

IZOTOPSKA SESTAVA KISIKA IN
OGLJIKA V VODI IZ
TABORSKE JAME

ISOTOPIC COMPOSITION OF OXYGEN AND CARBON
IN WATERS FROM TABORSKA JAMA

Janko URBANC, Janja KOGOVŠEK in Jože PEZDIČ

Izvlček

UDK 556.12:551.442(497.12)

Urbanc, Janko, Janja Kogovšek, Jože Pezdič: IZOTOPSKA SESTAVA KISIKA IN OGLJIK V VODI IZ TABORSKE JAME

Opisane so značilnosti izotopske sestave kisika in ogljika v vodi curka v Taborski jami med padavinskim valom. Iz podatkov o izotopski sestavi kisika se je dalo izračunati deleže padavinske vode v curku. Podana je tudi primerjava izotopske sestave ogljika v vodi in sige z meritvami v nekaterih drugih slovenskih jamah.

Abstract

UDC 556.12:551.442(497.12)

Urbanc, Janko, Janja Kogovšek, Jože Pezdič: ISOTOPIC COMPOSITION OF OXYGEN AND CARBON IN WATERS FROM TABORSKA JAMA

The properties of isotopic composition of oxygen and carbon in trickle water in Taborska jama during the rainwater pulse are described. The data about isotopic oxygen composition enabled the calculation of rainwater rate in the trickle. The measurements of isotopic composition of carbon in water and in flowstone are compared with measurements in other slovene caves.

Naslov - Address

mag. Janko Urbanc, dipl.ing. geol
Jože Pezdič, dipl. ing. geol.
Institut Jožef Stefan
YU 61000 Ljubljana, Jamova 39

mag. Janja Kogovšek, dipl. ing. chem.
Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU
YU 66230 Postojna, Titov trg 2

V kraških jamah se v jamskih curkih pojavljata dva tipa skozi strop prenikajoče vode. Prve so počasi iztekajoče vode oziroma bazni tok ter druge hitro iztekajoče padavinske vode ob deževnem valu. Bazni tok je kemijsko in izotopsko močno homogeniziran, voda padavinskih valov pa ima lastnosti vsakokratnih padavin. Naša raziskava je imela namen ugotoviti delež novih padavin v padavinskem valu jamskega curka v Taborski jami. Poleg tega smo tudi želeli primerjati izotopsko sestavo ogljika v vodi iz Taborske jame z vodami iz nekaterih drugih slovenskih jam.

Vzorci so odvzeli sodelavci Inštituta za raziskovanje krasi in sicer je bilo analiziranih pet vzorcev vode curka na kopo v Zadnji dvorani Taborske jame v času padavinskega vala in pet po njem. O zančilnostih pretakanja padavin v Taborsko jamo, vključno s curkom v Zadnji dvorani poroča J. Kogovšek (1990). Izotopske analize so bile izvršene z masnim spektrometrom Varian Mat 250 na Inštitutu Jožef Stefan.

Če poznamo izotopsko sestavo kisika v padavinah in izotopsko sestavo kisika v baznem toku jamskega curka, lahko določimo delež padavinske vode v curku med vodnim valom. Izotopska sestava kisika v vodi se namreč med njenim tokom v podzemlju ne spreminja in jo torej lahko uporabimo kot naravno sledilo. Delež baznega toka izračunamo iz masne bilance:

$$\frac{Q_g}{Q_t} = \frac{(\delta t - r)}{(\delta g - \delta r)} \quad (1)$$

Q_t : skupni iztok

Q_g : delež baznega toka

δt : $\delta^{18}\text{O}$ v skupnem iztoku

δr : $\delta^{18}\text{O}$ padavin

δg : $\delta^{18}\text{O}$ v baznem toku

V primeru vodnega vala v Taborski jami na žalost ne poznamo točne izotopske sestave kisika v padavinah, zato smo kot približek vzeli srednjo vrednost $\delta^{18}\text{O}$ padavin v Ljubljani v mesecu juniju (-5,7 ‰). Za izotopsko sestavo kisika v baznem toku pa smo privzeli izotopsko sestavo kisika v nizki vodi iz curka neposredno pred vodnim valom (-9,12 ‰). Točnost določitve deležev posameznih vod v skupnem toku je seveda odvisna od tega, v kolikšni meri sta ti dve predpostavki blizu realnim vrednostim v času vzorčevanja. Tabela 1 ter slika 1 prikazujeta spreminjanje izotopske sestave kisika v vodi med vodnim valom skupaj z izračunanimi deleži padavinske vode v celokupnem odtoku na curku.

Nizka voda oziroma bazni tok je imel pred vodnim valom $\delta^{18}\text{O}$ okoli -9 ‰, kar je približno srednja vrednost $\delta^{18}\text{O}$ v padavinah tega območja. Kljub skoraj 100 krat večjemu pretoku v curku je delež zadnjih padavin v njem dosegel komaj 50 % skupnega

Tabela 1: Izotopska sestava kisika in deleži padavinske vode, izračunani po formuli 1, v vodi curka v Zadnji dvorani Taborske jame.

čas	$\delta^{18}\text{O}$ vode na curku (‰)	% padavinske vode
vodni val		
19.6. - 23.9. 1989	- 9.12	0
23.6. (10.00 - 10.30)	- 7.79	39
" (10.30 - 11.20)	- 7.55	52
" (11.20 - 11.50)	- 7.60	48
23.6. (11.50) - 24.6.	- 9.04	2
po vodnem valu		
24.6. - 19.7.	- 8.72	
19.7. - 16.8.	- 8.92	
16.8. - 22.8.	- 8.98	
22.8. - 6.9.	- 8.91	
19.9. - 26.9.	- 8.82	

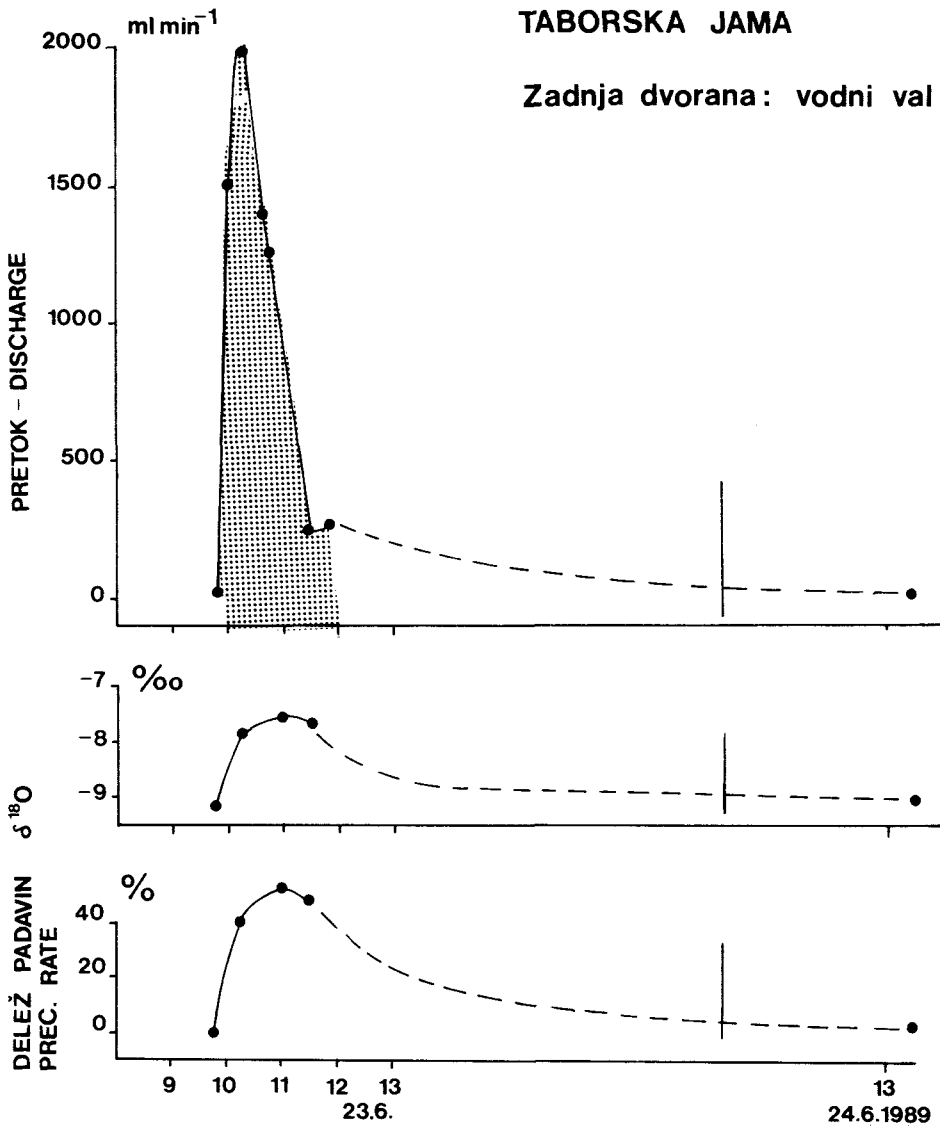
pretoka (slika 1). Vidimo tudi, da se je $\delta^{18}\text{O}$ vode že po enem dnevu po padavinah praktično vrnil na začetno vrednost, ali drugače, že po enem dnevu po padavinah je v curku iztekal le bazni tok.

Iz povedanega lahko sklepamo, da v zaledju tega curka prevladujejo strukture, ki vodo močno zadržujejo in homogenizirajo, na hitro pa prepustijo le močnejše padavinske nalive. Močno povečan pretok ob sorazmerno majhnem deležu zadnjih padavin v curku si lahko razlagamo le s pospešenim iztiskanjem starejših vod zaradi povečanega hidravličnega pritiska v sistemu. Podobno so se v predhodnih raziskavah obnašali tudi curki v Planinski jami (Pezdič et al., 1984) ter v Divaški jami (Urbanc, 1989).

Po vodnem valu se je večina vrednosti $\delta^{18}\text{O}$ gibala okoli -8.9 ‰ torej so bile približno 0.2 ‰ bolj pozitivne (tabela 1). To pomeni, da so v baznem toku začele prevladovati pole tne vode s pozitivnejšimi vrednostmi $\delta^{18}\text{O}$. Naslednja tabela prikazuje izotopsko sestavo skupnega anorganskega ogljika v vodi.

Tabela 2: Izotopska sestava skupnega anorganskega ogljika v vodi curka v Zadnji dvorani.

čas	$\delta^{18}\text{O}$ vode na curku (‰)
19.6. - 23.9. 1989	- 15.80
23.6. (10.00 - 10.30)	- 16.92
" (10.30 - 11.20)	- 16.32
" (11.20 - 11.50)	- 16.68
23.6. (11.50) - 24.6.	- 16.41



Slika 1: Pretok vode, izotopska sestava kisika ter delež padavinske vode v curku v Zadnji dvorani Taborske jame.

Fig. 1: Water discharge, isotopic composition of oxygen and the rate of rainwater in the trickle in Zadnja dvorana of Taborska jama

Izmerjene vrednosti $\delta^{13}\text{C}$ v vodi so bistveno nižje od meritev v jamah notranjskega in primorskega krasa (Pezdič et al., 1986, Urbanc, 1989). Nižje vrednosti $\delta^{13}\text{C}$ lahko

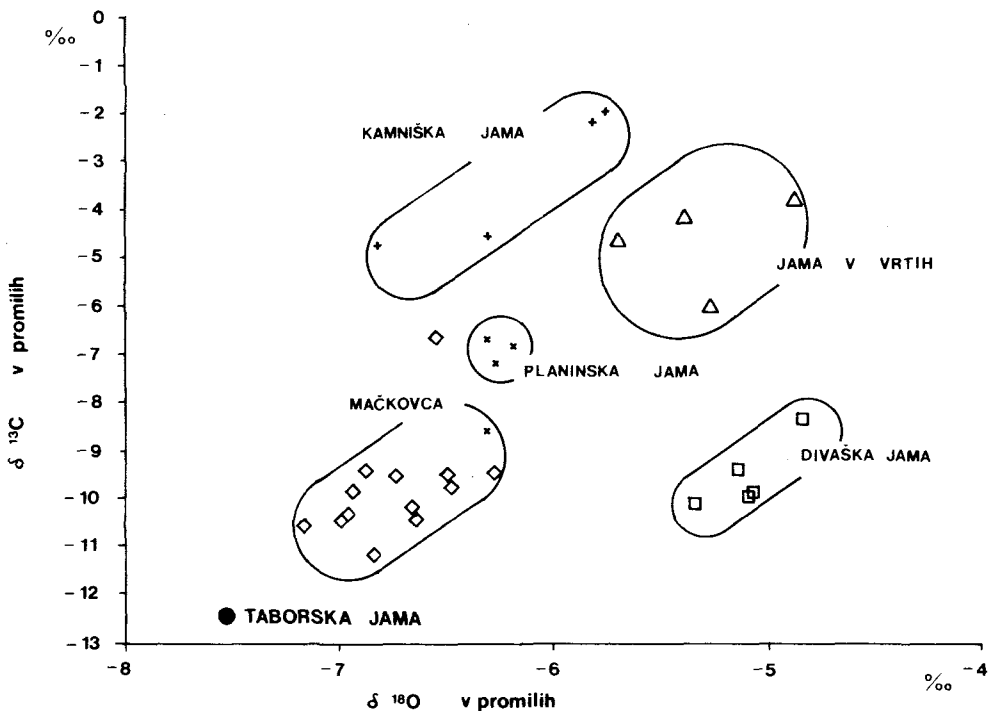
pripišemo drugačni klimi, s tem pa drugačnemu razkroju organskih snovi v tleh ter izpiranju CO_2 iz tal.

Bolj negativne vrednosti $\delta^{13}\text{C}$ v vodi se odražajo naprej tudi v sigi. Analiza recentne sige je pokazala sledečo izotopsko sestavo:

$$^{13}\text{C} \text{ (PDB)} = -12,22 \text{ ‰}$$

$$^{18}\text{O} \text{ (PDB)} = -7,58 \text{ ‰}$$

Slika 2 prikazuje primerjavo izotopske sestave recentne sige iz Taborske jame z recentnimi sigami iz nekaterih drugih slovenskih jam.



Slika 2: Izotopska sestava ogljika in kisika v recentni sigi iz Taborske jame v primerjavi z recentnimi sigami iz drugih jam v Sloveniji.

Fig. 2: Isotopic composition of carbon and oxygen in recent flowstone from Taborska jama compared to recent flowstones from other caves in Slovenia

Vidimo, da so tako vrednosti $\delta^{13}\text{C}$ kot $\delta^{18}\text{O}$ najnižje od doslej izmerjenih. Kot smo že omenili, so zelo negativne vrednosti $\delta^{13}\text{C}$ v sigi pogojene s klimo oziroma procesi v tleh, medtem ko je izotopska sestava kisika v sigi pogojena z več dejavniki: izotopsko sestavo padavin, temperaturo v jami in stopnjo izpada karbonata iz vode.

LITERATURA

- Kogovšek, J., 1990: Značilnosti pretakanja padavin skozi strop Taborske jame. *Acta carsologica*, 19(1990), 139-156, Ljubljana
- Pezdič, J., Leskovšek-Šefman, H., Dolenc, T., Urbanc, J., 1984: Isotopic study of karst water. Končno poročilo IAEA, 47 p., Ljubljana.
- Pezdič, J., Dolenc, T., Krivic, P., Urbanc, J., 1986: Environmental isotope studies related to ground-water flow in the central Slovenian karst region, Yugoslavia. *Proceedings 5th SUWT*, 91-100, Atene.
- Urbanc, J., 1989: Izotopska sestava ogljika v počasi iztekajočih kraških vodah. Magistrsko delo, 121 p., Ljubljana.

ISOTOPIC COMPOSITION OF OXYGEN AND CARBON IN WATERS FROM TABORSKA JAMA

Summary

The measurements of isotopic composition of oxygen in water have shown, that during the water pulse in the trickle "Curek na kopo" 50% of rainwater at most appeared, although the discharge in this time augmented for more than 100%. This phenomenon could be explained by increased hydraulic pressure in the system and connected squeezing of older waters. In first day after water pulse the isotopic composition of oxygen in water practically returned to its former value, meaning that older water from the basic flow appeared in the trickle after one day already.

It all evidence that there are structures above the trickle homogenising the rainwater and letting through rainshowers for relatively short time only.