

# Az édesvízi mészkőkúpok típusai és alakulati formái

Dr. Scheuer Gyula\*—Schweitzer Ferenc\*\*

(9 ábrával, 3 táblázzal)

**Összefoglalás:** Az édesvízi mészkőfeleségek egyik érdekes típusa az édesvízi mészkőkúpok, amelyek hazánkban ugyan elszigetelten fordulnak elő, de számos országban (Szlovákia, Románia, Törökország, USA, Algéria) gyakoriak és megjelenésformáik miatt esetenként természeti látványosságok. Megvizsgáltuk azokat a környezeti adottságokat, amelyek keletkezésükben közrejátszottak és hogy milyen kémiai összetételű forrásokhoz kapcsolódnak. Továbbá megkíséreltük több száz előfordulás alapján legjellemzőbb alakulati formáikat meghatározni és tipizálni.

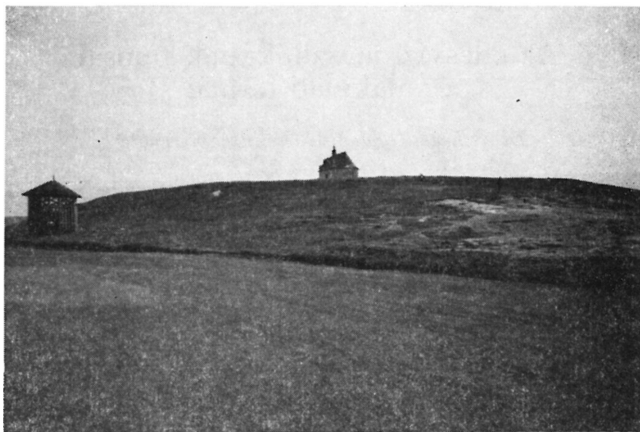
## 1. Bevezetés

A szárazföldi üledékes kőzetek egyik különleges változatának tekinthetők a forrás-lerakódásokon belül azok az édesvízi mészkőkúpok és halmok, amelyek meghatározott forrásfeltörési helyek környezetében keletkeztek (1. ábra). A rendelkezésre álló anyag alapján jelen munka keretében megkíséreltük meghatározni azokat a tényezőket, amelyek keletkezésükben közrejátszottak, feltárni az egyedi jellemvonásaikat, melyek megkülönböztetik a többi édesvízi mészkő típusoktól, továbbá alakulati formáikat összesíteni és tipizálni a recens előfordulások figyelembevételével.

Az édesvízi mészkővel kapcsolatos hazai irodalomból felhasználtuk BOLEMAN J. (1896), PÁLFY M. (1905, 1907, 1925), SZONTÁGH T. (1908) közleményeit. A külföldi publikációkból E. A. BASZKOV—SZ. N. SZURIKOV (1975), J. H. FETH—J. BARNES (1979), O. FRANKO és munkatársai (1975), KEITH E. BARGAR (1978), P. KRAHULEC és munkatársai (1977), M. MESSINI—G. C. DI LOLLO (1957) és J. S. RINEHART (1980) eredményeit hasznosítottuk, főleg vízvegyésze-ti vonatkozásban.

\* Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat H-1088 Budapest, VIII. Reviczky u. 4.

\*\* MTA Földrajzi Kutató Intézet H-1062 Budapest, VI. Népköztársaság útja 62.



1. ábra. Hideg kalcium-hidrogénkarbonátos-szulfátos, erősen szénsavas forrásvízből képződött hatalmas édesvízi mészkőkúp. Siva Brada (Zsibra), Szlovákia

Fig. 1. Huge travertine cone deposited in cold calcium-hydrogen carbonate- and sulphate-containing springwater of high carbonic acid content. Siva Brada (Zsibra), Slovakia

## 2. Az édesvízi mészkőkúpok keletkezése

Áttekintve általánosságban az édesvízi mészkőképződés szerteágazó folyamatát és a keletkezett üledékes kőzetek igen nagy fokú változékonyságát, megállapítható, hogy az édesvízi mészkőkúpok tekinthetők az egyik legtípusosabb, forrásvizekből képződött, szárazföldi karbonátos kőzetnek. Olyan egyedi keletkezési adottságaik és megjelenési formáik vannak, amelyek csak ezekre a lerakódásokra jellemzők. Figyelembe véve az általános üledékképződési szempontokat és ezeket vonatkoztatva az édesvízi mészkőkúpokra, keletkezési körülményeik főbb jellemzőit az I. táblázatban foglaltuk össze.

A mészanyag forrásvizekben oldva a föld mélyéből kerül a felszínre, és a vízfeltörés környezetében rögtön kicsapódik és felhalmozódik, azonnal kemény kőzetként. A keletkezés módja így elsődleges és a kiválás közvetlen. A növényzet alárendelten segíti elő a kicsapódást.

A gyors és intenzív mészanyag-felhalmozódást az okozza, hogy az édesvízi mészkőkúpokat létrehozó források rendszerint nagyon gazdagok oldott anyagokban és gázokban, főleg  $\text{CO}_2$ -ben, ezért nagyon labilis kémiai egyensúlyi állapotúak. Az a kémiai egyensúly, amely egy adott nyomás és hőmérséklet mellett kialakult a föld mélyében, a felszínre lépés pillanatában megbomlik, mert megváltoznak azok a feltételek, amelyek a vízben levő anyagok oldatban tartását biztosították. Ez a folyamat már a felszín közelében megindul, mintegy előkészítve a kicsapódást. A kiválás lényegében három tényezőre vezethető vissza: a) nyomáscsökkenés, b) hőmérséklet változás (rendszerint hőmérséklet

Osszefoglaló táblázat az édesvízi mészkőkúpok keletkezési körülményeiről  
Summarizing table on the circumstances of travertine-cone formation

I. táblázat — Table I.

1	Anyagszállítás módja Means of transport	Forrásvízben oldva Dissolved in springwater
2	Lerakódás közege Depositional environment	Primer forrásvíz Primary springwater
3	Keletkezés módja Mode of generation	Elsődleges Primary
4	Kiválás formái Forms of precipitation	Közvetlen (szeretlen) Direct (anorganic)
5	Lerakódás helye Place of deposition	Helyben képződött (autochton) In situ (autochtonous) A forrás közvetlen környezetében Immediate neighbourhood of spring
6	Kőzettéválás formái Forms of lithification	Kiváláskor azonnal kemény Immediately hard at precipitation

csökkenés), c) a  $\text{CO}_2$  gáz eltávozása a vízből. Az oldott mészanyag a feltörés közvetlen környezetében, mindaddig kiválik, amíg az új helyzetnek megfelelő kémiai egyensúly ki nem alakul. Így az édesvízi mészkőkúpok annak köszönhetik keletkezésüket, hogy a források körül azonnal dinamikus mészkiválás történik, és miután ez a vízkilépések helyénél a legintenzívebb, és attól távolodva fokozatosan csökken, különböző kúpok jönnek létre. Ez a forma van összhangban az adott forrás üledékképző adottságaival.

### 3. Az édesvízi mészkőkúpokat létrehozó források vizsgálata

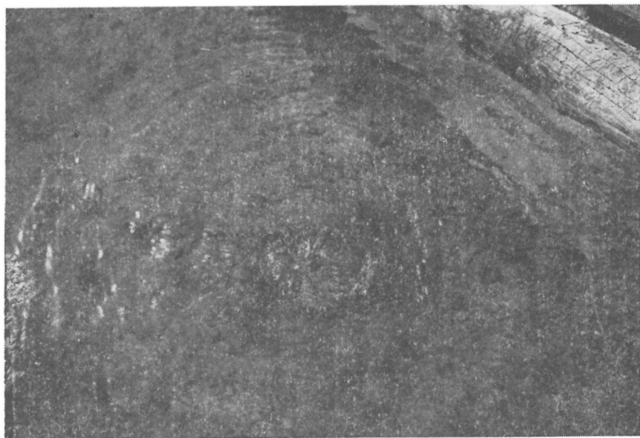
A korábbi vizsgálatok szerint (SCHEUER Gy. — SCHWEITZER F. 1983/a, b.) a különböző édesvízi mészkőtípusok származásilag eltérő genetikájú forrásvizekkel állnak kapcsolatban.

Így például a folyóvízi-völgyi édesvízi mészkő keletkezése a kis oldott sótartalmú, hideg karsztforrásokhoz kapcsolódik, míg a tárgyalt édesvízi mészkőkúpokat létrehozó források mind genetikailag, mind pedig vízkémiaiailag azoktól alapvetően eltérnek.

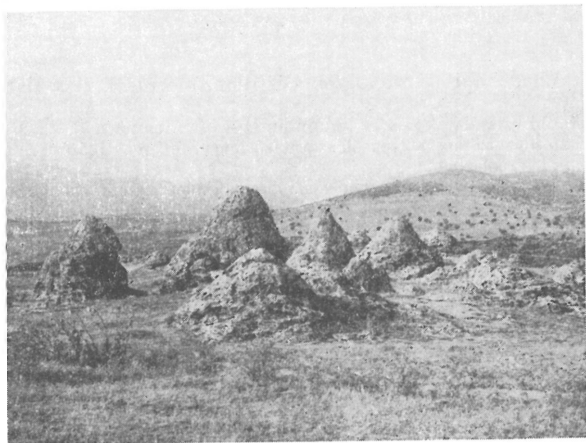
#### 3.1 Az édesvízi mészkőkúpokat létrehozó források vízkémiai adottságai

Összegyűjtöttük több száz recens édesvízi mészkőkúpot létrehozó forrás vízkémiai analízisét. Ezek felhasználásával a II. táblázatot állítottuk össze. Az adatok alapján megállapítható, hogy vízhőmérséklet vonatkozásában mindenféle hőmérsékleti érték előfordul, a hidegtől (6–7 °C) a forróig (98 °C), de túlsúlyban vannak a hűvös és langyos vízi források. Nagyon magas (90 °C felett) vízhőmérsékletek egészen ritkán fordulnak elő.

A vízben oldott anyag mennyisége vonatkozásában az rögzíthető le, hogy a források a jelentős (1000–3000 mg/l) oldott sótartalmú vizek csoportjába tar-



2. ábra. Édesvízi mészkőkúpot felhalmozó forrás, amely a  $\text{CO}_2$  gáztól erősen pezseg. Stankováni, Szlovákia  
Fig. 2. Spring heavily effervescent with  $\text{CO}_2$ , depositing a freshwater cone. Stankováni, Slovakia



3. ábra. Édesvízi mészkőkúpmező. Hammam Meskoutine, Algéria  
Fig. 3. Travertine cone-field. Hammam Meskoutine, Algeria

A források osztályozása fizikai, kémiai és balneológiai tulajdonságok alapján  
Classification of springs in terms of physical, chemical and balneological characteristics

1	vízhőfok °C water temperature °C	
1/1	hideg cold	below 12 °C alatt
1/2	hűvös cool	13—20
1/3	langyos subthermal (tepid)	20—32
1/4	meleg warm	33—50
1/5	forró hot	above 50 °C felett

2	gáztartalom (szabad gáz mg/l) gas-content (free gas mg/l)	
2/1	kissé gázos slightly gassy	250-ig
2/2	gázos gassy	750-ig
2/3	erősen gázos heavily gassy	above 750 felett

21	gáz, eredete szerint according to the origin of the gas	
21/1	atmoszférikus atmospherical	
21/2	biogén biogenic	
21/3	utóvulkáni postvolcanic	
21/4	kevert mixed	

22	gáz, minősége szerint according to gas quality	
22/1	semleges-közömbös gázos vizek neutral-indifferent gassy waters	
22/2	CO <sub>2</sub> tartalmú vizek CO <sub>2</sub> -containing waters	

3	kémiai adottságok chemical characteristics
---	-----------------------------------------------

31	az oldott anyag mennyisége according to the quantity of dissolved solids mg/l	
31/1	közepes mean	500—1000
31/2	jelentős fair	1000—3000
31/3	nagy rich	3000—5000
31/4	extrém nagy extremely rich	above 6000 felett

32/1	hidrogénkarbonátos vizek hydrogen-carbonate waters	
32/11	Ca (Mg)	
32/2	Ca + Mg	
32/13	Ca + Mg + Na	
32/14	Na (Ca)	
32/15	Na + Ca	
32/16	Na + Ca + Mg	

32	kémiai összetétel chemical composition
----	-------------------------------------------

32/2	hidrogénkarbonátos szulfátos vizek hydrogen-carbonate-to sulphate-containing waters	
32/21	Ca (Mg)	
32/22	Ca + Mg	
32/23	Ca + Mg + Na	

32/4	szulfátos vizek sulphate-containing waters	
32/41	Ca + Mg	
32/42	Ca + Mg + Na	

4	balneológiai szempontok balneological features	
4/1	ásványvíz mineral water	
4/2	gyógyvíz jellegű of spa (medicinal spring) character	
4/3	gyógyvíz spa (medicinal spring)	

32/3	szulfátos hidrogénkarbonátos vizek sulphate-to hydrogen-carbonate-containing waters	
32/31	Ca	
32/32	Ca + Mg	
32/33	Ca + Mg + Na	

32/5	kloridos hidrogénkarbonátos vizek chloride-containing hydrogen-carbonate waters	
32/51	Na (Ca)	
32/52	Ca + Na	

Táblázat az édesvízi mészkőképzőanyagok létrehozó források környezetének morfológiai viszonyairól és megjelenési formáiról  
 Tabulation of the morphological pattern and habits of the environment of springs responsible for travertine cones

Kilépési hely morfológiája és megjelenés formák  
 Morphology of place of effluence and forms of water exit

III. táblázat — Table III.

1	Vízkielégés történéhet Water may flow out
---	----------------------------------------------

2	Források megjelenési formái Forms of springs
---	-------------------------------------------------

1/1	völgyek és síkságok valleys and plains
1/11	völgytalpon valley floor
1/12	folyóteraszon river terrace
1/13	alluviális síkon alluvial plain
1/14	völgyi medencében valley basin

2/1	területi adottságok és források száma topographic characteristics and number of springs
2/11	egyedi forrás individual spring
2/12	forráscsoport spring-cluster
2/13	forrás terület spring-area
2/14	forrás vidék spring-region

2/2	vízhozam nagysága szerint according to the size of water yield
2/21	főforrás first-order spring
2/22	másodrendű forrás second-order spring
2/23	harmadrendű forrás third-order spring
2/24	jelentéktelen vízkielégés insignificant water exit discharge

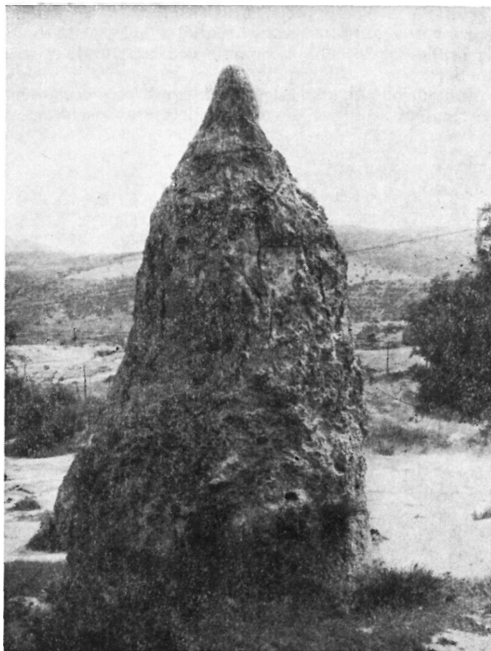
2/3	feltöltési hely formái forms of place of welling up
2/31	forrás járat spring-vent
2/32	forrás kürtő spring-funnel
2/33	forrás tölcser spring-neck
2/34	forrás tó spring-lake

1/2	domb és hegyvidék hillcountry and mountains region
1/21	lejtőn, domboldalban slope, hillside
1/22	tereplépcsőn bench
1/23	fennsíkon plateau
1/24	nyeregben saddle

2/4	vízvezető járat lehet a water-conducting channel may be
2/41	egy ágú nondifferentiated
2/42	több ágú with two or more channels
2/43	sok ágú with many channels

2/5	víz mennyiség megoszlása szerint according to the distribution of water quantity
2/51	központi vízvezető járat central water-conducting channel
2/52	melék vízvezető járat accessory water-conducting channel

2/6	vízkielégések egymáshoz viszonyított helyzetére szerint according to the position of water exits relative to each other
2/61	egyedi individual
2/62	vonalmenti linear
2/63	csoportos grouped (clustered)
2/64	szétszórt scattered



4. ábra. Kis alapterületű, meredek oldalú édesvízi mészkőkúp. Hammam Meskoutine, Algéria  
 Fig. 4. Travertine cone of small basal area and with steep sides

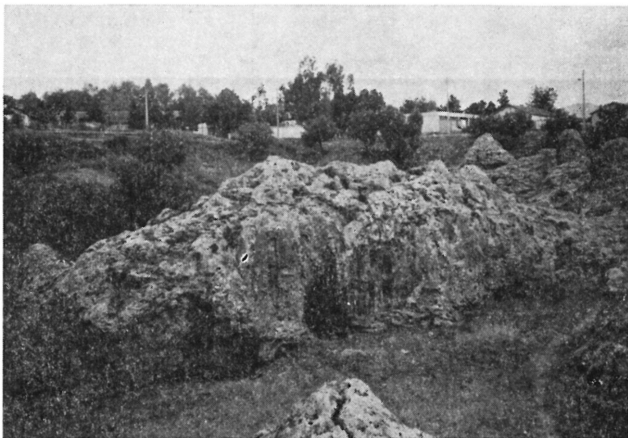
toznak. De nem ritkák az ennél magasabb sótartalmú vizek sem. Az alacsonyab (1000 mg/l alatt) sótartalmú források, ritkán kúpképzők. A források általában gázosak. Rendszerint magas  $\text{CO}_2$  gáztartalmukkal tűnnek ki (2. ábra), de vannak gázmentes vizek is.

A táblázat 32 jelű része tartalmazza a forrásvizek kémiai összetétele alapján elkészített beosztást. A kúpokat létrehozó források öt nagy csoportra oszthatók az anionok uralkodó mennyiségi viszonyai szerint és ezeken belül, a kationok mennyisége és egymáshoz viszonyított aránya alapján, további alosztályokra tagolhatók.

A legjelentősebb csoportot képezik a hidrogénkarbonátos vizek, amelyeknek egy részénél az uralkodó kation a kalcium, másik részénél azonban már túlsúlyra jut a nátrium, természetesen magas kalciumtartalom mellett. A két víztípus közötti átmenet is megtalálható. Egyes víztípusokban a hidrogénkarbonát mellett jelentős a klorid mennyisége is.

A másik a szulfátos vizek csoportja. A csak szulfátos vizek ritkák. Gyakoriak a hidrogénkarbonátos-szulfátos vagy szulfátos-hidrogénkarbonátos vizek. A kalcium az uralkodó, de néha a nátrium is felszaporodhat 20 eé% fölé, a magnézium mellett.

Hammam Meskoutine-nál, ahol Algériának egyik legmelegebb hévízfeltörése található, a termálvíz szorosan egymás mellett álló kisebb-nagyobb forrás-



5. ábra. Édesvízi mészkőgerinc, amelyet kb. 20 m hosszú repedésből feltörő hévíz hozott létre, és a tetején kis kúpok képződtek. Hammam Meskoutine, Algéria

Fig. 5. Travertine limestone ridge produced by hot-spring water welling up from a fissure of about 20 m length. Note the small cones formed at its top

kúpokat hozott létre (forráskúp mező) (3. ábra). A kémiai összetétel alapján a forrásvíz a magas hőmérsékletű (98 °C) és oldott só-tartalmú kalcium- és nátrium-kloridos, -hidrogénkarbonátos, -szulfátos vizek csoportjába sorolható.

A forrásoknál ma már nem figyelhető meg kúpképződés, ez a típusú forráslerakódás megszűnt, de a völgyoldalban jelenleg igen látványos édesvízi mészkőkiválás van. A Hammam Meskoutine-i előfordulásokra a kisebb (max. 5 m magasságú, meredek oldalú, kis alapterületű) méhkasszerű, vagy annál hegyesebb édesvízi mészkőkúpformák a legjellemzőbbek (4. ábra). Ritkán keskeny, hosszán elnyúló édesvízi mészkőformák is kialakultak: az ún. bordák vagy gerincek (5. ábra).

Az erősen szénsavas források egyes esetekben hatalmas édesvízi mészkőkúpokat hoztak létre. A legnagyobbak méretei megközelítik az 1 km-es átmérőt és a 70–80 m-es magasságot. Ezek képviselik az édesvízi mészkőkúpok másik szélsőséges változatát, ahol az átmérő sokszorosan meghaladja a magasságot (SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. 1981).



### 3.2 A recens édesvízi mészkőkúpokat létrehozó források vízföldtani adottságai

Az édesvízi mészkőkúpok keletkezését, és kialakulási formáit döntően az őket létrehozó források vízföldtani viszonyai határozzák meg, de a morfológia is befolyásoló tényező. A források környezetére jellemző főbb morfológiai helyzetet, valamint megjelenési formáikat a III. táblázatban foglaltuk össze, amelyek valamilyen formában befolyásolják az édesvízi mészkőkúpok képződését és különböző változatainak kialakulását.

A felsoroltakon túlmenően természetesen még további befolyásoló tényezők vannak, mint pl. a vízhozam, hidrodinamikai adottságok stb.

A vízkilépések morfológiai helyzeteit a táblázat  $1/1$  és  $1/2$  jelű része tartalmazza. A legszebb formák általában a sík felszíneken keletkeznek. A ferde felszíneken képződőknél egyedi, torzult formák jönnek létre.

Az édesvízi mészkőkúpok számát és alakulati formáit, továbbá az azokon keletkezett egyéb alakzatokat (pl. forrástölesér) nagymértékben befolyásolják a forrásokkal kapcsolatos adottságok. Ezt a III. táblázat 2 jelű része tartalmazza. Ebben megkíséreltük összegyűjteni és rendszerbe foglalni mindazokat a jellemzőket, amelyek befolyásoló tényezők lehetnek. Így például egy egyedi forrás esetén csak egy kúp képződik, míg egy nagyobb területen fakadó forrásoknál — pl. forrásvidék — a kúpok százaai keletkezhetnek.

Nagyon változatosak még a kúpoknál a források feltörésének megjelenési formái is. Vannak, ahol egy ponton, szűk kis járatból lép ki a víz a felszínre. Ennek másik szélső változata az, amikor a kúp tetején 20–30 m átmérőjű forrástó képződött, mint Szlovákiában Ruzsbach fürdőnél vagy Zólyom mellett Borova Horánál. Ha a mélyből feláramló víz hosszabb repedésből (10–60 m) tör fel, akkor a kúpok helyett édesvízi mészkőtaréjak vagy gerincek képződnek.

Kisebb kúpoknál (6–8 m átmérőjű) is megfigyelhető esetenként 3–4 m átmérőjű forráskürtő, és nagy kúpoknál pedig csak 8–10 cm nagyságú vízvezető járat.

Határozott összefüggés mutatható ki a források fakadási formái és a vízkémiai összetétel között. Azoknál a forrásoknál találunk nagyobb, több méter átmérőjű formákat, mint forráskráter, forrástó, amelyek a kúpképződés szempontjából az egyszerűbb és lágyabb vizekhez tartoznak.

Vizsgálva az édesvízi mészkőkúpokat létrehozó források vízhozamait megállapítható, hogy döntő többségük a kis vízhozamú források csoportjába tartozik.

Vannak olyan területek, ahol lokálisan a földtani és vízföldtani adottságok olyan kedvezően alakultak, hogy a forráskúpok nagy számban keletkeztek, így egész forráskúpmezők alakultak ki (Hammam Meskoutine). Ilyen helyeken egy-egy kúpot létrehozó forrás hozama rendszerint kicsi (1–5 l/min), de együttesen már nagy összhozamot kapunk (150 l/min felett). A ma is működő forrásoknál, amelyek kúpot hoznak létre, megfigyelhető, hogy a kis vízhozam miatt a nagyobb, laposabb kúpok esetében, a kúpnak csak az egyik oldalán képződik mészkő. Ezek alapján a kúp fejlődése úgy történik, hogy a lefolyó víz fokozatosan mindig tolódik a kúp körül, magasítva azt és növelve átmérőjét. A meredek vagy közel függőleges oldalú kúpok esetében — kaptár vagy lán-dsahegy formájúaknál — a kúp tetején kilépő víz rendszerint minden irányba szétfolyik, vékony vízréteggént, így a kúp növekedése egységes.

Az édesvízi mészkőkúpokat létrehozó források természetesen nem örök

életfűk. Keletkezésüket, működésüket és elhalásukat a földtörténeti fejlődéssel összefüggő események határozzák meg és irányítják. Ezért földtani időmértékkel mérve csak egy kis állomásnak, epizódnak tekinthetők.

A kúpok nagyságának létrehozásában jelentős szerepe van a vízhozamon felül az időtényezőnek is. Vannak helyek, ahol csak nagyon rövid ideig működtek a források, ezért kis kúpokat vagy kúp kezdeményeket hoztak létre. Egyes ma is fejlődő hatalmas kúpok korát azonban már százezer évekre becsülhetjük.

A kúpokat lerakó források hidrodinamikailag kivétel nélkül a felszálló vízi források csoportjába sorolhatók. A víz minden esetben a környezet fölé magasodó kúpok tetején lép ki. Így egy adott terület kúpjainak magasságát a forrásokhoz tartozó hidrodinamikai rendszer nyomásviszonyai határozzák meg.

Amennyiben a kúp magassága eléri a forráshoz tartozó hidrodinamikai rendszer nyomómagasságát, a forrás „elalszik” és a növekedés leáll.

A nyomás nagyságát a hidrosztatikai, gáz, hőmérséklet és egyéb vízföldtani tényezők befolyásolják.

A források genetikailag az összetett vagy poligenetikus vizek csoportjába sorolhatók. Azok a víz típusok, amelyeknek nem magas az oldott sótartalmuk és egyszerűbb összetételt mutatnak, mint a pl. a kalcium-hidrogénkarbonátos vizek, azok lényegében csak kétféle ásványosodási folyamaton estek át. Először karbonátosodtak, majd más típusú vízzel vagy gázzal keveredtek a földalatti útjuk során. Ez a folyamat előfordulhatott gipszes víznél is. A poligenetikus víz fajták több és nem mindig egyenlő intenzitású ásványosodási folyamatok útján keletkeztek. Az ilyen víz rendszerint magas oldott sótartalmú, gázos és sokféle ásványi anyagot tartalmaz.

A vizek származása összekapcsolható a vulkáni utóműködéssel.

#### 4. Az édesvízi mészkőkúpok főbb megjelenési formái

A mészanyagban gazdag források által létrehozott édesvízi mészkőkúpoknak számos változatát, típusát lehet megfigyelni, továbbá egy-egy aktív forrás területén, ahol a vízföldtani viszonyok nagyon kedvezőek, a kúpoknak egész rendszere képződhet, amelyek különböző formában összenőhetnek, fokozva ezzel az alakulati jellemzők gazdagságát.

A vizsgálatok szerint az édesvízi mészkőkúpok lehetnek kicsik és hatalmasak, az oldalaik meredek — közel függőlegesek — vagy enyhe lejtésűek, szabályosak vagy torzultak (6. ábra).

A 7. ábrán mutatjuk be az édesvízi mészkőkúpok főbb típusformáit. A tapasztalatok szerint a kúpok magassága a kicsitől (1 m alatti) kb. 80 m-ig változhat. Ennek alapján megkülönböztethető:

1. kicsi (1 m alatti)
2. közepes (5 m-ig)
3. nagy (15 m-ig)
4. hatalmas (15 m feletti)

A kúpok alakját lényegében a magasság és az alapátmérő viszonya határozza meg. Vannak kis magasságú (1–2 m), nagy alapterületű kúpok, enyhe lejtésű oldalakkal; ezek lapos (lapított) formát mutatnak, mint pl. Szlovákiában Szántónál, a Bori patak völgyében (8. ábra). Ilyen esetekben a kúp átmérője többszörösen meghaladja a magasságot. Evvel ellentétben másik szélsőséges változat az, amikor a magasság jelentősen meghaladja az alapátmérőt, mint



6. ábra. Langyos (28 °C) nátrium-kalcium-hidrogénkarbonátos, erősen szénsavas, magas oldott só tartalmú forrásvízből képződött 7 m magas, kb. 15 m átmérőjű kúp oldala. Dudince (Gyűgy), Szlovákia

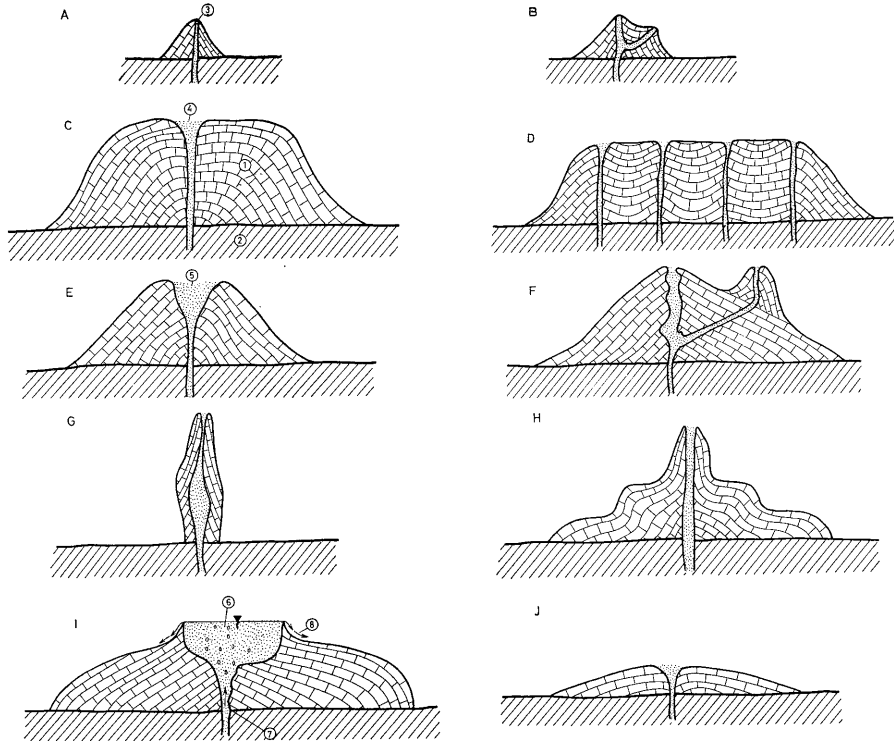
Fig. 6. Side of a cone of 7 m height and about 15 m in diameter formed from subthermal springwater of sodium-calcium hydrogen carbonate type having a high carbonic acid- and dissolved solids content Dudince (Gyűgy), Slovakia

pl. Algériában Hammam Meskoutine-nál vagy a Yellowstone Nemzeti Parkban levő édesvízi mészkőkúpok. A nagyobbaknak és nevezetesebbeknek nevet is adtak („Szabadság sapka”, „Ördög uja”). Ezek magassága eléri a 14 m-t, az alap átmérője pedig csak 3–4 m (KEITH E. BARGAR 1978). Megfigyelhető még ilyen keskeny — hegyes kúpoknál az a jelenség is, hogy a legnagyobb átmérő nem az alapnál van, hanem hasonlóan a hordóhoz, középen vagy az alsó harmadnál kivastagodik és az alap felé ismét keskenyedik.

A kúpok alakjában torzulásokat idéznek elő a kúpon vagy oldalában fakadó mellékforrások okozta lerakódások. Ennek a legtipusosabb esete a parazita kúp kifejlődése.

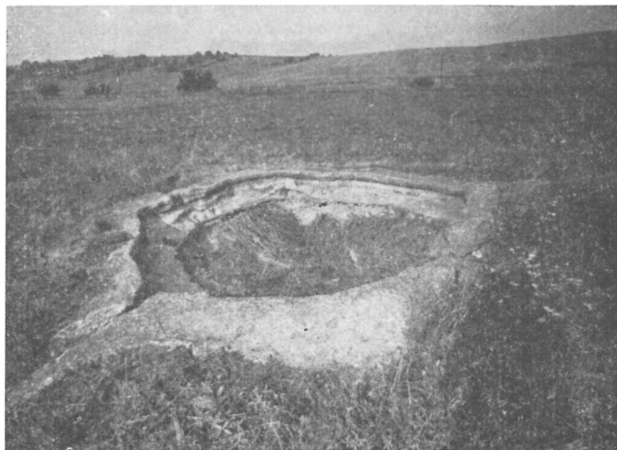
Változatos, torzult édesvízi mészkőkúpok keletkezését okozhatják még a morfológiai adottságok is. Lejtőn, hegyoldalban kilépő forrásvizeknél féloldalasan kifejlődött kúpok figyelhetők meg.

Abban az esetben, ha a forrásvizek repedés mentén törnek fel, akkor az előzőekben ismertetett kúpos formák helyett édesvízi mészkő taréjok-gerincek keletkeznek. Hosszúságuk 10–60 m között változhat, magasságuk pedig a 8 m-t is elérheti, szélességük a 2–5 m-t. A tetejükön sok esetben ma is megfigyelhető az a repedés, amelyből a víz feltört. Ez a megjelenési forma az édesvízi mészkőkúpoktól független önálló képződményként értékelhető. Megfigyelhető olyan jelenség is (Hammam Meskoutine), hogy az édesvízi mészkőgerinceken kisebb, 2–3 m nagyságú kúpok helyezkednek el (5. ábra). E jelenség avval magyarázható, hogy a gerincet létrehozó vízszállító repedés szakaszosan eltömődött és csak helyenként, pontszerűen maradt vízvezető, így a vonalmenti édesvízi mészkőképződés átfelődött kúpos típusba.

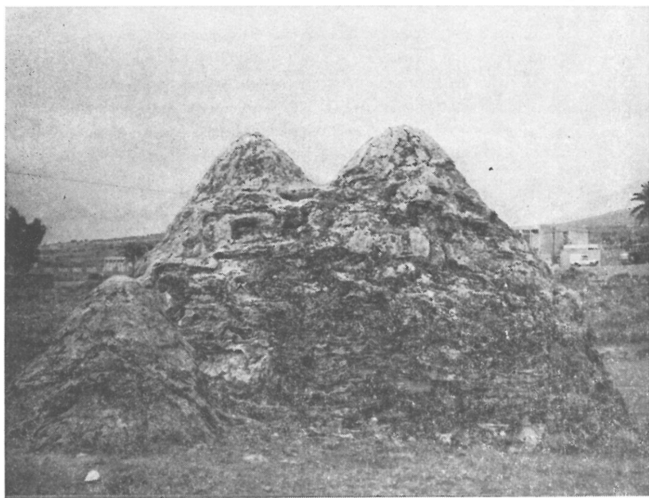


7. ábra. Az édesvízi mészkőkúpok főbb típusformái. A. Szabályos kis forráskúp, B. Torzult kis forráskúp, C. Nyújtott formájú kúp, D. Összenőtt forráskúpsor, E. Szabályos forráskúp, F. Forráskúp parazita kúppal, G. Kis alapterületű, merdek falú forráskúp, H. Tetarata lépcsős forráskúp, I. Kúp forrástóval, J. Lapos, kis magasságú forráskúp, 1. Édes vízi mészkő, 2. Alapkőzet, 3. Forrásjárat, 4. Forráskürtő, 5. Forrástölcsér, 6. Forrástó, 7. Vízfeláramlás, 8. Túlfolyó forrásvíz

Fig. 7. Main morphological type of travertine cones. A. Regular small spring-cone, B. Distorted small spring-cone, C. Elongated cone, D. Coalesced spring-cones aligned, E. Regular spring-cone, F. Spring-cone with parasitic cone, G. Springcone of small basal area with steep sides, H. Stepped spring-cone, „Tetarata” I. Cone with spring-lake, J. Flat springcone of low height, 1. Freshwater limestone, 2. Country rock, 3. Spring-vent, 4. Spring-kurt, 5. Spring-neck, 6. Spring-lake, 7. Upwelling water low, 8. Overflowing springwater



**8. ábra.** Kis magasságú, lapos édesvízi mészkőkúp, forrástölcsérrrel. Santov (Szántó), Szlovákia  
**Fig. 8.** Flat, low-height travertine cone with spring funnel. Santov (Szántó), Slovakia



**9. ábra.** Iker forráskúp. Hammam Meskoutine, Algéria  
**Fig.** Twin spring-cones. Hammam Meskoutine, Algeria

A vizsgálatok szerint az előzőekben ismertetett egyedi alakulati formákon túl előfordulnak olyan esetek is, amikor a kúpok oly közel képződnek egymáshoz, hogy különféle formában összenőnek. Így létrejöttek kettős (9. ábra), hármas önálló forrásjáratokkal és kúppal rendelkező formátípusok is. Ennek a kifejlődési formának szélső változata az az eset, amikor a sok kisebb-nagyobb kúp összesző — így a kúpok egymáshoz viszonyított elhelyezkedéséből adódóan vonalmenti vagy csoportos összenövésük figyelhető meg, növekedés az édesvízi mészkőkúpok alakulati formáinak változatosságát.

Vizsgálva az édesvízi mészkőkúpok egy adott forrásterületen belüli, egymáshoz viszonyított helyzetét és a kúpok számát, különböző megjelenési formák ismerhetők fel, amelyek visszatükrözik a vízföldtani adottságokat. Megkülönböztethető egyedi kúp, kúpcsoport, kúpmező, egy meghatározott irány mentén kifejlődött kúpsor.

Összefoglalva megállapítható, hogy az édesvízi mészkőkúpok igen nagy formagazdagságban mutatkoznak és keletkezési formáikat a vízföldtani viszonyok, a vízkémiai adottságok, a felszíni formák, és egymáshoz viszonyított helyzetük határozza meg. Továbbá, hogy képződésük magas ásványi sótartalmú, kis vízhozamú, összetett vagy poligenetikus forrásokkal áll szoros összefüggésben, amelyek keletkezése a posztvulkáni tevékenységgel kapcsolatos. Ezért az édesvízi mészkőkúpok a posztvulkáni forrás-tevékenységű területek formakincsé tartozékainak tekinthetők.

## Irodalom — References

- (1968): *Algerie*, 90 p. Alger
- BASZKOV, E. A. — SZURIKOV, SZ. N. (1975): Hidrotermnii Tyihookeanszkogo szegmenta zjempli. Moskva, 171 p.
- BOLLEMAN J. (1896): Magyar fürdők és ásványos vizek. Budapest, 158 p.
- CHITTENDEN, J. M. (1933): Yellowstone National Park. Stanford University Press, California
- EMSZT K. (1924—25): A kékküti Teodora forrás kémiai elemzésének eredményei — Hidr. Köz. 4—5. pp. 9—11.
- FETH, J. H. — BARNES, J. (1979): Springs Deposited Travertine in eleven western States — US Department of the Interior, Geol. Survey. Abstracts.
- FRANKO, O. — GAZDA, S. — MIRALIOSEK, M. (1975): Vtorba a klasifikácia mineralnych vod západnych Kárpát. Bratislava pp. 104—188.
- KEITH E. Bargar, (1978): Geology and Thermal History of Mammoth Hot Springs, Yellowstone National Park, Wyoming — Geol. Survey Bull. 1444. pp. 1—55.
- KISVÖRGY Z. — KRISTÓ A. (1978): Románia ásványvizei. Tudományos és Enciklopédiai Könyvkiadó, Bukarest.
- KOVANDA, J. (1971): Kvárténi vápence Československa. Antropozoikum. Praha.
- KRAHULEC, P. et al. (1977): Minerálne vody Slovenska. Bratislava.
- MAXIMOV, W. M. et al. (1967): Szpravocnoje rukovodstvo gidrogeologia. I. k. Leningrad Nyedra Kiadó pp. 156—165.
- LOZEK, V. (1961): Travertines. INQUA. Warszawa. pp. 1—19.
- PÁLFY M. (1905): Borszékfürdő és Gyeryőbélbör geológiai és hidrológiai viszonyai — Földt. Köz. XXXV. pp. 1—12.
- PÁLFY M. (1907): A Marosvölgy jobb oldalának geológiai alkotása Algyógy környékén — Földt. Köz. XXXVII. pp. 1—12.
- PÁLFY M. (1925): A Zala megyei kékküti savanyúvíz forrás hidrológiai viszonyai — Hidr. Köz. 4—5. pp. 3—8.
- MESSING, M. — DI LOILO, G. C. (1957): Acque minerali del Mondo. Roma.
- REINHARD, J. B. (1980): Geysers and Geothermal Energy. Springer Verlag, New York, Heidelberg, Berlin.
- PRICAJAN, A. (1972): Apele minerale si termale din Romania. Editura Tehnica, Bukarest.
- SCHUEER GY. — SCHWEITZER F. (1974): Adatok a Balaton-felvidéki forrásüledékek vizsgálatához — Földr. Ért. 23. pp. 347—357.
- SCHUEER GY. — SCHWEITZER F. (1978): Az édesvízi mészkövet lerakó források sajátosságai — Földr. Ért. 28. pp. 475—486.
- SCHUEER GY. — SCHWEITZER F. (1981/a): A hazai édesvízi mészkőösszeletk származása és összehasonlító vizsgálatuk — Földt. Köz. 111. pp. 67—97.
- SCHUEER GY. — SCHWEITZER F. (1981/b): A Kárpát-medence környéki édesvízi mészkőelőfordulások összehasonlítása a hazai adottságokkal. I. Szlovákia — Földt. Köz. 111. pp. 453—471.
- SCHUEER GY. — SCHWEITZER F. (1983): Az édesvízi mészkővek keletkezési körülményei és kifejlődési formái — Földr. Köz. 31 (108) pp. 241—246.
- SCHULHOFF Ö. szerk. (1957): Magyarország ásvány és gyógyvizei. Akadémiai Kiadó, Budapest, 963 p.
- SZONTÁGH T. (1908): A Hont vármegyei Bur patak völgyének ásványos forrásaival — Földt. Köz. XXXVIII. pp. 329—337.
- VITÁLIS I. (1911.): A Balatonvidéki bazaltok — A Balaton Tud. Tanulm. Eredm. I. k. Függelék, II. rész. pp. 1—169.
- VITÁLIS GY. (1962.): Földtani és vízföldtani megfigyelések a Magyar Hidrológiai Társaság 1962. évi romániai tanulmányútján — Hidr. Tájé. pp. 68—74.

A kézirat beérkezett: 1984. VIII. 28.

## Types and forms of travertine cones

Dr Gy. Scheuer\*—F. Schweitzer\*\*

Travertine cones may be regarded as the most typical representatives of continental carbonate sediments deposited in springwater. They show special genetic characteristics and forms of manifestation that are characteristic only of these deposits. The lime matter comes dissolved from the depth to the surface and is immediately precipitated once exposed to the atmosphere and accumulates as a hard rock. Thus the mode of formation is primary and the precipitation direct. Plants enhance precipitation only in rare cases. Rapid and intensive accumulation of calcium carbonate is caused by the fact that springs producing travertine cones are usually very rich in dissolved matter and gases, mainly  $\text{CO}_2$ , and that, for this reason, they are in a very unstable state of chemical equilibrium.

All cone-depositing springs without exception are hydrodynamically assignable to the group of ascendent springs. The water comes to daylight at the top of the cones soaring above their surroundings. Thus the height of the cones of a particular area is controlled by the pressure conditions of the hydrodynamic regime associated with the springs.

Once the height of the cone reaches the head of the hydrodynamic regime in question, the spring „dies” and the growth is stopped.

As shown by the results of investigations, travertine cones may be small and huge, their slopes steep — subvertical — or gently sloping, regular or distorted. The shape of a cone is determined essentially by the height to basal diameter ratio. There are cones of low height (1—2 m) with a large basal area and with gently sloping sides showing a flat (flattened) form. The other extreme variety is met with in the case when the height out-scores the basal diameter.

In the case if springwaters welling up along fractures, travertine ridges or crests rather than the previously discussed conical forms will be formed.

Travertine cones may be regarded genetically as typical relief forms associated with areas in which postvolcanic springs are active.

Manuscript received: 28th August, 1984.

## Типы и морфологические формы пресноводных известняковых конусов

Д-р Дь. Шейер—Ф. Шейцёр

Пресноводные известковые конусы могут рассматриваться как один из примеров наиболее типичных континентальных карбонатных осадков, образующихся из воды источников. Они характеризуются специфическими условиями формирования, которые свойственны лишь этим отложениям. Карбонатные соединения, попадающие на дневную поверхность в растворенном состоянии с водой источников, сразу же переходят в твердый осадок, накапливающийся вокруг источника в виде твердой породы. Таким образом, путем непосредственного выпадения в осадок растворенных карбонатных соединений образуется первичная порода. Растительность лишь редко способствует образованию осадка. Быстрое и интенсивное накопление известковых осадков обуславливается тем, что вода источников, создающих конусы пресноводных известняков, как правило насыщена растворенными веществами и газами, в первую очередь  $\text{CO}_2$ , что объясняет весьма неустойчивое состояние равновесия раствора.

В гидродинамическом отношении источники, создающие конусы пресноводных известняков, могут быть без исключения отнесены к группе восходящих источников. Их выход на дневную поверхность приурочен к вершинам конусов карбонатных осадков, превышающих по своей высоте окружающую местность. Таким образом высота конуса определяется

\* Surveying and Soil Testing Enterprise, H-1088 Budapest VIII. Reviczky u. 4.

\*\* Hungarian Academy of Sciences Geographical Research Institute, H-1062 Budapest VI. Népköztársaság útja 62.

условиями напора гидродинамической системы. При выравнивании высоты конуса и величины напора источник «угасает», и формирование конуса прекращается.

По результатам проведенных исследований конусы пресноводных известняков могут быть мелкими и крупными, их боковые стороны субвертикальными и слегка наклонными, правильной или искаженной формы. Форма конуса определяется в сущности соотношением его высоты и диаметра основания.

Существуют невысокие конусы (1—2 м) с большой площадью основания и слегка наклонными боковыми сторонами. Такие конусы имеют пологую (плоскую) форму. Противоположной является форма конуса, при которой высота превышает диаметр его основания.

В случае, если воды источника восходят вдоль трещин, вместо упомянутых конических форм возникают гребни пресноводных известняков.

Конусы пресноводных известняков в генетическом отношении считаются формами, свойственными районам проявления деятельности поствулканических источников.