

## A MECSEKI RUMBA-BARLANG VÍZNYOMJELZÉSES VIZSGÁLATA

SZŐKE EMÍLIA<sup>1</sup> – ORSZÁG JÁNOS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék,  
6722 Szeged, Egyetem u. 2. szokeemilia@gmail.com

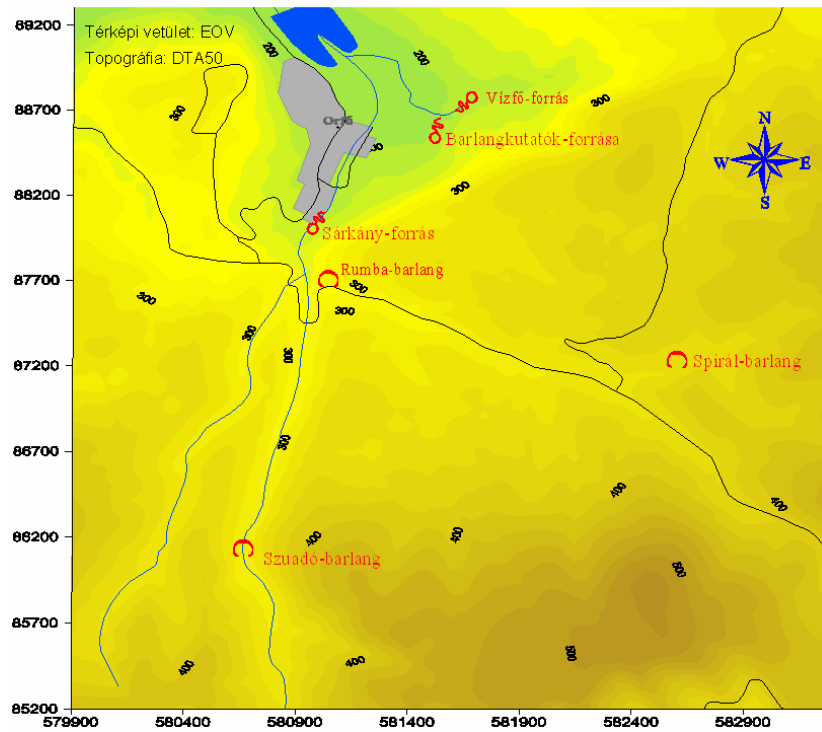
<sup>2</sup>Mecsekérc zRt. 7633 Pécs, Esztergál L. u. 19. orszagjanos@mecsekerc.hu

*Abstract: The Rumba Cave, which was explored in 2000, can give us a new possibility to find the unexcavated cave system behind the Vízfő-spring, which is believed to be 6-8 kms long. Before demolishing and excavating the new cavern we studied it in order to optimize the sources and protect the system. We dyed the groundwater with the aim of getting further information on the sizes and other characteristics of the different levels and the degree of their accretion as well. Our primary intention was to determine, whether the Rumba Cave is a direct tunnel or a collateral line of the total system behind the Vízfő-spring. In this study we summarize our major results and conclusions of our water dyeing investigations done in March 2005.*

### Bevezetés

A Rumba-barlangot 2000 tavaszán fedezte fel néhány turista, amit még ekkor az egyik kirándulóról neveztek el. Ebben az évben a Szegedi Karszt- és Barlangkutató Egyesület tagjai elvégezték a bejárat rész megtisztítását és biztosítását. A következő években az objektum térképezése és az országos, közhiteles barlangnyilvántartásba helyezése történt meg. A barlang bejáratának lezárása 2004-ben a Pécsi Vízmű Rt. támogatásával valósult meg (SZKBE 2004, 1. kép). A víznyomjelzést 2005. tavaszán végeztük.

A barlang Orfű térségében, a Pécs - Abaliget közötti műút mellett található, attól 9 m-re északra, közvetlenül a Szuadó-völgyi kanyar előtt. A Rumba-barlang a Vízfő-forrás vízgyűjtő területéhez tartozik (1. ábra). A forrás mögötti barlangot nagy mélységű szifon zárja le (VASS 1961, RÓNAKI 1970). A szifon mögötti barlangrendszernek két fő ága valószínűsíthető, a Szuadó-völgy és a Remeteréti-völgy irányában (BARTA-TARNAI 1996, RÓNAKI 1962, RÓNAKI 1966). Ezek létezését támasztják alá, többek között, GILA (1996) korábbi vízfestéses vizsgálatai is. Feltételezhető, hogy a Rumba-barlang a Vízfő-forrás mögötti barlangrendszer valamely fejlett ágának közvetlen kürtője vagy oldalága lehet. Ez a barlang újabb lehetőséget nyújthat az eddig még fel nem tárt, 6-8 km hosszúságúra becsült barlangrendszer feltárására. Az erőforrások optimalizálása és a barlang védelmének érdekében egy járat-jelleg kutató víznyomjelzés vizsgálatot végeztünk a barlang bontása, feltáró kutatása előtt.



1. ábra: A vizsgált terület  
Fig. 1: Schematik map of the investigated area



1. kép: Rumba-barlang bejárata  
Picture 1: Entrance of the Rumba Cave

## Előkészítés

A vízfestést irodalmazással, a korábban végzett nyomjelzéses vizsgálatok tapasztalatainak értékelésével kezdtük (I. táblázat, RÓNAKI 1962, RÓNAKI 1966, RÓNAKI 1977, RÓNAKI 1997, SÁRVÁRY 1969, SÁRVÁRY 1979, GILA 1996, THOMAS 2000). Mivel a korábbi évekről még volt rendelkezésre álló fluoreszceinünk, valamint lehetőségünk annak laboratóriumi elemzésére, nem volt kétséges a nyomjelző anyag kiválasztása. A festék mennyiségének meghatározása nagyobb feladatot jelentett. Mivel a fluoreszcein igen drága, igyekeztünk a meglévő mintegy 0,25 kg -os készlettel dolgozni. Félő volt, hogy ha kevés a festék, nem sikerül az észlelés. 0,25 kg festék 10.000 m<sup>3</sup> víz megfestésére elegendő (JAKUCS 1995). Számolnunk kellett azonban az elégtelen oldódással, a savas közeg tompító hatásával, az agyagos üledék miatt fellépő adszorpciós veszteséggel és a felhígulással is. Kalkulációnk szerint a forrásnál 0,2 mg/l-es átlagkoncentrációnak kellett volna megjelennie. Valójában ennek kevesebb, mint a tizede jelentkezett.

1. táblázat  
Table I.

Korábbi víznyomjelzéses vizsgálatok  
Former tracer dye studies in the investigated area

Víznyelő neve	Forrás neve	A forrás és a nyelő távolsága légvonalban [m]	Beadott fluoreszcein mennyisége [g]	Belépő vízhozam [l/min]	A festék megjelenéséig eltelt időtartam [h]	A festék észlelésének időtartama [h]	Kilépő átlagos vízhozam [l/min]	Áramlási sebesség [m/h]	Víznyomjelzés dátuma
Viganvári-víznyelő	Abaligeti-bg.	1800			72			25	
Szuadó-barlang	Vízfő-forrás	2800	700	300-400	210	120	2000-2500	13,3	1960.
Körtvélyes-völgy	Vízfő-forrás	2700	500	100	147	100?	1000-2000	18,3	1961.
Gilisztás-barlang	Vízfő-forrás	2650		3000-4000	24	12		110	1996.03.30
Trió-barlang	Vízfő-forrás	2550	100	250	90	12	3600-4600	28,3	1998.04.03
Gilisztás-barlang	Vízfő-forrás	2650	200	500	65,6	28,5	3600	40,3	2000.01.24
Szuadó-barlang	Vízfő-forrás	2800	200	350	82,5	31	3600	33,9	2000.01.28
Büdösküti-víznyelő	Vízfő-forrás	2000		70	56	18	3600	35,7	2000.03.10
Gilisztás-barlang	Vízfő-forrás	2650		700	32,3	18,5	3600	81,9	2000.03.15
Rumba-barlang	Vízfő-forrás	1135	250	75	64	26	4815	17,7	2005.03.11

Előzetes számítást végeztünk a Martel-féle képlettel is (*JAKUCS* 1995).

$$N = L \cdot M \quad 0,18 \text{ kg} = 2,27 \text{ km} \cdot 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$$

ahol:  $N$  a szükséges fluoreszcein [kg],  $L$  a felszín alatti vízfolyás hossza [km],  $M$  a forrás vízhozama [ $\text{m}^3/\text{s}$ ].

Ez az előkalkulált mennyiség nem állta meg a helyét. Mi 0,25 kg-al festettünk, a számított mennyiség másfélszeresével. A festék tömege az utólagos számításunk szerint közel 1,5 kg-nak kellett volna lennie, hogy a kilépő átlagos koncentráció elérje a kívánt 0,1 mg/l-t. A képletbe tehát célszerű egy 10-es szorzó beépítése. Ezt támasztják alá *JAKUCS* (1995). korábbi példái is.

Javaulatunk szerint, igazodva az SI mértékegységrendszer dimenzió-ihoz, az alábbi képletet lehet alkalmazni:

$$M = L_b \cdot Q_f \cdot 10$$

ahol:  $M$  a szükséges fluoreszcein [kg],  $L_b$  a felszín alatti vízfolyás feltételezett hossza [km],  $Q_f$  a forrás vízhozama [ $\text{m}^3/\text{s}$ ].

A 10-es szorzó alkalmazását a Mecsek hegységre elfogadhatónak találjuk. Genetikában és fejlettségben különböző karsztok esetében ez a szorzó eltérhet.

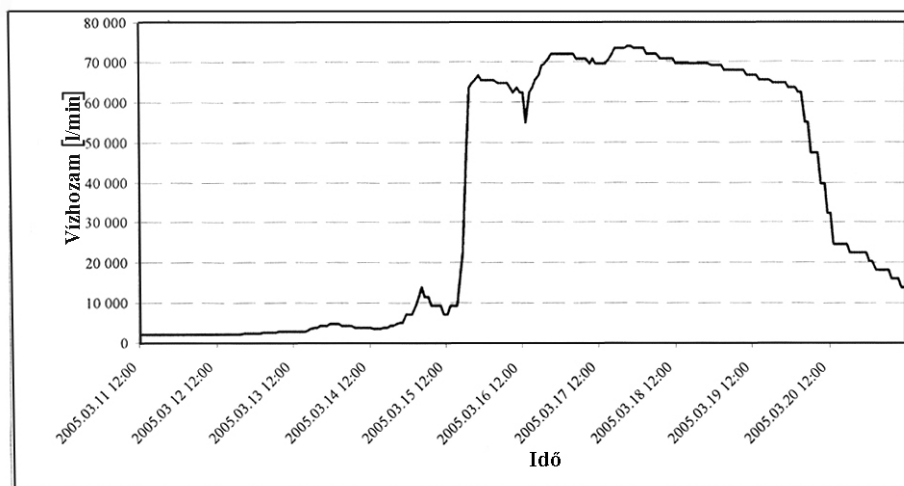
## **Eszközök és módszerek**

A vizsgálathoz szükséges 9  $\text{m}^3$  vizet, és a szállító tartályautót a MECSEKÉRC zRt. és a ROTAQA Kft. biztosította a Husztót-1 vízműkútból. A megfigyelések során vett vízminták elemzését a MECSEKÉRC zRt. akkreditált laboratóriuma végezte fotometriás eljárással. A műszer típusa: FluoroMax-P spektrofluorométer, verzió: 2.0. Az alsó mérési határ 1  $\mu\text{g}/\text{l}$ .

A víznyomjelzést az intenzív tavaszi hóolvadást megelőző időszakra terveztük. Sajnos a természet ezt nem vette figyelembe és éppen a festés hétvégén érkezett a tavaszt hozó melegfront. 2005. március 11-én és 12-én intenzíven csökkent a légnyomás, amelyet jelentős hőmérsékletemelkedés kísért ( $-8 \text{ }^\circ\text{C}$  -ról  $+9 \text{ }^\circ\text{C}$  -ra emelkedett). A hőmérséklet ezután már nem süllyedt  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  alá. Március 13-án hajnalban jelentős mennyiségű csapadék hullott, amely hatására a teljes hótakaró elolvadt.

A forrás vízhozama négy lépcsőben reagált a felmelegedésre. Először március 12-én délután emelkedett a hozam 2.000 l/min-ről 3.000 l/min-re a felmelegedés hatására. Majd 13-án délután 3.000 l/min-ről 4.000 l/min-re. 14-én délután jelentkezett először a frissen hullott csapadék hatása,

amely tovább emelte a vízhozamot 13.800 l/min-re. A legintenzívebb vízhozam változást 15-én délután észleltük, amikor szinte egyöntetű vízfalal érkezett az árhullám, és 7.000 l/min-ről 66.600 l/min-re növelte a Vízfő-forrás vízhozamát (2. ábra). Az ábrán látható árhullám görbe Maucha szerint (Maucha szóbeli közlése, 2006) furcsán levágott, szokatlan formájú. Ennek az oka valószínűleg az, hogy a DD KÖVIZIG által üzemeltetett, automata adatrögzítővel ellátott, összetett szelvényű vb. mérőszükszéklet méreténél fogva nem volt képes befogadni és pontosan regisztrálni a 60.000 l/min feletti vízhozamot. Szerencsére a festés eredményét csak kis mértékben zavarta a megnövekedett vízhozam. A vízhozam adatokat Berényi Üveges István bocsátotta a rendelkezésünkre.



2. ábra: A Vízfő-forrás vízhozamváltozása  
Fig. 2: The runoff change of the Vízfő-spring

A festék beadását 2005. március 11-én 14.00 - 17.00 óra között végeztük. 14.00 - 15.00 óra között gravitációs úton 4,5 m<sup>3</sup> vizet juttattunk be a barlang alján levő végponti elvezető járatba. Megközelítőleg 1 m<sup>3</sup>-nyi előmosatás után fokozatosan öntöttük a vízhez a 250 g előre bekevert fluoreszcint. Eleinte emelkedett a kisméretű medencében a vízszint, ezután beállt egy állandó szintre, majd lassan csökkenni kezdett. Kis idő elteltével újra állandósult egy alacsonyabb szinten, amelyet meg is tartott a vízbeadás ideje alatt (2. kép). A teljes szelvényében kitöltött járat meglehetősen lassan nyelte a vizet, mintegy 75 l/min-es hozammal. 16.00 – 17.00 óra között öblítővízként 4,5 m<sup>3</sup> vízmennyiséget engedünk a járatba..



2. kép: Rumba-barlang végpontja  
Picture 2: Terminus of the Rumba Cave

## Észlelés

A három megfigyelt forrás közül (1. ábra), elsősorban a Vízfő-forrásnál volt várható a festék megjelenése. A másik két forrás, a Sárkány-forrás és a Pécsi Barlangkutatók-forrása esetében csupán a lehetséges kapcsolat kimutatására vagy cáfolására voltunk kíváncsiak.

Az észlelést SÁRVÁRY (1979) útmutatásai szerint, az első 24 órában 1 óránként, a második 24 órában 2 óránként, míg a harmadik és negyedik 24 órában már 4 óránként végeztük váltott 2 fős csoportokban. Az észlelés alapvetően vizuális megfigyelés volt, vízhozamméréssel kiegészítve. Bízunk benne, hogy a fluoreszcein koncentrációja megközelíti a 0,1 mg/l-t,

amely még szabad szemmel jól látható koncentráció. Továbbá digitális fényképezőgéppel kísérleti felvételeket végeztünk, mivel Zalán Béla tapasztalatai alapján (Zalán B. szóbeli közlése, 2005) a festék fluoreszkálása a vaku hatására felerősödik és lényegesen nagyobb biztonsággal érzékelhető.



*3. kép: Fluoreszcein észlelése a forrásban*  
*Picture 3: Visual observation of the appearance of fluorescent dyes in the spring*

A festék első észlelése a beadástól (11-én 14.00 óra) számított 72 óra elteltével (14-én 14.00 óra) történt. A Vízfő-forrásból kilépő víz színe enyhén zöldes árnyalatot mutatott (3. kép). Két különböző digitális fényképezőgéppel is lefotóztuk, s meglepetésre, csupán az egyik esetében erősödött a víz zöldes színe, míg a másik esetében inkább tompult. 72 óránál vettük az első mintát (V-72). Ezután 4 óránként mintát vettünk a Vízfő-forrást (V-76, V-80 – V-116). Összesen 12 db mintavétel történt ebből a forrásból (II. táblázat).

II. táblázat  
Table II:

Relatív koncentráció értékek  
Relative concentrations of the fluorescent dyes

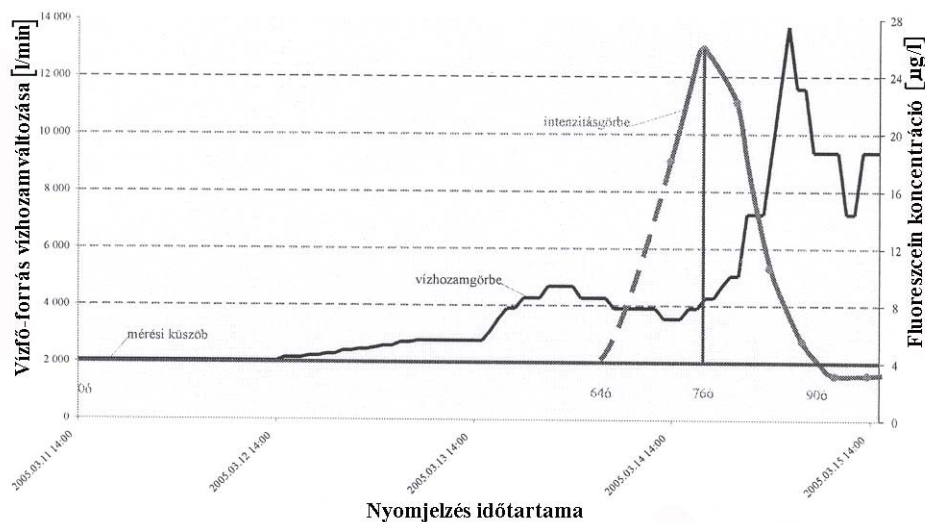
<i>Idő</i>	<i>Fluoreszcein [mg/l]</i>	<i>Mintaszám</i>	<i>Forrás</i>
2005. 03. 14. 14:00	0,018153	V-72	Vízfő-forrás
2005. 03. 14. 18:00	0,025951	V-76	Vízfő-forrás
2005. 03. 14. 22:00	0,02223	V-80	Vízfő-forrás
2005. 03. 15. 2:00	0,010718	V-84	Vízfő-forrás
2005. 03. 15. 6:00	0,005673	V-88	Vízfő-forrás
2005. 03. 15. 10:00	0,003287	V-92	Vízfő-forrás
2005. 03. 15. 14:00	0,003312	V-96	Vízfő-forrás
2005. 03. 15. 18:00	0,002576	V-100	Vízfő-forrás
2005. 03. 15. 22:00	0,001559	V-104	Vízfő-forrás
2005. 03. 16. 2:00	0,001333	V-108	Vízfő-forrás
2005. 03. 16. 6:00	0,001075	V-112	Vízfő-forrás
2005. 03. 16. 10:00	0,001674	V-116	Vízfő-forrás
2005. 03. 14. 22:00	0,000	B-80	Barlangkutatók-forrása
2005. 03. 14. 22:00	0,000	S-80	Sárkány-forrás

A másik két forrás esetében nem tapasztaltunk festékmegjelenést. Biztonság kedvéért 80 óránál megmintáztuk azokat is, de az eredmény mindkét minta esetében negatív volt (*II. táblázat*).

### Kiértékelés

Az intenzitási görbe alapján 64 órára becsüljük a festék első megjelenését a forrásban (*3. ábra*). Ez a vártnál hosszabb elérési idő. Az intenzitási görbe viszonylag keskeny alapú és közepesen meredek lefutású. Habár a görbét a forrás vízhozamváltozása kissé módosította, alakja mégis jól értelmezhető. A görbe alakja barlangi medencéket bőven tartalmazó medertípus jellegű barlangra utal (*JAKUCS 1995*). Az intenzitási görbe lecsengési viszonyyszáma ( $14 : 12 = 1,16$ ) is ezt támasztja alá. A víznyomjelzés időhányadosa, ahol a festéstől az észlelésig eltelt idő és az észlelés időtartamának hányadosa ( $64 : 26 = 2,46$ ). Ez látszólag ellent mond a *SÁRVÁRY (1979)* féle megállapításnak, miszerint a hullám lefutásának legalább olyan hosszúnak kell lennie, mint amennyi idő a beérkezésig eltelt. Esetünkben azonban az észlelés időtartamát jelentősen lerövidítette a forrás megnövekedett vízhozama.





3. ábra: A Vízfő-forrás vízhozamváltozása és a fluoreszcein relatív koncentrációja  
 Fig. 3: The runoff change of the Vízfő-spring and the relative concentrations of fluorescent dyes

A Vízfő-forrás területén végzett korábbi nem árvízi vízfestések adatai alapján a területre jellemző átlagos áramlási sebesség 36 m/h-nak adódik (*I. táblázat*). A Rumba-barlang megfestésekor tapasztalt áramlási sebesség ehhez képest viszonylag alacsony érték, 17,7 m/h (*III. táblázat*).

Érdekes összefüggés olvasható ki a korábbi festések adataiból is (*GILA 1996*). A Gilisztás-barlangnál 700 l/min-es belépő vízhozam esetén már kétszer olyan gyors a víz áramlási sebessége, mint 500 l/min-nél. Ez arra utal, hogy a barlangban sok kisebb tározómedence található, amelyek kis és középvízkor feltartják a festék futását, míg magasabb vízállás esetén a medencék felett egységes áramlási rendszer alakulhat ki, ezáltal kiküszöbö-  
 lödik azok visszatartó hatása. Tehát a Szuadó völgyi-ágban jelentősebb, járható járat lehet. A még magasabb belépő vízhozam esetén (3000-4000 l/min) már nem növekedik jelentősen az áramlási sebesség, mivel a víz teljes szelvényben kitölti a járatot, így a keresztmetszet jelentősen korlátozza azt.

Az észlelés ideje alatt közel 9.680 m<sup>3</sup> víztömeg lépett ki a Vízfő-barlang forrásán. Ha feltételezzük, hogy a beadott festék teljes 250 g-ja elérte volna a forrást, akkor ebben a víztömegben hígult volna fel. Ebben az esetben az észlelés átlagos koncentrációja 0,0258 mg/l lett volna. A valóságban ez az érték 0,0148 mg/l volt. A veszteség tehát a kettő hányadosa, azaz 0,011 mg/l, tehát 106,5 g fluoreszcein, a beadott mennyiség 2/5-e. A

veszteség okaként elsősorban az agyagos üledék adszorpciós hatása jelölhető meg.

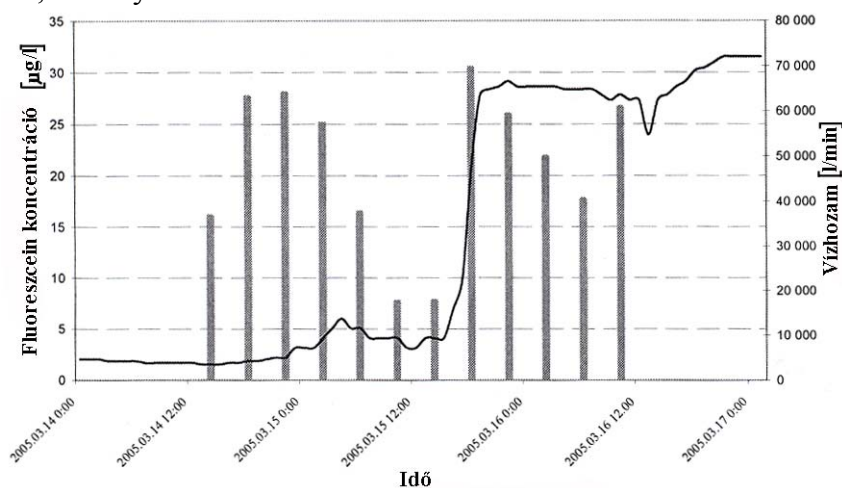
III. táblázat  
Table III.

Összefoglaló adatok  
Selected properties of the experiments the cave, and the spring

Hegység neve	Mecsek hegység
Település neve	Orfű
Nyelő neve	Rumba-barlang (4120-92)
Forrás neve	Vízfő-forrás (4120-3)
Víznyomjelzés dátuma	2005.03.11-15.
A forrás és a nyelő távolsága légvonalban (m)	1135
A feltételezett barlangjárat hossza (m)	2270
A forrás és a nyelő relatív szintkülönbsége (m)	82
A barlang átlagos lejtése (fok/dig)	20
Festés kezdete	14.00
Beadott fluoreszcein mennyisége (g)	250
Beadott víz mennyisége (l)	2 x 4500
Belépő vízhozam (l/min)	75
Festék beadásának időtartama (h)	1
Belépő koncentráció (mg/l)	2,777
A festék megjelenéséig eltelt időtartam (h)	64
A festék észlelésének időtartama (h)	26
Észlelés maximuma (h)	76
Kilépő maximális koncentráció (mg/l)	0,0259
Kilépő átlagos koncentráció (mg/l)	0,0148
Koncentráció küszöb, alapszint (mg/l)	0,004
Kilépő vízhozam (l/min)	2040 - 13740
Kilépő átlagos vízhozam (l/min)	4815
Áramlási sebesség, megjelenés ideje (m/h)	17,7
Áramlási sebesség, megjelenés maximuma (m/h)	14,9

A Rumba-barlang folytatásában feltételezhetően hosszabb szakaszon szűk, fejletlen és teljes szelvényben üledékkel kitöltött járatrésze kell számítanunk. Erre utal, a nyelő morfológiája, a vízbeadáskor tapasztalt lassú elnyelődés, a beadás után változatlanul kitöltött végpont, a hosszú megjelenési idő, valamint a jelentős festékveszteség. A vízbeadás közbeni enyhe vízszintemelkedés, majd süllyedés egy átázott, majd a növekvő nyomás

hatására eltávozó üledékdugóra utal. Itt talán a járat közel függőleges, meredek voltára következtethetünk. A kitöltött járaton keresztül átszivárgó festékes víz áramlása laminálisnak tekinthető. Ezt bizonyítja az intenzitási görbe keskeny alapja, azaz a festék észlelésének viszonylag rövid ideje és a közepesen meredek lefutási görbe. A festéket tartalmazó víztömeg feltételezhetően egy tömbként haladhatott a Rumba-barlang folytatását jelentő járatban, csekély abszolút széthúzással.



4. ábra: A Vízfő-forrás vízhozamváltozása és a fluoreszein abszolút koncentrációja  
 Fig. 4: The runoff change of the Vízfő-spring and the total concentrations of fluorescent dyes

A fejletlen járatot elhagyó víz a fejlett Szuadóvölgyi-ágba futhat, amely végül a Remeteréti-ággal egyesülve jelenik meg a forrásban. A fő járatrendszeren viszonylag gyorsan áthaladt a festékes víz, amit az olvadás okozta árhullám toló hatása erősített. Az ágak találkozási pontjait, a közöttük levő járatszakaszok hosszát nagyon nehéz megbecsülni. A fejlett járatrészekben az áramlás turbolens jellegű. Ezen a szakaszon a barlang enyhe lejtésű, alsó szakaszjellegű lehet, kötődve a karsztvízszinthez. Az üregrendszer a forráshoz közel feltételezhetően vízzel teljesen el van árasztva és a Vízfő-barlangot ismerve szifonokkal erősen tagolt.

Megszerkesztettük a fluoreszein 4.000 l/min-re korrigált, abszolút koncentrációját (4. ábra). Érdekes, hogy három csúcs jelentkezik. Az első csúcs az intenzitási görbén is látható (3. ábra), a festék első megjelenését jelenti. Ezek alakban is jól korrelálnak. A második csúcs az árvízi hullámhoz kötődik, amikor a vízhozam 7.000 l/min-ről 66.600 l/min-re növekedett, amely a szifon mögött rekedt festék megjelenésének tekinthető. A harmadik

csúcs feltételezhetően a szűk és fejletlen járatrészből, a csapadék által utólagosan kimosott festékmaradék, bár egyesek szerint a mérési hiba sem kizárt.

### **Következtetések**

A víznyomjelzést a kevés festék és a megváltozott időjárás zavaró hatása ellenére eredményesnek tekintjük. Sajnos az értékelések után levont következtetések nem ígérnek gyors sikert a Rumba-barlang és a Vízfő-barlangrendszer feltárási esélyeivel kapcsolatban. Feltételezhetően a nyelő folytatása szűk, jelentős mértékben üledékkal kitöltött, eleinte meredek dőlésű, hosszú és fejletlen oldalág.

### **Köszönetnyilvánítás**

Ezúton köszönjük a kutatásunk támogatását a MECSEKÉRC zRt-nek, a ROTAQUA Kft-nek, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóságnak és Berényi Üveges Istvánnak.

### **IRODALOM**

- BARTA K.-TARNAI T.* (1996): Karsztkutatás az orfői Vízfő-forrás vízgyűjtő területén - TDK dolgozat, Kézirat, JATE, Szeged, 52 p.
- GILA CS.* (1996): Vízfestés – szakdolgozat, Kézirat, Szeged, JATE, 36 p.
- JAKUCS L.* (1995): Általános Természeti Földrajzi Gyakorlatok – Nemzeti Tankönyvkiadó, p. 172-184. Budapest, 243 p.
- RÓNAKI L.* (1962): Az Orfői Vízfőforrás-barlang feltárt szakaszának földtani viszonyai – Karszt és Barlang 2. sz. p. 51-55.
- RÓNAKI L.* (1962): Újabb vízfestés a mecseki karszton – Karszt és Barlangkutató Tájékoztató VI-VII. sz. p. 104-105.
- RÓNAKI L.* (1966): Az Orfői Vízfőforrás vízgyűjtő területének vízföldtani viszonyai. Előadásanyag, Pécs, 9 p.
- RÓNAKI L.* (1966): Víznyomjelző festékek és kimutatási lehetőségük. A fluoreszcein – Karszt és Barlang 1. sz. p. 21-26.
- RÓNAKI L.* (1970): Vízfő-forrás és barlangjának kutatása – Karszt és Barlang 1. sz. p. 25-30.
- RÓNAKI L.* (1977): A pécsi Mecsek karsztjának és karsztvizének védelme a víznyomjelzési vizsgálatok ismeretében – Hidrológiai Tájékoztató, p. 45-49.
- RÓNAKI L.* (1997): A Mecseki Karsztkutató Csoport Jubileumi Évkönyve 1972-1997 – Pécs, 51 p.

- SÁRVÁRY I.* (1969): Víznyomjelzési kísérletek karsztos kőzetekben – Vízügyi Közlemények 2. sz. p. 218-232.
- SÁRVÁRY I.* (1979): Víznyomjelzési kísérletek néhány elvi és gyakorlati kérdése – Vízügyi Közlemények 3. sz. p. 449-476.
- Szegedi Karszt- és Barlangkutató Egyesület* (2004): Szőke E. et al. (szerk.) – Kutatási Jelentés, Orfű, Széchenyi út 1. ill. DDNPI Pécs és Barlangtani Osztály Bp. 10 p.
- THOMAS FIERZ* (2000): Tracer testing – Methodologies for Geological Disposal, Pécs, Kézirat 8 p.
- VASS B.* (1961): Vízfő-forrás barlangja – Műszaki szemle VI. évf. 2. sz. 4 p.