

# Speleološka i biospeleološka istraživanja kaptaze (vodocrpilišta) K 2 na otoku Braču

Slika 8 | Iskopani tunel u kaptazi K 2. Foto: Branko Jalžić

Branko Jalžić<sup>1,3</sup>, Ivan Mišur<sup>1</sup>, Goran Rnjak<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Speleološki odsjek HPD Željezničar, Zagreb

<sup>2</sup> Speleološki odsjek HPK Sv. Mihovil, Šibenik

<sup>3</sup> Hrvatsko biospeleološko društvo, Zagreb

<sup>4</sup> Geonatura d.o.o., Zagreb

## Uvod

Poznato je da je cijeli Dinarski krš bogat podzemnim, često nedostupnim prirodnim šupljinama, odnosno kavernama. Takve šupljine se

skoro redovito otkrivaju prilikom bušenja tunela, usjeka, bunara i otvaranja kamenoloma. Takav se slučaj dogodio i prilikom izgradnje vodocrpilišta, kaptaze K 2, na otoku Braču. Tijekom zajedničke akcije članova

Hrvatskog biospeleološkog društva i „SO PD Profunda“ u veljači 2010. godine našu pažnju privukle su priče o kaptazi K 2 u kojoj postoje velika podzemna jezera po kojima se i barkom plovilo.



Nedostatak površinske pitke vode na otoku Braču uvjetovao je provedbu opsežnih hidrogeoloških istraživanja u dolini iznad Postira u razdoblju od 1958. do 1962. godine. Bušenjem su otkrivene velike podzemne kaverne sa značajnim količinama slatke vode na lokalitetu Dunaj, podno naselja Dol. Nakon provedenih uspješnih pokusnih crpljenja iz bušotina, pristupilo se izgradnji kaptaze K 2. U

tu svrhu iskopano je vertikalno okno do dubine od 48 m, od kuda su dalje iskopani vodoravni hodnici duljine 582 m. Prilikom građevinskih radova naišlo se na više prirodnih kaverni s podzemnim jezerima.

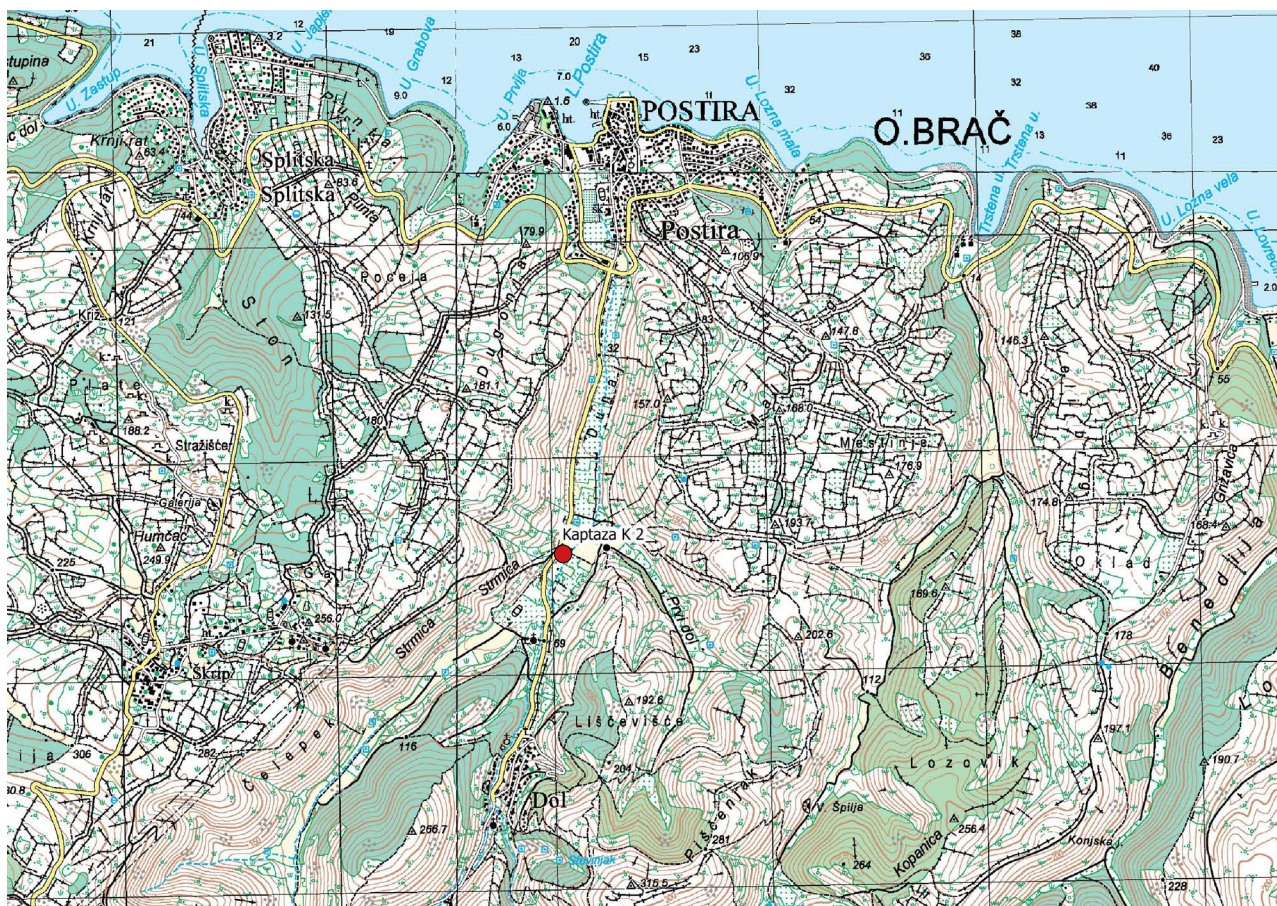
Kaptaža K 2 gubi svoju funkciju 1986. godine kada se brački vodovod priključuje na sustav regionalnog vodovoda Omiš – Brač – Hvar.

## Geografski položaj i dosadašnja saznanja

Kaptaža K 2 se nalazi se na otoku Braču u predjelu postirske udoline zvane Dunaj uz cestu koja vodi od Postira prema mjestu Dol. Od mora je udaljena oko 2 km (Slika 1 i 2). Sam ulaz je smješten unutar zgrade vodovoda. Koordinate zgrade su X = 4802562, Y = 6389042, Z = 56. U



Slika 1 | Kuća unutar koje se nalazi ulaz u kaptazu te panorama oko nje. Foto: Pero Antunovic



Slika 2 | Karta područja s položajem kaptaze K 2.



dostupnoj literaturi kaptaža se navodi i opisuje u radovima od Čubraković (1984) i Štambuk-Giljanović (2002) prvenstveno s hidrološkog, hidrogeološkog i vodoopskrbnog aspekta. O prirodnim šupljinama navodi se samo podatak da je kod Dola izravno izmjerena kaverna duboka 49 m ispod nivoa mora Čubraković (1984). Baučić (1984) samo navodi da se prilikom vodo istražnih radova kod Postira naišlo na podzemne šupljine koje nemaju ulaz na površini.

### Geološki pregled stijena u kojima je izgrađena kaptaža K 2

Otok Brač izgrađen je od čvrstih masa karbonatnih stijena vapnenaca i dolomita. Vapnenci zbog svoje pukotinsko-disolucijske šupljikavosti djeluju kao vodeni kolektor, dok su dolomiti skoro vodonepropusni, što je posljedica njihove kristalne strukture te zbog toga djeluju kao hidrogeološki izolator. Zbog visokog stupnja karstifikacije otoka (okršnosti) atmosferske vode brzo prodiru u podzemlje gdje se nakupljaju u kolektorskim stijenama. Kretanje voda u podzemlju otoka predisponirano je sistemima pukotina i položajem naslaga dolomita.

Kaptaža K 2 izgrađena je u gornjokrednim vapnencima formacije „Dol“. Formacija je dobila ime po

istoimenom naselju gdje su ju opisale Pejović i Radoičić 1987. godine (naselje Dol nalazi se u zaleđu Postira). U vremenu gornje krede područje Brača nalazilo se na području Jadranske karbonatne platforme. Ova formacija je uz Pučišku formaciju izvor najpoznatijih tipova arhitektonsko-građevnog kamena otoka Brača. U podlozi ove formacije nalazi se formacija Gornji Humac, dok se u krovini (iznad) nalazi Pučiška formacija. Kontakt navedenih formacija je dijakron (postepen) zbog čega su formacije različite debljine. Formaciju Dol izgrađuju uglavnom pelagički (dubokovodni) vapnenci i to mikritni vapnenac znan kao građevni kamen Sivac, bioklastični vapnenci i rudistni biolititi (Gušić i Jelaska, 1990). Spomenuti varijeteti izgrađuju glavno tijelo formacije Dol (**Slika 3**). Formacija se počela taložiti u vremenu gornjeg santona (santon geološko razdoblje gornje krede koje je trajalo od prije 85,8 do 83,5 milijuna godina) a završetak njenog taloženja zabilježen je u donjem kampanu (kampan geološko razdoblje gornje krede koje je trajalo je od prije 83,5 do 70,6 milijuna godina). Završetak taloženja Dol formacije označavaju „Brački mramori“ formacije Pučišća. Vrijeme taloženja formacije Dol trajalo je oko 5 milijuna godina (od gornjeg santona do donjeg kampana), a njena debljina iznosi ponegdje i preko 350 metara (Gušić i Jelaska, 1990).

### Hidrogeologija

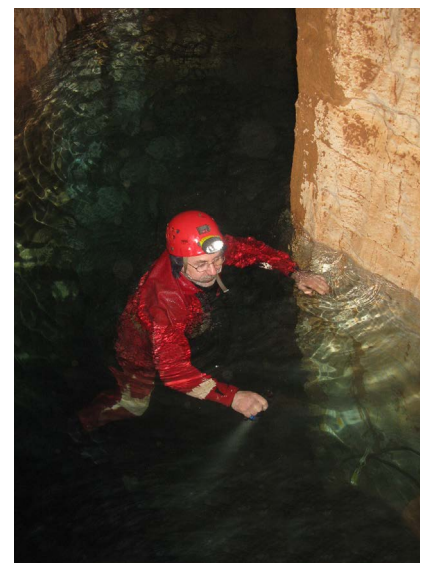
Otok Brač izgrađen je uglavnom od karbonatnih stijena s izrazito krškim reljefom sa svim njegovim oblicima među kojima je i velik broj jama i špilja. Površinske vode vrlo brzo se slijevaju u podzemlje odakle se kao podzemne vode kreću pravcima pružanja pukotina a najveća koncentracija tokova podzemnih voda nalazi se ispod dna dolina. Takav je slučaj zabilježen u podzemnim vodnim kolektorima iznad Postira u koje se dreniraju površinske vode s područja šireg zaleđa. Slatka voda otječe podzemno i pojavljuje se na površini u vrulji uvala Prvlja kod Postira (Čubraković, 1984). U kaptaži K 2 u Velikom jezeru izmjerena je dubina slatke vode od 25 m (**Slika 4**). Prilikom ronjenja nije se uspjelo doći do halokline iako postoje podaci da je prilikom crpljenja vode u ljetno doba došlo do pojave bočate vode u kaverni.

### Pregled speleoloških istraživanja

Provedene su ukupno četiri istraživačke akcije (28.2.2010.; 18.4.2010.; 12.3.2011.; 13.7.2016.) uz sudjelovanje članova SO PD Profunda, SO HPD Željezničar, Hrvatskog biospeleološkog društva, Speleološkog društva „Špiljar, Speleološkog odsjeka HPK Sv. Mihovil, udruge Hrapočuš, tvrtke Geonatura d.o.o. i



Slika 3 | Ulomci rožnjaka u vapnencima. Foto: Branko Jalčić



Slika 4 | Podzemno jezero u kaverni K 2. Foto: Robert Barilla





**Slika 5 | Ulaz u vertikalno okno.**  
Foto: Pero Antunović



**Slika 6 | Ronioci u potopljenom tunelu za visokog vodostaja.** Foto: Robert Barilla



**Slika 7 | Kaverna s Velikim jezerom.**  
Foto: Robert Barilla

Instituta Ruđer Bošković.

Uz speleološka istraživanja provedena su speleoronilačka i biospeleološka istraživanja. Sudionici istraživanja bili su: Pero Antunović, Robert Barilla, Jana Bedek, Helena Bilandžija, Stipe Božić, Neven Cukrov, Davor Cvitanić, Jerko Gospodnetić, Nikola Hanžek, Branko Jalžić, Ana Komerički, Petra Kovač-Konrad, Jurica Matulić, Ivan Mišur, Hrvoje Peternel, Goran Rnjak, Zvonimir Švrljuga i Božidar Vlahović.

### Opis i karakteristike podzemnih prostora

Kaptaža K 2 kombinacija je umjetnog i prirodnog speleološkog objekta. Ukupna duljina iznosi 660 m, a dubina 72 m. Ulazno vertikalno okno iskopano je do dubine od 47 m. Unutar okna izrađeno je devet betonskih podesta pomoću kojih je vertikala razlomljena i opremljena postavljenim metalnim ljestvama pomoću kojih se spušta s podesta na podest (**Slika 5**). Na dnu okomitog okna otvaraju se dvije horizontalne etaže.

Gornja etaža ujedno je i najdulji i

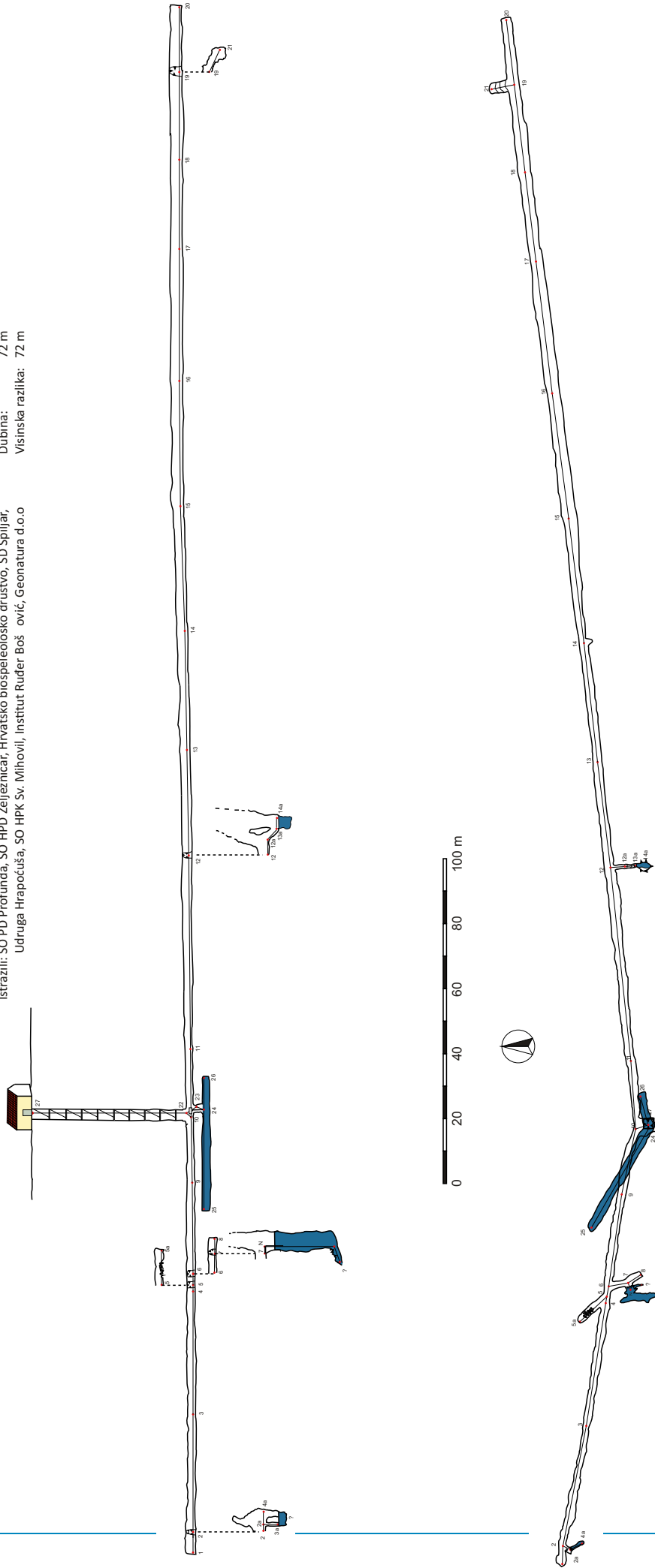
najznačajniji dio kaptaze. Hodnici ove etaže pružaju se u smjeru sjeverozapada u duljini od 140 m i prema jugoistoku u duljini od 350 m. Prosječna visina hodnika iznosi oko 1,7 m, a širina oko 2 m (**Slika 6**). Na tlu se vide tragovi izvađenih pragovala pruge kojom se prilikom izgradnje izvlačio iskopani materijal. U sjeverozapadnom dijelu nalaze se dvije kaverne s vodom na dnu, druge dvije nalaze se u jugoistočnom dijelu. Sve su kaverne pukotinskog tipa, proširene prvenstveno korozivnim djelovanjem procjednih voda. Velika kaverna je znatnijih dimenzija, (**Slika 7**) visine oko 10 m, a dubine preko 25 m. Prilikom ronjenja na toj dubini otkriven je uzak prolaz gdje se kaverna nastavlja u dubinu. Zbog zamućenja vode istraživanja su prekinuta. Na kraju hodnika nalazi se još jedna manja kaverna s vodom. Jugoistočni dio etaže znatno je dulji, u njemu se nalaze dvije manje kaverne. Prilikom zadnjeg posjeta 13.7.2016., u njima nije bilo vode. U hodnicima gornje etaže vidljivi su tragovi plavljenosti vode do visine od 150 cm (**Slika 8**). Donja etaža duga je oko 50 m. Tijekom svih istraživanja donja etaža je bila potopljena (**Slika 9**).



**Kaptaža K 2**  
Dol, Postia, ook Brač

Crtali: Goran Rnjak, Vedran Jajić  
 Mjerio: Hrvoje Peternel  
 Datum: 28. 2. 2014.; 18. 4. 2010.; 13. 7. 2016.  
 Istražili: SO PD Profunda, SO HPD Željezničar, Hrvatsko biospeleološko društvo, SD Špiljar,  
 Udruga Hrapočušća, SO HPK Sv. Mihovil, Institut Rudfer Boš ović, Geonatura d.o.o

Duljina: 660 m  
 Tlocrtna duljina: 582 m  
 Dubina: 72 m  
 Visinska razlika: 72 m



Nacrt priredio: Goran Rnjak

Slika 9 | Nacrt kaptaže K 2





Slika 10 | *Marifugia cavatica*. Foto: Branko Jalžić



Slika 11 | *Sphaeromides virei mediodalmatina*. Foto: Helena Bilandžija



Slika 12 | *Niphargus doli*. Foto: Helena Bilandžija

## Biospeleološki nalazi

Prilikom biospeleoloških istraživanja u vodom potopljenim kavernama u kaptaži K 2 otkriveno je izuzetno zanimljivo stanište - refugij (prijelazno stanište) slatkovodne stigobiontne faune, nastalo prije oko 10 000 godina nakon odvajanja otoka Brača od kopna i prekida veza s podzemnim vodama na kopnu. Unatoč izoliranosti od kopnenih populacija, vodene podzemne životinje u kaptaži K 2 uspjele su opstati sve do današnjih dana.

K 2 jedino je otočko nalazište jedinog podzemnog mnogočetinaša na svijetu, dinarskog špiljskog cjevaša *Marifugia cavatica* (Absolon & Hrabe, 1930) (Slika 10). Također, jedno je od malobrojnih otočkih nalazišta špiljske kozice podvrste *Troglocaris anophthalmus periadriatica* (Jugovic, Jalžić, Prevorčnik & Sket, 2012) i goleme jadranske vodenbabure *Sphaeromides virei mediodalmatina* (Sket, 1964) (Slika 11) i babure roda *Stenasellus* sp. Za kaptažu K 2 značajan je i nalaz nove svojte za znanost, rakušca

*Niphargus doli* (Delić *et al.*, 2017) (Slika 12). Time je K 2 postala tipskim lokalitetom (locus typicus) i jedino je do sada poznato stanište ove vrste. Od predstavnika kopnene faune u kaverni su nađene babure vrste *Alpioniscus magnus* (Frankenberger, 1938), skokuni (Colembolla), kornjaš, penekov tankovrtić *Spelaeobates peneckeii* (Müller, 1903) i od šišmiša, mali potkovnjak *Rhinolophus hipposideros*.

## Pregled fizikalno-kemijskih parametara izmjerenih u kaverni 12. 3. 2011. godine.

<b>Ispod vertikalnog okna</b>	Tzrak=11,4 °C (11,6 °C Kestrel) RH = 93,4% Tsed=10,4 CO <sub>2</sub> = 420 ppm, 8,8 °C
<b>Kod Velikog jezera</b>	Tzrak=13,1 °C (11,4 °C Kestrel) RH = 94,1% CO <sub>2</sub> = 599 ppm, 11,6 °C
<b>Početak desnog kanala</b>	kond.= 408 μS/cm SAL = 0,0 ppm O <sub>2</sub> = 84,6 %, 11,3 °C O <sub>2</sub> = 9,13 mg/l pH = 8,21, 11,3 °C U = -77 mV

<b>Veliko jezero, površina</b>	kond.= 340 μS/cm; 13,9 °C SAL = 0,0 ppm O <sub>2</sub> = 71,3 %, 13,7 °C O <sub>2</sub> = 7,52 mg/l pH = 7,93, 13,6 °C U = -62 mV
<b>Veliko jezero, dno</b>	kond.= 448 μS/cm; 13,9 °C SAL = 0,0 ppm O <sub>2</sub> = 75,5 %, 13,7 °C O <sub>2</sub> = 7,80 mg/l pH = 7,58, 13,7 °C

## Zaključak

Kaptaža K 2 izgrađena je u svrhu poboljšanja vodoopskrbe stanovništva otoka Brača. Tijekom izgradnje otkrivene su 4 pukotinske kaverne s vodom. Najveća od njih se nalazi u sjeverozapadnom dijelu gornje horizontalne etaže. Istražena je do dubine od 26 m. Na dnu postoji mogućnost daljnjeg napredovanja. Prolaz je dimenzija 1 x 0,5 m s dosta sedimenta na dnu. Donja etaža u vrijeme svih istraživanja bila je u cijelosti potopljena.

U kaptaži K 2 ostvarena su izuzetna otkrića stigobiontne faune koja inače obitava u slatkovodnim podzemnim staništima na kopnu, ali i u izoliranim staništima na otoku Braču. Prvenstveno je posebno značajan nalaz nove svojte za znanost, rakušca *Niphargus doli*, koja je ovdje prvi puta zabilježena za neki otok, te goleme jadranske vodenbabure *Sphaeromides virei mediodalmatina*, a jedino je poznato otočko nalazište dinarskog špiljskog cjevaša, *Marifugia cavatica*.

Postignuta otkrića osnova su za posebnu pažnju i zasluženu stručnu zaštitu samoga staništa, a time i podzemne faune koja obitava u kaptaži K 2.

## Zahvala

Srdačno se zahvaljujemo gospodinu Tončiju Trutaniću direktoru Vodovoda Brač d.o.o., koji nam je omogućio pristup Kaptaži K 2. Nadalje zahvalu dugujemo udruzi Hrapočuš, mještanima mjesta Dol, Općini Postira i konobi Kaštil Gospodnetić na gostoljubivom primitku. Ujedno se zahvaljujemo Institutu Ruđer Bošković kao i tvrtki Geonatura d.o.o. iz Zagreba na potpori prilikom posljednjeg istraživanja 2016. kada je izrađen speleološki nacrt K 2.

Veliku pomoć tijekom svih istraživačkih akcija pružili su nam članovi SO PD „Profunda“.

## Literatura

- Absolon, K. and Hrabe, S., 1930: Über einen neuen Süßwasser-Polychaeten aus den Höhlengewässern der Herzegowina. Zoologischer Anzeiger, 88(9/10): 249-264.
- Baučić, I., 1984: Jame i spilje na otoku Braču. Brački zbornik, 14., 23-34.
- Čubraković, V., 1984: Uvod u geologiju i hidrogeologiju otoka Brača. Brački zbornik, 14., 17-22.
- Delić, T., Švara, V., Coleman, C. O., Trontelj, P., Fišer, C., 2017: The giant cryptic amphipod species of the subterranean genus *Niphargus* (Crustacea, Amphipoda). Zoologica Scripta, 1-13.
- Frankenberger, Z., 1938: Sur les genres *Illyrionethes* Verh. et *Aegonethes*, g. n. (Isopodes). Arch. zool. exp. gén. 80, 25-37.
- Gušić, I. & Jelaska, V., 1990: Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brača u okviru geodinamske evolucije Jadranske karbonatne platforme, Djela JAZU, 69, 160 p.
- Jugović, J., Jalžić, B., Prevorcnik, S. et B. Sket. 2012: Cave shrimps *Troglocaris* s. str. (Dormitzer, 1853), taxonomic revision and description of new taxa after phylogenetic and morphometric studies. Zootaxa 3421, 1-31.
- Müller, J. [G.], 1903: Über neuer Höhlenkäfer aus Dalmatien. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-natwiss. Kl. 112, 870-889.
- Sket, B., 1964: Genus *Sphaeromides Dollfus* 1897 (Crust., Isopoda, Cirolanidae) in Jugoslavien. Biol. vestn. 12, 153-168.
- Štambuk-Giljanović, N., 2002: Vode Cetine i njezina područja, 1-814.

## Speleological and Biospeleological Research in K 2 Spring Capping on Brač Island

The K 2 Spring Capping was built to improve the island's water supply capabilities. Four fissure-type caverns were discovered during construction. The largest of them, which is 26 meters deep, is situated in the north-western part of the horizontal upper level. The bottom of the cavern may warrant further exploration behind a 1 x 0,5-meter passage. The bottom level has been submerged by water on every occasion.

The K 2 Spring Capping has yielded significant discoveries of stygobiotic fauna that is usually found in land freshwater habitats, as well as some other isolated habitats on Brač Island. One of the more important discoveries is that of *Niphargus doli* and is the first time the amphipod has been recorded on an island, as it is for the Dinaric tube-worm *Marifugia cavatica*. Another important finding is that of the Dalmatian Giant Pill-Bug, *Sphaeromides virei mediodalmatina*.

These notable discoveries should serve as a reason to give special attention and protection to the habitat as well as the fauna living in the K 2 Spring Capping.