

A MAGYARORSZÁGI ELTEMETETT ÉS REJTETT KARSZTOS TÉRSZÍNEK FELSZÍNFEJLŐDÉSE¹

VERESS MÁRTON²

DEVELOPMENT OF CRYPTOKARSTIC AND LATENT KARSTIC SURFACES
IN HUNGARY

Abstract

We investigated covered karstification in four karst areas of Hungary using geophysical methods. We established that dolines-with-ponor (subsidence doline) develop where the permeable covering sedimentary rock is thin, or impermeable beds of covering sedimentary rock wedge out. Dolines-with-ponor may develop when the covering sedimentary rock is thick if a pit developed earlier on the limestone floor. The characteristic features of covered karstification change on accumulation surfaces. Closed forms develop in the covering sedimentary rock during denudation (depressions of the sedimentary rock). These depressions in the sedimentary rock due to further denudation (sediment was transported from their bottoms into the karst) may reveal the underlying forms (solution dolines, uvalas, blind valleys) of the limestone floor. We present the genetic types of covered karst forms and list their occurrences in different karst areas.

Keywords: cryptokarst, latent karst, dropout doline, suffusion doline, doline-with-ponor, depression of the sedimentary rock

Bevezetés

E tanulmányban a magyarországi fedett karsztos felszínek néhány fejlődési típusát, továbbá a folyamatot előidéző fedett karsztosodást mutatjuk be.

A hazai fedett karsztok kutatása csaknem egy évszázados múltra tekint vissza. Zárt, vagy eltemetett karsztjaink (a fedő vízzáró) kutatása során a felszíni vízhálózat átöröklődési feltételeit HEVESI A. (1980), következményeit JAKUCS L. (1971), HEVESI A. (1978, 1980) és DÉNES GY. (1971) vizsgálta. DÉNES GY. (1971) szerint a vízzáró lepusztulása miatt a karszt egyrészt átalakul, másrészt a korábbi vízzáró pereménél lévő víznyelők aknabarlanggá, többörré (többörtóvá) formálódnak. Az eróziós barlangok állapota és min-tázata is megváltozik; a korábbi főágak feltöltődnek, újabb barlangágak alakulnak ki.

A fedett karsztok HEVESI A. (1986) szerint lehetnek eltemetett (a fedő vízzáró) és rejtett karsztok (a fedő vízáteresztő). Az előbbit zárt, míg utóbbit fedett karsztnak is nevezik (RÓNAKI L. 1970). A szakirodalomban a fedett karszt elnevezést használják az eltemetett, de a rejtett karsztra is, sőt esetenként a kettő megkülönböztetése nélkül mindkettőre.

Eltemetett karsztjaink jól ismertek és tanulmányozottak. Ilyen területek például a Bakonyban a Csatkai Kavics Formáció anyagával fedett rögrészletei és az Aggteleki-karszton a Baradla felszíni vízgyűjtőjét alkotó térszínek. A rejtett karsztos térszíneket kevésbé tartják számon az irodalomban. Ilyenek említhetők a Bakonyból (Tési-fennsík, Hárskúti-, Porvai-medence stb.), a Mecsekből Orfű és Abaliget környékéről, valamint a Bükkből és az Aggteleki-hegységből, ahol kisebb-nagyobb elkülönülő foltokban fejlődtek ki és még kevésbé tanulmányozottak.

¹ Készült a T048585 sz. OTKA támogatásával.

² Nyugat-magyarországi Egyetem Természettudományi és Műszaki Kar, Földrajz- és Környezettudományi Intézet, Természetföldrajzi Tanszék. Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4. (vmarton@ttmk.nyme.hu)

A nem karsztos fedőn létrejött töbröknek három típusát különítik el (CIVIĆ, J. 1893; CRAMER, H. 1941; THOMAS, T. M. 1954; JENNINGS, J. E. 1985): az átöröklődéses, az utánsüllyedéses és a víznyelő jellegű töbröt. Az átöröklődéses töbrök vízzáró kőzetek (pl. homokkő, bazalt) képződnek. Itt a vízvezetést a fekére a fedő törései teszik lehetővé. Az utánsüllyedéses töbrök vízáteresztő fedőn képződnek. E töbrőtípusnak újabban két változatát is elkülönítik (DRUMM, E. C. et al. 1990; THARP, T. M. 1999; WALTHAM, A. C. – FOOKES, P. G. 2003). Lezökkenéses töbrő („dropout doline”) alakul ki akkor, ha a fedő összeálló üledék és annak egy része a feké járataiba beomlik. Szuffúziós töbrő akkor képződik, ha az anyagihiányos részbe a nem összeálló (laza) fedőüledék nem omlással kerül (WILLIAMS, P. 2003; WALTHAM, A. C. – FOOKES, P. G. 2003), hanem a fedő a feké járataiba halmozódik szuffúzióval, lejtőleomlással, tömörődéssel, a nagyobb szemcsék süllyedésével. Gyakori rejtett karsztokon, különösen, ha a fedő vékony, még akkor is, ha az kevésbé összeálló, hogy az utánsüllyedéses töbrő kialakulása lezökkenéssel, omlással kezdődik, majd a forma fejlődése során a fedő anyaga már a fentebb említett folyamatok valamelyikével szállítódik a karsztba. E töbrök kialakulásának oka: a feké, annak oldódása miatt anyagihiány jön létre (kürtő képződik), majd az anyagihiány átöröklődik a fedőre (VERESS, M. 2000, 2009a). E fedett karsztos formákat (utánsüllyedéses töbrő) víznyelős töbröknek nevezem. A hazai karsztokon gyakoriak a fosszilis víznyelős töbrök is. Ezek olyan, egykori szuffúziós vagy lezökkenéses töbrök, amelyek részben vagy teljesen feltöltődtek üledékekkel. Területükön a kitöltő üledék vízzárásának mértékétől függően állandó vagy időszakos tavak jöhetnek létre. Feltöltött aljzatukon az összegyűlt vizek elfolynak (túlfolyás). Ezáltal a környezetükben kialakult aktív víznyelős töbrök „vízgyűjtő területét” (háttér- vagy táplálóterületét) képezik.

A víznyelős töbrök VERESS, M. (2000, 2006a, 2008a) szerint kialakulhatnak szingenetikus, illetve posztgenetikus karsztosodás során. Szingenetikus karsztosodás esetén a feké kürtője és a fedőn létrejött víznyelős töbrő kialakulási kora megegyező. A víznyelős töbrő a fekéen éppen képződő kürtő által okozott anyagihiány miatt alakul ki. Posztgenetikus karsztosodás esetén a feké kürtője idősebb, mint a fedőn létrejött víznyelős töbrő. Ez esetben is kezdetben, miután a fekéen kürtő van, a fedőüledékes felszínen víznyelős töbrő jön létre. Később a térszín feltöltődése miatt ez utóbbi feltöltődik, majd eltemetődik, a kürtő kitöltődik. A fedőben az egykori mélyedés helyén lencsés üledék-betelepülés jön létre. Ha a kürtő később üledékeit veszíti, a fedőn (amely lehet az idősebb víznyelős töbrő kitöltése is) újabb, a kürtőnél fiatalabb víznyelős töbrő alakul ki.

Megemlítjük, hogy elkülönítenek „buried” dolinát, amely a fekéen levő idős, karsztos mélyedést kitöltő üledék tömörödésével képződik, az üledék mélybe mosódása (BEZUIDENHOUT, C. A. – ENSLIN, J. F. 1970; BRINK, A. B. A. 1984), illetve a karsztvízszint süllyedése miatt (JENNINGS, J. E. 1966). A tömörödést a fedőben lejátszódó kémiai folyamatok is okozzák (WILLIAMS, P. 2003).

Fedett karsztokon ún. fedőüledékes depressziók is kialakulhatnak (VERESS, M. 2000, 2008a, 2009a). Ezek a fedőüledékben kialakult zárt, lefolyástalan formák. Átmérőjük viszonylag nagy (50 m-nél nagyobb), míg mélységük kicsi (néhány méter). Belsejükben több különféle víznyelős töbrő is előfordul (pl. lezökkenéses töbrő, szuffúziós töbrő, fosszilis víznyelős töbrő).

WALTHAM, A. C. – FOOKES, P. G. (2003) szerint a fedett karsztos töbrök különböző típusai a karszt különböző fejlődési fázisaiban jönnek létre. Így például a fiatal fázisban kicsi és kevés, míg az érett fázisban sok szuffúziós és lezökkenéses töbrő alakul ki. Összetett karsztban a „buried” töbrő, az ún. extrém karsztban (amely állapotot a trópusi karsztot jellemzi) az összes fedett karsztos forma előfordul.

Módszerek

Magyarország négy karszterületén (Bakony, Mecsek, Bükk, Aggtelek) VESZ- (vertikális elektromos szondázás) méréseket (1. táblázat) végeztünk, amelyekkel megállapítottuk a különböző helyeken a fekü mélységét, a fedőüledékek összeleteit és vastagságukat.

1. táblázat – Table 1

VESZ-mérések a különböző karszterületeken
VES measurements in the different karst areas

Karszterület	Kutatási hely száma a karszterületen	Az elvégzett VESZ-mérések száma	Geoelektromos-földtani szelvények száma	A geoelektromos-földtani szelvények által keresztezett víznyelős töbrök száma
Bakony	7	346	71	36
Mecsek	3	105	12	23
Bükk	2	64	18	8
Aggtelek	2	67	14	8

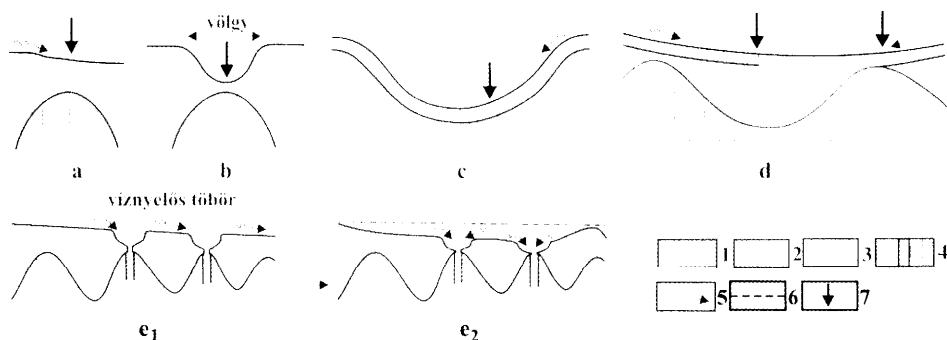
Az egyes helyeken számított rétegsorokat összeillesztve, a kialakított mérési vonalak mentén metszetek szerkeszthetők (geoelektromos-földtani szelvény). Ezeken a felszín (a fedett karsztos formákkal) a mészkőfekü, az összelethatárok (és így a különböző fedőüledékek) lefutása, a fedő szerkezete, valamint a különböző kőzetek számított ellenállás értékei kerülnek ábrázolásra. A mészkőfekü lefutása a mészkő előbukkanási helyeinek a figyelembevételével kiegészíthető, pontosítható.

A fedett karsztos formák kialakulása

A fedőüledékes térszíneken szingenetikus víznyelős töbrök (utánsüllyedékes töbrök) ott alakulnak ki, ahol a felszínen vagy a fedőben kiékelődő vízzáró (pl. agyagos) összeletek fordulnak elő vagy a fedő lokálisan vékony (VERESS M. 2008a, 2009a, b).

Lokálisan vékony fedő kialakulhat feltöltődés során akkor, ha a fekü kiemelkedésekkel (küszöbökkel, magaslatokkal) tagolt (1/a ábra, 2. ábra) vagy akkor, ha fedő lokálisan lepusztul. Többnyire a fedő vékony kifejlődéséhez mind a fekü egyenetlensége, mind a lokális lepusztulás hozzájárul (1/b ábra). Lokális üledék kivékonyodási helyeinél létrejött víznyelős töbrök a Bakonyban jellemzőek, de előfordulnak a Bükkben, valamint az Aggteleki-hegységben is. A geofizikai szelvények adatai szerint a Bakonyban a vizsgált 37 víznyelős töbör 78,4%-a (26) eltemetett magaslat felett helyezkedik el. Ugyanakkor a víznyelős töbrök alatt a fedőüledék vastagsága többnyire kicsi. Különösen így van ez a szingenetikus víznyelős töbröknél. A megvizsgált 21 szingenetikus víznyelős töbör 33,3%-ában 3,5 m-nél kisebb, 47,6%-ában 3,51–6,0 m közötti a fedő vastagsága (VERESS M. 2005, 2006a, 2008a). Ha a fedő vastagsága 3,5 m-nél kisebb, a víznyelős töbör közvetlenül omlással alakul ki (járat nélküli víznyelős töbör). Az omlást a fekün kialakult vakkürtő beomlása, kürtővé alakulása okozza (VERESS, M. 2000). Ez esetben kialakulásának kezdetén a víznyelős töbör lezökkenéssel töbör, amely fejlődése során átalakulhat (ha a fedő kevésbé összeálló) szuffúziós töbörre. Ha a fedő vastagsága 3,5 m-nél nagyobb, a fekü kürtőjének kialakulása a fedőn vakjárat kialakulását eredményezi a fekü kürtője által gerjesztett anyaghiány miatt (VERESS, M. 2005, 2006a,

2006b, 2008a, 2009a). Ekkor a víznyelős töbrör ott alakul ki, ahol a vakjárat felett a fedő beomlik vagy besüllyed (járatos víznyelős töbrör).



1. ábra Fedett (rejtett) karsztosodás helyei és depresszió kialakulása (VERESS, M. 2008b). – 1 – mészkő;

2 – vízáteresztő fedőüledék; 3 – agyag; 4 – kürtő; 5 – vízáramlás és anyagszállítás a felszínen;

6 – eredeti felszín; 7 – potenciális rejtett karsztosodási hely; ezek a helyek ott jönnek létre, ahol a fekvő kiemelkedése felett kismértékű a feltöltődés (a), lokális lepusztulás történik (b), a vízzáró kiemelkedik (c, d); e – fedőüledékes depresszió kialakulása: víznyelős töbrök (utánsüllyedéses töbrör) képződnek (e1), amelyek környezetéből a fedőüledék lepusztul és e karsztformákon keresztül a karsztba szállítódik, ezért a fedőüledékben zárt mélyedés képződik (e2)

Figure 1 Locations of the covered (latent) karstification and development of depression of covering sedimentary rock (VERESS, M. 2008b). – 1 – limestone; 2 – permeable covering sedimentary rock; 3 – clay; 4 – pit; 5 – water flow and sediment transport on the surface; 6 – original surface; 7 – the potential sites of the latent karstification: it is where accumulation can be small above the elevation of limestone floor (a) denudation happens locally (b), or impermeable beds wedge (c, d); e – development of the depression of covering sedimentary rock: dolines-with-ponor (subsidence dolines) develop (e1) surroundings the covering sedimentary rock from where the covering sediments are transported through these karst forms into the karst, therefore a closed depression develops in the covering sedimentary rock (e2)

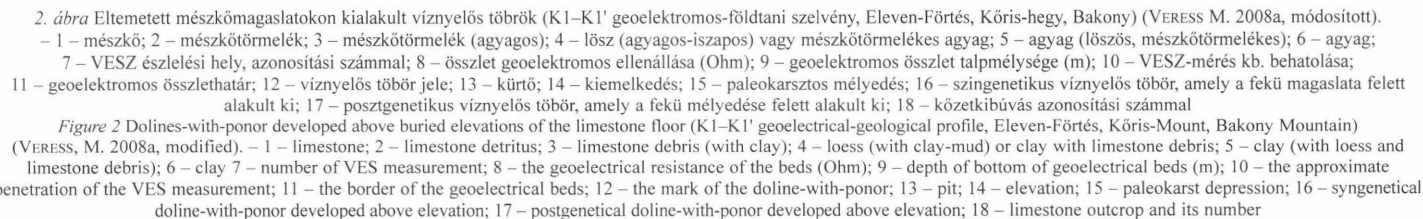
Méréseink szerint 6,01 m-nél nagyobb fedővastagság esetén többnyire posztgenetikus víznyelős töbrök képződnek. A Bakonyban a 16 posztgenetikus víznyelős töbrör 56,3%-a 6,01 m-nél nagyobb fedővastagságú helyen jött létre.

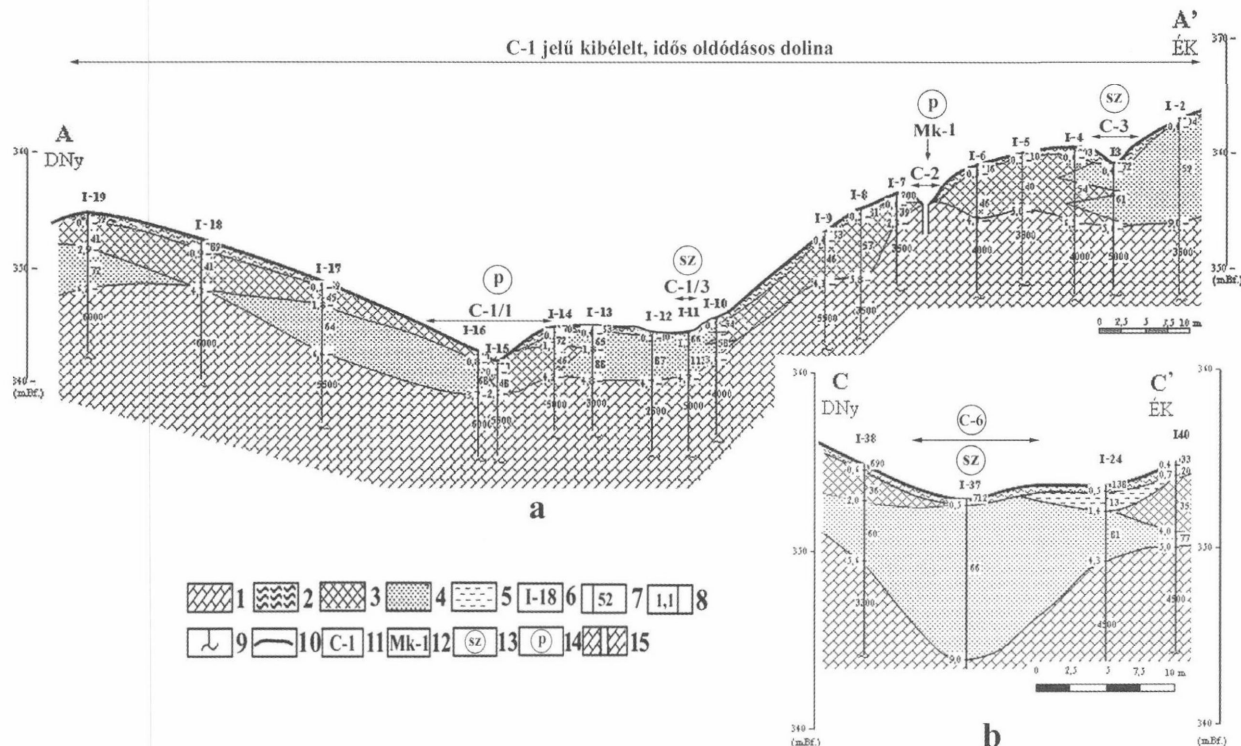
Vízzáró összletek kiemelkedésénél létrejövő víznyelős töbrök mutathatók ki a Mecsek-hegységben (VERESS, M. 2009b; 1/c, 1/d ábra, 3. ábra).

A fedőüledékes depressziók (továbbiakban depressziók) akkor alakulnak ki, ha a fedőüledék lokálisan lepusztul (VERESS M. 2009a). Ez akkor történhet meg, ha a fedőüledék a karsztos mélyedéseken keresztül a karszt belsejébe szállítódik (1/c ábra).

Valamely víznyelős töbrör szín- vagy posztgenetikus eredetének megállapítása csak külön vizsgálattal lehetséges. Viszont a morfológiai bélyegek figyelembevételével kialakulásának módja megállapítható. Így, ha a képződmény aljzatán a fekvőközet előbukkan, a víznyelős töbrör közvetlen omlással jött létre. Ha nem bukkan elő, akkor a fedőben kialakult vakjárat felszínre nyílásával alakult ki. (A különböző víznyelős töbrörtípusok főbb jellemzőit a 2. táblázatban mutatjuk be.) E töbrörtípusok is felismerhetők morfológiájuk elemzésével. A szuffóziós töbrör fedőüledékes oldallejtőin nincsenek meredek szakadási felületek. A lezökkenéses töbrör fedőüledékes oldallejtőin viszont igen, amelyek gyakran a talajra és a gyeptakaróra is áterjednek. A lezökkenéses töbrörben a fedő leomlott darabjai kisebb-nagyobb halmokat alkotnak. A lezökkenéses töbrör és szuffóziós töbrör ugyanazon a fedett karszton együtt is előfordulnak.

Hazai (rejtett) karsztjainkon főleg a szuffóziós víznyelős töbrör a gyakoriak, de előfordulnak lezökkenéses töbrör is. Utóbbiak a Bakonyban, elsősorban a Tési-fennsíkon jellemzőek, de előfordulnak a mecseki karszton is. Fosszilis víznyelőtöbrör főleg a Bakonyban vannak, de nem ritkák a Bükk (Nagy-mező) vagy az Aggteleki-hegység rejtett karsztjain sem.





3. ábra Kibélt (a) és eltemetett (b) töbrök és azok víznyelős töbrei (utánsüllyedéses töbör) a Mecsek-hegységből (VERESS M. 2009b).

– 1 – mészkő; 2 – talaj, homok, kőzetliszt; 3 – agyag (mészkőtörmelékes, homokos); 4 – homok-löss (mészkőtörmelékes); 5 – agyag; 6 – VESZ észlelési hely, azonosítási számmal; 7 – összlet geoelektromos ellenállása (Ohm); 8 – geoelektromos összlet talpmélysége (m); 9 – VESZ-mérés kb. behatolása; 10 – geoelektromos összlethatár; 11 – víznyelős töbör jele; 12 – kőzetkibúvás; 13 – szingenetikus víznyelős töbör, amely agyag kiékelődésénél alakult ki; 14 – posztgenetikus víznyelős töbör; 15 – kúrtő

Figure 3 Partly accrued (a) and covered up dolines (b) of Mecsek Mountain and their dolines-with-ponor (subsidence doline) (VERESS, M. 2009b).

– 1 – limestone; 2 – soil, sand, aleurit; 3 – limestone detritus (with clay, and with sand); 4 – sand-loess (with limestone detritus); 5 – clay; 6 – number of VES measuring;

7 – the geoelectrical resistance of the beds (Ohm); 8 – depth of bottom of the geoelectrical beds (m); 9 – the about penetration the VES measuring;

10 – the border of the geoelectrical beds; 11 – the mark of the doline-with-ponor; 12 – outcrop of the limestone; 13 – syngenetical doline-with-ponor, which developed at the wedding of the clay; 14 – postgenetical doline-with-ponor; 15 – pit

A Bakony víznyelős töbreinek genetikai osztályozása (VERESS, M. 2009a)
Genetic classification of doline-with-ponors in the Bakony (VERESS, M. 2009a)

Tipus jele	Altípus jele	szingenetikus jele	Változat db	posztgenetikus jele	db	Külső üledékvastagság és intervalluma [m]	Belső átlaga	Kialakulása, típusa	A forma morfológiája
I	Ia	Ia ₁	7	–	–	2,4 / 1,6–3,4	0,0 / –	a vakkürtő beomlik, az omlás áterjed a fedőre (A)	a fedő üledékben kialakult oldal-lejtők meredek szakadási felületek, járat nincs, kürtőben (barlang) folytatódik
	Ib	Ib ₁	4	Ia ₂	1	1,8 / –	0,0 / –	a kürtő üledékeit veszíti, a fedő beomlik (A)	mint az Ia ₁
		Ib ₂	4	–	–	3,96 / 2,0–5,33	1,47 / 0,9–2,0	a vakjárat feletti üledék süllyed (az anyaghiány oka szuffúziós vagy gravitációs eredetű szállítás), vagy omlik, vagy a járat falai lepusztulnak (A, B)	az oldal-lejtők lankásak (süllyedés) vagy meredekes (omlás), a talpon a járat kapuja jelen lehet, de hiányozhat is
	Ic	Ic ₁	4	Ib ₂	4	6,14 / 5,3–7,4	3,22 / 1,2–4,7	a járat és a kürtő üledékeit veszíti, ezért a kifejlődő vakjárat feletti üledék süllyed vagy omlik (A, B)	mint az Ib ₁
		Ic ₂	3	–	–	5,45 / 4,4–6,4	0,0 / –	a fedőben járat képződik, a mélyedés aljzatáról az üledék a járaton keresztül a karsztba szállítódik, a járat felemészthető (B)	lankás oldallejtő, aljzaton szálkőzet kürtővel, járat nincs
		Ic ₃	3	Ic ₂	3	5,27 / 3,5–6,9	0,0 / –	mint az Ic ₁	mint az Ic ₁
II	IIb	IIb ₁	4	–	–	5,28 / 3,6–8,6	2,95 / 1,0–5,0	mint az Ib ₁	mint az Ib ₁
		IIb ₂	3	IIb ₂	3	9,22 / 5,33–15,0	6,67 / 3,13	mint az Ib ₁	mint az Ib ₁
III	IIIa	–	–	IIIa ₂	2	10,05 / 9,6–10,5	1,85 / 1,2–2,5	a fekvő mélyedésének a kitöltése a nagyméretű kürtőbe beleomlik (A)	meredek oldalú mélyedés (az oldal-lejtők többnyire omlással alakultak ki), aljzatán barlang (kürtő), az aljzat egyenetlen
	IIIb	IIIb ₁	3	–	–	6,70 / 5,11–8,33	4,29 / 3,55–5,0	a fedőüledék mészkőtörmelék a fekvő mélyedésében, amelyen az esővíz elszívárogthat, vagy lehet agyagos kőzet, amelynek a széléről az esővíz beszívárogthat a fekvőre, a víz elszállítja a fekvő mélyedés kitöltésének egy részét (B)	mint az Ib ₁
		IIIb ₂	3	IIIb ₂	3	11,0 / 4,6–20,0	7,67 / 3,5–11,5	a kürtő üledékeit veszíti, a fedőben járat képződik, felette a fedő süllyed (B)	mint az Ib ₁

Megjegyzések: külső üledékvastagság (kűv): a víznyelős töbrök peremén mért üledékvastagság átlaga

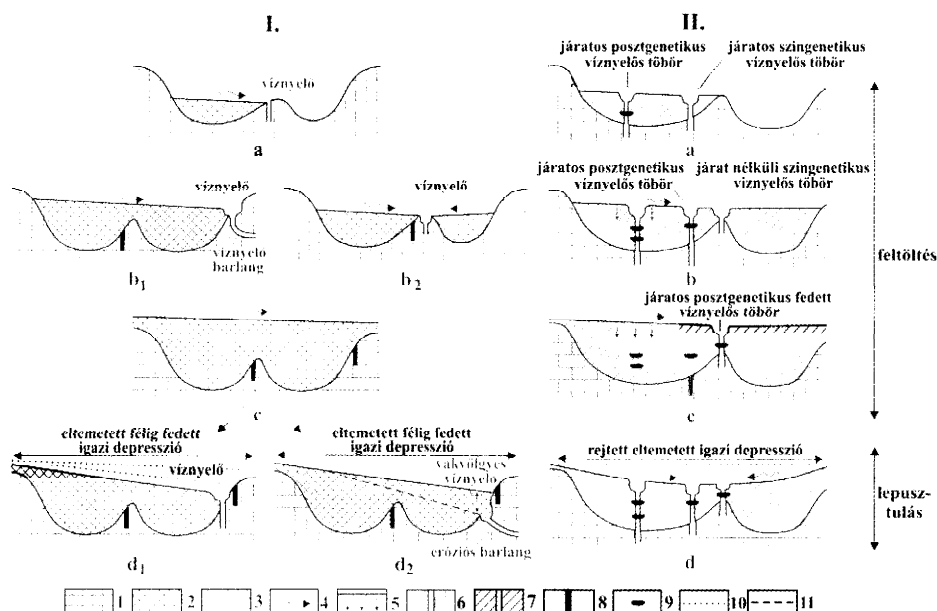
belső üledékvastagság (bűv): a víznyelős töbrök belsejében mért üledékvastagság

I. – a mélyedés alatt a fekvő magaslat van: Ia: kűv kicsi, Ib: kűv közepes, Ic: kűv közepes, a mészkő előbukkan a mélyedés aljzatán

II. – a mélyedés alatt a fekvő magaslatának az oldallejtője van; III. – a mélyedés alatt a fekvő mélyedés van: IIIa: a bűv kicsi, IIIb: a kűv nagy

A: lezökkenéses töbrök; B: szuffúziós töbrök

A depressziók a fekü morfológiája, az elborítottság mértéke és a fedő jellege szerint osztályozhatók. A fekün a depresszió alatt lehet zárt mélyedés (igazi depresszió) vagy bár ott a zárt mélyedés ugyan hiányzik, de az magaslatokkal tagolt (áldépresszió). Elborítottságuk szerint lehetnek fedett vagy félig fedett depressziók. Fedett a depresszió, ha oldalajtóin a fekü még nem bukkan elő (1/e ábra), félig fedett, ha már előbukkan (4/I.d2 ábra). Ha a fedő vízzáró, a depresszió eltemetett, ha vízáteresztő, akkor rejtett karsztos depresszióról van szó.



4. ábra Nagyobb méretű karsztos mélyedések, mélyedésrendszerek (uvalák) eltemetett (I) és rejtett (II) karsztosodása (VERESS, M. 2008b). – 1 – mészkő; 2 – vízzáró fedőüledék; 3 – részben vízáteresztő fedőüledék; 4 – vízáramlás és anyagszállítás a felszínen; 5 – vízelszívárgás; 6 – kúrtó; 7 – járat; 8 – kitöltött kúrtó; 9 – lencsés üledékszerkezet; 10 – egykori felszín; 11 – völgy talpa. a – részleges feltöltődés; b – teljes feltöltődés; lb1 – közhathár a mélyedésrendszer pereménél; lb2 – a mészkő ablakot alkotva bukkan elő az elborításból; c – eltemetődés; d – lepusztulás; Id1 – az eltemetett karsztban a fedő lepusztulása areális, a közhatháron víznyelő alakul ki és félig fedett, eltemetett, igazi depresszió jön létre; Id2 – az eltemetett karsztban völgyképződés történik, a közhatháron vakvölgyes víznyelő alakul ki; IId – a fedőüledékben félig fedett, rejtett, igazi depresszió jön létre

Figure 4 Cryptokarst karstification (I) and latent karstification (II) of greater sized karst depression and systems of karst depression (uvalák) (VERESS, M. 2008b). – 1 – limestone; 2 – impermeable covering sedimentary rock; 3 – partly permeable covering sedimentary rock; 4 – water flow and transportation of the sediment on the surface; 5 – water percolating; 6 – pit; 7 – passage; 8 – burrow infilled pit; 9 – lenticular structural sediment; 10 – former surface; 11 – the bottom of the valley. a – partial accumulation; b – full accumulation; lb1 – junction is at the margin of the depression system; lb2 – the limestone crops out of the covering sedimentary rock like a window; c – covering up; d – denudation; Id1 – sinkhole and partly covered, cryptokarst, true depression of the covering sedimentary rock develop at the junction of the denudation of the covering sedimentary rock due to sheet wash of the cryptokarst; Id2 – sinkhole develops at the junction in the blind valley when the development of the valley happens on the cryptokarst; IId – half covered latent true depression of the covering sedimentary rock develops

Fedett karsztos térszínnek fejlődése a magyarországi karsztokon

A karsztosodás történhet a karsztban feltöltődés, majd lepusztulás során (VERESS M. – FUTÓ J. 1990). A fedő kialakulhat olyan fekün, amelyen vagy a kiemelkedések, vagy a mélyedések uralkodnak. A mélyedések lehetnek töbrök, uvalák, víznyelők, vakvölgyek, lefolyástalan töbrösoros szárazvölgy-részletek.

Ha a vízzáró fedő a fekü mélyedését tölti ki, az eltemetett (zárt) karszt foltszerű, amely az allogén karszt egy speciális esetének tekinthető. A zárt karszt peremén, kö-zethatáron karsztperemi víznyelők alakulnak ki (4/I.a ábra, 4/I.b1 ábra). Ettől azonban eltérés is lehet. Előfordulhat, hogy a karsztos mélyedésrendszer magaslatai nem fedőd-nek el, de környezetük igen. Ahol a mészkő ablakszerűen előbukkan egy foltban, víz-nyelő alakul ki. (Példaként említhető az Acskó-rét, ahol a mészkőbe beékelődött homok-kőben egy néhány száz m-es kiterjedésű mészkősáv őrződött meg.) Ezért a vízzáró üledékes térszín belsejében is előfordulhat víznyelő (4/I.b2 ábra). A zárt karszt feltöltő-dés során elfedődik (4/I.c ábra).

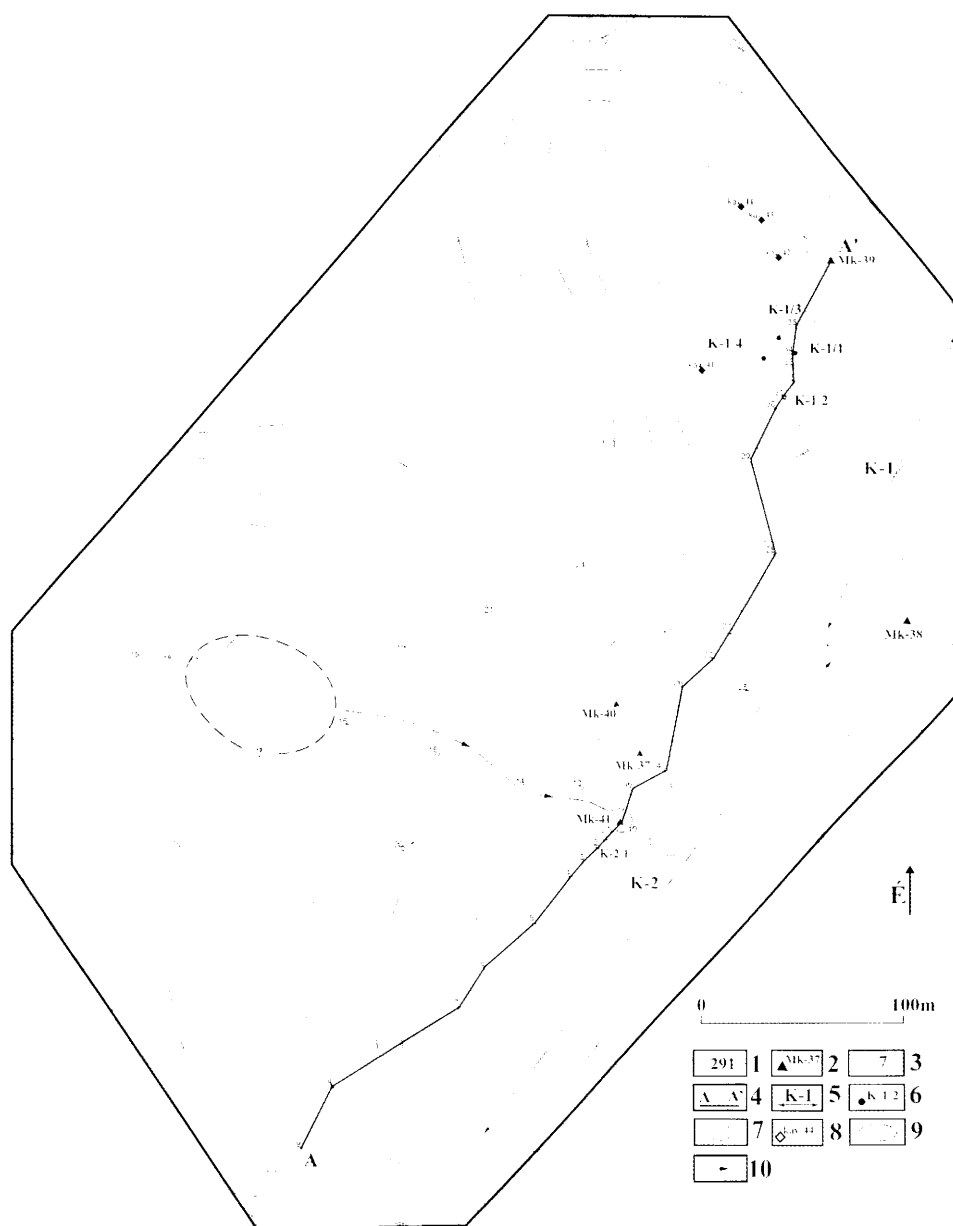
A fedőüledék lepusztulása során is eltemetett karszt alakulhat ki. A lepusztulásnak kitett fedő foltokra különül vagy eleve foltos kifejlődésű a szerkezeti viszonyok miatt (lásd alább). Az eltemetett karszton, eltemetett depressziók jönnek létre, ha víznyelő(k) alakul(nak) ki kö-zethatáron. A fedőüledék-folt lepusztulása történhet pluvialis erózióval (4/I.d1, 4/II.d ábra) vagy lineáris erózióval (4/I.d2 ábra). A vízzáró lepusztulását első-sorban lineáris erózió okozza, ami a víznyelőktől hátráló medrekben vagy völgyekben történik. Medrek és nem völgyek alakulnak ki a depressziókban, ha a lineáris erózió idő-tartama rövid, a vízgyűjtő kicsi, a víznyelő üledék befogadó képessége kicsi vagy a fedő-üledék kevésbé vízzáró. Ha a fedőüledékes felszínen völgyek fejlődnek ki, akkor vak-völgyes víznyelők képződnek (4/I.d2 ábra). A fedő lepusztulása végbemehet egyidejűleg pluvialis és lineáris erózióval is. Különösen akkor lehet ilyen vegyes lepusztulásra szá-mítani, ha a depresszió aljzatán a medrek és/vagy völgyek sűrűn fordulnak elő, ugyanis a pluvialis erózió hat e formák oldalajtóin, illetve a mederközi és völgyközi hátakon. Ha a zárt karszton a kitöltésnek csak a felső része vízzáró és e fedő alatt vízáteresztő üledék van, előző lepusztulását követően a zárt karszt rejtett karsztá is átalakulhat.

Eltemetett depressziók fordulnak elő az Aggteleki-karszton, például a Dász-töbörben, a Teresztényei-fennsík peremén, a Tó-lápa egyik részmélyedésében, a Keserű-tó lapájá-ban (5., 6. ábra). Ilyen képződmények említhetők a Baradla-barlang vakvölgyeinek kör-nyékéről. Az itt előforduló zárt, fedőüledékben kialakult formákat LÁNG S. (1971) víznyelő-medencéknek nevezte. Ugyancsak ilyen depressziók említhetők az Alsó-hegy környékéről (Bába-völgy, Acskó-völgy, Bükk-lápa, Derenki-medence), amelyeket MÓ-GA J. (2002) „felszín alatti megcsapolású medence”-ként írt le. Ez utóbbiak homokkővön jöttek létre.

A Dász-töbör depressziója valószínűleg a fekü paleokarsztos mélyedését kitöltő pan-non korú fedőben képződött, mivel az a felszíni lepusztulás során a paleokarsztos mélyedésben megmaradt. A fedő lepusztuló része a töbör vakvölgyes víznyelőjén ke-resztül a karsztba szállítódott (a lepusztult anyagot főleg a Szabadság-barlang fogadhat-ta be). A Dász-töbör depressziója igazi, félig fedett, eltemetett depresszió. A Keserű-tó lapája fedett, eltemetett, igazi depresszió, amelynek azonban a víznyelője nem vakvöl-gyes, mivel hozzá egy meder kapcsolódik (5. ábra).

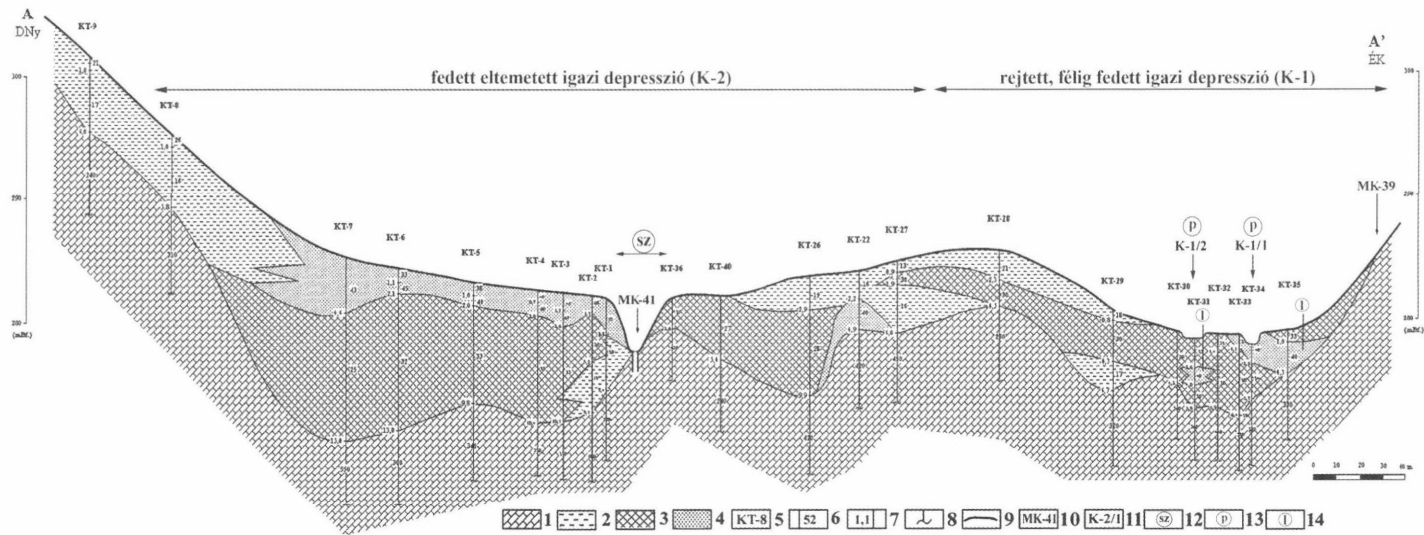
A Baradlát tápláló víznyelők vízgyűjtőjén a mészkőfekü, billenése miatt, mélyebb helyzetben van, ezért fedett nem karsztos kőzettel. Itt az eltemetett karszt depresszióinak a kialakulását az tette lehetővé, hogy a víznyelők völgyeiben lineáris erózió történt/tör-ténik. (A depressziók létrejöttéhez hozzájárult a völgyoldalakon és a völgyközi hátakon végbemenő pluvialis erózió is.) Az itt kialakult depressziók félig fedett, eltemetett ál-depressziók.

Az Alsó-hegy depressziói (Acskó-völgy, Bába-völgy, Bükk-lápa, Derenki-medence) a mészkőbe beékelődött homokkősávok felszíneinek lepusztulása során jöttek létre. A ho-



5. ábra Fedett, eltemetett, igazi depresszió (a K-2 jelű a Keserű-tó lábaja) térképe (Teresztenyei-fennsík, Aggteleki-hegység) (VERESS, M. 2008b). – 1 – szintvonal; 2 – kőzetkibúvás azonosítási számmal; 3 – VESZ észlelési hely, azonosítási számmal; 4 – szelvény nyomvonala; 5 – félig fedett, rejtett, igazi depresszió; 6 – víznyelős többör jele; 7 – víznyelő; 8 – mészkőkavics előbukkanása azonosítási jellel; 9 – eltemetett víznyelő; 10 – meder

Figure 5 The map of covered, cryptokarst, true depression of the sedimentary rock (K-2 Teresztenyei Plateau, Aggtelek Mountain) (VERESS, M. 2008b). – 1 – contour line; 2 – limestone outcrop and its number; 3 – number and place of the VES measuring; 4 – the line of profile; 5 – half covered, latent true depression of covering sedimentary rock; 6 – mark of the doline-with-ponor; 7 – sinkhole; 8 – limestone gravel outcrop and its number; 9 – covered up sinkhole; 10 – gully



6. ábra Részben fedett, rejtett, igazi depresszió (K-1) és fedett, eltemetett, igazi depresszió (K-2) A–A' jelű geoelektromos-földtani szelvénye (Teresztenyei-fennsík) (VERESS, M. 2008b).
 – 1 – mészkő; 2 – agyag; 3 – agyag (mészkő-törmelék-sand); 4 – homok-kavics-löss (mészkőtörmelék); 5 – VESZ észlelési hely, azonosítási számmal;
 6 – összlet geoelektromos ellenállása (Ohm); 7 – geoelektromos összlet talpmélysége (m); 8 – VESZ-mérés kb. behatolása; 9 – geoelektromos összlethatár; 10 – kőzetkibúvás azonosítási jellel;
 11 – víznyelős töbrör jele; 12 – szingenetikus víznyelős töbrör a fekü kiemelkedése felett; 13 – posztgenetikus víznyelős töbrör a fekü mélyedése felett; 14 – lencsés üledékszerkezet
 Megjegyzés: a depresszió (K-1) fedőüledékes felszíne átmenetet képez az eltemetett karszt (az agyag jelenléte miatt) és a rejtett karszt (mivel a belsejében nincs völgy vagy meder, továbbá mert a víznyelős töbrörök aljzatán a mészkő nem bukkan elő) között

Figure 6 Covered, cryptokarst, true depression of the covering sedimentary rock (K-2) partly covered latent true depression of the sedimentary rock (K-1) geoelectrical-geological profile marked A–A' (Teresztenye Plateau) (VERESS, M. 2008b). – 1 – limestone; 2 – clay; 3 – clay (with limestone detritus-sand); 4 – sand-gravell-loess (with limestone detritus);
 5 – number and place of VES measuring; 6 – the geoelectrical resistance of the beds (Ohm); 7 – depth of bottom of the geoelectrical beds (m); 8 – the about penetration of he VES measuring;
 9 – the border of the geoelectrical beds; 10 – the place of limestone outcrop and its number; 11 – mark of doline-with-ponor; 12 – syngenetical doline-with-ponor which developed above elevation; 13 – postgenetical doline-with-ponor from which developed above depression; 14 – lenticular sediment structure

Note: The surface of the covering sedimentary rock of the depression (K-1) is a transition between the cryptokarst (because of the clay beds) and the latent karst (because there not are valleys or a gully in its internal, concerning the fact that limestone does not outcrop at the bottom of the dolines-with-ponor)

mokkó lepusztulásában medrek (Bába-völgy), illetve a völgyek (Bükk-lápa) is szerepet játszottak. A depressziók félig fedett, eltemetett, áldepressziók.

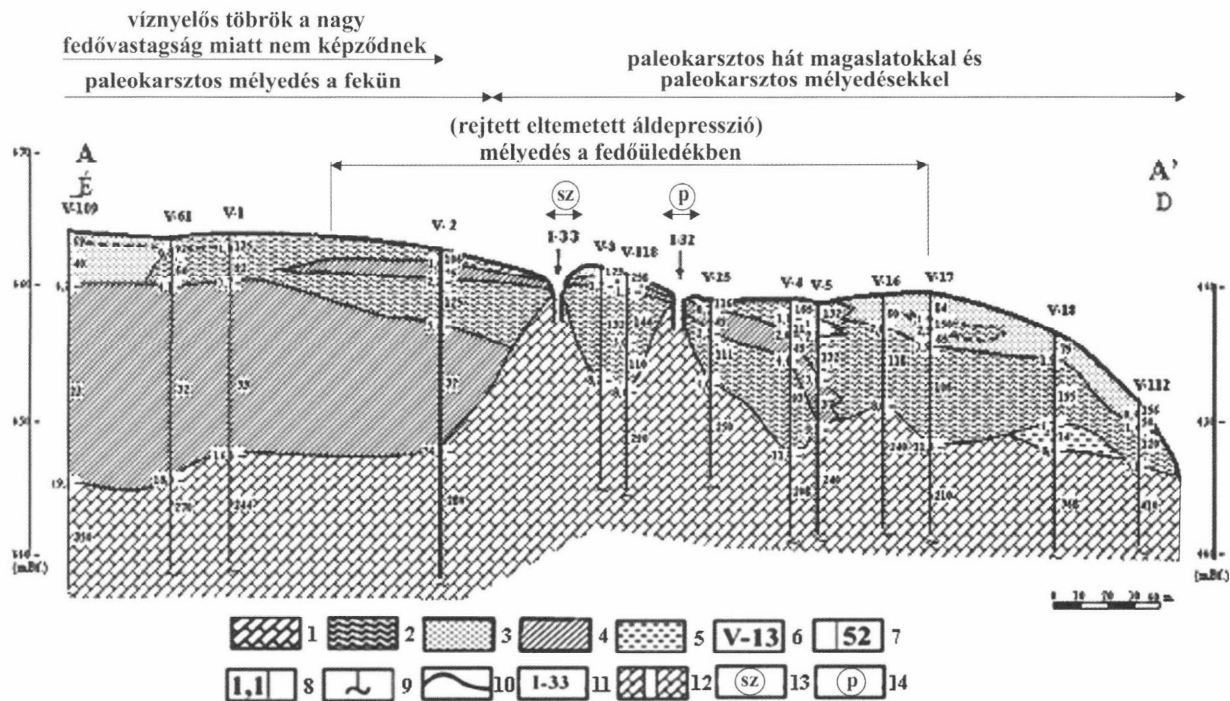
ZÁMBÓ L. (1998) az Aggteleki-karszton karsztos vakvölgyeket és töbörösoros száraz-völgyeket különít el. Az előzőek szerinte töbörök összeoldódásával képződtek, tehát genetikájuk szerint uvalák. Az így létrejött összetett képződmények talpát vörösföld fedi (részleges kitöltés). Az e képződmények belsejében kialakult víznyelők a fedő anyagát a karsztba szállítják. ZÁMBÓ L. (1998) az Aggteleki-fennsíkáról 76 uvalát említ. Ezek egy része valószínűleg félig fedett, eltemetett, igazi depresszió.

ZÁMBÓ L. (1998) szerint töbörösoros szárazvölgyek fejlődhetnek ki, ha a fedőről völgy-átöröklődés történt az egykori eltemetett karszton, vagy ha felszinközeli karsztvízszint-nél völgyfejlődés történik fedetlen karszton. Ahol a töbörösoros szárazvölgyben víznyelők (vagy vízáteresztő fedőnél víznyelős töbörök) képződnek, a talpi fedő a karsztba szállítódik. E helyeken a völgytalpon vakvölgyes depresszió képződik. (Megemlítjük azonban, hogy az idézett szerző e típusba sorolja a Baradlát tápláló víznyelők völgyeit is.) ZÁMBÓ L. (1998) ilyen képződményeket említ a Haragistyáról (12), a Nagyoldalról (18), az Aggteleki-fennsíkáról (a Baradla víznyelőinek völgyeivel együtt 14), az Alsó-hegy derénki részéről (8). A felsorolt képződményeknél még nem kellően ismert a fedő vízzárásának mértéke. Közöttük valószínűleg vannak olyanok, amelyekben a fedő vízáteresztő. Ezért mind a vakvölgyek, mind a töbörösoros szárazvölgyek depressziói lehetnek eltemetettek, de lehetnek rejtettek is. Sőt, akár ugyanannak a rendszernek egyes részei eltemetett, míg más részei rejtett depressziót képezhetnek, ha annak a talpán vízzáró, valamint vízáteresztő fedőfoltok váltakoznak.

Felszínfejlődés rejtett karszton

Ha a fedőüledék vízáteresztő, fedett (rejtett) karsztosodás történik (4/II. ábra). Feltöltődés során a rejtett karsztos térszín kiterjedése nő. A fedőüledék vastagságának változása miatt a rejtett karsztosodás jellege változhat. (Rejtett karsztosodás akkor történhet, ha a feltöltődés nem túlzottan gyors, vagy azt feltöltődésmentes időszakok szakítják meg.) A feltöltődés során a kiemelkedések (magaslatok, küszöbök) fokozatosan elfedődnek.

A feltöltődés kezdetén, 3,5 m-nél kisebb üledékvastagságnál a fekvő mélyedéseinek belsejében is kialakulhatnak víznyelős töbörök (járat nélküli víznyelős töbörök). A Mecsek kibélt dolinái képviselik ezt a fejlődési fázist (3. ábra). Ha a rejtett karszt a fekvőn kialakult egykori víznyelők, vakvölgyek területének feltöltődésével jön létre, az egykori víznyelő járatok is előidézhetik a víznyelős töbörök kialakulásához szükséges anyaghiányt. További feltöltődés esetén, 3,5–6,01 m-es fedővastagságnál a fekvő mélyedéseiben járatos, posztgenetikus víznyelős töbörök, a kiemelkedések oldalajtóin járatos víznyelős töbörök képződnek (4/II.a ábra). Amikor a kiemelkedések is elfedődnek, ezek felett járat nélküli víznyelős töbörök képződnek (ahol a fedővastagság < 3,5 m), míg az oldalajtókön, ahol a fedővastagság meghaladja a 3,5 m-t, járatos szingenetikus vagy posztgenetikus víznyelős töbörök jönnek létre. A fekvő mélyedéseiben, ahol a fedő vastagsága a 6 m-t is meghaladhatja, posztgenetikus járatos víznyelős töbörök képződnek (4/II.b ábra). Ez a feltöltöttségi állapot mutatható ki az Eleven-Főrtés (Bakony) egyik részletén (2. ábra). További feltöltődés során a fedővastagság olyan nagy lesz, hogy csak a kiemelkedéseken alakulhatnak ki legfeljebb járatos víznyelős töbörök (4/II.c ábra). Ugyanis az olyan szelvényszakaszokon, ahol bár a fedő vízáteresztő, de 20 m-es vagy ennél nagyobb vastagságú, már nem fordulnak elő víznyelős töbörök (7. ábra; V-1, V-61 jelű VESZ mérési helyeknél). További feltöltődés során a fedőüledék-folton a fedett karsztosodás megszűnhet (3. táblázat).



7. ábra Eltemetett paleokarsztos térszín fedőüledékében létrejött depresszió (A–A' jelű geoelektromos-öldtani szelvény a Tés-1 jelű területről, Tési-fennsík, Bakony; a szelvény a Tábla-völgy talpán helyezkedik el, iránya megegyezik a völgy irányával, ezért a szelvény mentén a fedő kivékonyodott a völgytalpi lepusztulás miatt) (VERESS, M. 2009a).

– 1 – mészkő; 2 – mészkőtörmelék (agyagos); 3 – lösz (homokos vagy mészkőtörmelék); 4 – lösz (agyagos-iszapos) vagy mészkőtörmelék; 5 – agyag; 6 – VESZ észlelési hely, azonosítási számmal; 7 – összlet geoelektromos ellenállása (Ohm); 8 – geoelektromos összlet talpmélysége (m); 9 – VESZ-mérés kb. behatolása; 10 – geoelektromos összlethatár; 11 – víznyelős töbrök jele; 12 – kúrtó; 13 – szingenetikus, a fekü magaslata felett kialakult víznyelős töbrök; 14 – posztgenetikus, a fekü magaslata felett kialakult víznyelős töbrök

Figure 7 Depression of the covering sedimentary rock which developed in the covering sedimentary rock of the denudated paleokarst surface (geoelectrical-geological profile marked A–A' Tés-1 area, Tési Plateau, Bakony Mountain; the profile is on the bottom of the Tábla Valley, its direction is the same as that of the bottom of the Tábla Valley, therefore the covering sedimentary rock suffered thinning along the profile because of denudation) (VERESS, M. 2009a). – 1 – limestone; 2 – limestone detritus (with clay); 3 – loess (with sand, or with limestone detritus); 4 – loess (with claymud) or clay with limestone detritus; 5 – clay; 6 – number and place of VES measuring; 7 – the geoelectrical resistance of the beds (Ohm); 8 – depth of bottom of the geoelectrical beds (m); 9 – the about penetration of the VES measuring; 10 – the border of the geoelectrical beds; 11 – mark of doline-with-ponor; 12 – pit; 13 – syngenetic doline-with-ponor, which developed above elevation; 14 – postgenetic doline-with-ponor, which developed above elevation

3. táblázat – Table 3

Különböző típusú víznyelős töbrök és az üledékvastagság közötti kapcsolat
Relationship between doline-with-ponors of different types and thickness of the covering sedimentary rock

Fedő legnagyobb vastagsága, m	Víznyelős a fekü mélyedésénél	töbrök kialakulási helye a kiemelkedés oldallejtőjén	a kiemelkedésen	A fedett (rejtett) karsztos térszín minősítése	Folyamat
< 3,5	járat nélküli sz.f.k.f.	nincs fedő	nincs fedő	részben feltöltődő mélyedés	Feltöltődés
3,51–6,0	járatos sz.f.k.f.	járat nélküli sz.f.k.f.	nincs fedő	részben feltöltődő mélyedés	
6,01–20,0	járatos p.f.k.f.	járatos sz.f.k.f.	járat nélküli sz.f.k.f.	a karsztos fekü elfedődött, a fedő-üledékes felszín sík vagy medrekkel, ill. völgyekkel tagolt	
>20,01	nem képződik víznyelős töbör	járatos p.f.k.f.	járatos sz. és / vagy járatos p.f.k.f.		
6,01–20,0	járatos p.f.k.f. (?)	járatos p.f.k.f.	járatos sz. és / vagy járatos p.f.k.f.	fedett vagy részben fedett rejtett igazi vagy áldepresszió	Lepusztulás
3,51–6,0	fosszilis f.k.f.	fosszilis f.k.f., járatos p.f.k.f. és járatos sz.f.k.f.	a legmagasabb kiemelkedések kitakaródnak, járatos és járat nélküli sz.f.k.f. képződnek (közepes magasságú kiemelkedéseken) járatos sz.f.k.f. és p.f.k.f. képződnek (alacsony kiemelkedéseken)	fedett vagy részben fedett rejtett igazi vagy áldepresszió	

Megjegyzés: f.k.f.: víznyelős töbör, sz.: szingenetikus, p.: posztgenetikus

A fentiek magyarázata a következő. A vízáteresztő fedő vastagodása a fedett karsztosodást nem gátolja meg, ugyanakkor, ha túlzottan megvastagszik, a víz itt tárolódik, s nem jut a karsztos fekébe. Vagy ha mégis, akkor a vastag fedő az anyaghiányt a porozitás növekedésével is képes kiegyenlíteni.

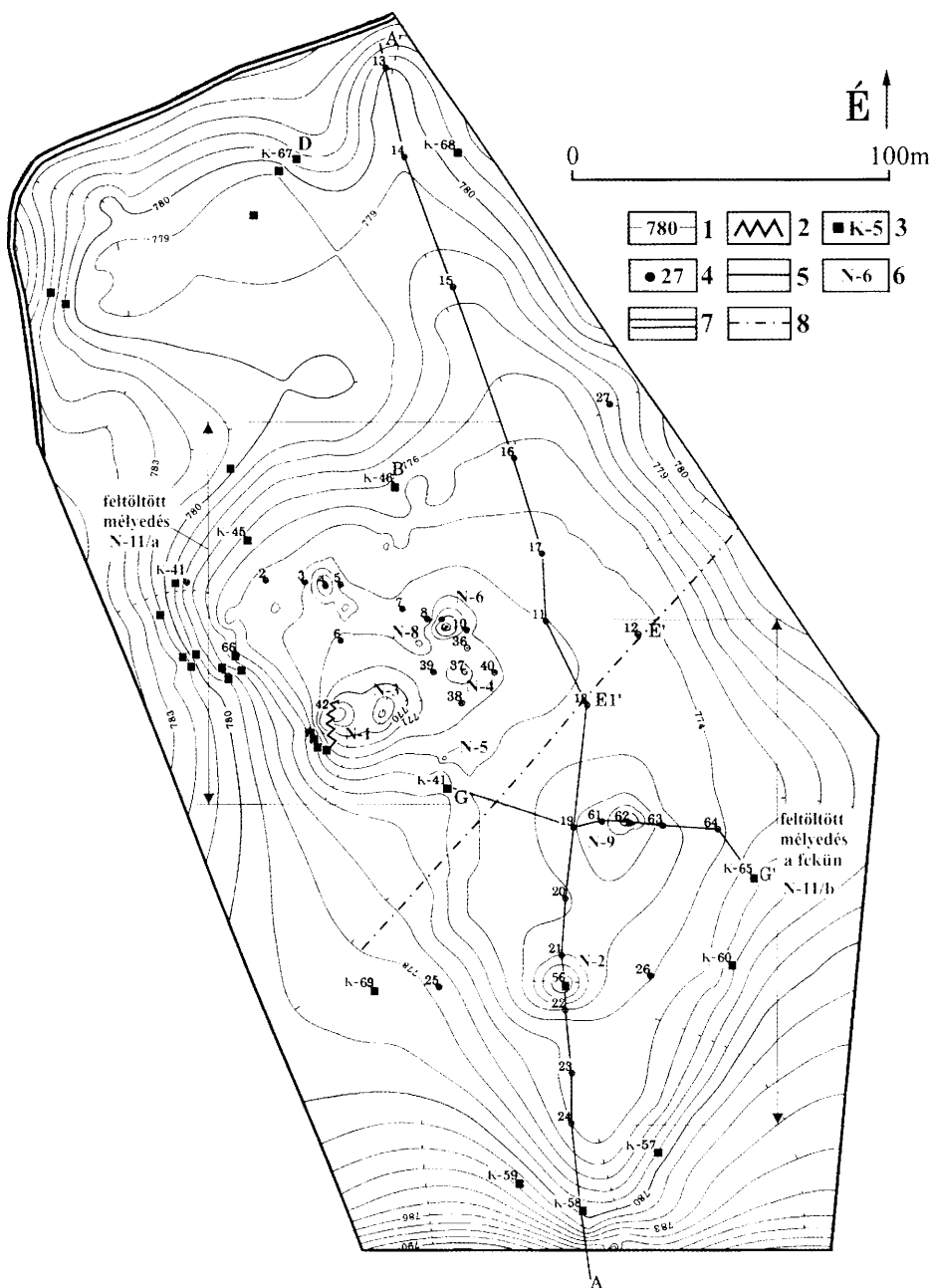
A feltöltődést lepusztulás követi. Lepusztulás esetén a rejtett karsztos térszín kiterjedése csökken. A kezdeti felszíni üledékszállítást mélységi, a karszt belsejébe irányuló szállítás követi. A fedő kivékonyodása miatt ugyanis az egykori víznyelős töbrök bármelyike aktivizálódhat (posztgenetikus karsztosodás). Kialakulhatnak azonban – nagyobb magasságú kiemelkedéseken, ahol a fedő leginkább kivékonyodik – járatos szingenetikus, majd a fedő további kivékonyodása során járat nélküli víznyelős töbrök is. A víznyelős töbrökön keresztül a fedő lepusztulása során végbemegy a mélységi anyagszállítás. Depressziók képződnek (1/e1–e2, 4. ábra). A depressziók laza fedőüledékeit a pluvialis erózió könnyen pusztítja. Ezért a depressziók mélyülése elsősorban pluvialis erózióval történik, de a víznyelős töbröktől hátrálással fejlődő medrekben a lineáris erózió is hat.

A Dunántúli-középhegységben, így a Bakonyban főleg az áldepressziók jellemzőek, mivel az idősebb karsztosodások eredményeként a fekü magaslatokra tagolódott. Ez a formakincs a középsőkréta requiniás (Mester-Hajag) és a középsőeocén mészkövekből felépült térszínekről említhető (pl. a Homód-árok környékén). E térszíneken a fedőüledék vékony, ezért a kismértékű lepusztulás is félig fedett, rejtett, áldepressziók létrejöttét eredményezte. A Bakonyban gyakoriak az epigenetikus völgyek, amelyek utólag részlegesen kitöltődtek, kibélelődtek fedőüledékkel (lösszel). A Tési-fennsík epigenetikus völgyeit kibélelő fedőüledék kivékonyodott a pluvialis erózió vagy a völgytalpakon végbement belső völgyképződés miatt. A völgytalpak vékony fedőüledékes helyein víznyelős töbrök alakultak ki, amelyek a karsztba továbbították a fedőüledéket. Ily módon főleg völgytalpi fedett, rejtett, áldepressziók jöttek létre a fennsíkon (7. ábra). A Bükkben és az Aggteleki-karszton számos helyen alakult ki a fekün zárt forma, amelyek kitölthettek vízáteresztő fedővel (részben ilyenek lehetnek a nagyméretű töbrök, az uvalák, a vakvölgyek, ha azokban a fedő vízáteresztő). E formák kitöltésében félig fedett, rejtett, igazi depressziók formálódtak ki. Ilyen depresszió például a Teresztenyei-fennsík a Veszettárpás-víznyelő vagy a Mátyás-kútja víznyelő töbre. (Megemlítjük, hogy a fenti víznyelő-elnevezések a töbröket kitöltő fedőn létrejött víznyelős töbrökre vonatkoznak.) Ilyen depresszió a Teresztenyei-fennsík peremén a Keserű-tó lábja melletti mélyedés is (6. ábra). Félig fedett, rejtett, igazi depresszió van a Nagy-mező (Bükk-fennsík) területén is, ahol egy vakvölgy részlegesen feltöltődött (8, 9/a ábra). A vakvölgy két feltöltött víznyelője közötti küszöbön járat nélküli szingenetikus víznyelős töbör alakult ki (9/a ábra), míg az egyik víznyelő kitöltésében egymás felett több (feltöltött) egykori, de különböző korú paleokarsztos víznyelős töbör található. Ezt az egymás feletti lencsés üledék betelepülések bizonyítják (9/b ábra).

A ZÁMBÓ L. (1998) által karsztos vakvölgyeknek és töbörösoros völgyeknek nevezett képződményekben is kialakulhatnak rejtett depressziók az Aggteleki-karszton. A fentebb említett völgyek talpán létrejövő víznyelős töbrök egyes völgyrészletek lefolyástalan-ságát okozzák, ugyancsak depressziók létrejöttét idézve ezzel elő. A karsztos vakvölgyek depressziói félig fedett, rejtett, igazi depressziók, míg a töbörösoros szárazvölgyekben inkább félig fedett, rejtett, áldepressziók fordulnak elő. A Bükk hegységi lábak egy része is valószínűleg depresszió (félig fedett, rejtett, igazi depresszió), de ilyenek a Kis-fennsíkon egyes töbörösoros völgyrészletek is. A mecseki karszt kibélelt töbrei inkább csak átalakulnak depresszióvá (fedett, rejtett, igazi depresszió).

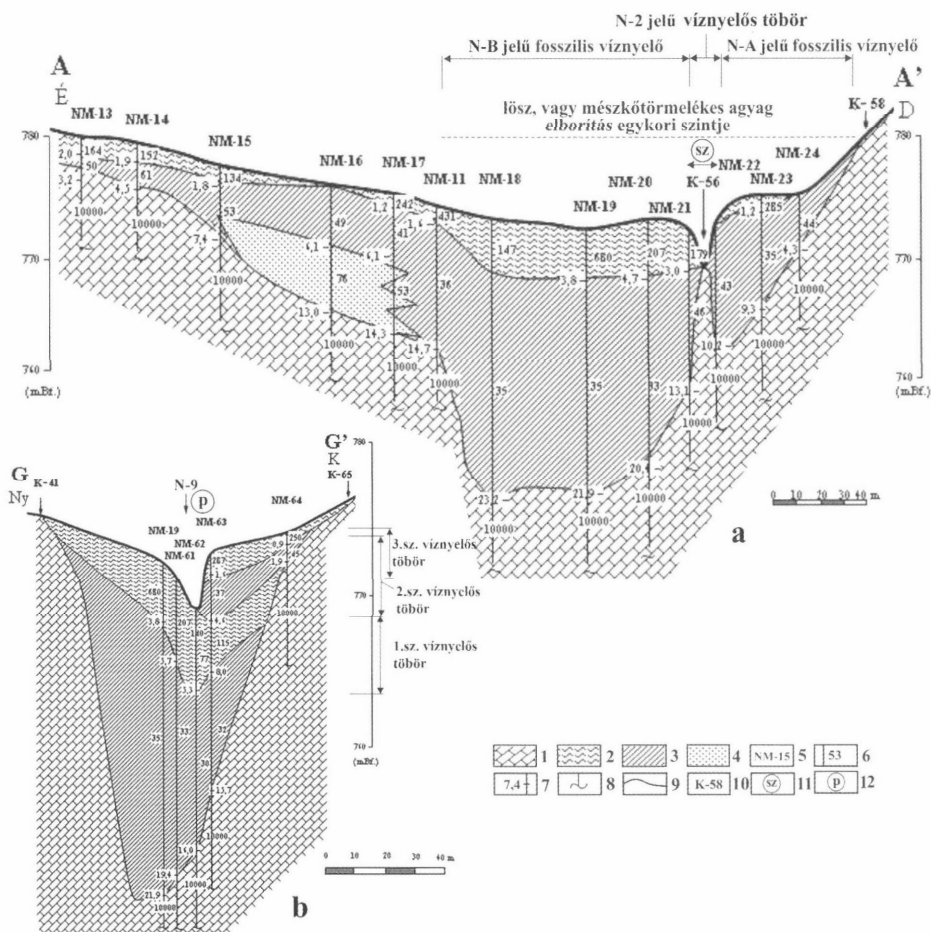
Rejtett, igazi depressziók területén e formák létrejötte előtt a fedő nagy vastagságú. A depresszió kialakulásának előfeltétele, hogy ennek jelentős mennyiségű anyaga pusztuljon le. Ez csak akkor lehetséges, ha a karszt üreghálózata fejlett.

Említettük, hogy a rejtett depressziók fosszilis víznyelős töbreinek területén vízzáró üledékitöltés jöhet létre. Ezen üledékfoltokról a víz nem elszivárog, hanem a felszínen elfolyik. A túlfolyt víz az aktív, fedett karsztos mélyedésekbe kerül. Tehát az olyan víznyelős töbröknek, amelyek környezetében vízzáró üledékkel feltöltött fosszilis víznyelős töbrök vannak, megnő a vízgyűjtő területük. Ez a jelenség elősegíti a depressziók még intenzívebb mélyülését. Egyre több fedett karsztos forma töltődhet fel, és jöhet létre területükön ezáltal vízzáró üledékfolt. Az egyre nagyobb vízzáró fedő folt(ok) miatt a csapadékvíz egyre kisebb hányada szivárog be és egyre nagyobb hányada folyik le a felszínen a depressziók aljzatán. A rejtett depressziókban ezért a vízzáró jelleg egyre inkább kifejlődik. Emiatt a depressziók fokozatosan eltemetett depressziókká alakulhatnak. A Bakonyban gyakoriak az olyan depressziók, amelyek aljzatán a vízzáró jelleg az említett folyamatok eredményeként nagymértékben kifejlődött.



8. ábra A részlegesen feltöltött vakvölgy területének a térképe a Nagy-mezőről (Bükk hegység) (VERESS M. – ZENTAI Z. 2009). – 1 – szintvonal; 2 – sziklafal; 3 – kőzetkibúvás, azonosítási számmal; 4 – VESZ észlelési hely, azonosítási számmal; 5 – szelvény nyomvonala; 6 – víznyelős töbrő jele; 7 – út; 8 – kerítés

Figure 8 The map of the area of the partly covered blind valley from Nagy Mező (Bükk Mountain) (VERESS, M. – ZENTAI, Z. 2009). – 1 – contour line; 2 – rock wall; 3 – limestone outcrop and its number; 4 – number and place of the VES measuring; 5 – the line of profile; 6 – mark of doline-with-ponor; 7 – road; 8 – fence



9. ábra Részleges üledékfeltöltődésnél létrejött rejtett kasztos térszín (Nagy-mező). a – A–A' szelvény; b – G–G' szelvény (VERESS M.–ZENTAI Z. 2009). – 1 – mészkő; 2 – mészkőtörmelék (agyagos); 3 – lösz (agyagos-iszapos) vagy mészkőtörmelékes agyag; 4 – lösz (homokos vagy mészkőtörmelékes); 5 – VESZ-mérés helye és azonosítási száma; 6 – összlet geoelektromos ellenállása (Ohm); 7 – geoelektromos összlet talpmélysége (m); 8 – VESZ-mérés kb. behatolása; 9 – geoelektromos összlethatár; 10 – mészkő-előbukkanási hely azonosítási számmal; 11 – szingenetikus víznyelős töbör, amely a fekvő magaslata felett alakult ki; 12 – posztgenetikus víznyelős töbör, amely kitiöltött víznyelő felett alakult ki

Figure 9 Latent karst surface which is created by partial accumulation (Nagy Mező). a – profile marked A–A'; b – profile marked G–G' (VERESS M.–ZENTAI Z. 2009). – 1 – limestone; 2 – limestone detritus (with clay); 3 – loess (with clay-mud) or clay with limestone detritus; 4 – loess (with sand, or with limestone detritus); 5 – number and place of VES measuring; 6 – the geoelectrical resistance of the beds (Ohm); 7 – depth of bottom of the geoelectrical beds (m); 8 – the about penetration of the VES measuring; 9 – the border of the geoelectrical beds; 10 – the place of limestone outcrop and its number; 11 – syngenetical doline-with-ponor, which developed above elevation 12 – postgenetical doline-with-ponor which developed above accruated sinkhole

Következtetések

– Az eltemetett karszton a karsztosodás vízzáró fedőnél közethatárnál, a rejtett karsztosodás vízáteresztő fedőnél üledékkivékonyodási helyeknél vagy a vízzáró összlet kiékelődésénél történik.

– A rejtett karsztokon a korábbi fedetlen karsztosodás formakincse vagy a fedő vízázó üledékfoltjai meghatározzák a rejtett karsztosodási helyeket.

– Feltöltődés esetén a feké karsztosodási helyei újra aktivizálódhatnak. E helyek felett a rejtett karsztosodás posztgenetikus lesz.

– Eltemetett karsztosodás során mind feltöltődéskor, mind lepusztuláskor a karsztosodási hely vándorolhat. A vándorlás iránya megegyezik a közethatár eltolódásának irányával. Ha a víznyelő az eltemetett karszt belsejében alakul ki, a feltöltődés folytatódása esetén a víznyelő kitöltődik, majd eltemetődik, környezetében újabb víznyelő nem jön létre. Ilyen helyeken a közethatár eltolódása nem következhet be.

– Rejtett karsztosodáskor a karsztosodás történhet ugyanazon a helyen, de változhat a jellege. A karsztosodási helyen szingenetikus járat nélküli víznyelős töbör helyett szingenetikus járatos víznyelős töbör, majd posztgenetikus járatos víznyelős töbör képződik. A fedett (rejtett) karsztosodás helye is eltolódhat. Az eltolódás a kisebb fedővastagságú helyek felé történik. Az eltolódás iránya, mértéke nagyon változatos lehet attól függően, hogy egy ilyen térszínen lepusztulás vagy feltöltődés történik-e, illetve hogy milyen a feké morfológiája. Ha a karsztosodás ugyanazon a helyen ismétlődik, a szingenetikus karsztosodást posztgenetikus karsztosodás követi. Ha a karsztosodás vándorol, akkor a fedett karsztosodás jellege nem feltétlenül változik.

– A feltöltődés során a feké formái eltemetődnek, lepusztuláskor a feké formái exhumálódnak.

– Eltemetett karszton a közethatár irányába dőlő aljzatú, eltemetett depresszió alakul ki. A közethatárnál víznyelő (areális lepusztulás) vagy vakvölgy (vonalas lepusztulás) képződik. Rejtett karszton is depresszió képződik, amelynek belsejében víznyelős töbörök fejlődnek ki. A rejtett depresszió aljzata változatos irányokba dőlhet.

– A depressziók ott jönnek létre, ahol a fedő lepusztulása lokális, az anyagszállítás térbeli, a karsztba irányuló. Lokális lepusztulás elsősorban ott történik, ahol a feké zárt mélyedés fejlődött ki vagy a karsztos kőzetet nem karsztos kőzetsávok szakítják meg. Rejtett depressziók akkor is létrejöhetnek, ha a feké csak magaslatokkal vagy nyitott mélyedésekkel tagolt. A fentiektől függetlenül depresszió akkor is kialakulhat, ha a víznyelőkhöz fűrtös mintázatú völgyrendszerek kapcsolódnak vagy a víznyelőkhöz kapcsolódó völgyek sugaras elrendeződésűek.

– A depresszió mérete utalhat a karszt üregesedtségére.

– A hazai karsztok zárt, nagyméretű formái kialakulásának értelmezése csak a fedett karszton végbement, nem karsztos lepusztulás figyelembevételével lehetséges.

– A depresszió minősítése a karszt előtörténetének, a fedő és a feké ismeretének figyelembevételével lehetséges. Ugyanakkor egy karsztterület depresszióinak minősítése segítséget adhat a karszt fejlődésének pontosabb megértéséhez, a karszt tipizálásához.

IRODALOM

- BEZUIDENHOUT, C. A. – ENSLIN, J. F. 1970: Surface subsidence and sinkholes in the dolomite areas of the Far West Rand, Transvaal, Republic of South Africa. – International Association of Hydrological Sciences, Publication, No. 89. pp. 482–495.
- BRINK, A. B. A. 1984: A brief review of the South Africa sinkhole problem. – In: BECK B. F. (ed.): Sinkholes: their geology, engineering and environmental impact. – Balkema: Rotterdam. pp. 123–127.
- CRAMER, H. 1941: Die Systematik der Karstdolinen. – Neues Jb. Miner, Geol. Paläont, 85. pp. 293–382.
- CVJIĆ, J. 1893: Das Karstphänomen Versuch einer morphologischen Monographie. – Geog Abhandl Wien, 5. pp. 218–329.
- DÉNES Gy. 1971: A fokozatosan lepusztuló vízázó takaró szerepe az exhumáló karszt morfológiai fejlődésében. – Karszt és Barlang, I. pp. 5–8.

- DRUMM, E. C. – KANE, W. F. – YOON, C. J. 1990: Application of limit plasticity to the stability of sinkholes. – *Engineering Geology*, 29. pp. 213–225.
- HEVESI A. 1978: A Bükk szerkezet- és felszínfejlődésének vázlata. – *Földr. Ért.* 27. pp. 169–203.
- HEVESI A. 1980: Adatok a Bükk negyedidőszaki ősföldrajzi képehez. – *Földt. Közl.* 110. pp. 540–550.
- HEVESI A. 1986: Hideg vizek létrehozta karsztok osztályozása. – *Földr. Ért.* 35. pp. 231–254.
- JAKUCS L. 1971: A karsztok morfogenetikája. – Akadémiai Kiadó, Budapest. 310 p.
- JENNINGS, J. E. 1966: Building on dolomites in the Transvaal. – *The Civil Engineer in South Africa*, 8. pp. 41–62.
- JENNINGS, J. N. 1985: *Karst Geomorphology*. – Basil Blackwell, New York. 293 p.
- MÓGA J. 2002: A tarnai Alsó-hegy felszínalakítási vizsgálatának új eredményei. – *Karszt és Barlang*, 1998–1999. I–II. pp. 95–104.
- LÁNG S. 1971: A hazai karsztok és környékük lepusztulásának egyes kérdései. – *Karszt és Barlang*, I. pp. 1–4.
- RÓNAKI L. 1970: Karsztnevezéktani javaslat. – *Karszt és Barlang*, II. pp. 77–84.
- THARP, T. M. 1999: Mechanics of upward propagation of cover-collapse sinkholes. – *Engineering Geology*, 52. pp. 23–33.
- THOMAS, T. M. 1954: Swallow holes on the Millstone Grit and Carboniferous Limestone of the South Wales Coalfield. – *Geogr. J.* 120. pp. 468–475.
- VERESS, M. 2000: Covered karst evolution in the Northern Bakony mountains, W-Hungary. – *A Bakony Természettud. Kut. Eredményei*, 23. Bakonyi Természettudományi Múzeum, Zirc. 167 p.
- VERESS M. 2005: Adalékok a Tábla-völgyi-dűlő (Tési-fennsík) fedett karsztosodásához. – *Karsztfejlődés*, X. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely. pp. 267–291.
- VERESS M. 2006a: Adatok a Tési-fennsík két térszínrészletének fedett karsztosodásához. – *Karsztfejlődés*, XI. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely. pp. 171–184.
- VERESS M. 2006b: Adalékok nagyobb vastagságú fedőüledékes térszín karsztosodásához (Homód-árok környéke, Hárskút). – *Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei*, 23. Zirc. pp. 7–26.
- VERESS M. 2008a: A mészkőfelek morfológiájának hatása a fedett karsztosodásra az Északi-Bakonyban. – *Karszt és Barlang*. pp. 33–54.
- VERESS, M. 2008b: Covered karstification on the karsts of Hungary. – In: KERTÉSZ, Á. – KOVÁCS, Z. (eds): *Dimension and trends in Hungary Geography*. Geographical Research Institute, Budapest. pp. 69–90.
- VERESS, M. 2009a: Investigation of covered karst form development using geophysical measurements. – *Zeits. f. Geomorph.* 53. pp. 469–486.
- VERESS M. 2009b: Adatok a Mecsek-hegység fedett karsztosodásához a Cigány földi mintaterületről vett példák felhasználásával. – *Karszt és Barlang* (megj. alatt)
- VERESS M. – FUTÓ J. 1990: Fedett paleokarsztos térszíneken végbement lepusztulás és felhalmozódás kimutatása a Bakony-hegységben. – *Földt. Közl.* 120. pp. 55–67.
- VERESS M. – ZENTAI Z. 2009: Karsztjelenségek minősítése a Bükk-hegységben néhány mintaterületen a mészkőfelek morfológiájának és a fedőüledékek szerkezetének az értékelésével. – *Karszt és Barlang*, 2007. pp. 37–54.
- WALTHAM, A. C. – FOOKES, P. G. 2003: Engineering classification of karst ground conditions. – *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hidrology*, 36. pp. 101–118.
- WILLIAMS, P. 2003: Dolines. – In: GUNN, J. (edit.): *Encyclopedia of caves and karst science*, New York, London. pp. 304–310.
- ZÁMBÓ L. 1998: Felszínalakítási jellemzés. – In: BOROSS G. (szerk.): *Az Aggteleki Nemzeti Park. Mezőgazda*, Budapest. pp. 70–96.