



НАУЧНИ СКУП

**125 година од публиковања  
монографије *Das Karstphänomen*  
Јована Цвијића**

СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ  
ОДБОР ЗА КРАС И СПЕЛЕОЛОГИЈУ

НАУЧНИ СКУП

**125 година од публиковања  
монографије *Das Karstphänomen*  
Јована Цвијића**

Среда, 7. новембар 2018. године  
Свечана сала САНУ, Кнез Михаилова 35/II, Београд

СУОРГАНИЗАТОРИ:

Друштво геоморфолога Србије  
Српско географско друштво  
Српско геолошко друштво – Комисија за карст



ПОДРЖАНО ОД СТРАНЕ:

Комисија за карст Међународне асоцијације хидрогеолога  
***Karst Commission of the International Association of Hydrogeologists (IAH)***

Међународна спелеолошка унија  
***International Union of Speleology***  
***(Union Internationale de Spéléologie – UIS)***



# ПРОГРАМ



## ПРОГРАМ

- 10.00** **Отварање и поздравни говори**  
**Академик Владимир С. Костић, председник САНУ**  
**Академик Видојко Јовић:**  
Живот и дело Јована Цвијића  
**Александар Костић, дописни члан САНУ:**  
Публикација „Јован Цвијић: Живот, дело, време“  
**Слободан Марковић, дописни члан САНУ:**  
125 година Цвијићеве карстолошке визије  
**Владица Цветковић, дописни члан САНУ:**  
Историјат Одбора за крас и спелеологију
- 11.00** Пауза за кафу
- 11.15** **Пленарна предавања**  
**Зоран Стевановић**  
Утицај дела „Карст“ на научну мисао  
**Мирко Грчић**  
Карст и човек – на фотографијама Цвијићевог сарадника  
Радивоја Симоновића  
**Петар Милановић**  
Јован Цвијић о карсту источне Херцеговине  
**Мићко Радуловић**  
Јован Цвијић и допринос познавању карста Црне Горе  
**Милутин Љешевић**  
Спелеолошка наука и пракса у Србији у 20. и 21. веку
- 13.00 – 14.00** Пауза за ручак
- 14.00** **Тематска предавања по позиву – прва сесија**  
**Јелена Ђалић**  
Геоморфологија у монографији „Das Karstphänomen“  
**Игор Јемцов**  
Концептуални модели и квантитативна анализа карстног  
хидрогеолошког система  
**Предраг Ђуровић**  
Високопланински крас

**Саша Милановић**

*Најзначајнија спелеоронилачка истраживања у карсту  
Источне Србије*

**Драган Нешић**

*Нова спелеолошка истраживања система Церјанске пећине*

**Mateja Breg Valjavec, Blaž Komac, Matija Zorn**

*Recognizing karst geodiversity using LIDAR data: Case study of dolines*

**Jure Tičar, Blaž Komac**

*Assessment of cave pollution on a national level: example of Slovenia*

15.45 Пауза за кафу

16.00 **Тематска предавања по позиву – друга сесија**

**Александар Петровић**

*Долине у красу Карпато-балканида Србије*

**Владимир Живановић, Веселин Драгишић**

*Искуства у заштити карстних подземних вода на примеру  
појединих изворишта у Источној Србији*

**Љиљана Васић**

*Датирање подземних вода у карсту – пример Кучајско-  
бељаничког масива*

**Бранислав Петровић, Вељко Мариновић**

*Компаративна анализа хидрауличких услова истицања  
одабраних карстних врела Карпато-балканида и Динарида  
Србије*

**Војкан Гајовић**

*Нова тематска истраживања у спелеолошким објектима на  
Мирочу, Ђергап*

**Ана Младеновић**

*Рецентна тектонска активност западног дела Карпато –  
балканида: Индикатори из јаме Мала Биздања (Самањац,  
источна Србија)*

**Милан Радуловић**

*Вртаче карстних терена Црне Горе*

**Душица Трнавац Богдановић**

*Вредновање спелеолошког геонаслеђа – пример Петничке  
пећине*

# КЊИГА САЖЕТАКА





## Утицај дела „*Das Karstphänomen*“ на научну мисао

Зоран Стевановић

Центар за хидрогеологију карста,  
Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду

Јован Цвијић је докторску дисертацију *Das Karstphänomen* одбранио у Бечу децембра 1892, а објављена је почетком марта 1893. у часопису *Geographische Abhandlungen* (Wien, Bd. V, Heft 3, 1893) чији је уређивач био његов ментор Албрехт Пенк. Према тадашњем устаљеном обичају Бечког универзитета, дисертација је разаслата научним установама широм света и одмах је изазвала велику пажњу. Честитке су пристизале са свих страна и Цвијић је истицао да су му јако подигле радну енергију. Вероватно ни сам није очекивао да ће овим делом бити створен и основ за нову научну дисциплину: карстологију или карстну геоморфологију, у коју ће захваљујући Цвијићу ући, и до данас у њој остати словенски и српски термини које је у дисертацији користио. Долине (словеначки термин за вртаче), поље, увала, понор, јама, хум, и данас су појмови у широкој употреби које користе стручњаци и научници широм света у овој и суседним научним областима (хидрогеологија карста, спелеологија). Две године касније (1895), *Das Karstphänomen* је преведен на српски језик и као „Карст“ излази у издању Штампарије Краљевине Србије. Све до 2005. године ова књига није била преведена на енглески језик, уз изузетак превода Dr Marjorie Sweeting, који је обухватио само њен први део и тумачење главних карстних појава. Овај недостатак донекле је отклоњен преводом на енглески језик највећег дела ове изузетно значајне публикације (Стевановић и Мијатовић, 2005). Књига је штампана поводом јубилеја 110 година од публиковања „Карста“ на српском језику и одржавања научног скупа о хидрогеологији карста „Цвијић 2005“. Дело „Карст“ састоји се од седам крупних поглавља: Шкапе; Вртаче; Реке карста; Долине карста; Поља; Јадранска карстна обала; Распрострањење карстних појава. Најдетаљнији приказ односи се на генезу вртача, теми којој је у светској науци тог времена посвећена велика пажња. У наредним поглављима монографије „Карст“, Цвијић разматра различите морфолошке облике карста (долине, поља, пећине) систематично их класификујући према различитим критеријумима. Наведени су и бројни примери из источне Србије, као и закључци о морфогенетској еволуцији различитих карстних форми. „Карст“ је Цвијићу донео научну славу, отворио пут ка највишим научним функцијама у Српској краљевској академији, на Универзитету, али најважније од свега, донео му је висока међународна признања и епитет „оца карстологије“.

# Карст и човек – на фотографијама Цвијићевог сарадника Радивоја Симоновића

Мирко Грчић

*Универзитет у Београду – Географски факултет*

Радивој Симоновић (1858-1950), лекар из Сомбора, био је један од првих фотографа аматера у Европи. Био је заљубљеник у планинарење, а као фотограф највише се занимао, осим Војводине као свог ширег завичаја, за феномене из геоморфологије краса, антропогеографије и етнографије човека у красу. Велики утицај на Симоновићев поглед на свет и избор мотива имала су дела Јована Цвијића из области геоморфологије краса. Високо је ценио Цвијићев позитивистички научни приступ и емпиријски метод посматрања и мерења на терену. Симоновић није био само фотограф, него и истраживач, који је зналачки својим фотоапаратом бележио мотиве из природе и појаве из свакодневног живота. О неким својим запажањима на терену је објављивао научне радове и путописе, као на пример «О шкрапама» које му је објавио Јован Цвијић у Гласнику СГД. Симоновић је створио прву наменску фотографску документацију о географији и етнографији појединих планинских предела (Велебита, Биокова, Прења, Височице, Маглића, Дурмитора и других). Његове фотографије имале су високу естетску и документарну вредност и могле су да послуже као визуелни извор у научним истраживањима, пре свега на пољу геоморфологије краса, физичке антропогеографије и етнографије. Цвијић је такође високо ценио Симоновићеве фотографије са терена и у њима проналазио значајан визуелни извор за своје научне географске опсервације. Циљ овога рада је да прикаже и коментарише неке фотографије из драгоцене фотографске документације.

# Јован Цвијић о карсту источне Херцеговине

Петар Милановић

Позната је Цвијићева констатација да „нема дубљег и целцатијег карста него што је овај херцеговачко-црногорски између доње Неретве, Скадарског Блата и Јадранског мора“. Велики део овог простора припада источној Херцеговини. Источну Херцеговину Цвијић је први пут посетио 1892. године, пре него што је завршио докторску тезу, кад је прошао кроз Гатачко и Невесињско поље, и касније 1897 кад је проучавао Дабарско, Фатничко, Столачко, Церничко и Планско поље. Резултате и анализу прикупљених података објавио је 1900. у Гласу Српске Краљевске Академије. Веома значајан је био његов боравак у источној Херцеговини 1908, када је поново детаљно истраживао карст овог подручја. Већ доста нарушеног здравља 1924 обилази поново терене Босне, Херцеговине и Далмације. Од изузетног значаја је Цвијићев боравак у Поповом пољу где организује прва систематска истраживања. Сваки Цвијићев чланак и публикација су одмах по објављивању постали предмет интересовања бројних научника али и предмет интересовања стручњака техничке поготово хидротехничке струке. Бројни примери геолошких, морфолошких и хидролошких карактеристика овог подручја, које је анализирао у својим радовима, били су кључна полазна основа за конципирање каснијих техничких решења у склопу уређења водног режима источне Херцеговине. Многе његове претпоставке о поплавама поља, правцима кретања подземних вода и везама појединих понорских зона са врелима дуж јадранске обале и долине Неретве су каснијим истражним радовима доказане.

# Јован Цвијић и допринос познавању карста Црне Горе

Мићко Радуловић

Прва значајнија изучавања карста Црне Горе потичу од Јована Цвијића, научника свјетског гласа, који је расвијетлио на далеко познати Динарски карст, прије свега у погледу морфолошких типова карстних терена, облика карстне ерозије и хидрографије, разноврсности и специфичности карстних појава. За поједине области Црногорског карста са планинама Орјеном и Ловћеном, велики научник је истицао: “Скаршћавање је овдје тако развијено да премаша све оно што се може видјети чак и у Динарском Карсту“. У овом раду се указује на немјерљиви допринос Јована Цвијића познавању карста Црне Горе, кроз дугогодишња изучавања, бројне радове и књиге у којима даје осврт на поједине карстне предјеле и глацијације високих планина. Предјели које је изучавао на овом простору припадају најљућем карсту, распрострањеном између доње Неретве, Бококоторског залива, Никшићког поља и Скадарског језера.

# Спелеолошка наука и пракса у Србији

**Милутин А. Љешевић**

*Универзитет у Београду – Географски факултет*

У Србији научна спелеологија почиње крајем 19. и почетком 20. века Цвијићевим истраживањима по Источној Србији, али и по Моравској, Француској и другим крајевима. Цвијићев пионирски рад настављају неки његови ученици, пре свега Сима Милојевић и Антоније Лазић. У трећој генерацији истраживача су спелеолози који су проистекли из школе Цвијићевих ученика: Јован Петровић, Драгутин Петровић, Бранислав Јовановић, Раденко Лазаревић, Чедомир Милић, Милош Зеремски, Душан Гавриловић и други. У четвртој генерацији спелеолога истраживача издвајају се Раде Давидовић из Новог Сада, Милутин Љешевић и Божидар Васиљевић, а код геолога Станислав Жолнај, Милена Злоколица, Михајло Мандић. Потом се у савременом периоду истичу Предраг Ђуровић, Драган Нешић, Јелена Ћалић и други. У првом периоду спелеологијом су се бавили углавном географи, а у каснијем периоду, од средине 20 века, и геолози. Тада се укључују и археолози (Бранко Гавела, Драгослав Срејовић, Јелена Марковић-Марјановић, а касније Весна Димитријевић, Војислав Трбуховић). Код биолога који истражују живи свет пећина и јама почињу Милика Пљакић и Гордан Караман, а настављају Божидар Ђурчић, Драган Павићевић и други. Међу аматерским истраживачким организацијама хронолошки међу првима су били Спелеолошки одсек Планинарског савеза Београда и Спелеолошки клуб ПМФ из Новог Сада. Потом се појављују и веома успешно истражују Друштво истраживача „Владимир Мандић-Манда“ из Ваљева и Академски спелеолошко-алпинистички клуб (АСАК) из Београда. Данас поред поменутих делују и спелеолошке организације из Бора, Ниша, Владичиног Хана, Књажевца, Краљева, Ариља, Сјенице.

# Геоморфологија у монографији „*Das Karstphänomen*“

Јелена Ћалић

Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ

Током свог дуготрајног и систематског научног рада везаног за карст Јован Цвијић је објаснио односе у целокупном карстном систему, притом суштински повезавши морфолошке особине и циркулацију карстних подземних вода. Монографија „*Das Karstphänomen*“ садржи све ове елементе у одређеним размерама, али је по обиму главнина садржаја везана за облике рељефа. У систематизацији облика прво су размотрене шкрапе, где је примерима доказано да на њихово формирање не утиче надморска висина, што је било мишљење неколицине тадашњих истраживача, већ литолошки састав (чисти кречњаци) и нагиби тих кречњачких површина. Најобимније поглавље посвећено је вртачама, при чему Цвијић полази од детаљне анализе терминологије у неколико европских језика. Поглавље је конципирано тако да је на самом почетку наведена морфографска класификација вртача, из чега су извесни каснији аутори погрешно закључивали да се Цвијић није осврнуо на њихову генезу, а чињеница је да су сумарна разматрања генезе дата на крају овог поглавља. Веома је важно нагласити да није случајно што су управо у поглављу о вртачама објашњени и вертикални подземни канали (бездани, звекаре, јаме), који у великом броју случајева представљају примарне проводнике за саму генезу великих вртача (а не обрнуто, као што се у неким изворима тврди). Након систематизације различитих генетских типова вртача, Цвијић прелази на остала поглавља монографије, где анализира алогене токове и уздужне профиле њихових долина. У поглављу о пољима у карсту поставља основне, оригиналне дефиниције, јер је овај облик рељефа у карсту први пут научно описан управо у монографији „*Das Karstphänomen*“.

# Концептуални модели и квантитативна анализа карстног хидрогеолошког система

Игор Јемцов

*Депаршман за хидрогеологију, Рударско-геолошки факултет  
Универзитет у Београду*

Карстни хидрогеолошки систем – КХС карактерише висок степен хетерогености, дисконтинуитета и просторне варијације хидрогеолошких параметара. Описивањем КХС-а суочавамо се са великим бројем непознаница, па је неопходно извршити одређена поједностављења – концептуалним моделима. Један од првих модела функционисања КХС-а представља Цвијићев модел из 1918, односно хипотеза о суперпозицији «хидрографских зона у карсту», која је остала у многим аспектима и даље актуелна, а савремени концептуални модели у многим елементима се ослањају управо на приказану хипотезу. Савремени концептуални модели карстног хидрогеолошког система презентирани су од стране бројних аутора, а посебно се издвајају модели аутора: Mangin 1975, Gunn 1985, Mudry 1990, Drogue 1992, Döreflinger, Zwahlen 1995, Marsaud 1996, Király 2002, Bakalowicz 2005, који насупрот заједничким елементима имају и значајне разлике, првенствено из разлога недовољног познавања услова функционисања резерви у КХС-у. Квантитативна анализа има за циљ карактеризацију КХС-а, односно утврђивање унутрашње структуре и граничних услова система. Односи крупних каналских система, стенског матрикса и прслинских система и епикарстне зоне су од кључне важности за разумевање и успостављање адекватног концептуалног модела. У циљу генералне карактеризације КХС, један од најчешће примењиваних метода представља анализа хидрограма. Овом анализом стиче се детаљнији увид у структурне особине КХС-а, јер представља одраз целокупног система. Међутим, нелинеаран карактер КХС-а у значајној мери отежава анализу хидрограма, што је условило развој неколико метода анализе које се генерално може поделити на: анализу рецесионог дела хидрограма и анализу целокупног хидрограма, односно анализу хидролошких циклуса применом корелационе и спектралне анализе.



# Високопланински крас

Предраг Ђуровић

*Универзитет у Београду, Географски факултет*

Високопланински крас је климатски тип краса. Велика висина на којој се налази и изразита дисецираност крашког рељефа одредили су доминантну вертикалну циркулацију воде у климатским условима који су се током квартара значајно мењали. На развој овог типа краса, осим основног геоморфолошког агенса крашког процеса, у већој или мањој мери, утицали су глацијални, криогени и нивациони процеси.

Током плеистоцена, високопланински крас био је под утицајем глацијалног процеса, којим су изграђени разноврсни облици глацијалног, а пошто се развијао на карбонатној основи и глацио-крашког рељефа. Климатске промене крајем плеистоцена и почетком холоцена довеле су до смене глацијалног и доминације крашког процеса, што има за последицу различит степен трансформације претходних глацијалних облика у савремене крашке облике. Савремени крашки процес на простору високопланинског краса одвијао се у граничном појасу где и мале климатске осцилације доводе до промене међусобних односа наведених геоморфолошких агенаса, или смене једног доминантног геоморфолошког агенса другим. Под утицајем овако разноврсних процеса формиран је крас специфичних морфолошко-хидролошких карактеристика кога чине полигенетски и полиморфни облици рељефа.

Значај проучавања високопланинског краса је утврђивање утицаја промене климе на формирање крашког рељефа. Периоди захлађења (глацијали) и отопљавања (интерглацијали) климе доводили су у прошлости до смене једног геоморфолошког процеса другим (крашки – глацијални – крашки). Такође, историјски период карактеришу значајне промене интезитета утицаја снега, леда и мраза на морфогенетски процес изградње високопланинског краса.

# Најзначајнија спелеоронилачка истраживања карста Источне Србије

Саша Милановић

*Центар за хидрогеологију карста, Рударско-геолошки факултет  
Универзитета у Београду*

Спелеороњење је грана спелеологије тј. истраживачка техника која се бави истраживањем подземних морфолошких облика у карсту испуњених водом. Спелеороњење (*speleodiving, cave diving*) је релативно млада истраживачка дисциплина чији је развој напредовао упоредо са развојем опреме за скуба и комерцијална роњења. Може се рећи да је спелеороњење истраживачка дисциплина која суштински има исте циљеве истраживања као и спелеологија, али у реализацији спелеоронилачких истраживања важе потпуно другачији принципи и начини истраживања будући да се они одвијају у карстним каналима испуњеним водом и да је свако истраживање унапред временски ограничено. Почетак систематичних спелеоронилачких истраживања у Србији се везује за деведесете године прошлог века, од када њихов напредак има узлазну путању. Колико су заступљена спелеоронилачка истраживања у Србији довољно говори да данас у Србији нема значајнијег карстног врела које није истражено, а међу њима највећи број се налази у карсту Источне Србије. Поред великог броја спелеоронилачких истраживања карста Источне Србије свакако треба издвојити истраживања врела Млаве. Спелеоронилачка истраживања врела Млаве се могу посматрати као историјски наставак истраживања која је започео још Јован Цвијић мерењем дубине врелског језера употребом гвоздене кугле. Поред врела Млаве, нека од значајнијих спелеоронилачких истраживања карстних врела Источне Србије изведена су и на Крупајском врелу, врелу Крупац код Ниша, врелу Црног Тимока, Јеловичком врелу, Тупижничком врелу, Малом Врелу код Стрмостена, врелу Топило код Ниша, врелу Беле воде на Мирочу итд. Дубине истражених канала од почетних 50-60 m дубине пре двадесетак година, данас прелазе и преко 130 m (Крупајско врело – Бељаница). Упоредо са истраживањем карстних врела, као свакако најинтересантнијих објеката за спелеоронилачка истраживања, започета су истраживања и пећинских сифона, чиме је направљен и значајан помак и код спелеолошких истраживања. Најбољи пример за то је пророњавање сифона у Злотској пећини, након чега је откривено више километара нових пећинских канала.

# Нова спелеолошка истраживања Система Церјанске пећине

Драган Нешић

*Завод за заштитиу природе Србије, Канцеларија у Нишу*

До најновијих истраживања (2014-2017. године) Церјанска пећина је била синоним за велику понорску пећину Провалију (6131 m) у оквиру кречњачког блока Љути врх на северном Калафату код Ниша, заједно са још неколико спелеолошких објеката, као што су Крављанска јама (-130 m), кратка пећина Пећурина (30 m) на Горњекрављанском врелу, Церјанска пропаст (-97 m), Пештер у Пљочак (52 m) и Меча дупка (17 m). Новим истраживањима поуздано је доказана хидролошка веза пећине Провалије и Пећурине, као и морфолошка веза Крављанске јаме и пећине Провалије. Овим резултатима стекли су се услови за дефинисање Система Церјанске пећине, са два улаза: на пећини Провалији и Крављанској јами. Новијим спелеолошким истраживањима откривени су карстни канали понорске генетске основе у оквиру Крављанске јаме и један виши хоризонт доточних канала изнад нижег доточног хоризонта који је био познат од раније. Управо преко овог вишег хоризонта откривена је веза Крављанске јаме и пећине Провалије. Новији резултати, поред раније познатих, показују да је систем Церјанске пећине сложени транзитни систем карстних канала алогених вадозних вода, досада познате дужине 7149 m. У оквиру транзитног система, пећина Провалија развијена је у два доступна хоризонта, Крављанска јама је сложени ступњевити и претежно вертикални конвергентни систем карстних канала према коме је усмерен виши хоризонт доточних канала. Виши доточни хоризонт настајао је независно од пећине Провалије, а повезан је са пећином саламањем великих размера. На овим основама изгледа да систем Церјанске пећине чине три понорска правца (пећина Провалија, доточни канали и Крављанска јама) ка карстној издани долине Топоничке реке. Даља истраживања Церјанске пећине треба усмерити на продор уз доточне канале или евентуално из Церјанске пропасти и утврђивање правца истицања из доточних канала и Крављанске јаме. У Провалији треба покушати продор ка њеном вишем хоризонту у улазном делу или продор у њеном доступном епифреатском нивоу. Поред тога треба наставити и друга специјалистичка истраживања (хидрогеолошка, биоспелеолошка и друга).

# Recognising karst geodiversity using LIDAR data: Case study of dolines

**Mateja Breg Valjavec, Blaž Komac, Matija Zorn**

*Anton Melik Geographical Institute,  
Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts, Ljubljana,  
Slovenia*

Karst geodiversity is based on rich karst surface morphology, which is generated by karst own natural processes acting in soluble carbonate rocks. The most common and diagnostic landforms in intensively karstified areas of Dinaric karst are the solution dolines. Dolines are considered unique and individual biotope in terms of geodiversity and can be recognized as hotspots of geodiversity that are formed through a combination of a concave specific landform, specific deep soil (pedosediment complex), microclimate characteristics (micro refugia), and traditional land use practices (traditional charcoal production, traditional lime kilns, dry stone walls, water ponds, water tanks, pastures, fields, etc). As forests have spread and the karst becomes overgrown, this part of Slovenia will become an even larger coldspot, which is why the geodiversity of smaller areas such as dolines is of an even greater value and important geoheritage that must be protected and preserved. Lidar DEM enables detailed exploration of dolines also in densely forested areas. In the paper we present the potential of Lidar data to recognize geodiversity of dolines. Over 14,000 dolines (an average density of 40 per km<sup>2</sup>), with a total area of 26.8 km<sup>2</sup>, were identified on the Kras Plateau (SW Slovenia), while the area of Living Karst Museum near Sežana city was selected as case study. Based on geodiversity elements that can be recognized in Lidar topography we explored dolines from the perspective of natural and man-made geodiversity and geoheritage valorisation.

# Assessment of cave pollution on a national level: example of Slovenia

**Jure Tičar, Blaž Komac**

*Anton Melik Geographical Institute,  
Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts, Ljubljana,  
Slovenia*

As important karst features caves have been in focus of humans since pre-history. Following the great explorations and establishment of speleology as a new scientific discipline, socio-economic development after World War II lead to increasing pressure on karst caves with waste pollution. Until now, only few studies have been made about illegal waste dumping in caves, and they were mostly limited to small regions although we estimated that more than 2,000 or one fifth of Slovenian caves are polluted. In order to understand the nature and extent of cave pollution in Slovenia we provide a new approach to assess cave pollution. Based on Cave Registry data with 12,588 caves registered in 2018, we selected 6,965 caves in 17 different regions throughout Slovenia. More than 40 different cave pollution parameters were considered and grouped in five basic categories (e.g. state of the cave, type of waste, anthropogenic related information, cave entrance information and metadata). The big-data database about cave pollution was then related to different spatial data, such as distance to roads and settlements, protected areas, and water supply protection zones. Polluted caves make great pressure on cave ecosystem and indigenous cave species and pose a threat to population health through water supply. Remediation plans must be prioritized according to the results of the study.

# Долине у красу Карпато-балканида Србије

Александар С. Петровић

*Универзитет у Београду, Географски факултет*

Анализом основних морфолошких карактеристика долина у красу Карпато-балканида Србије утврђено је постојање њихове морфолошке разноликости (полиморфије). Полиморфија долина у красу се јавља као последица утицаја појединих модификатора током процеса настанка долина. Циљ спроведеног истраживања био је објашњавање узрочности и законитости утицаја модификатора на појаву полиморфије долина у красу Карпато-балканида Србије и одређивање доминантних модификатора полиморфије долина у красу. Истраживање је спроведено на 2717 долина (квалитативна анализа), односно, на одабраном узорку од 910 долина (квантитативна анализа). Компаративном анализом свих добијених резултата током истраживања закључено је да у објашњењу морфолошке разноликости долина у красу Карпато-балканида Србије доминира неколико модификатора. Ни један од ових модификатора не делује самостално, већ је евидентан заједнички утицај више модификатора. Доминантни модификатори који утичу на полиморфију долина у красу Карпато-балканида Србије су: контакт карбоната са некарбонатним стенама, падавине, хидролошка функција долина, нагиб дна долине и нагиб рељефа у који је долина усечена, дебљина карбонатне масе, пукотинска порозност и интензитет крашког процеса.

# Искуства у заштити карстних подземних вода на примеру појединих изворишта у источној Србији

**Владимир Живановић, Веселин Драгишић**

*Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет,  
Депаршман за хидрогеологију*

Заштита подземних вода карстних изворишта у Србији у протеклих 40 година вршена је у складу са актуелним законима о водама, као и пратећим правилницима о одређивању зона санитарне заштите. Са унапређењем приступа у превентивној заштити изворишта подземних вода и променом регулативе, мењао се и начин на који су одређиване зоне санитарне заштите. Као резултат тога, предложене зоне заштите постојећих карстних изворишта знатно се разликују. Конкретно, у овом раду дат је осврт на тренутно стање у заштити карстних изворишта у источној Србији. За већину изворишта подземних вода у карсту која се користе за водоснабдевање постоје дефинисане све три зоне санитарне заштите. Без обзира на коришћену регулативу, доминантан фактор који утиче на величину II и III зоне санитарне заштите представља издашност изворишта. Код извора је у већини случајева III зона санитарне заштите двоструко већа од II зоне. Код изворишта која се састоје од експлоатационих бунара II зона је обично знатно мања од III зоне. При одређивању санитарних зона код појединих изворишта коришћен је принцип фиксног радијуса па су II и III зона одређиване тако да обухватају простор 500 односно 1000 m од водозавхвата. Велике разлике у одређивању зона указују на потребу стандардизације и припрему јасног упутства одређивању зона санитарне заштите карстних изворишта.

# Датирање подземних вода у карсту – пример Кучајско-бељаничког масива

Љиљана Васић

*Центар за хидрогеологију карста, Рударско-геолошки факултет  
Универзитета у Београду*

Дефинисање периода који вода проведе у подземљу, односно „старости“ подземних вода у карсту, врши се утврђивањем садржаја одређених изотопа у води. Средње време боравка воде у подземљу може се одредити помоћу стабилних изотопа водоника и кисеоника, нарочито ако се ради о активном карстном току, док се старост може одредити радиоактивним изотопима. Кучајско-бељанички масив (источна Србија) се одликује значајним резервама хладних, субтермалних и термалних карстних вода распоређених по ободу масива. Постојање навлаке црвених пермских пешчара и неогених басена по ободу масива, условило је да вода залеже дубље у подземље, мења температурне и хидрогеохемијске карактеристике, и повећава старост воде. Дефинисање старости младих, полумладих и старих подземних вода Кучајско-бељаничког масива вршено је на основу резултата изотопских анализа Т,  $T+^3\text{He}$ ,  $^{13}\text{C}$  и  $^{14}\text{C}$ , на укупно 19 појава и објеката, чиме су обухваћене понорске, хладне воде са брзом и дубоком сифоналном циркулацијом, као и субтермалне и термалне воде веома дубоке сифоналне циркулације. На основу резултата датирања је дефинисано да се у оквиру карстне издани овог масива налазе воде старости од најмлађих (неколико дана) до веома старих вода (неколико хиљада година). Најмлађе воде дренирају се на изворима Великог и Малог врела и њихова старост износи неколико месеци у периоду минимума (до 4 месеца), што указује на брзу, гравитациону циркулацију подземних вода, а што је и потврђено опитима обележавања. Средње старе воде циркулишу каналима које сифонално залежу у подземље и имају старост од 4.7 до 26.6 година (Млава, Крупајско врело, Грза итд.). Најстарије воде циркулишу на великим дубинама унутар карстне издани (и преко 800 m) и имају старост до 6.000 година (Крупаја термална, Сисевац, Суви до субтермални извор).



# Компаративна анализа хидрауличких услова истицања одабраних карстних врела Карпато-балканида и Динарида Србије

**Бранислав Петровић, Вељко Мариновић**

*Центар за хидрогеологију карста, Дејаршман за хидрогеологију,  
Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду*

Одређивање карактеристика карстне издани је један од основних предуслова за одрживо коришћење и заштиту подземних вода насталих у карбонатним стенама. Основне информације о функционисању карстних хидрогеолошких система се могу добити анализом података о истицању карстних врела. Податке који су потребни најбоље је прикупити формирањем мониторинг мреже на местима истицања подземне воде чијом даљом анализом се могу одредити хидрауличке карактеристике и геометрија осматране издани. Анализа хидрограма у периоду рецесије (метода тарисмана) извршена је за карстна врела Сељашница и Мокра. Сељашница се налази у ЈЗ Србији, у области Унутрашњих Динарида, дренира источни део карстног платоа Бабине који је изграђен од средњетријаских кречњака. Карстно врело Мокра налази се у ЈИ Србији у јужном делу Карпато-балканида Србије и дренира источни део Суве планине, изграђен од титонских и доњокредних кречњака и доломита. Компаративна анализа хидрауличких услова истицања ових карстних врела обухвата период 2015-2017. година. Анализом је установљен распон протицаја на врелима, Сељашница је имала издашност у распону од 0,140 m<sup>3</sup>/s до 6,061 m<sup>3</sup>/s, док је на врелу Мокра најмања забележена вредност износила 0,105 m<sup>3</sup>/s, а максимална 4,062 m<sup>3</sup>/s. Рецесиона анализа је изведена применом Маилетове формуле за све три године на оба врела. Анализа криве рецесије врела Сељашница је показала 4, 2 и 3 микро-режима пражњења у 2015., 2016. и 2017. години, тим редом. Са друге стране анализа рецесије врела Мокра показује постојање 3, 2 и 4 микро-режима пражњења у 2015, 2016. и 2017. години, респективно. Уочено је да се истицање на врелу Сељашнице у рецесионом периоду одвија у два циклуса (брзо и споро пражњење карстне издани), док је истицање подземне воде код врела Мокра уједначено.

# Нова тематска истраживања у спелеолошким објектима на Мирочу, Ђердап

Војкан Гајовић

*University of Nova Gorica – Karst Research Institute ZRC SAZU*

*(докторанг)*

*Академски спелеолошко-алпинистички клуб (АСАК), Београд*

*GDi Solutions d.o.o, Београд*

Шири простор Ђердапске клисуре одавно је у фокусу читавог низа истраживања, како из научних, тако и из привредних разлога. С обзиром на значајно распрострањење карбонатних стена, карстологија заузима важно место у спектру научних дисциплина које изучавају овај простор. Спелео-морфолошка истраживања спроведена су на преко 100 спелеолошких објеката. Поред класичних спелео-морфолошких, вршена су и интензивна биоспелеолошка, хидрогеолошка, геоморфолошка, структурно-геолошка, археолошка и друга истраживања. Већина спелео-морфолошких резултата добијена је захваљујући спелеолозима ентузијастима окупљеним у удружења – спелеолошке клубове и друштва, који су на добровољној основи и често сопственим средствима вршили обимна и физички веома захтевна истраживања и мерења. Карст Голубачких планина, Великог гробена, Џевринске греде, а нарочито планине Мироч, на релативно малом простору садржи објекте и појаве који по карактеристикама предњаче на нивоу целе Србије. На северном и западном ободу мирочког карста налази се шест од десет најдубљих спелеолошких објеката у Србији, а на првом месту је Ракин понор, укупне денивелације 303 m. Западни обод Мироча карактеристичан је и по томе што омогућава сагледавање карстног система кроз низ хидролошки повезаних објеката, и то почев од алогених и аутогених улаза у систем, достизања нивоа подземних вода у најдубљим објектима, и излаза из карстног система кроз потопљена врела у Ђердапској акумулацији и изворске пећине на обали Дунава. У циљу мониторинга карстних вода постављен је низ инструмената за мерења нивоа, кондуктивности и прокапавања у пећинама Ракин понор, Буранов понор, Беле воде, Пећина у Живановом потоку, као и кишомер и барометар са 30-минутном резолуцијом на локацији Копана главица.

# Рецентна тектонска активност западног дела Карпато–балканида: Индикатори из јаме Мала Биздања (Самањац, источна Србија)

Ана Младеновић

*Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет  
Академски селолошко-алпинистички клуб, Београд*

Карпато-балканиди представљају ороген који је изграђен од система источно-вергентних навлака које су настале у креди, а током геолошке историје су највероватније биле вишеструко активирани. Сматра се да је релативно компликована активација ових навлака током кенозоика пратила формирање и активацију великих десних транскурентних раседа (нпр. Тимочког раседа), насталих услед комплексног процеса ротације карпато-балканских тектонских јединица око ригидне Мезијске платформе. На овом подручју је од краја миоцена, након завршетка процеса ротације, највероватније активан транскурентни тектонски режим. Ипак, иако су рецентно активни раседи одговорни за релативно благу, али константну сеизмичку активност, њихова геометрија и кинематика су мало познате. У овом раду износе се резултати истраживања кинематике раседа на основу комбинованог приступа структурно-геолошког картирања на површини терена и унутар јаме Мала Биздања, као и анализе фокалних механизма земљотреса. Резултати указују на то да је у истраживаном подручју активан транскурентни до транспресиони тектонски режим, са осом компресије оријентисаном у правцу ССЗ – ЈЈИ. Добијени резултати показују и локалне хетерогености рецентно активног тектонског напона у подручју истраживања, што може бити резултат како сложене тектонске слике наслеђене из ранијих фаза, тако и утицаја још неког извора тектонског напона који се акумулира у овом подручју.

# Вртаче карстних терена Црне Горе

Милан М. Радуловић

*Грађевински факултет Подгорица, Универзитет Црне Горе*

Вртаче (долови, рупе, долине, поникве) су један од најчешћих геоморфолошких облика у карсту Црне Горе. Постоји неколико типова вртача (корозионе вртаче, колапси, вртаче слијегања), али сви указују на удубљења у карбонатним стијенама која могу бити различитог облика (лијевкастог, тањирастог, карличастог и бунарастог). Пречници и дубине вртача могу да варирају у метарским до хектометарским размјерама. Доњи дио је обично запуњен земљишним покривачем или грубозрном дробинином. Вртаче су често везане за системе пукотина и расједа. Тада су обично издужене дуж једне или више руптура (елонгационе, звјездасте или крстасте). Вртаче се најчешће јављају по карстним заравнима када формирају тзв. богињави или полигонални карст. Приликом извођења новијих хидрогеолошких и инжењерско-геолошких истраживања у Црној Гори, истражни радови су често извођени у вртачама тако да су у последњем периоду добијени значајни резултати о геоморфолошким и хидрогеолошким карактеристикама ових подручја.

# Вредновање спелеолошког геонаслеђа – пример Петничке пећине

Душица Трнавац Богдановић

*Млади истраживачи Србије*

*докторанд на Географском факултету Универзитета у Београду*

Спелеолошки објекти, према ProGEO класификацији геодиверзитета, припадају групи геоморфолошких објеката. Највреднији и најзначајнији међу њима репрезентују геонаслеђе. Инвентар 80 објеката геонаслеђа Србије укључује, за сада, 26 спелеолошких објеката. Сви они су заштићена добра, најчешће типа споменика природе. Питање вредних и значајних објеката и потреба израде јасних критеријума за вредновање објеката геонаслеђа истицани су од самог почетка рада на инвентару геонаслеђа Србије. Међутим, у научној и стручној литератури је мали број примера вредновања или оцене објеката геонаслеђа у Србији, а посебно спелеолошких објеката. Петничка пећина, најпознатија пећина Ваљевског краса, један је од десет спелеолошких споменика природе у Западној Србији који су проглашени за објекте геонаслеђа. Више пута је уређивана за туристичке посете, али јој је инфраструктура уништавана. Она је пример спелеолошког објекта разноврсних вредности од геоморфолошких, хидролошких, хидрогеолошких до биогеографских, археолошких и палеонотолошких, али и туристичких, рекреативних и научно образовних. На примеру Петничке пећине представите се анализирани методологије које су примењиване приликом вредновања спелеолошких објеката за потребе процене научних вредности, заштите, потенцијала за рекреацију и туризам. Потреба је да се дискутује и јасно образложи квантификација кључних индикатора на основу којих је могуће поредити објекте према вредности или угрожености. На тај начин дали бисмо допринос планирању, бољем управљању и заштити објеката геонаслеђа у Србији.



DAS

# KARSTPHÄNOMEN.

