

## Adalékok az autogén, allogén és a fedett karsztok töbörfejlődéséhez leíró függvényeik felhasználásával<sup>1</sup>

VERESS MÁRTON–PÉNTEK KÁLMÁN<sup>2</sup>

### Bevezetés

A karsztos formákat (töbröket) függvényekkel jellemezhetjük. Az egymástól különböző töbröket leíró függvények összehasonlításával az egyes töbrök alakja is összevethető. Tanulmányunkban néhány középhegységi autogén, allogén és középhegységi fedett karsztos töbör függvényét adjuk meg és hasonlítjuk össze. A két karsztípus töbreinek függvényénél tapasztalható eltérésekből e formák genetikájára következtetünk.

A töbrök morfológiai eszközökkel történő jellemzésére különböző eljárásokat dolgoztak ki. Így WILLIAMS, P. W. (1971) a dolinák sűrűségét, átlagos mélységét, irányultságát, megnyúltságát, alaprajz alakját, az alaprajz és a mélység viszonyát vizsgálta. JENNINGS, J. N. (1975) különböző típusú karsztokon a dolinák pereménél mért alaprajz alakja és mérete valamint mélysége, továbbá a szomszédos dolinák közti legkisebb távolság, és az alaprajz alakja és mérete, ill. mélysége között mutatott ki lineáris függvénykapcsolatot.

Ugyancsak lineáris függvénykapcsolatot mutatott ki az alaprajz mérete és alakja valamint az aknás és nem aknás dolinák mélysége között. A fenti kapcsolatok arra utalnak, hogy a különböző karszterületek és a különböző töbrőtípusok esetében az alaprajz nagyságával és alakjával a mélység eltérő mértékben nő. A függvények paramétereinek felhasználásával JENNINGS, J. N. (1975) a töbrök genetikáját elemezte. FARSANG A.–M. TÓTH T. (1992) a töbör irányultságának és megnyúltságának megadására dolgoztak ki módszert. VERESS M.–PÉNTEK K. (1987, 1988, 1989) a töbrök mélysége és a töbröket leíró szintvonalak területe közti kapcsolatot vizsgálta függvénytani eszközökkel.

Az e munkában alkalmazott függvényalak előállításának módszerét PÉNTEK K. (1998) és PÉNTEK K.–VERESS M.–SZUNYOGH G. (2000) tanulmánya részletesen ismertette, ezért e módszert az alábbiakban csak tömörített formában mutatjuk be.

### A töbröt leíró függvény és jellemzői

A kiválasztott töbrőről nagy (1:250 és 1:500 ma.) szintvonalas térképet készítettünk. A töbör jellemzéséhez tekintsük az egyes szintvonalak által körülhatárolt területet mint a mélység függvényét. Ily módon olyan függvénnyel jellemezzük e formát, amely a *mélység* ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) mint *független* változó, és az *egyes szintvonalak által körülhatárolt területek* ( $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ ), mint *függő* változó között keres kapcsolatot. Mivel a töbrök lefelé haladva egyre kisebb kiterjedésűek, így olyan, analitikusan köny-

<sup>1</sup> A tanulmány a T 032381 sz. OTKA kutatási pályázat támogatásával készült.

<sup>2</sup> Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola, 9701 Szombathely, Szabadság tér 4.

nyen kezelhető, szigorúan monoton csökkenő, folytonos függvényt keresünk, amelyik az  $X_k$  mélységben jó közelítéssel az  $Y_k$  értéket veszi fel (ahol  $1 \leq k \leq n$ ).

Számos lehetséges függvénytípus regresszióanalízissel történő elemzése után célszerűnek látszott e függvényt a

$$(1) \quad t(x) := \pi \cdot \left( \frac{1}{M} \cdot \ln \frac{x}{L} \right)^{\frac{2}{K}} \quad (0 < x \leq L)$$

alakban keresni, ahol  $L > 0$ ,  $M < 0$  és  $K \geq 1$  az egyes töbröket jellemző paraméterek. E függvényt a töbör *területfüggvényének* nevezzük.

A vizsgált töbrön ezután olyan térfogattartó transzformációt hajtunk végre, hogy a transzformált alakzat forgásszimmetrikus legyen, továbbá bármely  $x$  mélységben az eredeti és az átalakított mélyedésnél  $t(x)$  értéke azonos legyen. E transzformációval nyert alakzatot *ideális töbörnek* nevezzük, azon  $\mu(x)$  függvényt pedig, amelynek  $x$ -tengely körüli megforgatásával előállíthatjuk az ideális töbröt, a szóban forgó kiindulási töbör *meridiánfüggvényének* hívjuk.

Könnyen beláthatjuk, hogy a meridiánfüggvény alakja:

$$(2) \quad \mu(x) = \left( \frac{1}{M} \cdot \ln \frac{x}{L} \right)^{\frac{1}{K}} \quad (0 < x \leq L)$$

A vizsgált töbröt leíró (1) függvény  $L$ ,  $M$  és  $K$  paramétere szemléletes jelentéssel rendelkezik:

– Az  $L > 0$  paraméter a töbör *vertikális kiterjedését* jellemzi, azaz rögzített  $M$  és  $K$  értékek mellett minél nagyobb  $L$  értéke, annál mélyebb az alakzat.

– Az  $M < 0$  paraméter a töbör *horizontális kiterjedését* jellemzi, tehát rögzített  $L$  és  $K$  értékek mellett minél kisebb az  $M$  paraméter abszolút értéke, annál szélesebb a töbör.

– A  $K \geq 1$  paraméter *értéke* a töbörhöz hozzárendelt ideális töbör meridiánfüggvényének görbéjén a konvex és a konkáv íveket *elválasztó inflexiós pont helyzetétől* függ. Ha  $K$  értéke kicsi, akkor a töbör oldalát hosszú domború és rövid homorú, ha  $K$  értéke nagy, akkor oldalát rövid domború és hosszú homorú lejtő képezi. Az első esetben a töbör vertikálisan (tölcsér alak), az utóbbi esetben pedig horizontálisan (tál alak) fejlett.

A célszerűen kiválasztott, szándékunk szerint genetikai egységet alkotó karsztos terület valamennyi töbrét a fentiek szerint megvizsgálva láthatjuk, hogy mindegyikhez hozzárendelhető (1) alakú  $t(x)$  területfüggvénye alapján  $(L, M, K)$  paraméterek egy-egy értékhármasa. Ezeket egy 3-dimenziós euklideszi térben ábrázolva a terület  $M$  számú töbrét egy  $M$  pontból álló térbeli ponthalmaz írja le. E koordinátateret  $\{L, M, K\}$ -paraméterternek nevezzük.

Ha feltételezzük, hogy a genetikai szempontból egységet alkotó karsztos területen fejlődő, s jelenleg egészen különböző méretű töbrök lényegében ugyanazon karsztosodási folyamat különböző fázisait képviselik, akkor a töbröknek a paraméterterben ábrázolt ponthalmazai e növekedési folyamat megragadására lehetnek alkalmasak. Egy töbrő karsztos növekedésének a paraméterterben e mélyedést ábrázoló pont elmozdulása felel meg.

A vizsgált terület töbörfejlődése a paraméterterben ábrázolt ponthalmaz mentén következik be. Ezen elv elfogadásával lehetőségünk van az *L*, *M* és *K* paraméterek változási tendenciáinak ismeretében e terület egy töbrénél a múltbeli és jövőbeni alak hozzávetőleges meghatározására.

### A vizsgálati területek helye

Az alábbi karszterületek töbreinek egy részét vizsgáltuk (*1. ábra*):

- Alsó-hegy (Aggteleki-karszt)
- Fekete-Sár-rét, továbbá három mélyedés a KPVDSZ kulcsosház közeléből (Bükk-hegység),
  - Orfű környéke (Mecsek),
  - Homód-árok környéke, Égett-hegy, Mester-Hajag (Északi-Bakony),
  - Pádis (Erdélyi-szigethegység),
  - Dohányos-hegy (Déli-Bakony),

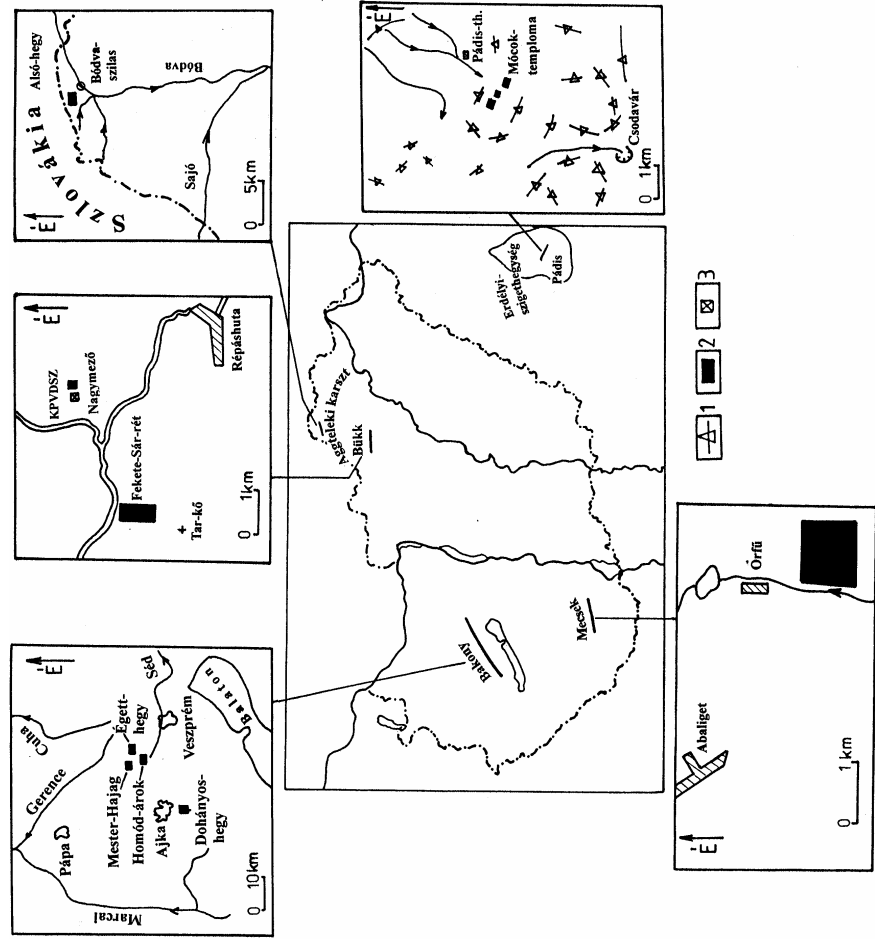
Az Alsó-hegy autogén karsztjának nagy méretű töbrei esetenként uvalás jellegűek, oldallejtőiken gyakran jelentős mélységű zombolyokkal (SÁRVÁRY I. 1970).

A Fekete-Sár-rét töbrei már a morfológiai megfigyelések és a műszeres felméréssel elkészített szintvonalas térképek szerint is két csoportba, a roncsötörök és aktív töbrök csoportjába sorolhatók (VERESS M. 1992). Roncsötörök, amelyek ma már nem aktívak, kis mélységűek, sík aljzatúak, oldallejtőik részben hiányoznak. (Ezen alaktani jellemző miatt csak néhány roncsötör függvényét lehetett előállítani.) A roncsötörök belsejében, de közöttük is kisebb méretű, kevésbé sík aljzatú, aktív, oldódásos töbrök is előfordulnak.

A Bükk-fennsíkról a második vizsgálati terület (KPVDSZ kulcsosház melletti völgytalp részlet) töbrei sortöbrök. A fennsík völgytalpi töbrei HEVESI A. (1978, 1980) szerint völgyi közethatáron képződött víznyelőkkel alakultak át töbré (víznyelő töbrő). Tehát allogén karsztosodás során képződtek. Az említett töbröket is víznyelő töbröknek tartjuk.

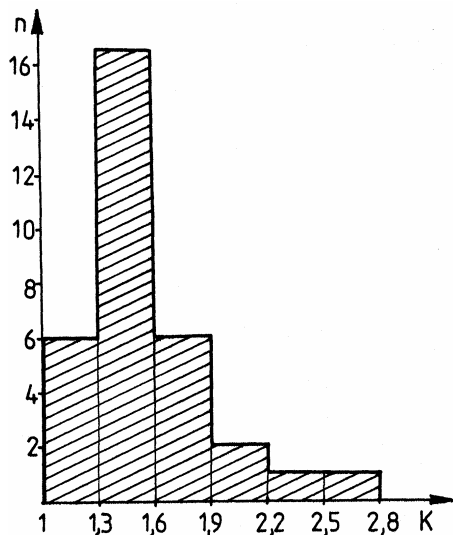
A Mecsek hegység idős, nagyméretű töbreit ugyancsak allogén eredetűnek tekintjük. E töbrök azonban összetettek. A karszterület fedett karszttá alakult a löszkeletkezés során, így az idős, víznyelő töbrök belsejében kisméretű fedett karsztos töbrök keletkeztek.

A bakonyi fedett karszt karsztosodó térszínrészletein a fedőüledék ugyancsak lösz, ill. annak áthalmazott változatai (VERESS M. 1991, 1999). E formákat VERESS M. (1982, 1999) víznyelős töbröknek nevezi. E karsztos forma a karsztosodó kőzetben kialakult kürtő felnyílásával, ill. a fedőüledékbe való átöröklődésével alakul ki.

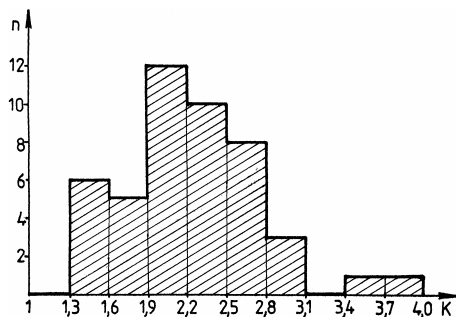


1. ábra. A kutatott területek. – 1 = magaslát; 2 = kutatási terület; 3 = turistaház

The studied areas. – 1 = promontory; 2 = study area; 3 = tourist hut



2. ábra. Fedetlen karsztos mélyedések hisztogramja  
Histogram of uncovered karstic depressions



3. ábra. Fedett karsztos mélyedések hisztogramja  
Histogram of covered karstic depressions

feltöltődése.

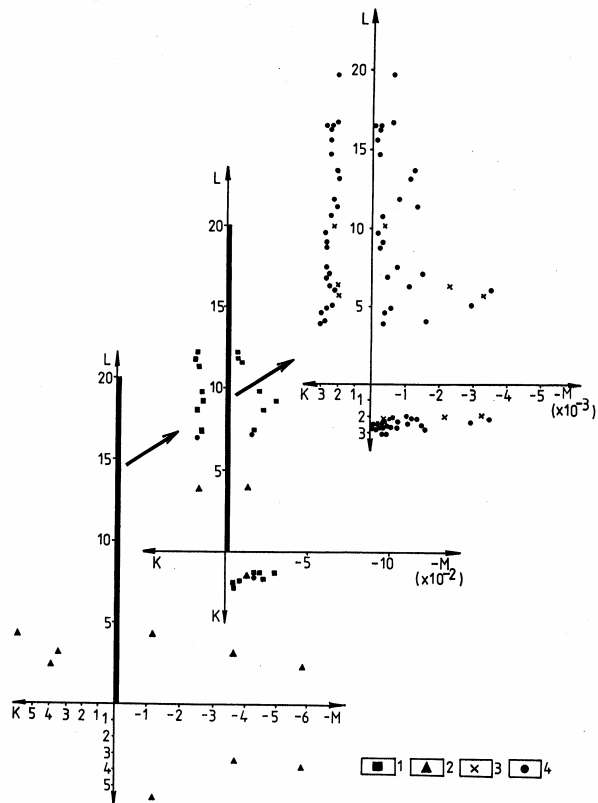
Ha a  $K$  értékek abszolút értékeit összehasonlítjuk (2., 3. ábra), úgy tűnik, hogy a vizsgált területek töbrei két csoportba különíthetők. A fedett karsztos töbrök  $K$  értékei kisebbek (1,3–1,6 közé esnek) és átlagaik nagymértékben megegyeznek a dohányos-hegyi mélyedések  $K$  értékeinek átlagával (1,54). Ez a hasonlóság már önmagában is jelzi, hogy a fedett karsztos mélyedések kialakulásában a beomladosásnak fontos szerep jut. A fedetlen karsztos töbrök esetében a  $K$  értékek (bár ezek szóródása nagy, 1,3–3,1 közötti) magasak (átlaguk 2,34). A  $K$  értékek főleg 1,9–2,8 közé esnek. A fedetlen karsztos típusnál a nagy szóródás valószínűleg arra vezethető vissza, hogy eltérő földtani, morfológiájú, de főképpen eltérő genetikájú töbrök (oldódásos és víznyelő töbör) kerültek egy csoportba.

A Pádis karsztjáról csak fedett karsztos eredetű töbröket vontunk be a feldolgozásba. E formák olyan folyóvízi eredetű üledékekkel fedett térszínen alakultak ki, amely a perm homokkő lepusztulása során halmozódott át (BLEAHU, M.–PLESA, C.–VIEHMANN, I. 1976; BERINDEI, I. 1987; VERESS M. 1992).

A Dohányos-hegy vizsgált mélyedései bányavágatok beomladosása során képződtek (VERESS M. 1987).

### A különböző karsztípusok töbör függvény paramétereinek összehasonlítása

Egy karszterület különböző méretű (korú) töbreit leíró függvények  $K$  paraméterei alig különböznek. Ez arra utal, hogy a töbrök növekedésük során alakjukat megtartják. Ily módon a hasonló genetika és környezeti feltételek hatására (pl. a kőzettani, klimatikus viszonyok, fejlődéstörténeti előzmények) a töbör növekedés is hasonló módon megy végbe. Megítélésünk szerint egy karszterületen (pl. Alsó-hegy) a  $K$  értékek szóródása nem elsődleges (genetikai), hanem másodlagos okokra vezethető vissza. Ilyen másodlagos ok lehet pl. a töbör peremének lepusztulása (lecsonkolódás), vagy az oldallejtő nem karsztos okra visszavezethető ellankodása, ill. az aljzat



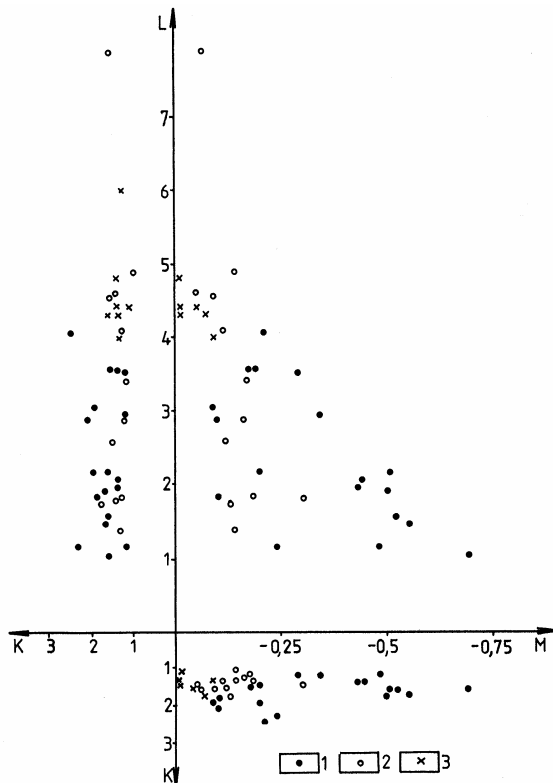
4. ábra. Fedetlen karstos mélyedések paramétertere. – 1 = Mecsek; 2 = Fekete-Sár-rét; 3 = Bükk (KPVDSZ); 4 = Alsó-hegy

Parameter space of uncovered karstic depressions. – 1 = Mecsek; 2 = Fekete-Sár-rét; 3 = Bükk (KPVDSZ); 4 = Alsó-hegy

A különböző paramétertereket (4., 5. ábra) összehasonlítva megállapítható, hogy a fedetlen és a fedett karstos mélyedések esetében az  $M$  értékeinek abszolút értéke egyaránt növekszik az  $L$  mélység függvényében. A fedett karstos mélyedéseknél ez a növekedés azonban jelentősebb.

#### A vizsgált karstterületek töbreinek kialakulása és fejlődése

A fedetlen karstok töbrei kialakulásuk kezdetén szélesek. Fejlődésük során azonban alig szélesednek, sokkal inkább mélyülnek. Mindez a határoló lejtő átalakulását eredményezi úgy, hogy a homorú lejtőszakasz aránya a domború rovására egyre nagyobb lesz.



5. ábra. Fedett karsztos mélyedések paramétertere. 1 = Pádis; 2 = Bakony; 3 = Mecsek  
 Parameter space of covered karstic depressions. 1 = Pádis; 2 = Bakony; 3 = Mecsek

A fedett karsztos mélyedések kezdetben kis szélességűek, majd mélyülésük során az oldallejtők alakjukat megtartva (a domború lejtőszakasz hossza nem csökken) hátrálnak, tehát szélesednek.

A fentiek úgy értelmezhetők, hogy a fedetlen karsztos mélyedések felületi leoldódással fejlődnek, míg a fedett karsztos mélyedések kürtő (járat) felnyílása és szélesedése során.

### Következtetések

a) A töbröket leíró függvénnyel elkülöníthetők azok a karszterületek, ahol e formák eltérő módon alakultak ki.

b) Az eltérő genetikájú fedetlen karsztos töbrök  $K$  értékeinek hasonlósága arra utal, hogy fejlődésük során az alakbeli hasonlóságuk mértéke növekszik.

c) A fedett karsztos formák  $K$  értékeinek viszonylag kicsi szóródása a különböző karszterületeken a kialakulás nagymértékű egyezését sejteti. E töbrök kialakulásában a karbonátos kőzetben lejátszódó felnyílásnak, majd a fedőüledékbe omlással történő átöröklődésnek jut meghatározó szerep.

## IRODALOM

- BERINDEI, I. 1987. Muntii Bihor-Vladeasa. – In: OANCEA, D. et al.: Geografia Românei – Edit. Acad. R. S. R. Bucuresti, pp. 434–453.
- BLEAHU, M.–PLESA, C.–VIEHMANN, I. 1976. Munții Alpușeni. – In: BLEAHU, M. et al.: Peșteri din România – Edit. Stiint. Encicloped, Bucuresti, pp. 111–113.
- FARSANG A.–M. TÓTH T. 1992. Bükk-i dolinák morfológiai vizsgálata. – A Bükk karsztja, vizei, barlangjai (konferencia kötet I.), Miskolci Egyetem, pp. 39–50.
- HEVESI A. 1978. A Bükk szerkezet- és felszínfejlődésének vázlata – Földr. Ért. 27. 2. pp. 169–198.
- HEVESI A. 1980. Adatok a Bükk-hegység negyedidőszaki ösföldrajzi képéhez. – Földt. Közl. 110. 3–4. pp. 540–550.
- JENNINGS, J. N. 1975. Doline Morphometry as a Morphogenetic Tool: New Zealand Examples – New Zealand Geog. 31. pp. 6–28.
- PÉNTEK K. 1998. Néhány karsztos folyamat matematikai leírása. – PhD. értekezés, JATE, TTK.
- PÉNTEK K.–VERESS M.–SZUNYOGH G. 2000. Karsztos formák matematikai leírása függvényekkel – Hidr. Közl. 80. 4. pp. 197–206.
- SÁRVÁRY I. 1970. A zombolygenetika kérdéseiről – Karszt és Barlang 1. pp. 5–12.
- VERESS M. 1986. A Dohányos-hegy antropogén eredetű töbörös beszakadásainak felmérése – Cholnoky J. BKCS. 1986. Évi Jelentése, Kézirat, MKBT. Dok. Szakoszt. pp. 28–31.
- VERESS M.–PÉNTEK K. 1987. Felszíni karsztos formák vizsgálata matematikai módszerekkel – Oktatási Intézmények Karszt- és Barlangkutató Tevékenységének II. Országos Tudományos Konferenciája, Szombathely, pp. 21–24.
- VERESS M.–PÉNTEK K. 1988. Kísérlet néhány bakonyi karsztos terület matematikai modellekkel történő leírására – BDTF Tudományos Közleményei VI. Természettudományok I. Szombathely, pp. 179–203.
- VERESS, M.–PÉNTEK, K. 1989. Cartographic Representation of the Extension of Karstification – 10. International Congress Speleology, Proceedings 1. Budapest, pp. 162–164.
- VERESS M. 1991. Paleokarsztos sasbércek felszínfejlődése a Bakony Hajag-Papod hegycsoportjában – Földr. Ért. 40. 1–2. pp. 147–160.
- VERESS M. 1992. Adatok a Fekete-Sár-rét karsztmorfológiájához – A Bükk karsztja, vizei, barlangjai, (konferencia kötet, I.) Miskolci Egyetem, pp. 5–19.
- VERESS M. 1992. Karsztmorfológiai sajátosságok a Pádis fedett karsztjainak példáján – Földr. Közl. (40.) 116. 3–4. pp. 125–141.
- VERESS M. 1999. Az Északi-Bakony fedett karsztja – A Bakony természettudományi kutatásának eredményei XXIII., Zirc.
- WILLIAMS, P. W. 1971. Morphometric analysis of karst with examples from New Guinea – Z. Geomorph. 15. pp. 46–61.

### DATA ON THE EVOLUTION OF SINK HOLES OF AUTHIGENIC, ALLOGENIC AND COVERED KARSTS USING THEIR DESCRIPTIVE FUNCTIONS

by *M. Veress–K. Péntek*

#### S u m m a r y

Descriptive functions of different kind of karst areas were determined. Using distribution of functions and analysing parameter spaces the sink holes of covered and uncovered karsts were compared. This comparison has led to the clarification of the development and evolution of different sink holes.



Based on the studies conducted in the key areas (Aggtelek Karst, Bakony, Bükk, Mecsek, Munții Apușeni) the development and evolution of sink holes can be summarised in the followings:

In the beginning sink holes of the uncovered karsts are wide. In the course of their evolution the sink holes do not widen, they rather deepen. This leads to the transformation of the limiting slope with a gradual prevalence of the concave section at the expense of the convex one.

In the beginning sink holes of the covered karsts are of minor width, then (as they widen) the side slopes retreat but retain their shape (i.e. the convex section is not shrinking).

The above considerations might be interpreted in a way that the uncovered karstic depressions develop through surface solution while the covered ones by opening of their entrance and widening.

Translated by the authors

**Godó Nándor–Tóth József (szerk.): Földrajzi tanulmányok a pécsi doktoriskolából II.** Pécsi Tudományegyetem, Földrajzi Intézet, 2000, Pécs, 341 p.

2000. második félévében a Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézetének köszönhetően a Doktori Iskola újabb – immár hagyományosnak mondható – tanulmánygyűjteményét vehettük kezünkbe. A 17 szerző által jegyzett kötet 15 tanulmányt tartalmaz, amelyek a geográfia szerteágazó területéről négy témakör köré csoportosulnak: történeti és politikai földrajz, Magyarország társadalmi-gazdasági földrajza, regionális vizsgálatok Magyarországon és nemzetközi regionális vizsgálatok. Mint azt a kötet bevezetőjében TÓTH József professzor is említi, e témakörök nem ölelik, nem is ölelhetik fel a földrajz egészét, inkább a doktoriskola résztvevőinek főbb érdeklődési irányairól tanúskodnak.

A történeti és politikai földrajzi témakört BORDÁS-GIESZ István Kárpátalja 1939-es területi revíziójáról írt tanulmánya vezeti be. Igazi történeti áttekintés ez Kárpátalja és a rutén nép korabeli helyzetéről, a területi revízió II. világháború előtti előzményeiről és következményeiről. Az autonómia- és önkormányzat-tervezet bemutatásán keresztül ütközteti a korabeli véleményeket, rávilágítva a revízió fontosabb gazdasági következményeire is. A szerző – nem titkoltan – elsősorban történelmi aspektusból vizsgálja a területi revízió folyamatát, ami a tanulmány erőssége, de egyben gyengesége is. Igazi csemegét jelenthet ugyanis a történelem iránt érdeklődő olvasóknak, ugyanakkor a revízió tényleges földrajzi hatásai háttérbe szorulnak. Ebben a tekintetben klasszikus történeti földrajzi munkaként jellemezhető HORVÁTH István és TÓTH Sándor Nagypeterdtről írt publikációja, amely a 19. sz. végéig történt társadalmi-gazdasági változásokat foglalja össze. Egy baranyai kisfalú elsősorban 18. sz.-i területi, társadalmi és gazdasági változásainak bemutatásával megismerkedhetünk a tágabb környezet korabeli viszonyaival is. A gazdagon illusztrált tanulmány remélhetőleg folytatódik századunk eseményeinek feldolgozásával is, bizonyítva, hogy a falu él és élni akar. Elmélyült kutatómunkáról tanúskodik PANDUR Anett tanulmánya, amely a 19. sz.-i Baranya közegészségügyi helyzetével, valamint az 1872–1873-as kolerajárvány területi terjedésével és az ellene tett intézkedésekkel ismerteti meg az olvasót.

A Magyarország társadalmi-gazdasági földrajza c. fejezetben elsőként GODÓ Nándor – a kötet társszerkesztőjének – rendkívül összefogott tanulmányát olvashatjuk a magyar mezőgazdaság átalakulásáról, az ágazat utóbbi 10 évének legfontosabb történéseiről. Helyzetelemzését különösen értékesé teszik az Európai Unió összehasonlítások, valamint a hazánkban tapasztalható mezőgazdasági válság okainak feltárása. JELENSZKYNÉ FÁBIÁN Ildikó a házasságkötések megyei kapcsolatrendszerének feltárását választotta témájául. Mindenkinek ajánlom e publikációt, aki kíváncsi arra, miben is különböznek egymástól párválasztás terén a férfiak és a nők – természetesen földrajzi értelemben. Az elsősorban KSH-adatokra támaszkodó tanulmány elemzései és gazdag ábragyűjteménye rendkívül jó kiindulási alapot jelent egy későbbi átfogóbb szociográfiához, amelynek aktualitását adhatja többek között a magyarság már-már tradicionálisnak mondható fogyása is. TRÓCSÁNYI András és NAGY Árpád Magyarország iskolázottsági térképét tárják eléink. KSH-adatokra támaszkodva az iskolázottság regionális jellemzői mellett részletesen írnak a szerzők a megyei viszonyokról. Talán szerencsésebb lett volna, ha értékes leírásukat néhány tematikus térkép segítségével vizuálisan is megjelenítik, tovább emelve tanulmányuk színvonalát.