

**KÖZÉPHEGYSÉGI KARSZTOK FEDETT KARSZT MINTÁZATAI**  
**THE PATTERNS OF THE COVERED KARST IN THE BLOCK**  
**MOUNTAINS**

VERESS MÁRTON<sup>1</sup>-UNGER ZOLTÁN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nyugatmagyarországi Egyetem, Természettudományi Kar, Földrajz- és  
Környezettudományi Intézet, Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.  
vmarton@ttk.nyme.hu, unger.zoltan@ttk.nyme.hu

*Abstract: We studied the superficial deposits features from the central range mountains. We used the following methods: VES geophysical measurement, field mapping, profile compiling, theoretical (geo)morphological map compiling regarding the superficial deposits. In this study, according to the fingerprints of these superficial deposits, the presented karst types from the middle range mountains can be crypto karsts developed from allogenic karst (recent allogenic cryptokarst, renewing allogenic cryptokarst), and napped crypto karsts. On these karsts alternates covered-, bare and partly covered zones. The extent-, position of these zones depends upon the non-karstic rock's position, the spatial distribution of the karstic surface morphology, the way- and intensity of the superficial deposit denudation.*

## **1. Bevezetés**

E tanulmányban a középhegységi karszterületek karsztosodási folyamatait elemezzük karsztos zónáik elkülönítésével. Elemezzük a zónák kialakulásának feltételeit, okait, típusait, karsztosodási sajátosságait.

Egy karszterületen a nem karsztos kőzetek kifejlődése lehet egységes, zónás vagy éppen hiányozó. A fedettség módja mintázata meghatározza a karszt jellegét, fejlődését, a lezajló folyamatokat végeredményben a karsztos táj jellegét.

*GVOZDETSKIY* (1965) a karszt fedettségi viszonyainak a figyelembevételével elkülönített csupasz, fedetlen karszt, talajos fedett karsztot (a fedő oldódási maradék), fedett karsztot (a fedőt karsztidegen kőzet) és elszigetelt fedett karsztot (a fedőn nincsenek karsztformák).

*JAKUCS* (1977) a karszt környezetének a figyelembevételével elkülönített allogén és autogén karsztot. Az allogén karszt a határoló, peremi nem karsztos térszínről vízutánpótlásban részesül, míg az autogén (miután az a környezete fölé magasodik) nem. A tipizálás során már elkülönítette, bár nem nevesítve, az olyan allogén karsztot, amikor összeálló nem karsztos kőzet szegélyezi a karsztot és az olyant, amikor a nem karsztos kőzet tektonikai okok miatt a karszt belsejében helyezkedik el: „*globalitásában auto-*

*gén ismérví*”. Megemlíti továbbá, hogy az autogén karszt fokozatosan az allogén jellegű felé tolódik el, miután a területén a mállás során fedőüledékek alakulnak ki.

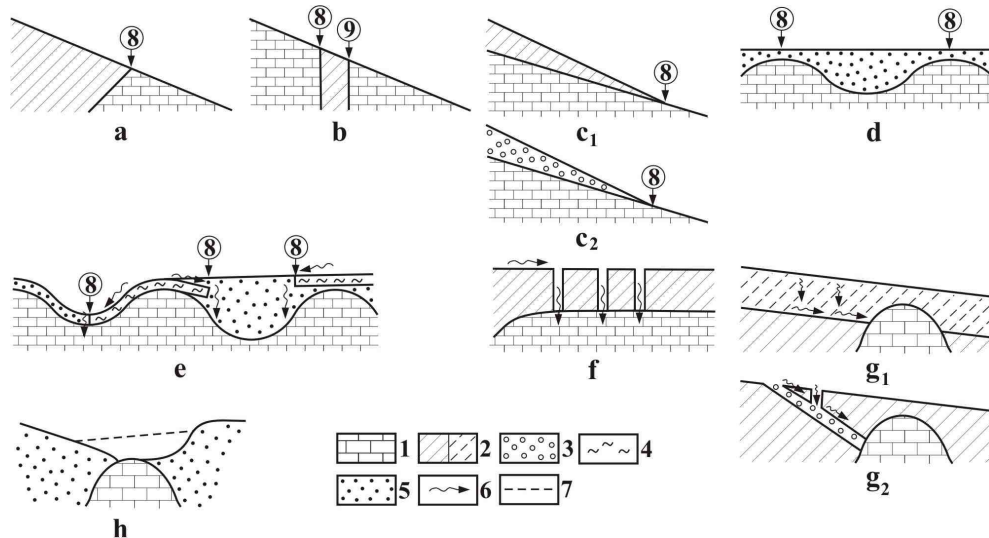
*FORD-WILLIAMS* (2007) a fenti tipizálást tovább fejlesztették és az autogén mellett megkülönböztettek allogén- és kevert karsztot is. Allogén típusúnak tekintették a karsztot, amikor azt nem karsztos kőzet takarja el, és kevert típusúnak, ahol a fedő sávokban és foltokban fordul elő. A két utóbbi típus lényegében a fedő lepusztulásának mértékében különbözik. A két csoportosítás tekintetben is eltér egymástól, hogy amíg *JAKUCS* (1977) a formakincsnek (autogén karszton töbrök, allogéneken víznyelők), addig *Ford-WILLIAMS* (2007) a vízelvezetés jellegének a különbségeit hangsúlyozta. Autogén karszton diffúz- (szivárgásos), allogén karszton pontszerű (járaton keresztül vízbeptolás), míg a kevert karszton mindkét vízelvezetés a jellemző.

A karsztvíznek a (felszínhez viszonyított) helyzete szerint *WILLIAMS* (1987) a trópusi karsztokon a kevert karszt két változatát is megkülönbözteti, ha a karszt területén csak peremi helyzetű a nem karsztos kőzet. Egyik változatnál a karsztvíz a karszt felszínén található, míg a másiknál mélyebben. Az elsőnél a peremi nem karsztos felszín vizei a karszt felszínen haladnak, míg a másodiknál a karszt peremén a víznyelőkön keresztül a karszt belsejébe jutnak.

*VERESS* (2000a) tanulmányában három: fennsíki-, felboltozódó- és sasbérc típusú karsztot azonosított. A felboltozódó karszton zónákat különített el, ahol a karsztosodás jellegét a fedettségi viszonyok, és a karsztvízszint helyzete határozza meg.

A *FORD-WILLIAMS* (2007) féle osztályozás szerinti allogén, ill. a kevert karsztok tekinthetők fedett karsztoknak is. A fedett karsztok *HEVESI* (1986) szerint lehetnek eltemetett karsztok (a fedő vízzáró), valamint rejtett karsztok (a fedő vízáteresztő). A vízzáró kőzet lehet laza (pl. agyag) és kompakt. Megjegyezzük, hogy a tömött kőzetek (bazalt, homokkő) nem mindig vízzáróak, lokálisan vízáteresztőek lehetnek ott, ahol törések, vetők járnak át a kőzetet. A nem karsztos kőzet lehet peremi helyzetű, vagy a karsztba beékelődő. Mind az összeálló/kompakt, mind a laza vízzáró kőzet kifejlődhet köpenyszerűen, amikor ez a karsztot utólag takarta el. A peremi helyzetű kompakt/összeálló nem karsztos kőzet esetén, a karszt peremén igazi, külső közethatár (*1.a. ábra*), míg a beékelődő nem karsztos kőzetnél belső igazi közethatár (*1.b. ábra*) jön létre. Köpenyszerű vízzáró esetén takarós közethatár alakul ki (*1.c. ábra*). Akkor, ha a karsztot vízáteresztő kőzet fed, annak kivékonyodásánál a rejtett közethatár lesz (*1.d. ábra*). Ha a vízáteresztő fedőben agyagos összletek fordulnak elő, annak elvégződésé-

nél (ahol a beszivárgó vizek a feküt elérhetik) alakul ki a megszakadó kőzethatár (1.e. ábra). Vízzáró kőzeten pl. töréseknél víz szivároghat a karsztra. Ekkor szerkezeti kőzethatár jön létre (1.f. ábra). Végül, eltemetett kőzethatár alakul ki (1.g. ábra), ha a vízzáró kőzet felett (amely lehet akár talajjég is) kevésbé vízzáró kőzet van, és a leszivárgott felszíni vizeket épp ez a vízzáró kőzet vezeti a mészkőhöz.



1. ábra: Kőzethatárok

Jelmagyarázat: 1. mészkő, 2. összeálló, vízzáró és kevésbé vízzáró, nem karsztos kőzet, 3. laza, vízzáró, nem karsztos kőzet, 4. részben vízzáró fedőkőzet (nem összeálló), 5. vízáteresztő fedőkőzet, 6. vízszivárgás, 7. eredeti felszín, 8. kőzethatárok, 9. nem aktív kőzethatár

a. igazi külső kőzethatár, peremi helyzetű nem karsztos kőzetnél, b. beékelődő igazi kőzethatár, beékelődő nem karsztos kőzetnél, c. takarós kőzethatár, (c<sub>1</sub> összeálló fedőkőzetnél, c<sub>2</sub> laza fedőkőzetnél), d. rejtett kőzethatár, e. fél kőzethatár, f. szerkezeti kőzethatár, g. eltemetett kőzethatár, h. kitakaródó kőzethatár

Fig.1. Rock boundaries

Legend: 1, limestone, 2, massive, non-permeable and partly permeable non karstic rock, 3, loose, non-permeable, non karstic rock, 4, partly non-permeable superficial deposit (not massive), 5, permeable caprock, 6, water leak, 7, original surface, 8, rock boundaries, 9, non active rock boundary

a, real external rock boundary, in case of marginal non karstic rock, b, real-, interleaved rock boundary in case of non karstic interleaved rock, c, napped rock boundary (c<sub>1</sub> in case of compact rock, c<sub>2</sub> in case of loose caprock), d, latent/hidden rock boundary, e, semiboundary of the rock, f, structural rock boundary, g, buried rock boundary, h, outcropped rock boundary

Igazi kőzethatároknál víznyelők, a köpenyszerűen települt vízzáró fedő belsejében - különösen, ha a fekü gipsz, vagy kősó - átöröklődéses töbrök alakulnak ki. Az eltemetett karszton völgyi kőzethatár mentén alakul ki víznyelő (1.h. ábra). A völgynek a fedőbe mélyülése miatt a kőzethatár hátrál. Ennek következtében a víznyelő helyek (a mélységi lefejeződési hely) hátrálnak, a korábbi lefejeződési helyek víznyelői töbrökké alakulnak (JAKUCS 1977). Rejtett- és megszakadó kőzethatáron utánsüllyedéses töbrök képződnek.

Az utánsüllyedéses töbrök szingenetikus, vagy posztgenetikus karsztosodás során alakulnak ki (VERESS 2000b, 2009). A szingenetikus karsztosodás esetén a fekü közet kürtőjének kialakulása okozza a fedőn a mélyedés kialakulását. Tehát a feküben (a kürtő) és a fedőn (a töbör) a formaképződése közel egyidős. A posztgenetikus karsztosodás akkor történik, amikor a fekü kürtője kitöltődik a fedő mélyedése elpusztul. Ha a fekü kürtőjéből a kitöltés elszállítódik, a fedő mélyedése újraképződik. Ekkor a felszíni mélyedés fiatalabb, mint a fekü kürtője.

Fedett karszton, ahol a fedő lokálisan lepusztul és a karszt járataiba szállítódik, fedőüledékes depresszió alakul ki (VERESS 2009). A fedőüledékes depressziók lehetnek ál- és igazi depressziók (VERESS 2012a). Előzőek ott alakulnak ki, ahol a fekü nincsen mélyedés, utóbbiak ott, ahol a fekü van (pl. egy oldódásos töbör feltöltődik, majd eltemetődik). Mindkét depresszió típus előfordul a karsztperemen és a karsztok belsejében is. A depressziók lehetnek eltemetett depressziók (a forma vízzáró fedőben képződött) ill. rejtett karsztos depressziók (a forma vízáteresztő fedőben képződött) is.

VERESS (2010a) a magyarországi középhegységi fedett karsztok eltemetett és rejtett karsztos foltjain felvázolta a felszín fejlődését a mélyedésekkel és a magaslatokkal tagolt fekü esetében. A fekü töbrei, uvalái feltöltődhetnek, majd a kitöltő üledék a karszt járataiba szállítódik. A folyamat során víznyelők képződnek igazi közethatáron, majd igazi eltemetett karsztos fedőüledékes depressziók alakulnak ki, ha a fedő (kitöltés anyaga) vízzáró. Ha a fedő vízáteresztő, akkor a rejtett közethatáron utánsüllyedéses töbrök jönnek létre. Ekkor rejtett karsztos fedőüledékes depressziók képződnek, amelyek lehetnek ál- vagy igazi depressziók. Igazi fedőüledékes rejtett depressziók képződnek a paleotöbrök kitöltésének a területén, míg a rejtett áldepressziók a fekü elfedett magaslatai felett keresendők.

## **2. A mintaterületek**

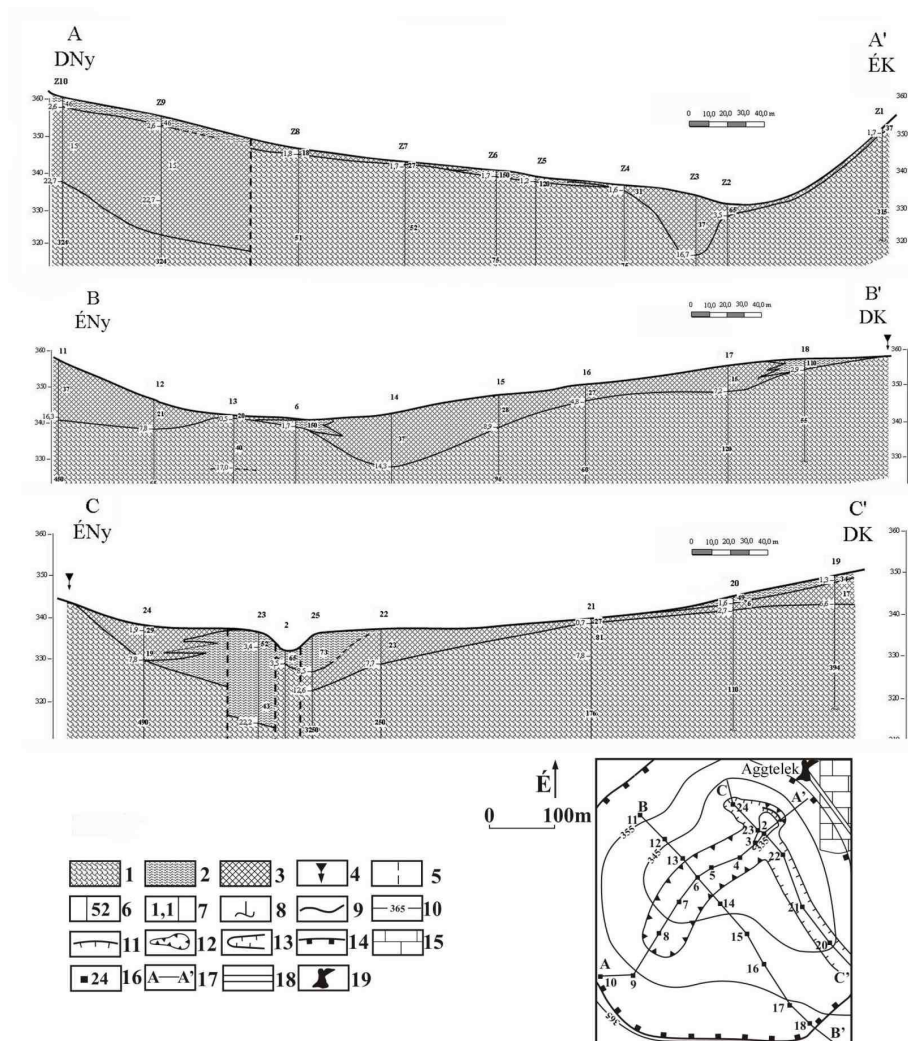
A vizsgált területek középhegységi (Bakony-hegység, Mecsek-hegység, Aggteleki-karszt, Pádisi-fennsík) karsztok.

### *2.1. Aggteleki-karszt*

Az Aggteleki-karszt felépítő kőzetei a felső-permi alsó-triász gipsz-anhidrites, valamint középső-triász karbonátos kőzetek, amelyek a Tethys-ág északi részén képződtek (LESS 1998). A karszt a Szilicei takarórendszer része, amely D-i irányban mozogva rátolódott a Borsodi szerkezeti egységre (KOVÁCS 1984). A takaró a kréta kori ismételt kompresszió hatására má-

sodlagos takarókká (klippeké) alakult (*LESS* 1998, *LESS* 2011). A hegységet oligo-miocén tengeri eredetű üledék (*Bretkai Mészkökonglomerátum, Putnoki Slir*) (*CSÁSZÁR* 1997), majd szarmata végi vulkáni tufa borította el. A pliocén-pleisztocén határán a hegység felszíne DDK-i dőlésű lett, miáltal É-ről kavicselborítást (Borsodi Kavics Formáció) kapott (*SÁSDI* 1990). A formáció anyaga a Szepes-Gömör-Érchegységből és a Veporból származik és az ős Sajó egyik hordalékkúpja lehetett (*GYURICZA-ELSHOLZ* 2006). Ezt a fedőt D-i irányba haladó vízfolyások a karszt É-i részén teljesen lepusztították, miközben ezek átöröklődtek (epigenetikus völgyek) a karsztra (*VERESS* 2010b, 2012b).

A hegység karsztformái közül megemlítjük a nagyméretű tető helyzetű, valamint völgytalpi helyzetű oldódásos töbröket és uvalákat. *ZÁMBÓ* (1998) elkülönít karsztos vakvölgyeket, amelyek szerinte töbrökből fejlődtek ki és belsejükben halmozódott fel a karszt mállásterméke. Ebben *ZÁMBÓ* (1998) szerint víznyelők alakultak ki. Fenti szerző elkülönít továbbá töbrő-soros szárazvölgyeket is, amelyek részben eróziósak, részben korróziósak. Szerinte különösen akkor alárendelt az eróziós eredet, ha azok a magasabb fennsíkokon fejlődtek ki. Ezekben is felhalmozódhat a mállási maradék (lásd: vörösföld, *ZÁMBÓ* 1998), amelyek talpán víznyelők is kialakultak. E fentebb említett formák fedőüledékes igazi depressziókká formálódtak. *VERESS* (2012b) szerint a kitöltő üledék nemcsak mállási termék, hanem az idősebb fedőüledék, vagy annak áthalmozott változata, sőt lösz is lehet. Ennek megfelelően egymás szomszédságában rejtett karsztos, ill. eltemetett karsztos igazi fedőüledékes depressziók is előfordulnak. A rejtett karsztos fedőüledékes depressziókban utánsüllyedésszerű töbrök, az eltemetett fedőüledékes depressziókban víznyelők fordulnak elő. Ezért nem a kitöltött paleo-mélyedések a vakvölgyek, hanem a paleotöbrök fedőüledékes depresszióiban jönnek létre a víznyelők és a vakvölgyek (2. ábra).

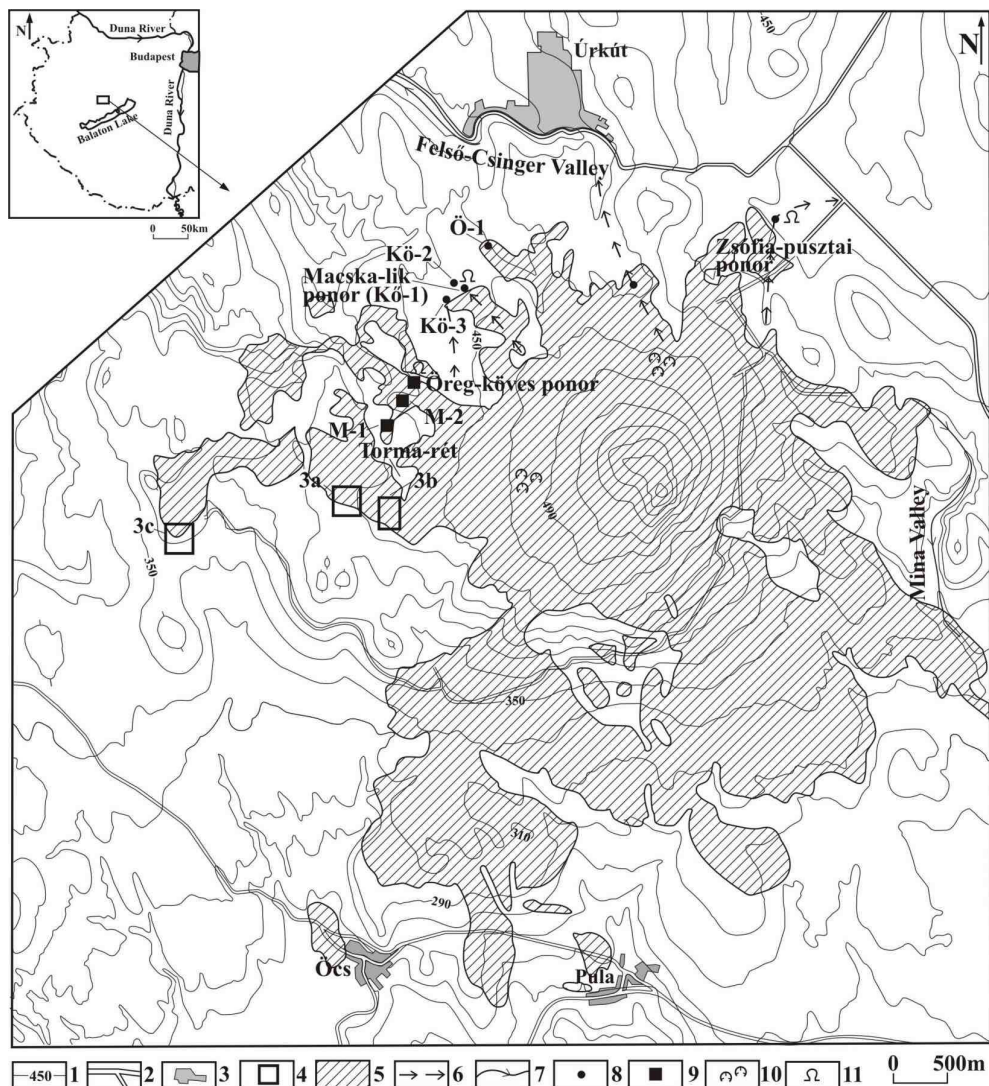


2. ábra: A Zombor-lyuk víznyelőt hordozó fedőüledékes depresszió

Jelmagyarázat: 1. mészkőtörmelék, töredezett mészkő, 2. mészkőtörmelék (agyagos), 3. agyag (mészkőtörmelékes, homokos), 4. mészkőkibúvás, 5. vető, 6. összlet geoelektromos ellenállása (Ohmm), 7. geoelektromos talpmélység (m), 8. VESZ mérés kb-i behatolása, 9. geoelektromos összlet határ, 10. szintvonal, 11. víznyelő, 12. vakvölgy, 13. vízmosás, 14. fedőüledékes depresszió, 15. mészkő, 16. VESZ mérés helye és azonosító helye, 17. szelvény helye, 18. Aggtelek, Jósvafő közötti országút, 19. település

Fig.2. Depression of superficial deposits bearing the Zombor-lyuk ponor

Legend: 1. limestone debris, fractured limestone, 2. (argillaceous) limestone debris, 3. calcareous debris, sandy clay, 4. limestone outcrop, 5. fault, 6. the resistivity of the sequence, 7. geoelectrical bottom [m], 8. approximate penetration of the VES measurements, 9. sequence boundary for the geoelectric measurement, 10. contour iso-lines, 11. ponor, 12. blind valley 13. gully, 14. superficial depression, 15. limestone, 16. position and name of the VES measurements, 17. location of the profile, 18. the national road between Aggtelek and Jósvafő, 19. settlement



3. ábra: A Kab-hegy

Jelmagyarázat: 1. szintvonal, 2. út, 3. település, 4. kivágat, 5. bazalt, 6. időszakos vízfolyás, 7. vízfolyás, 8. karsztforma, 9. összetett karsztforma, fedőülédek depresszió, 10. töbör törmelékben, 11. víznyelőbarlang

Fig.3. Kab Mountain

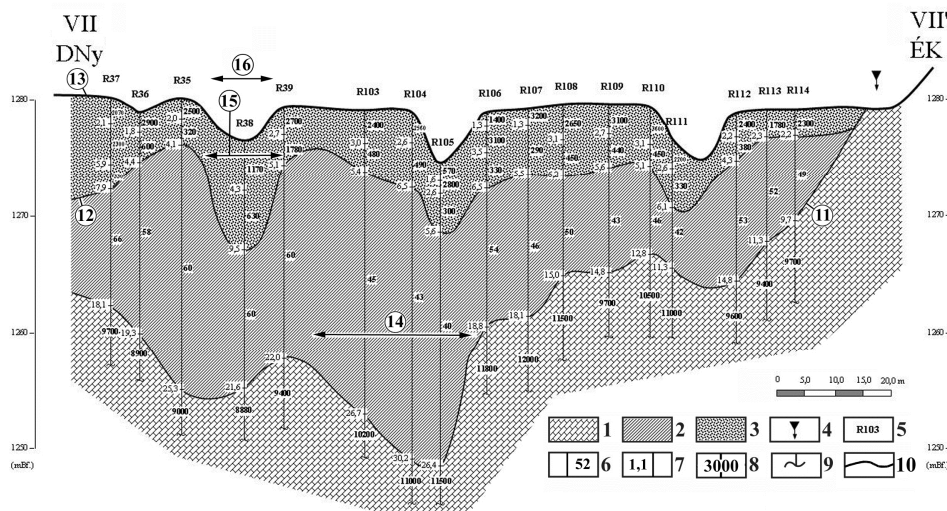
Legend: 1. contour isolines, 2. road, 3. settlement, 4. cut-out/sub perimeter, 5. basalt, 6. intermittent stream, 7. stream, 8. karst feature, 9. complex karst feature, 10. dolines in debris, 11. ponor cave

## 2.2. Kab-hegy

A Kab-hegy a Déli-Bakony egyik 300-600 m magasságú röge (3. ábra). A Déli-Bakony néhány rögét pliocén bazalt vulkanizmus lávái borították el (LÓCZY 1913, JUGOVICS 1954). Ennek során jött létre a Kab-hegy bazalt-

takarója is. A bazaltvulkanizmus radiometrikus kora a Déli-Bakonyban 5-7 milliói év (BALOGH et al. 1982). A több centrumú többszöri bazalt kiömlést lokális piroklastikum szórás előzött meg (LÓCZY 1913). A bazalt a karsztosodott, magaslatokkal és völgyekkel tagolt felszínre ömlött, amely triász dolomitból triász, jura és eocén mészkövekből épült fel. A vulkanizmus szüneteiben vörös agyagok képződtek (JÁMBOR 1980). A bazalt vulkanizmus a pliocén végére lezárul”. A bazalton, ill. a bazalttakaró környékén lösztakaró is kifejlődött.

### 2.3. Pádis



4. ábra: A Reketyés (Pádis - Románia) egy részletének geoelektromos-földtani szelvénye  
 Jelmagyarázat: 1. mészkő, 2. agyagos összlet, 3. vegyes közettörmelék (homok, ill. mészkő, kovás, néhol agyagos), 4. mészkőkibúvás, 5. VESZ mérés azonosító jele, 6. összlet geoelektromos ellenállása, 7. geoelektromos összlet talpmélysége, 8. a feké geoelektromos ellenállása, 9. a VESZ mérés kb. behatolása, 10. geoelektromos összlethatár, 11. egykori fedetlen karsztos felszín, 12. eltemetett egykori fedett karsztos felszín, 13. jelenlegi fedett karsztos felszín, 14. oldódásos paleotöbör, 15. fedett karsztos paleotöbör, 16. recens fedett karsztos töbör

Fig.4. A segment from the geological interpreted geoelectrical profile from Reketyés (Pádis - Romania)  
 Legend: 1. limestone, 2. argillaceous sequence, 3. mixed debris (sand, respectively limestone, sometime siliceous, or argillaceous), 4. limestone outcrop, 5. the name of the VES geoelectrical measurement line, 6. the resistivity of the geoelectrical sequence, 7. the total depth of the geoelectrical profile, 8. the resistivity of the geoelectrical of bedrock, 9. approximate penetration of the VES measurement, 10. sequence boundary of the geoelectrical measurement, 11. former uncovered surface of the karst, 12. surface of the former cryptokarst, 13. actual covered karst surface, 14. solution paleodolines, 15. covered karstic paleodolines, 16. recent covered karstic dolines

A Pádis az Erdélyi-Szigethegység (Románia) zömét kitevő Bihar-hegység központi részét foglalja magába. A Bihar a Tiszai nagyszerkezeti egység része, autochton, tektonikai ablak (FÜLÖP 1989). Autochtonját metamorf kőzetek építik fel, amelyre perm homokkővek és mezozoikumi mészkővek



települnek (BLEAHU 1976, FÜLÖP 1989). A Pádis-fennsíkja két szintre különül: egy 1200-1300 m feletti magaslatokra és egy 1200-1300 m alatti szintre (VERESS 1992). A felső szint karsztformái: oldódásos töbrök, aknák az alsó szinten fedetlen (oldódásos töbrökkel) és fedett karsztos térszínnek is előfordulnak. A fedett karszt fedőüledéke a fennsíkot K-ról szegélyező Kék-Magúrának a permi homokkőből származik. A Kék-Magúra időszakos és állandó vízfolyásai Ny-i irányba terjeszkedő törmeléktakarót, mint hordalékkúpot építették ki. A vízfolyások a hordalékkúpok anyagát ismételtelen áthalmazták (VERESS 1992). Az üledékfoltok eltemetett, vagy rejtett karsztok is lehetnek. A hordalék töbrökkel, uvalákkal tagolt felszín fedett el (4. ábra). Előfordul, hogy a töbrök csak részben töltődtek fel. Gyakori, hogy a mészköves felszínen a fedőüledék foltok részlegesen feltöltött töbrökben vannak jelen. Az eltemetett karsztos foltoknál víznyelők-, a rejtett karsztos térszínnekél utánsüllyedéses töbrök jelentkeznek (4. ábra). Mindkét típusnál változatos méretű és alakú fedőüledékes depressziók fordulnak elő, amelyek igazi depressziók.

### 3. Módszerek

A vizsgált karszterületek kisebb-nagyobb részein topográfiai, ill. karszt-morfológiai térképezést végeztünk. Az elkészített térképeket, ill. a mért adatokat az alább bemutatásra kerülő karsztmorfológiai szelvények elkészítéséhez használtuk fel.

A VESZ szondázással szelvények mentén mértük a kőzetek fajlagos ellenállását. Az egyes helyekre számított rétegsorokat összeillesztve a kialakított mérési vonalak mentén geoelektromos szelvények szerkeszthetők. A fajlagos ellenállás értékekhez földtani tartalmat rendelünk a földtani értelmezés során. Így kellő biztonsággal becsülhető a mészkőfekü, az összlet határok (és így a különböző fedőüledékek) lefutása, a fedőüledékek és a képződmények szerkezete.

Különböző karszterületek jellegzetes részleteiről karsztmorfológiai keresztmetszeteket készítettünk. Karsztmorfológiai keresztzelvényeket gyakran használnak a karsztok jellemzése céljából. Ilyen elvi karsztmorfológiai keresztzelvényeket szerkesztettek például WILLFORD-WALL (1965), Williams (1966), SWEETING (1973) WALTHAM et al. 1983, JENNINGS 1985 és FORD-WILLIAMS (2007), amelyeket a követendőnek ítéltünk a jelenségek szemléltetésére. Mérethelyes karsztmorfológiai keresztzelvények találhatóak SWEETING (1956, 1966), JENNINGS-SWEETING (1963), ZHANG (1980), PALMER (2004), VERESS (2009) publikációiban.

A keresztshelvényeken feltüntettük a fedettséget, a fedő kőzetek kiterjedését, minőségét, a feküt, a különböző lepusztulási szinteket, az ezekhez kapcsolódó formákat, valamint szükség szerint a hidrológiai viszonyokat. Ábrázoltuk a fekü kibúvásait (mészkö) a földtani térképek, a terepbejárások, valamint - néhány esetben - a VESZ mérések értelmezéseinek a felhasználásával. A fedőüledékkal borított helyeken a fekü morfológiáját ugyancsak VESZ mérések adatainak, ill. a mérések adataiból megszerkesztett geoelektromos szelvényeknek a segítségével állapítottuk meg.

A közölt szelvények részben elvi jellegűek, részben mérethelyesek. Ez utóbbi szelvénytípus esetében a nagyformák (pl. a paleotöbrök) 200-300 m-es átmérőig mérethelyesek. A fenti átmérőnél kisebb átmérőjű formák (pl. az utánsüllyedéses töbrök) ábrázolása viszont nem mérethelyesek. Azonban még a kis méretarányú keresztshelvényeken is, a magányos formákat (víznyelő) ugyancsak tényleges helyükön tüntettük fel.) A kisméretű és csoportosan előfordulókat (utánsüllyedéses töbrök) azon a szakaszon, ahol jellegzetesek, jellel ábrázoltuk, így nem mérethelyesek, helyük nem mindig helyezhető, számuk a ténylegesnél kisebb a keresztshelvényeken. Mind az elvi, mind a mérethelyes szelvényeken nem egy vonal mentén, hanem egy sáv mentén előforduló formákat tüntettük fel.

A karszterületeknek csak a téma szempontjából mérvadó részéről készítettünk szelvényt, mégpedig azokról a részekről, amelyek fejlődéstörténetileg egy rendszert képeznek. A szelvények nem mindenhol egyenes vonalúak, különböző irányú szelvénytörzsekből is állhat (Pádis). Ez akkor történt, ha az ábrázolt részletről a legtöbb információt így lehetett bemutatni.

A terepbejárások, a topográfiai térképek (1:10 000, ill. 1:25 000), ill. a készített térképek, a karsztmorfológiai keresztshelvények a VESZ mérések értelmezésével elvi fedettségi-karsztmorfológiai térképeket készítettünk. Ezeket egy-egy jellegzetes karszterület képződményeinek általánosításával ábrázoltuk a fedettség helyét, típusát, az igazi közethatárokat (ha volt ilyen) a nem karsztos és karsztos formákat. (A térkép felsorolt elemei nem helyzet és mérethelyesek, azokon az elvi elrendeződést és a kapcsolatokat hangsúlyoztuk.)

#### **4. Kiértékelés**

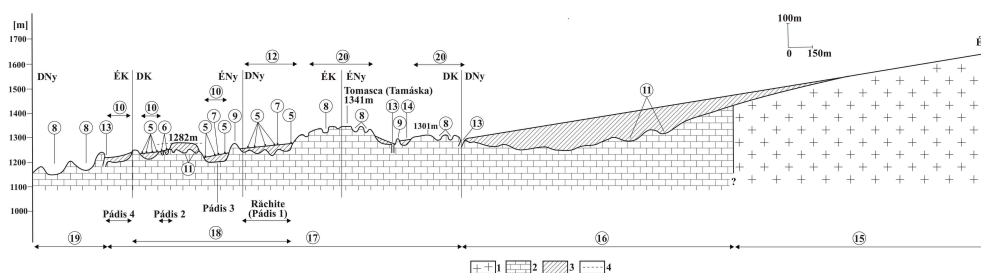
Középhegységi karsztosodás több tényezőtől is függ. Ezek a fedettségi viszonyok, a nem karsztos kőzet (vagy a nem jól karsztosodó kőzet kifejlődése), a karszt szerkezete, a fedőüledéknek a karsztra szállításának módja, mértéke, sebessége; a karsztos fekü morfológiája, a lepusztulás mértéke,

módja (így a völgyképződés); a karsznak a magassága az erózióbázishoz képest, továbbá a karszt kiterjedése, felszínének a dőlése.

Középhegységi karszton epigenetikus völgyképződés történik, ha a karsztvízszint a felszín (ill. a kialakuló völgytalp) közelében húzódik. A völgyképződést felváltja a karsztosodás, ha a karsztvízszint lesüllyed a felszínhez képest. A fedetlen karsztosodás során egy völgyekkel és karsztformákkal tagolt felszín alakul ki. Ez a felszín különböző mértékben és különböző vastagságban különböző kőzetekkel részben, vagy teljesen elfedődhet és kialakul a fedett karszt. Az elfedődésnek és az ezt kísérő karsztosodásnak az alábbi esetei lehetnek.

Az egységesen kifejlődött, nem rögökre különülő, középhegységi karsztot elfedheti a peremeken nem karsztos tömött kőzetekből származó lehordódások (allogén karsztból kifejlődött fedett karszt), vagy a vízzáró (többnyire tömött) nem karsztos kőzet köpenyszerűen betakarja a karsztot (takarós eltemetett karszt). A karszt különböző helyzetű és fejlődéstörténetű rögökre is különülhet (sasbérce fedett karszt).

Alább az allogén karsztból kifejlődött karszt két változatát a recens allogén fedett karsztot (lásd: 4.1.1) és a megújuló allogén fedett karsztot (lásd: 4.1.2), valamint a takarós eltemetett karsztot (lásd: 4.1.3) mutatjuk be.

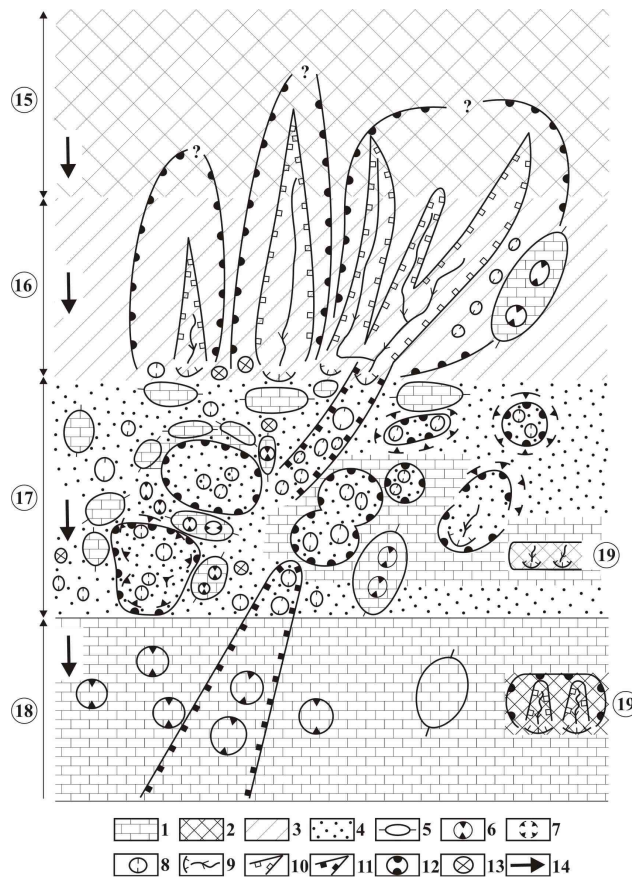


5. ábra: Recens allogén karszt keresztmetszetben (Pádis, Románia)

Jelmagyarázat: 1. homokkő, 2. mészkő, 3. vízfolyások által áthalmazott kőzet törmelék (homokkal és agyaggal), 4. a fedőüledék elborítás egykori felszíne, 5. szuffóziós töbör, 6. lezökkenéses töbör, 7. fosszilis töbör (tó), 8. aktív oldódásos töbör, 9. fedetlen, karsztformák közötti küszöb, 10. nem aktív kitöltött oldódásos töbör (fedőüledékes depresszió), 11. eltemetett oldódásos töbör (feltételezett), 12. nem aktív elfedett uvala (fedőüledékes depresszió), 13. víznyelő, 14. epigenetikus völgy metszetre merőlegesen, 15. nem karsztos térszín, 16. az alsó szint eltemetett karsztja, 17. kevert karszt, 18. az alsó szint rejtett karsztja, 19. az alsó szint fedetlen karszt, 20. felső szint magaslatai

Fig. 5. Recent allogenic karst on a profile (Pádis-Romania)

Legend: 1. sandstone, 2. limestone, 3. redeposited debris by water flows (with sand and clay), 4. former surface of the superficial deposits, 5. suffusion dolines, 6. drop-out dolines, 7. paleodolines (lake), 8. active dissolution dolines, 9. uncovered sill between the karstic elements, 10. non-active and filled dissolution depression (depression of the superficial deposit), 11. buried dissolution dolines (supposed), 12. non-active buried uvala (depression of the superficial deposit), 13. ponor, 14. epigenetic valley (perpendicular to the profile), 15. non-karstic surface, 16 buried karst of the lower level, 17. mixed karst, 18. latent karst of the lower level, 19. bare karst of the lower level, 20. highs of the upper level



6. ábra: Recens allogén karszt karsztos zónái (Pádiş példáján, nem mérethelyes elvi ábra)  
 Jelmagyarázat: 1. mészkő, 2. nem karsztos kőzet, 3. a vastag fedő vízzáróként viselkedik, 4. vékony fedő vízáteresztőként viselkedik, 5. magaslat, 6. oldódásos töbör, 7. eltemetett paleotöbör, paleouvala, 8. utánsüllyedéses töbör, 9. víznyelő, 10. völgy a fedőben, 11. átöröklődött völgy, 12. fedőüledékes depresszió, 13. fosszilis töbör, 14. a felszín dőlésiránya, 15. nem karsztos kőzet zónája, 16. eltemetett karszt zónája, 17. kevert karszt zónája, 18. fedetlen karszt zónája, 19. karsztosodás beékelődő nem karsztos kőzetsávnál

Fig. 6. Karstic zones of the recent allogenic karst (presented on Padiş area – without scale, theoretical sketch)  
 Legend: 1. limestone, 2. non-karstic rock, 3. thick superficial deposit works like non-permeable rock, 4. thin superficial deposit works like permeable rock, 5. highs, 6. solution dolines, 7. buried paleodolines, paleouvalas, 8. subsidence dolines, 9. ponor, 10. valley in the caprock, 11. caprock valley, 12. depression of the superficial deposit, 13. paleodolines, 14. the inclination of the surface, 15. zones of the non-karstic rocks, 16. buried karst zones, 17. mixed karst zones, 18. bare karst zones, 19. karstic processes on inclusions of the non-karstic rock belt

#### 4.1. Allogén karsztból kifejlődött fedett karszt

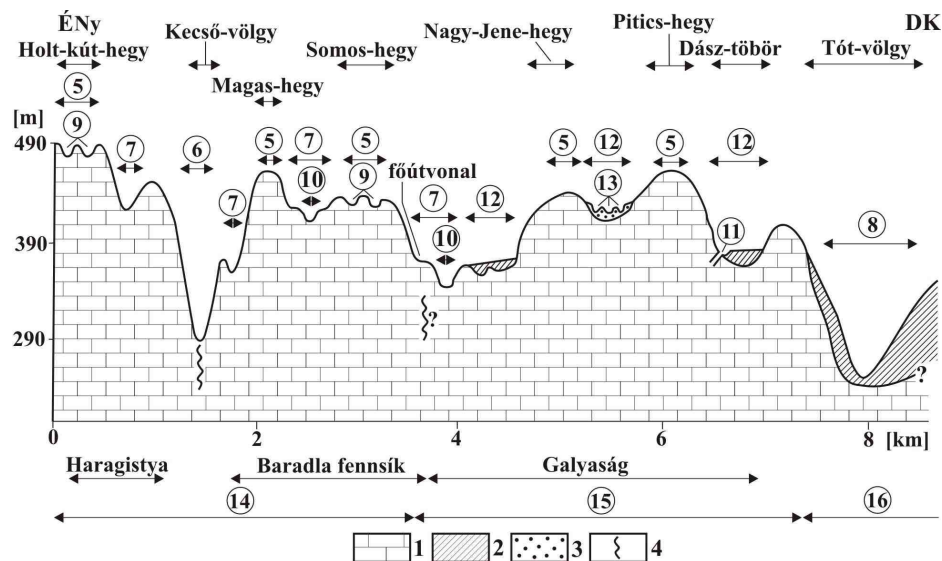
##### 4.1.1. Recens allogén típusú fedett karszt

Recens allogén típusú fedett karszton a karsztot határoló nem karsztos felszínről a karsztra jelenleg is üledék szállítódik. A karszton eltemetett és kevert (vegyes) zónák is kialakulnak (5, 6. ábra). E típusra példa a Pádiş, ahol

kevert zónában fedetlen, fedett (eltemetett és rejtett karsztos foltokkal) foltok egyaránt előfordulnak.

A Pádison a kevert zóna területén a fedetlen és fedett karszt a két szint miatt jön létre. A fedetlen részek azonban az alsó szinten is vannak. Eltemetett karsztos részei, miután a fedő összetétele nem változik, a nagyobb vastagságú fedővel borított részekben alakulnak ki. Eltemetett fedett karszt kifejlődhet foltokban a paleotöbrök kivastagodó kitöltéseinél is. Eltemetett karsztos zónájának kialakulásában (pl. a Pádis turistaház környékén) a felszín dőlése is szerepet játszhat. Itt nagyobb a felszín dőlése, mint más fedett térszínrészekeken, ami hozzájárul a nagyobb felszíni vízfolyáshoz. A beszivárgás hiányában e helyeken nincs karsztosodás.

Az eltemetett fedett karsztnak a peremén víznyelők, vegyes karsztjának rejtett karsztján utánsüllyedéses töbrök, eltemetett fedett karsztos foltjain víznyelők fordulnak elő (6. ábra). A fedőüledékes depressziói igaziak, miután töbrök, uvalák területén jöttek létre. E formák egyaránt lehetnek peremiek és karszt belső részéből valók is (5. ábra).



7. ábra: Megújuló allogén karszt keresztmetszetben

Jelmagyarázat: 1. mészkő, 2. vízzáró fedő, 3. vízáteresztő fedő, 4. pikkely határ, 5. tető, magaslat, 6. szerkezeti határon (pikkely határ, antiklinális) képződött völgy, 7. epigenetikus völgy (korrózióisan átalakult), 8. eróziós völgy, 9. oldásos töbör, 10. völgytalpi oldásos töbör, 11. víznyelő, 12. fedőüledékes depresszió, 13. utánsüllyedéses töbör, 14. fedetlen karszt, 15. részben fedett (eltemetett és rejtett) karszt, 16. eltemetett karszt

Fig. 7. Renewed allogenic karst in a profile

Legend: 1. limestone, 2. non-permeable superficial deposit, 3. permeable superficial deposit, 4. limit of the imbricate structure 5. valley developed along the structural boundary (limit of the napes, anticline), 7. epigenetic valley (transformed corrosively), 8. denudation valley, 9. dissolution dolines, 10. dissolution dolines generated on the bottom of the valley, 11. ponor, 12. depression of the superficial deposit, 13. subsidence dolines, 14. bare karst, 15. partly covered karst (buried- and latent karst), 16. buried karst

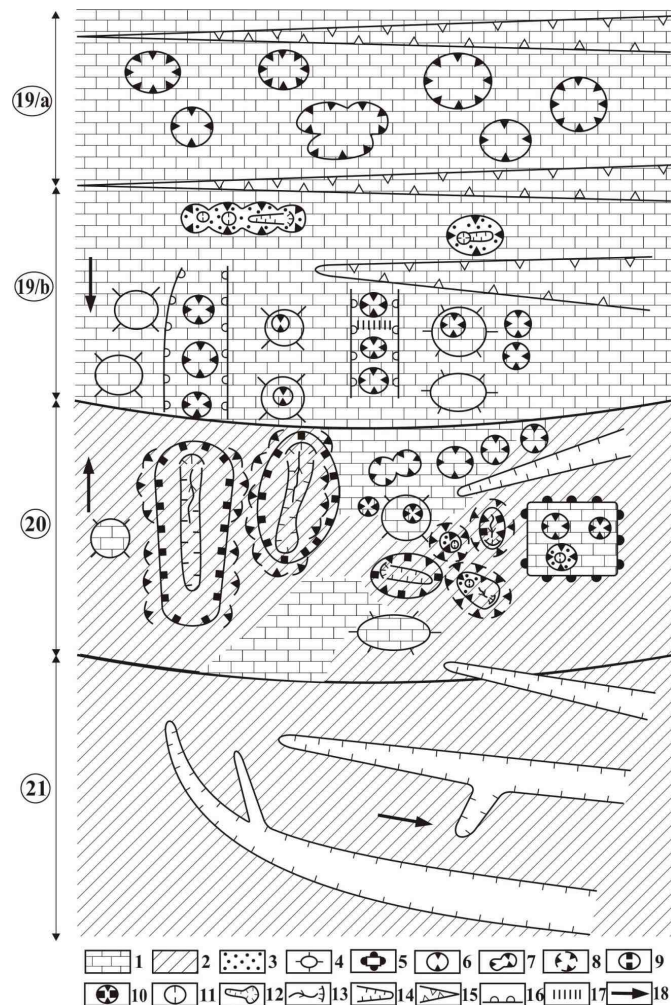
#### 4.1.2. Megújuló allogén fedett karszt

A megújuló allogén fedett karszt mostanra a nem karsztos üledékforrásától elkülönült. Az elkülönülés oka lehet felszínfejlődési (pl. völgy kialakulás miatt), vagy tektonikai (a karszt kiemelkedett, vagy a nem karsztos térszín lesüllyedt). E típus fejlődése szigetszerű, kevésbé függ a környezetétől. E típusra említhető az Aggteleki-karszt.

Az Aggteleki-karszt É-i magasabb része fedetlen karszt (ahol a fedő csak foltokban van meg és ez helyi eredetű, mállástermék), ettől délre a vegyes (kevert) karszt zónája, majd az elszigetelt fedett karszt zónája következik (7, 8. ábra).

Említettük (VERESS 2010b, 2012b), hogy a terület pliocén-pleisztocén határán megbillent és így a D, DK-i irányba dőlő karszt területére É-ról érkező vízfolyások kavicsot terítettek szét. Később a kavicsba bevágódó vízfolyások völgytalpi közethatárainál víznyelők jöttek létre. Utóbbiak folytatásában kialakult a Baradla-barlang őse. A karszt jelenlegi dőlése is D, DK-i irányú, csupán a Galyaság területén ellentétes, mind a mészkő (mészkőmagaslatok tetőszintjének magassága), mind a fedőüledékes felszín esetében. Előző oka a Galyaságot hordozó klipp billenése, míg az utóbbié a fedőüledékes felszín lepusztulása.

A karszt D-i, DK-i része elszigetelt fedett karszt, ahonnan a vízfolyások nem a karszt belseje felé, hanem a Bódva felé, DK-i irányba haladnak. Ugyanis a kibillenés miatt a karszt ezen része alacsonyabb helyzetbe került úgy, hogy a felszíne DK-i irányba dőlt. Előző miatt fedője nem, vagy kevésbé pusztult le, utóbbi miatt vízfolyásai nem a karszt belseje felé haladnak, mint pl. a Pádison, hanem a karsztot határoló völgy (Bódva-völgye) felé. E zónától É-ra a Galyaság területén létrejött egy kevert (vegyes zóna), ahol viszont a vízfolyások É-i irányba futnak (8. ábra). Ennek oka a billenés mellett, hogy az egykori víznyelőktől, vagy a később kialakulóktól hátráló vízfolyások a fedőt a Baradlába szállították. Ősi fedőüledékes depressziók képződtek. További lepusztulással az egységes fedő foltokra különült el, a korábbi depressziók átalakultak, elpusztultak, újabbak jöttek létre. Létrejött a vegyes karszt zónája, ahol a fedetlen karszt foltjai között eltemetett- és rejtett karsztos foltok fordulnak elő.



8. ábra: Középhegységi megújuló allogén karszt karsztos zónái (lépték nélkül, Aggteleki-karszt példáján)  
 Jelmagyarázat: 1. mészkő, 2. tengeri, folyóvízi eredetű vízáró fedőüledék, 3. mállási maradékból keletkezett fedőüledék, 4. karsztos magaslat, 5. rög, 6. oldódásos töbör, 7. uvala, 8. eltemetett töbör, vagy uvala, 9. fedőüledékes depresszió, 10. részben exhumálódott paleotöbör, 11. szuffóziós töbör, 12. szuffóziós töbör eróziós árokkal, 13. víznyelő, 14. völgy a fedőüledékben, 15. antiklinális mentén képződött völgy, 16. átöröklődött völgy, 17. völgyi vízválasztó, 18. a felszín dőlése, 19a. a fedetlen karsztos zóna, 19b. a fedetlen karsztos zóna uvaláiban, töbreiben mállási maradék felhalmozódással (rejtett karsztos és eltemetett karsztos) létrejött foltok, 20. részben fedett karsztos zóna, 21. elszigetelt fedett karsztos zóna

Fig.8. Karstic zones of the renewed allogenic karst from middle range mountains (presented on Aggtelek karstic region - without scale)

Legend: 1. limestone, 2. non-permeable superficial deposit with fluvial or marine origin, 3. superficial deposits generated by weathering, 4. karstic highs, 5. (faulted) block, 6. dissolution dolines, 7. uvala, 8. buried dolines or uvala, 9. depression of the superficial deposit, 10. partly outcropping paleodolines, 11. suffosion dolines, 12. suffosion dolines with erosion gutter, 13. ponor, 14. valley in the superficial deposit, 15. valley developed along an anticline, 16. caprock valley, 17. valley watershed, 18. the inclination of the surface, 19a. bare karstic zone, 19b. patches in the uvalas and in the dolines on bare karstic zones generated by the accumulation of the weathering remnants (in case of latent karsts and buried karsts), 20. partly covered zone, 21. buried karst zone

A fedő lehet a Borsodi Kavics Formáció anyaga, vagy annak áthalmozott változata, vagy az idősebb pannon korú kőzet. A fedőüledék foltok lehetnek nagyobb kiterjedésűek, vagy kisebbek. Utóbbi esetben csak egy-egy mélyedést bélel ki, vagy tölt ki a nem karsztos fedő. A paleotöbrök, vagy paleouvalák kitöltésében igazi depressziók jöttek létre. Ezekben előfordulhatnak víznyelők (a depresszióban vízzáró fedő van), vagy utánsüllyedésszerű töbrök (a depresszióban vízáteresztő fedő van).

#### *4.1.3. Takarós allogén fedett karszt*

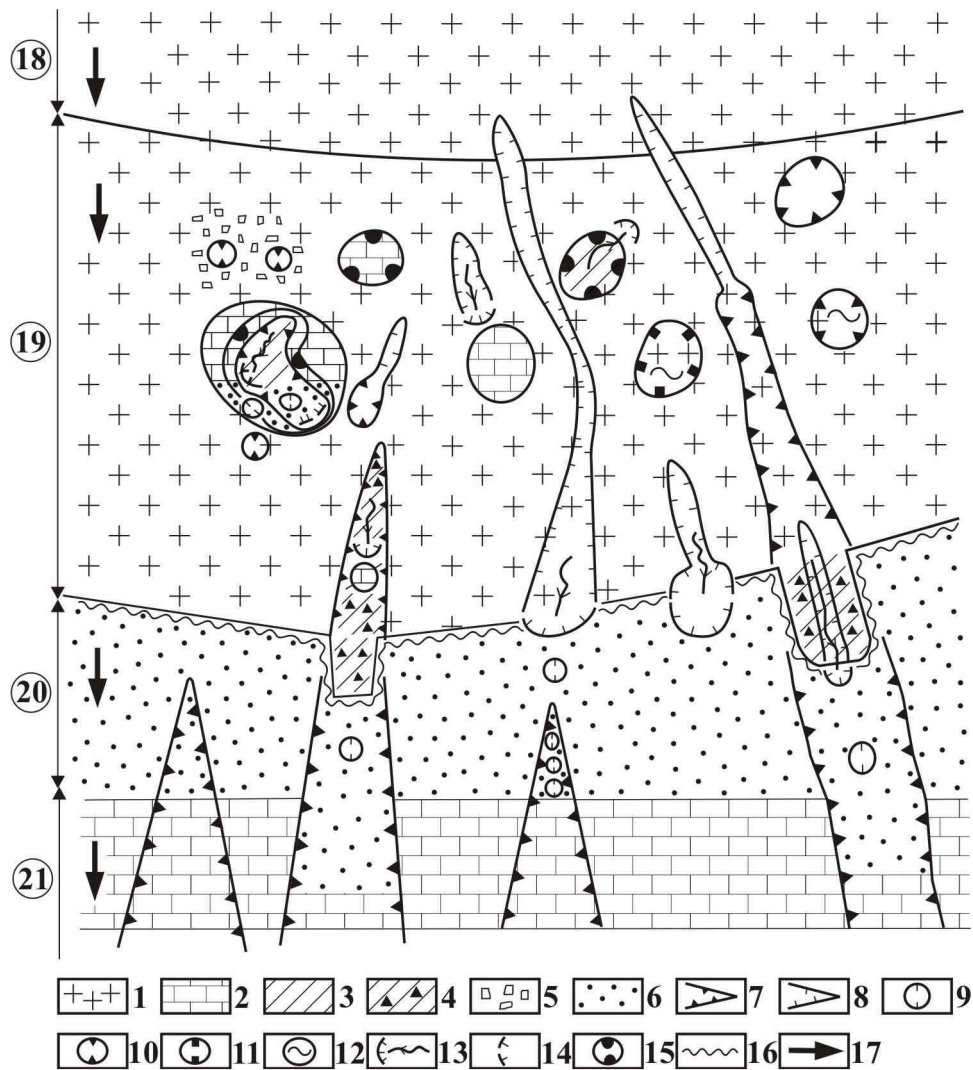
A nem karsztos összeálló/tömött/kompakt vízzáró kőzet a karszton lehet takarós kifejlődésű. A takaró kialakulhat tengerelborítás, vagy lávaömlés során. Jellegzetes takarós allogén fedett karszt a Kab-hegy. A Kab-hegy zónái elszigetelt fedett karszt, eltemetett karszt (karsztos ablakokkal), rejtett karszt és fedetlen karszt az eltemetett karszt zónájához rejtett karszt karsztos, valamint fedetlen (ahol a felszíni karsztformák hiányoznak, *9. ábra*). Itt igazi kőzethatáron víznyelősor jött létre (pl. Macska-lik). A víznyelők képződési helye eltávolodhat a bazalt peremétől. Ez akkor következik be, ha a bazalt egy a mészkövön kialakult völgy felső részét kitöltötte. Ekkor a völgy vízfolyása bazalttörmelékkel bélelte ki a mészköves, fedetlen völgytalpokat a bazalttakaró pereméhez közeli részét. E bazalttörmelék elvégződésénél alakulhat ki víznyelő (pl. a Zsófia-pusztai víznyelő).

A karsztosodás a bazalt belsejében is végbemehet, ha a fekvő morfológiája nem egyenletes, mélyedésekkel és magaslatokkal tagolt. A karsztosodó foltok a fekvő mészkő magaslatok felett alakulnak ki. E lokális bazalttal övezett karsztosodó térszíneket nevezzük karsztos ablakoknak. A rejtett karszt kifejlődhet a karsztos ablakok területén is.

A Kab-hegyen a karsztos ablakok az alábbi módon jöhetnek létre:

- A bazaltot erodáló vízfolyás feltárja a karsztos fekvő bazalttal elfedett magaslatát, ahol víznyelő alakul ki a völgytalpon (pl. Tönkölyös-víznyelő, *9. ábra*).

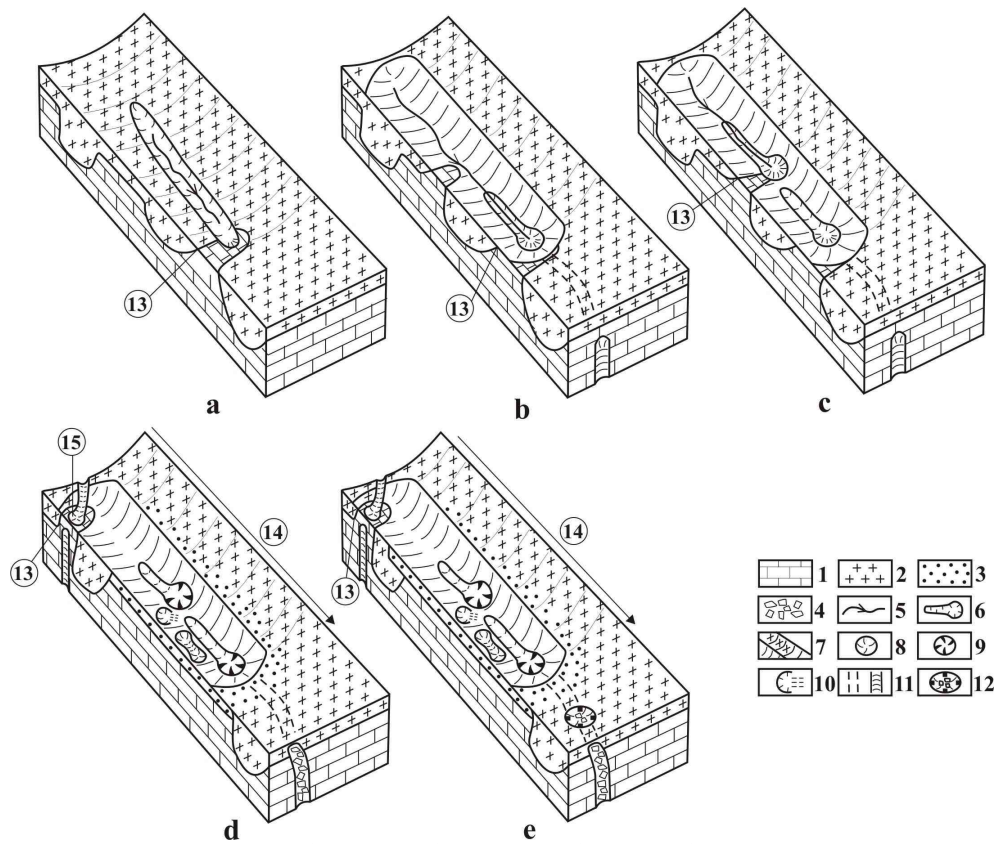




9. ábra: Takarós allogén karszt karsztos zónái (Kab-hegy példáján, lépték nélkül, elvi ábra)

Jelmagyarázat: 1. vízzáró (bazalt) kőzet, 2. mészkő, 3. mállási maradék, 4. folyóvízi áthalmazódásos kőzettörmelék, 5. helyben keletkezett bazalttörmelék, 6. vízáteresztő fedő (löss), 7. epigenetikus völgy, 8. még nem átöröklődött völgy, vízmosás, 9. utánsüllyedéses töbör, 10. átöröklődéses töbör, 11. bazalttal kitöltött egykori depresszió, 12. tó, vízenyős terület, 13. víznyelő, 14. inaktív víznyelő, 15. fedőüledékes depresszió, 16. igazi kőzethatár, 17. a felszín dőlésiránya, 18. elszigetelt fedett karszt, 19. karsztos ablakokkal megszakított eltemetett karszt, 20. rejtett karszt, 21. fedetlen karszt

Fig. 9. Karstic zone of the napped allogenic karst (presented on Kab Mountain, without scale, theoretical sketch)  
 Legend: 1. non-permeable (basalt) rock, 2. limestone, 3. weathering remnant, 4. fluvial redeposited debris, 5. basalt debris elluvium, 6. permeable superficial deposit (loess), 7. epigenetic valleys, 8. prospective epigenetic valleys, gully, 9. subsidence dolines, 10. caprock dolines, 11. former depression filled with basalt, 12. lake, swampy are, 13. ponor, 14. inactive ponor, 15. depression of the superficial deposit, 16. real boundary of the rocks, 17. the inclination of the surface, 18. buried karst, 19. buried karst with karst windows, 20. latent karst, 21. bare karst



10. ábra: Az M-2 jelű rendszer kialakulása (Kab-hegy)

Jelmagyarázat: 1. mészkő, 2. bazalt, 3. lösz, 4. omladék, 5. vízfolyás, 6. víznyelő és völgye, 7. mélyedés a bazalton és a bazaltról átöröklődött völgy, 8. szuffóziós tőbör, 9. víznyelőből átalakult tőbör, 10. aszimmetrikus szuffóziós tőbör, 11. víznyelő járata ill. kürtő, akna 12. átöröklődött tőbör, 13. kőzethatár, 14. fedőüledékes depresszió, a. a karsztos fekének a bazalttal el nem borított sávjánál, kőzethatáron víznyelő képződik, b. a völgy egy része átöröklődik a mészkőre, a víznyelő víze a bazalt alatt a mészkőben barlangot alakít ki, c. a völgy további része öröklődik át a mészkőre, újabb víznyelő képződik, d. újabb víznyelő alakul ki (Óreg-Köves víznyelő) újabb kőzethatáron, a korábbi víznyelők feltöltődve tőbörre alakulnak, lösz képződik, a szárazzá váló völgy talpán, oldalában és peremén, szuffóziós tőbrök képződnek, e. a bazalton omlással, átöröklődéses tőbör képződik

Fig.10. The development of the M-2 system (Kab Mountain)

Legend: 1. limestone, 2. basalt, 3. loess, 4. debris, 5. gully, 6. ponor and the valley, 7. a depression on the basalt and the caprock valley on the basalt, 8. suffosion dolines, 9. dolines developed from a ponor, 10. asymmetric suffosion dolines, 11. the channel of the ponor, respective chimney, shaft, 12. caprock doline, 13. rock boundary, 14. depression of the superficial deposit, a. ponor is developed at the karstic bedrock where it is not covered by basalt, b. a portion of the valley is also generated in the limestone, the water of the ponor develops caves under the basalt, c. the rest of the valley will turn into epigenetic valley on the limestone and new ponors develop, d. new ponor develops (i.e. Óreg-Köves víznyelő) on the boundary of the rocks, the previously generated ponors will fill transform into dolines, loess is generated, in the valley becoming dry suffosion dolines are developed on the bottom-, on the flank- and on the rim of the valley, e. on the basalt terrain caprock dolines are developed trough break downs.

- A mészkő magaslatot nem fedte el a bazalt. A mészkő előbukkanásnál víznyelő képződik. Ennek völgye átöröklődik a mészkőre. A lefejeződés hátrálása miatt a víznyelőképződés a vakvölgyben újabb helyen következik

be (pl. az Öreg-köves víznyelő). Az úgy kialakult víznyelő(k) elvezető járata átnyúlik a bazalttal fedett térszín alá, ahol a járat beszakadás eredményeként átöröklődött töbrök képződnek (pl. az M-1 jelű „víznyelő”, 10. ábra).

- A bazaltból kiemelkedő mészkő magaslaton töbrök képződnek, miáltal annak magassága csökken, felszínén mállási maradék halmozódik fel. Amikor a karsztos ablaknál a felszín magassága a környező bazalt szintje alá csökken, az ablak elfedődése/betakarása fokozódik, mert a környező bazalt térszínről is hordalékot kap. Így az elfedett egykori magaslat lesz az eltemetett karsztos folt. A területéről lefolyó vizek víznyelőt hoznak létre gyakran a bazaltperem közelében (pl. a Torma-rét területe).

- A bazaltban vízzáró betelepülés van (vörösgyag, vagy az alsóbb helyzetű fekvő bazalt pad vízzáró), amely a beszivárgó vizeket a mészkő fekvő magaslatához tereli, ahol karsztosodás történik (NÉMETH 2005).

A Kab-hegyen számos tó, ill. vizenyős mélyedés fordul elő. Ezek lehetnek átöröklődéses eredetűek, valamint bazalttal részlegesen kitöltött paleokarsztos depressziók.

## 5. Következtetések

- A vizsgált középhegységi karsztok lehetnek recens allogén fedett karsztok, megújuló allogén fedett karsztok és takarós eltemetett karsztok.

- A középhegységi karsztokon fedett-, fedetlen-, részben fedett (kevert) zónák váltakozhatnak.

- E zónák kiterjedése, elrendeződése függ

- a nem karsztos kőzetek településétől, keletkezési módjától,
- a hordozó karsztos térszín helyzetétől,
- a fedő lepusztulásának módjától és mértékétől.

## IRODALOM

BALOGH K.-JÁMBOR Á.-PARTÉNYI Z.-RAVASZNÉ BARANYAI L.-SOLTI G. (1982): A dunántúli bazaltok K/Ar radiometrikus kora - Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1980-ról pp. 243-260, Budapest.

BLEAHU, M. (1976): Structural position of the Apesuni Mountains in the Alpine System - Revue Roumaine de Geologie, Geophysique et Geographie: Serie de Geologie, v. 20. p. 7-19.

CSÁSZÁR, G. szerk. (1997): A Magyarország Litosztratigráfiai Alapegységei, MÁFI kiadvány, Budapest, 114.p.

FORD, D. C.-WILLIAMS, P.W. (2007): Karst Hidrology and Geomorphology - John Wiley Sons Ltd, Chicester 562 p.

- FÜLÖP J.* (1989): Bevezetés Magyarország geológiájába - Akadémia Kiadó, Budapest, 246 p.
- GYURICZA GY.- ELSHOLZ L.* (2006): Negyedidőszaki képződmények - In: Szentpétery I.-Less Gy. (szerk.) Az Aggteleki-hegység földtana, MÁFI Tájégségi térképsorozata - Magyarázó, Budapest, pp. 54-55.
- HEVESI A.* (1986): Hidegvizek létrehozta karsztok osztályozása - Földrajzi Értesítő 35, (3-4), pp. 231-254.
- JAKUCS L.* (1977): Morphogenetics of Karst Regions - Adam Hilgar, Bristol, 284 p.
- JÁMBOR Á.* (1980): A Dunántúli Középhegység pannóniai képződményei, MÁFI Évkönyve LXII. kötet, p.244.
- JENNINGS, J. N.* (1985): Karst Geomorphology - Basil Blackwell, Oxford 293 p.
- JENNINGS, J. N. and SWEETING, M. M.* (1963): The limestone ranges of the Fitzroy Basin, Western Australia - Bonner Geographische Abhandlungen 32, 60 p.
- JUGOVICS L.* (1954): A Déli-Bakony és a Balatonfelvidék bazaltterületei - Földtani Intézet Évi Jelentése 1953-ról, pp. 65-87, Budapest
- KOVÁCS S.* (1984): Tisza-probléma és lemeztectonika-kritikai elemzés a koramezozoós fácieszónák eloszlása alapján - Földtani Kutatás 27 (1) p. 55-72.
- LESS GY.* (1998): Földtani felépítés – In: Boross G. (ed): Az Aggteleki Nemzeti Park, Mezőgazda, pp. 26-66, Budapest, 519 p.
- LESS GY.* (2011): Magyarország földtana -Miskolci Egyetem Földtudományi Kar –  
[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033\\_SCORM\\_MFFTT6\\_00231/sco\\_03\\_03.htm](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFFTT6_00231/sco_03_03.htm)  
 (2013. február 10.)
- LÓCZY L.* (1913): A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése - A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei, I. K. 617 p. Budapest
- PALMER, N. A.* (2004): Mammoth Cave Region, United States - In: Gunn, J. (ed.): Encyclopedia of Caves and Karst Science, Fitzroy Dearborn, pp. 495-499, New York, London, 902, p.
- SÁSDI L.* (1990): Az Aggtelek-Rudabányai-hegység karsztjának földtani fejlődéstörténete - Karszt és Barlang I. pp. 3-8.
- SWEETING, M. M.* (1956): Geological Survey of Jamaica, Geological Survey of Jamaica
- SWEETING, M. M.* (1966): The weathering of limestones, with particular reference to the Carboniferous Limestones of northern England - In: Dury,

G. H. (ed.) *Essays in Geomorphology* Heinemann, pp. 177-210, London.

*SWEETING, M. M.* (1973): *Karst Landforms* - Columbia University Press, New York, 362 p.

*VERESS M.* (1992): Karsztmorfológiai sajátosságok a Pádis fedett karsztjának példáján - *Földrajzi Közlemények* CXVI (3-4) pp. 125-141.

*VERESS M.* (2000a): Középhegységi karsztok néhány típusa - *Földr. Közl.* CXXIV (1-4) pp. 1-28.

*VERESS M.* (2000b): Covered karst evolution in the Northern Bakony Mountains, W-Hungary - *A Bakony Természettud. Kut. Eredményei*, 23, 167 p. Bakony Természettudományi Múzeum, Zirc

*VERESS M.* (2009): Investigation of covered karst form development using geophysical measurements - *Zeits. f. Geomorph.* 53(4) pp. 469-486.

*VERESS M.* (2010a): A magyarországi eltemetett és rejtett karsztos térszínek felszínfejlődése - *Földr. Közlemények* 134 (4) pp. 373-391.

*VERESS M.* (2010b): Adalékok az Aggteleki-fennsík völgyeinek fejlődéséhez - *Karszt és Barlang*, 2008 évf. I-II. pp. 3-12.

*VERESS M.* (2012a): Fedőüledékes depressziók típusai és kialakulásuk - *Földr. Közl.* 136(1) pp. 2-21.

*VERESS M.* (2012b): New data on the development of the Baradla Cave - *Acta Carsologica* 42: (2-3) pp. 193-204.

*WALTHAM, A. C., SMART, P. L., FRIEDERICH, H., EAVIS, A. J. and ATKINSON, T. C.* (1983): The caves of Gunung Sewu, Java - *Cave Science*, 10 (2) pp. 55-96.

*WILLFORD, G. E.-WALL, J. R. D.* (1965): Karst topography in Sarawak - *J. Trop. Geogr.* 21. pp. 44-70.

*WILLIAMS, P. W.* (1966): Limestone pavements: with special reference to Western Ireland - *Transactions of the Institute of British Geographers* 40, pp. 155-172.

*WILLIAMS, P. W.* (1987): Geomorphological inheritance and the development of tower karst - *Earth Surface Processes and Landforms* 12 (5) pp. 453-465.

*ZÁMBÓ L.* (1998): Felszínalaktani jellemzés - In: Baross G. (ed): *Az Aggteleki Nemzeti Park*. Mezőgazda pp. 70-96, Budapest

*ZHANG Z.* (1980): Karst types in China - *Geo Journal* 4 (6) pp. 541-570.