећинског канала у чијем се низводном делу губи између блокова кречњака. До водопада се може доћи и преко падине удолине која представља низводни крај слепе долине, сада само периодично активног потока (слика 12). Претпоставља се да се ове воде јављају у виду врела Жуберна изнад села Дојкинци.



Слика 10 Јужни део депресије Понор и улаз у пећину Понор
Figure 10 South part of Ponor depression and entrance of the cave Ponor



Слика 11 Место понирања потока
Figure 11 Sinking creek



Слика 12 Слепа долина потока на контакту пешчара и кречњака усечена у
распаднутим пешчарима - место где се водени ток поново јавља
у виду водопада
Figure 12 Blind valley at the contact of the sandstone and limestone carved in
decomposed sandstone - a place where the water flow is again appear in the
form of waterfall

Други поток, знатно мање дужине, понире у дну удолине вртачастиг облика, вероватно у доњетријаске кречњаке покривене танким слојем распаднутих пешчара. Овај ток има воде углавном почетком пролећа када долази до отапања снежног покривача формираног током зимских месеци. Током лета његово корито је суво (слика 13).



Слика 13 Суви ток који се завршава у виду вртачасте удолине
Figure 13 Dry riverbed ending in a small depression and sinkhole

О овој депресији је писао још давне 1896. године наш познат геоморфолог Јован Цвијић. Како је од тада до сада прошло више од 120 година, ниже се даје интегрални текст, нацрт депресије Понор као и саме пећине (слика 14) преузет из *Извори, водопади и тресаве у Источној Србији*.

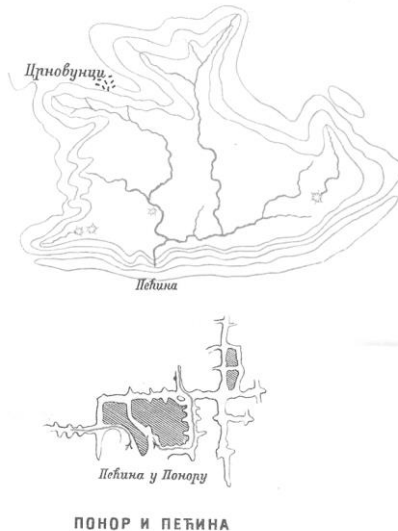
„Понор је затворена депресија, чија се уздужна осовина подудара са правцем пружања слојева; има правац СЗ.-ЈИ., и дугачка је 700 м. Северни део састављен је из табличастог лискуновитог и кварцевитог пешчара, а јужне, најстрмије стране, које се изнад дна дижу око 80 м., састављене су од модрог, лапоровитог, тријаског кречњака. Ова депресија слична босанско-херцеговачким пољима и као и она, врло је богата изворима. Они избијају на свим странама из пешчара и температура им је 7-10 °Ц. Од тих извора постају потоци, који, вијугајући кроз раван понора, састају се и улазе у пећину, по којој је цела депресија добила име; други пропадају у вртаче, којих има у јужном делу Понора.

Пећина има три отвора, и они се продужују у паралелне канале, који су испитани дужином од 164 м. У леви канал улази вода из Понора, из деснога истиче јака речица, стропоштава се на излазу преко одсека од 1,5 м. и улази у средњи канал, ово је, дакле, извор, који чим се појави, опет се изгуби у подземним каналима. По многим знацима суде мештани, да се вода из ове пећине јавља у врелу изнад села Дојкинаца.

Правци канала су условљени дијаклазама, које се укрштају, за то је и систем канала мрежаст. Дијаклазе још нису довољно проширене, те су канали врло уски и високи, завршавају се на тавану правим процепима; вода дубока 0,5 - 1 м., заузима целу ширину оних канала, кроз које тече. Осим тога су главни канали на кратким растојањима испресеци мањим попречним пукотинама, те се у обе стране продужују у облику уских процепа, који се или заврше после неколико метара дужине, или се као уске пукотине дуже пружају.

Овде се види велики значај дијаклаза за циркулацију подземних вода у кречњаку.

За то што је Понор богат изворском водом, нарочито водом из пећине, и што је дно његово довољно наводњено и обрасло бујном травом, везано за ову депресију црновуначко насеље, које ту у пролеће и лето стоку пасе већ неколико година“ (Цвијић, 1896, стр. 15).



Слика 14 Понор Пећина (Цвијић, 1896)
Figure 14 Pećina (Cave) Ponor (Cvijić, 1896)

ЛИТЕРАТУРА

Anđelković, J., Krstić, B., Bogdanović, P., Jadranin, D., Milenković, P., Milošaković, R., Urošević, D., Dimitrijević, M., Dolić, D., Rakić, M., Jovanović, Lj., Maslarević, Lj., Marković, B., Divljan, M., Đorđević, M. (1977). *Tumač za listove Pirot K 34-34 i Breznik K 34-46 : osnovna geološka karta 1:100.000*, Beograd, Savezni geološki zavod.

Анђелковић, М. (1958). *Геолошки састав и тектоника југозападних падина Старе планине*, Београд, Научно дело.

Анђелковић, М. (1978). *Стратиграфија Југославије : палеозоик и мезозоик*, Суботица, Минерва; Београд, Универзитет у Београду.

Антоновић, А. (1958). Нека питања односа пермских и карбонских творевина у грађи Старе планине. *Весник Завода за геолошка и геофизичка истраживања НР Србије*, 15, 59-79.

Цвијић, Ј. (1896). Извори, водопади и тресаве у Источној Србији. У: *Глас Српске Краљевске академије. Први разред, [Одељење природно-математичких наука]*, књ. 18 (стр. 1-122). Београд, Српска Краљевска академија.

Folk, R. L. (1959). Practical petrographic classification of limestones. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 43, 1-38.

Grubić, A., Stefanovska, D. (1979). Grudvasti krečnjaci sa rožnacima Vukana (Istočna Srbija). *Geološki vjesnik*, 32, 121-131.

Grubić, A., Obradović, J., Vasić, N. (1996). *Sedimentologija*, Beograd, Univerzitet u Beogradu.

Пантић, Н., Протић, М. (1960). Флора доњег тријаса (шареног пешчара) на Старој планини. *Геолошки анали Балканског полуострва*, 27, 317-324.

Петковић, К. (1937). Проблем старости формације црвених пешчара у Источној Србији. *Геолошки анали Балканског полуострва*, 14, 43-73.

Протић, М. (1961). Седиментно-петрографска испитивања горње серије формације црвених пешчара и серије шарених пешчара доњег тријаса на Старој планини. *Геолошки анали Балканског полуострва*, 28, 279-292.

Протић, М. (1984). *Петрологија седиментних стена* (2. изд.), Београд, Рударско-геолошки факултет.

Seilacher, A. (2007). *Trace Fossil Analysis*, Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag.

Vasić, N. (1992). *Sredine i uslovi stvaranja jurskih sedimenata područja Pesača-Miroč*. Doktorska disertacija. Beograd, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet.

Примљено/ Received on 29.09.2017.

Прихваћено/ Accepted on 04.10.2017.