

Hidrološka mjerenja u Jami kod Rašpora

Hrvatski sifon. Foto: Andrija Rubinić

Andrija Rubinić

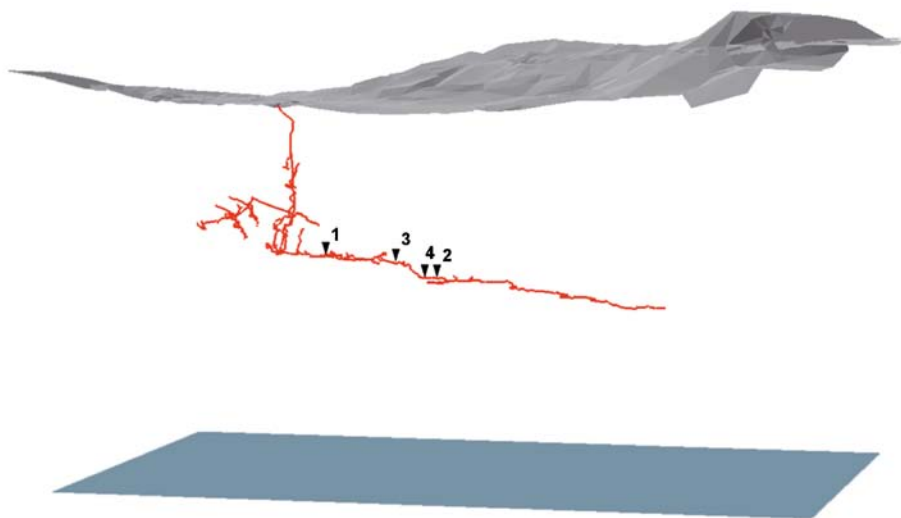
Uvod

Jama kod Rašpora povremeni je ponor gdje za vrijeme jačih kiša ili neposredno iza njih voda utječe u njega.

Prema Hrvatskoj osnovnoj karti veličina površinskog sliva je svega 0,24 km². Većina površinskog sliva je sastavljena od nepropusnih flišnih naslaga, a tek manji dio od vapnenaca.

Prema veličini ulaznih dijelova jame može se pretpostaviti da je u nedavnoj geološkoj prošlosti veličina površinskog sliva bila znatno veća.

Na području gdje se nalazi ponor srednja godišnja temperatura zraka je između 8 i 9° C te je srednja godišnja količina oborina između 1750 i 2000 mm oborina (Zaninović i sur. 2008). Najbliža kišomjerna postaja udaljena je 4,5 km od ulaza u jamu i smještena



Slika 1 – 3d prikaz Jame kod Rašpora s položajem mjerenja: 1- data logera za kompenzaciju tlaka i mjerenje temperature zraka (2011.-2012.), 2 – data logera za mjerenje razine i temperature vode (2011.-2012.), 3 - data logera za kompenzaciju tlaka i mjerenje temperature zraka (2015.-2016.) i 4 – data logera za mjerenje razine, elektroprovodljivosti i temperature vode (2015.-2016.)

je u naselju Lanišće, locirana na nadmorskoj visini od 560 m n.m., i njome upravlja Državni hidrometeorološki zavod. Prema dosad provedenim hidrogeološkim istraživanjima Jama kod Rašpora i njena neposredna okolica spada u treću zonu sanitarne zaštite izvora Sv. Ivan u Buzetu. Iako do sad nije povedeno trasiranje ovog ponora, trasirali su se neki drugi okolni ponori na području Čičarije.

Mjerenja

Kako bi se stekao uvid u režim oscilacija vode u glavnom meandru Jame kod Rašpora provedena su mjerenja data loggerima, u dva navrata s kontinuitetom većim od 12 mjeseci. Korišteni su uređaji proizvođača Eijkelkamp Soil & Water, tipa Micro-Diver, CTD-Diver i Baro-Diver.

Osnovni speleološki motiv ovih mjerenja bilo je steći uvid u duljinu i vrijeme prohodnosti Slovenskog i Hrvatskog sifona kako bi se lakše mogla planirati daljnja istraživanja nastavka glavnog kanala Jame.

Prvo u mjerenje provedeno od 29. kolovoza 2011. do 8. rujna 2012. na lokaciji Hrvatskog sifona (sl. 1 – lokacija 2) gdje se mjerila pritiska vodnog stupca i temperatura vode (sl. 1 – lokacija 1). Te je mjerena temperatura i tlak zraka, radi kompenzacije tlaka mjernog uređaja u sifonu, na lokaciji Okrugla dvorana (sl. 1 – lokacija 1) odnosno na ulazu u meandar nakon nje (tablica 1). Rezultati mjerenja prikazani su tabličnom i grafičkom obliku (tab. 1, sl. 2)

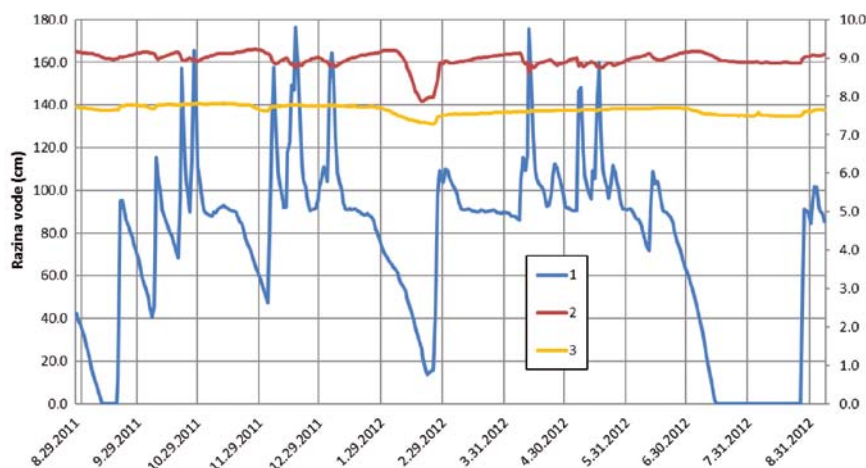
Drugo mjerenje provedeno je od 19. srpnja 2015. do 22. rujna 2016. na lokaciji Slovenskog sifona (sl. 1 – lokacija 4) gdje se mjerio pritiska vodnog stupca, temperatura i elektroprovodljivost vode. Mjerena je i temperatura te tlak zraka radi kompenzacije tlaka mjernog uređaja u sifonu u slijepom odvoju meandra stotinjak metara prije Slovenskog sifona (sl. 1 – lokacija 3). Rezultati mjerenja prikazani su tabličnom i grafičkom obliku (tab. 2, sl. 3)

Modeliranje

Nakon mjerenja od 29. kolovoza 2011. do 8. rujna 2012. utvrđeno je

	Visina vodnog stupca (cm)	Temperatura vode (°C)	Temperatura zraka (°C)
Prosjeck	73,7	9,0	7,6
Max.	176,3	9,2	7,8
Min.	0,0	7,9	7,3
St. dev.	41,1	0,2	0,1

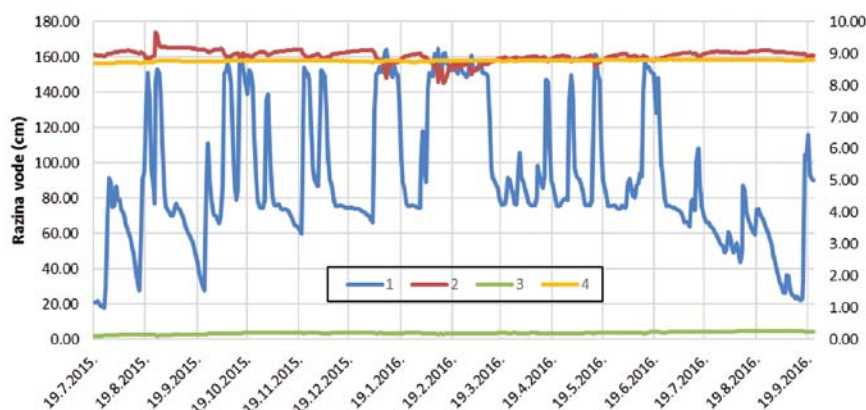
Tablica 1 – Osnovna statistička obrada mjerenja 2011.-2012. (Rubinić i sur. 2013.)



Slika 2 Prikaz mjerenih podataka 2011. – 2012.: 1 - Razina vode u Hrvatskom sifonu, 2 - Temperatura vode u sifonu, 3 - Temperatura zraka u Okrugloj dvorani (Rubinić i sur. 2013.)

	Visina vodnog stupca (cm)	Temperatura vode (°C)	Elektroprovodljivost vode (mS/cm)	Temperatura zraka (°C)
Prosjeck	91,3	8,9	0,19	8,8
Max.	293,1	12,3	0,26	8,9
Min.	17,3	7,6	0,09	8,7
St. dev.	38,4	0,2	0,03	0,0

Tablica 2 – Osnovna statistička obrada mjerenja 2015.-2016.



Slika 3 Prikaz mjerenih podataka 2015. – 2016.: 1 - Razina vode u Hrvatskom sifonu, 2 - Max razina vode - moguć prolaz sifona, 3 - Temperatura vode u sifonu, 4 - Temperatura zraka u Okrugloj dvorani.

da je prolaz kroz Hrvatski i Slovenski sifon bio otvoren 139 od 376 dana mjerenja. Razlog tome je izrazita suša u tom razdoblju (sl. 4).

Nakon te spoznaje krenulo se u izradu matematičkog modela kojim bi se mogla prognozirati razina vode u

sifonu kako bi se olakšalo planiranje budućih speleoloških istraživanja iza sifona.

Prognoza razine vode u jami provedena je korištenjem modela iz domene DM modela (Data Mining), modela pri čijem se formiranju koriste metode

primjene umjetne inteligencije.

Pritom je korišten pristup s klasifikatorom koji generira odluke u vidu regresijskih stabala. Sam je model formiran pomoću machine learning softwera Weka 3.6. Korišten je classifier M5Base (Implements base routines for generating M5 Model trees and rules). Ulazni podaci bili su: dnevna oborina s postaje Lanišće i srednja dnevna temperatura postaje Gradišće - Brkini te podaci izvedenih iz njih (Rubinić i sur. 2013.).

Model je treniran na 66% raspoloživih podataka, a testiran na 33% pri čemu su korišteni standardni statistički testovi kojima se definiraju odstupanja između mjerenih i modeliranih vrijednosti (Rubinić i sur. 2013.).

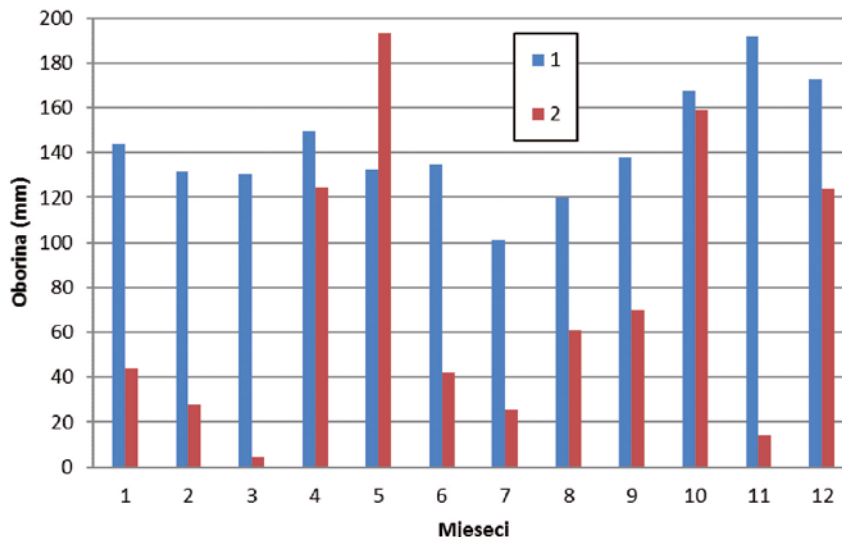
Vidljivo je (sl. 5) da je postignuto vrlo dobro prilagođavanje modeliranih podataka o vodostajima u sifonu s mjerenim vrijednostima te je dobiven koeficijent korelacije 0,955.

Kada gledamo rezultate modeliranja samo kao broj prognoziranih dana testiranih logičkim testom „otvoren sifon“ ili „potopljen sifon“, od 376 dana model griješi samo 15 dana što daje uspješnost prognoze od 96% dana. Međutim, ovi dobri rezultati modeliranja moraju se uzeti sa dozom skepse jer se model prilagodio izrazito sušnom razdoblju 2011. – 2012 (Rubinić i sur. 2013.). Model je nedavno testiran i na potpuno drugačijoj hidrološkoj situaciji u razdoblju 2015. – 2016. gdje se pokazao malo lošijim ali sa zadovoljavajućim rezultatima (sl. 6).

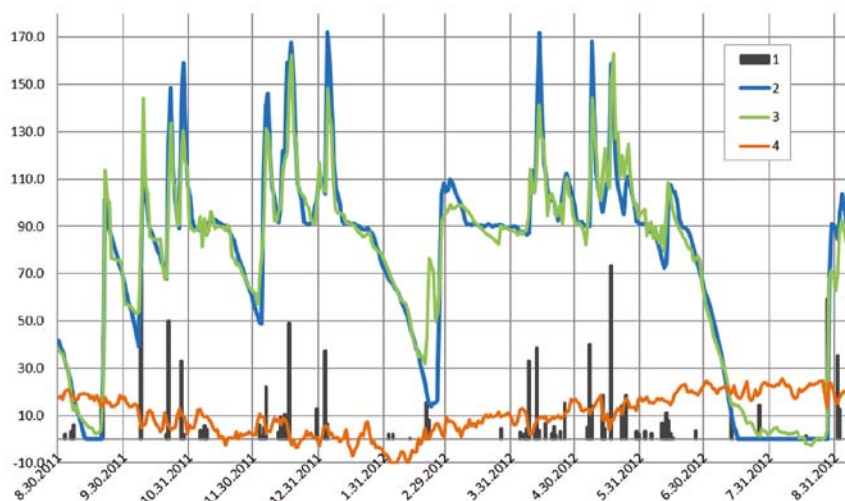
U pripremi je izrada novog poboljšanog modela sa svim do sad prikupljenim podacima.

Zaključak

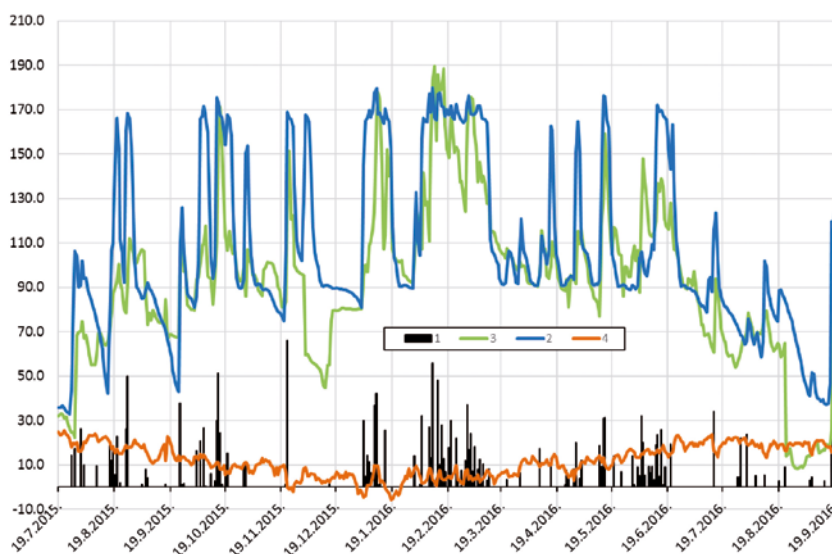
Iz mjerenih podataka o kolebanju nivoa vode koja protječe glavnim kanalom Jame kod Rašpora može se vidjeti da ne dolazi do značajnog podizanja nivoa vode. To ukazuje na zaključak da je mjereno mjesto, Hrvatski i Slovenski sifon s nadmorskom visinom oko 338 m n.m. izvan dosega re-dovitog dizanja temeljne podzemne



Slika 4 – Mjesečne količine oborina na kišomjernoj postaji Lanišće: 1 – srednje mjesečne oborine za niz 1952.–2011., 2 – oborine registrirane u razdoblju rujna 2011. do rujna 2012. (Rubinić i sur. 2013.)



Slika 5 – Usporedba izmjerenih i modeliranih podataka u Hrvatskom sifonu: 1- Oborine na postaji Lanišće, 2 - Srednji dnevni vodostaj izmjereni, 3 - Srednji dnevni vodostaj izračunati modelom, 4 - srednje dnevne temperature postaje Gradišće - Brkini. (Rubinić i sur. 2013.)



Slika 6 – Usporedba izmjerenih i modeliranih podataka u Slovenskom sifonu (2015.–2016.): 1- Oborine na postaji Lanišće, 2 - Srednji dnevni izmjereni vodostaj, 3 - Srednji dnevni vodostaj izračunati modelom, 4 - srednje dnevne temperature postaje Gradišće - Brkini.



vode. Navedeni podaci mogu ukazivati da je dno speleolozima potencijalno dostupnog vodoznog dijela jame još mnogo dublje nego do sada istraženo dno. Kako se radi o dalekim i teško dostupnim dijelovima jame, upotreba modela za prognoziranje nivoa vode može biti od velikog značaja za planiranje i uspješnost budućih speleoloških istraživanja.

Literatura

- Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., & Perčec Tadić, M., 2008. Klimatski atlas Hrvatske, 1961–1990., 1971–2000. Zagreb: Državni hidrometeorološki zavod.
- A. Rubinić, L. Kukuljan, I. Glavaš, J. Rubinić, I. Ružić, 2013. Cave explorations and application of hydrological model in Rašpor cave (Istria, Croatia) In 16th International congress of speleology.

Slika gore: Hrvatski sifon pri niskom vodostaju. **Foto: Ivan Glavaš**

Slika desno: Vodeni tok na ulaznoj dijelu Jame kod Rašpora. **Foto: Ivan Glavaš**

Hydrological Surveys in Jama kod Rašpora

SUMMARY

Jama kod Rašpora is an occasional sinkhole taking water during heavy rainfall or immediately after it. The area of surface basin is a mere 0.24 km², according to the Croatian basic map. Most of the surface basin has developed in impermeable flysch, with only a small part in limestone.

To gain insight into the water level regime in the main meander of Jama kod Rašpora, surveys using data loggers were conducted on two occasions over a period of more than 12 months. After the survey between August 29th 2011 and September 8th 2012, a mathematical model was made, which, based on external meteorological data on temperature and rainfall, predicts sea level in Croatian and Slovenian sumps. The model was tested in a second survey, conducted between July 19th 2015 and September 22nd 2016, and successfully predicts the sump water level.

The conclusion of the water level surveys is that Croatian and Slovenian sumps which are around 338 m above sea level, are not affected by the regular rise of ground water level.

