

ÚJABB ADALÉKOK A MAGASHEGYSÉGI VERTIKÁLIS
KARSZTFORMÁK MORFOGENETIKÁJÁHOZ

HORVÁTH E. TAMÁS*-ZENTAI ZOLTÁN**

*9027. Győr, Répcse utca 42.

**Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola, Természetföldrajzi Tanszék, 9700.
Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.

Abstract: The most important establishments of study-tours in Totes Gebirge in 1995 and 1996 are summarised in this study. Based on morphological and genetic characteristics the vertical "meso" forms and the high mountain "large" shafts are separated. The main characteristics of the high mountain vertical "meso" forms are given. One of the possible development mode of shafts is shown. The further examinations are shown.

1. Bevezetés

Az 1995. évi totes-hegységi vizsgálataink során a magashegységi vertikális karsztformákat tanulmányoztuk. Felméréseink eredménye a formák morfofenetikai tipizálása volt (VERESS M.-HORVÁTH E.T.-ZENTAI Z. 1996). 1996. évi vizsgálatainkat két, egymással szomszédos mintaterületen végeztük el; a Hint. Bruder csúcs alatti és a Widerkar csúcs alatti gleccser-völgyek völgytalpán és völgylejtőin, 1800 m.tszf. magasságban.

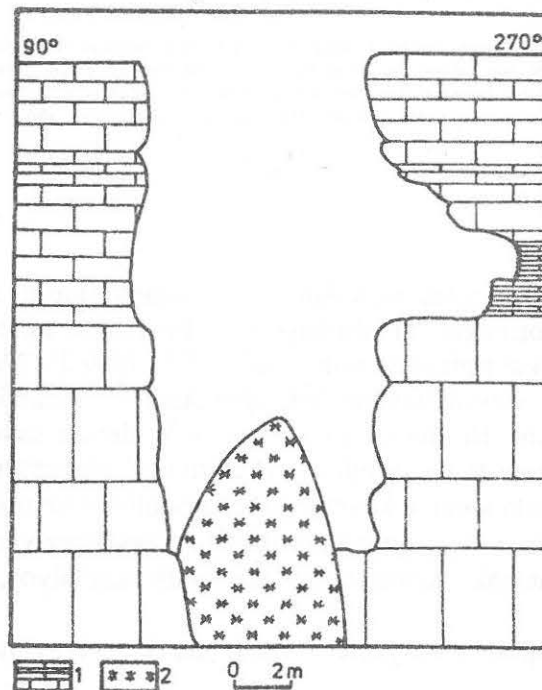
A formák vizsgálata során a következő szempontokat vettük figyelembe.

- az akna bejáratának helyzetét a preformáló törésekhez viszonyítva,
- az akna bejáratának szimmetria viszonyait (szabályos, vagy megnyúlt bejáratú forma),
- az akna hidrográfiai helyzetét (rendelkezik-e vízgyűjtő területtel, vagy sem),
- az akna környezetét (van-e a vízgyűjtő területén talajtakaró, vagy fedetlen sziklafelszínen helyezkedik el),
- az akna oldalfalainak tagoltságát,
- a törmelékanyag mennyiségét és helyzetét,
- az akna mélységét,
- az akna részaknáinak a számát (összetettségét).

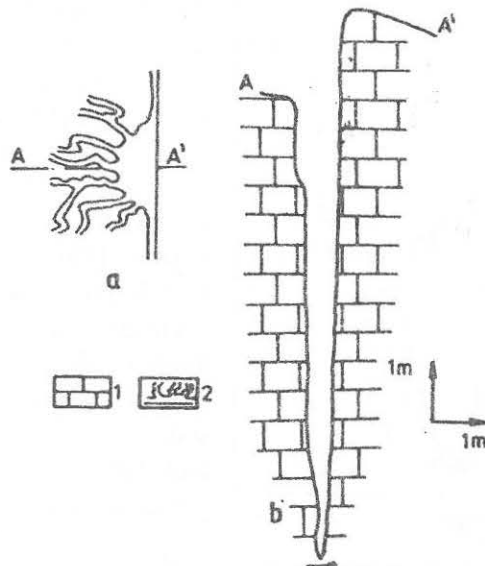
2. Aknatípusok

- A fentiek alapján a következő aknatípusokat különböztettük meg.
- zsombolyok,
 - vályúvég aknák (karros viznyelő),
 - omlásos aknák.

A zsomboly elnevezés alatt azokat a függőleges helyzetű karsztos formákat értjük, amelyek vízgyűjtő területtel nem rendelkeznek, bejárati szájadékuk kör, vagy lóhere keresztmetszetű, hosszmetsetük fokozatosan elszűkülő (fagylaltos tölcészerű). Falaik felülete sima, tagolatlan, aljzatukon az omladék felhalmozódás alárendelt, vagy nincs (1. ábra). Ezek fejlődését a bennük felhalmozódott hó karsztkorróziós hatásához kötik.



1. ábra: Zsomboly hosszszelvény az 1997-ben vizsgált területről.
Jelmagyarázat: 1. mészkő, 2. hó.
Figure 1: Longitudinal section of shaft of examined territory in 1997
Legends: 1. limestone, 2. snow



2. ábra: Vályúvég akna a, alaprajza és b, hosszszelvénye az 1996-os vizsgálati területről. Figure 2: Ground-plan (a) and longitudinal section (b) of rinnen end pipe of examined territory in 1996

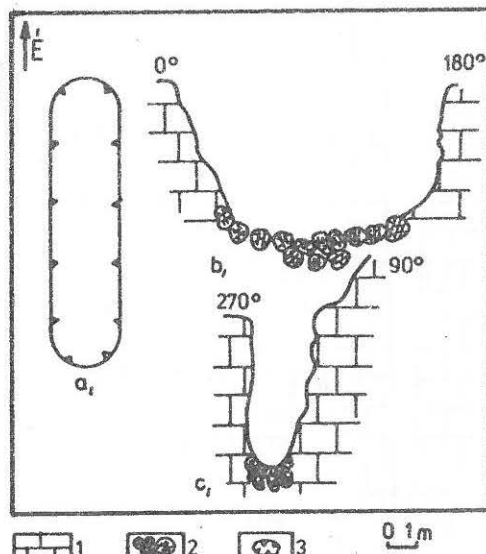
Legends: 1. limestone, 2. rinnen karren

A vályúvég akna elnevezés alatt a vízgyűjtő területtel rendelkező függőleges formákat értjük. Ezek nem mások, mint vályúvég kürtők (VERESS M. 1995) továbbnövekedésével képződött karros víznyelők. Talajtakaró nélküli szabad sziklafelvezíneken jönnek létre. Bejáratuk szűk, szabálytalan, vagy szilvamag alakú, falaik felülete rendkívül tagolt (2. ábra). Fejlődésüket a vályúban lefutó csapadékvíz oldóhatásához kötik.

Az omlásos akna elnevezés alatt azokat a főként röggeremi helyzetben lévő formákat értjük, amelyek fő jellegzetessége a bennük felhalmozódott nagy mennyiségű törmelék (3. ábra). Fejlődésüket - a KESSLER H. (1932) által leírt módon - üregbeszakadással magyarázzuk, illetve másodlagosan zsombolyok, vagy vályúvég akna átalakulásával, a bennük fagyaprózódás következtében felhalmozódó nagymennyiségű törmelék következtében.

3. Zsombolyfejlődés

Vizsgálataink során az alábbi megfigyelésekkel egészítettük ki eddigi megállapításainkat:



3. ábra: Omlásos akna alaprajz (a), hosszszelvénye (b, c) az 1996-os vizsgálati területről.

Figure 3: Ground-plan (a) and longitudinal section (b, c) of debris pipe of examined territory in 1996
Legends: 1. limestone, 2. debris, 3. pipe in top-view

1. Az aknák a gleccservölgyek völgytalpán helyezkednek el, illetve a völgyoldalak esetében is mindig a kislejtésű (teraszszerű) térszíneken találhatóak, a meredek völgylejtőkön, a kárcsúcsok és kárgerincek oldalában aknákat nem találunk. Erre többféle magyarázat is kínálkozik, ezek az alábbiak:

- már az eljegesedések előtt is völgyek húzódtak itt és ezek völgytalpán volt a legintenzívebb a karsztosodás, ez elősegítette (mintegy előkészítette) a jelenkori oldódás számára a térszint,
- a glaciális időszakokban a jég alatt lejátszódott oldódás jelölte ki a jelenkori karsztosodás helyeit,
- a jég visszahúzódása idején az olvadákvizek a völgytalpon szivárogtak el, és ez jelölte ki a jelenkori oldási helyeket,

- karsztosodás mindenütt lezajlik, lezajlott, de a meredek völgyoldalakban a törmelék képződés jóval intenzívebb, ezért ez elfedi a karsztosodás nyomait,
- a kislejtésű térszíneken képes némi növényi élet megtelepedni, illetve talaj képződni, ezért az oldás itt koncentráltan megy végbe,
- a völgyek tengelyvonala egybeesik a fő tektonikai irányokkal, ezért itt a leghatékonyabb a vertikális oldódás.

A felmerült lehetőségek közül, jelenlegi ismereteink szerint, valószínű, hogy több tényező is hatott egyidejűleg, illetve egymás után.

2. Az általunk vizsgált formák mélysége (ismereteink szerint) nem haladja meg az 50 m-t, ezek egyetlen aknából álló egyszerű formák. (Az 1996. évi vizsgálatunk alkalmával megfelelő felszerelés hiányában 2 aknának nem sikerült lejutni az aljára.)

Ezért meg kell különböztetni e képződményeket a több 100 m. mélységet is elérő magashegységi "óriás" zsombolyoktól, hiszen azok többszörösen nagyobb mélységűek, több aknából összekapcsolódó bonyolult, összetett formák (BÖRCŐK P. - GYOVAI L. 1984, KARDOS L. 1988, RYSZARD K. 1980, SEBESZTHA Z. 1984.). Ezeket a formákat JAKUCS L. (1971) a jégkorszakokat túlélő preglaciális formáknak tartja, illetve ugyanitt a szubnivális régió hidegvizeinek lassú (és ezért mélyreható) kémiai reakcióival magyarázza. BALÁZS D. (1990) a Kaukázus, "óriás" zsombolyai kapcsán

fejt ki álláspontját azok korára vonatkozóan, amely szerint ezeket a visszahúzó gleccserek olvadékvizei alakították ki és a bennük felhalmozódó hó jelenleg is formálja őket.

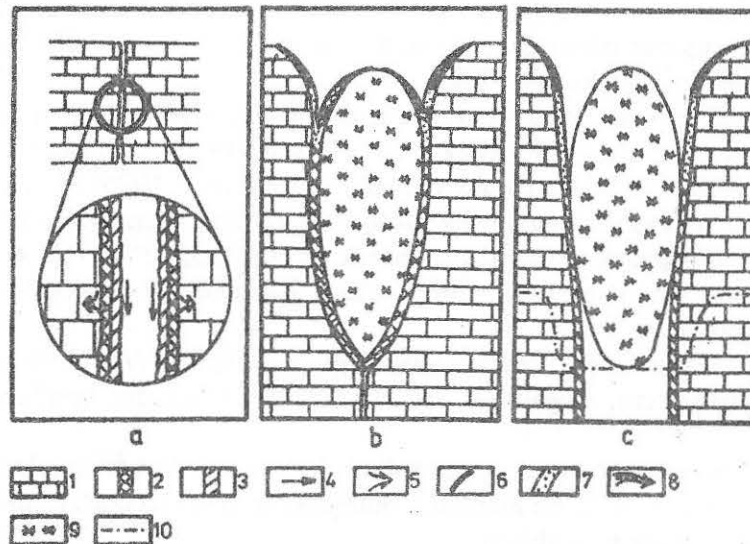
3. A vizsgált formák fejlődése (az omlásos tipust kivéve) primer hasadékok oldásos tágulásával (*VERESS M. - PÉNTEK K. 1995*) a felszínről kiindulva játszódik le (*VERESS M.-HORVÁTH E.T.-ZENTAI Z. 1996*) (5. ábra). Ezzel szemben a magashegységi óriás zombolyok belső (mélyebb helyzetű) aknái felfelé gyakran vakon végződnek (*BÖRCŐK P.-GYOVAI L 1985, LUKÁCS L. 1980*), éppúgy, mint a hazai közephegységi zombolyok mélyebb helyzetű aknáit (*KÓSA A. 1963, 1965, 1989, 1992/a,b, SZENTHE I.1971*). Ez arra enged következtetni, hogy ezek fejlődése nem a felszínről kiindulva kezdődik.

4. A zombolyok képződésében a bennük felhalmozódó hó jelentős szerepet tulajdonítunk. Ez alapján fejlődésükben négy szakaszt különítünk el (4. ábra), amelyek az alábbiak:

I. Az első fejlődési szakaszban lejátszódó folyamatok megegyeznek a *VERESS M.-PÉNTEK K. (1995)* által leírtakkal, azaz a primér hasadékok falán lefelé szivárgó telítetlen oldat a hasadékok falát oldja, s azt szélesíti (4.a ábra). A folyamat eredményeként karsztos mikroforma, repedéskarr (*PLUHAR A.-FORD D.1970, ZÁMBÓ L. 1993*), illetve hasadékkarr (*ZÁMBÓ L. 1993*) képződik. A primér hasadékok többségének fejlődése többnyire ezen a szinten megreked.

II. A második fejlődési szakaszba csak azok a formák léphetnek át, amelyek mélyülése elég gyors ahhoz, hogy lépést tartson a hasadék szélesedésével. Ennek feltétele, hogy az oldódás egy egy pontban koncentráltan játszódjék le. Ez ott valósulhat meg, ahol törésvonalak keresztezik egymást, vagy más kőzettani, vizrajzi....stb oknál fogva a kőzettestben helyi "gyengeségi zónák" alakultak ki.

Ebben a szakaszban megkezdődik a fiatal aknakezdeményekben a hó felhalmozódása (4.b. ábra). A felhalmozódó és összetömörödő hó elolvadva, olvadékvíz-korrózióval mélyíti az aknát. Az év során ez az időszak az akna képződésének a legintenzívebb időszaka. A hó elolvadását követően a (vizgyűjtő terület nélküli) zombolyok gyakorlatilag inaktív állapotba kerülnek. Minél mélyebb, fejlettebb egy akna, annál tovább tart a hó teljes elolvadása, s így egyre hosszabb ideig tart az akna képződés aktív időszaka. Mivel az akna térfogata növekszik, nem csak az aktív időszak időtartama, hanem az oldásban résztvevő oldószer abszolút mennyisége is növekszik. Tehát, ebben a szakaszban egy önerősítő folyamat indul meg.



4. ábra. A zomboly fejlődés szakaszai.

a. I. fejlődési szakasz (Veress M.-Péntek K. 1995 nyomán) (a primer hasadékok tágulása), b. II. fejlődési szakasz, c. IV. fejlődési szakasz.

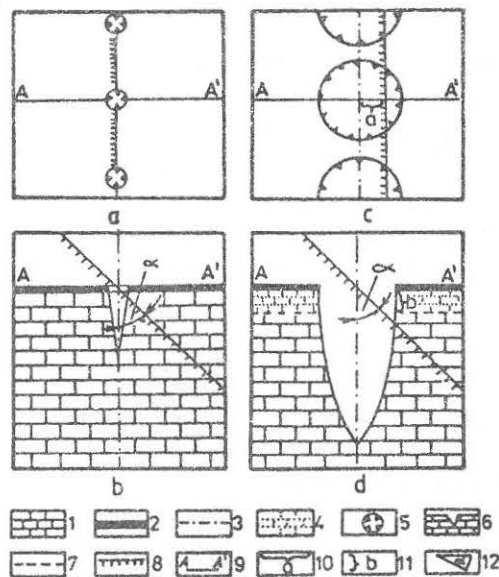
Jelmagyarozat: 1. mészkő, 2. telített oldószer, 3. telítetlen oldószer, 4. az oldószer áramlásának iránya, 5. az oldószer tágulás iránya, 6. inaktív zóna, 7. kondenzvíz korróziós zóna, 8. hó olvadákvíz áramlásának iránya, 9. hó, 10. fagy behatolás maximális mélysége.

Figure 4: Parts of development of shaft

a. I. development part (the spreading of primary fissure), b. II. development part, c. IV. development part

Legends: 1. limestone, 2. saturated solvent, 3. unsaturated solvent, 4. direction of flowing of solvent, 5. direction of saturation fissure, 6. inactive zone, 7. corrosion zone of condensation water, 8. direction of flowing of snow fusion water, 9. snow, 10. maximum of frost penetration

III. A harmadik fejlődési szakasz lényegében nem különül el élesen a második szakasztól. A különbség mindössze abban áll, hogy ebben a szakaszban már az egész év során megmarad a hó az aknában. Azaz, az akna fejlődése a tavaszi olvadások kezdetétől a téli fagyok beálltáig folyamatosan tart. A télen felhalmozódó hó kitöltheti az aknát (szinültig) és a tavaszi olvadás kezdetével megindul az akna falának az oldódása, miután a hóolvadásból származó víz filmet képez az akna falán. A bezáró kőzet erőteljesebben melegszik fel, mint a benne lévő hó, ezért az akna fala és a kitöltő hó között egy rés támad. Az olvadákvíz a hó felszínén lecsorogva az akna falának mindig csak azt a szakaszát képes oldani, ahol a hó és a kőzet érintkezik. Ez a szakasz a nyári félév során egyre mélyebbre kerül. Ebből következően az akna alja a nyári félévben végig aktív marad, míg a felsőbb részek folyamatosan inaktivizálódnak. Ott, ahol az akna fala és a hó között rés támad, az olvadákvíz-korrozió megszűnik. Helyette a kondenzvíz-korrozió indulhat be, ugyanis a hőtömeg hűtő hatására a páradús levegő túltelítődik, és az akna falán lecsapódik. Ez a falakon kondenzálódott vízfilm a falakat oldja, en-



5. ábra. Az aknák növekedése és a felület leoldódása közötti kapcsolat. a. felülnézeti ábra: az aknák képződésének kezdeti időszakában, b. oldalnézeti ábra: az aknák képződésének kezdeti időszakában, c. felülnézeti ábra: az aknák jelenlegi állapotában, d. oldalnézeti ábra egy kifejlesztett aknáról. Jelmagyarázat: 1. mészkő, 2. eredeti felszín, 3. az aknák tengelyvonala, 4. leoldódott kőzetösszlet, 5. akna felülnézeti képe, 6. akna oldalnézeti képe, 7. jelenlegi felszín, 8. törésvonal, 9. szelvény iránya, 10. az aknák tengelyvonala és a törésvonal közötti távolság, 11. leoldódott kőzetösszlet vastagsága 12. a törési sík és a függőleges irány közötti szög

Figure 5: Connection between development of pipes and solution of surface. a. ground-plan figure: in the first period of pipe development, b. side view figure: in the first period of pipe development, c. top-view figure: in present condition of pipes, d. side view figure of developed pipe

Legends: 1. limestone, 2. original surface, 3. axis line of pipes, 4. saturated rock, 5. top-view of pipe, 6. side view of pipe, 7. present surface, 8. fault line, 9. direction of section, 10. distance between axis line of pipes and fault line, 11. thickness of saturated rock, 12. angle between fault plane and vertical direction

nek következtében az egyenletlenségek elsimulnak, a fal felülete tagolatlan lesz. Ha az akna sugara egy bizonyos méretet meghalad, a vízfilm részekre szakad szét (VERESS M. - PÉNTEK K. 1995) többek között ez indokolhatja a lóhere keresztmetszetű aknák képződését. Ez a folyamat évről évre periódikusan ismétlődik.

IV.A negyedik fejlődési szakaszban az aknák mélyülésének üteme stabilizálódik. Ennek oka, hogy egy bizonyos mélység alatt (ennek pontos meghatározása további vizsgálatokra szorul) a hőmérséklet kiegyenlítődés következtében az akna hőmérséklete nem csökken 0°C . alá, azaz a 0°C -os izotermá-

nak megfelelő mélység alatt már nem képes a hó felhalmozódni (4.c. ábra). Tehát a hófelhalmozódás csupán egy bizonyos aknamélységig, a bejáratközeli szakaszokra korlátozódik. Az az akna, amelyik ezt a mélységet eléri, évről évre átlagosan ugyanannyi havat képes raktározni. Ezeknél az aknáknál nem zárható ki annak a lehetősége, hogy a „hó dugó” a téli félév során alulról olvad. Ezért ezek az aknák télen is aktívak maradhatnak, tehát mélyülhetnek.

A fent vázolt fejlődési modell a vízgyűjtő terület nélküli zsombolyok képződését próbálja meg értelmezni, a bennük felhalmozódó hó olvadékvizeinek segítségével. A vályúvég aknák képződését más mechanizmussal - a karrvályúkban lefolyó csapadékviz korróziós hatásával - magyarázzuk, de ezek esetében is valószínű, hogy az év egy bizonyos szakaszában hó halmozódik fel bennük, és ez hatással lehet a képződő formákra (GRUBER P.-KOVÁCS GY.-SOMLAI SZ. 1998).

A zsombolyok fejlődéséhez viszont időszakosan a felszíni vizek is hozzájárulhatnak. Hóolvadás idején a hótakaró felszínén lefolyó olvadékvizek a zsombolyokba juthatnak, azaz ilyenkor ideiglenesen vízgyűjtő területtel rendelkeznek a zsombolyok. Ennek megfelelően a két formátípus (zsomboly, vályúvég akna) nem minden esetben különül el élesen egymástól átmeneti formák is kialakulhatnak.

4. Összegzés.

Az 1995. és 1996. évi vizsgálataink során megismert vertikális karsztformák három morfogenetikai típusba sorolhatóak be. Az alábbi kialakulási módok fordulnak elő:

- lineális pályákon érkező csapadék- és olvadékviz-korrózió (vályúvég akna-típus),
- aknában felhalmozódó hó olvadékviz-korróziója (zsomboly típus),
- üregbeszakadás és fagyaprózódás (omlásos típus).

Az így létrejövő formák méretüket, összetettségüket és képződési módjukat tekintve, mind pedig korukat tekintve eltérnek a magashegységi „óriás” zsombolyoktól.

A hazai zsombolyok közül az alsóhegyi zsombolyok ez utóbbi „óriás” zsomboly típussal mutatnak genetikai rokonságot.

-Hazai zsombolyok összehasonlító vizsgálatát a magashegységi formákkal, azok közös és eltérő jegyeinek a feltárására.

IRODALOM

- BALÁZS D.* (1990): Arabika és Bzib, a mélyzsombolyok birodalma - Karszt és Barlang, I. kötet. p. 63-65.
- BÖRCSÖK P.-GYÓVAI L.* (1984): "Jugoszlávia '84" Brezno pri Gamsovi Glavici -Mamet -Ponorna Bunovcu -Karszt és Barlang, II. kötet. p. 109-111.
- BÖRCSÖK P.-GYÓVAI L.* (1985): A Jubileum-barlang bejárása -Karszt és Barlang, I-II. kötet. p. 53-55.
- FORD D.C.-PLUHAR A.* (1970): Dolomite Karren of the Niagare escarpment, Ontario, Canada. *Z. Geomorph*, 14. p.392-410.
- GRUBER P.-KOVÁCS GY.-SOMLAI SZ.* (1998): Vertikális karsztformák vizsgálata az ausztriai Totes Gebirgében - Karsztfejlődés II. (Totes Gebirge karrjai) BDTF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, p. 201-210.
- JAKUCS L.* (1971): A karsztok morfogenetikája -Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 280.
- KARDOS L.* (1988): Franciaország legmélyebb barlangjaiban -Karszt és Barlang, I. kötet. p. 53-56.
- KESSLER H.* (1932): A zsombolyok keletkezéséről -Barlangvilág, II. kötet. 3-4. füzet, p. 20-22.
- KÓSA A.* (1963): A szögligeti Rejtek-zsomboly -Karszt és Barlang, II. kötet. p. 66-70.
- KÓSA A.* (1965): A kettős zsomboly -Karszt és Barlang, I. kötet. p. 17-18.
- KÓSA A.* (1989): A Type of Vertical Cave Considered as a " Very Deep Karrenfeld " -Proceedings of the International Congress of Speleology, I. kötet. p. 109-111.
- KÓSA A.* (1992/a): Alsó-hegyi zsombolyatlasz, Atlas propasti Doného Vrchu, Also-hegy /Dolny Vrch Pothole Atlas -Budapest, p.145.
- KÓSA A.* (1992/b): Nyolcvan év az Alsó-hegyen (Még egy szó a zsombolyokról) -Karszt és Barlang, p. 9-14.
- LUKÁCS L.* (1980): A Jubileum-barlang -Karszt és Barlang, II. kötet. p. 107-108.
- RYSZARD K.* (1980): A világ legmélyebb barlangja -Karszt és Barlang, II. kötet. p. 112.
- SEBESZTHA Z.* (1984): A Wielka Sniezna bejárása -Karszt és Barlang, II. kötet. p. 108-109.
- SZENTHE I.* (1971): Vizföldtani vizsgálatok a Vecsembüki-zsombolyban - Karszt és Barlang, II. kötet. p. 57-60.
- VERESS M.* (1995): Karros folyamatok és formák rendszerezése Totes Gebirge-i példák alapján -Karsztfejlődés I. (Totes Gebirge karrjai), szerk. Veress M. Pauz Kiadó, Szombathely p.7-30.
- VERESS M.-PÉNTÉK K.* (1995): Kisértetek a felszíni vertikális karsztosodás kvantitatív leírására - Földrajzi Értesítő, XLIV. évf. 3-4. füzet, p. 157-177.

VERESS M.-HORVÁTH E.T.-ZENTAI Z.(1996): Egy magashegységi karszterület vertikális formáinak vizsgálata (Totes Gebirge, Ausztria) - BDTF Tud. Közl. X. Természettudományok 5. p. 141-157.

ZÁMBÓ L.(1983): A karsztosodó kőzet alaktana (karsztgeomorfológia) - Általános természetföldrajz (szerk. Borsy Z.) Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, p. 280.