



Groundwater tracing in Kolkina Dupka cave, Zimevitsa village, by measuring of spectra of fluorescence of uranine in dilute from active coal traps

Трасиране на подземни води в пещера Колкина дупка, с. Зимевица, чрез измерване на спектри на флуоресценция на уранин в извлек от капани с активен въглен

*Yavor Shopov^{1,2}, Ivan Antonov¹, Valentin Lozanov¹, Svetoslav Marinov³, Pavlin Dimitrov³
Явор Шопов^{1,2}, Иван Антонов¹, Валентин Лозанов¹, Светослав Маринов³, Павлин Димитров³*

¹ Medical University of Sofia, 2 Zdrave str., Sofia; E-mail: yshopov@yahoo.com

² Durban University of Technology, South Africa

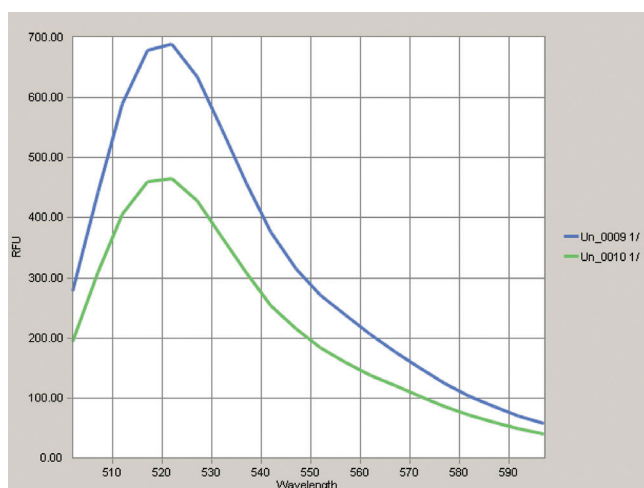
³ Caving Club “Pod Raba”

Abstract. We made groundwater tracing in Kolkina Dupka cave, Zimevitsa village, by measuring of spectra of fluorescence of uranine in dilute from active coal traps. In the trap from the Bov spring was recorded fluorescence of uranine die (Fig. 1). This shows that the water from the rivers in the cave of Kolkina Dupka, comes out of the Bov spring, and for a time between 2 and 8 days it passes the distance of 3.8 km underground. This outlines the direction of development of the unexplored parts of the cave.

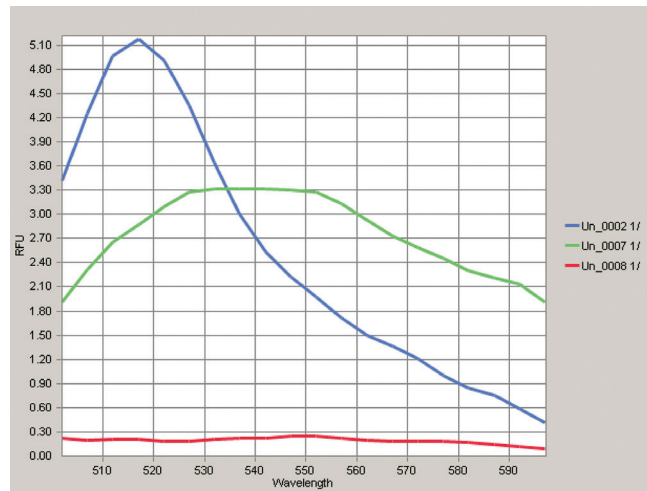
Keywords: hydrogeology, karst, groundwater tracing, cave, underground river.

В основата на настоящото изследване залегна класическата методика за използване на флуорохроми като трасиращи агенти и свидетели в зоните на очакван изход на подземните води (Smart, Kagunaratne, 2002). За целта бе избран уранин с промишлена чистота. Емисионният спектър на уранина в алкална среда е с максимум в $\lambda \approx 525$ nm (фиг. 1). Основна пречка за откриването му в ниски концентрации в подпочвените води са хумус-

ните и фулво-киселините (Shopov, Stoykova, 2005), които са основната причина за флуоресценцията на природните води (фиг. 2). Допълнително предимство е неговата ниска биологична токсичност в детектируеми концентрации. Основен проблем за използването на багрила за трасирането на подпочвени води, които биха могли да се смесят с питейните води е психологичният шок, който би предизвикал в местното население появата на



Фиг. 1. Un_0009 – спектър на флуоресценция на уранин (при възбуждане със светлина с $\lambda \approx 480$ nm) в извлек от капан от Бовския извор, наситан 2–8 дена след пускане на багрилото; Un_0010 – спектър на флуоресценция на уранин в извлек от капан от Бовския извор, наситан 11 дена след пускане на багрилото



Фиг. 2. Спектър на флуоресценция на хумусни и фулво-киселини при възбуждане със светлина с $\lambda \approx 480$ nm: Un_0002 – вода от Бовския извор; Un_0007 – капан – контролна проба от Бовския извор, насищан 7 дена; Un_0008 – капан от Бовския извор, насищан 3 дена

светещо багрило в питейната вода. Именно такъв е случаят с трасирането на подземните води в пещера Колкина дупка, с. Зимевица. Затова авторите се постаряха да намалят количеството багрило, използвано за трасиране на подземните води, като планираха детектирането на багрилото да не е визуално, а с капани с гранулиран активен въглен, заложен в проточната зона на изворите и последващо извличане на багрилото и измерване на интензитета и спектъра на неговата флуоресценция в лабораторни условия. Такава методика би позволила трасирането на подземните води с многократно по-малки количества багрило, които са под прага на визуално детектиране на багрилото в изворите.

С оглед известните теоретични и експериментални данни от Smart (2002) за зависимостта на ефективността на адсорбцията на активния въглен от дебита на водите в зоната на внасяне и очакваната концентрация на флуорохром в зоната на каптиране се прие стандартен 5 g капан (суха маса гранулиран активен въглен), заложен в проточната зона на изворите. Осем дни преди да се пусне багрилото са поставени по 2 капана в изворите, в които се очакваше поява на багрилото за репер на измерванията. Единият от капаните беше взет от изворите след 3 дена. След 7 дена бяха взети останалите капани и бяха поставени по 2 нови капана. В реката в пещерата е влят разтвор от 200 g уранин и 10 g натриев бикарбонат в 1,5 l вода. Единият от капаните е сменен след 3 дена. След 11 дена са прибрани всички капани от изворите.

Капаните са замразени поотделно до извличане на уранина и измерване на флуоресценцията му. Пробите са екстрахирани с 20 ml 5% разтвор на KOH в C_2H_5OH (96%) в стандартни 50 ml

пластмасови епруветки за центрофуга (“Falkon” type – Kartell® Germany) за 1 час при разклащане. Пробите са центрофугирани при 6000 min^{-1} за 15 min. Извлекът от тях е центрофугиран при $13\,000 \text{ min}^{-1}$ за 15 min в 1,5 ml епруветки (“Eppendorf” type – Kartell® Germany). 200 μl от всяка проба е поставена в 96 клетъчна пластина на спектрометър Termo® Electron Varioscan ELISA и са измерени техните спектри на флуоресценция при възбуждане в UV област ($\lambda \approx 295 \text{ nm}$) и със светлина с $\lambda_{\text{ex}} = 480 \pm 5 \text{ nm}$.

В капана от Бовския извор, насищан 2–8 дена, след пускане на багрилото и в този, насищан 11 дена след пускане на багрилото, е регистрирана флуоресценция на уранин (фиг. 1). Това показва, че водата от реките в пещерата Колкина дупка, с. Зимевица, излиза от Бовския извор, като за време между 2 и 8 дена изминава разстоянието от 3,8 km под земята. Това очертава посоката на развитие на неизследваните още части на пещерата. Картираните засега части на пещерата са с денивелация от 540 m и дължина 11 737 m, което я прави най-дълбоката и втората по дължина пещера в България.

Литература References

- Smart, C. C. 2002. Detection of fluorescent compounds in the environment using granular activated charcoal detectors. – *Environmental Geol.*, 42, 538–545.
- Smart, C. C., K. C. Karunaratne. 2002. Characterisation of fluorescence background in dye tracing. – *Environmental Geol.*, 42, 492–498.
- Shopov, Y. Y., D. Stoykova 2005. Luminescence of speleothems in italian caves. – *Acta Geol.*, 80, 105–109.