



7. HRVATSKI GEOGRAFSKI KONGRES

Čakovec, 9.-11. listopada 2019.

KNJIGA

SAŽETAKA



Izdavač

Hrvatsko geografsko društvo
Marulićev trg 19/II, Zagreb
www.hagede.hr

Za izdavača

Danijel Orešić

Urednici

Danijel Orešić
Jelena Lončar
Mladen Maradin

Grafički i tehnički urednik

Ivan Zagoda

Dizajn i prijelom

Ivan Zagoda

Tisak

Sveučilišna tiskara d.o.o.

Tiskano potporom Ministarstva znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske

ISSN 1849-8353

Svi sažeci su recenzirani.

Izdavač, urednici, Organizacijski i Programski odbor 7. hrvatskog geografskog kongresa ne snose odgovornost za iznesene stavove i priloge u ovoj Knjizi sažetaka.

Sažeci nisu lektorirani i autori su u potpunosti odgovorni za njihovu jezičnu i pravopisnu pravilnost.

VARIJACIJE KONCENTRACIJE CO₂ U TURISTIČKIM ŠPIJAMA NA PRIMJERU ŠPIJLA MODRIČ I MANITE PEĆI

Maćeja Kulišić¹, Robert Lončarić², Lukrecija Sršen³, Maša Surić²

¹studentica na Odjelu za geografiju Sveučilišta u Zadru, Zadar
mateakulisic@gmail.com

²Sveučilište u Zadru, Odjel za geografiju, Centar za istraživanje krša i priobalja, Zadar
rloncar@unizd.hr, msuric@unizd.hr

³studentica na Odjelu za geografiju Sveučilišta u Zadru, Zadar
srsenlukrecija@gmail.com

Ključne riječi: špilje, koncentracija CO₂ u zraku, sezonske varijacije, morfologija, turizam

Uvod

Praćenje koncentracije CO₂ u zraku u turističkim špiljama važno je zbog toga što povišene vrijednosti CO₂ u odnosu na one u vanjskoj atmosferi mogu imati negativan utjecaj na ljudsko zdravlje (Halbert, 1982), pa u onim turističkim špiljama koje imaju znatno povišene vrijednosti ugljičnog dioksida zadržavanje posjetitelja i djelatnika mora biti vremenski ograničeno ili u potpunosti zabranjeno. Osim prirodnog, postoji i antropogeni utjecaj na povišenje koncentracije CO₂ u špiljskoj atmosferi koji je posebice vidljiv u špiljama manjih dimenzija sa slabom cirkulacijom zraka, a koje posjećuje razmjerno velik broj turista (Baker i Genty, 1998). Osim toga, promjena koncentracija u špiljskoj atmosferi utječe i na intenzitet taloženja i otapanja špiljskih karbonata (Fairchild i Baker, 2012; Prelovšek i sur. 2018).

U ovom radu predstavljeni su rezultati praćenja koncentracije CO₂ u špiljskoj atmosferi u špiljama Manita peć i Modrič. Špilja Manita peć nalazi se unutar Nacionalnog parka Paklenica s ulazom na 570 m nadmorske visine. Špilja je turistički uređena te je otvorena za posjetitelje od proljeća do jeseni. Špilja Modrič nalazi se nedaleko od naselja Rovanjaska s ulaznim dijelom na 32 m nadmorske visine i zaštićena je kao geomorfološki spomenik prirode. Sastoji se od dva glavna kanala od kojih je jedan (tzv. lijevi kanal) otvoren za posjetitelje tijekom čitave godine. Špilja nije turistički uređena i posjetitelji u nju ulaze uz pratnju stručnog vodiča i u osnovnoj speleološkoj opremi. Istraživanja su provedena s ciljem određivanja prostornih i vremenskih varijacija koncentracije CO₂ unutar spomenutih špilja te mogućeg utjecaja posjetitelja na povišenje koncentracije ugljičnog dioksida.

Varijacije koncentracije CO₂

Mjerenje koncentracije CO₂ unutar navedenih špilja provedeno je u razdoblju od godine dana. Uz 12 redovnih mjesečnih mjerenja obavljena su dodatna mjerenja prije ulaska turističke grupe posjetitelja i nakon obilaska u obje špilje. Mjerenja koncentracije CO₂ u Manitoj peći obavljena su

na devet lokacija, dok su u špilji Modrič obavljena na osam lokacija. Za mjerenje koncentracije CO₂ korišten je prijenosni mjerač CO₂ AZ 7755 proizvođača AZ Instrument.

Mjerenja u špilji Manita peć pokazala su sezonske varijacije koncentracije CO₂ u špiljskom zraku pri čemu je zimski period obilježen minimalnim prostornim i vremenskim varijacijama. S obzirom da je špilja Manita peć jednostavna špilja s jednim dominantnim prostranim špiljskim kanalom bez bočnih odvojaka, tijekom zimskih mjeseci intenzivniji dotok vanjskog zraka smanjuje koncentraciju CO₂ na razinu vanjske atmosfere (325-464 ppm). Do početka ljetne sezone koncentracija CO₂ se udvostručuje već u prvoj trećini špilje i ostaje više ili manje stabilna sve do kraja špilje. Tijekom ljetne sezone u špilji je dosegnut vrhunac broja posjetitelja tijekom srpnja i kolovoza (od 3000 do 3500 mjesečno), koji se podudara s razdobljem prirodnog ljetnog povišenja CO₂ u špiljskom zraku (924-1387 ppm).

Međutim, iako su povišene, koncentracije CO₂ znatno su niže u odnosu na obližnju špilju Modrič, u kojoj zabilježene zimske CO₂ vrijednosti variraju u rasponu od 350 ppm do 2250 ppm. Kao što je pretpostavljeno, razlike u koncentraciji CO₂ značajno se povećavaju s povećanjem udaljenosti od ulaza u špilju. Za razliku od Manite peći, špilja Modrič se sastoji od dva uža kanala s nekoliko relativno uskih prolaza, tako da unutrašnji dijelovi špilje nisu prozračeni, pa zabilježene zimske i ljetne CO₂ vrijednosti najdubljeg dijela desnog kanala variraju između 1400 ppm i 9400 ppm. Antropogeni utjecaj na koncentraciju CO₂ zabilježen je nakon većih turističkih skupina, ali je taj utjecaj zanemariv u odnosu na prirodno povišenje koncentracije CO₂ tijekom ljetnih mjeseci zbog pojačane biološke aktivnosti u tlu.

Zaključak

Rezultati mjerenja koncentracije CO₂ u špiljskom zraku ukazuju na sezonske varijacije s povećanjem koncentracije tijekom ljetnog perioda koje su uzrokovane povišenom biogenom aktivnosti u tlu te difuzijom epikršskog zraka bogatog CO₂ kroz relativno tanki nadsloj špilje. Međutim, zbog prostranosti i relativno velikog ulaza špilja Manita peć relativno je dobro prozračena, te ni apsolutne vrijednosti niti varijacije koncentracije CO₂ u zraku nisu tako velike kao što je to slučaj špilje Modrič koja ima bitno različitu morfologiju. Uski horizontalni kanali špilje Modrič tek zimi uspijevaju biti djelomično prozračeni, no u pojedinim dijelovima minimalne zimske vrijednosti su još uvijek veće od maksimalnih ljetnih vrijednosti CO₂ u Manitoj peći. Osim toga, tanji nadsloj i nešto bogatiji vegetacijski pokrov dodatno idu u prilog višoj koncentraciji CO₂ u špilji Modrič. Utjecaj antropogenog CO₂ mjerljiv je u obje špilje. U Manitoj peći zabilježen je porast koncentracije CO₂ od oko 20% (s 500 ppm na 600 ppm), ali je zbog kratkog zadržavanja posjetitelja te razmjerno velikog volumena špilje i dobre prirodne prozračivosti taj utjecaj prostorno i vremenski vrlo ograničen te praktično zanemariv. Iako su apsolutne vrijednosti antropogeno dodanog CO₂ u Modriču slične onima u Manitoj peći (100-150 ppm) one su zanemarive u odnosu na prirodno ljetno povećanje vrijednosti CO₂ koje su i do 25 puta veće u odnosu na koncentraciju CO₂ u vanjskoj atmosferi.

Literatura

- Baker, A., Genty, D., 1998: Environmental pressures on conserving cave speleothems: effects of changing surface land use and increased cave tourism, *Journal of Environmental Management* 53, 165-175.
- Fairchild, I. J., Baker, A., 2012: *Speleothem Science: From Process to Past Environments*, Wiley-Blackwell, Chichester, 432 str.
- Halbert E. J. M., 1982: Evaluation of carbon dioxide and oxygen data in atmosphere using the Gibbs Triangle and Cave Air Index. *Helictite* 20 (2), 60-68.
- Prelovšek, M., Šebela, S., Turk, J., 2018: *Carbon dioxide in Postojna Cave (Slovenia): spatial distribution, seasonal dynamics and evaluation of plausible sources and sinks*, Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2018.