

## SZIVORNYÁS FORRÁSOK A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN

HAZSLINSZKY TAMÁS<sup>1</sup>–MAUCHA LÁSZLÓ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>1145 Budapest, Bácskai u. 3.

<sup>2</sup>VITUKI Rt. Hidrológiai Intézet, 1095 Budapest, Kvassay Jenő út 1.  
maucha@vituki.hu

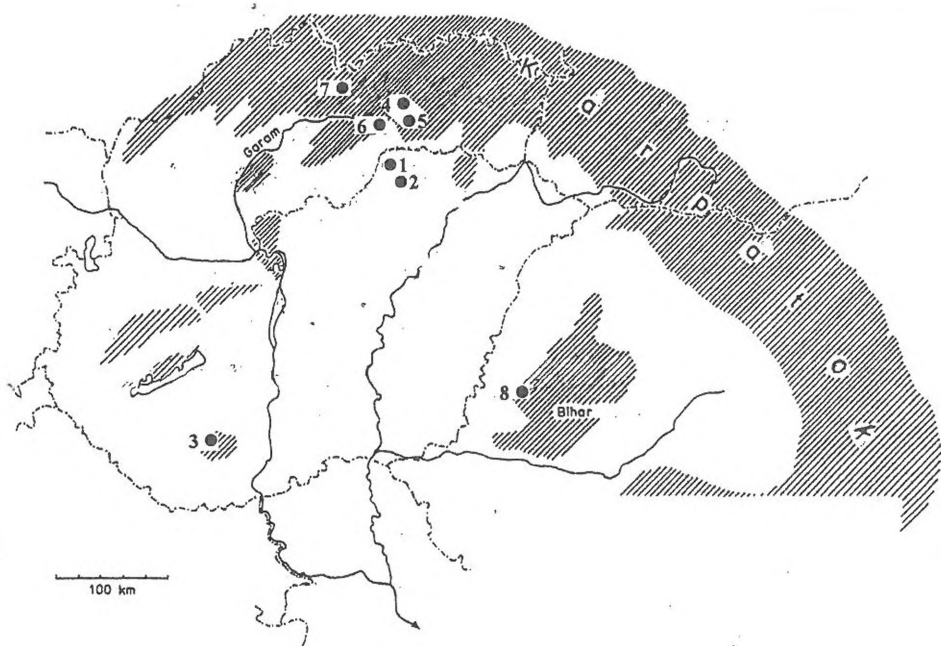
*Abstract: An interesting and relatively rare species of the karstic springs is the periodical spring. Its eruptions will be stopped by more or less regular breaks or the water-eruption takes place after more or less regular periods and it takes for shorter and longer periods. Theirs activity will be controlled by a siphon or siphon-system. To differentiate them from other periodical springs we use the name siphonic spring. After the result of our investigations we present 8 siphonic karstic springs in the Carpathian Basin, 3 of them are to be found in Hungary, 4 of them in Slovakia and 1 of them in Roumania. We present the natural, environmental relations of the springs, the experiences and observations and the conclusions, theories and model-experiments of theirs activities.*

### Bevezetés

A meglepetésszerű hozamváltozásokat mutató időszakos források nagy részét a helyi lakosság régóta ismerte. Miután különleges viselkedésükre magyarázatot nem találtak, különféle hiedelmek, mondák övezték őket.

Az időszakos forrás általános megnevezés alatt két forrástípust különböztethetünk meg. Ezek megnevezésében sajnos nincs következetesség, mert az időszakos forrás ugyanúgy használatos, mint a periodikus és az intermittáló forrás megnevezés, legtöbbször függetlenül a forrás tulajdonságától, jellegétől. Jelen dolgozatban időszakos forrásnak tekintjük azokat a vízkilépéseket, amelyek időszakos működése a csapadéktól ill. a karsztvízszint magasságától függ, melyek egy része árvízi forrás. E fajtából meglehetősen sok ismert, mint pl. a bükki Imó-, Fekete-leni-, Vöröskői-alsó- és felső-forrás, Szlovákiában az Alacsony Tátrában a Svidovsky- és a Medzi-brodi-időszakos forrás, a Szilicei-fennsík nyugati lábánál fakadó Vár-forrás stb., stb.

A periodikus forrás abban különbözik az időszakos forrástól, hogy működését (kitöréseit) többé-kevésbé szabályos szünetek (periódusok) szakítják meg, s melyek működését szivornya vagy szivornyarendszer szabályozza. A hidrológiai irodalom is már legalább 50 éve szivornyás forrásoknak nevezi az ilyen tulajdonságokkal rendelkező forrásokat. Ezért ezeket mi is így nevezzük, és jelen dolgozatban csak ezeket tárgyaljuk.



1. ábra. Szivornyás források a Kárpát-medencében

Fig. 1. Siphonic springs in the Carpathian Basin.

- |                                     |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Lófej-forrás                     | 5. Kis Szokol időszakos forrása |
| 2. Nagy-Tohonya-forrás              | 6. Tiszolci Periodikus-forrás   |
| 3. Sárkány-kút                      | 7. Kortyoló Jani                |
| 4. Holló-kő alatti Időszakos-forrás | 8. Kalugyeri Dagadó-forrás      |

Vizsgálódásaink eredményeként az alábbiakban nyolc szivornyás karsztforrást mutatunk be, melyek közül három a jelenlegi országterületen, négy a Felvidéken (szlovák területen) és egy Erdélyben, szorosabban véve Partiumban (román területen) található (1. ábra).

## A források ismertetése

### Lófej-forrás

A forrás Magyarországon, az Aggteleki-karsztvidéken fakad. A víz-kilépés helye Jósvafőtől É-ra, légvonalban 4 km-re, a Szilicei-fennsík "Nagynyilas" nevű D-i nyúlványába bevágódott szűk völgyfőben található 428 m Bf. magasságban. A forrás földrajzi koordinátái: N = 48° 31' 19", E = 20° 32' 42".

A hazai szakemberek és szélesebb közönség előtt is ez a forrás a legismertebb és egyben az egyik legrégebben ismert időszakos forrás, a helybeliek mondavilágában is megjelent a múlt századokban.

A forrás vízhozamát a VITUKI 1950 és 1964 között csak időszakosan mérte. A folyamatos hozammérésekre a Budapesti Műszaki Egyetem, majd később a VITUKI Jósvafői Kutató Állomása munkája keretében 1965-től kezdve került sor. 1985-ben az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóság vette át a forrás mérését.

A Lófej-forrás 1950–2000 közötti átlagos vízhozama 330 l/min volt. A legnagyobb vízhozam 1974-ben 11 800 l/min értéknek adódott. A legkisebb vízhozam 1993-ban zérus volt, mivel

#### *A Lófej-forrás mondája*

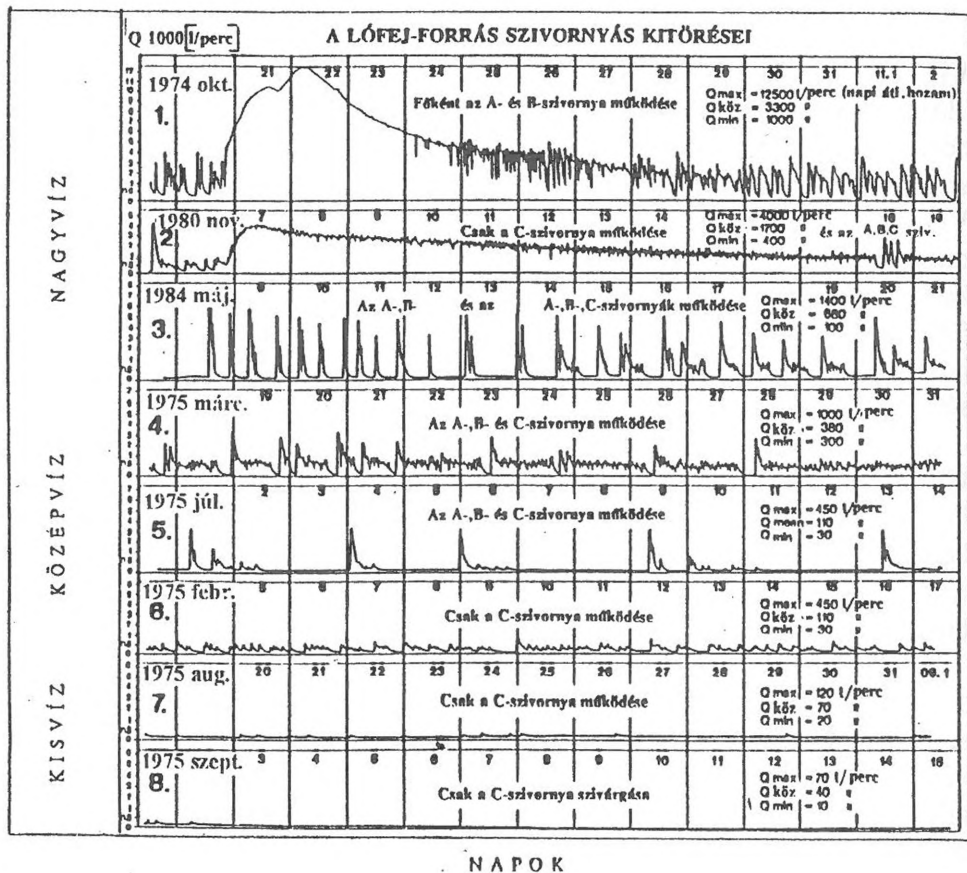
*Egy lófejű sárkány ki-kijárt barlangjából s a környék minden vizét elitta az emberek elől. Midőn egy napon hiába keresett vizet szenvedő beteg gyermekének egy édesanya, a völgyben vándorló őszszakkálló zarándok megátkozta a sárkányt. Az átok megfogott, a hegy rászakadt a barlangjában heverő szörnyetegre, s a víz, amit kinjában magából kifúj, rést ütött a sziklafalon ...*

A környék mondáit összegyűjtő Tompa Mihály is feldolgozta a regét verses formában Lófé c. versében. Ebből idézzük a monda végét, mely a forrás működését „magyarázza meg” és közli azt a régi népi megfigyelést, hogy a forrás gyakran dél tájban tör ki:

*A hegynek oldalán ott a nyílás,  
Amely, maig lófé nevet visel.  
S dél tájban megzúdul mindennap a  
Víz rejtékéből s zúgva hull alá.  
És csendesén van ismét másnapig.  
Belőle mint a monda szól,  
A sárkány fújja a vizet.*

a kora tavaszi és az őszi időszakban a forrás teljesen kiapadt. A forrás számított vízgyűjtő területe az 1975–1984 közötti 10 év vízhozamadatai, valamint a forrás feletti csapadékmérő állomás havi összegeiből számított átlagos beszivárgás figyelembevételével 1,2 km<sup>2</sup>. A vízgyűjtő területen középső és felsőtriász korú mészkő és dolomit található a Wettersteini Formációnak megfelelő kifejlődésben. A forrásvíz hőmérséklete a fenti 50 évben 5,2 és 11,6 °C között ingadozott, átlag-értéke 9,0 °C volt. A víz átlagos kémiai összetételére jellemző, hogy időszakosan mért összes-keménysége = 216 CaO mg/L (21,6 német keménységi fok), Ca-ion tartalma = 118 mg/L, Mg-ion tartalma = 22 mg/L értéket mutatott (IZÁPY 2002).

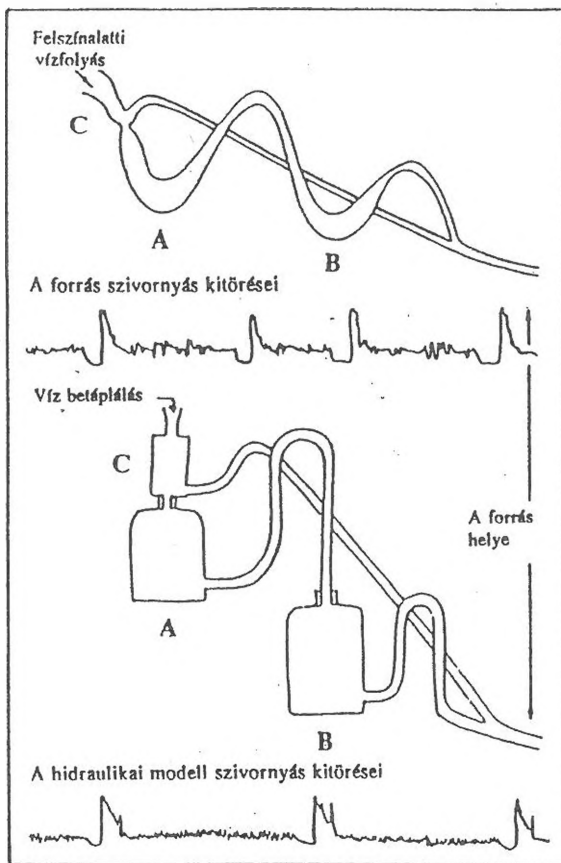
A Lófej-forrás hozamának sokévi folyamatos regisztrálása során igazolni lehetett a korábbi népi megfigyelések helyességét, mert napról napra számtalan csapadéktól független rövid és gyors áradás (továbbiakban kitörés) megjelenését lehetett megfigyelni. Az átlagos kitörési gyakoriság 4 kitörés, a legnagyobb gyakoriság 35 db kitörés hetenként, míg a legkisebb gyakoriság zérus volt. A leghosszabb kitörési szünet 248 nap volt az 1973. június 8. és 1974. február 12. közötti igen száraz időszakban. Az egyes kitörések időtartama átlagosan 3 óra, maximálisan 7 óra, minimálisan 2 óra volt. A kitörések csúcsa az alaphozam felett átlagosan 4400 l/min, maximálisan 7400 l/min, minimálisan 2600 l/min hozam-különbséget ért el.



2. ábra. A Lófej-forrás szivornyas kitéréseinek eltérő gyakorisága és típusai különböző vízhozamok időszakában  
 Fig. 2. Different occurrence and types of the Lófej spring eruptions during different discharges periods

A 2. ábrán mutatjuk be a Lófej-forrás szivornyas kitéréseinek eltérő típusait különböző vízhozamok időszakában. Az ábra 1. sorában jól látható, hogy az eddig észlelt legnagyobb (1974. évi) áradás időszakában 5000 l/min-nál nagyobb hozamnál a kitérések szünetelnek, mert a szivornya ilyenkor a jelentős mértékben megemelkedő karsztvíztükör felszíne alá kerül. A forrás kiürülésének további időszakában azonban először igen sűrűn kis térfogatú, majd utána nagy kitérések jelennek meg a vízhozam változásban. Kisebb áradásoknál (2-3. sor) pulzációk sorozata észlelhető az áradási hullám idősorában, vagy nagy kitérések sorozata vezet le az áradó víztömeget. Közepes vízhozam időszakában (4. sor) az egymást 1-2 naponta követő kitéréseket minden esetben csaknem zérusra csökkenő hozamminimumok előzik meg és a kitérések közötti időszakban folyamatos pulzá-

lás tapasztalható. További hozamcsökkenésnél (5. sor) a kitörések már ritkábban (2-4 naponként) jelennek meg. Kisvíznél (6., 7., 8. sor) kezdetben már csak vízhozam-pulzálást láthatunk, majd ez a csekély vízhozam-ingadozás is teljesen megszűnik.



3. ábra. Felül a Lófej-forrás hármasszivornya-rendszerének elvi vázlatát, alul a működő hidraulikai modell oldalnézetét látható a kitörések regisztrált vízhozam-idősorával. A modell segítségével felismert utócsúcs jelentkezése a forrás kitöréseinek végén is megtalálható.

Fig 3. Over on the top a theoretical sketch of the three parts siphon-system of the Lófej spring, at the bottom there is the profile of the hydraulic model in action with the registered discharge timeseries of the eruptions. A post eruption was realized by the help of the model will be found at the end of the spring's eruptions.

A bemutatott vízhozam-változások alapján a 2. ábra 4. sora figyelembevételével feltételezhető volt (MAUCHA L. 1967), hogy a Lófej-forrás vízrendszerében három szivornya kombinációja (két sorba kapcsolt nagy szivornya és egy párhuzamosan kapcsolt kis szivornya) hozza létre a sokoldalú hozam-változásokat (3. ábra). Az A-szivornya térfogata 300, a B szivornya térfogata 270, a C-szivornya térfogata pedig 30 m<sup>3</sup>-nek adódik a

kitörés alatti vízhozam-értékek összegzése alapján. Nagyobb hozam esetén a kitörések térfogata megduplázódhat, mert ürítés közben a töltő hozam nagyobb értéke növeli az ürítés térfogatát. A forrást tápláló felszínalatti patak kezdetben a C-szivornyát kezdi tölni. E folyamat során a befolyó víz egyik fele a fenékén lévő szűk nyíláson át tölti az A-szivornyát, míg a befolyó víz másik fele a C-szivornya kis ürítései következtében pulzációkat okoz a forrás vízhozam-idősorában. Amikor az A-szivornya megtelik és ürítve tölni kezdi a B-szivornyát, ekkor alakul ki a kitörések előtti hozam-csökkenés, ami együtt jár a pulzálás megszakadásával, mert az ürítés szívással jár, melynek hatására megszűnik a C-szivornya működése. A forrás kitöréseit a B-szivornya ürítése hozza létre és utána visszaáll a kezdeti állapot. A kitörések előtti jelentős hozam-csökkenés és az a tény, hogy az ismert szivornya-térfogat mellett a töltési idő megfelel a forráshozamnak, arra utal, hogy a szivornya-rendszer főágban helyezkedik el.

A bemutatott szivornya-működést hidraulikai modell kísérleti vizsgálataival hitelesítettük, mivel a modell regisztrált vízhozam-idősorának alakja azonosnak bizonyult a forrás eredeti hozam-idősorának alakjával (3. ábra). Csak annyi különbség adódott, hogy a kitörések a forrásnál különböző, a modellben pedig azonos időközönként jelentek meg az árapály-hatás miatt ingadozó ill. az állandó hozamú töltés következtében. Úgy tűnik, hogy az elvi felépítés térbeli elrendezése is közel áll a valósághoz, mert a 2. ábra 2. sorában látható kis árvízre rakódott hosszú pulzációs szakasz úgy értelmezhető, hogy a felemelkedett karsztvíztükör felszíne az A és B szivornyát már ellepve azon folyamatosan folyik át az áradó víz, de a kis C-szivornya a vízszint felett még folyamatosan ürítésre képes. Ha az áradás tetőzése időszakában a karsztvíz felszíne valamivel lejjebb helyezkedik el, akkor nagy szivornyas kitörések vezetnek le az árvizet, amint azt a 2. ábra 3. sorában lehet megfigyelni.

A hidraulikai modell kitöréseinek végén található ugrásszerű hozamnövekedések arra a korábban nem ismert felismerésre vezettek (MAUCHA 1967, GÁDOROS 1969), hogy minden szivornya-ürítés végén utócsúcs alakul ki. Ennek oka az, hogy amikor a kiürülő vízmennyiség utolsó keresztmetszete áthalad a leszívócső csúcspontján, akkor a „H” értéke egy pillanatra felszökik a kitörés csúcspontján kialakult nyomás értékre. Ezek az utócsúcsok a legtöbb esetben megtalálhatók a Lófej-forrás valóságos kitöréseinek a végén is (2. ábra 3. sora, és 3. ábra felső hozam idősor). A bemutatott jelenség az első fizikai bizonyíték arra, hogy ténylegesen szivornyajelenség hozza létre a csapadéktól független kitöréseket néhány forrás vízhozam-változásában.

A Lófej-forrás folyamatos hozam-regisztrálása további új eredménnyel is szolgált. Kitűnt, hogy a szivornyás kitörések az esetek 30 %-ában 6, 12, 18 és 24 órakor kezdődnek, tehát a források vízhozam- változásában a karsztos kőzet árapály-jelensége is szerepet játszik. A fenti időpontok ugyanis a dagály és az apály szélső értékeinek időpontjaival egyeznek meg kerek Hold-fázisok napján. Az árapály-jelenség periódus ideje közel 12 óra. A karsztban a periódusidő időszakosan közel 6 órára feleződik. Ennek oka az, hogy a karsztvíz függőleges törésháló hézagaiban tárolódik. Barlangi törésmérések során kiderült, hogy a vízszintes nyíró-mozgások leírják az árvizek alakját, ezért a lehullott csapadék súlyának hatására a törésháló alaprajzi nézetben összezsukható rácshoz hasonló mozgást végez. A rács legnyitottabb állapotában legnagyobb a hézagterfogat értéke is, ezért a kőzet széthúzó dagály- vagy összenyomó apály-deformáció egyaránt hézagterfogat-csökkenést hoz létre az áradások tetőzése utáni napokban, ami szükségképpen a periódusidő feleződésére vezet. A nem szivornyás forrásoknál hasonló időszakban talált közel 6 órás periódusú árapály-ingadozások igazolták a bemutatott mechanizmust és egyben azt is, hogy a Lófej-forrás kitörési statisztikáját a szivornyát töltő patak ugyanilyen periódusú áradásai hozzák létre (MAUCHA 1998).

### *Nagy-Tohonya-forrás*

A Nagy-Tohonya-forrás szintén Magyarországon, az Aggteleki-karszton fakad a jósvafői „Hegytető” Ny-i lábánál a Tohonya-völgy bejáratának K-i oldalán. A forrás barlangrendszerét (Kossuth-barlang) 1956-ban tárták fel. Kilépési helye 218 m Bf. magasságban található. Földrajzi koordinátái: N = 48° 29' 15", E = 20° 33' 00".

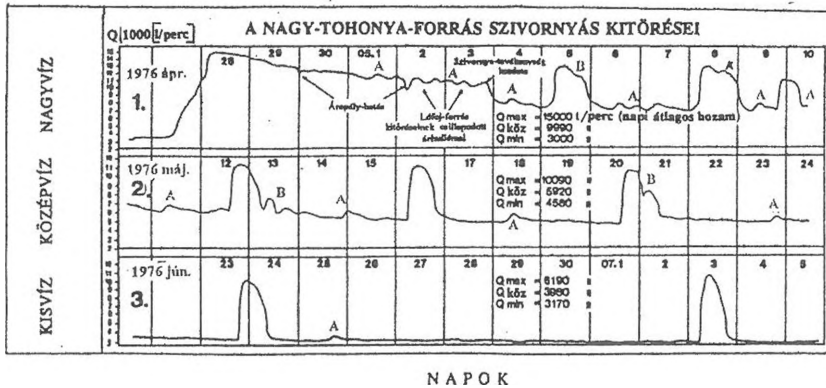
A forrás vízhozamát a VITUKI 1950-től kezdve időszakosan mérte, de a hozam regisztrálása csak 1964-ben kezdődött el. A Nagy-Tohonya-forrás 1950 és 2000 közötti átlagos vízhozama 6040 l/min, legnagyobb vízhozama 1974-ben 68 403 l/min, legkisebb vízhozama 871 l/min volt. A forrás számított vízgyűjtő területe az 1975–1984. évi hozam adatok és öt csapadékmérő állomás adatai alapján 24,4 km<sup>2</sup>-nek adódott. A vízgyűjtő területen középső és felső triász korú Wettersteini Fáciesű mészkő és dolomit kifejlődés található. A forrásvíz hőmérséklete 1950 és 2000 közötti időszakban 10,2 és 15,8 °C között ingadozott. A víz átlagos hőmérséklete 13,8 °C volt. A forrásvíz átlagos kémiai összetételét az alábbi adatok jellemzik: összes keménység = 203 CaO mg/L (20,3 német keménységi fok), Ca-ion = 114 mg/L, Mg-ion = 19 mg/L. (IZÁPY 2002).

A Nagy-Tohonya-forrás szivornyás kitöréseiről korábbi népi megfigyeléseket nem ismerünk. Legelső alkalommal *KESSLER* (1955) említi a forrás kitöréseit, de Jósmafőn tudtak ezekről a csaknem egész napos áradásokról, mert a második világháború előtt a forrásnál kapahámor működött. A szivornya-működés átlagos gyakorisága 1 kitörés hetenként. A legaktívabb működés esetén sem találunk heti 4 kitörésnél többet. A kitörések minimális gyakorisága zérus volt. E tevékenység leghosszabb szünete 270 napig tartott 1967. június 9-től 1968. március 5-ig, amikor a szivornyát tápláló patak feltehetőleg kiszáradt. A kitörések időtartama 16 óra és 38 óra között változik. A túlzottan nagy maximum-érték csak látszólagos (4. ábra). A kitörési idő átlagértéke 22 órára tehető. A kitörések hozam-változása az alaphozamhoz képest minimálisan 3700 l/min, maximálisan 7700 l/min, átlagosan 5740 l/min. A Nagy-Tohonya-forrás szivornyájának térfogata kisebb vízhozam időszakában 3300 m<sup>3</sup>-es értékkel adható meg, mert a kitörések által szállított víz térfogata csak ilyen időszakban közelíti meg a szivornya üreg valóságos térfogatát.

A Kárpát-medence legnagyobb térfogatú szivornyája valószínűleg a vízrendszer egyik mellékágában helyezkedik el, mert a töltési idő és a szivornya-térfogat ismeretében az átlagos forráshozam tizedrészének megfelelő hozamú patak is elegendő táplálására. Árvizek alkalmával ennél a forrásnál nem fordul elő a szivornyás kitörések olyan mértékű besűrűsödése, mint amit a Lófej-forrás esetében láttunk. Ennek oka vagy abból adódik, hogy nagyobb áradások időszakában a mellékágban lévő szivornya a főági vízállás emelkedéskor víz alá kerül, vagy annak köszönhető, hogy a mellékágban nem tud elég nagy áradás kialakulni. Korábban feltételeztük, hogy a kitörések kezdete után 1,5 óra késéssel jelentkező 1–2 órás vízhőmérsékletcsökkenés (0,05 °C) és az utána következő több napos hűtőhatás arra mutat (*GÁDOROS* 1967), hogy a szivornyát egy hidegebb mellékági patak vize tölti, de később *IZÁPY* (1992) felhívta a figyelmet arra, hogy a víz igen csekély mértékű lehülését a kitörés ideje alatt a Kossuth-barlangban megfigyelhető vízállásemelkedés hűtő hatása is létrehozhatja.

A 4. ábrán található a Nagy-Tohonya-forrás szivornya-tevékenységének jellemző vízhozam-idősorai. Az ábrán jól látható, hogy a szivornya-tevékenység kezdete kisebb áradás után 10 000 l/min vízhozamnál ugrásszerű hozam-csökkenéssel indul. A teljes vizsgálati időszak áttekintése alapján kitűnt, hogy a szivornya-tevékenység kezdetéhez tartozó legnagyobb forráshozam 28 000 l/min (1978. június 1.). Az ábrán közepes és kisvíz időszakában a kitörések száma a korábban bemutatott gyakoriságnak felel meg. 1300 l/min-nál kisebb forrás-hozamnál a szivornyás kitörések

már nem fordulnak elő. Az évi átlagos forráshozam és az évi kitörések száma között lineáris kapcsolat ismerhető fel (GÁDOROS 1971).



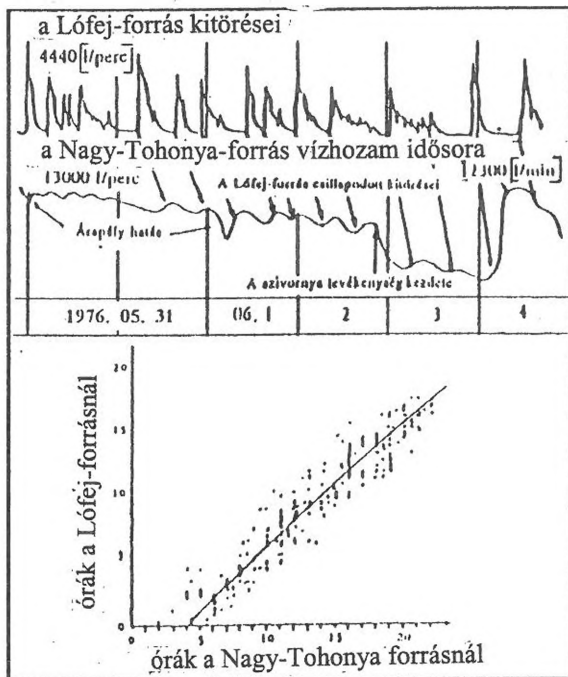
4. ábra. A Nagy-Tohonya-forrás szivornyas kitöréseinek eltérő gyakorisága a különböző vízhozamok időszakában

Fig. 4. Different occurrence and types of the Nagy Tohonya spring eruptions during different discharge timeseries periods

A Nagy-Tohonya-forrás vízrendszerében csak egy szivornya hozza létre a csapadéktól független gyors vízhozam növekedéseket, mert a vízhozam-idősorban található pulzálási jelenségek más okokra vezethetők vissza. A kitörések közötti pulzációkat a 4. ábrán „A” betűvel, a kitörésekre halmozódó pulzációkat pedig „B” betűvel jelöltük. Szilvay P. figyelte meg először, hogy ezek a vízhozam-növekmények a Lófej-forrás kitöréseinek csillapodott nyomáshullámai, mert következetesen átlag 4 óra késéssel követik azok megjelenését (5. ábra). A Lófej-forrás ugyanis folyamatos hidrológiai kapcsolatban áll a Nagy-Tohonya-forrással. Nagyon csapadékos években a víznyelőnél kialakuló túlfolyás vize a Tohonya-patakkal együtt befolyik Jósvafőre. Az 1967-ben elvégzett nyomjelzési kísérlet során a Lófej-forrás alatt 50 m-el elnyelődő jelzett víz június 23. és július 12. közötti időszakban 19 nap alatt jutott el a légvonalban 3,8 km távolságban lévő Nagy-Tohonya-forráshoz. Fenti nyomáshullámok okozzák, hogy a kitörések időtartama megnövekszik és vagy ún. „jobb váll” alakul ki a kitörések idősorában, vagy látszólag kettős kitörések alakulnak ki. A két forrás hidrológiai kapcsolata következtében a Nagy-Tohonya-forrás 24,4 km<sup>2</sup>-es számított vízgyűjtő területében a Lófej-forrás vízgyűjtője is benne van. Ezért a forrás független vízgyűjtő területe csak 23,2 km<sup>2</sup>.

Más jellegű negatív pulzációkat is megfigyelhetünk a 4. ábrán 1976. április 29-én és május 2-án, de ez az ingadozás sem mutat egynél több sziv-

vornya létezésére. Kiderült, hogy ezek az „éles hozam-csökkenések” a kőzet dagály-hatása következtében felhalmozódott feszültségi állapot földrengés-hatás által kiváltott gyors kiegyenlítődésére vezethetők vissza, amikor a gyors kőzet-deformáció miatt a karszt hézagterfogata ugrásszerűen 1–2 órára megnövekszik. Ezek a gyors változások indítják el a szivornya-tevékenység kezdetét jelentő ugrásszerű hozamcsökkenést is (4. ábra 1. sor, 1975. május 3-án 22 órakor). „Az éles hozam-csökkenések” más források-nál is megfigyelhetők és szélső esetben 2–3 óra időtartamra 3000 l/min-os hozamcsökkenést is eredményezhetnek (MAUCHA 1997).



5. ábra. Szilvay Péter megfigyelése szerint a Nagy-Tohonya-forrás vízhozam változásában található pozitív pulzációk a Lófej-forrás kitöréseinek átlag négy órával később megjelenő csillapodott nyomáshullámai. Felül az egyidejű mérési idősorok, alul a lineáris kapcsolat diagramja látható

Fig. 5. Correlation between the beginnings of outburst in the Lófej spring and that of the discharge pulsations in the Nagy-Tohonya spring after the investigation of P. Szilvay. On the top simultaneously registered discharge time-series and the bottom diagramme of the correlation.

E forrásnál nem található utócsúcs a kitörések végén. Ennek oka ugyanaz, mint a kitörések főcsúcsa esetében. Egyik csúcs sem látható, mert a forráshoz nem eredeti, hanem legömbölyödött alakú kitörési hullámok érkeznek. Közvetlenül a szivornya alatt feltehetőleg hegyes csúccsal rendelkező, kétszer nagyobb csúcs-hozamú, fele időtartamú, fő- és utócsúccsal rendelkező kitörési hullámot találunk, melynek alakja hasonló lenne a Lófej-forrás kitöréseivel, mivel a szivornya-jelenség fizikai tulajdonságaiból

erre lehet következtetni. A forráshoz tehát már csillapodott kitörési hullám érkezik, hiszen a Kossuth-barlang végponti szifonjának túloldalán, legalább 500 m távolságban lévő szivornyából származnak a kitörések. Ezért a főcsúccsal együtt az annál rövidebb ideig megjelenő utócsúcs is belesimul a kitörési hullám fő hozam-változásába. A Nagy-Tohonya-forrás esetében is megállapítható, hogy ezek a kitörések szintén 6, 12, 18 és 24 órakor kezdődnek az esetek 30 %-ában.

### Sárkány-kút

A Sárkány-kút Magyarországon déli részén a Mecsek hegységben fakad 217 m Bf. magasságban. A forrás vize az Orfű-hegy ÉK-i oldalán nyíló eróziós bevágódásban függőleges, szűk, csőszerű kürtöből tör fel 20 m-el a völgytalp felett. Földrajzi koordinátái: N = 46° 8' 38", E = 18° 8' 59".

A forrás vízhozamát először 1940-ben SZABÓ PÁL (1951), majd 1970-től 1973-ig a VITUKI mérte. 1972-ben a Mecseki Ércbányászati Vállalat részéről RÓNAKI (1989) létesített bukógátat a forrásnál. A Sárkány-kút átlagos vízhozama az 1972. évi január—júliusi kitörések által szállított vízmennyiség mérése alapján 160 l/min volt (GYÖREI-NÉ—ESZÉKY 1974). A forrás 1970—1973. évi maximális vízhozama 1980 l/min, minimális vízhozama igen gyakran zérus volt. A forrásvíz átlagos hőmérséklete 10,9 °C, a maximális hőfok 11,2, a minimális hőfok értéke 10,6 °C volt. A forrás vízgyűjtő területe az 1972. évi átlagos vízhozam és csapadékösszegeből számított beszivárgás figyelembevételével 0,3 km<sup>2</sup>-re becsülhető. A vízgyűjtő területen középső triász korú anizuszi mészkő, mészmárga és dolomit található a Misinai Formáció szerinti kifejlődésben. A forrás kémiai elemzéséről nem ismerünk adatokat.

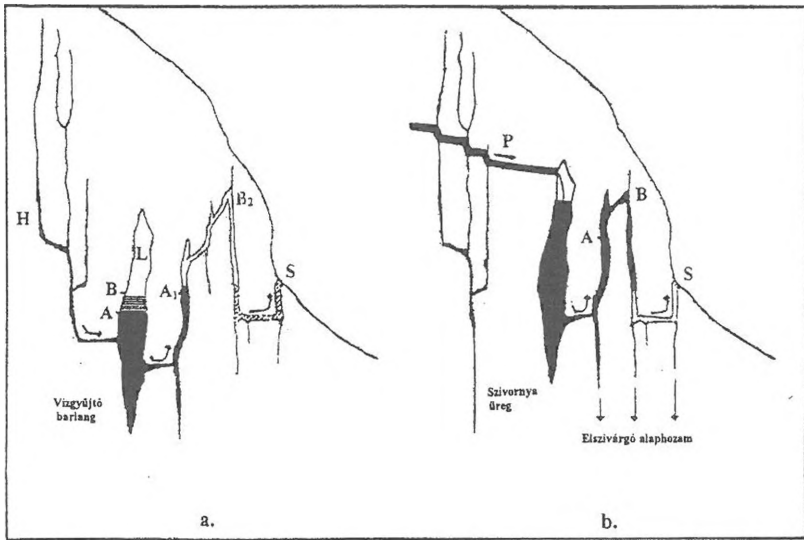
A Sárkány-kút meglepetésszerű kitöréseit már nagyon régen ismerték. A forrás neve érthetetlen működésére utaló sárkány-legendából származik. A forrást először a Hornyánszky Lexikon említi: a forrás „*amely hol kiszárad, hol különösen zivatarok előtt nagy robaj közepette megtelik vízzel*” (SCHMIDL 1896). SZABÓ PÁL (1951) szerint a forrás kitörése során ez a jelenség ma már nem hallható. Szerinte a kitöréseket egy szivornyaszerű üreg hozza létre, de más elv alapján. A 6. a. ábra értelmében a fentről leszi-

#### A Sárkány-kút legismertebb mondája

*Az orfűi Balázs-hegy oldalában van egy sziklaszakadás, amelynek mélyén a régiek szerint sárkány lakozott. Régen ki-kijárt a környékre és rémitgette a pásztorokat. Egyszer azonban nagy vihar támadt és egy óriási szikla éppen a barlang nyílásába esett. A sárkány nem tudott többé kijönni. Erőlködésében úgy felfújta magát, hogy a barlang vizét mind kinyomta. A víz zubogása, morgása messze elhallatszik. Amikor a sárkány a nagy erőlködésben kifárad, elcsöndesedik, elfekszik. Ilyenkor elapad a forrás vize. De ha kipihente magát, kezdődik minden előlről.*

(KARÁDI K.—OPPE S. 1979)

várgó víz a vízgyűjtő üregben felhalmozódva a felül lévő levegőt összepréseli és ez a kompresszió bizonyos határérték elérésekor kitörést okoz az S forrásnál a tárolt víztömeg  $B_2$  leszívó csövön való átnyomásával. Az 1950 körüli időszakban azonban még sem a Sárkány-kútról, sem a források működéséről nem volt elegendő ismeret. Azóta már a nemzetközi hidrogeológiai irodalom szerint egyértelmű, hogy a csapadéktól független kitöréseket csak olyan automatikusan leürülő szivornya hozhat létre, amely a forrásrendszer fő- vagy mellékágában helyezkedik el, mivel a csapadékos áradások során a kitörések besűrűsödnek. Ehhez pedig elengedhetetlen, hogy a szivornyákat felszín alatti patak táplálja. A patakmedrek szivornya üregbe való csatlakozása pedig nem teszi lehetővé olyan zárt terek kialakulását, amely kompressziós kitöréseket eredményezhetne. A Sárkány-kút felszálló vize pedig azzal magyarázható, hogy a szivornyából kiömlő víz a forrásnál való kilépés előtt alulról kerül meg egy kőzetblokkot. Ezért a kitöréseket itt is hagyományos szivornya hozza létre (6. b. ábra).

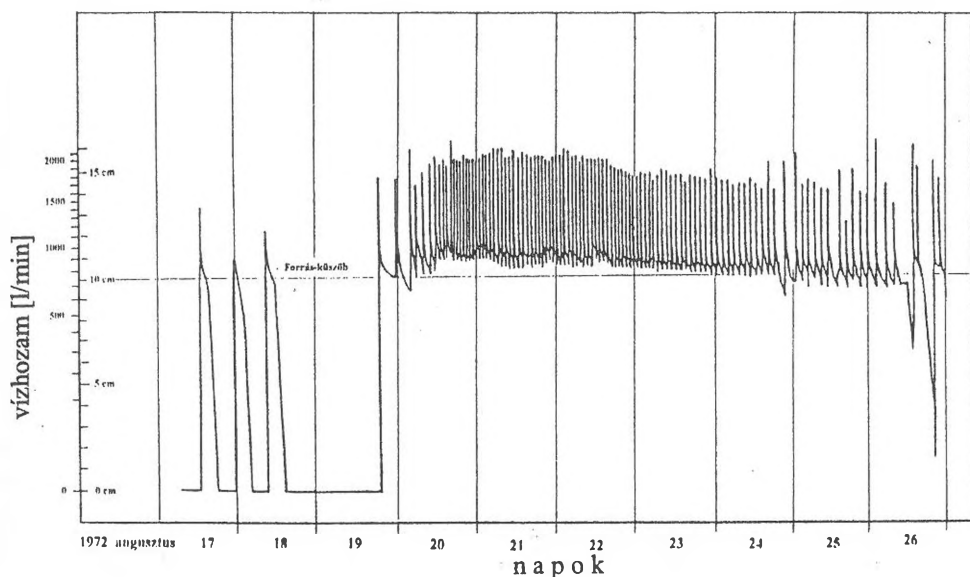


6. ábra. A Sárkány-kút szivornyájának elvi vázlata a régi (a) és az új (b) elképzelés szerint.  
 a): H = vízgyűjtő réshálózat, L = légszák, B, A = vízszint kiömlés elején és végén, A<sub>1</sub> és B<sub>1</sub> közötti szakasz = vízszint-emelkedés változása kitörés előtt, b): P = patakmeder, A = leszívó cső, B = leszívó cső csúcspontja.  
 Mindkét oldalon: S = a forrás helye.

Fig. 6. Theoretical sketch of the Sárkány well's siphon after the old (a) and the new (b) conception.  
 H = water collecting network, L = air pocket, B, A = water-level at the beginning and at the end of the discharge period between A<sub>1</sub> and B<sub>1</sub> = changing of the water-level rise before the eruption, P = watercourse, A = exhaust-pipe, B = peak of the exhaust-pipe, On both sides: S = place of the spring

A forrás kitöréseinek adatait RÓNAKI (1989) mérései, valamint GYÖREI-NÉ - ESZÉKY (1974) adatfeldolgozása nyomán ismerjük. A kitörések időtartama maximálisan 8,6, minimálisan 0,5, átlagosan 2,3 óra. A

kitörések által szállított legnagyobb vízmennyiség térfogata  $190 \text{ m}^3$ , legkisebb értéke  $0,022 \text{ m}^3$ , átlag értéke  $21 \text{ m}^3$  volt. A kitörési csúcsok hozamértéke a zérus értékhez képest  $1400 \text{ l/min}$  és  $1 \text{ l/min}$  között ingadozott (áradás időszakában a maximum  $2200 \text{ l/min}$  volt), átlagértéke  $400 \text{ l/min}$ -ra becsülhető, mert erre vonatkozó adatot nem találtunk. A legnagyobb kitörési gyakoriság  $105$  kitörés volt egy hét alatt. A minimális kitörési gyakoriság zérus, az átlagos kitörési gyakoriság pedig  $4$  db volt hetenként. A forrás vizsgálat  $835$  napos időszakában a leghosszabb kitörési szünet  $36$  nap volt (RÓNAKI 1989). Erre az időszakra vonatkozó szivornyás kitörések részletes elemzését az idézett szerző még nem tette közzé.



7. ábra. A Sárkány-kút szivornyás kitörései az eddig megfigyelt legnagyobb csapadékos áradás időszakában RÓNAKI L. (1989) tanulmánya szerint

Fig. 7. Siphonic eruptions of the Sárkány well after the study of L RÓNAKI (1989) during the period of the largest flood-time till today.

RÓNAKI (1989) vizsgálatai során  $170$  különböző típusú kitörést tudott megkülönböztetni. Az általa közölt legintenzívebb kitörési tevékenység időszakára vonatkozó  $11$  napos vízhozam-idősor (7. ábra) teszi lehetővé az árvíz időszakában található kitörések bemutatását. Az ábra baloldalán  $1972.$  augusztus  $17$ – $18$ -án három kitörést láthatunk, melyek átlag  $620 \text{ l/min}$ -os töltőhozam időszakában jelennek meg. Az éles kitörési csúcsok ellenére e kitörésekhez nem tartozik utócsúcs. Másrészt a kitörések végén a hozam idősor vonala nem mutat csillapodást a zérus alapvonalhoz való csatlakozáskor. Fentiek miatt feltételezhető, hogy a kitörések között mégis van valamilyen nagyságú  $50$ – $100 \text{ l/min}$ -os alaphozam, csak az a forrásszájnál

nem jelenik meg. Ez csak úgy képzelhető el, hogy a forrás a kőzet valamelyik márgás lencsége feletti szintben alakult ki és a nagyon kis alaphozam oldalirányban elszivároghat a márga szint alatti mészkő repedéseibe, vagyis alsóbb szinten lát napvilágot. E problémára már SZABÓ PÁL Z. (1951) is felfigyelt, mivel tanulmányában megemlíti, hogy a forrástól D-re található kőfejtőnél 1951. óta időnként bővizű forrásvíz jelenik meg a völgytalp szintjében, amely jelenség korábban nem létezett. Ez a megcsapolás oka lehet annak is, hogy jelenleg már nincs hangjelenség a kitörések során. Fentiek miatt feltételezzük, hogy a kitörések utócsúcsa azért nem látható, mert az az alaphozam ingadozásaként jelenik meg. Ilyen jelenséget csak SZABÓ PÁL Z. (1951) tanulmányában találhatunk, melyben a kimért három kitörés közül egy esetben két utócsúcs is megjelent a főcsúcs után (1940. július 21.)

Maga az áradás az alábbiak szerint értékelhető: Az ugrásszerű hozam-növekedéssel kezdődő áradáskor főági szivornya esetén a kitörések minden határon túl besűrűsödnek. Csak akkor jöhet létre ilyen áradás, ha a szivornya még nem került a karsztvíz-tükör felszíne alá. Ekkor a túl gyors táplálás következtében a szivornya már nem tud alapszintre leürülni, hanem a szivornya üreg alsó fele állandóan telített marad és csak az üreg felső része képez folyamatosan ürítő kisebb térfogatú szivornyát. Ezáltal a kitörések száma megkettőződik és így alakul ki egymás után a sok kis kitörésből álló sorozat (lásd a 7. ábra utolsó két kitörését). Valószínűnek tűnik, hogy az utócsúcsok az árvízi időszakban azért nem jelennek meg, mert a megkettőződött kitörések olyan gyorsan követik egymást, hogy ezek a kis változások belesimulnak a mindenkori következő árhullámba. Így a heti 105 kitörés csak 52,5 eredeti térfogatú ürítésnek felel meg egy hét alatt. Ez a szám napi 7,5 kitörést jelent, vagyis 3,2 óra esik egy aklimatikus áradásra, ami reális értéknek tűnik.

A szivornyák hidraulikai jelfogó szerepe az árapály-hatás érzékelésében a Sárkány-kútnál is kimutatható, mivel 1972. év első hét hónapjában 125 kitörésből 25 db (vagyis 20 %) itt is közel 6, 12, 18 és 24 órakor kezdődik. Augusztusban pedig (7. ábra) 17, 18, és 19-én öt kitörés közül az első, második, negyedik és ötödik kitörés kezdő időpontja 12, 24, 18 és 24 óra közelébe esik. Természetesen az árvízi sűrű kitöréses szakasz ilyen irányú statisztikája értelmetlen lett volna a véletlen egybeesések nagy száma miatt.

A Sárkány-kút kitöréseit – a 7. ábra figyelembevételével – feltehetőleg egyetlen főágban elhelyezkedő szivornya hozza létre, mert a kitörések között a zérushoz közel álló nagyon kicsi alaphozam van. Főági szivornya töltése esetén nem kell feltétlenül zérus hozamnak kialakulni, mivel a források igen gyakran a főággal szöveget bezáró törésekből is kapnak utánpótlást. Jelenleg nem ismerünk olyan vízhozam ingadozást (pl. pulzációt), mely

több szivornya létezésére mutatna. A feltételezett alaphozamban esetleg megfigyelhető lenne az utócsúcson kívül valamilyen erre mutató ingadozás is. Ezeket a hozamváltozásokat azonban csak a forrás-kürtőben, vagy az említett alsó forrásnál kialakított vízszint- vagy víz-hozammérő berendezés segítségével lehetne kimutatni.

### *Holló-kő alatti Időszakos-forrás (Občasný prameň pod Havraňou skalou)*

A forrás Szlovákiában, a Gömör-Szepesi-érchegység részét képező Szlovák paradicsom déli részén, a Sztracennai-völgy északi oldalát kísérő karsztfennsík sziklás hegycsúcsa, a triász időszerű mészkőből felépített Havrania skala (Holló-kő, 1153 m) meredek keleti letörése lábánál, 960 m tszf. magasságban fakad. A forrás hőmérséklete viszonylag állandó, 5,2 és 6,4 °C között ingadozik, átlagosan 6 °C. Földrajzi koordinátái: N = 48° 53' 20", E = 20° 20' 57".

A forrás törmelékes szűk nyíláson át tör elő, mely eredetileg 1–2 m után lejtős vízvezető mederben folytatódott, s vezette le a vizet a fővölgybe. A forrás alatti mederben – egyes megfigyelések szerint néhány ölnyire, mások szerint 260 ölnyire (~500 m) – folyamatosan szivárog a víz a kövek közül elő, s a fővölgyig patakot képez. A forrás fölé a 19. sz. 60-as éveiben fa védőkunyhót emeltek, melynek maradványai a forrás fölött kialakított sík felület formájában maradt meg (1954-ben). A forrás vizét fa vályú vezette egy 1 m átmérőjű malomkerékre, mely körmozgását átadva ritmikusan egy kalapácsot működtetett egy vaslemezt ütögetve, melynek kopácsolása közel-távol hirdette az erdei munkásoknak a forrás működését. A kalapács hangját állítólag az őzek is ismerték már, és erre a jelre gyakran keresték fel ők is a forrást szomjuk oltására.

Már a 19. század elején ismert forrás első dokumentált, többszöri megfigyelését *HELM* (1860–61), a Coburg-Koháry uradalom erdésze végezte, aki már feltételezte a szivornya elven történő működést. Ez időben még többen is (*SCHWAB* 1861, *SCHUBERT* 1863a, 1863b, *NOWAK*) tettek a forrásnál megfigyeléseket. *SCHWAB* (1861) és *NOWAK* szerint a kitörések a nedves vagy száraz évektől függően általában 24 óránként, de néha 12 óránként, néha azonban csak 48 óránként ismétlődnek. Számunkra újdonság volt, hogy *NOWAK* már akkor feltételezte a forrásműködésnél a rendszeres ár-apály hatás érvényesülését. A több vonatkozásban ellentmondó jelentéseket az ismert geológus, *ŠTÚR* (1863) foglalta össze, ahol a forrás működésére öt lehetséges módot ill. forrástípust (hévforrás-gejzír, jég és hó nappali olvadása, árvízi forrás, szivornyás működés, mesterségesen szabályozott búvópatak) vet fel. Az elsőt és az utolsót eleve elveti, a többi lehetőségét

részletesen taglalja, de egyik mellett sem foglal határozottan állást. Az árpály-hatás lehetőségét is elveti, így aztán ezzel a mai napig nem foglalkoztak, noha a jósvafői források vizsgálata kísérleti úton és tudományos megalapozottsággal bizonyította e hatás létezését (MAUCHA 1967).

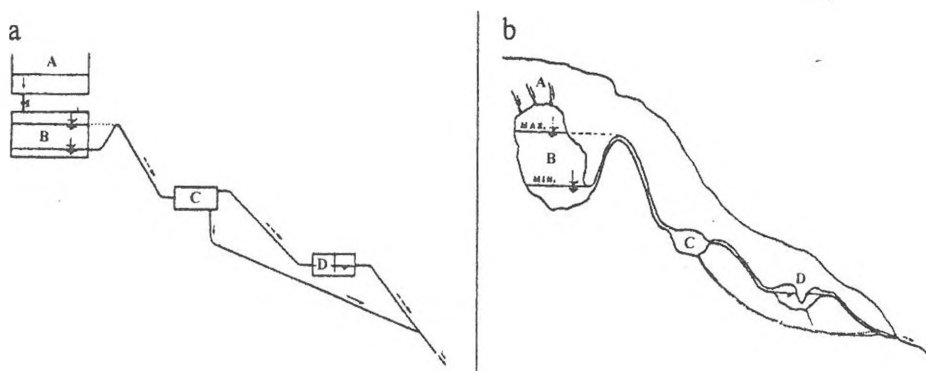
Az akkori megfigyelések – különösen Helmtől – értékes adatokat is tartalmaztak. A forrás kitörése kb. másfél óráig tart – néha hosszabb, néha rövidebb ideig. Száraz időben (forró nyár, kemény, száraz tél) hetekig nem működik a forrás, csak a mederben szivárog elő a víz. Mérsékelt nyári csapadékok idején és enyhe télen a forrás 3–4 naponként 1–1½ órán át működik. Tavasszal 24–6 óránként hosszabb kitörések jelentkeznek. Egy-egy egyedi nagy csapadék esetén a kitörések 2–3 óránként, vagy közvetlen egymás után ismétlődnek. Hetes esőzésekkor a vízkitörés folyamatos. Egy-egy kitörés alkalmával kifolyó víz mennyisége – a kb. 2/3 négyzetláb, azaz ~ 0,1 m<sup>2</sup> átmérőjű forrasszáj és a másfél órás működés alapján – mintegy 150–300 m<sup>3</sup>.

A forrás működését ezt követően csak 1936-ban, majd 1954-ben figyelték meg részletesebben (NEMCEK 1954), melynek során először figyeltek fel a kettős kitörésekre.

Igen ellentétesek a megfigyelések a kitörések megindulása előtt vagy alatt, valamint a kitörés végén hallható hang (zúgás, bugyborékolás) jelentkezéséről. A teljes csönd és hangos hanghatások között minden előfordul.

A forrás működésének kérdésével részletesebben CEBECAUER—LIŠKA (1974) foglalkozott. A korábbi megfigyelések figyelembe vételével szerkesztették meg a forrás modelljét, mely üvegcsövekkel összekötött hasábalakú edényekből állt (8. a. ábra). Az A edény töltötte be a vízpótlás funkcióját, amely a vizet a B gyűjtőtérbe táplálta. A két edényt összekötő cső szeleppel volt ellátva, amellyel szabályozható volt a vízutánpótlás mennyisége. A B edény felső részén volt egy nyílás, mely biztosította a légköri levegő behatolását. A nyílás elzárásával szemléltetni lehetett a levegő kizárása melletti forrásműködést is. A B edény alsó részének oldalfalából ágazott ki egy üveg-szivornyacső, melynek másik vége a C edénybe torkollott. A C edény aljából kisebb átmérőjű cső ágazott ki, mely a vizet a forráshoz vezető csőbe vezette le. A C edényből egy másik cső vezetett a D edénybe, mely egy szifont jelenített meg. A szifonból kiágazó cső végül a vizet a felszínre vezette. A fenti szerzők nem adtak magyarázatot arra vonatkozóan, hogy a C és D edénynek ill. üregnek milyen szerepe van szivornya működésében, de valószínű, hogy a C edény ill. üreg – a Kalugyeri Dagadó-forráshoz hasonlóan (15. ábra) – a kitörési hullámot csillapítja, ami magyarázza a kettős kitöréseket is.

A modell részletes megfigyelése alapján az időszakos forrást egy szivornyával működő rendszernek képelték el (8. b. ábra).



8. ábra. A Holló-kő alatti Időszakos-forrás szivornyájának modellje (a) és tényleges felépítésének vázlatja (b) CEBECAUER, I.—LIŠKA, M. (1974) szerint  
Fig. 8. Model (a) of the Periodical spring under the Holló rock and a sketch (b) of its scheme after CEBECAUER I.—LIŠKA, M. (1974).

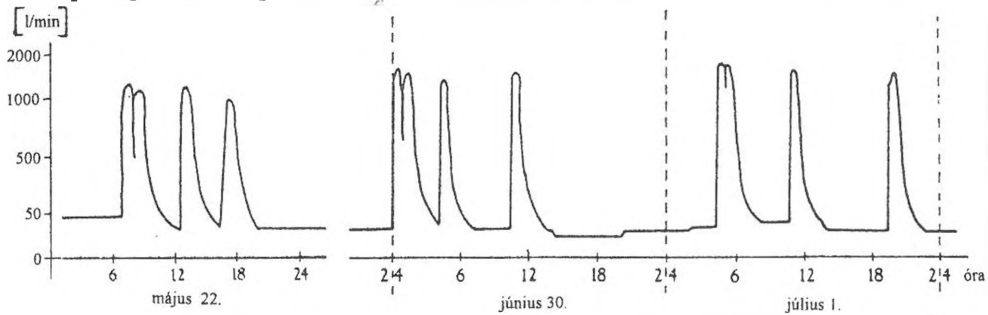
A 8. b. ábra elvi felépítését hibásnak tartjuk, ugyanis nem valószínű, hogy felülről szivárgó vizek táplálják a szivornyát. Szivornya méretű üregek csak karsztforrások vízrendszerének fő- vagy mellékágaiban tudnak kialakulni. A kitörések sűrűsödésére csak a forrás áradása esetén kerülhet sor, tehát oldalirányból közel vízszintes medrű pataknak kell töltenie a szivornyát.

Štúr tiszteletére 1977-ben a forrásnál emléktáblát helyeztek el, majd Szlovák Hidrometeorológiai Szolgálat a Szlovák Paradicsom Tájvédelmi Körzet Igazgatóságával együttműködve a forrásnál 1978-ban Thomson-bukót épített acél víztartállyal (1,6 m<sup>3</sup>), amelyhez folyamatos vízszintíró csatlakoztattak. Az automatikus mérés eredményeiről és az ezekből levonható következtetésekről CHALUPKA (1986) számolt be.

Az 1979–83 között megvalósult rendszeres észlelés minden évben áprilistól ill. májustól novemberig, tehát évente 7–8 hónapon át tartott. Az észlelés kezdetét és végét a mérőedény esetleges fagykárosodás elleni védelme határozta meg. Ezen túl feltételezték, hogy a forrás télen csak kivételesen működik. A tapasztalatok alapján 1985-től az észlelés kezdetét márciusra tették.

A forrás működése három szakaszra osztható: az első március–május (június), amikor a hóolvadás és a tavaszi csapadék idézi elő a majdnem folyamatos forrásműködést, ami zömmel nagy, valamint állandó közepes hozamok váltakozásában nyilvánul meg.

A második, június–októberi (novemberi) szakaszban a forrásműködés a csapadéktól függ, amit azonban jelentősen csökkent az evapotranspiráció vízigénye. Így csökken a felszín alatti víztározó feltöltődése és ritka a kitörés is. Június harmadrészében már előfordul egész nap víz nélkül, júliusban pedig már a napok kétharmadában nem ad vizet a forrás.



9. ábra. A Holló-kő alatti Időszakos-forrás kitöréseinek jellemző lejátszódása  
 Fig. 9. Characteristic eruption's activity of the Periodical spring under the Holló rock

A harmadik, november–februári szakaszcsozról hiányzanak a rendszeres feljegyzések, de feltételezhető (amit a szórványos megfigyelések megerősítenek), hogy a forráskitörések csak kivételesen jelentkeznek.

Természetesen a fenti egyszerűsített működési vázlatból jelentős eltérések fordulhatnak elő. 1981-ben pl. április–májusban több nap volt víz nélkül, míg júniusban és július elején fokozott forrásműködés volt észlelhető. Ugyanakkor az október intenzív kitöréseket eredményezett, noha ilyenkor a forrás igen gyakran kiszárad.

A kitörések lehetnek egy- és többfázisúak. A többfázisú kitörés több csúccsal rendelkező kitörést jelent, amely hasonlóan alakul ki, mint az orfűi Sárkány-kút áradási jelensége. Több mint kétfázisú kitörés ritka, a forrásműködés legtöbb esetben egy- és kétfázisú kitörésben nyilvánul meg. Bár nem mindig szabály, a kétfázisú kitörés általában az egyfázisú kitörés előtt jelentkezik (9. ábra), vagy több egyfázisú követi egymást, amiből gyors vízutánpótlódásra lehet következtetni. Valószínű, hogy a több fázisú kitörés a szivornyát töltő patak kisebb áradásainak csúcsidőszakában jön létre.

A másik jellegzetesség, hogy gyakorlatilag minden kitörés – hosszabb szárazság után is – eléri a maximális vízhozamot, ami rendszerint 1800–2100 l/min, legnagyobb mért értéke 2700 l/min. A szivornya lassú utánpótlódása esetén tehát nem kis hozammaximummal rendelkező kitörés alakul ki, hanem meghosszabbodott idejű közepes kitörés jön létre. A vízhozam a maximális értéket 10–15 perc alatt éri el és időtartama egyfázisú kitörésnél rendszerint nem haladja meg az 1 órát, kétfázisúnál természetesen hosszabb időre van szükség (9. ábra). A maximális érték után a vízhozam

csökkenése lassabban megy végbe, mint az emelkedés és rendszerint közel 2 óráig tart. Az egy-fázisú kitörés teljes időtartama tehát 2–3 óra. A kitörések egy része nem kötődik napszakhoz, előfordulnak éjjel is, nappal is. A kitörések indításában meglepően erős szerepet játszik a karsztos árapály-jelenség 6 órás periódusa.

A kitörések közötti szünet a vízutánpótlás sebességétől függ: minél gyorsabb az utánpótlódás, annál rövidebb a szünet, esetleg többfázisú kitörés jön létre. A vízutánpótlódás csökkenésével növekszik a kitörések közötti szünetek hossza a forrás kiszáradásáig. Újabb kitörések csak kiadós csapadékok után következnek be, elsősorban a csapadék mennyiségétől és időtartamától függő szünetekkel.

2002. október 24-én – viszonylag csapadékos időszakban személyesen is megnéztük a forrást. A kb. 1 órás ott-tartózkodás alatt a forrás egyenletesen, vízhozamváltozás nélkül, közepes vízhozam mellett működött (kb. 100 l/min). Úgy ítéltük meg, hogy a csapadékos időszak miatt a vízhozam nem kitörésszerűen, hanem folyamatosan jelenik meg.

Megjegyzendő még, hogy az Időszakos-forrás egyedüli vízlevezetője a Lipovec-fennsík keleti felének, és összefügg a Havrania skála alatti – még feltáratlan – barlangrendszerrel. Ezért eredménnyel kecsegtetne a Havrania skála szpeleológiai megkutatása is.

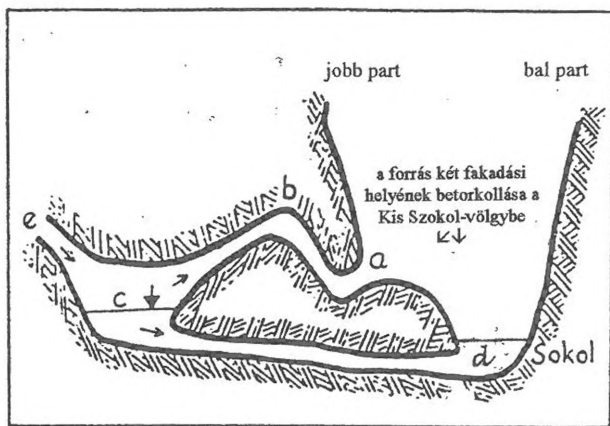
#### *A Kis Szokol időszakos forrása (Občasná vyvieračka v Malom Sokole)*

Ugyancsak a Szlovák Paradicsomban, az előző – nevezetesebb – forrástól nem túl messze – a Kis Szokol (Malý Sokol) medrében félórányit felfelé haladva – is van egy kevésbé ismert időszakos forrás, kb. 660 m Bf magasságban. Földrajzi koordinátái: N = 48° 54', E = 20° 20'.

A forrás szintén triász időszi mészkőből fakad. A Kis Szokol szurdokának kötörmelékese jobb oldalán, 26 m-rel a patak felett kis sziklás falban 3 nyílás található. Az egyik közülük ovális üregbe vezet. Keskeny kémeny folytatódik egy kör keresztmetszetű csatornáig, mely kígyószerűen kanyarog és egy ferde hasadékbá torkollik. A hasadék alján egy kis tó megakadályozza a továbbhaladást.

A forrás működése úgy képzelhető el, hogy ha az „e” vízbefolyás nagyobb, mint az elfolyás a „d” felé, a vízszint a hasadékban felemelkedik a „b” pontnál kezdődő csatornáig, és elkezd a másik oldalon az „a” pont felé lefolyni (10. ábra). Amikor a vízbefolyás csökken, a forrás működése is csökken a teljes elapadásig. A vízszint lesüllyed végül a „b” pontról a „c”-ig, és a víz ismét a „d” felé folyik le. A „b–a” közötti nyomásesés a vizet erős áramlással veti ki a mohával benőtt sziklatörmeléken át a Kis Szokol

vizet vezető szurdokába. 1953 nyarán pl. a felső forrás a száraz szurdokba rendkívül sok vizet adott (LIPTÁK, N—VAŠKOVIČ, I. 1959). Egyéb, a vízkitörések időtartamára, gyakoriságára, mennyiségére vonatkozó adatot nem sikerült fellelni.



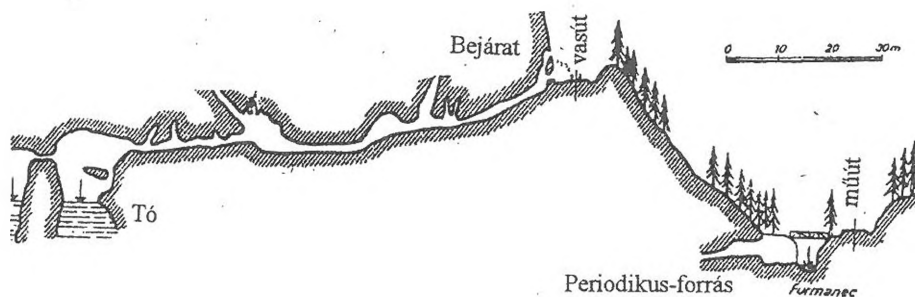
10. ábra. A Kis Szokol időszakos forrása LIPTÁK, M.—VAŠKOVIČ, I. (1959) nyomán  
Fig. 10. The periodical spring of the Little Szokol after LIPTÁK, M.—VAŠKOVIČ, I. (1959).

### Tiszolci Periodikus-forrás (Periodická vyvieračka pri Tisovci)

A forrás Szlovákiában, a Gömör-Szepesi-érchegység részét képező Tiszolci-karszton, a Tiszolctól 4 km-re nyugatra fekvő – barlangokban és felszíni karsztjelenségben gazdag Suché doly természetvédelmi területen, közvetlenül a Brezno felé vezető út mellett, 462 m tszf. magasságban fakad. Földrajzi koordinátái: N = 48° 41' 28", E = 19° 54' 18".

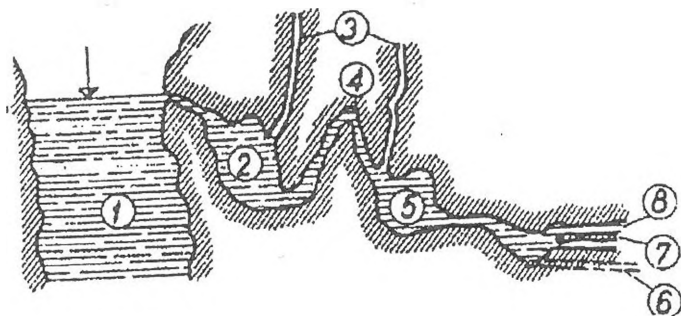
A forrás vizét 1960-ban foglalták Tiszolc vízellátása céljára, amikor a forrás elé kőépületet építettek, melybe rövid tárón jut be a víz. A forrás-foglalás során létesítettek egy folyosót az érdeklődők számára is. A forrást átlátszó fallal zárták le és limnigraf tette lehetővé a vízszint emelkedésének és süllyedésének megfigyelését. Kár, hogy ma már ez nem működik.

A forrás vize a 483 m tszf. magasságban, a forrás fölött haladó vasút bevágásában, északra néző bejárattal nyíló Tavas-barlangból (Jazerná jaskyňa) származik (11. ábra). A barlangbejárattól a tó több mint 100 m-re található, melynek átlagos mélysége 23 m. Búvárruhás vizsgálatok alapján megállapították, hogy a tó közvetlen kapcsolatban áll az időszakos forrással, mely innen 150 m-re és 7,78 m-rel alacsonyabban fakad (a tó felszíne és a forrás szintje közötti különbség). Az összefüggést a tóból elfolyó víz bugyborékoló és zúgó hangja, valamint a tó vízszintváltozása is bizonyítja. A ta-



11. ábra. A Tavas-barlang és a tiszolci Időszakos-forrás hossz-szelvénye  
 Fig. 11. Longitudinal section of the Lake Cave and the Periodical spring at Tiszolc.

vak utánpótlásának útja – víznyelői, vízgyűjtő területe – ezideig nem ismert. A feltételezett összefüggést a Suché doly-ban (Száráz-völgy) található Daxner-víznyelővel a végrehajtott vízfestés nem igazolta.



12. ábra. A Periodikus-forrás szerkezetének feltételezett elrendezése  
 Jelmagyarázat: 1. tó, 2. szivornya üreg, 3. repedések, 4. szivornya leszívó csőve, 5. vízgyűjtő üreg, 6. állandó forrás – 360 l/min, 7–8. periodikus források – 3600 l/min

Fig. 12. Supposed structure of the Periodical spring at Tiszolc.

Legend: 1. lake, 2. siphon cave, 3. fissures, 4. the exhaust-pipe of the siphon, 5. catchment cave, 6. spring-360 l/m, 7-8. periodic springs-3600 l/m

Ennek a forrásnak a működése kevéssé tér el a rendes időszakos forrásokétól. Az eltérés az, hogy állandó alaphozama van. Ez a vízmennyiség azonban többé-kevésbé szabályos periódusokban erősen megnövekszik.

A forrásvíz három nyíláson jut a felszínre. A 12. ábrán 6. sz.-mal jelölt forrás állandó vízhozama 360 l/min, a 7. és 8. sz.-mal jelölt forrás csak nagyobb vízhozamok idején működik. A maximális vízhozam tízszerese az állandó vízhozamnak. Átlagos körülmények között a kitörések közötti időtartam 25–35 perc, míg a száraz időszakban mintegy 45–65 perc. Hóolvadás

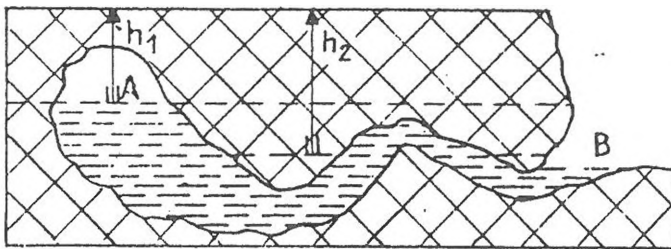
és rendkívüli csapadékok idején a forráshozam több napon vagy héten át folyamatosan maximális értéket ér el, ill. csak kis mértékben ingadozik.

A barlangi tó és a forrás között szivornya(k) és további medencék valószínűsíthetők. A szivornya hajlatában visszatartott levegő meghatározza a tó felszínének magasságát és fokozza a víz nyomását; a levegőzár a hajlaton átnyomja a vizet, mely a forrás felé távozik (12. ábra) (HOCHMUT, Z. 2000, KAMEN 1954, 1956, 1957–58, 1959–60, 1961–62, KLINDA 1985).

### *Kortyoló Jani (Glgavý Jano)*

A „forrás” Szlovákiában, az Alacsony Tátrában található deményfalvi Béke-barlangban, a Vizesés-termet és a Rózsa-folyosót összekötő járat elején található, de csak hangjából lehet rá következtetni, mely kb. minden 30 percben rendszeresen hallatszik, és egy vízvezetékcsőben folyó víz hangjára emlékeztet. Ezt az ismeretlen álforrást nevezik Kortyoló Janinak.

A jelenséget a fellehető irodalom a következőképpen magyarázza: feltételezhető, hogy egy nagyobb oldaljárat kisebb tóban végződik, mely szivornyaként működő szifonhoz kapcsolódik, mely a felsőbb helyzetű tóból történő vízkifolyással (adott esetben a tó nagy A-val jelölt teréből) az alacsonyabb másik (B-val jelölt) tóba, esetleg a Demänovka-patak egy ismeretlen ágába torkollik (13. ábra). A szünet alatt az első tó egy csatlakozó



13. ábra. A Kortyoló Jani működésének elvi vázlata R. Kettner szerint  
Fig. 13. Theoretical sketch of the Sipping Johnny after R. Kettner.

csatornarendszeren keresztül, vagy egy másik, magasabban fekvő tóból feltöltődik; a feltöltő víz eléri a  $h_1$  szintet – legyőzi a víz a túlnyomást a B tóban és leürül –, a vízszint kiegyenlítődik az A és B terek között. Egyidejűleg hirtelen felszabadul a tér a levegő nyomása alól. A légüres tér hirtelen feltöltődését kíséri a jellegzetes szívó hang – „kortyolás”, mely kb. két percig tart (JANÁČIK 1967–68).

## Kalugyeri Dagadó-forrás (Izbucul de la Călugări)

A Kárpát-medence talán legismertebb és irodalmi alkotásokban is legtöbbször szereplő időszakos forrása. Romániában, az Erdélyi-szigethegység tagját képező Béli-hegység erősen karsztosodott alsó és középső triász rétegekkel fedett DK-lábánál fekvő Kalugyer (Călugări – ma Ponoarele) fa-

lutól 3 km-re, az Acsva (Aciuta)-völgy északi forráságában fakad.

A forrás és feltételezett vízgyűjtő területe anizuszi fekete dolomit-rétegekből ered, amit a víz kémiai összetétele is igazol: Ca-ion = 29,6; Mg-ion = 27,2; HCO<sub>3</sub>-ion = 231,8 mg/l. Egyéb kémiai össze-

tevők (mg/l): Cl-ion = 7,1; SO<sub>4</sub>-ion = 1,5; Na-ion = 5,0; K-ion = 2,0; Fe-ion = 0,3; (ORAȘEANU 1985). Földrajzi koordinátái: N = 46° 34', E = 22° 28'. A forrás közvetlen közelében kolostor működik.

A forrást – különleges viselkedése miatt – a környékbeliek már a 18. században gyógyerővel ruházták fel. Első írásos említése a 19. sz. első feléből ismert (VÁSÁRHELYI 1822, BARTHA 1971), ez időből származnak a forrás működésére vonatkozó első megfigyelések is. Fél nap alatt egy kettős kitörést figyelhetett meg, a forrás működésére vonatkozó többi adatot a helybeliek meglehetősen pontatlan tájékoztatása alapján közölte. Egy évvel később a Hasznos Mulatságok c. folyóiratban Medve József, vaskóhi káplán számol be egy fél nap alatt észlelt három kitörésről.

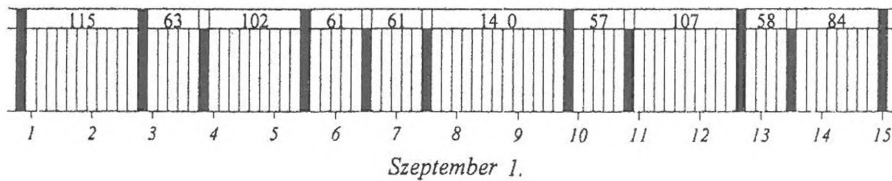
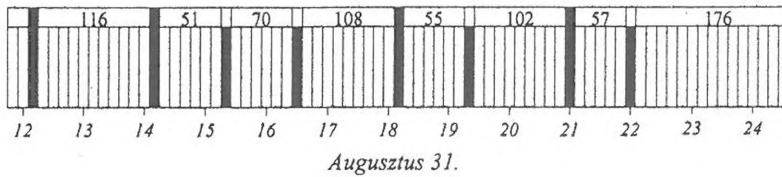
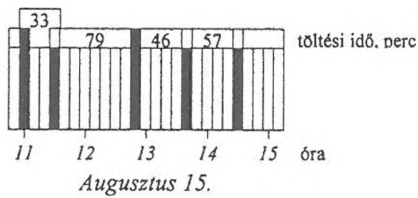
Noha Vásárhelyi már felhívta a figyelmet a forrás tudományos értékére és részletesebb vizsgálatának szükségességére, közel 40 évig kellett várni, míg Adolf Schmidl a forrást meg nem látogatta, aki 1860-ban és 61-ben (mindkét esetben augusztus végén, szeptember elején) összesen 29 észlelést tett és ezek között volt 27 órás folyamatos megfigyelés is. A mai napig sem történt ennél részletesebb vizsgálat (SCHMIDL 1863a). Táblázatosan közölt megfigyelési adataiból a 14. ábrában szerkesztettük meg a forrás kitöréseinek időbeli alakulását.

SCHMIDL a megfigyelései alapján az alábbi következtetéseket vonta le ill. megállapításokat tette:

– egy erősebb és egy gyengébb kitörés váltakozik egymással, olyan-formán, hogy utóbbi gyorsan követi az elsőt és a kettő együtt mintegy egyetlen je-

„Az együgyű Lakosok babonás erőt tulajdonítanak nékie, 's azért számosan nem csak a' körül vidékről, de Erdély Országból betegeskedők kivált sebekben, rühben, lábfájásokban, 's egyéb testi tisztátalanságokban sinlődők tavasz táján ide csoportodznak, 's el várván a' forrás Dagadását, testöket bele mártják. A' Lakosok állítása szerint, sokak meg is gyógyultanak.”

(VÁSÁRHELYI 1822)



14. ábra. A kalugyeri Dagadó-forrás működése SCHMIDL, A. 1861-ben tett megfigyelései alapján. Jól megfigyelhető a nagyobb és kisebb kitörések szabályos váltakozása (általában egy nagy után egy kicsi következik), valamint a hosszabb és rövidebb nyugalmi időszakok szabályossága (a rövidebb általában 1 óra körüli, a hosszabb 1 1/2–2 óra).

Fig. 14. Eruptions of the Dagadó spring of Kalugyer after the investigations of SCHMIDL, A in the year of 1861. The occurrence of the smaller and bigger eruptions is remarkable.

lenséget képez; hosszabb nyugalmi időszakot erősebb kitörés követ, és majd rövidebb szünet után egy gyengébb második,

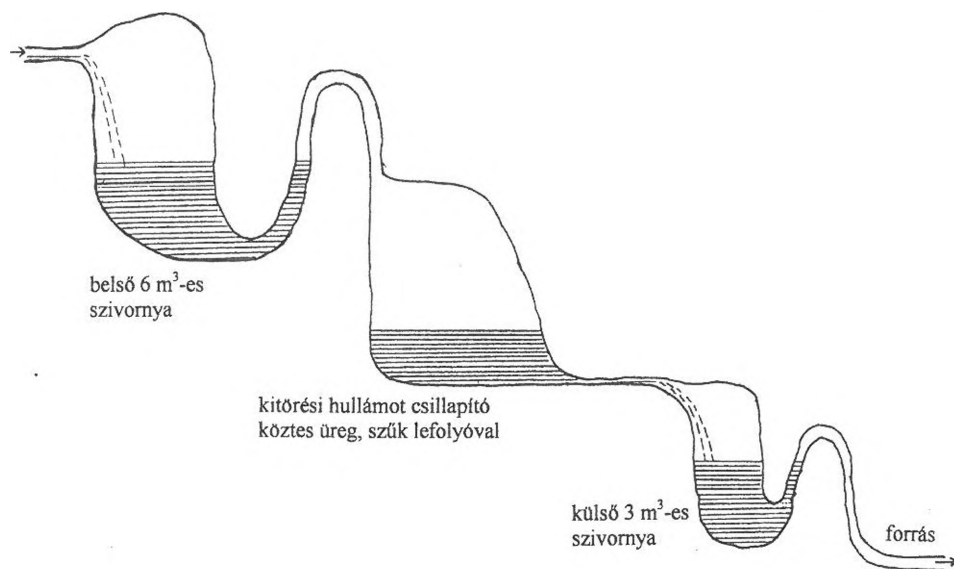
– a víz kitörése hosszabb vagy rövidebb nyugalom után következik be; a hosszabb nyugalom időtartamának átlaga 1 óra 21 perc (szélső értékek: 54 perc ill. 1 óra 53 perc), a rövid átlaga 28 perc 45 mp (szélső értékek: 8 ill. 42 perc),

– a kitörés időtartamának átlaga 2 perc 43 mp (szélső értékei soha nem voltak 2 percnél kisebbek és 3 percnél nagyobbak,

- erős kitörés esetén a kitörés alatt kifolyó vízmennyiség 40 vödör-re<sup>1</sup>, azaz mintegy 2800 l-re tehető, ami átlagosan 900 l/perc vízhozamnak felel meg [ez az adat jól egyezik VÁSÁRHELYI (1822) megfigyelésével; aki a kifolyó víz mennyiségét 50 akónak, azaz kb. 2700 liternek becsülte],
- a forrás kitörését a legcsekélyebb moraj és semmilyen előjel nem előzi meg,
- az előtörő víz teljesen tiszta, frissítő, jó ízű, hőmérséklete 6 mérés átlagában 9,75 °C.

A forrás működésére vonatkozóan SCHMIDL (1963b) megállapítja, hogy a környező agyagpala és mészkőrétegek vetődései, a kőzet repedezettsége következtében emelőhatású üregek és csövek bonyolult rendszere alakulhatott ki.

TULOGDI (1971) ismertette Maxim I. A. 1941-ben megjelent tanulmányát, aki lényegében ugyanazt állítja a forrás kettős kitöréséről, mint mi. Ennek lényegét, azaz a szivornyarendszer elvi felépítését a 15. ábrán szerkesztettük meg.



15. ábra. A kalugyeri Dagadó-forrás feltételezett szivornyarendszere

Fig. 15. Supposed siphon system of the Dagadó Spring of Kaluger

A 14. és 15. ábra figyelembevételével tehát megállapítható, hogy a kettős kitöréseket valószínűleg két sorba kapcsolt szivornya működése

<sup>1</sup> a német Eimer = vödör szó régen 70 liternek megfelelő mértékegységet is jelentett.

okozza (lásd Lófej-forrás elvi felépítését a 3. ábrán), de itt a két szivornya között egy kitörési hullámot csillapító üreg is részt vesz a vízhozam-változások kialakításában. Ha a forráshoz közelebbi szivornya térfogata kb. fele a belső szivornyának, akkor egymás után két kitörés jöhet létre, és a második mindig kisebb. A vízhozam-bebecslések alapján a belső szivornya térfogata mintegy 6, a külsőé 3 m<sup>3</sup>-re valószínűsíthető. Feltételezhető, hogy a kb. félnaponkénti hármas kitörések esetén az árapály hozamnövelő hatása is szerepet játszik. Csapadékos időben pedig a szünetek ideje is rövidebb lesz.

A belső szivornya kitörési hullámának csillapítása nélkül a külső szivornyánál nem jöhetne létre egy órás időeltolódással két vagy három kitörés, hanem egyetlen hosszú idejű és nagyobb amplitudójú vagy kétfázisú kitörés játszódna le.

A forrás alapvízhozama – ami a szivornya töltése miatt csak ritkán figyelhető meg – analógiák alapján 50 l/min-nak vehető. Ennek, valamint a kitörések vízhozamának és a csapadékatok figyelembevételével a forrás vízgyűjtő területe az orfűi Sárkány-kúthoz hasonló nagyságrendűnek, azaz 0,3 km<sup>2</sup>-nek becsülhető.

A forrás mindenképpen megérdemelne részletesebb (hosszabb és folyamatos) megfigyelést, mely alapján megfigyelhetnénk a kitörések alakját és gyakoriságát.

## IRODALOM

ANKER, T.F. (1962): Über intermittierende und pulsierende Karstwasserläufe – Höhlen und Karstforscher Mitteilungen 8. évf. 3. sz. München, p. 64–67.

BARTHA, L. *iff.* (1971): Másfél évszázados adat egy időszakos forrásról – Karszt és Barlang II. p. 69–70.

CEBECAUER, I.—LIŠKA, M. (1974): Princíp funkcie občasných a periodických prameňov – Slovenský Kras XII.

GÁDOROS M. (1967): A jósvafői Nagytohonya-forrás vizsgálata – Karszt és Barlang I—II. p. 17–20.

GÁDOROS M. (1969): Eine interessante Karstquelle mit lauem Wasser und einem Saughebersystem – 5<sup>th</sup> Int.Kongr. für Späleologie, Abhandlungen. Bd. 3. Stuttgart. p. Hy. 15/1—6.

GÁDOROS M. (1971): A Complex Investigation of the Nagytohonya Spring – Karszt és Barlangkutató MKBT Évk. VI. köt. Bp. p. 79–102.

GYÖREI L-NÉ -ESZÉKY O. (1974.): Vízhozam mérések 1968—1973. Déldunántúli VIZIG kiadv. Pécs. Könyv.

- HELM, E.* (1860—61): Verhandlungen d. Vereines f. Naturkunde zu Pressburg, p. 96—103.
- HOCHMUT, Z.* (2000): Problémy speleologického prieskumu podzemných tokov na Slovensku – Prešov–Košice
- HOLÚBEK, P.* (2002): Občasná vyvieracia vo Svidovskej doline v Demänovských vrchoch – Spravodaj SSS 1.
- HRIC, A.—HRIC, K.* (1980): Slovenský raj. Touristenführer – Šport, Bratislava
- IZÁPY G.* (1992): A Nagy-Tohonya-forrás vízminőségi vizsgálatára – Kosuth Emléknepok kiadv. Jószaft. p. 95—103.
- IZÁPY G.* (2002): Magyarország forrásainak katasztere VI. kötet. Aggteleki-hegység – VITUKI Rt. kiadv.
- JANÁČIK, P.* (1967—68): Periodická vyvieracia v Javovci v Demänovskej jaskyni Mieru – Slovenský Kras VII. p. 93—94.
- KAMEN, S.* (1954): Periodická vyvieracia pri Tisovci – Krásy Slovenska 3. p. 21—22.
- KAMEN, S.* (1956): Muránsky a Tisovský kras – Slovenský Kras I. p. 100.
- KAMEN, S.* (1957—58): Pokus s farbením Teplice – Slovenský Kras II. p. 115—120.
- KAMEN, S.* (1959—60): Z činnosti jaskyniarskej skupiny v Tisovci – Slovenský Kras III.
- KAMEN, S.* (1961—62): Príspevok k poznaniu hydrologických pomerov Muránskeho a Tisovského krasu – Slovenský Kras IV. p. 34—45.
- KARÁDI K.—OPPE S.* (1979): Mecsek és környéke – Sport Kiadó p. 87.
- KESSLER H.* (1955): Forrástani részletvizsgálatok az Aggteleki-karsztvidéken – Beszámoló a VITUKI 1954. évi munkáiról. Bp. p. 134—152.
- KLINDA J.* (1985): Chránené územia prírody v Slovenskej Socialistickej Republike – Vydavateľstvo Obzor, Bratislava
- LIPTÁK, M.—VAŠKOVIC, I.* (1959): Občasná vyvieracia v Malom Sokole – Krásy Slovenska p. 196.
- MAUCHA, L.* (1967): Karsztos szivornyák mint hidraulikai jelfogók – Karszt és Barlang I—II. p. 11—16.
- MAUCHA L.* (1997): A karsztos árapály-jelenség működési mechanizmusa – Karszt és Barlang I—II. p. 40—44.
- MAUCHA L.* (1998): Az Aggteleki-hegység karszthidrológiai kutatási eredményei és zavartalan hidrológiai adatsorai 1958—1993. – VITUKI Rt.
- NEMCEK, E.* (1954): Občasný prameň v Slovenskom raji – Krásy Slovenska XXXI.
- OPPE S.* (1959): Mecsek útikalauz – Sport Lap- és Könyvkiadó p. 128.

- ORAȘEANU, I.* (1985): Considerations on the Hydrogeology of Vașcău Olateau – Theoretical and Applied Karstology 2. pp. 199–209.
- RÓNAKI L.* (1989): Karsthydrological research activities and main results – In: Maucha L. (szerk.): Field trip guide D1., MKBT, p. 5-6.
- SCHMIDL, A.* (1863a): Das Bihar-Gebirge an der Grenze von Ungarn und Siebenbürgen – Wien
- SCHMIDL, A.* (1863b): Die Abaligether Höhle – Sitzungsab. d. kais. Akad. d. Wissenschaften
- SCHWAB, E.* (1861): – Mitteilungen d. k. k. Geographischen Gesellschaft, Wien
- SZABÓ PÁL Z.* (1951): A Mecsek-hegység vízrajzi kutatása. A Sárkánykút – A Földrajzi Könyv- és Térképtár Értesítője. II. évf. 7–9. sz. p. 113–120.
- ŠTÚR, D.* (1863): Die periodische Quelle von Kapsdorf in Ungarn – Mitteilungen d. k. k. Geographischen Gesellschaft, Wien.
- TULOGLI J.* (1971): Kiegészítés ifj. Bartha Lajos cikkéhez – Karszt és Barlang II. p. 69.
- VÁSÁRHELYI J.* (1822): A' Dagadó Forrás – Tudományos Gyűjtemény IX. köt.