

**A MESTER-HAJAG FEDETT KARSZTOS FORMÁINAK
MORFOMETRIAI VIZSGÁLATA**

**MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE COVERED KARST OF
MESTER-HAJAG BLOCK**

VETÉSI-FOITH SZILÁRD

PTE-TTK Földtudományok Doktori Iskola, 7624 Pécs, Ifjúság útja 6.
szilard.vetesi@gmail.com

Abstract: In this study we have done karstmorphometric analyses on a covered karst field vigorously divided by limestone cones on the Mester-Hajag block (Bakony Mountain). Several parameters of the subsidence dolines of this area were examined. We distinguished five observation sites, these are the followings: subsidence dolines by a less- and strongly exhumed limestone cone rows (I-II.), subsidence dolines between scattered cones (III.), subsidence dolines in a cone-less area (IV.), and subsidence dolines in a valley (V.). We analysed the maximum- and minimal diameter, depth, elongation, and the shape of the dolines. To study the previous parameters, bins were performed. Our goal was to find out whether there are any relation between the doline bearing areas and the morphology of the subsidence dolines. The data suggests that the morphological environment determines the development of the subsidence dolines. Especially the size of the limestone cones (or the lack of them), the fractures and the slope of the area has the biggest influencing role in the morphology and development of subsidence dolines.

Keywords: Bakony Mountains, covered karst, subsidence doline, morphometric analysis, orientation

Bevezetés

A tanulmányban a Mester-Hajag (Bakony-hegység) utánsüllyedékes dolinával foglalkozunk. E tanulmány célja annak bemutatása, hogy a Mester-Hajagon a hordozó felszín morfológiája hogyan hat a felszíni karsztos formák tulajdonságaira és fejlődésére.

A Bakony-hegység (magassága 150-700 m) a tágabb értelemben vett Bakonyvidék része. A Bakony-hegység két kistáj csoportra (Északi-Bakony, Déli-Bakony) különül. A hegység jelenlegi helyére a miocénben került a Dunántúli-középhegység tagjaként (Alpaca nagyszerkezeti egység) (STEGENA *et al.* 1975, CSONTOS, VÖRÖS 2004). E nagyszerkezeti egység az Ausztro-Alpi takarórendszer legfelső nem metamorf tagja (BUDAI, KONRÁD 2011). Fő felépítő kőzete a triász földolomit (Földolomit Formáció), amelynek vastagsága a Dunántúli-középhegységben helyenként az 1500 m-t is meghaladhatja (HAAS 1993). A földolomitra helyenként többnyire kis vastagságban triász dachsteini (Dachsteini Mészke Formáció),

jura, kréta és eocén mészkő települ. Ezek vastagsága a néhányszor 10 m-től néhány száz m-ig terjedhet. A hegység fő sajátossága szerkezetének aszimmetrikus kifejlődése. ÉNy-on és DK-en idős triász karbonátos kőzetek jellemzők, de ÉNy-on a triásznál idősebb kőzetek a mélybe süllyedtek. A hegység középső részén jura-korú nyílt tengeri, valamint kréta és eocén korú sekélytengeri környezetben kialakult karbonátos kőzetek települnek a lokális mélyedést formáló triász aljzatra (LÁNG 1962, BUDAI, KONRÁD 2011).

A Bakony-hegység krétavégi trópusi karsztos tönkfelszíne tektonikusan, már az eocénben feldarabolódott (SZABÓ 1956, 1968; BULLA 1968). Emiatt az oligocénvégi-miocén eleji deltakavics elborítás (Csatka-i Kavics Formáció) már egy tagolt felszínre érkezett (KORPÁS 1981). E kavics-takarónak ma már csak foltjai vannak meg, de a hegység egyes részeiről (pl. Tési-fennsík) már teljesen lepusztult. Nem karsztos fedő még a hegységben a pannon agyag és az egész hegységre jellemzően nagy kiterjedésben előforduló lösz.

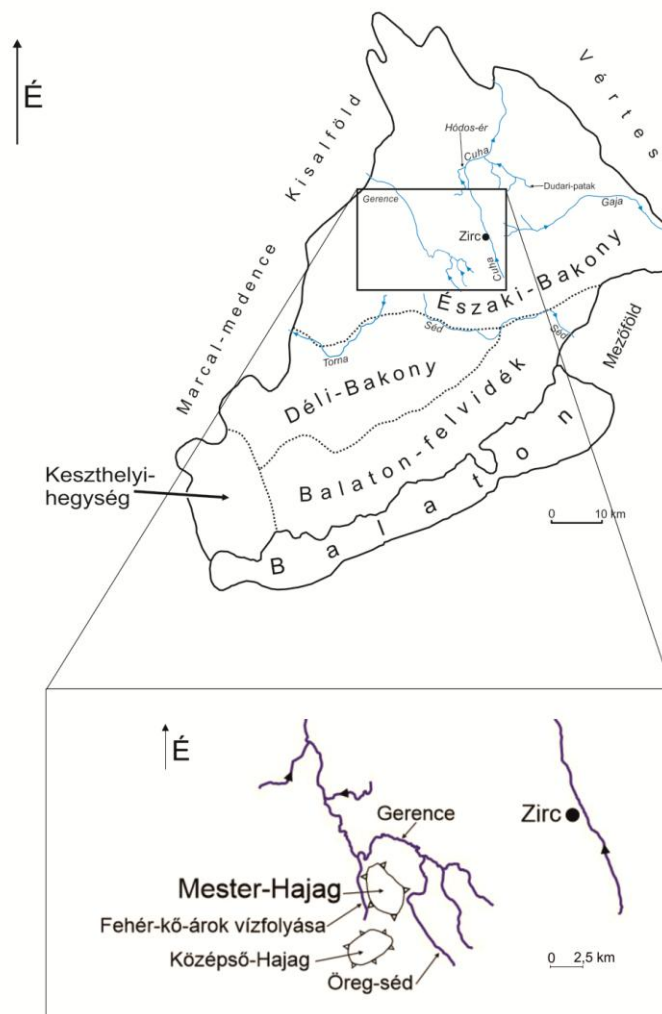
A Bakony-hegység karsztja a hazai karszterületek között az egyik legkutatottabbnak számít. A XX. század harmadik felétől egészen napjainkig jelentek meg különböző tanulmányok, melyek a hegység barlangjait (BERTALAN 1938, 1955, 1958; ESZTERHÁS 1981, 1983), ehhez kapcsolódóan a hegység karsztvizét (PAPP 1942; SZÁDECZKY, KARDOSS 1941, 1948; BÖCKER 1972, CSEPREGI 2007, CSEPREGI *et al.* 2014) vizsgálta. A hegység karsztosodásának általános kérdéseit LÁNG (1948, 1958, 1962), LEÉL-ÓSSY (1960), JAKUCS (1977), HEVESI (1991a, 1991b), VERESS (2000, 2016) vizsgálta. A hegység paleokarsztjával VADÁSZ (1946), SZABÓ (1956, 1966), PATAKI (1983), a felszíni fedett karsztos formakincsével GERGELY (1938), RÉVÉSZ (1947), LÁNG (1948, 1958, 1962), VERESS (1982, 2000) és HEVESI (1991a, 1991b) foglalkozott.

A hegység különböző magasságú és fejlődéstörténetű rögökre különül. A magasabb helyzetű rögök – ezek egyike az általunk vizsgált Mester-Hajag is – hegyeket, az alacsonyabb helyzetűek medencéket és árkokat alkotnak. A nem karsztos fedő főleg az utóbbiakban van jelen, de foltokban az előzőekben is előfordul. Ott, ahol a fedő vízáteresztő, fejlődtek ki a hegység fedett karsztjai. A Mester-Hajag területe is – miután kisebb-nagyobb foltjai vannak a vízáteresztő fedőnek – részben fedett karszt.

A hegység karsztvize főkarsztvízre és karsztvíz emeletekre különül. A főkarsztvíz amelyet főleg a földolomit tároz, a hegység peremén 117-220 m magasságok közötti (PAPP 1942, SZÁDECZKY, KARDOSS 1941, 1948), míg a hegység belsejében 290 m magasságú (BÖCKER *et al.* 1983). A karsztvíz emeletek a kréta és eocén felépítésű felépítésű rögökben fejlődtek ki a vízzáró betelepülések felett. Karsztvíz emelete van a Mester-Hajagnak is. A

rög peremi források magasságának figyelembevételével annak szintje mintegy 480 m magasságú.

Kutatási területünk a Mester-Hajag az Északi- vagy más néven Öreg-Bakonyban található. Északról a Sötét-árok, keletről az Öreg-Séd völgye, nyugatról a Fehér-kő-árok, délről a Szekrényes-kő-árok határolja (1. ábra). A Mester-Hajag átlagos tengerszintfeletti magassága mintegy 500 m. A Mester-Hajag kiterjedése hozzávetőlegesen 1 km². E kis kiterjedés és a völgyek általi körülzártsága miatt a fedő lepusztulása nagymértékű volt. Felszíne ÉNy-i irányban kb. 9°-os dőléssel rendelkezik.



1. ábra: A Mester-Hajag elhelyezkedése a Bakony-hegységben
Fig. 1.: Mester-Hajag Mountain's position in the Bakony Mountain

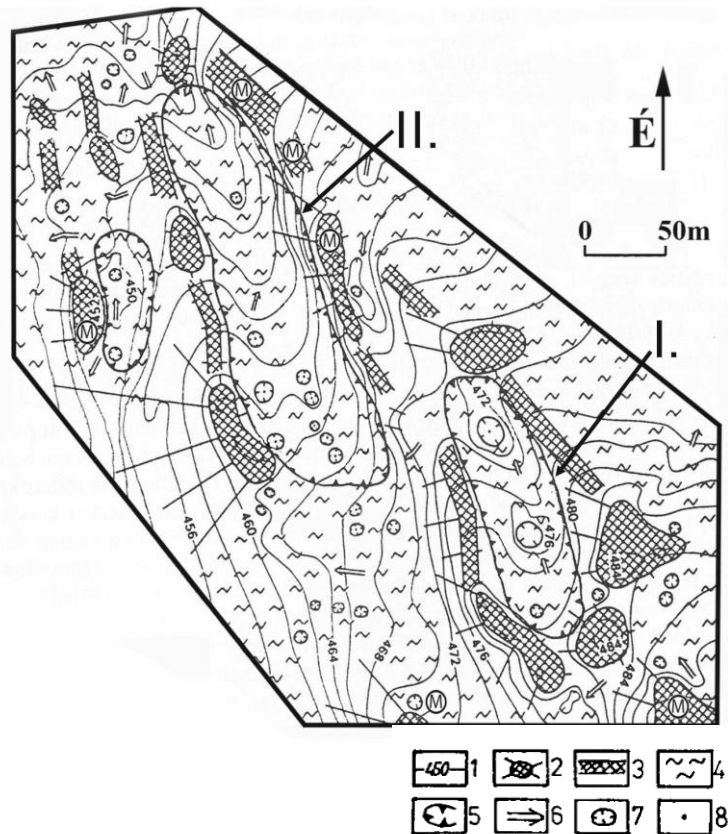
Fő felépítő kőzetei középső kréta mészkövek (Zirci Mészkő Formáció), melyek fentről lefelé haladva az alábbiak: orbitolinás mészkő, requieniás mészkő, valamint munériás agyag. Felszínét fedetlen, eltérő mértékben exhumált mészkő magaslatok tagolják, amelyek között fedőüledékes felszínek találhatók. A Mester-Hajag É-i részén a magaslatok ÉNy-DK irányban megnyúltak és a fenti irányba sorokat képeznek. D-i részén a magaslatok kevésbé megnyúltak és nem képeznek sorokat. A magaslatok kitakaródását a fedő elszállítódása tette lehetővé. A magaslatok között azonban a fedő részben megmaradt. A fedőüledékes felszínek alakját a kúpcsoportok mintázata szabja meg. Ennek megfelelően a fedőüledékes felszínek É-on ÉNy-DK irányban megnyúltak, D-en inkább szabálytalan alaprajzúak (2. ábra). E felszínek hordozzák a Mester-Hajag utánsüllyedéses dolináit.

Eszközök és módszer

A Mester-Hajag utánsüllyedéses dolináit hasonlítjuk össze morfológiai elemzéssel. A dolinák méreteit, megnyújtottságát, mélysége és átmérője közötti kapcsolatot *WILLIAMS* (1971, 1972a, 1972b), felszíni kiterjedésük és mélységük kapcsolatát *JENNINGS* (1975) vizsgálta. A legközelebbi szomszéd index paraméterét, mely a dolinák térbeli eloszlását, azok „random” jellegét, azaz véletlenszerűségüket tükrözi, *CLARK* és *EVANS* (1954) tanulmányozta. A felszíni karsztos depressziók matematikai függvényekkel történő leírását *VERESS*, *PÉNTEK* (1987, 1988, 1989) és *PÉNTEK et al.* (2000) adta meg.

A morfológiai elemzéshez rendelkezésre álló 1:500 méretarányú domborzatrajzi (*VERESS* 1982) és morfológiai (*VERESS* 2016) térképek adatainak felhasználásával történt. A rög utánsüllyedéses dolináinak hordozó térszíneit a fenti térképtípusok figyelembevételével az alábbi morfológiai környezet típusokba soroltuk:

- Kevésbé exhumálódott kúpokból álló kúpsor környezetében lévő fedett karszt (I.)
- Exhumálódott kúpokból álló kúpsor környezetében lévő fedett karszt (II.)
- Szabálytalan elrendezésű kúpok környezetében lévő fedett karszt (III.)
- Kúpmentes területen lévő fedett karszt (IV.)
- Völgytalpi fedett karszt (V.)



2. ábra: A Mester-Hajag északi részének morfológiai térképe
 Jelmagyarázat: 1. szintvonal, 2. félig exhumált kúp, 3. exhumálódó kúp, 4. exhumálódásos maradványtérzsin, 5. áldepresszió, 6. anyagátalmozódás, 7. karsztos mélyedés, 8. vízelvezető járat karsztos mélyedésben (Veress 2000 nyomán)

Fig.2.: Morphological map of the eastern side of Mester-Hajag
 Legend: 1. contour line, 2. half exhumed limestone cone, 3. exhuming cone, 4. exhumed remnant relief, 5. pseudo depression, 6. material redeposition, 7. karstic depression, 8. drainage channel in a karstic depression (after Veress 2000)

Az e területeken lévő utánsüllyedékes dolinák és a kiemelkedések paramétereinek vizsgálatához az alábbi módszereket alkalmaztuk.

- Adatgyűjtés a morфомetriai elemzéshez
 - A dolinák adatainak felmérését a már fentebb említett 1:500 méretarányú domborzatrajzi térképekről nyertük. Az öt mintaterületen összesen 55 db. utánsüllyedékes dolina adatainak leolvasására került sor. A dolinák az alábbi paramétereit mértük a térképekről:

- a hosszabbik tengely mérete és annak az északi iránnyal bezárt szöge,
- a rövidebbik tengely mérete,
- a dolina mélysége.

- A fenti paraméterek felhasználásával az utánsüllyedékes dolinák az alábbi morfometriai jellemzőit számítottuk Williams (1971, 1972a, 1972b) munkáinak felhasználásával:

- megnyújtottsági arány (D), mely a dolina leghosszabb és legrövidebb átmérőjének hányadosa
- Alak (O), mely a dolina leghosszabb átmérőjének és mélységének hányadosa

- A különböző területeken elhelyezkedő dolinák jellemzésére e két paraméternek az osztályközeit hoztuk létre, melyek az alábbiak:

Megnyúltság (D) szerint a dolina lehet:

- kevésbé megnyúlt, ha $1,0 < \mathbf{D} < 1,5$
- közepesen megnyúlt, ha $1,5 < \mathbf{D} < 2,0$ –
- erősen megnyúlt, ha $\mathbf{D} > 2,0$.

Mivel a dolina alakját megadó érték a dolina oldallejtőinek meredekségével áll kapcsolatban, ezért alak (O) érték szerint a dolina lehet:

- nagyon meredek, ha $0 < \mathbf{O} < 5$
- meredek, ha $5 < \mathbf{O} < 10$
- közepes meredekségű, ha $10 < \mathbf{O} < 15$
- lankás, ha $15 < \mathbf{O} < 20$
- nagyon lankás, ha $\mathbf{O} > 20$

Minden mintaterületen vizsgáltuk továbbá a kis- és nagyméretű dolinák egymáshoz viszonyított arányát, amit K-val jelöltünk és úgy kaptunk, hogy a kisméretű dolinák darabszámát elosztottuk a nagyméretű dolinák darabszámával. Így, ha „K” értéke 1-nél kisebb, akkor a nagyméretű dolinák vannak többségben, ha értéke 1, akkor számuk ugyanakkora, ha 1-nél nagyobb, akkor a kisméretű dolinákból van több. Kisméretűnek tekintettük azokat a dolinákat, amelyek mélysége fél méternél kisebb, nagyméretűek, amelyek ennél mélyebbek.

- Iránygyakorisági vizsgálat: ábrázoltuk a típusterületek megnyúlt utánsüllyedékes dolináinak és megnyúlt magaslatainak a hosszabbik tengelyeik felhasználásával az iránygyakoriságát. Az így kapott ábrákon az elemzés céljából feltüntettük a hordozó területek lejtésirányát és törésirányait (FUTÓ 1984)

Eredmények

Az öt típusterületen található utánsüllyedékes dolinák morfometriai adatait az I. táblázatban foglaltuk össze.

I. táblázat

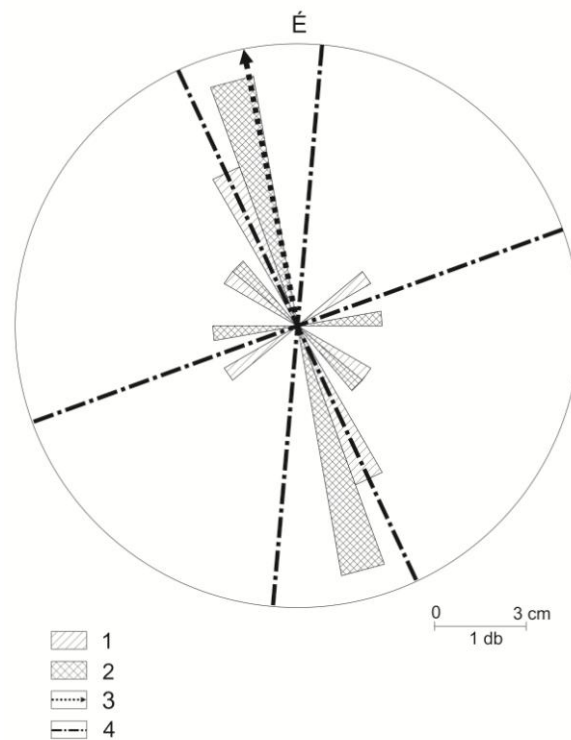
Table I.

A típussterületek utánsüllyedéses dolináinak morfológiai paraméterei
Morphometric parameters of the subsidence dolines on the observation sites

A típussterületek jele	n	d1 (m) átlaga	d2 (m) átlaga	m (m) átlaga	D átlaga	O átlaga	K
I.	4	27,3	13,1	2,2	1,9	12,5	0
II.	16	7,3	5,2	0,8	1,4	14,5	1
III.	14	8,8	5,4	0,9	1,7	11,6	0,3
IV.	7	10,1	4,8	0,7	1,8	22,2	1,3
V.	14	6,8	2,9	0,6	2,3	16,5	1,8

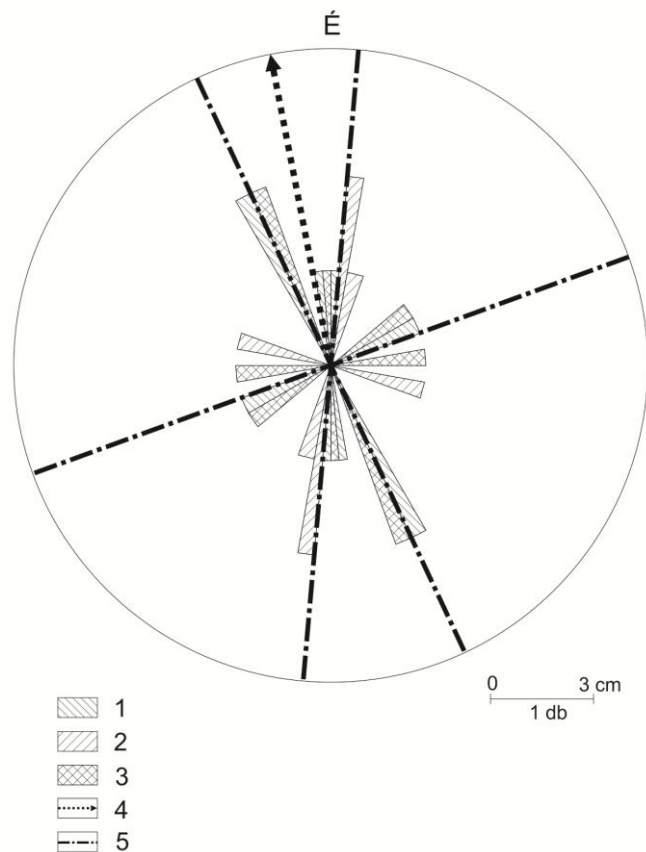
- Az I jelű típussterület jellemzése

Az itt található dolinák a Mester Hajag dolináihoz és általánosságban az utánsüllyedéses dolinák méretéhez képest nagyméretűek, mind horizontális-, mind vertikális kiterjedésben.



3. ábra: Az I. jelű terület megnyúlt képződményeinek iránygyakorisági ábrája
Jelmagyarázat: 1. nagyméretű utánsüllyedéses dolina, 2. mészkőkúp, 3. lejtésirány, 4. törésirány
Fig. 3.: Orientation of the elongated formations on the area I.
Legend: 1. large size subsidence doline, 2. limestone cone, 3. inclination of the surface, 4. fracture

Az I. jelű terület dolináinak az átlagos megnyúltsága a 2-es értéket nem haladja meg, tehát a közepesen megnyúlt osztályközbe sorolandók. Az alak értékek átlaga arra enged következtetni, hogy hossz tengelyeik méretéhez képest mélységük kicsi (I. táblázat), ezért a közepes meredekségű oldal-lejtők által határolt utánsüllyedéses dolinák csoportjába tartoznak.



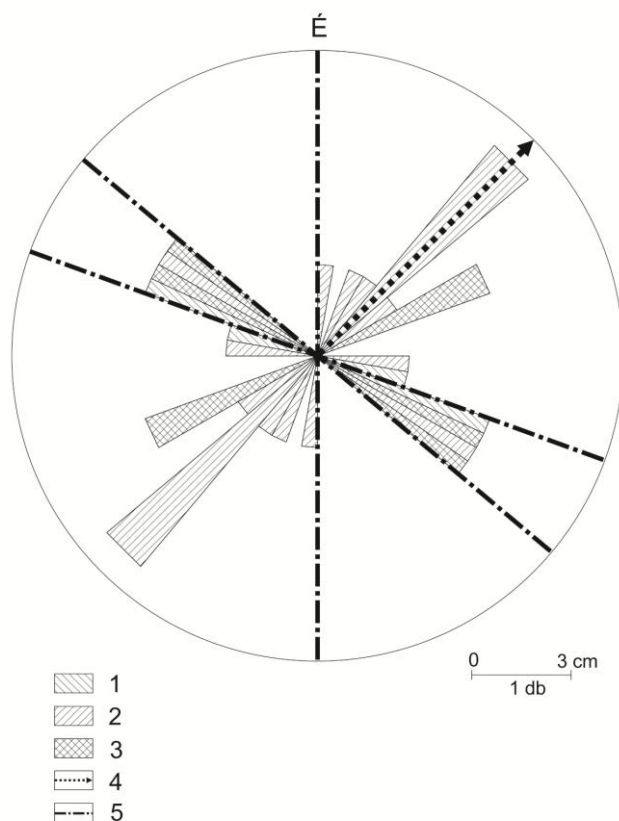
4. ábra: A II. jelű terület megnyúlt képződményeinek iránygyakorisági ábrája
Jelmagyarázat: 1. kisméretű utánsüllyedéses dolina, 2. nagyméretű utánsüllyedéses dolina, 3. mészkőkúp, 4. lejtésirány, 5. törésirány

Fig. 4.: Orientation of the elongated formations on the area II.
Legend: 1. small size subsidence doline, 2. large size subsidence doline, 3. limestone cone, 4. inclination of the surface, 5. fracture

Az I jelű terület képződményeinek iránygyakorisági ábrájáról leolvasható, hogy a kúpok és a dolinák orientációja a törésirányokkal, illetve a lejtésiránnyal jó egyezést mutatnak (3. ábra).

- A II. jelű títusterület jellemzése

E területen a mélyedésekre, ugyancsak a kis méretek jellemzők. Átlagos mélységük nem haladja meg az 1 m-t. Megnyúltságuk alapján a kevésbé megnyúlt kategóriába tartoznak. Alak értékeik átlagai alapján, a közepes meredekségű oldallejtővel rendelkező dolinák csoportjába sorolandók. A vizsgált területre jellemző K érték 1, így itt a kis- és nagyméretű utánsüllyedéses dolinák egyenlő arányban fordulnak elő.



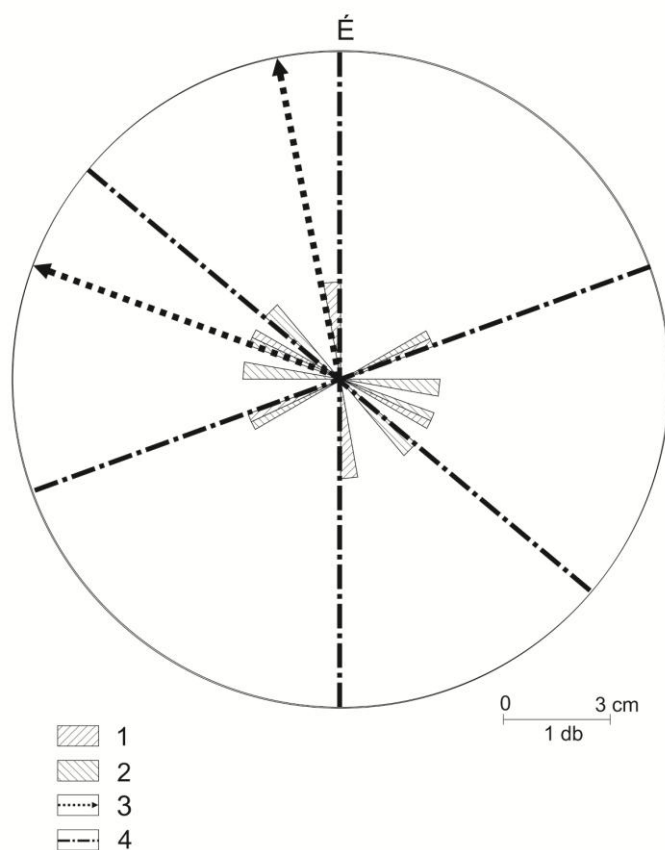
5. ábra: A III. jelű terület megnyúlt képződményeinek iránygyakorisági ábrája
Jelmagyarázat: 1. kisméretű utánsüllyedéses dolina, 2. nagyméretű utánsüllyedéses dolina, 3. mészkőkúp, 4. lejtésirány, 5. törésirány

Fig. 5.: Orientation of the elongated formations on the area III.
Legend: 1. small size subsidence doline, 2. large size subsidence doline, 3. limestone cone, 4. inclination of the surface, 5. fracture

Az iránygyakorisági ábra szerint, a kis- és nagyméretű dolinák, valamint a kúpok megnyúltsága e mintaterületen is jó egyezést mutatnak a törésirányokkal és a lejtésiránnyal (4. ábra).

- A III. jelű títusterület jellemzése

Itt 11 db nagyméretű, 3 db kisméretű utánsüllyedéses dolina és 6 db mészkőkúp található. A dolinák, azok horizontális és vertikális kiterjedése alapján közepes méretűek. Megnyúltságuk szerint a közepesen megnyúlt kategóriába, alak értékük szerint a közepes meredekségű oldallejtőjű dolinák csoportjába tartoznak. Az e területen mért K érték 1-nél kisebb, ami a nagyméretű utánsüllyedéses dolinák többségére utal.



6. ábra: A IV. jelű terület megnyúlt képződményeinek iránygyakorisági ábrája
Jelmagyarázat: 1. nagyméretű utánsüllyedéses dolina, 2. kisméretű utánsüllyedéses dolina, 3. lejtésirány, 4. törésirány

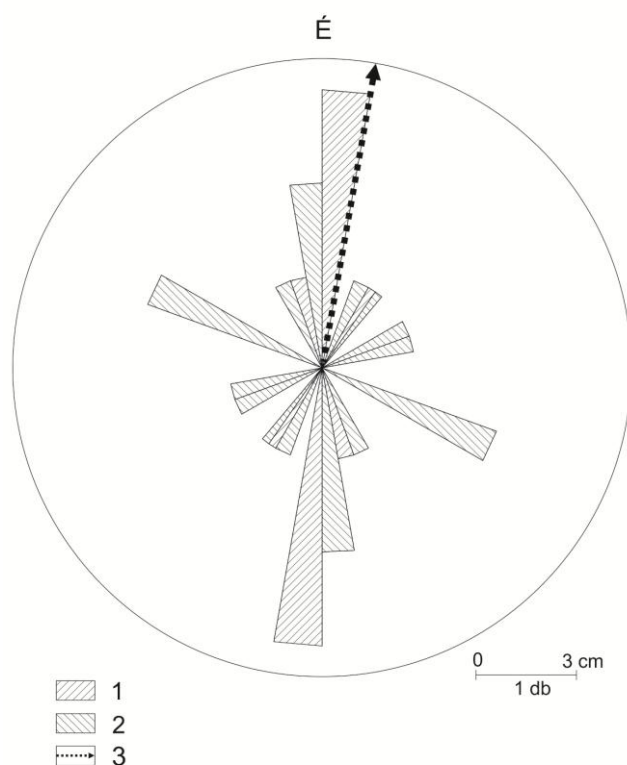
Fig. 6.: Orientation of the elongated formations on the area IV.
Legend: 1. large size subsidence doline, 2. small size subsidence doline, 3. inclination of the surface, 4. fracture

Az e területre jellemző törésirányok az alábbiak: 0° , 110° , 130° , a lejtésirány 50° . Itt a kúpok többsége a 110° és a 130° -nál található törésirányok közé esik. Megállapítható, hogy a magaslatok iránya a törésirányok-

kal, míg a nagyméretű utánsüllyedéses dolinák orientációi a terület lejtésirányával mutatnak jó egyezést (5. ábra).

- A IV. jelű típusterület jellemzése

A IV. jelű területnek két előfordulása van. Így a két típusterületen összesen 4 db kisméretű és 3 db nagyméretű utánsüllyedéses dolina van. Itt a dolinák darabszáma kicsi, mivel a Mester-Hajagon kevés és kis kiterjedésű kúpmentes terület található. A dolinák horizontális kiterjedésük alapján nagyméretűnek számítanak, viszont mélységük ezen értékekhez képest kicsi. Ebből következik, hogy az itt található dolinák, alak értéküket figyelembe véve a nagyon lankás oldallejtőjű dolinák csoportjába tartoznak. Megnyúltsági értékük szerint a közepesen megnyúlt kategóriába sorolandók. A területek K értéke 1-nél nagyobb, így a kisméretű dolinák vannak többségben.



7. ábra: Az V. jelű terület megnyúlt képződményeinek iránygyakorisági ábrája
Jelmagyarázat: 1. nagyméretű utánsüllyedéses dolina, 2. kisméretű utánsüllyedéses dolina, 3. lejtésirány
Fig. 7.: Orientation of the elongated formations on the area V.

Legend: 1. large size subsidence doline, 2. small size subsidence doline, 3. inclination of the surface

E morfológiai típusnak két előfordulása van. Ezért a 6. ábrán két felszín dőlésirányt tüntettünk fel. A két mintaterületen összesen 4 kis- és 3 nagyméretű dolina került felmérésre. Mindkét terület esetében a dolinák irányultságát főként a lejtésirány befolyásolja (6. ábra).

- A V. jelű típusterület jellemzése

A V. jelű típusterületen 5 db nagy- és 9 db kisméretű mélyedés van. A dolinák horizontális és vertikális kiterjedése egyaránt kicsi. Az itt található dolinák átlagos mélysége éppen meghaladja a fél métert. Átlagos megnyúltságuk rendkívül nagy, az erősen megnyúlt kategóriába tartoznak. Átlagos alak értékük alapján a lankás oldallejtőjű dolinák csoportjába tartoznak. A területre jellemző K érték elég magas, csaknem kétszer annyi kisméretű utánsüllyedéses dolina található e mintaterületen, mint nagyméretű.

A dolinák megnyúltsági iránya a hordozó térszín (a völgy) lejtésirányával egyezik meg (7. ábra).

Az öt típusterület (I., II., III., IV., V.) utánsüllyedéses dolinák különböző értékeinek nagyságát az I. táblázatban mutattuk be. Legrövidebb hosszanti átmérővel a völgytalpon illetve annak oldallejtőjén kialakult utánsüllyedéses dolinák rendelkeznek. A leghosszabb hosszanti átmérő a kevésbé exhumálódott kúpok környezetében lévő dolinákra jellemző. Legkisebb kereszt-átmérővel ugyancsak a völgy utánsüllyedéses dolinái rendelkeznek. A leghosszabb kereszt-átmérőjük ugyancsak a kevésbé exhumálódott kúpsor környezetében kialakult dolinákra van. Legkisebb mélységgel a völgy utánsüllyedéses dolinái rendelkeznek. Legnagyobb mélység azokra a dolinákra jellemző, amelyek kismértékben exhumálódott kúpsor környezetében jöttek létre. Legkisebb megnyúltsággal az exhumálódott kúpsor környezetében lévő utánsüllyedéses dolinák rendelkeznek. Legnagyobb megnyúltság a völgy talpán illetve annak oldallejtőjén kialakult utánsüllyedéses dolinákra jellemző. Legmeredekebb oldallejtővel az elszórtan elhelyezkedő kúpok között lévő utánsüllyedéses dolinák rendelkeznek. A kúpmentes területen található dolinák oldallejtői a legkisebb meredekségűek.

Megvitatás

A dolinák méretet tekintve megállapítható, hogy a morfológiai környezet hatással van a dolinák nagyságára. A völgy utánsüllyedéses dolinái rendelkeznek a legkisebb méretekkel, míg a kevésbé exhumálódott kúpokból álló kúpsor környezetében lévő dolinák a legnagyobbakkal. A többi típusterület dolináinak méretei ezek közé esnek. Ennek lehetséges magyarázata, hogy a völgyben kialakult utánsüllyedéses dolinák esetében a beszivárgó csapadékvíz a völgy lejtésirányát követve szivárog el, így ennek hatása nem a dolinák

méretében, hanem a dolinák megnyúltságában tükröződik. A kevésbé exhumálódott kúpsor környezetében lévő (I. és III. jelű területek valamint a kúpmentes térszín) dolinák viszont azért rendelkeznek nagy felszíni kiterjedéssel és mélységgel, mivel a fedő lepusztulásának mértéke kicsi. A II. jelű területen viszont a dolinák kisebb méretét a fedő nagyobb mértékű lepusztulásával magyarázzuk. Részben azért, mert a fedő lepusztulása miatt a dolinák peremi része lecsonkolódik, részben azért, mert a lepusztulással újjákepződött felszínen a dolinák kialakulási kora viszonylag fiatal.

A megnyúltsági (D) és az alak (O) paramétert vizsgálva arra lehet következtetni, hogy a morfológiai környezet nem csak a dolinák méreteire van hatással, hanem azok megnyúltságára és oldallejtőik meredekségére is. Völgy esetében a felületére hulló csapadékvíz a völgytalpra koncentrálódik, ahol a lejtésirányt követve szivárog el. Emiatt az utánsüllyedéses dolinák megnyúltsága nagy lesz. De egy terület dolináinak megnyúltságát befolyásolhatja a terület lejtésének nagysága, valamint a hordozó forma szélessége is. A hordozó forma szélessége ha kicsi, akkor a felszíni vízlefolyás jobban koncentrálódik, mint akkor, amikor a hordozó forma szélessége nagy. Legkevésbé megnyúltak az exhumálódott kúpok környezetében található dolinák, mivel ez esetben nagy a hordozó forma szélessége, így a felszíni vízlefolyás kevésbé irányított, mint a völgy esetében. Amíg a völgy (eróziós árok) szélessége 35 m addig az exhumálódott kúpoknál a fedőüledékes felszín szélessége az 50 m-t is meghaladja. Ugyanezen okok miatt a hordozó forma szélessége a dolinák alakjára is hatással lehet. A hordozó felszín szélessége ha kicsi, akkor a hordozó felszíni formára hullott csapadékvíz kisebb eséllyel szivárog el a dolinán kívül. A dolinába jutott több víz több fedőüledéket szállíthat a karsztba miáltal a dolina mélyülése intenzívebb lesz. Így a kis szélességű hordozó felszínen kialakult dolinák mélyebbek, ezáltal oldallejtőik meredekebbek, mint a nagyobb kiterjedésű hordozó felszínen kialakult dolináké. Bár a völgy szélessége is kicsi, az itt lévő dolinák kicsi mélysége a nagyobb lejtőn történő dőlésiránnyal megegyező elszivárgással magyarázható. Itt a hosszabb elszivárgás miatt a völgytalpról az anyag elszállítása hosszabb szakaszon történhet, így itt a dolinák mélyülése kisebb mértékű lesz.

A területen uralkodnak a megnyúlt dolinák. Ezek törések mentén alakultak ki. A felszínre érkező csapadék a fekére jutva törés mentén kialakuló megnyúlt járatokat hoz létre. Miután a fedőből az anyagszállítást a fekére kialakult forma határozza meg, utóbbi formája a fedőre is átöröklődik.

A Mester-Hajagon a leggyakoribb törésirányok az alábbiak: 0° , 5° , 70° , 290° , 310° , 335° . Ezek közül a 0° -os irány mentén 2 db, a 5° -os irány mentén vagy ahhoz közel 3 db, a 70° -os irány mentén 2 db, a 290° -os irány

mentén 3 db, a 310°-os irány mentén 3 db, a 355°-os irány mentén 4 db dolina alakult ki. (A dolinákat akkor tekintettük törésirány mentén kialakultnak, ha a két irány eltérése 10°-nál kisebb volt.) Ha a lejtésirányba és attól eltérő törésirányban kialakult dolinák számát tekintjük, az látható, hogy lejtésirányban 14 db dolina, törésirányban 17 db dolina fordul elő a Mester-Hajagon. Továbbá azon dolinák száma, amelynek hosszabbik tengelye egybeesik mind a lejtés, mind valamelyik törésiránnyal 7 db. Ez utóbbi csoportba tartozó dolinák előfordulása az I. és II. jelű területen jelentősebb.

A dolinák többségénél a hordozó felszín dőlésirányának, ill. ennek és a törésiránynak jutott nagyobb szerep, de az adatok arra utalnak, hogy a dolinák egy részének kialakulásában csak a törésirány játszott szerepet. Véleményünk szerint ez úgy lehetséges, hogy ezen dolinák egy korábban létező, a maitól eltérő dőlésirányú, magasabb felszínen alakultak ki és nem a jelenlegi felszín dőlés mentén jöttek létre. A fedő lepusztulása miatt a kúpok közötti felszínek lejtésviszonyai megváltoztak, míg a már kialakuló dolinák iránya nem változott.

Következtetések

Az utánsüllyedéssel kialakulásának helyét, méretét és tulajdonságait nem csak a fekvő szerkezete (törések helye és iránya) határozza meg, hanem a felszín tulajdonságai is. Az utánsüllyedéssel kialakuló dolinák a felszín morfológiája által meghatározott víz-összefolyási helyeken alakulnak ki. A dolinák méretét a kitakaródás mértéke szabja meg.

A felszín morfológiája nem csak a dolinák helyét, hanem méreteit, orientációját, oldallejtőinek meredekségét is befolyásolja. Ezt bizonyítja, hogy különböző morfológiai környezetben (nem exhumálódott mészkőkúpokból álló kúpsor, exhumálódott mészkőkúpokból álló kúpsor, elszórtan kialakult kúpok, kúpmentes terület, völgy) a dolinák eltérő paraméterekkel rendelkeznek.

Befolyásoló tényező lehet a különböző mészkőkúpok környezetében kialakult dolinák paramétereinek esetében az exhumálódottság mértéke, a kúpok elrendeződése, de akár hiányuk is, továbbá a kúpok közötti fedett térszínek nagysága, illetve az itt végbement áthalmozódás és lepusztulás. A kúpok mintázata hatással van a fedőüledékes felszín méretére, dőlésére és így a felszínek vízfolyási viszonyaira és az ott lezajló karsztosodás sajátosságaira.

IRODALOM

- BERTALAN K.* (1938): A Bakony hegység barlangjai – Turisták Lapja 50, pp. 153-155., pp. 207-208.
- BERTALAN K.* (1955): Kiegészítés a bakonyi barlangok ismeretéhez – Földrajzi Értesítő 4, pp. 55-62.
- BERTALAN K.* (1958): Magyarország nem karsztos eredetű barlangjai – Karszt és Barlangkutató Tájékoztató, pp. 12-27.
- BÖCKER T.* (1972) A karsztvizek mozgásviszonyai természetes körülmények között – In: SZÁDECZKY-KARDOSS E. (ed.), II. Anyag- és energiaáramlási anket, Akadémia Kiadó, Budapest, pp. 107-121.
- BÖCKER T., LIEBE P., LORBERER A., MAUCHA L., MIKE K., RÁDAI Ö., SZÉKELY F.* (1983): A Dunántúli-középhegység karsztvízszint térképe. – Vízgazdálkodási Tudományos Központ, Budapest
- BUDAI T., KONRÁD GY.* (2011): Magyarország földtana – Pécsi Tudományegyetem, Pécs 102 p
- BULLA B.* (1968): A magyar föld domborzata fejlődésének ritmusai, az új-harmadkor óta a korszerű geomorfológiai szemlélet megvilágításában. Válogatott természeti földrajzi tanulmányok – Akadémia Kiadó, Budapest, pp. 90-104.
- CLARK, P. J., EVENS F. C.* (1954): Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations – Ecology 35, pp. 445-453.
- CSEPREGI A., IZÁPY G., ÁGOTAI GY.* (2014): A Dunántúli-középhegység karsztvízszint térképe (2014. január 1-i állapot) – Középdunántúli Vízügyi Igazgatóság
- CSEPREGI I.* (2007): A karsztvízkiemelés hatása a Dunántúli-középhegység vízháztartására – In: ALFÖLDI L., KAPOLYI L. (szerk.): Bányászati Karsztvízszint-süllyesztés a Dunántúli-középhegységben, Magyar Tudományos Akadémia, Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest pp. 77-112.
- CSONTOS L. - VÖRÖS A.* (2004): Mesozoic plate tectonic reconstruction of the Carpathian region. – Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 210, pp. 1-56.
- ESZTERHÁS I.* (1981): A Burok-völgy karsztmonográfiája – A Veszprém megyei Múzeumok Közleményei 16, pp. 15-30.
- ESZTERHÁS I.* (1983): Az Alba Regia-barlang, a Bakony legnagyobb ismert barlangja – A Bakonyi Természettudományi Múzeum (BTM) Közleményei 2, pp. 7-28.

- FUTÓ J.* (1984): A Mester-Hajag ÉNy-i és DK-i részének földtani térképe. – Cholnoky Jenő Barlangkutató Csoport 1984. évi jelentése, MKBT Dokumentációs Osztály, Budapest
- GERGELY F.* (1938): Geomorfológiai megfigyelések az Északi-Bakony területén – Bölcsészdoktori Értekezés, Kézirat
- HAAS J.* (1993): A Budaörsi Dolomit Formáció, Fődolomit Formáció, Kösseni Formáció – In: HAAS J. (szerk): Magyarország litosztratigráfiai alapegységei. Triász, Földtani Intézet kiadványa, Budapest
- HEVESI A.* (1991a): Magyarország karsztvidékeinek kialakulása és formakincse I. – Földrajzi Közlemények CXV pp. 25-35.
- HEVESI A.* (1991b): Magyarország karsztvidékeinek kialakulása és formakincse II. - Földrajzi Közlemények CXV pp. 99-120.
- JAKUCS L.* (1977): A magyarországi karsztok fejlődéstörténeti típusai – Karszt és Barlang I-II. pp. 1-16.
- JENNINGS, J. N.* (1975): Doline Morphometry as a Morphogenetic Tool: New Zealand Examples - New Zealand Geog, 31, pp. 6-28.
- KORPÁS L.* (1981) A Dunántúli-középhegység oligocén-alsó-miocén képződményei – MÁFI Évkönyve, Budapest, 140 p.
- LÁNG S.* (1948): Karszttanulmányok a Dunántúli-középhegységben – Hidrológiai Közöny 28, pp. 49-52.
- LÁNG S.* (1958): A Bakony geomorfológiai képe – Földrajzi Közlemények 6 pp. 325-343.
- LÁNG S.* (1962): A Bakony geomorfológiai vázlata – Karszt és Barlangkut. Táj. 7. pp. 86-91.
- LEÉL-ŐSSY S.* (1960): Magyarország karsztvidékei – Földrajzi Értesítő 9 (1-4) pp. 480-494.
- PAPP F.* (1942): Dunántúl karsztvizei és a feltárás lehetősége Budapesten – Hidrológiai Közöny 21 pp. (7-12) pp. 146-196.
- PATAKI A.* (1983): Karsztmorfológiai megfigyelések a nyirádi és az iharkúti bauxit-előfordulás területén – MÁFI Évi Jelentés az 1983. évről pp. 121-133.
- PÉNTEK K. - VERESS M. - SZUNYOGH G.* (2000): Karsztos formák matematikai leírása függvényekkel – Hidr. Közl. 80 (4) pp. 197-206.
- RÉVÉSZ T.* (1947) Adatok az Északi-Bakony karsztosodásának ismeretéhez – Bölcsészdoktori értekezés, Kézirat
- STEGENA L. - GECZY B. - HORVÁTH F.* (1975) Late Cenozoic evolution of the Pannonian Basin. Tectonophysics, 26 pp. 71-90.
- SZABÓ P Z.* (1968): A magyarországi karsztosodás fejlődéstörténeti vázlata – Dunántúli Tud. Gyűjtemény, pp. 13-25.

- SZABÓ P. Z.* (1956): Magyarországi karsztformák klímátörténeti vonatkozásai – Dunántúli Tud. Gyűjtemény pp. 183-189.
- SZABÓ P. Z.* (1966): Újabb adatok és megfigyelések a magyarországi őskarsztjelenségek ismeretéhez – Dunántúli Tud. Gyűjtemény, Budapest, Series Geographical 31. pp. 65-102.
- SZÁDECZKY, KARDOS E.* (1941): A Dunántúli középhegység karsztvizeinek néhány problémájáról – Hidrológiai Közöny 21 (7-12) pp. 67-92.
- SZÁDECZKY, KARDOS E.* (1948): A Dunántúli-középhegység karsztvíz térképe – Hidrológiai Közöny 28 (1-4) pp. 2-3.
- VADÁSZ E.* (1946): A magyar bauxit-előfordulások földtani alkata - MÁFI Évkönyve 37.
- VERESS M.* (1982): A Cholnoky Jenő Barlangkutató Csoport 1982. évi jelentése – kézirat, MKBT Dokumentációs Osztály
- VERESS M.* (1982): Adatok a Hárskúti-fennsík morfofenetikájához – Karszt és Barlang II pp. 71-82.
- VERESS M.* (2000): Covered karst evolution Northern Bakony mountains, W-Hungary. – A Bakony Természettud. Kut. Eredményei 23, Bakonyi Természettudományi Múzeum, Zirc, 167 p
- VERESS M.* (2016): Covered karsts – Springer DOI10.1007/978-94-017-7518-2, 536 p.
- 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, Budapest, Proceedings I. pp. 162-164.
- WILLIAMS, P. W.* (1971): Morphometric analysis of karst with examples from New Guinea – Z. Geomorph 15 pp. 46-61.
- WILLIAMS, P. W.* (1972a): Morphometric analysis of polygonal karst in New Guinea – Bulletin of the Geological Society of America, 83, pp. 761-796. Geol. Soc. of America Bulletin
- WILLIAMS, P. W.* (1972b): The analysis of spatial characteristics of karst terrains – In: Spatial analysis in geomorphology, R. J. Chorley (ed) London: Methuen pp. 136-163.