

## A NYUGAT-MECSEK FELSZÍNI KARSZTJA

VERESS MÁRTON

### THE SURFACE KARST OF THE WESTERN MECSEK

#### Abstract

In this study, the surface karst of the Western Mecsek is overviewed based on literary data. Non-karstic features (abrasion platforms, epigenetic valleys) and karstic features are also taken into consideration. Its karst features are solution dolines, subsidence dolines, point recharge dolines and concretions. The specific characteristics of the dolines of the karst are their large density, the arrangement of solution dolines into rows, and the fact that solution dolines are not situated on valley floors. The occurrence of subsidence dolines can largely be related to solution dolines. The morphometry of dolines shows differences from the morphometry of the dolines of the karst of the Aggtelek Mountains and of the karst of the Bükk Mountains.

**Keywords:** abrasion platform, solution doline, doline row, subsidence doline, point recharge doline

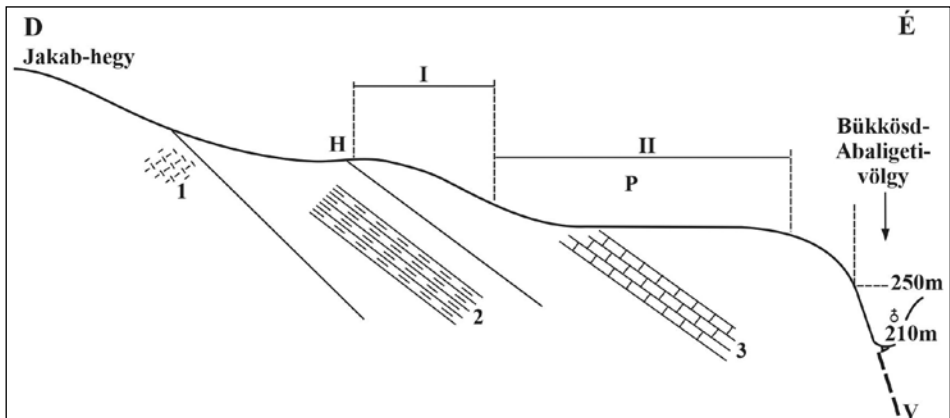
#### Bevezetés

Ebben a tanulmányban a Nyugat-Mecsek felszíni karsztját tekintjük át irodalmi adatok felhasználásával.

A Mecsekvidék kistájcsoport, amely a Mecsek és a Tolna-Baranyai-dombvidék középtáj része. A Mecsekvidék a Mecsek-hegység és a Baranyai-Hegyhát kistájakra különül (DÖVÉNYI Z. 2010), karszt a Mecsekben van.

A Mecsek-hegység területe 350 km<sup>2</sup>, DDNy-ÉÉK-i irányú tönkös rendszere, magassága 300–600 m közötti. A Nyugati-Mecsek tönkös sasbércek sorozata a Keleti-Mecsek a Dobogó-Zengő csoportból sugarasan kiágazó sasbérc sorokból épül fel. A hegység formái a hegylábi félsíkok, törmelékűpok és eróziós völgyek. Karsztja a Nyugati-Mecsek területének északi részén fejlődött ki, mintegy 30 km<sup>2</sup>-en. A Nyugati Mecsek egy NY-K csapású antiklinális. Felépítő kőzetei É-ről D-i irányban haladva: anizuszi, vékonyréteges, gumós mészkő (Lapisi Mészkő Formáció, Zuhányai Mészkő Formáció), dolomit (Rókahegyi Dolomit Formáció), amelyet vastagabb dolomit és más kőzetekből felépülő sáv (Hetvehelyi Dolomit Formáció) követ (HAAS J. 1994). E terület kárpáti korú hegyláb felszín. Két részre különül: egy magasabbról (450–470 m), amely középső-miocén korú (LOVÁSZ GY. 1981 helyét) abrúziós terasz és egy alacsonyabbról (250–380 m). Ez utóbbi tektonikusan feldarabolódott pannon korú (felső pannon), ugyancsak abrúziós terasz (LOVÁSZ GY. 1971; HEVESI A. 2001, *l. ábra*). Karsztja három részre különül: a Szuadó-völgytől nyugatra az Abaliget-i, keletre az Orfűi- és a Misina-Tubes-karszt (Melegmány) területére (LOVÁSZ GY. 1977).

A karszt leggyakoribb, legjellegzetesebb formái a dolinák (JAKUCS L. 1980; JAKUCS L et al. 1983), így az oldódásos a point recharge- és az utánsüllyedéses dolinák. Az oldódásos dolinák közül legelterjedtebbek a drawdown dolinák. Kialakulásuk a következő: a vízbepótlás miatt az epikarszt járatai szélesednek, ezért gyorsul a vízelvezetés, ami az epikarszt fejlődését tovább gyorsítja. Ez fokozza a felszíni oldódást és e helyeken a felszín mélyülését. Emiatt e helyekre több víz áramlik, amely a fenti folyamatok intenzitását tovább növeli (WILLIAMS, P. W. 1985, 2004; FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 2007). A point recharge dolinák völgytalpaiak. E típus dolináit a völgy időszakos, vagy állandó vízfolyásai táplálják és okozzák fejlődésüket (WILLIAMS, P. W. 2004; FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W.



1. ábra A mecseki karszt földtani és morfológiai szelvénye (LOVÁSZ Gy. 1971).

– H – Középső-Miocén abrázációs terasz; P – Pliocén abrázációs terasz; I – ritkán települt nagy dolinák zónája;

II – sűrűn települt nagy dolinák zónája;

1 – permiai homokkő és triász dolomit; 2 – alsó triász mészkő; 3 – középső triász mészkő; V – vető

Figure 1 Geological and geomorphological section across the Mecsek karst (LOVÁSZ, Gy. 1971).

– H – Middle Miocene abrasion platform; P – Pliocene abrasion platform; I – zone of large dolines of low density;

II – zone of large dolines of high density;

1 – Permian sandstone and Triassic dolomite; 2 – Lower Triassic limestone; 3 – Middle Triassic limestone; V – fault

2007; SAURO U. 2012). Az oldódásos dolinák akárcsak a point recharge dolinák a csupasz vagy talajos mészkőfeke depressziói (WILLIAMS P. W. 2004; VERESS M. 2018). Az utánsüllyedéses dolinák a karszt fedőjében alakulnak ki szuffózióval (szuffóziós dolina), vagy omlással (lezökkenéses dolina, WILLIAMS, P. W. 2004; VERESS, 2016). Ha az utánsüllyedéses dolina járata idősebb, mint a depressziója, akkor posztgenetikus, ha egyidősek, akkor szingenetikus a dolina (VERESS M 2016).

### Általános jellemzők

A mecseki karszt karsztosodásának általános jellemzésével SZABÓ P.Z. (1968); JAKUCS L. (1977); BARTA T.–TARNAI K. (1997); HEVESI A. (1991, 2001); VERESS M. (2011, 2016) foglalkozott. Felszíni karsztformáit HEVESI A. (1991, 2001); BARTA T.–TARNAI K. (1991); VERESS M. (2011); VETÉSI-FOITH SZ. et al. (2017), a formák eloszlását LOVÁSZ GY. (1971, 1977), mintázatát LOVÁSZ GY. (1977); CZIGÁNY SZ.–LOVÁSZ GY. (2006), morfológiáját HOYK E. (2002); LIPPMANN L. et al. (2008); KEVEINÉ BÁRÁNY I. et al. (2015) vizsgálta. Mésztofúráiról KRAFT J. et al. (1986); KOLTAI G. et al. (2012) közölt adatokat.

A karszt vegyes autogén-allogén karszt, miután D-ről homokkő és rosszul karsztosodó mészkő, valamint dolomit sávok határolják (BARTA T.–TARNAI K. 1997), de K-i része (Misina-Tubes-karszt) CZIGÁNY SZ.–LOVÁSZ GY. (2006) szerint nem, hanem kiemelt helyzete miatt autogén karszt. Miután a teljes mecseki karszt autogén részét lösz fedi, uralkodóan rejtett karszt (HEVESI A. 2001). Északra dőlő felszínét átmenő völgyek tagolják, amelyek jobbára a nem karsztos térszínről indulnak, majd áthaladva a karszton, annak É-i peremén futnak ki területéről (HEVESI A. 2001) és a Bükkösd-víz, Orfűi-patakot vagy Baranya-patakot táplálják. Ezért VERESS M. (2016) fél allogén fedett karsztnak nevezi a Mecseki karsztot.

A karszterület fedője elsősorban würmkori lösz (HEVESI A. 2001), de a VESZ (Vertikális Elektromos Szondázás) mérések adatai szerint előfordul homok, agyag is, főleg a löszbe települve, vagy keverten mint homokos lösz mészkőtörmelékkal. A lösz szinte egységes

kifejlődésben borítja 1-2 m vastagságban a karsztot. É-i irányban vastagodva helyenként a 3-4 m-t is eléri (LIPPMANN L. et al. 2008), de jelentősen kivastagodhat (elérheti a 10 m-t is) egy-egy oldódásos dolinában.

A völgyek, amelyek kialakulása a pleisztocén előtt kezdődhetett (LOVÁSZ GY. 1977; HEVESI A. 2001), de a pannonnál később, kétféleképpen jöhettek létre. Átöröklődéssel (a mellékvölgyek hiánya arra utalhat, hogy az átöröklődés főleg a sávokban meglévő fedőről történhetett), vagy fedő hiányában átöröklődés nélkül, ha a karsztvízszint a karszt felszínénél helyezkedett el.

Karsztformái az alábbiak: oldódásos (drawdown) dolinák, uvalák, utánsüllyedéssel rendelkező dolinák, víznyelők (point recharge dolinák), kiválások. A két dolinatípust a különböző szerzők nem különítik el genetikailag, hanem az utánsüllyedéssel rendelkező dolinákat mindössze kisebb méretűként fogva és a különböző morfológiai jellemzők figyelembevételével fiatalabbnak tartják (KEVEINÉ BÁRÁNYI I. et al. 2015). Gyakran a két dolinatípust összevontan vizsgálják, ezért különböző jellemzőikre többnyire csak együttes, közös adat adható meg.

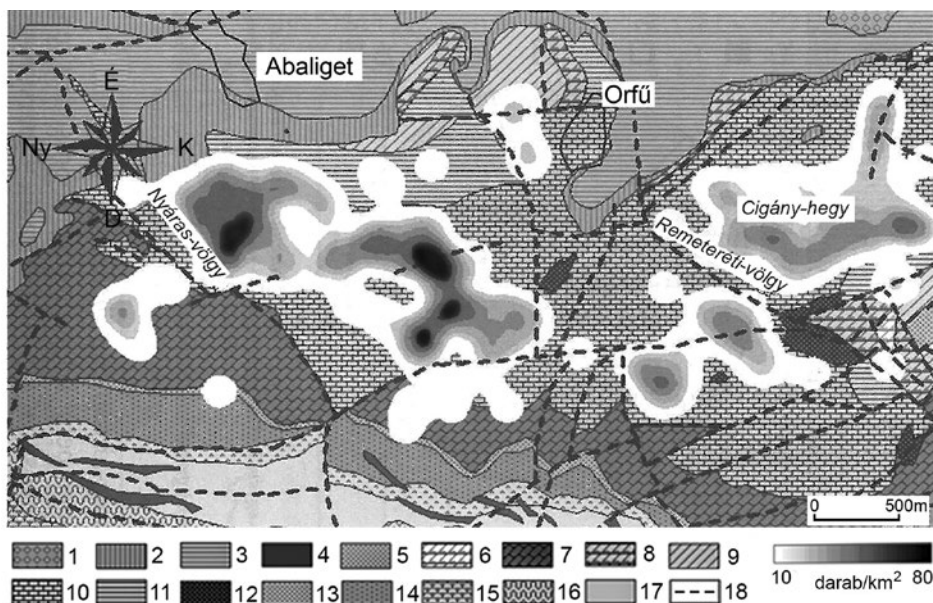
### A karsztformák elterjedése és morfológiája

A karsztos depressziók gyakorisága, mérete D-ről É-ra, valamint K-ről Ny-ra (általában a karszt egészén), de különösen az Abaliget-i karszton nő (LOVÁSZ GY. 1971). A karsztos depressziók az alsó, fiatalabb abráziós felszínen az elterjedtebbek (LOVÁSZ GY. 1977; LIPPMANN L. et al. 2008). De a dolinák mindkét típusa (különösen az Orfűi-karszton) a két teraszt elválasztó lejtőn is jelen van, a felső szinten csak utánsüllyedéssel rendelkező dolinák fordulnak elő (LOVÁSZ GY. 1971, 1977). A felső szint dolinákban szegénységét (vagy hiányát) LOVÁSZ GY. (1971) itt a mészkő kis vastagságával magyarázta. Szerinte a kis vastagságú mészkő nem kedvezett a karsztformák képződésének. A kis vastagság arra vezethető vissza, hogy a karsztot D-ről határoló és É-nak dőlő nem karsztos kőzetek itt még a felszínhez közeli helyzetűek (1. ábra).

A dolinák 260-552 m magasságok között fordulnak elő, többségük 260-380 m közötti magasságú felszínen, de csak ha az alsó abráziós terasz dolináit tekintjük, akkor e térszín dolinái 280-310 m magasságok közt csoportosulnak (LIPPMANN L. et al. 2008).

A karszt Ny-i részén a völgyek közül a Körtélyesnek és a Szudónak nincs mellékvölgye. HEVESI A. (2001) kapcsolatot lát a mellékvölgyek megléte (illetve hiánya) és a dolinasűrűség között. Szerinte a dolinasűrűség az olyan völgyközi hátakon nagy, ahol a hátakat határoló völgyeknek nincs mellékvölgye és az olyan hátakon kicsi, ahol vannak mellékvölgyek. (Sajnos nem ismeretes, hogy a dolinasűrűség számításánál csak az oldódásos-, vagy az utánsüllyedéssel rendelkező dolinákat is figyelembe vette-e?).

A mecseki karszt legfőbb jellegzetessége, hogy a magyarországiak közül itt a legnagyobb a dolinasűrűség. Amíg az Aggteleki-karszton a dolinasűrűség 9,7 db/km<sup>2</sup> (TELBISZ T. 2001), addig HEVESI A. (2001) szerint az Orfűi-karszton (Zsidó-völgy közelében) a dolinasűrűség 73,4 km<sup>2</sup>. LIPPMANN L. et al. (2008) szerint a dolinák zöme, 1227 db, a karszt 22,7 km<sup>2</sup> kiterjedésű területén található. LIPPMANN L. et al. (2008) szerint a dolinasűrűség az Abaliget-i karszton több helyen eléri a 80 db/km<sup>2</sup>-t (2. ábra), de az Orfűi-karszt egy 2 km<sup>2</sup>-es területén a sűrűség 164 db/km<sup>2</sup>. A fentitől eltérő dolinaszámról közöl adatot HOYK E. (2002). Az általa vizsgált 14 km<sup>2</sup>-es kiterjedésű területen 1540 db dolina van, és a dolinasűrűség eléri a 380 db/km<sup>2</sup>-t. Az eltérés oka, hogy előző tanulmányban az adatokat térképről (M = 1 : 10 000) nyerték (amelyen a legkisebb méretűeket nem tüntették fel) míg utóbbiban terepbejárás során, így valószínűleg a kisebbek is figyelembe lettek véve. Ezen nagy dolinasűrűségi értékek csak azzal magyarázhatók, hogy a dolinák többségét a kisméretű dolinák, tehát az utánsüllyedéssel rendelkező dolinák (ld. alább) teszik ki.



2. ábra Dolinasűrűségek (LIPPMANN L. et al. 2008). – 1 – kavics, homok-homokkő; 2 – konglomerátum; 3 – homokkő, agyagmárga; 4 – alkáli diabáz termék; 5 – brachiopódás mészkő; 6 – sötét szürke agyagos mészkő; 7 – vastagpados finomkristályos mészkő; 8 – cukorszövetű dolomit; 9 – dolomit márga, márga; 10 – aprógumós mészkő; 11 – iszapmozgásos mészkő; 12 – biogén mészkő; 13 – márga, agyagkő; 14 – mészmárga csíkos mészkő; 15 – dolomit-márga, agyagkő; 16 – vörös és zöld homokkő; 17 – dolomit márga, márga; 18 – vető

Figure 2 Doline density (LIPPMANN, L. et al. 2008). – 1 – gravel, sand, sandstone; 2 – conglomerata; 3 – sandstone, clay marl; 4 – alcalic-diabase product; 5 – limestone with brachiopods; 6 – dark grey argillaceous limestone; 7 – thick-bedded, fine-grained limestone; 8 – accharoidal dolomite; 9 – dolomite marl, marl; 10 – arenose limestone; 11 – limestone by mud movement; 12 – biogen limestone; 13 – marl, clystone; 14 – calcareous marl lined limestone; 15 – dolomite marl, claystone; 16 – red and green sandstone, aleurit; 17 – dolomite marl, marl; 18 – fault

A hordozó lejtő dőlését tekintve LIPPMANN L. et al. (2008) kimutatta, hogy területüket tekintve a legjelentősebb arányban a 2-7°-os lejtőkön fordulnak elő, de a dolinasodási arány a 2-4°-os lejtőkön a legnagyobb (a 13°-nál meredekebb lejtőn a dolinák már hiányoznak).

A földtani adatokat tekintve a dolináknak közel a 75%-a középső triász aprógumós mészkővön alakult ki (LIPPMANN L. et al. 2008).

A relief arány (mélység/átlagos átmérő) a mecseki karszt dolináinak (az adatok 2 db mintaterületről származnak) 30%-ánál 0,4, 60%-nál 0,6 és nagyobb, mint az Aggteleki-karszt, vagy a Bükk-hegység dolináinál (KEVEINÉ BÁRÁNY I. et al. 2015). Ez meredekebb oldallejtőt jelent a mecseki karszt dolináinál, ami itt a horizontális oldódás kisebb mértékével magyarázható. De valószínű ennek az is a magyarázata, hogy a feldolgozásba bekerültek utánsüllyedéss dolinák is, amelyek között meredek oldallejtőjük is előfordulnak. A belső aszimmetria a hosszanti aránnyal, (amely a legmélyebb ponttól számított két hossz tengely-részlet hányadosa), a szélességi aránnyal, (amely a legmélyebb ponttól számított két szélességi tengely-részlet hányadosa) és a megnyúlási aránnyal, (amely a teljes hosszúság és teljes szélesség hányadosa) képezhető. Ez a mecseki karszton a legkisebb. KEVEINÉ BÁRÁNY I. et al. (2015) szerint ez arra vezethető vissza, hogy a mecseki karszt dolinái kevésbé szélesedtek, vagy szélesednek, mint az aggteleki, vagy a bükki dolinák. Valószínű, hogy ez esetben is részben az utánsüllyedéss dolinák módosították az adatokat, miután ezek kialakulása és fejlődése kedvez a körkörös formák létrejöttének, illetve növekedésük során ezek megmaradásának.

A dolinák hosszabbik tengelyei az Abaligeti-karszton a törésvonalakkal (CZIGÁNY SZ.–LOVÁSZ GY. 2006; LIPPMANN L. et al. 2008), míg az Orfűin a völgyek irányával esnek egybe (LIPPMANN L. et al. 2008). Az Orfűi-karszton az utánsüllyedéses dolináké a felszín dőlésirányával amely lehet lokális is (pl.: völgyoldal), mutat egyezést (LIPPMANN L. et al. 2008). Ugyanakkor KEVEINÉ BÁRÁNY I. et al. (2015) vizsgálatai szerint a karszton a dolina hossz tengelyek és a szárazvölgyek között a kapcsolatot a magyarországi karsztok közül itt a legerősebb. Utóbbi tulajdonságot tekintve hasonló eredményhez jutott VETÉSI-FOITH SZ. et al. (2017) is. KEVEINÉ BÁRÁNY I. et al. (2015) vizsgálatai szerint a dolinák orientációja É-D, illetve a kicsi dolinák (30 m-nél kisebb átmérőjűek) NyÉNy-KDK-i irányba mutat maximumot. A legközelebbi szomszéd index értéke azt mutatja, hogy a dolinák mintázata nem mutat szabályszerűséget (KEVEINÉ BÁRÁNY I. et al. 2015).

### *A karsztformák*

#### *Az oldódásos (drawdown) dolinák*

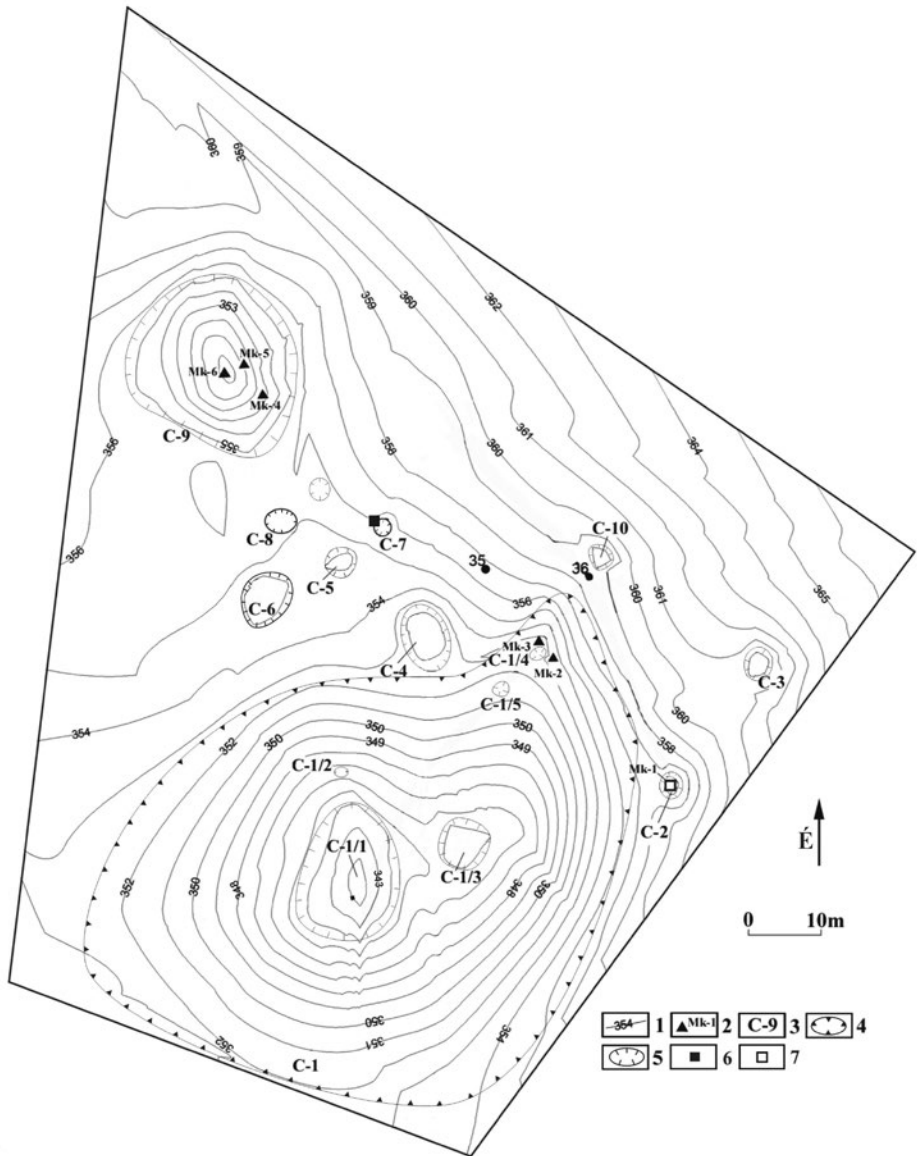
Az oldódásos dolinák többsége fennsíki helyzetű. A fennsíki helyzet árulkodik arról, hogy nem lehetnek point recharge dolinák, miután ezek völgytalpi helyzetűek. Elkülöníthetők az utánsüllyedéses dolináktól az alábbiak miatt:

- Az oldódásos dolinák a nagyobb méretűek (3. ábra) mind peremi átmérőjüket, mind mélységüket tekintve. Átmérőjük néhányszor 10 m-nél nagyobb (a 70-80 m-t is elérheti), mélységük a 20 m-t is meghaladhatja. A legnagyobbak az átmérője 240 m, mélysége 25-30 m (LOVÁSZ GY. 1971). Az utánsüllyedéses dolinák átmérője 10 m-nél kisebb (mélységük legfeljebb néhány m), de többnyire csak 1-3 m (3. ábra).
- Az oldódásos dolinák nem a fedőben (löszben) képződtek, a fedő azokat csak utólag kibélelte, vagy különböző mértékben kitöltötte (4. ábra), míg Ezért a lösz kialakulása előtt jöttek létre. az Az utánsüllyedéses dolinák igen viszont mivel löszbe mélyülnek, annak keletkezését követően. Utóbbiak előfordulhatnak a drawdown dolinákba települt fedőn, vagy a feltöltődött dolinák kitöltésében (4. ábra), vagy dolinamentes fekvő fedőjén (5. ábra).
- Az utánsüllyedéses dolinák előfordulása különösen az Orfűi-karszton, egybeesik a drawdown dolinákéval, előzőek egy része oldódásos dolinákban fejlődött ki (3. ábra), így a hordozó dolináknál később alakultak ki.

A kisebb dolinák kétségtelenül fiatalabbak, ahogy azt több szerző is leírja, mint a nagyméretűek (HEVESI A. 2001; LIPPMANN L. et al. 2008). De miután a fedőben alakultak ki eltérő genetikájúak (utánsüllyedéses eredetűek), továbbá fiatalabb karsztosodás eredményeként jöttek létre, mivel közülük sok az oldódásos dolinákat kibélelő, kitöltő, vagy elfedő üledékben képződött.

A drawdown dolinák miután fedővel kibéleltek létrejötte és fejlődése megelőzte a lösz képződést, illetve a fedőben létrejött utánsüllyedéses dolinák kialakulását. A karszt aknafalain a bemosott anyagból számos helyen képződött bevonat, amely csapadékos időszakban az azokat időszakosan elárasztó vízből ülepedett le. A bevonatok fékezik az oldódást. Bár a biogén eredetű CO<sub>2</sub> kedvez az oldódásnak, de a bevonatok és a fedőben több helyen jelenlévő mészkőtörmelék az epikarszt oldódásos fejlődését lassítja. Az oldódás nem feltétlenül van hatással az utánsüllyedéses dolinák kialakulására, hisz ekkor csak a fedő szállítódik lokálisan a karsztba.

A drawdown dolinák gyakran megnyúltak és aszimmetrikus keresztmetszetűek a hosszabbik tengelyük mentén. E dolináknak a dőlésirányba eső lejtőjük a rövidebb és meredekebb. A hosszabbik tengelyük törésekkel (CZIGÁNY SZ.–LOVÁSZ GY. 2006), illetve völgyirányokkal (LOVÁSZ GY. 1971) és a dolina sorok (ld. alább) irányával esik egybe.



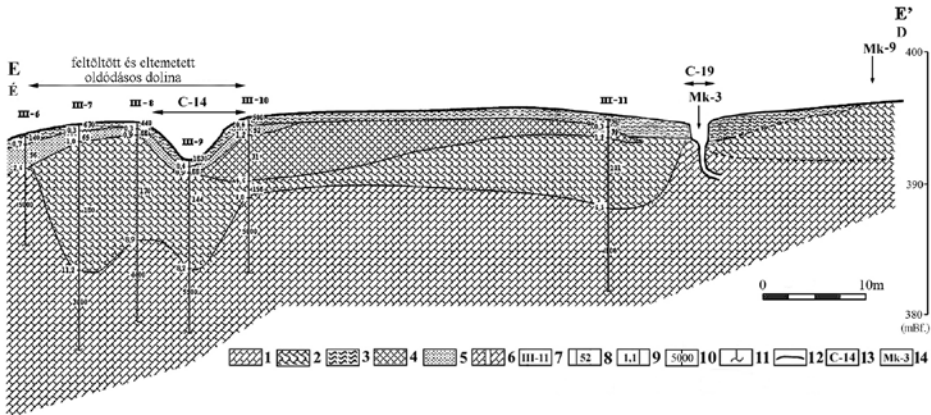
3. ábra Oldódásos és utánsüllyedéss dolinák az Orfűi-karszt Ny-i részéről  
(Orfűi-karszt, Cigány-hegy, VERES M. 2016)

– 1 – szintvonal; 2 – kőzetkibúvás és azonosító jele; 3 – karsztos mélyedés jele;  
4 – oldódásos dolina; 5 – utánsüllyedéss dolina; 6 – járat; 7 – kúrtó, akna

Figure 3 Solution dolines and subsidence dolines from the western part of Orfű Karst  
(Orfű Karst, Cigány Hill, VERES, M. 2016)

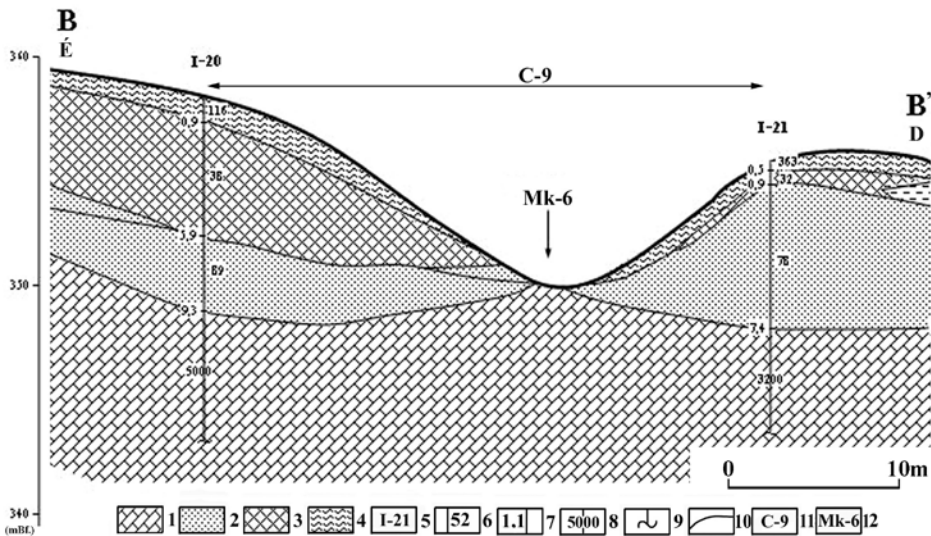
– 1 – contour line, 2 – rock outcrop and its identification mark, 3 – identification mark of karst depression,  
4 – solution doline, 5 – subsidence doline, 6 – conduit, 7 – chimney, shaft

Morfológiai környezetük szerint lehetnek tető (magaslat) közeliek, völgyfőiek, valamint völgyközi háton lévőek (HEVESI A. 2001). Gyakoriak sík (fennsíki) térszínen, ritkábban előfordulnak még a karszt kisebb völgyeiben (VETÉSI-FOITH SZ. et al. 2017).



4. ábra Tagolt fekü felett kialakult utánsüllyedéses dolinák geoelektromos-földtani szelvénye az Orfűi-karszt (VERES M. 2016) – 1 – mészkő; 2 – mészkőtörmelék (homok?); 3 – talaj, homok, homokliszt; 4 – agyag (mészkőtörmelék, homokos); 5 – homok, lösz (mészkőtörmelékes); 6 – járat a fedőben és a fekében; 7 – VESZ észlelési hely, azonosító számmal; 8 – összlet geoelektromos ellenállása (Ohm méter); 9 – geoelektromos összlet talpmélysége (m); 10 – a feké geoelektromos ellenállása (Ohm méter); 11 – VESZ mérés kb. behatolása; 12 – geoelektromos összlethatár; 13 – karsztos mélyedés jele; 14 – kőzetkibúvás azonosítási jellel

Figure 4 Geoelectric-geological profile of subsidence dolines that developed above dissected bedrock on Orfű Karst (VERES, M. 2016) – 1 – limestone; 2 – limestone debris (sand?); 3 – soil, sand, sand flour; 4 – clay (with limestone debris, sandy); 5 – sand, loess (with limestone debris) 6 – conduit in the cover and in the bedrock; 7 – VES measurement site with identification number; 8 – geoelectric resistivity of series (Ohmm); 9 – base depth of the geoelectric series (m); 10 – geoelectric resistivity of bedrock (Ohmm); 11 – approximate depth of penetration of VES measurement; 12 – geoelectric series boundary; 13 – identification code of karst depression; 14 – rock outcrop with identification code



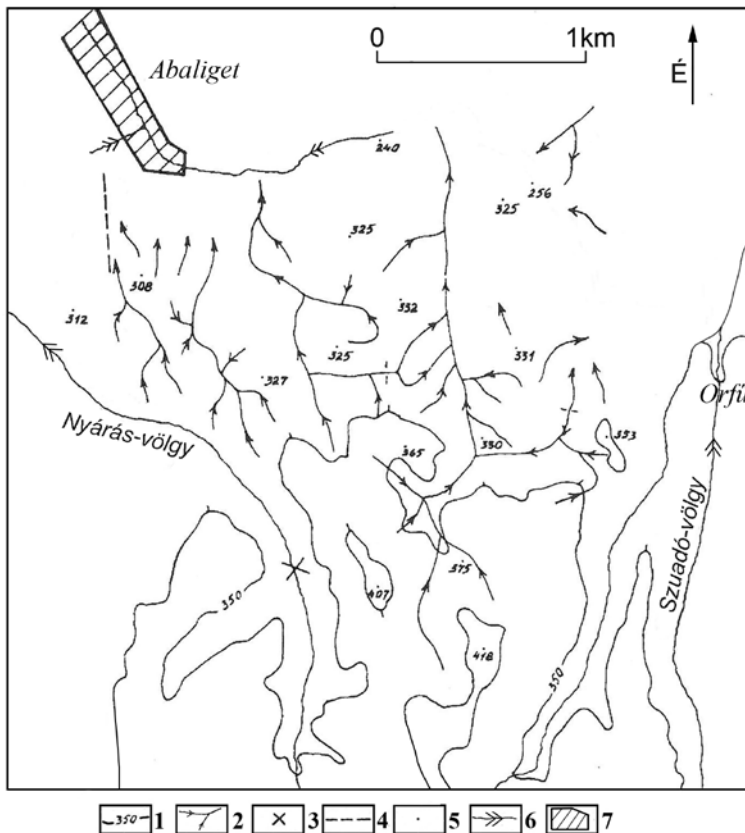
5. ábra Sík fekűn kialakult utánsüllyedéses dolina VESZ szelvénye (Orfűi-karszt, Cigány-hegy, VERES M. 2016) – 1 – mészkő; 2 – homok-lösz (mészkőtörmelékes); 3 – agyag (mészkőtörmelékes, homokos); 4 – talaj, homok, homokliszt; 5 – VESZ mérés helye, azonosítási számmal; 6 – összlet geoelektromos ellenállása (Ohm méter); 7 – geoelektromos összlet talpmélysége (m); 8 – a feké geoelektromos ellenállása (Ohm méter); 9 – VESZ mérés, kb. behatolása; 10 – geoelektromos összlethatár; 11 – karsztos mélyedés jele; 12 – kőzetkibúvás és azonosító jele

Figure 5 VES profile of subsidence doline that developed on plain bedrock (Orfű Karst, Cigány Hill, VERES, M. 2016) – 1 – limestone; 2 – sand-loess (with limestone debris); 3 – clay (with limestone debris, sandy); 4 – soil, sand, sand flour; 5 – VES measurement site with identification number; 6 – geoelectric resistivity of series (Ohmm); 7 – base depth of the geoelectric series (m); 8 – geoelectric resistivity of bedrock (Ohmm); 9 – approximate depth of penetration of VES measurement; 10 – geoelectric series boundary; 11 – identification code of karst depression; 12 – rock outcrop with identification code

A drawdown dolinák aljzata lehet kissé sík (valószínűleg a részleges feltöltődésük miatt), más dolinák aljzata tölcészerűen elkeskenyedő. Belsejükben a talaj és a fedő alól a fekü ritkán és csak kisebb foltokban bukkan elő.

A dolinák lehetnek magányosak (esetleg ikresek), összetettek (HEVESI A. 2001) és csoportosak. Az összetettek talpán időszakos vízhálózat is és vízvezető hely (utánsüllyedésses dolina) lehet. A csoportos dolinák sorokat alkotnak (LOVÁSZ GY. 1971, 1977; CZIGÁNY SZ. – LOVÁSZ GY. 2006), amelyek változó számú részdolinából álló uvalákra különülhetnek. A dolinasorok ívelték, a sorokban a dolinaszám változó. A dolinasorok elsősorban a völgyek völgyfőinél, illetve azok folytatásában fordulnak elő a sík térszíneken. Különbséget lehet tenni a dolinasor iránya (a sor helyzetét égtájuk adja meg) és irányultsága (az az égtáj, amely irányába a dolinák mérete nő) között. Az irányultság a hordozó térszín dőlésirányával mutat egyezést.

Az Abaligeti-karszton a dolinák 3 dolinasor rendszerbe és néhány dolinasorba rendeződnek. A sorok és rendszerek 350 m alatti magasságú térszínen vannak és É-D-i, vagy ÉNy-DK-i irányúak, irányultságuk É-i, ÉNy-i (LOVÁSZ GY. 1971, 1977). A leghosszabb kiterjedése megközelíti a 3 km-t. A rendszerekben a fő dolinasorokhoz mellékdolina sorok (esetenként ezeknek is vannak melléksoraik) kapcsolódnak (LOVÁSZ GY. 1971, 6. ábra).

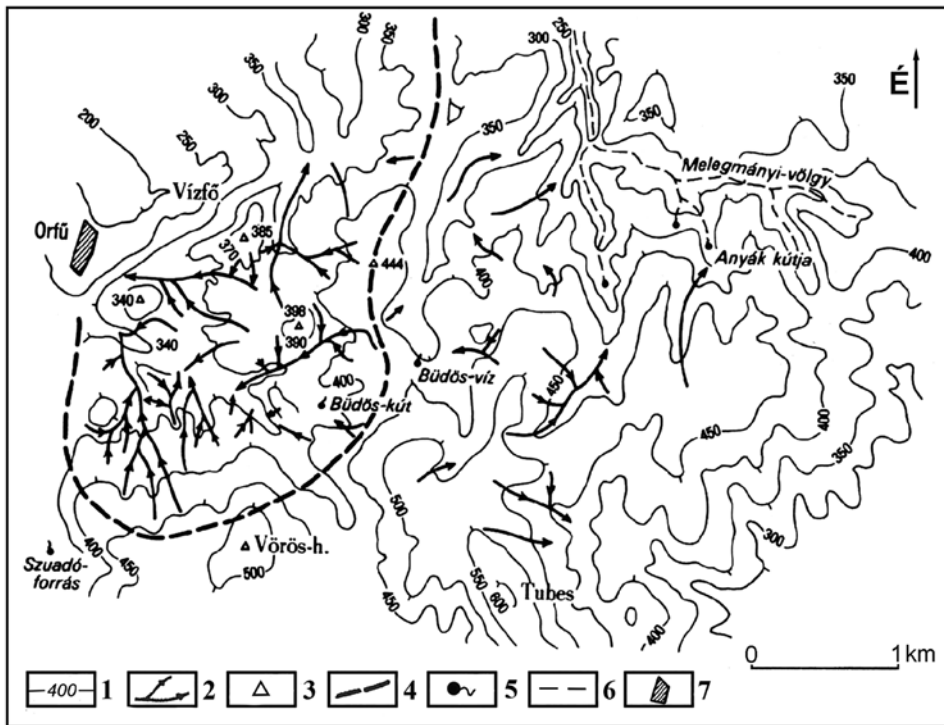


6. ábra Dolinasorok az Abaligeti karszton (LOVÁSZ GY. 1977) – 1 – szintvonal; 2 – dolinasor és irányultsága; 3 – víznyelő; 4 – az Abaligeti-barlang; 5 – magaslát; 6 – völgy és vízfolyása; 7 – település  
 Figure 6 Doline rows on Abaliget Karst (LOVÁSZ, Gy. 1977) – 1 – contour line; 2 – doline row and its orientation; 3 – ponor; 4 – Abaliget Cave; 5 – mound; 6 – valley and its stream; 7 – settlement



A dolinasoroknak a folytatását képező utánsüllyedéses dolinasorok, a két szintet elválasztó lejtőn is jelen vannak, de az oldódásos dolinák sorai csak az alsó szinten fordulnak elő. (LOVÁSZ GY. 1971). Miután a völgyek felé dőlő térszíneken jellegzetesek, feltehetően a már kialakult völghálózatához igazodik a mintázatuk.

Az Orfűi-karszton, ahol a dolinák négy sorba csoportosulnak (7. ábra) a dolinasorok rövidebbek, mint az Abaliget-i-karszton, kevésbé összetettek, változatosabb irányokba esnek, továbbá jelen vannak a két szint közötti lejtőn is (LOVÁSZ GY. 1977). Itt gyakoriak a magányos drawdown dolinák. Kevésbé követnek szerkezeti irányokat (LOVÁSZ GY. 1977).



7. ábra Dolinasorok az Orfűi- és a Tubes-Misina-karszton (LOVÁSZ GY. 1977)

- 1 - szintvonal; 2 - dolinasor és irányultsága; 3 - magaslát; 4 - vízválasztó; 5 - forrás; 6 - vízfolyás; 7 - település
- Figure 7 Doline rows on Orfű Karst and on Misina Tubes Karst (LOVÁSZ, GY. 1977)
- 1 - contour line; 2 - doline row and its orientation; 3 - mound; 4 - watershed; 5 - spring; 6 - stream; 7 - settlement

A Tubes-Misina területén (7. ábra) kevés dolinasor mutatható ki. A sorok még az Orfűi karszt dolinasorainál is kevésbé összetettek. A sorokat részben utánsüllyedéses dolinák alkotják (LOVÁSZ GY. 1977). Tapasztalható (CZIGÁNY SZ.–LOVÁSZ GY. 2006), hogy az utánsüllyedéses dolinák az oldódásos dolinasorok mellett fordulnak elő, növelve ezáltal a sorok összetettségét és a dolinasűrűséget. A völgyekkel feltagolt karsztterület részletlen a dolinasorok völgyközi hátakon, valamint a nagy völgyek völgyfőiben helyezkednek el (LOVÁSZ GY. 1977).

A dolinasoroknak, a dolinák morfológiai jellemzőinek és a sorok kifejlődési sajátosságainak a figyelembevételével CZIGÁNY SZ. és LOVÁSZ GY. (2006), az alábbi változatait különböztette meg.

- Rövid (néhány 100 m hosszú) dolinasor, amely uvala, vagy uvalaszerű, miután a dolinák közti válaszfal magassága kisebb, mint a környezetéé. A dolinasor fennsíkon van.
- A dolinasor rövid, és völgy völgyfője felé dőlő lejtőn helyezkedik el. A sor dolinái a völgyfő felé növekednek.
- A dolinasor hosszabb (több dolinából áll), mint a fenti esetekben. Felső (magasabb helyzetű) végük fennsíkon, vagy völgyközi háton van, de a sor alsó vége benyúlik a völgybe és annak talpa felett végződik el. A dolinasornak van mellékága, a főág dolinái uvalák részei. Irányultságuk többnyire É, illetve ÉNy.
- A dolinasor több km hosszú, amelynek jelentős hosszúságú mellék dolinasorai vannak. É-i irányultságúak, felső végük fennsíkon van, alsó végük völgy pereménél végződik el. A sor egyre alacsonyabb helyzetű dolinái egyre nagyobbak és egyre inkább uvalák részeit képezik.

Valószínű, hogy a völgyeket szegélyező dolinasorok jelenléte és a mellékvölgyek hiánya között kapcsolat van. A dolinasorok dolináit a völgyek felé dőlő felszínen lefolyó és elszivárgó vizek alakították ki. A felszíni vizek ugyanakkor elszivárgásuk miatt nem alakíthattak ki mellékvölgyeket.

#### *Utánsüllyedéses dolinák*

E dolinatípus depressziói adják a karszt dolináinak a többségét. Jellemzőik az alábbiak:

- Az utánsüllyedéses dolinák mind az alacsonyabb, mind a magasabb teraszon jelen vannak.
- Méretük, főleg átmérőjük kicsi, többnyire néhány m (mélységük még ennél is kisebb).
- Uralkodnak a szuffóziósak (oldalajtójuk lankás), de a lezökkenéses dolinák (oldalajtójuk meredek, omlásos) is gyakoriak. Különösen a kisebbek között jellegzetesek az utóbbiak. Valószínű, hogy a dolinák kialakulása a fedő omlásával kezdődik. Az így kialakult kisméretű lezökkenéses dolina (talajos lezökkenéses dolina) lejtői később ellankásodnak és szuffóziósan fejlődik tovább.
- Aljzatuk nem töltődött fel (mindössze egyeseknél a leomlott, lezökkenett anyag halma figyelhető meg, de gyakran előbukkan a fekü is). Ez a hordozó térszín kis dőlésével és a vízbevezető formák hiányával (illetve fejletlenségével) magyarázható (a fedő területükről szuffózióval kerül a karsztba). Emiatt hiányozhatnak a feltöltött, inaktív utánsüllyedéses dolinák, amelyek rejtett karsztokon oly gyakoriak.
- Aljzatukon az elvezető járat többnyire hiányzik.
- Morfológiai környezetük szerint előfordulnak sík térszíneken (fennsíkon), völgyközi hátakon, völgyekben, drawdown dolinák soraiban, e dolinákban és környezetében. A völgyi dolinák völgyoldalokban, völgytalpakon és ezek medreiben egyaránt megtalálhatók. A kisebb, részben feltöltött völgyekben uvalaszerűek lehetnek. A drawdown dolinákban a dolinatalpakon a lejtőiken egyaránt jelen lehetnek, de a dolinaperemeken és a szomszédos drawdown dolinák közti válaszfalakon és az uvalák részdolináinak a válaszfalain is megfigyelhetők. Az Abaliget-i-karszt É-i peremének meredek oldalában a lezökkenéses dolinák tömegmozgások formáival váltakoznak.
- Mintázatuk szerint előfordulnak egyesével, csoportosan. Utóbbiak szabálytalan csoportokat (halmazokat) képezhetnek, vagy sorokba rendeződhetnek. A drawdown dolinákban egyesével, szabálytalan, vagy soros csoportokban fordulnak elő.
- A nagyobb dőlésű lejtőkön (pl. a völgyoldali helyzetűek) lejtésirányba megnyúltak (LIPPMANN L. et al. 2008). Minél nagyobb a hordozó lejtő dőlése, annál megnyúltabbak (VETÉSI-FOITH SZ. 2017). A megnyúltak alsó, lejtésirányba eső lejtőjük rövidebb és meredekebb, az átellenes hosszabb és kevésbé meredek.

- A fekü morfológiájához képest a VESZ mérések adatai szerint háromféle helyzetben lehetnek. Így kialakulhatnak sík fekü (5. ábra), feltöltött drawdown dolina (4. ábra) és az elfedett fekü magaslata (4. ábra jobb oldali része) felett. A sík fekü feletti dolinák oldallejtőt kiékelődő fedő rétegek alkotják. A drawdown dolinák kitöltése az utánsüllyedéses dolinák alatt is jelentős lehet, a 10 m vastagságot is elérheti. Ahol a felső összletek hajlottak, az alsóbb helyzetűek szuffóziós anyagvesztése okozta a behajlást (4. ábra baloldali része), ahol nem, ott az anyagvesztés omlással a karsztba került (4. ábra jobb oldali része). Valószínűbb, hogy a drawdown dolinák feletti dolinák anyagvesztéséért az olyan epikarsztos járatok a felelősek, amelyek a drawdown dolinák kialakulása során képződtek, míg a sík fekü felettiéknél az epikarsztos járatok akár később is létrejöhetnek. A drawdown dolinák kitöltésében az utánsüllyedéses dolinák fekjújratainak idősebb voltára (tehát a dolinák posztgenetikusak) utal, hogy alattuk a dolinakitöltés mészkőtörmelék (4. ábra) vagy mészkőtörmelékes. Miután a fedő megközelíti a 10 m-t (sőt meg is haladja) a beszivárgó víz a feküre valószínűleg telítetten érkezik és így a fekün az oldódás a fedő és így az utánsüllyedéses dolina kialakulása előtt történt.
- A dolinák kialakulása helye kapcsolatot mutat az agyag, vagy agyagos összletek jelenlétével. Elsősorban ott alakulnak ki az utánsüllyedéses dolinák, ahol az agyag betelepülés kiékelődik és így folytonossága megszakad (4. ábra). Itt a szuffóziót és így a dolina kialakulását elősegíti az agyagot elérő, majd felette szivárgó víz. Ugyanis az agyag kiékelődésénél összegyűlő és így több víz, lefelé szivároghat, erősítve a szuffóziót. Előfordulhat, hogy az agyag összlet is hajlott, amely hordozza az utánsüllyedéses dolinát. Ekkor az agyag alatti fedőből távozott el az anyag a karsztba. Ez úgy lehetséges, hogy az agyag alá beszivárgó csapadékvíz (amely drawdown dolina legmélyebb pontjáig jut), okozza a szuffóziót.

Az a tény, hogy a karszton az utánsüllyedéses dolinák száma nagy, feltehetően több, a kialakulásukat indukáló ok meglétével magyarázható. Ezek az alábbiak.

- A karszt különösen az alacsonyabb É-i rész magassága folytán kedvezett a löszképződésének.
- A lösz mészmentessége (HEVESI A. 2001) kedvez az epikarsztos járatok jelenlegi (illetve közelmúltbeli létrejöttének) és így szingenetikus utánsüllyedéses dolinák kialakulásának, mert ez nem csökkenti a felülről érkező szénsavas víz oldóképességét (bár a VESZ mérések szerint több helyen is a fedő mészkőtörmelékes).
- A fedő kis vastagsága (bár a drawdown dolinákban az utánsüllyedéses dolinák alatt a fedő vastagsága gyakran meghaladja a depressziók közti térszínekre az irodalomban megadott értékeket, az a 10 m-t nem, vagy alig haladja meg).
- A már említett agyagos, de kiékelődő betelepülések, amelyek a koncentrált vízbevezetésnek kedveznek a karsztba.
- A hordozó felszín kicsi tagoltsága, amely kedvez a beszivárgásnak és a lösz megmaradásának, valamint egységes kifejlődésének. A kicsi beszivárgást hátráltató szerepét bizonyítja, hogy a Misina-Tubes karsztján, ahol több a völgy és így a karsztból több víz folyhat ki a felszínen, kevesebb a dolina. De az is, hogy a mellékvölgy nélküli völgyhátakon, tehát a beszivárgásra alkalmasabb térszíneken, nagyobb a dolinasűrűség.
- A hordozó felszín kicsi dőlése, amely ugyancsak kedvez a beszivárgásnak.
- A drawdown dolinák jelenléte, amelyek nem csak üledék-, hanem csapadékvíz csapadéként is működnek.
- Az idősebb karsztosodás során kialakult epikarszt. (Az idősebb karsztosodás során kialakult epikarsztos járatokhoz kapcsolódóan posztgenetikus utánsüllyedéses dolinák képződnek.)

### *Víznyelők*

Víznyelők sorakoznak a karszt abaligeti és orfűi részének déli pereménél, ahol a jól karsztosodó kőzetek nem karsztos, illetve rosszul karsztosodó kőzetekkel érintkeznek, többnyire az átmenő völgyek talpán. A depressziókhöz állandó vizű vízfolyások (Szuadó-völgy, Nyárás-völgy patakja), illetve időszakos vízfolyások (Büdös-kúti-völgy) vezetnek (BARTA K.–TARNAI T. 1997).

Bár a magyar karsztos irodalomban, ahogy fentebb is említettük, e formákat víznyelőként tartják számon valószínűbb, hogy ezek point recharge dolinák. Ezt támasztják alá az alábbiak:

- Egyesek közülük nem közzethatárnál, hanem a karszt belsejében vannak (Nyárás-völgy, Büdöskúti-völgy víznyelői), mások közzethatáron ugyan, de dolomit és mészkő érintkezésénél.
- Ugyanazon völgy talpán sort alkotnak (Szuadó-völgy, Büdöskúti-völgy víznyelői).
- Nincs minden esetben a depresszióknál a völgytalpon ellenesésű rész, tehát vakvölgy. Ennek hiányában áradáskor a víz átfolyik a felsőbb helyzetű depressziókon és az alsóbb helyzetűekbe áramlik, mint azt a Szuadó-völgy depresszióinál megfigyelték (BARTA K.–TARNAI T. 1997).

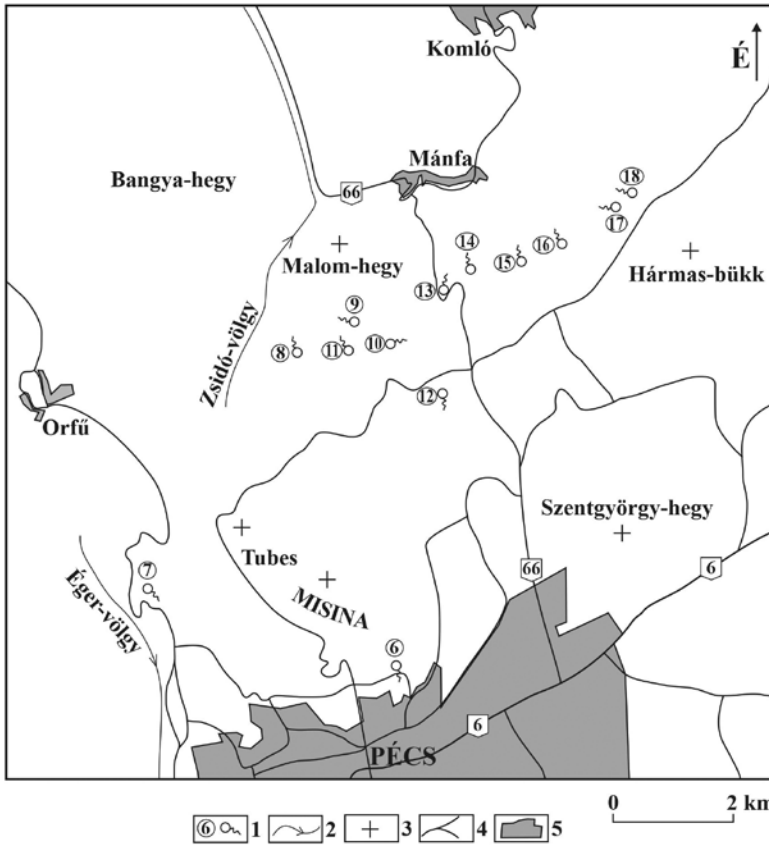
A karszt víznyelői, vagy víznyelőként működő képződményei az alábbiak (BARTA K.–TARNAI T. 1997): A Vízfő-forrás vízgyűjtőjéről a Büdöskúti-völgyben kettő, majd a Remeteréti-völgygel egyesülő szakaszán még további kettő képződmény. A Szuadó-völgyben három (Szuadó-, Gilisztás-, Trió-víznyelő) víznyelőként működő képződmény van. A Körtvélyesi-völgyben csak vízelszívárgás van (BARTA K.–TARNAI T. 1997). Az Abaligeti-barlang vízgyűjtőjén a Nyárás-völgy és a Vigánvári-völgy víznyelője említhető. E képződmények, mint említettük, a karsztra átnyúló (azon áthaladó) völgyek talpán helyezkednek el.

### *Kiválások*

KRAFT J. et al. (1986) a Mecsek-hegységben 13 db mésztufa előfordulást (8. ábra) írt le (közülük karsztvízből azonban csak 9 db származik), amelyek képződési kora fiatal (holocén). Keletkezésük 2500-5000 év között volt a legintenzívebb (KRAFT J. et al. 1986). Legjelentősebb a Tettye-forrás mésztufája, ahol az mintegy 300 m hosszán halmozódott fel. Itt fenti szerzők szerint a mésztufa képződése idősebb, valószínűleg már az alsó-pleisztocénben elkezdődött. Tanulmányukban megkülönböztettek völgytalpon (mederben) és völgyoldalban (lejtőn) képződött mésztufákat. Az előfordulásokból 6 db völgytalpi, 7 db lejtői helyzetű (azonban a Tettye-forrás édesvízi mészkővének van lejtői környezetű része is). Közülük 3 db mésztufakúpos, 10 db medencés gátas kifejlődésű, de kettőnél mikrogátak is előfordulnak (1. táblázat).

## **Következtetések**

A Nyugat-Mecsek karsztja abrázíós teraszokon fejlődött ki, formakincsét oldódásos dolinák és utánsüllyedéses dolinák adják. A karszt dolinasűrűsége nagy (a legnagyobb a magyarországi karsztokat tekintve). Az oldódásos dolinák dolinasorokat, valamint fő- és mellék dolinasorokból álló dolinarendszereket alkotnak. Irányultságuk megegyezik a felszín dőlésirányával. A dolinasorok völgyek folytatásában, a völgyeket övező és ezek felé dőlő felszíneken fordulnak elő. Az utánsüllyedéses dolinák gyakran az oldódásos dolinák talpán fejlődtek ki. Az oldódásos dolinák egy idősebb, míg az utánsüllyedéses dolinák egy fiatalabb karsztosodás során jöttek létre.



8. ábra Édesvízi mészkő előfordulások a Mecsek-hegységben (KRAFT J. et al. 1986) módosított  
 – 1 – forrás; 2 – vízfolyás; 3 – hegy; 4 – út; 5 – település. Megjegyzés: az előfordulások megnevezései az 1. táblázatban láthatók  
 Figure 8 Calcareous sinter occurrences in the Mecsek Mountains (KRAFT, J. et al. 1986, modified)  
 1 – spring; 2 – stream; 3 – mountain; 4 – road; 5 – settlement. Notice: names of occurrences are in Table 1

1. táblázat – Table 1

A mecseki édesvízi mészkövek néhány jellemzője  
 (KRAFT J. et al. 1986 adatainak felhasználásával)  
 Some characteristics of the freshwater limestones of the Mecsek Mountains  
 (based on the data of KRAFT, J. et al 1986)

Előfordulási hely	jele a 8. ábrán	tsz.f.m. (m)	víztípus	lerakódási környezet	morfológiája
Tettye	6	233	primér karsztvíz	völgytalpi <sup>1</sup>	medencés gát
Kancsal-forrás	7	260	részvíz	lejtői	mésztufakúp
Kánya-forrás	8	305	primér karsztvíz	völgytalpi	medencés gát
Barátság-forrás	9	290	primér karsztvíz	lejtői	mésztufa kúp
Dagonyázó-forrás	10	322	primér karsztvíz	völgytalpi	medencés gát
Anyák-kútja	11	320	primér karsztvíz	völgytalpi	medencés gát
Zsolnay-kút	12	351	részvíz	lejtői	medencés gát

Előfordulási hely	jele a 8. ábrán	tsz.f.m. (m)	víz típus	lerakódási környezet	morfológiája
Körtvélyesi-forrás	13	310	primér karsztvíz	lejtői	mésztufa kúp
Alsó-Körtvélyesi-forrás	14	300	karsztvíz	völgytalpi	medencés gát
Szárazgödör	15	300	karsztvíz	völgytalpi	medencés gát
Nagy-forrás	16	300	karsztvíz	völgytalpi	medencés gát
Bugyogó-forrás	17	318	részvíz	lejtői	medencés gát
Kőszegi-forrás	18	318	részvíz	lejtői	medencés gát

<sup>1</sup> = felső része lejtői

Az oldódásos dolinák fejlődésében itt kisebb a szerepe a horizontális oldódásnak, mint az Aggteleki-karszton, vagy a Bükk-hegységben.

Az utánsüllyedéses dolinák nagy sűrűségéhez több tényező is hozzájárult. Így a felszín kicsi dőlése, kicsi tagoltsága, a lösz jelenléte és egységes kifejlődése, a víz csapdaként működő oldódásos dolinák jelenléte, a mésztartalom hiánya a fedőben, a fedő kicsi vastagsága, abban az agyagos betelepülések és valószínűleg az idős epikarsztos járatok elterjedtsége.

### Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetet mond a Terratest Kft. munkatársainak a VESZ mérések kivitelezéséért, valamint a geoelektromos-földtani szelvények elkészítéséért.

Veress Márton  
ELTE SEK Földrajz Tanszék, Szombathely  
veress.marton@sek.elte.hu

### IRODALOM

- BARTA K.–TARNAI T. 1997: Karszt kutatás az orfűi Vízfő-forrás vízgyűjtő területén. – Karszt és Barlang I-II. pp. 12–19.
- CZIGÁNY SZ.–LOVÁSZ GY. 2006: A mecseki karszt térképezésének újabb eredményei. – Pécsi Egyetem, Pécs 28. pp. 3–14.
- DÖVÉNYI, Z. (2010): Dunántúli-dombság. – In: DÖVÉNYI, Z. ed., Magyarország kistájainak katasztere. Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest pp. 431–530.
- FORD, D.C.–WILLIAMS, P.W. 2007: Karst Hydrogeology and Geomorphology. – John Wiley & Sons, Ltd., Chichester 562 p.
- HAAS J. 1994: Magyarország földtana, Mezozoikum. – ELTE, Budapest, pp. 85–91.
- HEVESI A. 1991: Magyarország karsztvidékeinek kialakulása és formakincse, II. rész. – Földrajzi Közlemények CXV (3-4). pp. 99–120.
- HEVESI A. 2001: A Nyugat-Mecsek felszíni karsztosodásának kérdései. – Karsztfejlődés VI. pp. 103–111.
- HOYK E. 2002: A Nyugat-Mecsek karszt dolináinak morfológiai vizsgálata. – Karsztfejlődés VII. pp. 161–171.
- JAKUCS L. 1977: A magyarországi karsztok fejlődéstörténeti típusai. – Karszt és Barlang I-II. pp. 1–16.
- JAKUCS L. 1980: A karszt biológiai produktum. Földrajzi Közlemények 104(4) pp. 331–344.
- JAKUCS L.–KEVEINÉ BÁRÁNY I.–MEZŐSI G. 1983: A karsztkorrozió korszerű értelmezése. – Földrajzi Közlemények 107(3-4) pp. 207–218.
- KEVEINÉ BÁRÁNY I.–KISS M.–SIMON N. 2015: Néhány további adat a hazai karszt dolinák aszimmetriájának kialakulásához. – Karsztfejlődés XX. pp. 125–144. DOI:17701/15.125-144

- KOLTAI G.–KELE S.–KÁRMÁN K.–KEVEINÉ BÁRÁNY I. 2012: Édesvízi mészkövet lerakó források geokémiai vizsgálata a Mecsekben. – *Karsztfeljődés* XVII. pp. 35–46.
- KRAFT J.–SCHEUER GY.–SCHWEITZER F. 1986: A Pécs-környéki forráslerakódások vizsgálata. – *Pécsi Műszaki Szemle* XXXI.(3). pp. 13–18.
- LIPPMANN L.–KISS K.–MÓGA J. 2008: Az Abaliget-Orfűi karszt karsztos felszínformáinak vizsgálata térinformatikai módszerekkel. – *Karsztfeljődés* XIII. pp. 151–166.
- LOVÁSZ GY. 1971: Adatok az Abaliget-i karszt geomorfológiai és hidrológiai jellemzéséhez. – *Földrajzi Értesítő* XX(3). pp. 283–296.
- LOVÁSZ GY. 1977: Geomorfológia: Kőzetek. – In: LOVÁSZ GY. (ed): Baranya megye természeti földrajza, Baranya Megyei Levéltár, Pécs, pp. 62–68.
- LOVÁSZ GY. 1981: A Baranyai-dombság, a Mecsek és a Villányi-hegység. – In: PÉCSI M. (szerk.): A Dunántúli-dombság (Dél-Dunántúl), Akadémia kiadó, Budapest pp. 124–136.
- SAURO, U. 2012: Closed Depressions in Karst Areas. – In: WHITE, W.B.–CULVER, D.C. (szerk.), *Encyclopedia of Caves*, Elsevier, Amsterdam, 140–155.
- SZABÓ P. Z. 1968: A magyarországi karsztosodás fejlődéstörténeti vázlata. – *Dunántúli Tud. Gyűjtemény*: pp. 13–25.
- TELBISZ T. 2001: Új megközelítések a töbör-morfológiában az Aggteleki-karszt példáján. – *Földrajzi Közlemények* CXXV(1-2). pp. 85–108.
- VERESS M. 2011: Adatok a Mecsek-hegység fedett karsztosodásához a Cigány földi mintaterületről vett példák felhasználásával. – *Karszt és Barlang*, 2010 évf. I-II. pp. 9–30.
- VERESS, M. 2016: *Covered Karst*. – Springer, Berlin, Heidelberg, New York 536 p. DOI 10.1007/978-94-017-7518-2
- VERESS M. 2018: Karsztos mélyedéstípusok és elkülönítésük szempontjai. – *Földrajzi Közlemények* 142(1) pp. 3–20.
- VETÉSI-FOITH SZ.–KISS Z.–GÁRDONYI I. 2017: A Mecseki karszt oldódásos- és utánműlyedésses töbreinek morfometriai elemzése. – *Karsztfeljődés*, XXII. pp. 119–138.
- WILLIAMS, P. W. 1985: Subcutaneous hydrology and the development of doline and cockpit karst. *Zeits. f. Geomorphology*, 29(4): 463–482.
- WILLIAMS, P.W. 2004: Dolines. – In: GUNN J (ed.), *Encyclopedia of Caves and Karst Science*, Fitzroy Dearborn, New York, London. pp. 304–310.