

FEDŐÜLEDÉKES DEPRESSZIÓK TÍPUSAI ÉS KIALAKULÁSUK

VERESS MÁRTON

TYPES AND DEVELOPMENT OF DEPRESSION OF SUPERFICIAL DEPOSIT

Abstract

In this paper we present closed features of the superficial deposit on karst. Our study areas were the following: karst areas in Hungary, a few karst areas of the Alps and the Padis Plateau (Apuseni Mountains, Romania). We investigated the morphology of the depressions of superficial deposit (by topographical mapping, morphological mapping) and the morphology of the bedrock (by Vertical Electrical Sounding). We analysed the denudation types of superficial deposit found at the bottom of depressions of bedrock (on the topographical map using slope angle class data). In this paper the depressions of superficial deposit were classified as karst marginal and internal depression of superficial deposit (according to their setting), covered, half depression of superficial deposit (according to their state of exhumation) half, embryonic, juvenile, adult, mature and destroyed depression of superficial deposit (according to their evolution), cryptokarstic and latent karstic depression of superficial deposit (according to the type of superficial deposit), false and true depression of superficial deposit or depression which developed in the superficial deposit (according to the morphology of the bedrock).

Keywords: cryptokarst, latent karst, subsidence doline, sinkhole, gully, blind valley, depression of superficial deposit, sheet erosion, channel erosion

Bevezetés

E tanulmány a karszt fedőüledékeinek lepusztulása során létrejövő fedőüledékes depressziók osztályozásával foglalkozik. A fedőüledékes depressziók a karszt fedőüledékeinek zárt, lefolyástalan formái. E formák üledékeiket vízáramlással veszítik el. Üledékeik a karsztba térbeli üledékszállítással kerülnek (VERESS M. 2009).

Alaktani és genetikai jellemzőik figyelembevételével a felszíni karsztformáknak számos típusát különítik el (SWEETING, M. M. 1973; JENNINGS, J. N. 1985; TRUDGILL, S. T. 1985; FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 1989, 2007). A felszíni karsztformák képződhetnek fedetlen vagy fedett karszton. HEVESI A. (1986) és VERESS, M. (2004, 2009) szerint a fedett karszt lehet eltemetett (a fedő vízzáró) vagy rejtett (a fedő vízáteresztő).

Az eltemetett karsztok az allogén karsztok egyik típusát képviselhetik. A fedett karsztos töbrök lehetnek átöröklődéses és utánsüllyedéses töbrök (CVJIČ, J. 1893; CRAMER, H. 1941; THOMAS, T. M. 1954; JENNINGS, J. N. 1985). Az előbbieket eltemetett, míg az utóbbiak rejtett karszton alakulnak ki. Az utánsüllyedéses töbrök lehetnek lezökkenéses és szuffóziós töbrök (DRUMM, E. C. et al. 1990; THARP, T. M. 1999; WILLIAMS, P. W. 2003; WALTHAM, A. C. – FOKES, P. G. 2003). Ezeket VERESS, M. (2000, 2009) víznyelős töbröknek nevezi. A karsztos formák kialakulhatnak rejtett és igazi kőzethatáron. Rejtett kőzethatáron utánsüllyedéses töbrök (lezökkenéses és szuffóziós töbrök), igazi kőzethatáron víznyelők képződnek (JAKUCS, L. 1977; VERESS, M. 2009). A rejtett kőzethatár olyan hely a karszton, ahol a mészkő nem bukkan a felszínre, de a fedőüledék vékony és vízáteresztő, ezért a beszivárgó vizek eléri a fekvő, ahol oldódás történik (VERESS, M. 2000, 2008a, 2008b, 2009). VERESS, M. (2009) vizsgálatai szerint az utánsüllyedéses töbrök többnyire kicsiny üledékvastagságú helyeken képződnek. Rejtett kőzethatáron a fedő azért vékony, mert a

fekűn magaslatok vannak. A fedő még nagyobb mértékben kivékonyodik, ahol az üledékes felszínen kialakult vízfolyás hatására felszíni lepusztulás történik (VERESS, M. 2009).

Utánsüllyedéses töbrő rejtett közethatáron oly módon jön létre, hogy a fekűben oldódással kürtő képződik. A beszivárgó felszíni vizek hatására elsődleges kürtők képződnek az epikarsztban, majd a vadózus zónában. Ezek felső, felszínhez közeli részének falain a bemosott fedőüledék bevonatot képez. Mélyebben, bevonat hiányában, az elsődleges kürtők szélesedve, összeoldódva másodlagos kürtőt hoznak létre, amelynek mennyezete az elsődleges kürtők üledékkel bevont alsó határánál húzódik (VERESS M. 1999, 2000). A vak-kürtő vékony mennyezete, s felette a fedőüledék is beomlik (lezökkenéses töbrő) vagy besüllyed (szuffóziós töbrő). Ez esetben a fekű kürtője és a fedőben kialakult töbrő kialakulási kora nagyjából azonos. Ezek a szingenetikus utánsüllyedéses töbrők. 6 m-nél nagyobb fedő vastagságú helyeken csak akkor alakulnak ki töbrők, ha ott korábban már létezett utánsüllyedéses töbrő, de feltöltődött. A feltöltött mélyedés, miután járatának kitöltő üledékeit elveszíti, aktivizálódik, s posztgenetikus utánsüllyedéses töbrők képződnek (VERESS, M. 2009). E formák esetében a fekű kürtői idősebbek, mint a fedő mélyedései.

Az utánsüllyedéses töbrők vízáró üledékekkel töltődhetnek fel. Előfordulhat, hogy e helyeken posztgenetikus utánsüllyedéses töbrők hosszabb-rövidebb ideig, vagy egyáltalán nem alakulnak ki. Területükön ilyenkor állandó vagy időszakos tavak képződhetnek. Ezek a fosszilis utánsüllyedéses töbrők. Vízük túlfolyhat, s medreket, vízmosásos árkokat hozhat létre, amelyek lezökkenéses és szuffóziós töbrökhöz vezetnek. Ilyen helyzet említhető az eleven-förtési töbrőcsoport (Kőrös-hegy, Bakony) területéről. A folyamatot jelzi, hogy a túlfolyó víz eróziós árkokat alakított ki (VERESS M. – PUSKÁS J. 2007). Hasonló formák fordulnak elő a Homód-árki töbrőcsoport (Bakony) területén (VERESS M. 2006a) vagy a Nagy-mezőn (Bükk) is (VERESS M. – ZENTAI Z. 2007).

A töbrők egyik típusa, az eltemetett töbrő (WALTHAM, A. C. – FOOKES, P. G. 2003) oldódásos töbrőből alakul ki a benne felhalmozódott üledék süllyedésével. A fosszilis utánsüllyedéses és az eltemetett töbrők tehát két különböző töbrőtípusba tartoznak.

VERESS, M. (2009) a fedett karsztban egy további töbrőtípust különít el: ez a fedőüledékes depresszió. A fedőüledékes depressziók összetett formák. Belsejükben kisebb átmérőjű töbrők (pl. lezökkenéses töbrők, szuffóziós töbrők) és/vagy víznyelők fordulnak elő. A fedőüledékek ezek járatain keresztül a karszt üregeibe szállítódnak. A töbrők és víznyelők környezetében a felszín lokális lepusztulása miatt a fedőüledékben zárt forma képződik. A depressziókat VERESS, M. (2000, 2010) a fekű morfológiája, fedettségük mértéke és a fedőüledék minősége figyelembevételével csoportosította. Vizsgálta továbbá a felhalmozódásuk és lepusztulásuk, valamint a karsztosodás közötti kapcsolatot (VERESS, M. 2008b, 2010).

A szakirodalomban leírnak olyan fedett karsztos formákat, amelyek a fedőüledék vízi eredetű lepusztulása (pluviális erózió, fluviális erózió) során képződnek, miután üledékeik egy már létező járaton keresztül a karsztba szállítódnak. E formákat a különböző szerzők számos megnevezéssel illették (*1. táblázat*).

A depressziók kialakulásának feltételei az alábbiak:

- a fedő lepusztulása vízi szállítással történik;
- a fedőüledék a karszt járatain keresztül a karszt üregeiben felhalmozódik.

A fentiek miatt e formák elsősorban fedett karsztokon, továbbá allogén karsztok peremén fordulnak elő.

Morfológiai tulajdonságaik az alábbiak (VERESS, M. 1999, 2009):

- bár fejlődésük kezdetén nem lefolyástalanok, fejlődésük során zárt, lefolyástalan alakzatokká formálódnak;

- átmérőjük néhányszor 10 m-től több 100 m-ig terjedhet, mélységük az átmérőjükhöz képest csekély, többnyire néhány m;
- keresztmetszetük gyakran aszimmetrikus: egyik oldaluk lankás, az aljzattól nem különül el, átellenes lejtőjük meredek;
- aljzatuk kis dőlésű és gyakran különböző dőlésirányú részekre különülhet;
- aljzatukon vagy peremükön utánsüllyedéssel töbrök (lezökkenéssel töbrök, szuffóziós töbrök, illetve ezek feltöltött változatai, továbbá víznyelők, vakvölgyes víznyelők, valamint e formák kombinációi) fordulnak elő;
- aljzatukat, oldallejtőiket a karsztos formákhoz kapcsolódó esővízbarázdák, eróziós árkok, völgyek (vakvölgyek) tagolhatják, amelyek karsztos képződményekhez vezetnek.

1. táblázat – Table 1

Fedőüledék-depressziók a szakirodalomban
Superficial depressions of deposit in the references

Megnevezése	Hely		Szerző
	Morfológia szerint	Karsztterület	
1. Alluvial dolinen	Időszakosan vizes	Dinári-hegység karsztterületei	1. CVIJIĆ, J. 1893
2. Erosions doline			2. SPÖCKER, R. G. 1924
3. Felsriegeldoline	polje aljzata		3. SEEBACH, H. 1929
4. Ponordoline			4. SPÖCKER, R. G. 1935
5. Schwemmland-doline			5. CRAMER, H. 1941
6. Alluvial streamsink doline			6. JENNINGS, J. N. 1985
Víznyelő-medence		Baradla-, Postojna-, Scocijanska-barlang felszíni vízgyűjtője	LÁNG S. 1971
Bedrock closed depression	Moréna		KÁROLYI, M. S.– FORD, D. C. 1983
Felszín alatti megcsapolású medence		Szilicei-fennsík, Alsó-hegy	MÓGA, J. 2001, 2002
Karsztvölgy		Grassy Cave (Tennessee, USA)	CRAWFORD, N. 1984 JENNINGS, J. N. 1985
Turlough		Írország	COXON, C. 1986 GUNN, J. 2006

Módszerek

A karsztok üregesedettsége geofizikai módszerekkel is vizsgálható. Ilyenek például a szeizmikus, az elektromos ellenállás mérésén alapuló, az elektromágneses, a radar- és a gravitációs vizsgálatok (HOOVER, R. A. 2003). Mi a depressziók területén a fekvő megismeréséhez a Vertikális Elektromos Szondázást (VESZ) alkalmaztuk.

A kutatási területekről (2. táblázat) domborzatrajzi térképeket készítettünk, s a különböző helyeken VESZ-mérésekkel megállapítottuk a fekvő mélységét és a fedőüledékek vastagságát (VERESS, M. 2009).

A vizsgált területek jellemzői. – 1 – VESZ-mérés; 2 – geomorfológiai térképezés; R – rejtett karszt; E – eltemetett karszt
 The characteristics of the study areas. – 1 – VES measurement; 2 – geomorphological mapping; R – latent karst; E – cryptokarst

Vizsgált terület	Hely	Szerkezeti besorolása	Magassága (m)	Közete	Fedőközete	Karsztformák	Víz- gálat	Fedett karszt	Morfológia
Mester-Hajag	Bakony	sasbérc	450–500	középsőkripta requineás mészkő	löszös, agyagos üledék	szuffóziós és lezökkenéses töbrök, fedőüledékes depressziók	1, 2	R	magaslatsorok, köztük fedőüledékes felszínnek
Tési-fennsík	Bakony	sasbérc-csoport	400–500	jura és kréta mészkő, triász dolomit	lösz	fedőüledékes depressziók	1, 2	R	epigenetikus völgyek
Nagy-mező	Bükk	szinklinális	750–800	felsőtriász mészkő	lösz, agyag	szuffóziós töbrök, fosszilis után-süllyedéses töbrök, fedőüledékes depresszió, oldódásos töbrök	1, 2	R	vakvölgy
Hochschwab	Keleti-Alpok	takáró	1700–1900	triász, Dachsteini mészkő	iszap, homok, agyag (moréna eredetű)	szuffóziós töbrök, lezökkenéses töbrök, fosszilis után-süllyedéses töbrök, oldódásos töbrök, fedőüledékes depressziók	1, 2	R, E	paleouvala
Homód-árok	Bakony	sasbérc	400–450	eocén mészkő	agyag, lösz	szuffóziós töbrök, fosszilis után-süllyedéses töbrök, fedőüledékes depresszió	1, 2	R	depresszió
Eleven-főrtési depresszió	Bakony	sasbérc	670–680	alsójura mészkő	agyag, lösz	szuffóziós töbrök, fosszilis után-süllyedéses töbrök, depresszió	1, 2	R	
Vízetes	Aggteleki-karszt	pikkelyek	290–310	középsőtriász mészkő	agyag, homok, kavics	víznyelő	1	E	
Pádis	Erdélyi-sziget-hegység	bihari autochton monoklináris szerkezete	1200–1300	triász, jura mészkő, permi homokkő	homokkő, törmelék, kavics	oldódásos töbrök, szuffóziós töbrök, lezökkenéses töbrök, fosszilis után-süllyedéses töbrök, depressziók	2	R, E	magaslatok, közöttük sík felszínnek
Totes Gebirge	Keleti-Alpok	Felső-Ausztriai-takáró	1800–2500	Dachsteini mészkő	moréna	oldódásos töbrök, szuffóziós töbrök, után-süllyedéses fosszilis töbrök, fedőüledékes depressziók	2	R	gleccser-völgyek
Alsó-hegy	Aggteleki-karszt	takáró	400–500	Wettersteini mészkő		oldódásos töbrök, víznyelő	–	R, E	karszfennsík
Pred-Jama alatti depresszió	Szlovénia	takáró	500–550	kréta filis		víznyelő	–	E	depresszió

Az egyes helyeken a számított rétegsorokat összeillesztve, a kialakított mérési vonalak mentén metszetek szerkeszthetők (geoelektromos-földtani szelvény). Ezek a felszín (a fedett karsztos mélyedésekkel), a mészkőfekü, az összelethatárok (így a különböző fedőüledékek) lefutása, a fedőüledékek szerkezete, valamint a különböző kőzetek számított ellenállás értékei kerülnek ábrázolásra. A mészkőfekü lefutása ott kiegészíthető, pontosítható, ahol a mészkő a felszínre bukkan. A mészkő magassági adatainak felhasználásával mészkőfekü-domborzati térképek (fekü térkép) is szerkeszthetők.

A geoelektromos-földtani szelvényekről az utánsüllyedéses töbrök alábbi adatait állapítottuk meg:

- a mélyedéseknek a fekü domborzatához viszonyított helyzetét;
- az utánsüllyedéses töbrök fedővastagságát;
- a fedőn kialakult formák (az utánsüllyedéses töbrök és a fedőüledékes depressziók) helyzetét a fekühöz képest, továbbá az utánsüllyedéses töbrök és a depressziók egymáshoz viszonyított helyzetét;
- egy paleouvala (Hochswab, Ausztria) szintvonalas térképének és lejtőszögekategóriaadatainak felhasználásával a fedőüledékes aljzat lepusztulásviszonyait, s elkészítettük lepusztulástérképét.

Néhány fedőüledékes depresszióról (illetve környezetükről) geomorfológiai térképet készítettünk, amelyek felhasználásával a formákat minősítettük és osztályoztuk.

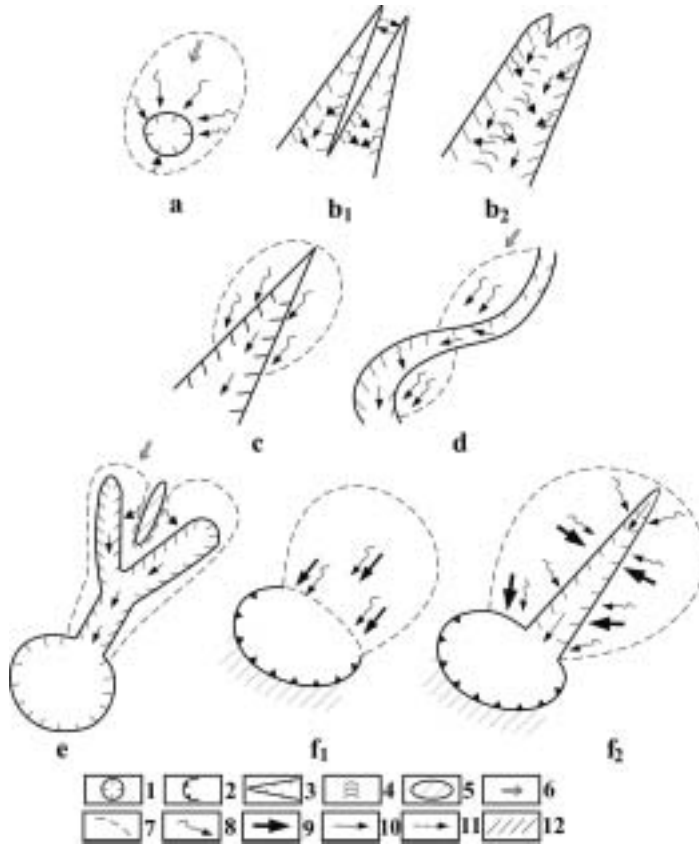
A fedőüledékek lepusztulása a depressziók területén

A felszíni lepusztulás a depressziók területén areális és lineáris erózió révén történhet. A lineáris erózió megjelenésének nő az esélye, ha a lejtőszög nagy, ha a fedőkőzet vízzáró vagy kevésbé vízáteresztő. Állandó vízü vízfolyások azokon a térszíneken indulnak meg, ahol források alakulnak ki. Ezt a nagyobb csapadékmennyiség, a nagy lefolyási koefficiens és a vízzáró réteg jelenléte segíti elő. Eróziós árkok már akkor kialakulnak, ha a hordozó lejtő hossza és dőlésszöge (magasságkülönbsége) elég nagy, valamint a fedő részben vízzáró, illetve vastag. Völgyek akkor képződnek, ha a vízgyűjtő terület nagy, az erózió időtartama hosszú és a fedőüledék vízzáró, továbbá a víznyelő üledéktovábbító képessége jelentős.

Areális erózióval pusztul a felszín, ha a fedőüledékes depresszió aljzata sík, de valamilyen irányba dől. Az aljzat dőlését a fekü billenése, az aljzat lokális feltöltődése, lokális lepusztulása vagy karsztos mélyülése, például utánsüllyedéses töbrök, víznyelők kialakulása idézheti elő. Magashegységekben az areális erózió intenzitását fokozhatja a fás növényzet hiánya és a beszivárgást gátoló talajjég jelenléte. E térszíneken a pluvialis erózióknak kedvez a sok csapadék, továbbá a hó hosszú időn át tartó olvadása. Ennek megfelelően az areális erózió lepusztulásmódjai a kialakuló depressziók területén az alábbiak lehetnek:

– *Karsztos mélyedések által okozott lejtőfejlődés:* utánsüllyedéses töbrök alakul ki. A mélyedés irányába áramló csapadékvíz hatására areális erózió megy végbe. Ezért a töbrök peremén, annak irányába dőlő felszín alakul ki, amely a formát körkörösen övezi. Kiterjedése – különösen, ha a lepusztult fedőüledék nagy mennyiségben a karsztba halmozódik – hátrálással növekszik (*1a. ábra*).

– *Eróziós árkok, völgyek által közvetlenül okozott lejtőfejlődés:* ekkor az eróziós árkok, völgy oldallejtői areális erózióval pusztulnak le. (A hátráláshoz hozzájárulhatnak a tömegmozgások is.) A völgyek areális erózióval szélesednek (*1b₁. ábra*), peremeik elérhetik egymást: az eredeti térszín felemésződik (*1b₂. ábra*).



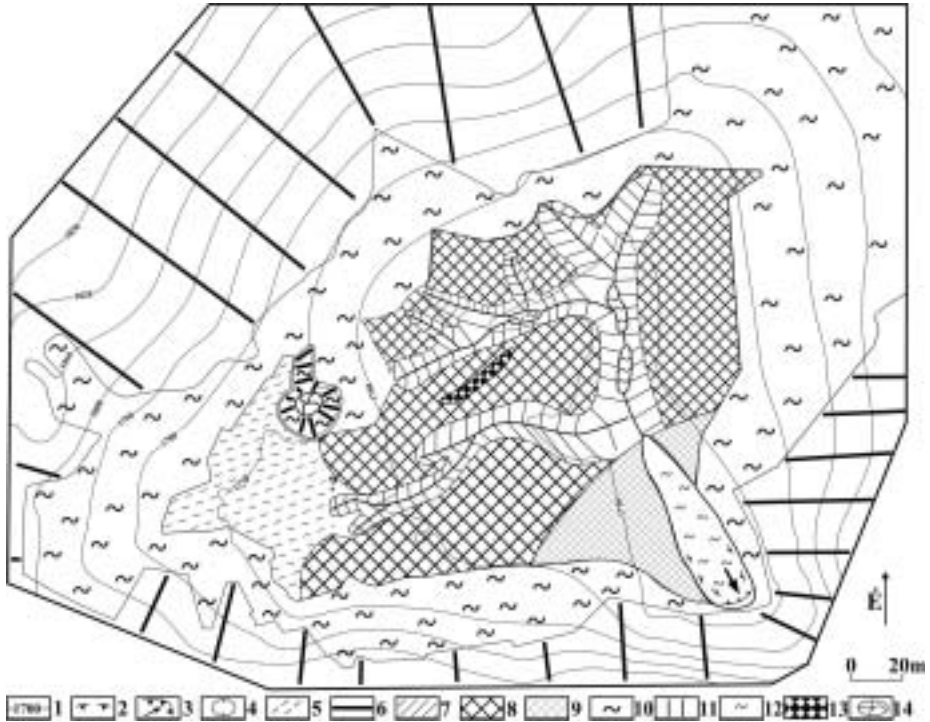
1. ábra A pluvialis erózió néhány elvi genetikai típusa. – *a* – karsztos mélyedések által okozott lejtősődés; *b* – medrek, völgyek által közvetlenül okozott lejtősődés (*b*₁ – a völgyoldalak pusztnak; *b*₂ – a völgyperemek egymásba kapcsolódását követően völgyközi hátak pusztnak); *c–d* – a medrek, völgyek által közvetetten okozott lejtősődés: a kiszélesedő völgy pereménél pusztít a pluvialis erózió (*c*) az areális erózió a kanyargó völgy pereménél pusztít (*d*); *e* – medrek, völgyek által közvetve okozott lejtősődés (a villásan szétágazó medreket szegélyező, areális erózióval lepusztult térszínnek közötti maradványtérzsinnek lejtői pusztnak); *f* – komplex típusú lejtősődés (*f*₁ – víznyelő irányába dőlő lejtő alakul ki areális erózióval; *f*₂ – *e* térszínén regressziós völgy képződik, az areális erózió irányai módosulnak). 1 – utánsüllyedékes töbör; 2 – víznyelő; 3 – meder, völgy; 4 – völgyközi hát; 5 – maradványtérzsin; 6 – a felszín eredeti lejtése; 7 – areális erózióval lepusztított térszín határa; 8 – areális erózió; 9 – areális erózió hatására kialakult dőlés; 10 – lineáris erózió; 11 – völgy szélesedése; 12 – mészkő

Figure 1 A few theoretical genetic types of sheet erosion. – *a* – slope development governed by karst forms; *b* – slope development caused directly by the formation of channels, valleys; (*b*₁ – erosion of valley sides; *b*₂ – the valleys coalescing and in turn interflues are lowering); *c–d* – slope development caused indirectly by the formation of channels and valleys: sheet erosion along the margin of the widening valley (*c*), sheet wash along the margin of the meandering valley (*d*); *e* – slope development caused indirectly by the formation of channels and valleys (residual surfaces are created between forking braided channels, slopes affected by sheet erosion); *f* – slope development of complex type (*f*₁ – sheet erosion produces slope tilting towards the sinkhole; *f*₂ – regressive valley develops on this surface, the direction of the sheet erosion changes). 1 – subsidence doline; 2 – sinkhole; 3 – channel, valley; 4 – interfluvium; 5 – residual surface; 6 – the original slope; 7 – boundary of the surface shaped by sheet erosion; 8 – sheet erosion; 9 – slope created by sheet erosion; 10 – channel erosion; 11 – valley widening; 12 – limestone

– *Eróziós árkok, völgyek által közvetetten okozott lejtőfejlődés*: ekkor csapadékvíz áramlik az eróziós árkok közötti térszínén, amely elérheti a hátráló eróziós árkok (völgy) peremét, ha annak szélessége lefelé növekszik. Ekkor areális erózióval az eróziós árkok (völgy) pereme felé dőlő lejtő alakul ki (1*c–d*. ábra). Rejtett karsztban az utánsüllyedékes

töbrök helyzete igen változatos lehet, ezért eróziós árkai (völgyei) változatos irányokban fejlődhetnek. A villásan szétágazó eróziós árkokat övező felszínekből keskeny hátak maradnak meg, amelyek területén a felszín a határoló eróziós árkok irányába is dől. A pluvialis lepusztulás iránya ez esetben már a medrek irányára merőleges is lehet (1e. ábra).

– *Összetett eredetű lejtőfejlődés:* a karsztos mélyedésektől (víznyelők) pluvialis erózióval lejtőfejlődés megy végbe (1f₁. ábra). Az így kialakult lejtős felszínen a víznyelőkől hátrálással eróziós árkok (völgyek) képződnek. A lineáris erózió által közvetlenül okozott lejtőfejlődés során a völgyek szélesednek. A völgyperemek mentén lineáris erózió előidézte, közvetett lejtőfejlődés folyik (1f₂. ábra). A lejtő csapásirányában kifejlődött eróziós árokszakaszok felett ugyancsak végbemehet a lineáris erózió által közvetetten előidézett lejtőfejlődés.



2. ábra Egy depresszió eltemetett karsztos aljzatának lepusztulási térképe (hochschwabi paleouvala). – 1 – szintvonal; 2 – feltöltött víznyelő; 3 – aktív víznyelő; 4 – szuffúziós töbör; 5 – rejtett karszt; 6 – lineáris erózió; 7 – eróziós árkok, völgyek által közvetlenül okozott lejtősödés; 8 – eróziós árkok, völgyek által közvetetten okozott lejtősödés (lejtés 0–30° között); 9 – víznyelő által okozott lejtősödés; 10 – felső felhalmozódási szint (a depresszió lejtőinek elvégződésénél létrejött felhalmozódás, lejtőszöge 30–50° közötti, ahol a felhalmozódás és a lepusztulás váltakozva hat); 11 – depresszió pusztulós lejtője (50°-nál nagyobb dőlésű lejtő, ahonnan a lepusztuló anyag a felső felhalmozódási szintre kerül); 12 – alsó felhalmozódási szint (a depresszió talpán lévő mélyedések felhalmozódásai, lejtőszöge 0–10°); 13 – medrek, völgyek közötti lepusztulásmentes térszínrészletek (0–10° dőlésűek); 14 – karsztos maradványforma

Figure 2 Denudation map of cryptokarst bottom of a depression in superficial deposit (paleouvala of Hochschwab). – 1 – contour line; 2 – fossil sinkhole; 3 – active sinkhole; 4 – suffusion doline; 5 – relict karst; 6 – channel erosion; 7 – slope development caused directly by gully and valley formation; 8 – slope development caused indirectly by gully and valley formation (slope 0–30°); 9 – slope development governed by sinkhole formation; 10 – upper level of accumulation (the accumulation developed at the lower end of the slope of the depression of superficial deposit, slope angle is between 30–50°, with alternating accumulation and erosion); 11 – the slope of depression of superficial deposit, developed by denudation (slope is greater than 50°, and its rock is transported to the upper level of the accumulation); 12 – the lower level of accumulation (it developed at the depressions of depression of superficial deposit, the slope angle is between 0–10°); 13 – surfaces with no erosion (slope angle is between 0–10°); 14 – karstic relict landform

A fentiek szemléltetésére egy hochschwabi depresszió aljzatának lepusztulástérképét (2–3. ábra) mutatjuk be. Az ilyen térképen az areális erózióval pusztuló térszínek elkülöníthetők a lineáris erózió sávjaitól, valamint kijelölhetők a különböző lejtőségi típusok határai. Ennek ismeretében a fedőüledékes depressziók aljzatának felszínfejlődése prognosztizálható.



3. ábra Egy depresszió rejtett karsztos aljzatának lepusztulási térképe (hochschwabi paleouvala). – 1 – szintvonal; 2 – szuffóziós töbör; 3 – lineáris erózió; 4 – eróziós árkok által közvetlenül okozott lejtősödés; 5 – eróziós árkok által közvetetten okozott lejtősödés; 6 – töbör által okozott lejtősödés; 7 – üledék elszállítás a felszínen; 8 – felső felhalmozódási szint; 9 – rejtett karszt; 10 – eltemetett karszt

Figure 3 Denudation map of the latent karst bottom of a depression of the superficial deposit (paleouvala of Hochschwab). – 1 – contour line; 2 – suffusion doline; 3 – channel erosion; 4 – development of slope caused directly by gully formation; 5 – development of slope caused indirectly by gully formation; 6 – development of slope which caused by doline; 7 – sediment transport on the surface; 8 – upper level of accumulation; 9 – latent karst; 10 – cryptokarst

A fedőüledékes depressziók osztályozása

Helyzetük szerint a depressziók karsztbelsejiek és karsztperemiek, a fekü morfológiája szerint áldepressziók vagy fedőüledékben kialakult depressziók (a depresszió alatt a fekűn nincs zárt forma) és igazi depressziók (a fekűn zárt forma van) lehetnek. A fekü zárt mélyedései vagy kiemelkedései idősebb karsztosodások során jöttek létre, rajtuk paleodolinák, paleouvalák, karsztos magaslatok fordulnak elő.

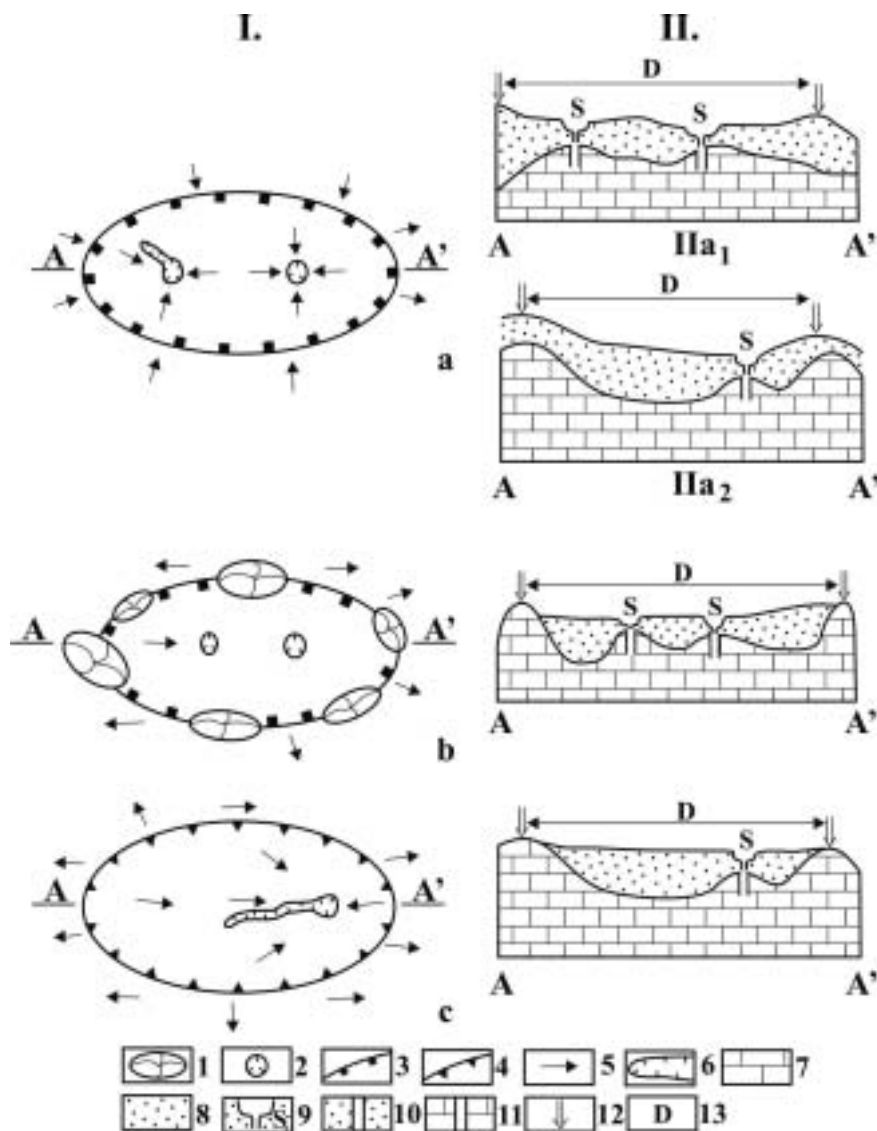
Kitakartságuk szerint a depressziók lehetnek fedettek és félig kitakartak (részben fedettek). Az előbbiek oldallejtőit fedőüledékek borítják, az utóbbiakét a feküközvet alkotja. Ennek az lehet az oka, hogy területükön a fedőüledék lepusztulása előrehaladott.

A depressziók a fedőüledék jellege szerint is osztályozhatók: aljzatukon a fedőüledék lehet vízáteresztő (rejtett karsztos depresszió, utánsüllyedésses töbrökkel és medrekkel) vagy vízzáró (eltemetett karsztos depresszió, víznyelőkkel és vakvölgyekkel). Az előbbiek a karsztbelseji depressziók. Az utóbbiakban ha a fedő vízzáró jellege nő, bár a karsztos formák rejtett közzethatáron alakulnak ki, az aljzaton egyre fejlettebb árokrendszer képződik. A völgyekben állandó vízü vízfolyások is előfordulnak. Ezek a depressziók főleg karsztperemi helyzetűek, de előfordulhatnak karsztbelseji helyzetűek is.

A fedőüledékben kialakult depresszió (áldepresszió)

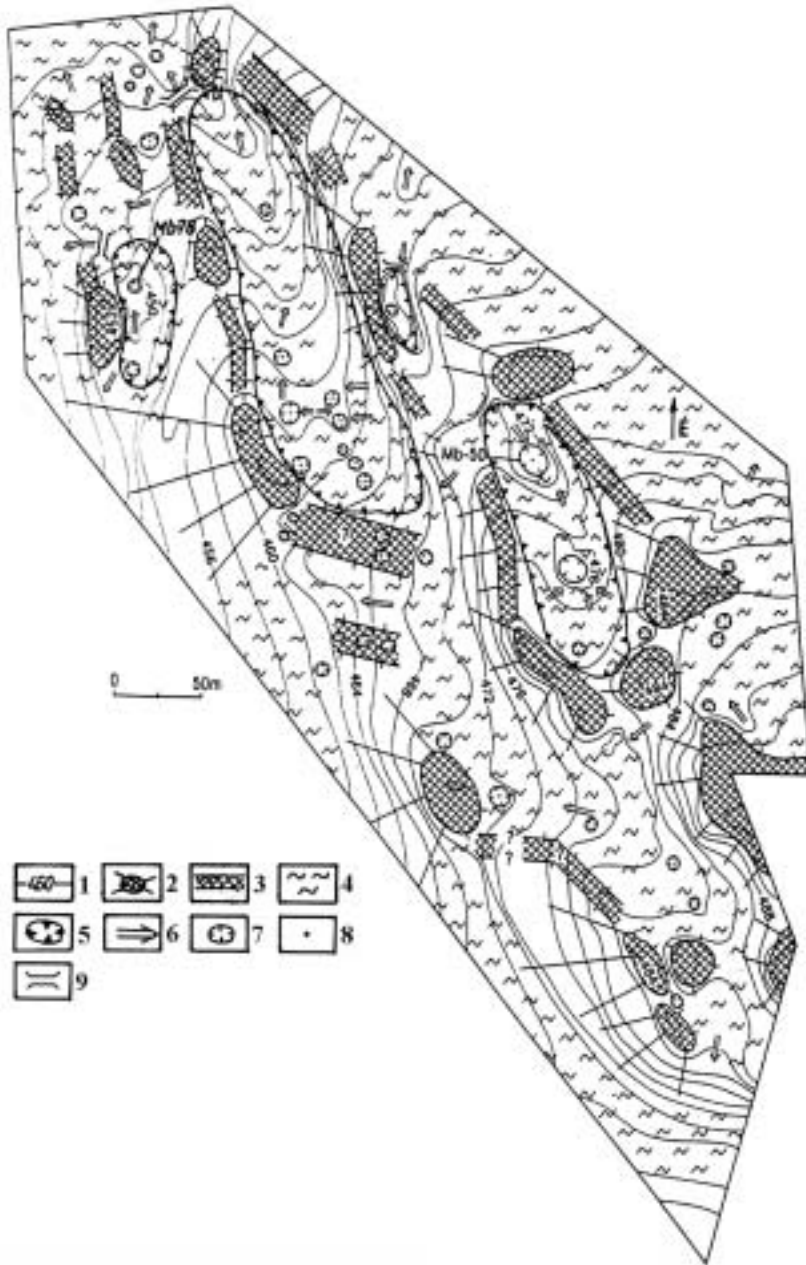
A fedőüledékben kialakult depressziók alatt a fekü magaslatokkal tagolt (*4a₁. ábra*). Az áldepressziók a fekü mészkő magaslatok által közrefogott térszínnek fedőüledékein létrejött, zárt formák. Ha a fekü zárt mélyedés elő is fordul, annak átmérője mindig kisebb, mint a fedőüledékben kialakult depresszióé. Az áldepressziók átmérője nagyon változatos lehet, néhány m-től 1–2 km-ig is terjedhet. A félig fedett áldepressziók fedőjének részleges lepusztulása miatt környezetükben (lejtőiken) csak foltokban bukkannak elő a mészkő (*5. ábra*), ugyanis oldallejtőiket a fekü részlegesen exhumálódó magaslatok alkotják. Belsejükben utánsüllyedésses és fosszilis utánsüllyedésses töbrök fordulnak elő. Az utánsüllyedésses töbrök lehetnek eróziós árok nélküliek vagy olyanok, amelyekhez eróziós árkok vezetnek. A fosszilis utánsüllyedésses töbrökhöz ugyancsak vezethetnek eróziós árkok, de túlfolyási eróziós árkaik is lehetnek.

Jellegetes előfordulási helyeik azok a vízáteresztő üledékekkel fedett, mérsékelt övi karsztok, ahol a fekűt magaslatok tagolják. Ilyenek említhetők például a Bakony requineás (pl. Mester-Hajag-depresszió) és eocén mészköves (Homód-árki depresszió) térszíneiről (*5. ábra*; VERESS, M. 2009). E depressziók aljzatáról a fedőüledékek felszíni elszállítása is gyakran areális erózióval történik (VERESS, M. 2000), amit e térszíneken a völgyek és medrek hiánya bizonyít (*5. ábra*). A kivékonyodó fedő alakulnak ki az utánsüllyedésses töbrök, majd ezek környezetében a fedőüledékes depressziók. E karsztokon gyakoriak a völgytalpi helyzetű fedőüledékes depressziók is (pl. ugyancsak a Bakonyban, a Tési-fennsíkon; *6. ábra*). Utóbbiak kialakulása az alábbi módon történt. Völgyek alakultak ki a mészkövet fedő kavicstakarón (Csatka-i Kavics Formáció). Ezek a jelenlegi fedő (löss) kialakulása előtt képződtek. A völgyek egykori vízfolyásai átvágták az idősebb fedőt (Csatka-i Kavics Formáció) és a fekü mészkőbe is bevágódtak. A bevágódást karsztosodás követte: víznyelők és oldódásos töbrök alakultak ki (VERESS M. 2006b). A völgytalpakon a fekü egyenetlenné formálódott, ezek az aljzatok fedődtek el lösszel. A lösszel kibélelt idősebb völgytalpakon ezt követően belső völgyek képződtek a fedőüledék felszíni elszállítódása során. A fedő kivékonyodásainál utánsüllyedésses töbrök



4. ábra Depressziótípusok a feké jellege szerint. – I – felülnézet, II – keresztmetszet. I: 1 – a feké magaslata; 2 – utánsüllyedékes töbör; 3 – fedőüledékes depresszió pereme a fedőüledékben; 4 – fedőüledékes depresszió mészköves pereme; 5 – lejtésirány; 6 – eróziós árok. II: 7 – mészkő; 8 – vízáteresztő fedőüledék; 9 – utánsüllyedékes töbör; 10 – járat a fedőben; 11 – kürtő; 12 – fedőüledékes depresszió pereme; 13 – depresszió. a_1 – a feké nem zárt és nem bukkan a felszínre; a_2 – a fekűn a depresszió alatt a depressziónál kisebb méretű mélyedés(ek) vannak; b – a fekűn nincs zárt forma, de magaslattal tagolt, amelyek a felszínre bukkanhatnak; c – a fekűn van zárt forma és a felszínre bukkan

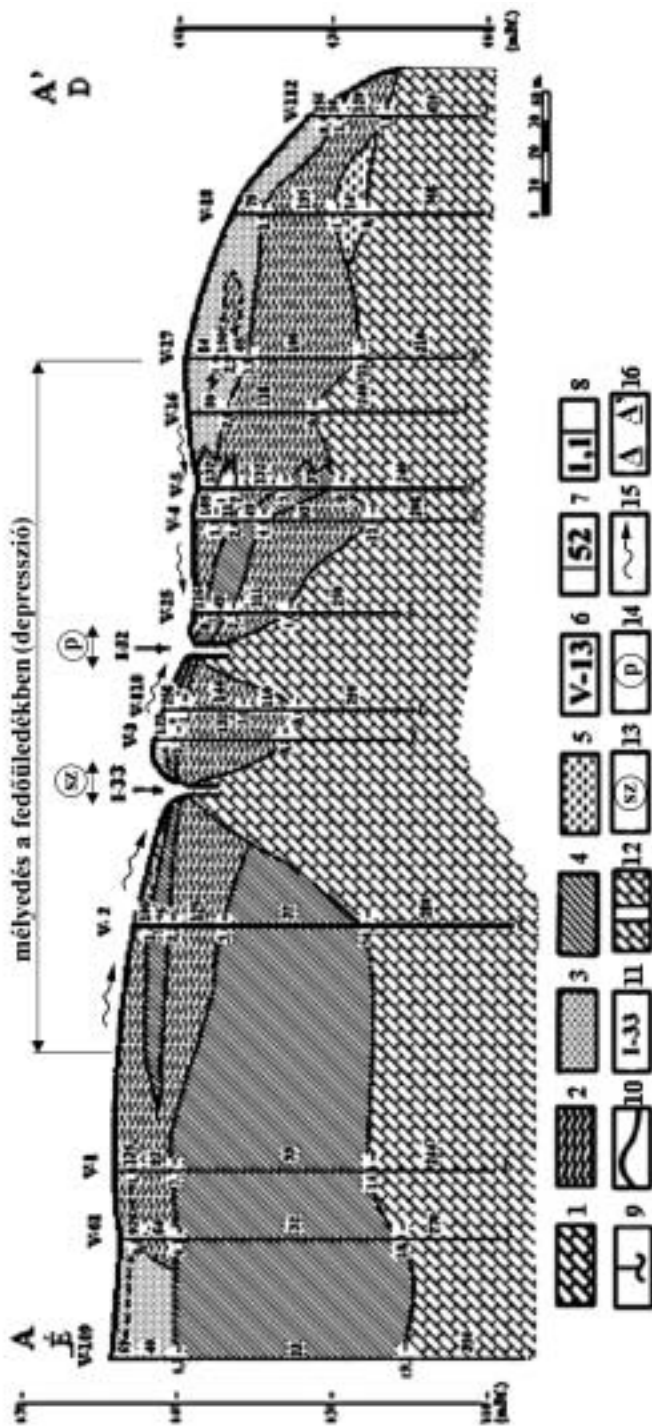
Figure 4 The depressions of the superficial deposit according to the morphology of the bedrock. – I – planimetric representation, II – cross section. I: 1 – bedrock elevation; 2 – subsidence doline; 3 – the margin of the depression in the superficial deposit; 4 – the limestone margin of the depression of the superficial deposit; 5 – slope direction; 6 – gully; 7 – limestone; 8 – impermeable superficial deposit; 9 – subsidence doline; 10 – passage in the superficial deposit; 11 – shaft; 12 – the margin of the depression of superficial deposit; 13 – depression of superficial deposit. a_1 – the bedrock is not closed and it does not appear on the surface; a_2 – there are depressions on the bedrock, under the superficial deposit, whose size is smaller than the size of the depression of superficial deposit; b – no closed feature on bedrock but elevations may appear on the surface; c – closed feature on the bedrock, appearing on the surface



5. ábra Két irányba billent rög depressziói (Mester-Hajag) (VERESS M. [1999] nyomán). – 1 – szintvonal;
 2 – félig exhumált kúp; 3 – exhumálódó kúp; 4 – kúpközi fedőledekés térszín; 5 – fedőledekben kialakult depresszió;
 6 – areális erózió; 7 – utánsüllyedéses töbör; 8 – vízvezető járat a töbörben; 9 – nyereg
 Figure 5 Depressions a block which tilts into two directions (Mester-Hajag) (after VERESS, M. 1999). – 1 – contour line;
 2 – semiexhumed cone; 3 – exhuming cone; 4 – superficial deposit surface among cones;
 5 – false depression of depression which developed in the superficial deposit; 6 – sheet erosion; 7 – subsidence doline;
 8 – passage in the doline; 9 – saddle

paleokarsztos hát magaslattokkal és
paleokarsztos mélyedésekkel

paleokarsztos mélyedés a fekűn



6. ábra Depresszió egy völgytalpon (Tési-fennsík) (VERESS M. [2009] nyomán). – 1 – mészkő; 2 – mészkőtörmelek (agyagos); 3 – lösz (homokos vagy mészkőtörmelekes); 4 – lösz (agyagos-iszapos) vagy mészkőtörmelekes agyag; 5 – agyag; 6 – VESZ-mérés száma; 7 – terület geoelektromos ellenállása (Ohm); 8 – geoelektromos terület talpmélysége (m); 9 – VESZ-mérés kb. behatolása; 10 – geoelektromos összehatár; 11 – fedett karsztos mélyedés jele; 12 – kúrtó; 13 – szingenetikus magaslát felett kialakult fedett karsztos mélyedés; 14 – poszigenetikus magaslát felett kialakult fedett karsztos mélyedés; 15 – areális erózió a depresszióban; 16 – a szelvény jele

Figure 6 The depression of superficial deposit on a valley floor (Tési Plateau) (after VERESS, M. 2009). – 1 – limestone; 2 – limestone detritus (with clay); 3 – loess (with sand or with lime-stone detritus); 4 – loess (with clay-silt) or clay with limestone debris; 5 – clay; 6 – number of VES measuring; 7 – the geoelectric resistance of beds (Ohm); 8 – depth of bottom of the geoelectrical beds (m); 9 – the approximate penetration of VES measurement; 10 – boundary of geoelectric beds; 11 – mark of the depression; 12 – shaft; 13 – syngenetic suffosion dolines, which developed above elevation; 14 – postgenetic suffosion doline developed above elevation; 15 – sheet erosion in the depression; 16 – mark of the profile

képződtek. Ez utóbbiak környezetében a völgytalpakon fedőüledékes depressziók alakultak ki (VERESS M. 2006b).

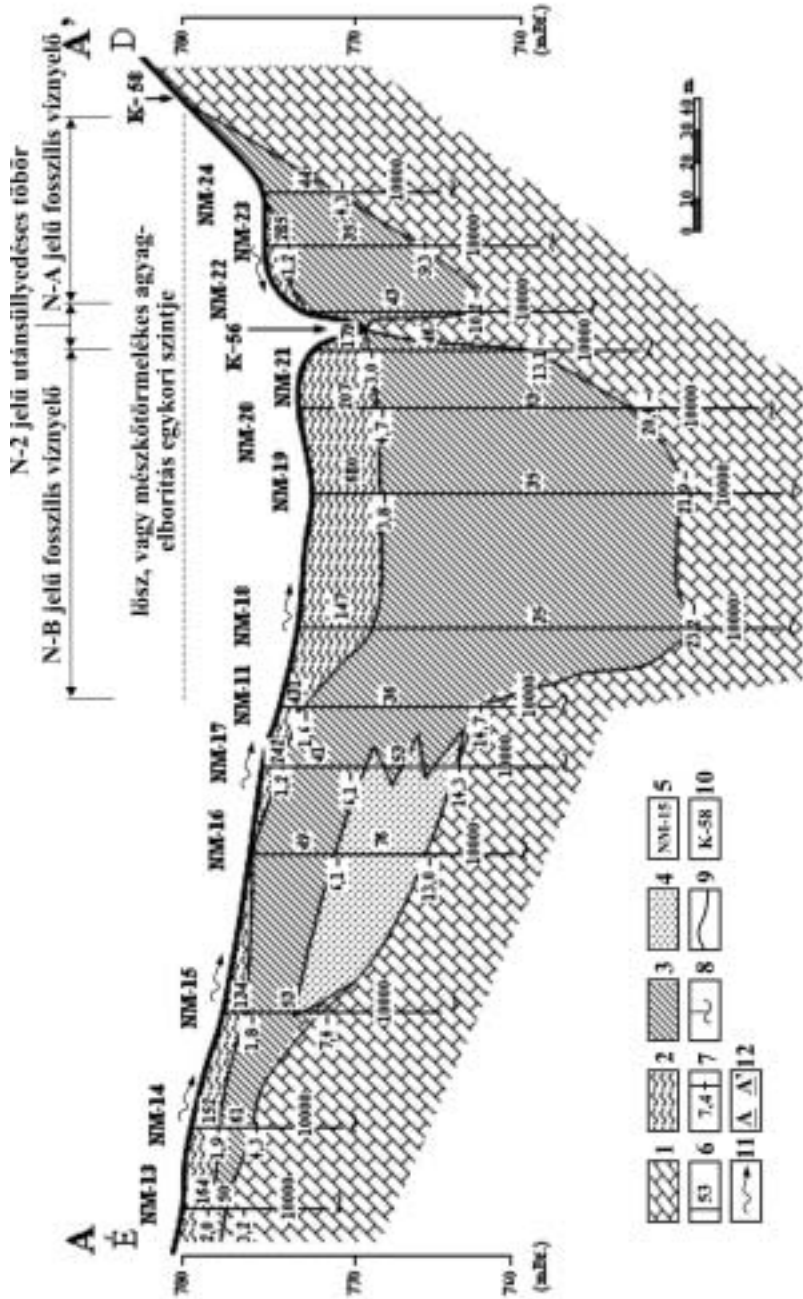
Ilyen fedőüledékben kialakult depressziók fordulnak elő a Padis (Románia) egyes részein is, ahol e formák idősebb, karsztosodással kialakult magaslatok által közrefogott fedőüledékes térszíneken jöttek létre (VERESS M. 1992). Előfordulnak továbbá magashegységekben, gleccservölgyek hógyűjtőin, s ilyen formák említhetők például a Dachstein-fennsíkjáról (a 601 sz. út mellől), a Júliai-Alpokból (a Triglav alatti hógyűjtő területéről, amelyet a Vrata-völgy mellékvölgye és a Triglav lejtői határolnak), valamint a Durmitor-hegységből. Depressziók alakulhatnak ki a fengcong típusú karszt csillagdolináiban is.

Igazi depresszió

Az igazi depressziók esetében a fedőn kialakult lefolyástalan forma alatt a fekűn is zárt, lefolyástalan mélyedés van (4c., 7. ábra). A fekű zárt mélyedésének átmérője hasonló méretű vagy nagyobb, mint a fedőüledékes depresszióé. Az igazi depresszió lehet karsztbelseji és karsztperemi helyzetű. A félig kitakart forma oldallejtőit a fekű mélyedésének oldallejtői alkotják, ugyanis itt a fedő lepusztulása miatt előbukkan a mészkő a fedő alól (7. ábra). Az igazi depressziók több száz m átmérőjű, jelentős (többször 10 m) mélységű formák. Aljzatukon egyaránt előfordulhatnak utánsüllyedésszerű töbrök, víznyelők, továbbá vakvölgyek víznyelőkkel (lásd alább). Allogén karszton (eltemetett karszt) igazi, karsztbelseji depressziók csak akkor jöhetnek létre, ha a kialakuló depresszió alatt a fekűn zárt forma van. Ugyanis ennek hiányában a vízfolyás a fekű magaslatai között akadálytalanul bevágódhat. Nem-rejtett közethatár nem alakul ki, így víznyelő sem képződik. Zárt fekűmélyedés esetén viszont bevágódása során a vízfolyás eléri a fekűt. Nem-rejtett közethatár alakul ki, víznyelő képződik. Így a térbeli üledékszállítás is végbemehet.

A karsztbelseji igazi depressziók lehetnek egyszerűek és összetettek. Egyszerű a depresszió akkor, ha aljzatán csak utánsüllyedésszerű töbrök vagy csak víznyelők fordulnak elő, s összetett akkor, ha aljzatán mind utánsüllyedésszerű töbrök, mind víznyelők kifejlődtek (4. ábra). Előfordulhatnak a részben üledékekkel fedett mérsékelt övi karsztok sortöbrös völgyeiben, vakvölgyeiben és a magashegységi karsztok paleouvaláiban, paleodolináiban. Jellegzetes igazi és összetett depresszió például a 2–3. ábrán bemutatott hochschwabi paleouvala. Az uvala áthalmozott morénával van részben kitöltve. Középső és ÉK-i része eltemetett karszt. A felszín lepusztulását lineáris és areális erózió okozza (eróziós árkok által közvetlenül, közvetetten, illetve karsztos mélyedés által okozott lejtősődés és összetett eredetű lejtősődés) (2. ábra). Az üledék a paleouvala víznyelőjén keresztül jut a karsztba. A fedőüledék pusztulását itt a fedőben időszakosan kialakuló talajjég segíti elő, ugyanis a hóolvadék és a csapadékvíz nem tud elszivárogni. A talajjég jelenlétét az itt előforduló tufurok bizonyítják. Rejtett karsztos részletén (a paleouvala D-i részén) utánsüllyedésszerű töbrök alakultak ki. Ezek környezetében egy féldepresszió (lásd alább) figyelhető meg. A felszín lepusztulását itt elsősorban areális erózió okozza (lejtősődés a karsztos mélyedések által; 3. ábra).

Igazi depresszió említhető a Totes Gebirgeből például a Wildgössl csúcs közelében, a 201. sz. turistaút mellől. Itt a depresszió egy uvala kitöltésében képződik, amelynek anyaga a feltárult kőzetfalak kovarétegének törmeléke. A depresszió csak részben töltődött fel; a kitöltődés jelenleg is folyamatban van. A kitöltés felszíne egyúttal lineáris erózióval pusztul is, ami elősegíti a depresszió létrejöttét. A patakok vize hóléből, illetve a kovabetelepülések mentén kialakult forrásokból származik. Az eróziós árkok közötti térszínek areálisan pusztulnak. A kitöltés anyagát a vízfolyások a kitöltés homlokánál kialakult víznyelőkbe szállítják.



7. ábra Igazi depresszió geoelektromos-földtani szeivénye (Bükk-hegység, Nagy mező, VERESS M.–ZENTAI Z. [2007] nyomán). – 1 – mészkő; 2 – mészkőtörmelék (agyagos); 3 – lösz (agyagos-iszapos) vagy mészkőtörmelékes agyag; 4 – lösz (homokos vagy mészkőtörmelékes); 5 – VESZ-mérés száma; 6 – az ősszlet geoelektromos ellenállása (Ohm); 7 – a geoelektromos ősszlet talpmélysége (m); 8 – a VESZ-mérés körülbelüli behatolása; 9 – geoelektromos ősszlethatár; 10 – mészkő-előbukkanási hely száma; 11 – areális erőző a depresszióban; 12 – szelvény jele

Figure 7 Geoelectrical-geological profile of true depression (after VERESS M.–ZENTAI Z. 2007). – 1 – limestone; 2 – limestone detritus (with clay); 3 – loess (with clay-mud) or clay with limestone detritus; 4 – loess (with sand or limestone detritus); 5 – number of VES measurement; 6 – the geoelectrical resistance of the beds (in Ohms); 7 – depth of the base of the geoelectrical beds (m); 8 – the approximate penetration of the VES measurement; 9 – the border of the geoelectrical beds; 10 – number of the limestone outcrop place; 11 – sheet erosion in the depression of superficial deposit; 12 – mark of profile

A nagy-mezői (Bükk-fennsík) depresszió egy egykori vakvölgyben alakult ki (7. ábra), amelynek környezetéből mára a kora miocén korú (SÁSDI L. 1997) kavicstakaró lepusztult. A Nagy-mező autogén karsztta alakult, a vakvölgy környezetének üledékeivel részlegesen feltöltődött. Az utánsüllyedéses töbrök a feltöltött aljzatban alakultak ki. A felszín lepusztulását areális erózió okozza (karsztos mélyedések által okozott lejtősdés).

Ugyancsak igazi depresszió a Dász-töbör. Nagyméretű oldódásos paleotöbör, amely pannon üledékkel töltődött fel. Ebben az üledékben alakult ki a depresszió. Aljzatán összetett vakvölgy fejlődött ki. A vakvölgy víznyelőjének a folytatásában alakult ki a Szabadság-barlang. A depresszió aljzatának pusztulását lineáris és areális erózió (völgy által közvetetten okozott lejtősdés) okozza.

Ilyen depressziók említhetők az Alsó-hegyről, mint a Bába-völgy, az Acskó-völgy, vagy a Derenki-medence, amelyek homokkövön alakultak ki. Homokkőfoltjaik peremein víznyelők sorakoznak (MÓGA J. 2002). A homokköves aljzatú depressziók fedőüledékek borítottak el. Ezért például a Bába-völgy depressziójának víznyelői a fedőüledékek peremén jöttek létre, míg a víznyelők medrei a fedőüledéken. A fedőüledék a Bába-völgyben lineáris erózióval pusztul. A medrek közötti sík térszínrészletek az egykori felhalmozódási szint maradványai. A Bába-völgy depressziójának homokköve nem egységes, ugyanis a víznyelők a depresszió hossz tengelye mentén különböző helyeken csoportosulnak, amelyeket mészköves foltok különítenek el egymástól. Ez arra utal, hogy a Bába-völgyi depresszió összetett fejlődésű képződmény. Valószínű fejlődése az alábbiakban vázolható: völgyképződés; lefejeződések az egykori völgyben (MÓGA J. 2002); több depresszió kialakulása; az e depressziók közötti mészkőküszöbökön karsztosodás következik, ezáltal az idősebb depressziók összekapcsolódnak; kialakul a jelenlegi depresszió, amely részlegesen feltöltődik, majd kialakulnak a jelenlegi víznyelők.

A Pádis magaslatokkal határolt fedett térszínrészleteinek többsége is igazi depresszió. A feké még az e formákat határoló szomszédos magaslatok közötti helyeken is e depressziók belseje felé dől. Ezek a dőlésirányok jelzik, hogy a Pádis-fennsík belső depressziói alatt a feké zárt.

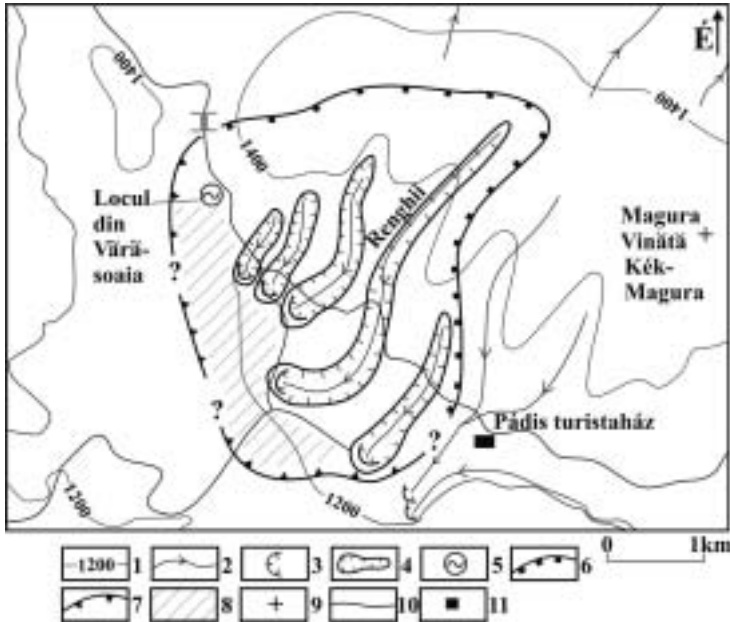
A karsztperemi depresszióknak csak a karszt felőli oldalán bukkannak elő a mészkő. Ezek a helyeken a mészkövet nem karsztos kőzetek határolják (igazi kőzethatár). Igazi kőzethatárok jöhetnek létre vetődések vagy lepusztult redők szinklinálisai esetében. E helyeken a depresszió területe lehet rejtett vagy eltemetett karszt. Az előző esetben területén utánsüllyedéses töbrök, az utóbbi esetben pedig víznyelők (vakvölgyekkel) fordulnak elő.

A karsztperemi depressziók hosszabbik tengelye a karszt peremére lehet merőleges vagy azzal párhuzamos. Az előző esetben a depresszió vízfolyása a karszt peremére merőleges irányú, az utóbbiban azzal párhuzamos. Merőleges tengelyű depresszió például a Pred Jama alatti poljeszerű forma (Szlovénia) vagy a LÁNG S. (1971) által említett víznyelő medencék a Baradla-barlang víznyelőinek környékéről. Ilyen formák említhetők a Kék-Magurától Ny-ra a Pádison (8. ábra). Kialakulásukban, illetve aljzatuk pusztulásában elsősorban az összetett eredetű lejtőfejlődésnek volt szerepe. Hosszanti tengelyű depresszió például a Vizes (Aggteleki-karszt).

A depressziók kialakulása

Karszt belseji depresszió rejtett kőzethatáron az alábbi módon jön létre:

– A felszín areális erózióval pusztul (9a. ábra). Az egyenetlen karsztos feké kiemelkedései felett, ahol a fedő kivekonyodik, utánsüllyedéses töbrök alakulnak ki. Környezetük fedőüledékei areális erózióval az utánsüllyedéses töbrök járataiba halmozódnak (10a. ábra). A kialakuló depresszió még nem zárt (féldepresszió).



8. ábra Peremi depresszió a Pádistról (Erdélyi-szigethegység). – 1 – szintvonal; 2 – patak; 3 – víznyelő; 4 – vakvölgy; 5 – tó; 6 – depresszió pereme homokkövön; 7 – depresszió pereme mészkövön; 8 – mészkő a felszínen; 9 – hegycsúcs; 10 – turistaút; 11 – turistaház

Figure 8 Marginal depression of superficial deposit from Pádis (Erdélyi Szigethegység). – 1 – contour line; 2 – water course; 3 – sinkhole; 4 – blind valley; 5 – lake; 6 – the margin of depression of superficial deposit on sandstone; 7 – the margin of superficial deposit on limestone; 8 – limestone on the surface; 9 – peak; 10 – tourist trail; 11 – hostel

– A fedőüledékek kivékonyodása miatt újabb helyeken, újabb utánsüllyedékes töbrök jöhetnek létre. Mivel a fedőüledékes térszínről a lepusztulás minden irányból az utánsüllyedékes töbrök felé történik, a féldepresszió embrionális depresszióvá fejlődik. A fedőüledékben létrejövő forma zárttá alakul (10b. ábra).

– A depresszióban a lepusztulás, következésképp a fedőüledékek karsztba szállítása fokozódik, miután mélyülése miatt a környezetéből egyre több vizet kap. A már kialakult depresszió peremi, utánsüllyedékes töbrei lecsonkolódhatnak. A forma fiatal depresszióvá fejlődik (10c. ábra).

– A fedőüledék részleges lepusztulása miatt oldallejtőin előbukkan a mészkő. Félig fedett depresszió (részben fedett depresszió) alakul ki (10b–d. ábra). Az utánsüllyedékes töbrök egy része feltöltődik, területükön vízzáró üledékek halmozódhatnak fel (10d. ábra). Ez növeli a meglévő utánsüllyedékes töbrök vízgyűjtő területeit, emiatt ezekbe több víz áramolhat. A depresszióban a megnövekedett vízmennyiség tovább növeli az aljzat pusztulását és így a mélyülését. Az aljzatot vízmosás árkok tagolják; a depresszió területén megindul a lineáris erózió (közvetlenül és közvetetten előidézett lepusztulás) (9b. ábra). A depresszió aljzata különböző dőlésirányú részekre különül, a forma felnőtt depresszióvá alakul (10d. ábra).

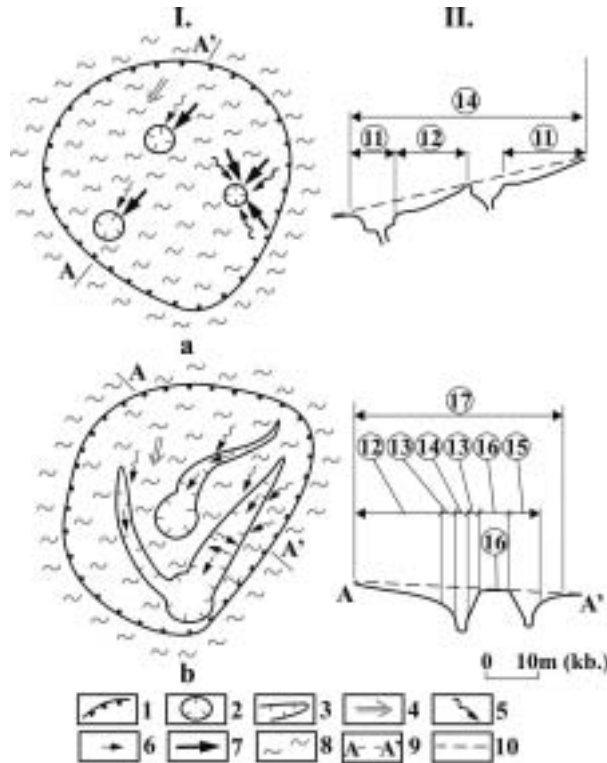
– A már kialakult és feltöltött utánsüllyedékes töbrök vízzáró területe az aktív utánsüllyedékes töbrök vízgyűjtője lesz (10d–e. ábra). A depresszió területén egyre több feltöltött mélyedés alakul ki. A fosszilis utánsüllyedékes töbrök posztgenetikus utánsüllyedékes töbrökké alakulnak. A depresszió aljzatán a felszín egyre nagyobb hányada lesz vízzáró; érett depresszió képződik (10e. ábra).

A depressziók fentebb bemutatott fejlődése mind ál-, mind igazi depressziók esetében végbemehet.

Karsztbelseji depresszió igazi kőzethatáron a következőképpen képződik:

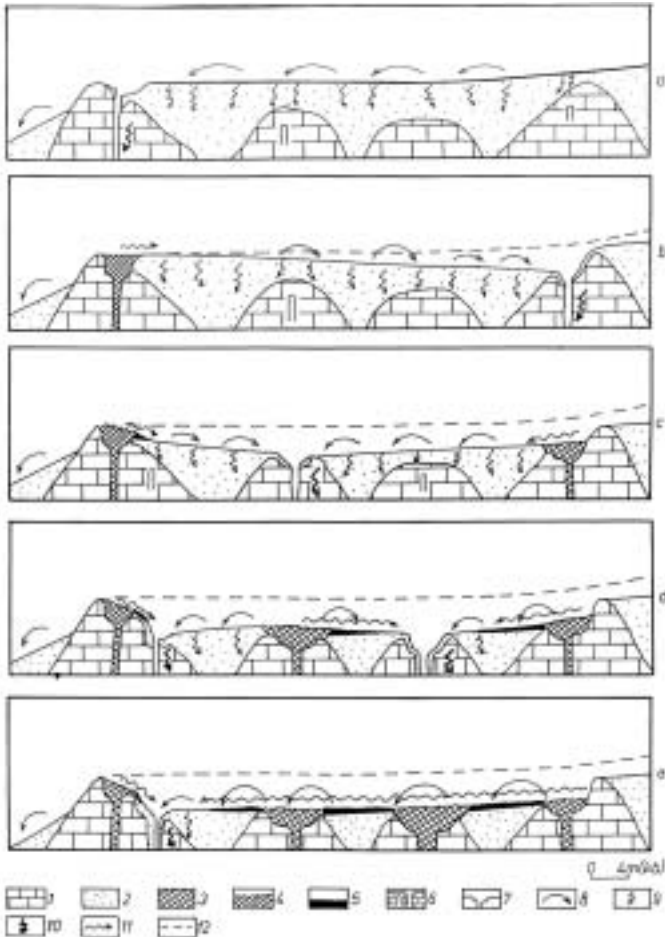
Ha a fedő vízzáró, az előbukkanó mészkő pereménél igazi kőzethatár jön létre, s víznyelők alakulnak ki. A féldepresszióból embrionális depresszió jön létre. Vakvölgyek képződnek. A fedő lepusztulását lineáris és areális erózió okozza. A vakvölgyek közötti hátak areális erózióval pusztulnak (fiatal depresszió). A fedő lepusztulása miatt a fekü lejtőjén a víznyelőképződés újabb helyeken történik, az idősebb víznyelők lecsonkolódnak (érett depresszió).

E kialakulási mód az igazi depressziókra jellemző. (Az igazi depressziók morfológiája attól is függ, hogy a fekü idős karsztos mélyedéseinek feltöltődése milyen mértékű volt. A fekü idős, paleokarsztos mélyedései feltölthettek részlegesen, teljesen, továbbá el is temetődhetnek.)



9. ábra Rejtett karszt belső depressziói. *a* – az utánsüllyedéses töbrökhöz nincsenek eróziós árkai, a depresszió kialakulása areális erózióval történik; *b* – az utánsüllyedéses töbrökhöz eróziós árkok vezetnek, a depresszió kialakulásához a lineáris erózió is hozzájárul. *I* – alaprajz; *II* – keresztmetszet. *I*: 1 – depresszió, pereme a fedőüledékben; 2 – utánsüllyedéses töbrő; 3 – eróziós árok; 4 – felszín eredeti dőlése; 5 – areális erózió; 6 – vonalas erózió; 7 – areális erózió hatására kialakult dőlés; 8 – fedőüledék; 9 – szelvényhely. *II*: 10 – eredeti felszín; 11 – utánsüllyedéses töbrő; 12 – areális erózióval lepusztult felszín; 13 – mederoldal és eróziós árok oldalának lepusztulása areális erózióval; 14 – lineáris erózió; 15 – eróziós árok; 16 – eredeti felszín maradványa; 17 – depresszió

Figure 9 Internal depressions of the superficial deposit of the latent karst. *a* – subsidence dolines without gullies, the depression of superficial deposit produced by sheet erosion; *b* – subsidence dolines with gullies, erosion also contributed to the development of depressions. *I* – planimetric representation; *II* – profile. *I*: 1 – the margin of the depression in the superficial deposit; 2 – subsidence doline; 3 – gully; 4 – original slope; 5 – sheet erosion; 6 – channel erosion; 7 – slope shaped by sheet erosion; 8 – superficial deposit; 9 – location of the profile. *II*: 10 – original surface; 11 – subsidence doline; 12 – surface eroded by sheet erosion; 13 – gully slope eroded by sheet erosion; 14 – channel erosion; 15 – gully; 16 – residual of original surface; 17 – depression of superficial deposit



10. ábra Áldepresszió fejlődése (VERESS M. [2000] nyomán). – a – fél depresszió; b – embrionális depresszió; c – fiatal depresszió; d – felnőtt depresszió e – érett depresszió. 1 – karbonátos kőzet; 2 – fedőüledék; 3 – szingenetikus, fosszilizálódott utánsüllyedéses töbr vízáró kitöltése; 4 – fosszilizálódott utánsüllyedéses töbr részben lecsonkolódott üledékkitöltése; 5 – a lecsonkolódás során keletkező vízáró üledék; 6 – karsztos járat (vakkürtő, kürtő); 7 – szingenetikus utánsüllyedéses töbr; 8 – areális erózió; 9 – vízelvezetés; 10 – mélységi anyagszállítás; 11 – felszíni vízfolyás; 12 – a fedőüledék eredeti felszíne

Figure 10 The development of a false depression of superficial deposit (after VERESS M. 2000). – a – half depression; b – embryonic depression; c – juvenile depression; d – adult depression; e – mature depression. 1 – limestone; 2 – superficial deposit; 3 – permeable filling of a syngenetical fossil subsidence doline; 4 – partially truncated sediment fill of fossilised subsidence doline; 5 – impermeable sediment formed during truncation; 6 – karstic passage (blind shaft, shaft); 7 – syngenetic subsidence doline; 8 – sheet wash; 9 – water seepage; 10 – material transport into the depth; 11 – surface runoff; 12 – original surface of superficial deposit

A fedőben kialakult (fedőüledékes) depressziók fejlődése elhalhat; részben vagy teljesen feltöltődhetnek (elpusztult depresszió). Ilyenkor a beléjük szállított üledék mennyisége nagyobb, mint amennyi onnan a karsztba szállítódik.

A peremi depressziók kizárólag akkor képződnek, ha igazi kőzethatár jön létre a mészkő előbukkanásánál (féldepresszió). A határoló fedett karsztos térszínen vakvölgyek sorozata alakul ki. A völgyek mélyülésével, valamint a völgyközi háta lepusztulása során nagyméretű zárt formák vagy poljeszerű formák képződnek (fiatal depresszió). A fedő

lepusztulása miatt a kőzethatár eltolódik (felnőtt depresszió), ezért a fekü lejtőjén újabb víznyelők képződnek, az idősebbek lecsonkolódnak.

Következtetések

- A depressziók fedett karsztokon (középhegységi karszt) vagy a karsztok fedőüledékes foltjain (magashegységi karszt, polje-karszt, trópusi karszt), valamint az allogén karsztok peremén alakulnak ki.
- A depressziók utalnak a karszt előtörténetére: ha jelen vannak a karszton, akkor ott a jelenleginél idősebb karsztosodás is történt, amelyet elfedődés követett. A depressziók felismerése és tipizálása segíti a hordozó karszterület fejlődéstörténetének megértését.
- Igazi kőzethatáros depressziók folytatásában eróziós barlangok, míg rejtett kőzethatáros depressziók esetében inkább oldódásos kürtők jellemzik a karsztot. A depressziók belsejéből kiszállított üledék a karszt barlangjainak eróziós fejlődését eredményezi.
- A depressziók kialakulásának előfeltétele, hogy a fedő a karsztba szállítódjon.
- Tagolt fekün alakulnak ki, amely részben vagy teljes egészében elfedődött.
- A depressziók típusa utal a fekü morfológiájára, illetve a végbement lepusztulás mértékére.
- A depresszió mérete utal a karszt üregesedtségére, üregrendszerének fejlettségére, az üregrendszer és a felszín kapcsolatának jellegére, valamint az üregek kitöltöttségének mértékére.
- A depressziók kifejlődése a karszt fedőüledékeinek elvesztését eredményezi. A folyamat során a felületi üledékszállítás térbelivé alakul.
- A depresszióképződés és más karsztos folyamatok (pl. víznyelőképződés) egymást erősítő folyamatok.
- A különböző karsztos formák exhumálódása (pl. vakvölgyek), továbbá néhány karsztos forma kialakulása (pl. a poljeszerű formák) csak a depressziók képződésével értelmezhető.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0006 pályázat támogatásával készült.

VERESS MÁRTON
NYME TTK Földrajz és Környezettudományi Intézet, Szombathely
vmarton@ttk.nyme.hu

IRODALOM

- COXON, C. 1986: A study of the hidrology and geomorphology of turloughs. – Unpubl. PhD thesis, University of Dublin.
- CRAMER, H. 1941: Die Systematik der Karstdolinen. – Neues Jb. Miner., Geol. Paläont., 85. pp. 293–382.
- CRAWFORD, N. 1984: Karst landform development along the Cumberland Plateau escarpment of Tennessee. – In: R. S. LAFLEUR (ed.): Groundwater as a Geomorphic Agent. – Allen and Unwin, Boston. pp. 294–339.
- CVJIČ, J. 1893: Das Karstphaenomen Versuch einer morphologischen Monographie. – Geog. Abhandl., 5. Wien. pp. 218–329.

- 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.
- FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 1989: *Karst Geomorphology and Hydrology*. – Unwin Hyman, London. 601 p.
- FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 2007: *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. – John Wiley & Sons Ltd. 561 p.
- GUNN, J. 2006: Turloughs and tankengs: distinctive doline forms. – *Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers*, 4 (1.) pp. 1–4.
- HEVESI A. 1986: Hidegvizek létrehozta karsztok osztályozása. – *Földrajzi Értesítő*, 35. pp. 231–254.
- HOOVER, R. A. 2003: Geophysical choices for karst investigations. – www.saic.com/geophysics/downloads/karstChoices.pdf
- JAKUCS, L. 1977: Morphogenetics of karst regions. – Akadémiai Kiadó, Budapest. 284 p.
- JENNINGS, J. N. 1985: *Karst Geomorphology*. – Basil Blackwell, New York. 293 p.
- KÁROLYI, M. S. – FORD, D. C. 1983: The Goose Arm Karst, Newfoundland. – *Journal of Hydrology*, 61. (1/3) pp. 181–186.
- LÁNG S. 1971: A hazai karsztok és környékük lepusztulásának egyes kérdései. – *Karszt és Barlang*, I. pp. 1–4.
- MÓGA J. 2001: A szerkezet és kőzetfelépítés szerepe a Szilicei-fennsík karsztos felszínformáinak kialakításában. – *Karsztfejlődés*, VI. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely. pp. 143–159.
- MÓGA J. 2002: A tornai Alsó-hegy felszínalkantani vizsgálatának új eredményei. – *Karszt és Barlang*, 1998–1999. I–II. pp. 95–104.
- SÁSDI L. 1997: Újabb földtani adatok a Bükk-hegység karsztjának fejlődéstörténetéhez. – *Karszt és Barlang*, I–II. f. pp. 43–52.
- SEEBACH, H. 1929: *Die Dolinen der Fränkischen Schweiz*. – Arb. d. Sekt. Heimatforsch. D. Naturhist. Ges. Nürnberg. Nürnberg.
- SPÖCKER, R. G. 1924: *Karstphänomene im Schelmbachgebiet. Beitrag zur Kenntnis des Bayerischen Jura als Karst*. – Abh. Naturhist. Ges. Nbg. XXII. 2. pp. 1–88, 1 Abb., 2 Tab., 3 Anl. Nürnberg (NHG).
- SPÖCKER, R. G. 1935: *Der Karst des oberen Pegnitzgebietes und die hydrographischen Voraussetzungen für die Wassererschließung bei Ranna*. – Abh. Naturhist. Ges. Nbg. 25. 1. pp. 1–83, 6 Tab., 5 Taf., Nürnberg.
- SWEETING, M. M. 1973: *Karst Landforms*. – The Macmillan Press Ltd., London. 362 p.
- 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.
- TRUDGILL, S. T. 1985: *Limestone geomorphology*. – Longman, New York. 196 p.
- VERESS M. 1992: Karsztmorfológiai sajátosságok a Pádis fedett karsztjainak példáján. – *Földrajzi Közlemények*, XVI. (XL.) 3–4. pp. 125–141.
- VERESS M. 1999: Az Északi-Bakony fedett karsztja. – A Bakony természettudományi kutatásának eredményei, 23. Bakonyi Természettudományi Múzeum, Zirc. 167 p.
- VERESS, M. 2000: Covered karst evolution in the Northern Bakony mountains, W-Hungary. – A Bakony Természettud. Kut. Eredményei, 23. Bakonyi Természettudományi Múzeum, Zirc. pp. 1–167.
- VERESS M. 2004: A karszt. – BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely. 214 p.
- VERESS M. 2006a: Adalékok nagyobb vastagságú fedőüledékes térszín karsztosodásához (Homód-árok környéke, Hárskút). – A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei, 23. Zirc. pp. 7–26.
- VERESS M. 2006b: Adatok a Tési-fennsík két térszínrészletének fedett karsztosodásához. – *Karsztfejlődés*. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, pp. 171–184.
- VERESS M. 2008a: A mészkőfekü morfológiájának hatása a fedett karsztosodásra. – *Karszt és Barlang*, 2004–2005. pp. 33–54.
- VERESS, M. 2008b: Covered karstification on the karsts of Hungary. – In: KERTÉSZ Á. – KOVÁCS Z. (szerk.): *Dimensions and trends in Hungarian Geography*. – Geographical Research Institute Hungarian Academy of Sciences, Budapest. pp. 69–90.
- VERESS, M. 2009: Investigation of covered karst development using geophysical measurements. – *Zeits. f. Geom.* 53. 4. pp. 469–486.
- VERESS M. 2010: A magyarországi eltemetett és rejtett karsztos térszín felszínfejlődése. – *Földrajzi Közlemények*, 134. 4. pp. 373–391.
- VERESS M. – PUSKÁS J. 2007: Adalékok az Eleven-Förtési töbör csoport (Bakony-hegység) karsztosodásához. – *Karsztfejlődés* XII. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely. pp. 171–192.
- VERESS M. – ZENTAI Z. 2007: Karsztjelenségek minősítése a Bükk-hegység néhány mintaterületén a mészkőfekü morfológiájának és a fedőüledékek szerkezetének értékelésével. – *Karszt és Barlang*, I–II. (megj. éve: 2009) pp. 37–54.
- WALTHAM, A. C. – FOOKES, P. G. 2003: Engineering classification of karst ground conditions. – *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrology*, 36. pp. 101–118.
- WILLIAMS, P. W. 2003: Dolines. – In: GUNN J. (szerk.): *Encyclopedia of caves and karst*.