



A BAKONY  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KUTATÁSÁNAK EREDMÉNYEI 23.

Veress Márton

# AZ ÉSZAKI-BAKONY FEDETT KARSZTJA





1. A Gerece kerteskői szurdoka

2. A karszt fedőüledékében kényszermeanderező vízfolyás a Som-hegy előterében

Címlap: A Dudar melletti Magos-hegy sziklafalában nyíló barlang

RESULTATIONES  
INVESTIGATIONUM  
RERUM NATURALIUM  
MONTIUM BAKONY  
XXIII.

BAKONYI TERMÉSZETTUDOMÁNYI MÚZEUM  
ZIRC

A Bakony  
természettudományi  
kutatásának  
eredményei  
XXIII.

VERESS MÁRTON

**Az Északi-Bakony fedett karsztja**

Zirc, 1999

Szerkesztő: FUTÓ JÁNOS  
Lektor: JAKUCS LÁSZLÓ  
ZÁMBÓ LÁSZLÓ  
Technikai szerkesztő: KESERŰ ILDIKÓ

A kötet megjelenését támogatták:



Nemzeti Kulturális Alapprogram  
Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola Tudományos Bizottsága  
Karszt és Barlang Alapítvány  
Magyar Olaj- és Gázipari Rt.  
Savaria University Press  
Veszprém Megyei Önkormányzat Közgyűlése

Kiadja: a Bakonyi Természettudományi Múzeum, Zirc  
Felelős kiadó: Futó János múzeumigazgató

ISBN: 963 0384 280  
ISSN: 0408 2427

Készült 400 példányban a veszprémi PROSPEKTUS Nyomdában, 1999-ben.  
Felelős nyomdavezető: Szentendrei Zoltán

# ELŐSZÓ

E könyv az Északi-Bakony fedett karsztjelenségeiről készült eddigi legátfogóbb szaktanulmány, amely egyben a genetikai szemléletű magyar karsztmorfológiai iskola figyelemre méltó új tudományos alkotása. Köszönet a Bakonyi Természettudományi Múzeumnak, személy szerint Futó János geológus múzeumigazgató úrnak, hogy méltó módon biztosította az értékes alkotás nyilvánosságra hozatalát! Hogy lehetővé tette e kevéssé ismert karsztvidék geomorfológiai csodáit feltáró óriási kutatói erőfeszítések eredményeinek közkinccsé tételét!

Természetesen minden könyv annyit ér, amennyi örömet készítőjének és olvasójának okozni képes. Veress Márton könyve valószínűleg sokat ér, hiszen egyrészt a hegység jórészt ismeretlen karsztjelenségeiről nyújt mélyreható ismertetést, másrészt azonban az is bizonyossággal kitűnik belőle, hogy írója megszállott alkotó. Megszállott alkotó, aki fáradhatatlan lobogással és megfizethetetlen elkötelezettséggel bűvárkodott éveken át a Bakony titkainak mélyén. Csakis az így végzett lobogó kutatás képes az akadályok gátjait legyőzni, majd mélységes örömet nyújtani a munka áldozataiért. Mert a Földön a legnagyobb öröm a kiharcolt elismerés öröme.

Hogy aztán az olvasóban is kialakul-e – Veress Márton könyvét olvasgatva – ez az öröm, azt én nem tudhatom. Ezt mindenki maga fogja eldönteni: korábbi tudásszintje, stílusérzéke és vérmérséklete szerint. Én mindenesetre szívemből örülök, hogy elkészült az írás. Szereitek ugyanis új dolgokról, új összefüggésekben hallani. Még akkor is, ha nem mindenben értek egyet az értelmező lényegkiemeléseivel. Ennek a könyvnek az anyagát néhány évvel ezelőtt Szegeden egy PhD-értekezés megvédési procedúrájában már alaposan megvitattuk. Maradtak a vita végére is lezáratlan kérdések, össze nem egyeztethető álláspontok közöttünk. Így ma is kissé eltérő módon ítéljük meg például a keveredési korrózió jelentőségét a barlangi vakkürtök és a mennyezeti gömbüstök keletkezésében, vagy éppen a nemkarsztos külső vízgyűjtőről származó vízfolyások szilárd hordalékainak szerepnagyságrendjét a karsztok kiüregesedési folyamataiban. Ez azonban nem baj. Jó dolog az, hogy vitatkozunk. Szegeden is ezért fogadtuk el Veress Márton északi-bakonyi munkáját „Summa cum laude” fokozattal doktori minősítésének alapjául. Mert hát az a nagyszerű a tudományban, hogy tapasztalati anyagainak különbözősége állandóan vitákra serkent bennünket. Izzadságtól és kemény csatáktól megy előre a tudás a világról. Az acél is tűzben születik.

Legkülönösebb jelentősége talán éppen abban van e könyvnek, hogy nem korlátozódik a címében jelzett regionális karstosodási sajátosságok számbavételére egy korábban geomorfológiailag kevéssé feltárt területen, hanem jelentősen túllép a tanulmányozott térség megfigyelhető formakincsének ábrázoló bemutatásán. Elméleti általánosításokra, új fogalomalkotásokra is vállalkozik. Az okok és hatásmechanizmusok, a hatótényezők, és a kialakult formakincs kölcsönösségeinek kérdéseit boncolja, azaz törvényszerűségeket megállapítására törekszik. Ebben az értelemben Veress Márton munkája nem csupán leíró tájféldrajz, hanem általános karsztmorfológiai értekezésnek is minősíthető.

Kitűnően érvényre juttatja e mű korunk geomorfológiájának legkorszerűbb ismértét, a multilaterális okrendszerek feltárásának igényét. Ezen keresztül a fedett karsztos formakincs széles értelemben vett genetikai komplexitásának modern földtudományi és tájökölógiai metodikákkal tanulmányozható szabályosságát érzékelteti.

Veress Márton kiválóan ismeri az Északi-Bakony teljes mérvadó szakirodalmát, s a korábbi magyar kutatók területre vonatkozó nomotetikusan jellegű közléseit. De nemcsak ezek konkrét ismeretanyagát bővíti tovább. A klasszikus karsztmorfológusi kutatómunkában ritkán alkalmazott szedimentológiai, talajtani és kartográfiai metodikákra is támaszkodva nemritkán egészen meglepően ható új tudományos téziseket fogalmaz meg a fedett karsztosodás szabályozó tényezőiről. A jól dokumentált terepmunka óriási volumene, igényessége és alaposága egyébként már önmagában is kiemelkedő tartalmúvá teszi ezt a könyvet. A sokrétűen tanulmányozott karsztobjektumok, s ezeknek a nemkarsztos formakincs egyes elemeihez való viszonyítási módjai példamutatóak. Fényképfelvételei és vonalas ábrái, térképei, szelvényrajzai egyaránt azt tanúsítják, hogy fejlett lényegkiemelő érzékkel rendelkező, nagy tapasztalatú kutatóról van szó, aki bátor készséggel vállalkozik új munkahipotézisek és merészen szellemes megoldási ötletek kimunkálására is.

Ragyogó ötletnek tartom például a kürtők alakjának a kőzetdőlés szögétől függő morfológiai determináltságát. Indokolt az álvíznyelő és az állafejeződés fogalmának megalkotása, az utánrogyásos áltöbrök és az álvíznyelős töbrök, valamint a posztgenetikus víznyelős töbrök definiálása is. A természetben igen gyakran nagyon különböző folyamatok hatáseredményei jelennek meg együttesen. Ilyenkor tehát a hatáskomplexitást az adott formakincs morfogenetikai értelmezésében is célszerű bemutatni.

A geomorfológiában egészen szokatlan, de érdekes megközelítési szempontokat érvényesít a Szerző a „Karsztosodási típusok” című fejezetben, ahol is a karsztos lepusztulási folyamat dinamikáját és formakincsét aszerint csoportosítja, hogy milyen a karbonátos feké morfológiája, és e fekéről a fedőüledékek milyen módon (lineáris erózióval, lejtőleöblítéssel vagy mélységi anyagelszállítással) pusztulnak le. Nagy figyelemmel elemzi a fedett töréslépcsős térszíneken, a karsztos kúpokon és a völgyekben végbemenő karsztosodás sajátosságait is. A karsztos aljzat exhumálódásában meghatározó szerepet tulajdonít a rögök és kúpok kiterjedési paramétereinek. Pontosan definiálja a szingenetikus és a posztgenetikus karsztosodás fogalomköréit, s részletesen elemzi a kőzet kiüregesedési folyamatait és a völgyképződések között lehetséges korrelációk eseteit.

Nemcsak a geomorfológia, de az egész földtudományi megismerés számára izgalmasak Veress Márton kutatási eredményei és következtetései. Ugyanakkor még a jövőre váró fontos feladat lesz az Északi-Bakonyban megfigyelt jelenségeknek és a rájuk kialakított magyarázatok helyességének más fedett karsztos térségekben való összehasonlító ellenőrzése. Sok más, főleg külföldi szerző témába vágó eredményeivel is jó lenne mielőbb korrelálni a könyvben közzétett értelmezéseket. Általános érvényűnek gondolt új karsztmorfológiai törvényszerűségeket ugyanis – mindössze egyetlen fedett karsztos példa, az Északi-Bakony alapján – csupán munkahipotézisként üdvös absztrahált formában megfogalmazni. Szívből kívánom Veress professzornak, hajdani kedves szegedi diákomnak, mai kollégámnak és jó barátomnak, hogy teljen még erre is az erejéből és a bámulatos témaszeretetéből! Nekem meg még az időmből(?), hogy e várt folytatást is elolvashassam.

Szeged, 1999. márciusában

Jakucs László  
Professor Emeritus  
a JPTE díszdoktora



## BEVEZETÉS

Mintegy két évtizeden keresztül vizsgálhattuk az Északi-Bakony fedett karsztját. E vizsgálatok részeredményeit számos tanulmányban mutattuk be (ld. az irodalomjegyzéket). E munkában mintegy összegzését kíséreljük meg a hegység fedett karsztos folyamatainak és jelenségeinek. Mondandónkat az alábbi két témakörben fejtjük ki.

- Az Északi-Bakony (továbbiakban hegység) fedett karsztosodásának és a fedett karsztos jelenségeknek a feltárása.

- A hegység rögein lejátszódó felszínfejlődés és a karsztosodás kapcsolatának elemzése és ezáltal karsztosodási típusok és altípusok elkülönítése.

A kőzetek pusztulása kétféleképpen történhet. Egyrészt különböző áramló közegek (folyóvíz, levegő, jég) által mozgatott törmelékkel elsősorban koptatással, másrészt a kőzetek részben vagy teljesen oldatba kerülésével és elszállítódásával.

A nem oldódó kőzeteket (pl. homokkő, gránit stb.) a mi éghajlatunk alatt elsősorban a folyóvizek pusztítják. E pusztító munka eredményeként többnyire „V” keresztmetszetű völgy alakul ki. A völgyek kialakulását a kéregszerkezeti elemek kijelölhetik, meghatározhatják, mint pl. a vetődéses árokban kialakult völgyek esetében. Az ilyen völgyek a konkordáns völgyek. A diszkordáns völgyek kialakulása a kéregszerkezeti elemektől független. E völgyek egyik csoportját a keresztvölgyek képezik, amelyek között elkülönítenek regressziós, antecedens és epigenetikus völgyeket.

A regressziós völgyek - miután a vízfolyások pusztításuk során hátrálnak - hosszabbodnak. Az ilyen völgyek völgyfői a lejtőkön (amely pl. lehet egy hegységnek, vagy egy hegynek a lejtője) alulról felfelé egyre feljebb és feljebb tolnak. E völgyek mindig fiatalabbak, mint az ezeket hordozó magaslatok.

Az antecedens völgyek (völgyszakaszok) idősebbek, mint azok a magaslatok, amelyeken képződtek. A már kialakult völgy egy részletén kiemelkedés megy végbe, amellyel a völgymélyülés lépést tarthat. A kiemelkedés területén a vízfolyás munkavégző képessége – a megnövekedett magasságkülönbség miatt – megnő. Intenzív bevágódása miatt mély, meredek oldalú, szurdokos – a gyorsan kialakuló völgyoldalak ellankásodására nincs elegendő idő – völgyszakasz képződik.

Előfordulhat, hogy a völgyképződés a felül elhelyezkedő (fedő) kőzetekből átterjed a mélyebb helyzetű (fekü) kőzetekbe. Az ilyen völgyeket átöröklődéses, epigenetikus völgyeknek nevezik. Az átöröklődéses völgyek lefutása őrzi a vízfolyásnak a bevágódás kezdetén felvett, pl. meanderező lefutását. Az epigenetikus völgyszakaszok ugyancsak szurdokosak lehetnek akkor, ha a feükőzet kemény, ellenálló és így a völgyoldalak kevésbé pusztulnak le.

Gyakran az átöröklődés karbonátos kőzetbe (mészkö, dolomit) történik. Akkor, ha a karbonátos kőzetet fedő kőzetek lepusztulnak, a völgy száraz völgygé alakul, fejlődése leáll. Ugyanis a karbonátos kőzetekre hullott csapadékvizek e kőzetek jó vízvezető képessége miatt elszívárogznak, így a vízfolyások elapadnak. A karbonátos kőzetekből felépülő hegységek völgyei többnyire epigenetikus völgyek.

A keresztvölgyek gyakran komplex genetikájúak, így a Bakony hegységben is gyakoriak a regressziós-epigenetikus, valamint az antecedens-epigenetikus eredetű völgyek. Előző esetben egy rög oldalában a regresszáló völgy öröklődött át a fedőüledékről (pl. kavicsról) a karbonátos kőzetekre. Utóbbi esetben a karbonátos kőzetre átöröklődő völgy egy részletén helyi kiemelkedés történt, egy-egy rög vagy rögcsoport megemelkedése következtében.

A karbonátos kőzetek elsősorban szénsav határa maradék nélkül oldódnak. E kőzetek oldódásos eredetű pusztulását – valamint azokat a folyamatokat, amelyeket az oldódás indít el vagy tesz lehetővé – nevezik karsztosodásnak. A karsztosodás eredményeként kialakult karsztokon sajátos formakincs; a karsztos formakincs fejlődik ki.

A karbonátos kőzetekbe került csapadékvíz a kőzet réseiben, repedéseiben elszivárog. A vízvezetés intenzitása az idő múlásával fokozódik, ugyanis a rések, repedések mentén végbemenő oldódás hatására azok szélessége növekszik. Miután a vízvezetés miatt a karszton vízhálózat nem alakul ki vagy visszafejlődik, a karszt felszínét völgyek (eltekintve az epigenetikus eredetűektől) sem tagolják. A karszt környezetében végbemenő intenzív felszínpusztulás következtében a tagolatlan térszínek fennsíkokat képeznek.

A beszivárgó csapadékvíz mindaddig szivároghat lefelé a kőzetben, amíg a fennsíkot övező térszín magasságát eléri. Ekkor oldalirányba áramolva (és visszaduzzadva) képezi az áramló karsztvízövet. Ennek felülete a karsztvízszint. Ahol az áramló karsztvíz vize kilép a karsztból, karsztforrások alakulnak ki. Ha a karsztvízszint felett vízzáró kőzet települ, a karsztosodó kőzetben itt is kialakulhat egy, a környezetéhez képest magasabb helyzetű, áramló karsztvízöv (karsztvízemelet). A környező térszín magasságával közel megegyező áramló karsztvíz a középkarsztvízöv, míg az ennél alacsonyabb helyzetű a mélykarsztvízöv. A Bakony hegység középkarsztvizét főkarsztvíznek nevezik, miután a triász földolomítban fejlődött ki. A karsztvízszint feletti kőzettömegben csapadékosabb időben víz szivároghat fentről lefelé. A beszivárgó víz zónája a leszálló karsztvízöv.

Említettük, a karszt lehet fedett vagy fedetlen. Előző esetben a karbonátos kőzeteket nem karsztosodó kőzet fedi, utóbbi esetben fedőüledék nincs, legfeljebb talaj fedi a kőzetet. A fedett karszt fedőüledékei lehetnek vízzárók (eltemetett karszt) vagy fedetlenek (rejtett karszt). A Bakony hegységben fedett és fedetlen karsztok váltakozhatnak. Eltemetett karsztjain a fedőüledék kavics, rejtett karsztjain lösz.

A karsztokat vízforgalmuk és kialakulási koruk figyelembevételével is csoportosítják. Akkor, ha a fedetlen karszt a környező nem karsztos térszínekről vizet kap a karszt allogén, ha nem kap, autogén. Akkor, ha a karsztosodás a földtörténeti múltban játszódott le, a karszt paleokarszt. Ha a karszt kialakulása a holocénben történt és jelenleg is aktív, recens, ha nem aktív, fosszilis. (Természetesen a paleokarsztok fosszilis karsztok.)

A karsztterületek formakincsét felszíni és felszín alattiakra különítik.

A felszíni karsztformák közös jellemzője a lefolyástalanságuk. Képződhetnek fedetlen, illetve fedett karszton.

A fedetlen karsztos formák sorában a leggyakoribb az oldásos töbr (dolina), amely változatos méretű és eredetű, közel tál alakú, vízvezető járattal nélküli mélyedés. Az oldásos töbrök helyi, talaj alatti leoldódás során képződnek. E töbrtípusnak számos változata alakulhat ki. (Pl. ha a szomszédos töbrök összenőnek, uvalák jönnek létre.) A szakadéktöbrök nem a kőzetfelszín leoldódásával, hanem barlangok mennyezetének beomlásával alakulnak ki.

Allogén karsztok közethatárain víznyelők képződnek, ugyanis a határoló nem karsztos kőzetekből felépülő felszín vízfolyásai völgyeket alakítanak ki. A völgyek vízfolyásai a közethatáron a karszt belsejébe jutnak. A völgy a közethatáron ellenesésű lejtővel zárul (vakvölgy). Elvégződésénél olyan lefolyástalan mélyedés képződik, amely vízvezető járattal rendelkezik (víznyelő).

Eltemetett karsztokon, ahol a völgy átöröklődik a fekvő karbonátos kőzetre, völgyi közethatár alakul ki víznyelővel. A völgymélyülés során a völgyi közethatár a völgyfő irányába tolódik el (hátrál). Ennek megfelelően a víznyelőképződés helye is vándorol. A már kialakult víznyelők töbrökké alakulnak (víznyelő töbr).

Rejtett karsztokon a fedő üledékeken átszivárgó oldószer oldja a karbonátos kőzetet, olyan anyaghiány keletkezik a fekvő felszínén vagy a fekvőben, amelyet a fedőkőzet többékevésbé kitölt. Ezáltal a felszínen mélyedés alakul ki.

A fedett karsztos töbrök típusait is elkülönítik, amelyek az alábbiak.

Átöröklődéses töbrök alakul ki, ha a fedő összeálló kőzet. Az ilyen kőzet ugyanis nagyobb szilárdsága miatt csak akkor tölti ki a fekűn keletkezett mélyedést, ha a fedő szilárdságát az alátámasztás megszűnése miatt keletkezett súly meghaladja. A fedő mozgása gyors (omlás), a kialakuló karsztforma meredek oldalú.

Utánrogyásos töbrök alakul ki, ha a fedőkőzet nem összeálló. Ilyenkor a létrejövő kismértékű anyaghiány esetén sem képes a fedőkőzet – kicsi szilárdsága miatt – eredeti helyzetében maradni.

A fekűn vagy a fekűben kialakuló egyre nagyobb anyaghiányt a fedő anyaga folyamatos lefelé történő – esetleg rövidebb időre megszakadó – mozgással tölti ki. Ez az anyagmozgás a fekű anyagainak igen változatos kiterjedésű részeit érinti ugyanabban az időben. Az egyes részek mozgási sebessége kicsi. A felszíni forma hosszú idő alatt képződik, oldala lankás.

Elkülönítenek még alluviális víznyelős töbröt is. E típusnál a felszíni mélyedés kialakulása arra vezethető vissza, hogy a karsztos járat vízfolyása a felszínről a fedőüledékeket a karsztba halmozta át.

A felszín alatti karsztformák korróziós és eróziós kialakulásuk lehetnek. A korróziós eredetűek elsősorban az áramló karsztvízövekben képződnek.

Itt kitérőt kell tennünk az itt végbemenő üregesedés megértéséhez. A karsztba szivárgó oldószer már a szivárgó karsztvízövekben telített (tehát nem oldóképes), miután a karbonátos kőzet felszínén, illetve attól számítva néhány dm-es mélységig megtörténik a telítődése. Az áramló karsztvízövekben ismételten fellépő oldóhatás a különböző keménységű vizek keveredése miatt jöhet létre (keveredési korrózió). A keveredési korrózió jelensége akkor lép fel, amikor két telített, de eltérő koncentrációjú víz keveredik egymással. A keveredéssel kialakult vízben az egyensúlyi  $\text{CO}_2$  egy része (amely oldatban tartja a  $\text{Ca}^{2+}$ -ionokat) felesleges lesz. Ez a felesleges  $\text{CO}_2$  a vízzel szénsavat képezve a keveredés helyén újabb mészsanyagot visz az oldatba. A keveredési korrózió azért következhet be az áramló karsztvízövekben, mert itt az oldalirányba áramló vizek keverednek a lefelé szivárgó vizekkel.

A korróziós karsztformák forrásbarlangokra és zárt üregekre különíthetők. A forrásbarlangok a karsztforrásoknál alakulnak ki, ahová egész hegységreszek vize érkezik. A keveredő vizek tömege nagy, így az üregek képződés is intenzív lesz. Nyitott, többször 10 m-es kiterjedésű, szeszélyesen szétágazó barlangok képződnek. A zárt üregek a karszt belsejében képződnek, amelyek a forrásbarlangoktól abban különböznek, hogy kialakulásuk idején zártak voltak. Miután e helyeken kevesebb víz keveredett, mint a forrásbarlangoknál, méretük is kisebb lesz. Lényegében a karszt belsejében olyan üregecsoportok alakulnak ki, amelyeket különböző tágasságú és hosszúságú, ember számára járhatatlan járatok fűznek fel egy rendszerbe.

Az eróziós barlangok allogén típusú karsztokon alakulnak ki. A víznyelőkön keresztül a karszt belsejébe érkező vízfolyások – a határoló nem karsztos térszínekről magukkal ragadott törmelékkel – koptatással tisztítják a kőzetet és fejlesztik tovább a már korróziósan kialakult üregeket. A víznyelők felől a karszt belseje felé növekvő barlangok a víznyelő barlangok. Az eróziós barlangokat átmenő barlangoknak nevezik, ha a víznyelőktől a karsztforrásig olyan mértékben kifejlődtek, hogy ember számára is járhatóak.

## A HEGYSÉG FÖLDTANI, MORFOLÓGIAI JELLEMZÉSE

Az Északi-Bakony áttekintését LANG (1958), KORPÁS (1981), PÉCSI (1980), FÜLÖP (1989), JUHÁSZ (1988, 1990) munkáinak felhasználásával készítettük el.

### Nagyszerkezeti helyzet, természetföldrajzi felosztás

A Bakony hegység (magassága 200-710 m közötti) az ÉK–DNy-i csapású Dunántúli-középhegység DNy-i tagja. A Bakony hegység és a körülötte elhelyezkedő alacsonyabb, peremi helyzetű dombosági és heglábi tájak képezik a Bakonyvidéket (1. ábra). A Dunántúli-középhegység a Rába-szerkezeti-vonal és a Balaton-szerkezeti-vonal között elhelyezkedő nagyszerkezeti egység, amely jelenlegi környezetébe ÉK-i irányú eltolódással a miocén közepére került. A hegységet felépítő – főleg mezozoos karbonátos kőzetek – a Dráva-vonulat folytatásában, a Keleti- és Déli-Alpok közötti térségben képződtek, a Keleti-Alpok kinyíló óceáni ágának déli self zónájában. (A mezozoikumi képződmények az alaphegységet, a kainozoikumi kőzetek a fedőhegységet alkotják.) A középhegység – különösen a Bakony hegység – triász alzata a mezozoikum során fokozatosan szinklinális jelleget vett fel, amely mára aszimmetrikus szerkezetűre alakult. DK-i szárnyán az idősebb paleozoikumi képződmények, ÉNy-i szárnyán triász és jura, míg tengelyében fiatalabb (kréta és eocén korú) kőzetek bukkannak a felszínre. Ennek megfelelően a rétegek DK-en többnyire ÉNy felé, ÉNy-on DK felé dőlnek. (Az ÉNy-i szárny hiányos, miután a Rába-szerkezeti-öv irányába a jelenlegi hegységperemen túli rögök egyre nagyobb mélységbe zökkentek le.) A különböző korú mezozoos kőzetek csapásirányai nagymértékű egyezést mutatnak a hegység csapásirányával.

A Bakonyvidéket ÉNy-ról a Kisalföld, DK-ról az Alföld, DNy-ról a Zalai-dombság, ÉK-ról a Vértes határolják. A Bakony hegységet a K–Ny irányú vetők között kialakult harmadidőszaki Veszprém–Devecseri-árok két részre, az Északi-Bakonyra és a Déli-Bakonyra különíti. Az Északi-Bakonyt a Cuha-völgy két további részre a Magas-Bakonyra és a Keleti-Bakonyra osztja. A peremvidékeken (Pápai-Bakonyalja, Pannonhalmi-dombság, Sári-Bakonyalja) az alacsonyabb helyzetű rögöket többnyire hordalékkúpok fedik el, amelyek dombvidékekké, ill. heglábfelszínekké (glacis) formálódtak. Az Öreg-, vagy Magas-Bakony magasabb helyzetű hegyek és alacsonyabb helyzetű medencék együttese. Keleti részét hegyközi medencék osztják részekre (Sűrű-hegycsoport, Tési-fennsík, illetve ez utóbbitól elkülönülő néhány sásbércsoport).

A karsztos vizsgálatunkba bevont területeket a Magas-Bakony és a Keleti-Bakony térszínei képezik (1. ábra) mintegy 1070 km<sup>2</sup> kiterjedésben.

### Felépítés

A hegységet főleg triász karbonátos kőzetek építik fel, mint a földolomit (vastagsága 500-600 m) és a dachsteini mészkő (vastagsága 300-400 m).

A jura mészkövek már kisebb elterjedésben és vastagságban (kb. 250 m) fordulnak elő, közülük legjelentősebb vastagságú a dachsteini típusú liász mészkő. A jura mészkövek kifejlődését gyakran szakítják meg tűzkő betelepülések (réteg vagy gumó formájában).

A krétában keletkezett mészkövek az alzat oszcilláló mozgása miatt nem jelentős vastagságúak és viszonylag kis kiterjedésben fordulnak elő. Ilyen zátonymészkő a requeniás mészkő (30-80 m) és a hippuriteszes mészkő. A kréta mészkövek kifejlődését márgás vagy agyagos összletek (pl. turriliteszes márga, munieriás agyag) szakíthatják meg.

Az alsó-kréta végén, de különösen a felső-krétában a hegység területén szárazulat formálódik, amelyen bauxitok rakódnak le.

A középső-eocén nummuliteszes mészkő (Szőci Mészkő) a fedőhegység jellegzetes, viszonylag nagy területen előforduló képződménye. Közepes vastagságú (100-300 m), márgás kőzbetelepülésekkel megszakított. Gyakran közvetlenül a triász földolomitra települ, vagy éppen a hegységben foltosan kifejlődő (főleg karsztos csapdákban megőrződött) bauxitot fedi. Az eocén végén és oligocén elején agyagok (pl. foraminiferás agyag) képződtek.

A hegységben a negyedidőszaki lepusztulás ellenére még ma is nagy kiterjedésben fordul elő a középső-oligocénben és alsó-miocénben képződött homokos, kavicsos, kovásodott fatörzsmaradványokat tartalmazó és jelentős agyagtartalmú folyóvízi üledék, a Csatkai Kavics Formáció. Vastagsága 50-300 m közötti. A miocén különböző időszakaiban a hegység alacsonyabb külső rögein abrázios kavics keletkezett (abrázios kavicsok korábban is keletkeztek, így pl. az alsó-eocénben).

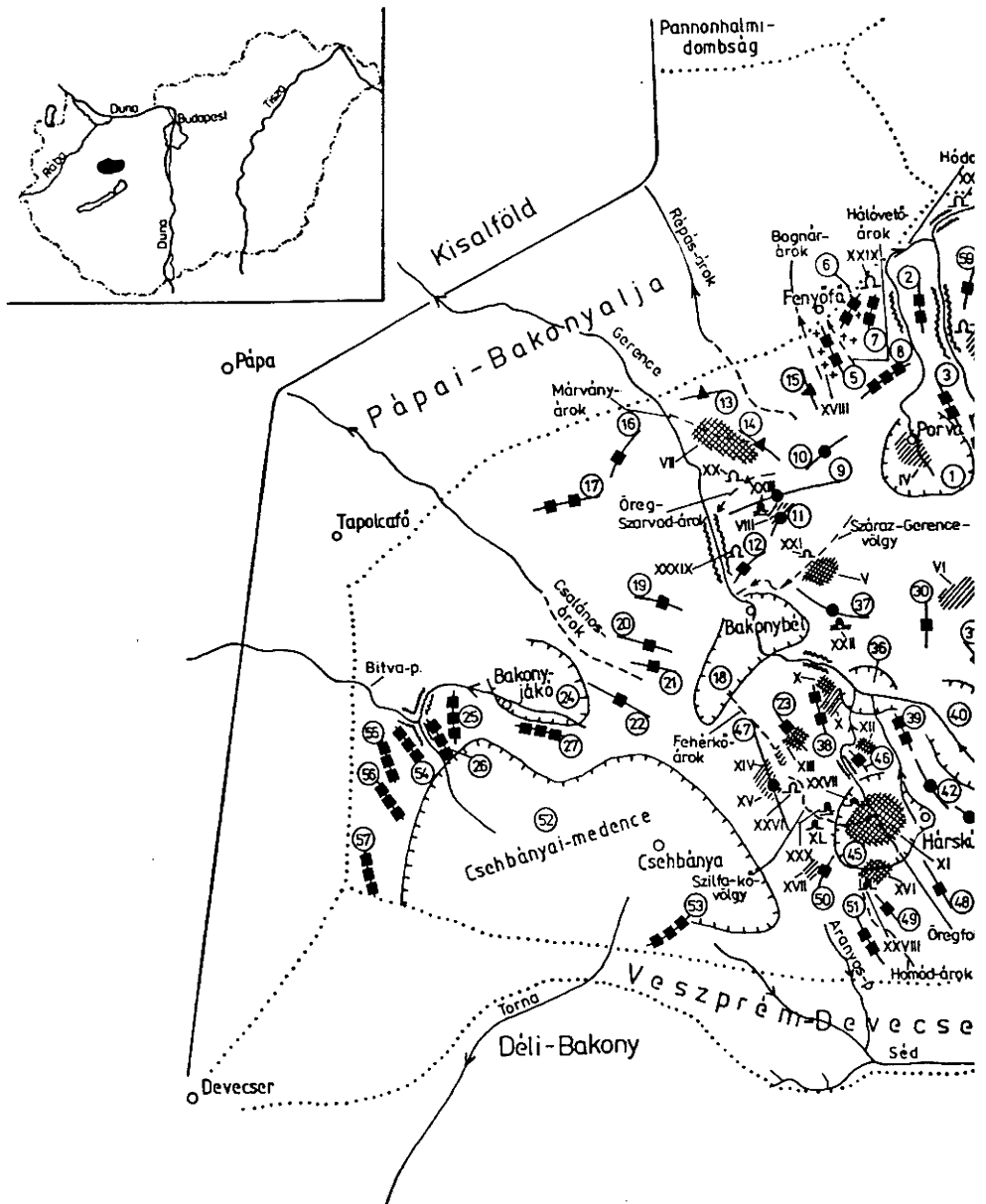
Inkább csak foltokban fordulnak elő miocén korú tengeri (lajtamészkő) és pliocén édesvízi mészkövek (pl. Várpalota környékén). Utóbbiak a hegység hajdani karsztvíz-előbukásainál képződtek.

A kis vastagságú (néhány m-es) képződmények között említhető a pleisztocén futóhomok (Fenyőfő környéke), édesvízi mészkő és a völgyekben folyóvízi üledék. Kiemelendő a lösz, amely bár nem nagy vastagságban, de igen jelentős kiterjedésben fordul elő a hegységben. Áthalmazott változatai a magasabb térszínek környezetében, a mélyedésekben (völgyek, idősebb felszíni karsztos mélyedések) egyaránt előfordulnak. A közepes magasságú, kisebb kiterjedésű, tagolt térszíneken foltokban található, a tagolatlan, nagy kiterjedésű (Tési-fennsík) vagy alacsonyabb térszíneken (pl. a hegység medencéi) egységes kifejlődésű.

A hegység felsorolt képződményei közül a jól karsztosodó kőzetek között említhető a dachsteini mészkő, a dachsteini típusú liász mészkő, a requeniás mészkő és a nummuliteszes mészkő. Ezek elterjedése kijelöli a hegységben azokat a területeket, ahol felszíni karsztosodás játszódhat le. Fiatalabb jura mészköveken felszíni karsztosodás lényegében nem megy végbe. Dolomiton ugyancsak hiányozhat, illetve sajátágosan, e munka kereteiben nem részletezendő módon játszódik le. Üregesedés viszont mindkét kőzetben jellemző, így, ha a karsztosodás egészét tekintjük, akkor ezen utóbbi kőzetek elterjedését is figyelembe kell venni a lehatárolásnál.

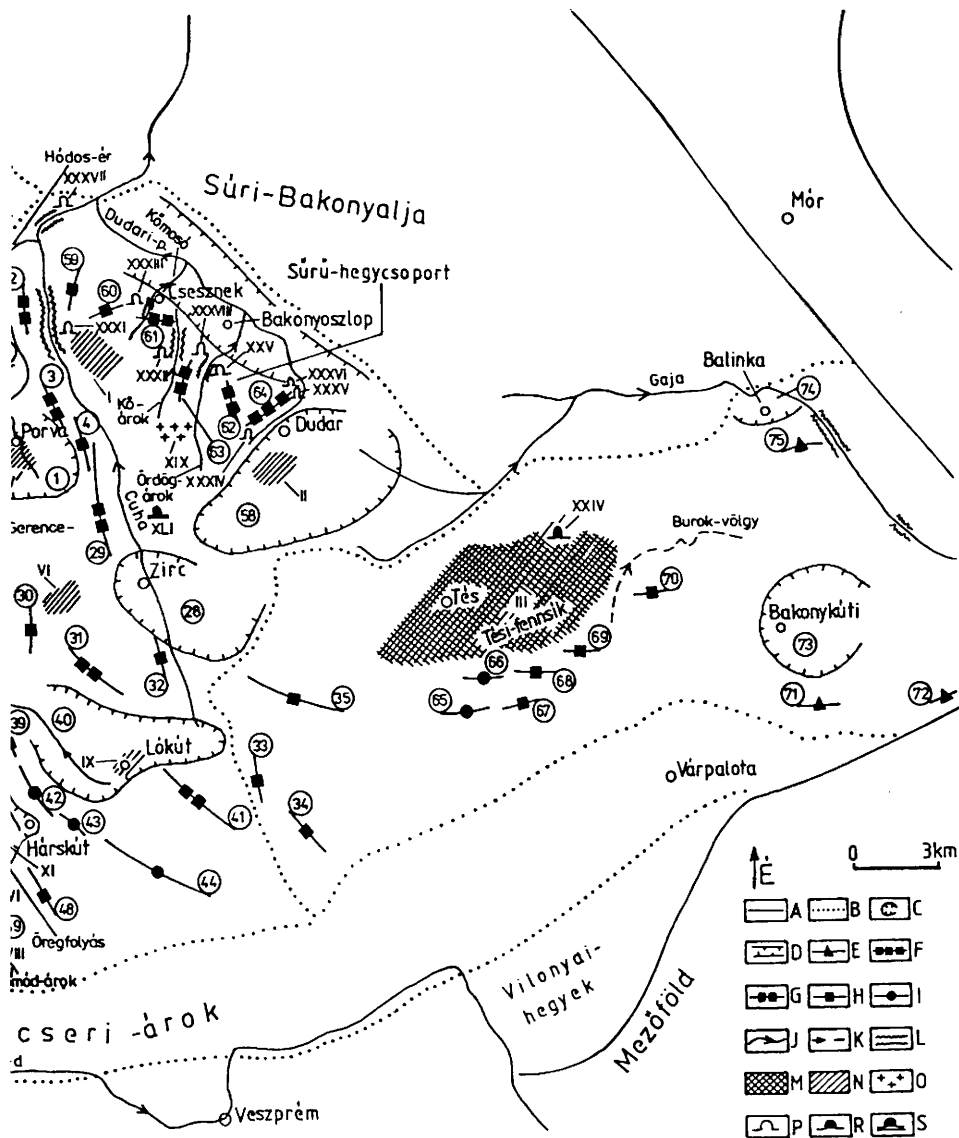
Megemlítendő, hogy a karbonátos kőzetekbe betelepült márgás és agyagos kőzetek nemcsak az üregesedést módosíthatják (pl. karsztvízemeletek alakulnak ki, és ezáltal az üregesedés egyidejűleg több szintben fejlődhet ki), hanem a lepusztulás következtében jelentős felszíni kibúvásaik is lehetnek. E kibúvási helyeken a felszíni karsztosodás ugyancsak elmarad.

A karbonátos kőzeteket fedő, de nem karsztosodó kőzetek sorában kettőt kell külön kiemelni, a Csatkai Kavics Formáció anyagát és a lösz. Az előbbi üledék lényegében vízzáró, ezért ezen térszínek vize a határoló karbonátos térszínekre kerül és így megnövekszik a karsztba jutott víz mennyisége (vagy a víz kijut a hegységből). Ezen fedőüledékek alatt legfeljebb eltemetett karsztok alakulhattak ki. Ahol viszont a mészkőre lösz települ, e kőzet vízvezetése következtében fejlődnek ki a hegység rejtett karsztjai.



1. ábra. Az Északi-Bakony részei

Jelmagyarázat: A. Bakonyvidék pereme; B. Északi-Bakony pereme és a határoló kistájak pereme; C. medence; D. árok; E. küszöbfelszín; F. tetőhelyzetbe kiemelt és elfedett sasbérc; G. tetőhelyzetbe kiemelt és félig exhumált sasbérc; H. tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált sasbérc; I. tetőhelyzetű sasbérc; J. vízfolyás (regressziós-epigenetikus völgy, völgyszakasz); K. időszakos vízfolyás (regressziós-epigenetikus völgy, völgyszakasz); L. epigenetikus-antecedens völgyszakasz; M. felszíni karsztosodást mutató térszín (felszíni karsztos formák becsült átlagos gyakorisága nagyobb mint 1 db 10 000 m<sup>2</sup>-enként); N. felszíni karsztosodást mutató térszín (felszíni karsztos formák becsült átlagos gyakorisága kisebb mint 1 db 10 000 m<sup>2</sup>-enként); O. szakadéktöbrös térszín; P. a szövegben említett maradványbarlang (áramló karsztvíz üregmaradványa); R. a szövegben említett víznyelő jellegű (kürtő) vagy víznyelőbarlang; S. a szövegben említett nem aktív, lecsonkolódott víznyelő jellegű vagy víznyelőbarlang; 1. Porvai-medence; 2. Keselő-hegy; 3. Kopasz-hegy; 4. Cseszneki-erdő; 5. Kakas-hegy; 6. Dörgő-hegy; 7. Szent László-erdő; 8. Télizöld-hegy; 9. Kőris-hegy; 10. Kék-hegy; 11. Parajos-hegy; 12. Tönköls-hegy; 13. Kopasz-hegy; 14. Répás-tető; 15. Hosszú-hegy; 16. Somberek-hegy; 17. Durgós-tető; 18. Bakonybéli-medence; 19. Hídge-hegy; 20. Tevelvár; 21. Páparvár; 22. Hajszabarna; 23. Mester-Hajag; 24. Bakonyjákói-medence; 25. Kőpad; 26. Som-hát; 27. Hallgató-hegy; 28. Zirci-medence; 29. Bocskor-hegy; 30. Kő-hegy; 31. Csengő-hegy; 32. Kakas-hegy; 33. Ámos-hegy; 34. Hagymástető; 35. Tünyök-hegy; 36. Pénzesgyőri-medence; 37. Som-hegy; 38. Iharos-tető; 39. Kőrisgyőr-hegy; 40. Lókúti-medence; 41. Kávás-hegy; 42. hárskúti Kőris-hegy;



43. Borzás; 44. Papod; 45. Hárskúti-medence; 46. Égett-hegy; 47. Hajag; 48. Gyöngyös-hegy; 49. Kis-bükk-hegy; 50. Kis-Fekete-erdő; 51. Vejemkő; 52. Csehbányai-medence; 53. Csiga-hegy; 54. gannai Manc-hegy; 55. Nyúl-hegy; 56. Kerék-hegy; 57. Öreg-hegy; 58. Dudari-medence; 59. Örök-hegy; 60. Várbükk; 61. Vár-hegy; 62. Sűrű-hegy; 63. Kő-hegy; 64. Magos-hegy; 65. Öreg-Futóné; 66. Kis-Futóné; 67. Téses-tető; 68. Márkus-szekerénye; 69. Vár-berek; 70. Sár-berek; 71. Baglyas-hegy; 72. Iszka-hegy; 73. Bakonykúti-medence; 74. Kisgyón-Balinkai-medence; 75. Vár-hegy; I. Sűrű-hegycsoport ÉNy-i része; II. a Dudari-medence DNy-i pereme; III. Tési-fennsík; IV. Porvai-medence; V. Som-hegy-Kőrös-hegy közti terület; VI. Booskor-hegy és Kő-hegy közti terület; VII. Márvány-árok környéke; VIII. Kőrös-hegy; IX. Lókúti-medence; X. Judit-forrás feletti terület és Iharos-tető; XI. Hárskúti-medence; XII. Égett-hegy; XIII. Mester-Hajag; XIV. Fehér-kő-árok környéke; XV. Középső-Hajag; XVI. Homód-árok környéke; XVII. Kis-Fekete-erdő; XVIII. Dörgő-hegy és Szent László-erdő; XIX. Ördög-árok és a Kő-árok közti terület; XX. Odvas-kői-barlang; XXI. Pörgöl-hegyi-barlang; XXII. Nagy-Pézn-lik és Kis-Pézn-lik; XXIII. kőrös-hegyi Ördög-lik; XXIV. Alba Regia-barlang; XXV. Sűrű-hegyi Ördög-lik; XXVI. Nagy-Törkü-lik és Kis-Törkü-lik; XXVII. Gy-12 jelű víznyelős töbör járata; XXVIII. Ho-1 jelű víznyelős töbör járata (Ereszes-zsomboly); XXIX. hódos-éri Likas-kő; XXX. Gyenespusztai-barlang; XXXI. C-3 jelű barlang; XXXII. K-8 jelű barlang; XXXIII. Km-1 jelű barlang; XXXIV. M-4 jelű barlang; XXXV. M-5 jelű barlang; XXXVI. M-6 és M-7 jelű barlang; XXXVII. C-4 jelű barlang; XXXVIII. Ó-32 jelű barlang; XXXIX. Gerence-pusztai-barlang; XL. G-5/a jelű víznyelős töbör járata; XLI. Cseresi-zsomboly

## Szerkezet

A hegységben redőződés csak szórványosan fordul elő. Annál gyakoribbak a töréses, vetős, fel- és oldaleltolódásos szerkezetek. Az ÉK–DNy-i törések és vetők inkább nyomásos igénybevétel (litoklázisok, paraklázisok, inverz vetők és felpikkelyeződések), az ÉNy–DK-i irányúak húzásos igénybevétel (diaklázisok és lesiklásos vetődések) során képződnek. (A szétnyílásos szerkezetek kedveznek a karsztvíz csapásirányú, ÉNy–DK-i áramlásának.)

A vetődések által közrefogott rögök sásbérceket, lépcsőket, árkos és medencés szerkezeteket képeznek. Ily módon a hegység különböző magasságú rögök együttese. A medencék területén, az ÉNy–DK-i irányú vetődések menti szétnyílás kedvezett a rögök süllyedésének, míg a hegyek kiemelkedéses billenése inkább az ÉK–DNy-i nyomásos igénybevételre vezethető vissza. Az egyes rögök egymáshoz képest jelentős oldaleltolódásokat is szenvedhettek.

## Fejlődéstörténet

A hegység triász korú képződményei sekélytengeri környezetben képződtek. Ezt a jurában fokozatosan nyílttengeri viszonyok váltották fel (ammonitás mészkövek). Az alsókréta végén szárazföldi, majd a középső-krétában ismét sekélytengeri környezet jellemezte a hegységet. A középső-kréta végén az újra szárazulattá vált térszínen – trópusi éghajlaton – karsztosodás játszódott le, aminek eredményeként szigetehegyes karszttá, tönkfelszínre (kúp-karsztos peneplénné) formálódott a felszín. A kréta végén a tönkfelszín feldarabolódott, rögökre, sásbércekre különült. A kainozoikumban a kialakult rögök oszcilláló mozgást végeztek.

A szárazulattá alakulás következtében már az alsó-krétában folyik a hegység karbonátos térszínein a trópusi karsztosodás, amely valószínűleg az eocén végéig tart, és ez csak a középső-krétában illetve a középső-eocénben szakítódik meg hosszabb-rövidebb időre. Ezt jelzik a különböző bauxitszintek és a szigetehegyes típusú karszt különböző változatai. Valószínűleg a hegység nem teljes területe alakult karsztos tönkké, hanem csak azok a részek, ahol a karsztosodás hosszabb időn keresztül zavartalanul folyhatott. A hegység különböző részein a szigetehegyes karszt kifejlődése eltérő fejlettségi szinteken elakadhatott, amely a formakincsben is kifejeződik.

A transzgradáló középső-eocén tenger a rögök oszcilláló mozgása miatt szigettengeres kifejlődésű. Ezt követően jelentősebb fedőüledék elborítás a középső-oligocén és alsó-miocén során keletkezett. A Csatkai Kavics Formáció anyaga allúvium ösztlet, amelyet a D-ről vagy DNy-ről érkező folyó vagy folyók halmoztak fel. Valószínű, hogy e fedőüledék a hegység egészét nem borította el, hanem a magasabb részek az elborításból kimaradtak.

A középső-miocénig a hegység váltakozva volt a környező térszínre üledékbe fogadója, ill. legalábbis egyes részei, a lepusztulás színterei. Ez a lepusztulás – üledék meleg szubhumidus, ill. félig száraz éghajlaton ment végbe – a pedimentáció volt. Ennek során a mezozoos alaphegység fedőüledékeit (pl. a nummuliteszes mészkövet) részben vagy teljesen elveszítette, jelentős területek alakultak hegyláb felszínekké. Mindez együtt járt a karsztos tönk exhumálásával, ill. a különböző fejlettségű (morfológiájú) szigetehegyes karsztok különböző mértékű lecsonkolódásával.

A különböző magasságú rögök adott időszakban eltérő mértékben fedődtek el, majd fedőüledékeik változó mértékben pusztultak le. Az egyes rögök kisebb-nagyobb részein a pliocénben és a pleisztocénben is kialakultak hegyláb felszínek. (A hegyláb felszín-képződés a miocén végétől a pleisztocénbe átnyúlva többször megismétlődhetett.) Egyes rögök peremi részein abráziós lépcsők és teraszok is kiformalódtak a miocénben és a pliocénben.



A hegység mai magasságát és tagozottságát a pliocén végi és negyedidőszaki differenciált függőleges kéregmozgások során nyerte el. Jelenleg a hegység a kréta végi tönkfelszínnek különböző mértékben exhumálódott és eltérő magasságba emelt rögeinek együttese.

### Morfológia

A kréta tönkfelszín a hegységnek sasbércekre különülése következtében a kréta végén feldarabolódik. A feldarabolódással kialakult térszínrészek a kainozoikum során eltérő időben és mértékben fedődnek el, ill. veszítik el fedőüledékeiket a rögök (rögcsoportok) oszcilláló mozgásai következtében. A rögök fedőüledékeinek és jelenlegi magassági helyzetének figyelembevételével a következő sasbérctípusokat különbítik el:

- A küszöbfelszínnek idős (triász korú) karbonátos kőzetek építik fel, magasságuk 300-400 m alatti. Fedőüledékeiket pedimentációval elveszítették, majd süllyedés során kerültek jelenlegi helyzetükbe.

- A kriptotönk típusba sorolható térszínnek felszíne 300-400 m alatti magasságú, ide tartoznak a hegység medencéi. E rögök a kainozoikum során mindig alacsony helyzetűek voltak, így az alaphegységen a harmadidőszaki üledékek kifejlődtek és épen megmaradtak.

- A tetőhelyzetbe kiemelt sasbércek felszínének magassága 400 (esetleg 300) m-től 550 m-ig terjedhet. A kainozoikumban akár többször is süllyedhettek, majd emelkedhettek. Több változatuk is elkülöníthető. Így a tetőhelyzetbe kiemelt és elfedett sasbércek területén középső-eocén mészkő fedí a mezozoos alaphegységet. A tetőhelyzetbe kiemelt és félig exhumált sasbércek területén a harmadidőszaki fedőüledékek csak foltokban vannak meg, míg a tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált sasbércek olyan térszínnek, ahol a harmadidőszaki üledékek teljesen lepusztultak.

- A tetőhelyzetű sasbércek felszínének magassága kb. 550 m feletti. Az e típusba tartozó rögöket triász és jura mészkövek építik fel. A fedőüledékek hiányoznak, miután viszonylagosan magasabb helyzetük miatt nem képződtek rajtuk, vagy mert lepusztultak.

A fedőüledékek (Csatka-i Kavics Formáció) elvesztését a pedimentáció folyamatához kötik. Feltételezik, hogy e folyamat során a szigethegyes karszt kiemelkedései is megsemmisültek. Mi valószínűbbnek tartjuk, hogy ez nem mindenhol történt meg. Ez azzal magyarázható, hogy egyes térszínnek nem is fedődtek el laza fedőüledékekkel, vagy pl. a középső-eocén mészkő már eleve nem egységes kifejlődésű lehetett. Nummuliteszes mészkő hiányában a szigethegyes karsztot elfedő laza fedőüledékek lepusztulása úgy mehetett végbe, hogy a jóval ellenállóbb mészkövön kialakult formák nem semmisültek meg, csak csonkolódtak. Ilyen térszínnek tartjuk azokat a tetőhelyzetbe kiemelt sasbérceket, amelyek felszínén középső-kréta mészkő fejlődött ki, ha e kőzetek kialakultak a szigethegyes karszt formái. Előfordulhat az is, hogy a szigethegyes karszt formakincse a nummuliteszes mészkőben (tehát a fedőhegységhez tartozó összletekben) képződött. Ekkor csak úgy semmisülhetett volna meg a trópusi karsztos formakincs, ha ezen kőzetanyag teljes egészében lepusztul.

A hegység formakincsében meghatározók a függőleges mozgások során kialakult hegyek (amelyek lehetnek kibillent helyzetűek is), árkok, medencék és az ezeket határoló töréslépcsők. A hegyek tetőszintjeit viszont a kréta végi tönkfelszín különböző nagyságú, magasságú és különböző mértékben elfedett, ill. kitakart részei képezik, amelyeken kisebb-nagyobb foltokban az eltérő mértékben lepusztult szigethegyes karszt maradványai is előfordulhatnak.

Az idősebb hegyláb felszínének szinte az egész hegység területén kialakultak, míg a fiatalabbak a hegység peremi részein, vagy az egyes rögök peremén. Abrázios szintek és teraszok a hegység peremi részein képződtek.

A hegység formakincsében meghatározók a völgyek is (deráziosak és folyóvízi eredetűek). Utóbbiak között lehetnek tektonikus árkokban, vagy billent szerkezet mentén kialakul-

tak (esetenként a völgyek antiklinálisban is képződhetnek). A hosszanti völgyeknél jellemzőbbek a keresztvölgyek. Gyakoriak a regressziós eredetűek, de talán még jellemzőbbek az epigenetikusak. Ez utóbbiak többnyire kényszermeanderesek, jelezve, hogy kialakulásuk kezdetén vízfolyásuk középszakasz jellegű volt. A kényszermeanderes völgyek között az aszimmetrikus keresztmetszetűek a gyakoribbak, amelyek léte a hordozó területek szakaszos emelkedését sejteti. A kanyarulatlesiklások során képződő – gyakran tekintélyes méretű – zugok egyaránt kialakulhatnak a laza fedőüledékekben és a fekü karbonátos kőzetekben. Laza üledékben eróziós szigethegyek is előfordulnak.

Gyakori, hogy a vízfolyás hátrálás során öröklődik át (regressziós-epigenetikus völgy). A hegység ún. karsztos szurdokainál az átöröklődés többnyire antecedens jellegű (epigenetikus-antecedens völgy). E völgyszakaszok a medencéket szegélyező magasabb helyzetű rögökön (ha azok üledékkel elfedődtek) képződnek.

A hegység völgyei közül néhány teraszos is lehet. Ezek inkább a hegység peremén a jellemzőbbek, lehetnek kavicsteraszok (Gaja-völgy) vagy sziklateraszok (Gerence-völgy Bakonybél és Huszárokölőpuszta közötti szakasza).

A hegységperemeken gyakoriak a nedves hordalékkúpok (ilyenek a medencékben is előfordulnak). A kiemeltebb helyzetű rögök peremlein száraz hordalékkúpok, a rögöket felszabdáló völgyek oldalaiban törmelékkúpok és kőfolyások, a völgytalpakon az omlásokból származó omladékhalmozatok fordulnak elő.

## Részei

A Magas-Bakonyt számos medence (kriptotöng) tagolja, amelyeket különböző típusokba sorolható sasbércek öveznek (1. ábra). A medencék két ÉK–DNy-i sort alkotnak. Az északabbi helyzetű medencesorhoz a Porvai-, a Bakonybéli-, a Bakonyjákói-, a délebbi helyzetű medencesorhoz a Dudari-, a Zirci-, a Lókúti-, a Pénzesgyőri-, a Hárskúti-, a Csehbányai-medencék tartoznak. A két medencesort (a déli sor ÉK-i első medencéje, a Dudari-medence a Keleti-Bakony része) ÉK-en a csesznek–bakonyoszlopi árkos süllyedék zárja le. A medencék közül a Zirci-, a Porvai- és a Hárskúti-medence felszíne viszonylag magasabb. E medencékben az alaphegység több helyen is felszínre bukkan, tehát e térszínnek átmenetet mutatnak a félig exhumált sasbércek felé.

A Porvai-medencét É-ről és K-ről tetőhelyzetbe kiemelt, félig exhumált és exhumált rög sor különíti el (Keselő-hegy, Kopasz-hegy, Cseszneki-erdő), bár a rögöket feldarabolva néhány völgy már visszahátrált a Cuhától a medence területére. É-ről további rögök határolják a medencét a Hódos-ér és a Bognár-árok között (Kakas-hegy, Dörgő-hegy, Szent László-erdő, Télizöld-hegy), amelyek tetőhelyzetbe kiemelt és elfedett vagy félig exhumált sasbércek vagy sasbérccsoportok. Ny-ról a medencét határoló rögcsoport a Gerencéig (Kőrishegy, Kék-hegy, Parajos-hegy) tetőhelyzetű sasbércekből, továbbá tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált sasbércekből (Tönköls-hegy) áll. E rögöket É-ről a Pápai-Bakonyaljáig küszöbfelszínek szegélyezik (Kopasz-hegy, Répás-tető, Hosszú-hegy). A Kőrishegy folytatását képezik a Gerencétől nyugatra elhelyezkedő sasbércek, amelyek alacsony küszöbfelszínek, vagy viszonylag alacsony fekvésű, tetőhelyzetbe kiemelt és félig exhumált sasbércek (Somberek-hegy, Durrogós-tető).

A Bakonybéli-medencét É-ről a már említett Kőrishegy határolja. A Ny-ról határoló Hideg-hegy, Tevelvár, Pápvár, Hajszabarna és a déli határt képező Mester-Hajag (Hajag északi röge) tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált sasbérc.

A Bakonyjákói-medencét Ny-ról, D-ről, K-ről alacsony, tetőhelyzetbe kiemelt és elfedett sasbércek szegélyezik (Kőpad, Som-hát, Hallgató-hegy). Északról a medencét már csak egy

– néhány helyen előbukkanó – kisebb, alacsonyabb helyzetű rög különíti el a Pápai-Bakonyaljától. K-ról a már említett Pápvár és Hajsabarna szegélyezi.

A Zirci-medencét É-ról (Bocskor-hegy), Ny-ról és D-ről számos apró rögre különülő (pl. Kő-hegy, Csengő-hegy, Kakas-hegy), tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált tönkös sasbérc szegélyezi. D-ről, ill. K-ról (a Tési-fennsík irányában) tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált sasbércek szegélyezik (Ámos-hegy, Hagymástető, Tunyok-hegy).

A Pénzesgyőri-medencét É-ról a Som-hegy (tetőhelyzetű sasbérc), D-ről az Iharos-tető (tetőhelyzetbe kiemelt és félig exhumált sasbérc), valamint a Kőrissyőr-hegy (tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált sasbérc) határolják.

A Lókúti-medencét K-ról tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált sasbérc (Kávás-hegy) határolja, míg D-ről a Hárskúti-medencétől tetőhelyzetű sasbércek (hárskúti Kőrís-hegy, Borzás, Papod) különítik el.

A Hárskúti-medencét (Hárskúti-fennsík központi része) É-ról tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált sasbércek (Mester-Hajag, Égett-hegy), Ny-ról (Hajag) és K-ról (hárskúti Kőrís-hegy, Borzás, Papod) tetőhelyzetű sasbércek szegélyezik. D-ről tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált sasbércek (Gyöngyös-hegy, Kis-Bükk-hegy, Kis-Fekete-erdő), ill. tetőhelyzetbe kiemelt és félig exhumált sasbércek (Vejemkő) határolják.

A Zirci-, Porvai-, Pénzesgyőri-, Lókúti- és Hárskúti-medencék közötti tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált sasbércek területén (középső-kréta mészkő térszíneken) kisebb-nagyobb foltokban – különböző mértékben kitakaródva – gyakoriak a szigethegyes karszt maradványai. A medencék mindegyikét közel folytonos kiterjedésben lösz béleli ki.

A Csehbányai-medencét K-ról a Hajag tömege, D-ről és Ny-ról alacsony helyzetű tetőhelyzetbe kiemelt és elfedett sasbércek (Csiga-hegy, gannai Manc-hegy, Nyúl-hegy, Kerék-hegy, Öreg-hegy) szegélyezik. Északi irányba a Bakonyjákói-medencétől a Hallgató-hegy különíti el.

A medencék nem karsztos kőzetekből felépülő térszíneinek vizeit olyan vízfolyások gyűjtik össze, amelyek azok peremlein epigenetikus-antecedens völgyszakaszokat (ezek többnyire karsztos szurdokok) alakítanak ki. A Porvai-medence vizeit a Hódos-ér, a Hárskúti-, Lókúti-, Pénzesgyőri- és Bakonybéli-medencék vizeit a Gerence vezeti el (a Hárskúti-medence vizeit részben az Öregfolyás). A Zirci-medence vizeit a Cuha, a Csehbányai-medencét a Séd forráságai és a Köves-patak gyűjti össze. A Bakonyjákói-medence felszíni vizeit a Bittva-patak, míg az alább bemutatásra kerülő Dudari-medencét az Ördög-árok, a Dudari-patak és a Gaja gyűjtik össze.

A Keleti-Bakonyt a Dudari-medence két részre különíti: a medencétől É-ra elhelyezkedő Sűrű-hegycsoportra és a DK-re húzódó Tési-fennsíkra. A Sűrű-hegycsoport É-i részét néhány ÉK–DNy-i vetődéses árok sasbércek sorozatára különíti. Ezek tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált sasbércek (Örök-hegy vagy Zörög-tető, Várbükk). Tetőhelyzetbe kiemelt és félig exhumált sasbérc a cseszneki Vár-hegy, amelyet epigenetikus-antecedens szurdoka (Kómosó) különít két részre. Ennek vízfolyása a Vár-hegytől délre húzódó vetődéses árkot kibélelő nem karsztos kőzetfelszínről kapja vizét. A hegycsoport déli részén tetőhelyzetbe kiemelt félig exhumált (Sűrű-hegy, Kő-hegy) és tetőhelyzetbe kiemelt fedett sasbércek (Magos-hegy) fordulnak elő.

A Tési-fennsíknek főleg a déli peremét tagolják markánsan elkülönülő hegyek, amelyek vagy tetőhelyzetű sasbércek, vagy tetőhelyzetbe kiemelt exhumált sasbércek (Öreg-Futóné, Kis-Futóné, Tésés-tető, Márkus-szekerénye, Vár-berek, Sár-berek). A fennsík É felé kissé lejtő középső részét ÉNy–DK-i irányú, függő helyzetű epigenetikus völgyek tagolják. E völgyekben, de völgyközi hátakon is több m-es vastagságban megmaradt a lösz. (A fennsíkperemi vízfolyások a fennsíkra nem, vagy csak kismértékben képesek visszahátrálni.)

K-i irányban a Tési-fennsíktól a Baglyas-hegy–Iszka-hegy sasbérc csoportot (küszöb felszín) a Bakonykúti-medence különíti el. (A sasbérc csoportot már a Móri-árok határolja.)

A Tési-fennsíkot É-ról a Kisgyón–Balinkai-medence szegélyezi, ez utóbbit K-ról a Vár-hegy (küszöb felszín). A teraszos völgyű Gaja-patak itt epigenetikus-antecedens szurdokot alakított ki.

Végezetül felsoroljuk azokat a térszíneket, ahol a felszíni karsztosodás számottevőbb:

- a Sűrű-hegycsoport ÉNy-i része
- a Dudari-medence DNy-i pereme
- a Tési-fennsík, a Porvai-medence és az attól délre húzódó (Som-hegy–Kőrös-hegy közötti, valamint a Bocskor-hegy és Kő-hegy közti területek) térszínek
- a Kőrös-hegy É-i előtere (Márvány-árok környéke), a Kőrös-hegy
- a Tési-fennsík
- a Lókúti-medence
- a Pénzesgyőri-medence (Kerteskői-szurdok, ill. Judit-forrás feletti terület és az Iharostető)
- a Hárskúti-medence és a medencét Ny-ról, valamint D-ről határoló rögök (Égett-hegy, Mester-Hajag, Fehér-kő-árok környékén Augusztintanyánál a Középső-Hajag egyes részei, Homód-árok környéke, Kis-Fekete-erdő).

A felszín alatti karsztformák területi elterjedése nehezebben határolható le. Azok a víznyelő jellegű barlangok vagy igazi víznyelő barlangok (de ma már nem aktív, korábban kialakult), amelyek a felszíni karsztosodás során képződtek, a már felsorolt területekre esnek. E genetikai típushoz tartozók között említhetők olyanok is, amelyeken felszíni karsztosodás korábban ment végbe, így a fenti felsorolásból kimaradtak (pl. a Nagy-Som-hegy tetőszintje, Középső-Hajag). Előfordulnak olyan felszíni karsztos formák, amelyek üregek beszakadozása során képződtek (tehát a felszín alatti karsztosodás területei közt említendőek). Ilyen formakincsű térszín számos helyen előfordul a hegységben, pl. Porvai-medencétől É-ra a Hódos-ér és a Bognár-árok között (Dörgő-hegy, Szent László-erdő), valamint a Sűrű-hegycsoport területén az Ördög-árok és a Kő-árok közötti területek említhetők.

A hegység – nem felszíni karsztosodás során képződött – barlangjai elsősorban a völgy-oldalokban csoportosulnak (főleg az epigenetikus-antecedens eredetű völgyszakaszokban). A teljesség igénye nélkül a legjellemzőbbek a következők: Gaja-szurdok, Ördög-árok egy része, Kő-árok, Kőmosó-szurdok, Cuha-völgy, Hódos-ér, Gerence-völgy több szakasza, Szilfakő-völgy felső része (Középső-Hajag), Öregfolyás szurdoka (Kőszoros-völgy). A felsoroltakon kívül azonban még számos olyan regressziós-epigenetikus völgyet lehetne említeni (Burok-völgy, Hálóvető-árok, Öreg-Szarvad-árok, Csalános-árok, Száraz-Gerence-völgye), amelyek oldalában általában nem nagy számban és méretben, de előfordulnak barlangok vagy kisméretű üregek.

## AZ ÉSZAKI-BAKONY KARSZTJÁNAK FŐBB SAJÁTOSSÁGAI

Alább azokat a karsztosodási vonásokat emeljük ki, amelyekben eltérések mutatkoznak a középhegységi karsztoktól:

- A felszíni karsztformák a rögök tetőszintjében, a felszín alattiak a rögökbe mélyülő völgyoldalokban a legjellemzőbbek (a rögök oldalában a barlangok ritkák vagy teljesen hiányoznak).

- A karsztos és nem karsztos folyamatok összefonódása nagyobb mérvű, mint más karsztok esetében. A karsztos folyamatok a nem karsztos formákra hatnak és azokat átalakítják, de a nem karsztos folyamatok is továbbformálják a karsztos formákat.

- A karsztos formák (főleg a felszínieket értjük ezalatt) számos olyan rög felszínén hiányoznak, ahol a megfelelő kőzet-előfordulás adott. A felszíni karsztosodás fedett térszíneken megy végbe. A karsztformák sűrűsége nem nagy, méretük is alatta marad a bükki vagy az aggteleki karsztformák méretének.

- Autogén és allogén típusú karsztok és karsztosodás hiányzik a hegységből, elterjedtek viszont a rejtett karsztok. Eltemetett karsztos részletek korábban és most is jellemzőek a hegységre. E karsztosodás során kialakult formakincset azonban csak az exhumálódást követően lehet észlelni. Ennek megfelelően hiányoznak a kőzethatáron kifejlődő víznyelők, a vakvölgyek, a völgyi kőzethatáron kialakuló víznyelők, a mélységi lefejeződés hátrálása során képződő víznyelő töbrök. Ugyancsak hiányoznak vagy ritkán fordulnak elő az oldódásos töbrök. A hegység felszíni karsztformái a víznyelő és töbrő tulajdonságokat keverten hordozó karsztformák lesznek, gyakoriak a fosszilis karsztformák. Ez utóbbi alatt a jelenlegi, vagy a jelenbe is átnyúló karsztosodás során kialakult, de már nem aktív, nem fejlődő képződményeket értjük.

- A hegység barlangjai kis méretűek, a barlangok változatos magasságokban fordulnak elő, hiányoznak a barlangrendszerek és az eróziós eredetű barlangok is.

## KUTATÁSTÖRTÉNET

A kutatástörténet ismertetésénél nem mindenkor maradunk az Északi-Bakony határain belül, miután e hegység részt nem elkülönítve, nem önállóan vizsgálták vagy mutatták be a különböző szerzők. Egyes karsztjelenségek esetében (pl. a hegység karsztvize) ez nem is lehetséges vagy nem célszerű az elkülönítés.

A Bakony karsztjára vonatkozó utalások igen koraiak, így az Odvas-kői-barlangot egy adományozó birtoklevélben, NÉMETH (1965) szerint 1330-ban, BERTALAN (1977) szerint már 1037-ben említik. Az első karsztobjektum-leírás Bél Mátyástól származik, aki a Som-hegy barlangjait írta le (BERTALAN 1963b).

A tényleges kutatások azonban természetesen jóval később kezdődtek el. A hegység karsztjának kutatástörténetét az alábbi témákra különítve mutatjuk be:

- karsztvíz,
- paleokarszt,
- felszín alatti karsztformák,
- felszíni karsztformák,
- a hegység karsztosodásának általános sajátosságai.

### Karsztvíz

A XX. század 30-as éveitől legintenzívebben a hegység karsztvizét vizsgálták. A karsztvízre irányuló munkák között úttörőnek számít JASKÓ (1935) tanulmánya, amelyben nemcsak a tapolcafői források alapos leírását adja, hanem a források környezetében egységes karsztvízfelszín létezését bizonyítja. Számos kutató vizsgálja a hegység, ill. a tágabb környezet karsztvízrendszerét. A Dunántúli-középhegység karsztvizét egységes rendszernek feltételezik (HORUSITZKY 1942; SZÁDECZKY-KARDOSS 1948). A Dunántúli-középhegységben és ezen belül a Bakonyban középkarsztvizet (főkarsztvíz) és karsztvízemeleteket különítenek el (SZÁDECZKY-KARDOSS 1942; PAPP 1942). Főkarsztvíz feletti karsztvízemeleteket írnak le pl. az Északi-Bakony területéről, elsősorban azonban a főkarsztvizet vizsgálják. Elemzik a főkarsztvízből táplálkozó források hőmérsékletét és összetételét (VADÁSZ 1940; SZÁDECZKY-KARDOSS 1941). Feltárják a főkarsztvíz elterjedését, magassági viszonyait, majd az összegyűjtött adatok felhasználásával elkészülnek az első karsztvízszint térképek (VADÁSZ 1940; SZÁDECZKY-KARDOSS 1942, 1948, 1950; KÁLMÁN-PETHŐ 1950). A fentebb említett tanulmányokban utalások történnek a hegység karsztvizének áramlási irányaira is. Valószínűsítik, hogy a karsztvíz nem csak a hegységperemi forrásokban és lápokban bukkan fel, hanem átadódik a határoló medencék üledékeibe is. Egyes hegységperemi karsztforrások vízhőmérsékletének figyelembevételével következtetnek arra is, hogy a középkarsztvíz övének (főkarsztvíz) vize a mélykarszt övén keresztül éri el a hegység peremeit (LÁNG et al. 1962). Felismerik a nem karsztos (fedett karsztos) térszínnek szerepét a karsztvíz utánpótlásában. JASKÓ (1959a, 1961) a bakonyi szurdokokat víznyelőnek minősíti, amit a méresek is alátámasztanak. JASKÓ (1959b, 1961) számos bakonyi vízfolyás medrében (Cuha-völgy, Ördög-árok stb) mutatott ki vízelszivárgást. Ezt megerősítették BRATÁN-MOHOS-ZSUFFA (1967) mérései is a Kerteskői-szurdokban (600 l/s vízhozamnál a Gerence vizének mintegy 75%-a beszivárgott). Meghatározzák a jelentősebb szurdokok vízgyűjtőjét, valamint a szurdokokban az évente bekövetkező vízelnyelést, amely mintegy 8 millió m<sup>3</sup>-nek adódik (SCHMIDT ELIGIUS-LÁNG-OZORAY 1962).

Körülhatárolják a főkarsztvizet, valamint a karsztvízemeleteket hordozó összeleteket (JASKÓ 1961). Leírják, hogy a főkarsztvíz tározóközete a földolomit, a dachsteini és a dachsteini típusú liász mészkő, a karsztvízemeletek tározóközete az albai requeniás, a fel-

ső-kréta hippuriteszes mészkő, valamint a középső-eocén nummuliteszes mészkő, míg a főkarsztvíz alatti karsztvízemeletek tározóközete a megye-hegyi dolomit, a kagylós mészkő és a füredi mészkő. Részletesen vizsgálják a főkarsztvíz áramlási viszonyait és a karsztvíz-szint változásait (BÖCKER 1972), valamint a bányászkodás hatására bekövetkezett süllyedést (SÁRVÁRY 1971). Karsztvízmegfigyelő kúthálózat kialakításával (BÖCKER 1977) az utóbbi évtizedekben évente részletes és megbízható karsztvízszint- térképek készülhettek. A megnövekedett anyagmennyiség birtokában kísérletek történnek a főkarsztvízrendszer modelljének megalkotására is (SZILÁGYI 1976; CSEPREGI 1995).

### Paleokarszt

A Dunántúli-középhegységben több karsztosodási fázist is elkülönítenek, amelyek az alábbiak: titon és apti közötti, szenon előtti, eocén előtti, oligocén előtti, pannon előtti és neokarsztosodás (VÉGHNÉ 1976). A paleokarsztos formakincsre először FÖLDEVÁRI (1933) hívja fel a figyelmet, aki szerint az úrkúti és az eplényi mangán eocén előtti dolinákban halmozódott fel. A dolomitporlódást is paleokarsztosodás eredményének tekinti. A paleokarsztos formakincs különösen ott ismert jól, ahol a bányászat során feltárult. Erről több ismertetés is megjelent (BÁRDOSSY 1977; BÁRDOSSY–PATAKI–NÁNDORI 1983; PATAKI–NYIRÓ 1983; MÉREI–ERDÉLYI 1989). Ugyanakkor exhumálódás során feltáruló paleokarsztos formakincset is leírtak (SZABÓ 1966; VERESS–FUTÓ–HÁMOS 1987; VERESS–FUTÓ 1990; VERESS 1991). A hegység triász dolomitjainak (Megyehegyi Dolomit) eltemetett paleokarsztjait, amelyek triász felszínen alakultak ki, majd eltemetődtek fiatalabb triász mészkőekkel (Berkehegyi Mészkő) KÖRPÁS (1999) vizsgálta.

BULLA (1958, 1964) és LÁNG (1952) a különböző magasságú rögfelszíneket különböző korú tönkszinteknek értelmezték abból kiindulva, hogy a trópusi tönkösödés a felső-krétától a középső-miocénig folyamatosan végbement. Azonban a hosszú idejű tönkösödés eredményeként a karsztos formáknak teljesen el kellett volna pusztulnia. PÉCSI (1980, 1991) szerint a forró éghajlaton végbement tönkösödés a kréta végére befejeződött. Ennek eredményeként karsztos tönkfelszín (kúp-karsztos peneplén) alakult ki. A tönk feldarabolódása a felső-krétában elkezdődött.

A röögök oszcilláló mozgása és így elfedődése kedvezett a paleokarsztos formakincs részleges megmaradásának. A kitakaródó röögök területén ismét karsztosodás mehetett végbe, de már nem forró éghajlati övön, amely SZABÓ (1956) szerint elsősorban üregesedést eredményezett. SZABÓ (1956) megállapítja, hogy a fosszilizálódott karsztos formák nem aktivizálódnak egy későbbi karsztosodás során. Tehát a fiatalabb karsztosodás következtében kialakult formák nem az idősebb karsztosodás továbbfejlődött változatai.

A különböző szerzők az alábbi paleokarsztos formákat írják le:

- karsztos síkságok, tönkfelszínnek vagy peneplének (SZABÓ 1956; PÉCSI 1980), torony-karsztok és karszttönkök (BULLA 1968),
- őspoljék (SZABÓ 1956, 1966), denudációs poljék (BULLA 1968)
- dolomit-kiemelkedésekkel határolt medencék (VADÁSZ 1946),
- sekély és mély töbrök (PATAKI 1983), ill. meredek oldalú töbrök (SZABÓ 1956),
- összetett töbrök (BÁRDOSSY–PATAKI–NÁNDORI 1983),
- csillag alakú dolinák, ahol a határoló kúpok szabálytalan elrendezésűek és labirintus-szerű trópusi dolinák, ahol a kúpok sorokat alkotnak (VERESS 1998),
- utólagos lepusztulással kialakult tányérszerű bemélyedések (SZABÓ 1956, 1966).
- aknák (VERESS–FUTÓ–HÁMOS 1987),
- dolomitkiemelkedések (VADÁSZ 1951), utólagos lepusztulással tovább formálódott fedett, ill. exhumálódott, különböző alakú és méretű kúpos kiemelkedések (SZABÓ 1966; VERESS–FUTÓ 1990; VERESS 1991),

- dolomitgátak (VADÁSZ 1951), dolomittarajok (SZABÓ 1966),
- közös alapú – fengcong típusú szigethegyes karszt-hegyek (VERESS 1998),
- üregek, járatok (SZABÓ 1966; VÉGHNÉ 1976), illetve oldódási horizontok, amelyek két különböző szintben, két időfázisban (jura végi–alsó-kréta, valamint az eocén–helvét közti időszakban) alakultak ki egymás felett (JAKUCS 1977).

A különböző paleokarsztos formák jelenléte magyarázható az éghajlat és így a karsztosodás jellegének a megváltozásával (SZABÓ 1968), de magyarázható a különböző mértékű lepusztulással is (SZABÓ 1966; VERESS 1998). A paleokarsztos formák eltérése lehet látszólagos is az eltérő mértékű kitakaródás miatt (VERESS 1991, 1998). VERESS (1998) a kúpok kitakaródása szerint elkülönít fedett, exhumálódó kúpot (fedőüledékkel borított kiemelkedés), exhumálódó kúpot (a karbonátos kőzet a kiemelkedésen előbukkan, ahonnan a határoló lejtők három irányba dőlnek a fedőüledékes környezet felé), valamint félig exhumált kúpot (a felszínre bukkant karbonátos kőzettől a határoló lejtők minden irányban a fedőüledékes környezet felé dőlnek).

A paleokarsztos formakincset genetikailag SZABÓ (1966) rendszerezte, amely csoportosítást a bauxitbányászat során nyert adatok is megerősítettek (PATAKI 1983).

Eszerint a karsztosodás során karsztos tönk (hegyközi síkság) képződik. E forma pereimeit kúpok szegélyezik. E peremektől távolabb, a magasabb felszínű és kezdetibb karsztosodást mutató térszíneken bauxittal kitöltött formakincs fejlődik ki. Azok a töbörformák azonban, amelyek vörösgyaggal vagy áthalmazott kavicsanyaggal töltődtek ki, az eocénnél fiatalabb (harmadidőszaki) karsztosodás során képződtek (JUHÁSZ 1988).

A mai nevezéktenhoz igazodva (BALÁZS 1986) az előző formák a fenglin, az utóbbiak a fengcong szigethegyes karsztnak felelnek meg. A középső-kréta kőzetekből felépült térszínekről összegyűjtött tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a fengcong típusú szigethegyes karszt igen tagolt, ugyanis összetett, közös alapú hegyek alkotják, amelyek utólag eltérő mértékben csonkolódhattak. A hegyek közeit alkotó mélyedések mérete és morfológiája igen változatos lehet (VERESS 1998).

### Felszín alatti karsztformák

A Bakony és ezen belül az Északi-Bakony barlangjainak rendszeres számbavételét, dokumentációját (előfordulási hely, megközelítés, méret, bezáró kőzet jellemzői, térbeli kifejlődés) BERTALAN (1935) kezdi el közreadni. Ezt a munkát aztán évtizedeken keresztül folytatja (BERTALAN 1938, 1943, 1955, 1962, 1972, 1977; BERTALAN–SZOKOLSZKY 1935). Az általa leírt barlangok nyitott bejáratúak. Többségük a hegység völgyoldalainak kisebb-nagyobb karsztos képződménye, maradványbarlang (ld. alább), de leírásaiban előfordulnak vertikálisan fejlett (zsomboly vagy zsombolyszerű), valamint víznyelő vagy víznyelő jellegű objektumok is. BERTALAN (1958) külön munkában foglalkozik Magyarország nem karsztos eredetű barlangjaival. Ebben néhány, az Északi-Bakony területére eső nem karsztos barlang főbb jellemzőit és irodalmi adatait is megadja.

BERTALAN első barlangismertetéseivel közel egyidőben más szerzőktől is megjelentek hasonló munkák (FÖLDVÁRY 1933; JASKÓ 1936).

A hatvanas és hetvenes évek során a hegység barlangjainak számbavételében, felderítésében a különböző barlangkutató csoportok számottevő munkát végeztek (MARKÓ 1960; Alba Regia BKC. 1976a, 1976b; VERESS 1979a).

BERTALAN érdeklődése a hatvanas években a barlangok kutatástörténete felé fordul, aminek eredményeként több jelentősnek tartott bakonyi barlang megismerésének dokumentumait tárja fel (BERTALAN 1963a, 1963b). Hatására néhány barlangnak a részletes felmérését és dokumentációját is elkészítik (KASSAI 1963; HORVÁTH 1963).



Többirányú vizsgálatra került sor a Csesznek környéki völgyoldalak barlangjaiban (VERESS 1980a, 1980b, 1982a; VERESS–PÉNTEK–HORVÁTH 1992a, 1992b), amelyeknél különösen jól tanulmányozható a karsztvízöbven keletkezés és a felnyílásos genetika.

Az ötvenes években több barlangban is őslénytani és régészeti ásatások kezdődnek (ROSKA 1954a, 1954b; VARRÓK 1955; BERTALAN 1962). A régészeti eredmények a várakozásokhoz képest szerényebbek, ill. utólag néhány leletről kiderül (Pörgöl-hegyi-barlang), hogy közönséges hamisítvány (VÉRTES 1965).

A bakonyi barlangok másik típusát azok a barlangok képviselik, amelyekbe bontással jutottak be a feltárók. Ezen barlangok többsége aktív, fejlődő vízvezető (víznyelő barlang jellegű) karsztobjektum. Feltárásukat és leírásukat a hegységben dolgozó barlangkutató csoportok végezték főleg a Tési-fennsíkról a Papod–Hajag hegycsoportból, a Kőrös-hegyről, Csesznek környékéről, illetve az Északi-Bakony határain kívül eső területekről (pl. a Kab-hegy).

Az Északi-Bakony (ill. az egész Bakony hegység) barlangjainak genetikájáról az alábbi vélemények alakultak ki.

Azok a barlangszerű vertikális járatok, amelyek közvetlenül a felszínre nyílnak, felszíni, hajdani vízvezetéssel rendelkező karsztos formák lecsonkolódott maradványai (HEVESI 1991b; VERESS 1991, 1993). Megemlítjük, hogy LANG (1958) és BULLA (1964) az ezen csoportba tartozó som-hegyi Nagy- és Kis-Pénzlik-barlangokat, valamint a Kőrös-hegyi-barlangot (kőrös-hegyi Ördög-lik) hévizes eredetűnek tartja.

Azok a vertikális járatok, amelyek felszíni karsztos formákból nyílnak és jelenleg is aktív vízvezetők, korróziós eredetűek (VERESS 1982a). A Tési-fennsík víznyelő jellegű barlangjainak genetikáját illetően az eróziós genetika (KORDOS 1984) mellett egyeseknél (mint pl. az Alba Regia-barlang) korróziós genetikát, illetve fejlődési szakaszt is ki lehet mutatni (ESZTERHÁS 1983). Utóbbi barlangnál korróziós hatásra utalnak a főág mennyezeti kürtői, valamint a folyosó talpán kialakult vályúszerű bemélyedés. Ugyanezen barlangnál azonban az eróziós genetikát jelzi a nagy méret, valamint az is, hogy a főfolyosó jelentős része mészmárga-betelepülésben alakult ki (ESZTERHÁS 1983). A Tési-fennsík barlangjainak feltárását végző Alba Regia Barlangkutató Csoport tagjai azonban a fennsíkon az eróziós barlangfejlődési szakaszt nem tudták összekapcsolni a felszín fejlődésével.

A völgyoldalokban vízszintesen kifejlődött, rövid barlangok (maradványbarlang) genetikájáról az alábbi vélemények jelentek meg. Megjegyzendő, hogy a kutatók többsége ezen karsztformákat – néhány nem karsztos eredetű üreget leszámítva – idősebb és nagyobb barlang vagy üreg roncsának, elpusztult maradványnak tartja (VADÁSZ 1940; BERTALAN 1962; VERESS 1980a, 1980b, 1981a, 1982b; VERESS–FUTÓ 1987; HEVESI 1991b).

TOMOR–THIRRING (1934), HEVESI (1991b) szerint e karsztformák olyan barlangok mellékágai, amelyek főágai felnyílva völgyé (szurdokká) alakultak. A szurdokok barlangi eredete azonban nem csak azért zárható ki, mert ezen völgyek átöröklődéses eredetűek (LANG 1958; JAKUCS 1971a), hanem azért is, mert az aprólékosan feldarabolódott hegységben a vízfolyások többségének csak kicsi vízgyűjtője alakulhatott ki. A kicsi vízgyűjtőjű vízfolyások nem alakíthattak ki olyan több km hosszúságú barlangokat, amiket a szurdokok hossza alapján várni lehetne. A szurdokok morfológiája sem támasztja alá ezt az elgondolást, hiányoznak a sziklahidak, a víznyelő töbrök vagy a hajdani víznyelők maradványai.

BERTALAN (1955) szerint e barlangok közül némelyiket szivárgó vizek alakították ki.

BERTALAN (1955), JASKÓ (1959a), VERESS (1981a) hangsúlyozzák a földtani viszonyok (törések, rétegzettség, réteglap, kőzetminőség) szerepét a kialakulásukban.

ESZTERHÁS (1981) szerint a Burok-völgy barlangjai nem karsztos folyamatok hatására (kifagyás, inszolációs aprózódás) alakultak ki. Kétségtelen néhány barlang esetében, hogy

a nem karsztos folyamatoknak kizárólagos (pl. áltekonika, erózió), illetve részleges szerep (fagyaprózódás) juthatott (BERTALAN 1962; VERESS 1981a).

VADÁSZ (1940), VERESS (1980a, 1980b) szerint az áramló karsztvíz övébe bemélyülő völgyek az ott kialakult üregeket felnyitották. Lényegében hasonló felnyílasos üregfejlődést ír le KEREKES (1948) is a Bükk-hegységből. E zónában a völgytalpak alatt a vízfolyások elszivárgó vize az áramló karsztvízzel keveredve (a keveredési korrózió révén) az üregesedés intenzitását megnöveli (VERESS 1980a). Már itt megemlíthető, hogy ezt a genetikát támasztják alá az ásatási adatok is. A völgyoldalak kisebb-nagyobb üregeinek kitöltéséből, mint pl. a Tekerés-völgyi-kőfülkéből (Déli-Bakony) vízfolyások által áthalmozott kvarckavics, illetve dolomittörmelék került elő (BERTALAN–KREZTOI 1962).

LEÉL-ŐSSY (1987) a fenti csoportba tartozó sűrű-hegyi Ördöglyuk (helyesen Ördög-lik) barlangot említi a hévizes eredetű barlangok között. Akárcsak a már említett som-hegyi barlangok esetében, itt is kizárható a hévizes eredet. Nem csak a környezet földtani múltja miatt, hanem a melegvizes képződmények hiánya, valamint a barlangok térbeni helyzete miatt is.

BERTALAN (1938, 1955) néhány olyan barlang esetében (Törkő-likak, ill. a Hódoséri-átjáróbarlang), amelyek oldásos eredete formakincsük figyelembevételével aligha vitatható, eróziós kialakulást feltételez.

LEÉL-ŐSSY (1987) szerint egyes barlangok, mint pl. az Odvas-kői-barlang forrásbarlang eredetű. Igaz ugyanakkor, hogy e barlangot GERGELY (1938) még víznyelő barlangként írja le. E barlang és környezetének morfológiája arra utal, hogy (akárcsak a környezetében előforduló két kisebb üreg) felnyílasos eredetű maradványbarlang.

LÁNG (1962) pusztuló forrásbarlangokat említi a Cuhától nyugatra sorakozó magasabb helyzetű tönkrögök oldalából. Véleményünk szerint azonban a töréslépcsők oldalában előforduló pusztuló barlangok ugyancsak utólagos felnyílassal keletkeztek. Ezt bizonyítja pl., hogy e barlangok előterében – akárcsak a völgyoldalokban nyílok esetében – nem mutatható ki mésztufa.

### Felszíni karsztformák

A felszíni karsztformákat a különböző szerzők nem tartják a hegység arculatában meghatározónak (LÁNG 1958; BULLA 1964; LEÉL-ŐSSY 1987). Ennek a véleménynek több oka is lehet, amelyek az alábbiak:

- A felszíni karsztformák számbavétele, azonosítása csak későn kezdődött és a mai napig nem fejeződött be.
- A karsztformák kis méretűek.
- A karsztos formák nem alkotnak nagy kiterjedésű, egybefüggő öveget. Ez visszavezethető egyrészt az egyes rögök nagymértékű fedettségére, másrészt a dolomitnak és olyan mészköveknek a jelentős elterjedésére, amelyek számottevő mennyiségben tartalmaznak szennyezőanyagokat.

A hegység felszíni karsztjelenségeiről először HUNFALVY (1864) ad leírást. „A hegység derekát környező felsíkok helyenként a karszthoz hasonlíthatók; nyelődik és töbreik vannak, s némely hasadékaikból erős források fakadnak, egész patakokat képezve, melyek aztán gyakran ismét a sziklák alá bújnak.” „Karsztféle jelleműnek” a „Palota környékén elterjedő felsíkok”-at (Tési-fennsík) említi, de hangsúlyozza a hegység karsztjának sajátos arculatát: „de termékenységük által nagyon különböznek az istriai karsztól”.

A hegység karsztjával foglalkozó kutatók az alábbi karsztformákat írják le (véleményünk szerint a legtöbben megmaradnak a más karsztterületeken használt morfológiai típusoknál, ezért a hegység karsztosodásának lényegi megragadása többnyire csak hiányosan sikerül).

A hegységben a dolomit elterjedése és az azon kialakult formakincs számottevő. A dolomit pusztulása azonban mérsékelt éghajlati övön eltér a mészkő lepusztulásától, ami a formakincsben is megnyilvánul. A dolomit pusztulásával JAKUCS (1971a, 1971b, 1980, 1994) foglalkozott. Kimutatta, hogy hidegvizes hatásra a dolomit aprózódik, porlódik a kalcit kioldódása miatt (JAKUCS 1971a, 1971b, 1994). Az Északi-Bakony területén a dolomitos térszíneken a már kialakult formakincs (szárazvölgyek, illetve kúpos térszínek) jelenlegi pusztulása elsősorban a kőzet aprózódásával történik.

A hegység karrjait számos kutató említi (LÁNG 1958; LEÉL-ŐSSY 1987; HEVESI 1991b). Ezek a leírások többnyire felszínesek. Ez nem meglepő, ugyanis a hegység karrjai kis méretűek, kevésbé jellegzetesek, talaj alatti, főként gyökérkarrok. A karrok érdemi leírását adja LÁNG (1958) a Fekete-Hajag (Középső-Hajag) nyugati pereméről, ahol szerinte rétegfajak karrosodnak. Itt a karrosodás és az aprózódás hatására a rétegfajak hátrálása miatt réteglepcsős felszín képződik.

A hegység lefolyástalan, fedett karsztos mélyedéseit víznyelőknek és dolináknak minősítik a különböző kutatók.

GERGELY (1938) a hegység különböző térszíneiről (Tési-fennsík, Zirc–Csesznek közötti terület) víznyelőket és dolinákat ír le. Lössben kialakult karsztjelenségeket említ (valószínűleg a fedett karsztos formákat értelmezte tévesen) Zirc, valamint Porva környékéről. Felismeri a fosszilizálódott fedett karsztos formákat (Kőrös-hegy, Tési-fennsík), amelyekre a népi elnevezéseket használja (a kisebb méretű a kálistó, a nagyobb a förtés).

RÉVÉSZ (1947) jó leírását adja a Tési-fennsík és a Hárskút környéki területek fedett karsztos formáinak. A Tési-fennsík fedett karsztos formái (38 db víznyelőt említ) szerinte összetettek. Fent harang alakúak (dolina), alul tölcséresek (víznyelő). A tölcséres rész helyén képződött üreg beomlására vezethető vissza a fedett karsztos formák kialakulása. A Hárskút környéki területeken (innen 40 db berogyást említ) is kiemeli a karsztot fedő üledékek utólagos berogyadozását. Szerinte a hegységben mind dolinák, mind víznyelők egyaránt előfordulnak. Leírja továbbá, hogy a kálistó csak részben természetes forma. Bár természetes mélyedések, de az állandó vízü tavak csak mesterséges elgátolással maradhatnak meg területükön. Már működéshez kapcsolódó üledékképződést is leír. Így a Tési-fennsíkon a Bükkös-árok 3-4 m átmérőjű „lapos tölcsére” körül 30 m-es körben 30-40 cm-es vastagságú anyaglerakódást említ.

LÁNG (1948) ismerte fel a fedett karsztos formáknak az átmeneti jellegét, miután olyan dolinákról ír, amelyek víznyelőkké alakulnak. Leírja továbbá, hogy a dolinákba ömlő víz túlfolyik, amelyet „a felfűző felszíni vízfolyás” (valószínűleg völgyre gondol) továbbít. Szerinte „valódi ponor” kevés van a Dunántúli-középhegységben. Az Északi-Bakony fedett karsztos mélyedéseinek morfológiai, funkcionális sajátosságait lényegében körvonalazza. A fenti karszt-morfológiai tipizálástól eltávolodva a hegységben víznyelőket (Tési-fennsík) és dolinákat (Pápvár térségében) különít el (LÁNG 1958). Egy későbbi munkájában Hárságy (Hárskút) környékéről és a Tési-fennsík területéről a víznyelőkön kívül víznyelős dolinákat említ (LÁNG 1962). AZONBAN ezen karsztos mélyedéstípusnak közelebbi jellemzőire nem tér ki.

BERTALAN (1955) az Északi-Bakonyból több helyről is említ általa víznyelőnek nevezett felszíni karsztos formákat (Csesznek, Fenyőfő és Lókút környékéről). Némelyik objektumról megemlíti, hogy löszben képződött, máshol utal e formák átalakulására (a Lókút környéki víznyelők jellemzésénél szenilis víznyelőket, ill. egy olyant is említ, amely feltöltődés következtében dolinává alakul).

VERESS (1982a) a Hárskút környéki területek fedett karsztos mélyedéseit (LÁNG 1962) nevezéktanilag elnevezését használva víznyelős töbröknek nevezi, amelynek víznyelővé alakulását is lehetségesnek tartja. Későbbi véleménye szerint azonban a víznyelős töbrök nem

alakulhatnak át víznyelőkké, legfeljebb aktivizálódó változataik (VERESS 1986) működési sajátosságaikban mutatnak ilyen jelleget. A víznyelős töbrök átmeneti, fedett karsztos forma-típus. Ugyanis a víznyelős töbrök nem a karsztkutatásban már leírt és meghonosodott (JAKUCS 1968, 1971a; HEVESI 1980, 1986) közzethatár mentén alakulnak ki, tehát nem igazi víznyelők. Ugyanakkor nem is tipikus dolinák, miután vízelvezető funkciókkal rendelkeznek. Kialakulásuk nem a dolinákra jellemző felületi leoldódással történik (JAKUCS 1980, ZÁMBÓ 1987, 1993; VERESS-PÉNTEK 1990, 1996), miután a karbonátos kőzetben kialakult jól fejlett oldásos eredetű kürtőben folytatódnak. A kürtők oldásos eredete kizárja az eróziós genetikát, tehát a közzethatáron kialakult víznyelők elvezető járataira jellemző eróziós fejlődési szakaszt (JAKUCS 1971a). Ugyanis a közzethatárokon lejátszódó mélységi lefejeződés eredményeként a tipikus allogén karsztokon a felszíni völgyfejlődés a felszín alá helyeződik át (JAKUCS 1971a). A víznyelős töbrök esetében ez nem következik be. Még akkor is, ha e fedett karsztos forma völgytalpon képződik, a völgy további fejlődéséhez annyiban járul hozzá, hogy a völgytalpon lefolyó vizek – a kürtőbe jutva – az oldódás intenzitását megnövelik. A kis lejtésű, lösszel kitöltött völgytalpakon a kürtők eróziós fejlődéséhez hiányoznak a feltételek. Ez a formátípus a hegységben széleskörűen elterjedtnek tekinthető.

HEVESI (1991b) a felszíni karsztformák között elkülönít löszben, vörösigyagban, „rányelőkben” végződő vakvölgyeket, valamint töbröket (Nagy-Som-hegy) és sekély töbrös kezdeményeket (Tési-fennsík).

Úgy látjuk, hogy a különböző kutatók a víznyelős töbröknél minősülő fedett karsztos formákat gyakran víznyelőnek vagy dolinának írták le, aminek két oka is lehetett.

- Nem ismerték fel, hogy a felszíni karsztos formák nem közzethatáron képződtek.
- A karsztos formák aljzatain felhalmozódó üledék e mélyedéseket alaktalanul gyakran dolinaszerűvé formálja.

A fedett karsztos formák morfológiájával, működési jelenségeivel, fejlődésével, kitöltő üledékeikkel és genetikájával FUTÓ (1980a, 1980b), VERESS (1982a, 1984a, 1986, 1987a, 1987b, 1995), VERESS-SAJTOS-FUTÓ (1990), továbbá VERESS-PÉNTEK (1995a, 1995b) foglalkoztak.

Az utóbbi évtizedekben a hegység különböző részeiről eddig még nem ismert, vagy nem számon tartott fedett karsztos objektumáról főleg kéziratos jelentések készültek (KÁRPÁT 1974, 1977, 1978a, 1978b, 1979, 1980; SZOLGA 1975, 1979; Alba Regia BKC. 1976a, 1976b; NÉMETH 1976, 1989; KOCSIS 1979; VERESS 1979b, 1980c, 1981b, 1981c, 1984b; VASKOR 1983, 1986, 1988; JAKAB 1986; ESZTERHÁS 1985).

Több kutató is leír a hegységből – az itt előforduló karsztos formákhoz képest – nagy kiterjedésűnek számító lefolyástalan vagy rossz lefolyású térszíneket (GERGELY 1938; LÁNG 1958; SZABÓ 1966). Ezeknek közös jellemzőjeként említik, hogy belsejükben akár több fedett karsztos forma is előfordulhat. Gyakorikak a dolomitos térszíneken, de előfordulnak mészkő felszíneken is. Egyes lefolyástalan térszíneket SZABÓ (1966) őspoljéknak minősít. Idős poljék kizárólagos átöröklődéses megmaradására azonban valószínűleg kicsi az esély és csak ritkán fordulhatnak elő. Jellemzőbbnek tekinthető az ilyen formák kialakulásában az anyagátöröklődés, valamint a területükön végbemenő recens karsztosodást kísérő mélységi anyagelszállítás (VERESS 1998).

A hegység szurdokos vagy szurdokos jellegű völgyei, völgyrészletei LÁNG (1958) szerint epigenetikus-regressziós (Ördög-árok, Kő-árok, Kőmosó), illetve epigenetikus-antecedens (Gaja-szurdok) eredetűek. A felsorolton túl még epigenetikus-antecedensnek tekintjük a Hódos-ér, az Öregfolyás, a Cuha egy-egy völgyrészletét, a Gereince kerteskői szakaszát, de LÁNG-gal ellentétben ide soroljuk a Kőmosó-szurdokot, valamint az Ördög-árok és a Kő-árok egy-egy részét. Az epigenetikus-regressziós és epigenetikus-antecedens völgyképződésnek egyik feltétele a völgytalpak alatti üregesedés. Ugyanakkor az üregképződésnek kedvez az átöröklődéses völgyek kialakulása (VERESS 1980a).

## Vélemények a hegység karsztosodásáról

A különböző kutatók a hegység karsztjának, különösen a felszíni karsztosodásnak gyakran a jellegét is eltérően ítélik meg. A különböző szerzők véleménye elsősorban a tekintetben egyezik meg, hogy a hegységben a karsztosodás kismértékű, a kialakult karsztformák eltérnek az aggteleki típusú karsztok karsztformáitól. Ennek okaira az alábbi magyarázatok születtek.

RÉVÉSZ (1947) szerint a hegységben fedett karsztok alakultak ki. Ahol a fedőüledék vízáteresztő, a mészkő beszakadozását a fedőkőzet is átveszi.

LÁNG (1958) szerint a terület fiatal kiemelkedése miatt nem alakulhattak ki dolinás térszínek.

LEÉL-ÖSSY (1959) szerint a hegység aprólékos feldarabolódása miatt karsztosodott kis mértékben.

BULLA (1964) szerint a kismértékű karsztosodás oka, hogy a hegység az alsó-pannonig alacsony térszín volt, amely felszín vastag, nem karsztos kőzetanyaggal is elfedődött.

JAKUCS (1968) a karsztok fejlődési sajátosságait elemezve kifejti, hogy a mélységi lefejeződés hiányát a fedőüledékek is okozhatják. A vízzáró fedőüledékek ugyanis megakadályozhatják a vízelvezetéshez szükséges járatok kialakulását, egyúttal kedvező feltételeket teremtve ahhoz, hogy a völgyek a karsztvízszintig mélyüljenek. Ez utóbbira példaként a hegységből a Cuha-völgyét említi. Megjegyezzük, hogy a völgyek gyors mélyülése – amit a jelentős kiterjedésű fedett karsztos térszínű vízgyűjtők jelenléte tesz lehetővé – ugyancsak a lefejeződési helyek kialakulása ellen hat. Ugyanis a már kialakult járatok a völgyek eróziós mélyülése miatt elpusztulnak.

JAKUCS (1977) szerint a hegység kisméretű karsztosodásának oka azzal magyarázható, hogy a már kialakult karsztos formák lepusztultak, illetve újabb és újabb karbonátos kőzetek képződése miatt újabb és újabb felszínek képződtek. Így a mai felszíneken a különböző karsztosodási hatások nem összegződhettek.

KÁRPÁT (1974) a Tési-fennsíkon két karsztfejlődési szakaszt különít el. Egy idősebb, fedetlen és egy fiatal (jelenlegi), fedett karsztos szakaszt. A fennsík epigenetikus völgyei, a vízelvezető járatok (víznyelő barlangok) azonban az idősebb karsztosodás esetén nem az autogén, hanem az allogén karsztosodást bizonyítják. Fedőüledékek jelenlétére és idősebb, allogén karsztosodásra utalnak a karsztos mélyedésekben előforduló (áthalmazott) kavicsok (VASKOR 1983).

KÁRPÁT (1978a) szerint a Kőrös-hegy területén a karsztos fejlődés két fázisra tagolható. Az 1. fázisban víznyelőképződés és ezzel együtt eróziós üregképződés megy végbe. A 2. fázisban az 1. fázis lösszel eltemetett víznyelői aktivizálódnak, illetve újabb fedett karsztos formák képződnek. Bár a Kőrös-hegyen az 1. fázisra utaló morfológiai bélyegek nincsenek, a hegység más részén (pl. Som-hegy vagy Tési-fennsík) a KÁRPÁT által említett 1. fázishoz hasonló fejlődés végbement.

VERESS (1983) szerint a tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált sasbércek (a 421–450 m magasságok között), valamint kisebb mértékben a tetőhelyzetű sasbércek (581–620 m között) karsztosodnak. E tönktípusok mozaikos elterjedése miatt a karsztosodás is egyenetlen eloszlású lesz. Az említett tönktípusok közül csak azok, illetve csak azon részek karsztosodnak, ahol a fekvő egyenetlen és ott a fedőüledék-elborítás jelen van (VERESS 1991).

HEVESI (1991a) a hegység karsztosodási sajátosságait egyrészt a többszöri befedődéssel, másrészt azzal magyarázza, hogy a kis területű rögökön még fedett állapotban sem alakulhatott ki vízhálózat. Ezért a mélységi lefejezések hiányában a víznyelőtöbör-soros karszt-

völgyek hiányoznak. Bár fenti szerző máshol (HEVESI 1991b) a hegységben víznyelőről ír, a mi véleményünk is az, hogy a hegység jelenlegi karsztosodását a mélységi lefejeződés nem jellemzi. A mélységi lefejeződés hiányának azonban nem lehet oka a felszíni vízhalózat hiánya, hiszen az számos rög területén kifejlődött. A hegységben fejlett völgyhálózat alakult ki (JUHÁSZ 1988).

## KUTATÁSI MÓDSZEREK

Vizsgálataink a hegységben az alábbi területekre terjedtek ki (**2. ábra**): Hajag–Papod hegycsoport vagy Hárskúti-fennsík (Homód-árok környéki karsztos térszínrészlet, Hárskúti-fennsík központi része vagy Hárskúti-medence, Mester-Hajag, Égett-hegy, Augusztintanya környéke, Judit-forrás feletti terület), Som-hegy, Kőris-hegy (főleg Márvány-árok környéke), Dörgő-hegy és környéke (Hódos-ér és Pápalátó-kő közti terület), Ördög-árok, Magos-hegy pereme, Kő-árok, Kőmosó-szurdok, Cuha-völgy, Tési-fennsík egyes részei (Tábla-völgy).

### Megfigyelés, dokumentálás

A megfigyelések kiterjedtek a felszíni karsztos formákra, az ott lejátszódó működési jelenségekre és a felszín alatti karsztos formákra.

A működési jelenségeket 1978-1984 között kísértük figyelemmel a Hárskúti-fennsík (Hajag–Papod hegycsoport) központi részén. Felismertük és elkülönítettük a különböző működési jelenségeket (árvízi tó, túlfolyás, rejtett működés stb). A működési jelenségek nyomon követése során mód nyílt a karsztos mélyedésekben lejátszódó recens üledékképződési folyamatok leírására, a keletkezett üledéktípusok elkülönítésére és kialakulásuk értelmezésére.

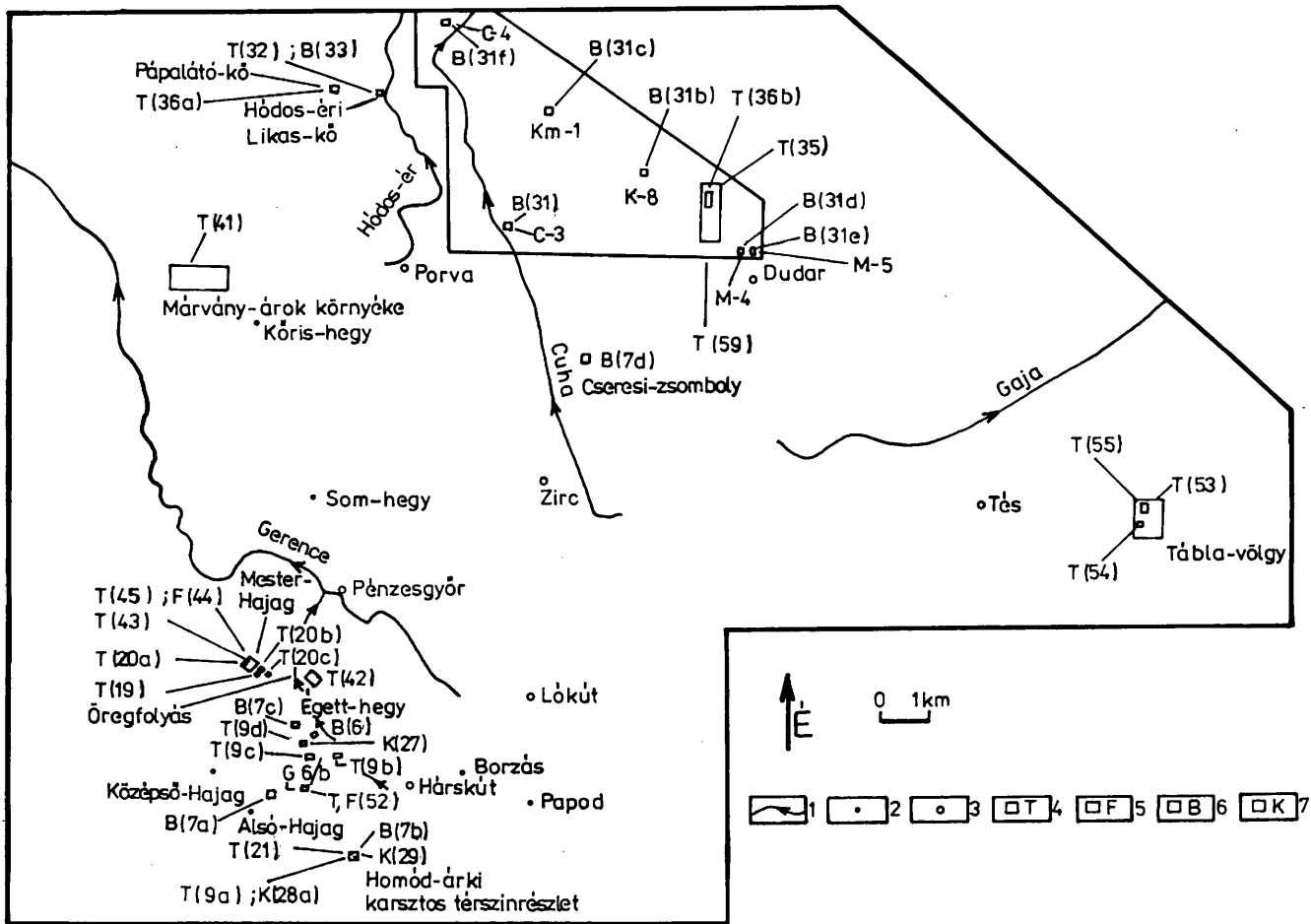
Megfigyeltük a feké karsztosodása eredményeként a fedőüledékben kialakult formákat.

Dokumentáltuk a fedett karsztos mélyedések folytatásában kifejlődött kürtők oldásos eredetű formakincsét. Ugyancsak felismertük a kürtőfalakon előforduló, talajjal és áthatmozott fedőüledékekkel kitöltött idősebb kürtőroncsokat.

Az oldásos formakincs és a fedőüledékekben kialakult formák a fedett karsztos formák kialakulásának magyarázatához, a recens üledékképződési folyamatok feltárása a fosszilizálódási folyamatok elemzéséhez nyújtott segítséget. A fedett karsztos mélyedésekben felismert, gyakran lombkoronájukig eltemetett fák adalékul szolgáltak ahhoz, hogy felismerjük e mélyedések erőteljes feltöltődését. Ez lehetővé tette mind a működési jelenségek, mind a fosszilizálódási folyamatok megértését.

A karsztos mélyedések feltöltődésében és anyagfogalmában jelentős szerepet játszó tömegmozgásokat az azokat elszenvedő (görbült és megdőlt) fák megfigyelésével ismertük fel.

Megfigyeltük és térképeztük is a völgyoldalak (Ördög-árok, Kőmosó-szurdok, Magos-hegy, Kő-árok) barlangjainak formakincsét. A barlangok felismert kifejlődési sajátosságai (pl. függő helyzet, több bejárat, sérült mennyezet) ezek torzó, maradványbarlang jellegét bizonyítottuk. E barlangokban felismert gömbüstös formakincs alapján következtettünk keletkezési helyükre (áramló karsztvíz zónája). A völgyoldalak sziklafalaiban számos helyen felismert gömbüstök a feltáródó üregek teljes pusztulásához és ahhoz szolgáltattak bizonyítékot, hogy a karsztvízszint alatt kialakult üregek hozzájárultak a völgyek kialakulásához.



2. ábra. Térképezett területek az Északi-Bakonyból

Jelmagyarázat: 1. vízfolyás; 2. hegycsúcs; 3. település; 4. karszttopográfiai és karsztmorfológiai térkép, hossz-szelvény; 5. fektetérkép; 6. barlangtérkép; 7. kutatógödör

## Térképezés

A hegység karsztjának térképezése során különböző méretarányú és tematikájú térképeket készítettünk.

### Felszíni karsztos formák térképezése

1:50, illetve 1:100 méretarányú karszttopográfiai, valamint karsztmorfológiai térkép készült több karsztos mélyedésről is. Fedett karsztos mélyedések elvezető járatairól barlangtérképeket készítettünk, illetve használtunk fel kiértékelésre.

Felszíni karsztterületekről műszeres (tachiméter) felméréssel részletes karszttopográfiai térképeket készítettünk (Mester-Hajag 3 részletéről, Égett-hegyről, Homód-árok környéki karsztos térszínrészletről, Fehér-kő-árok környékéről, Judit-forrás feletti karsztos térszínrészletről, a Tési-fennsíkon a Tábla-völgy környékéről két részletben, 1:250, illetve 1:500 méretarányban). E térképeken a karsztos objektumok 0,5 m-es, ill. 1,0 m-es magasságkülönbségű szintvonalak szerkesztésével kerültek ábrázolásra. E térképeket a karsztmorfológiai térképekhez alaptérképekként használhattuk fel.

1:10 000 méretarányú térképek felhasználásával szintén készültek karszttopográfiai térképek (Hajag-Papod hegycsoport területéről, illetve a Márvány-árok környékéről), továbbá a térképek felhasználásával ugyancsak karsztmorfológiai térképeket rajzoltunk.

A fentebb említett térképeket néhány esetben komplex karsztmorfológiai térképeké fejlesztettük. Ez azt jelentette, hogy a karszttopográfiai vagy karsztmorfológiai térképeken ábrázoltuk a fedőüledékek elterjedését és vastagságát. Utóbbi alkalmazásával lényegében a karsztos feké felszínének térképi ábrázolására került sor (pl. az Mb-50 jelű, valamint a G-6/b jelű karsztos objektumok környékén).

Fenti térképeket az alábbiakra használhattuk:

- Vizsgálni lehetett a karsztobjektumok elterjedését, más nem karsztos formákhoz képesti viszonyukat.
- Elemezni lehetett az egyes térszínek karsztosodási sajátosságait, folyamatait és ezáltal elkülöníteni a hegység különböző karsztosodási típusait.
- A karsztos mélyedések területének térképezésével dokumentáltuk e formák fejlődése során a fedőüledékekben kialakult formákat. Ennek elemzése adatokat szolgáltatott a fedőüledékeknek a karsztosodásban betöltött szerepére.
- Adatokat kaptunk a fedett karsztos térszínek kürtőinek fejlődéséről.

### Felnyílt barlangok és maradványaik térképezése

Barlangelterjedési térképeket készítettünk (Ördög-árok, Kő-árok, Magos-hegy stb). Ezek értékelése során kiderült, hogy a hegység maradványbarlangjai elsősorban a völgyoldalakban csoportosulnak, igen változatos magasságokban elhelyezkedve a jelenlegi völgytalpak felett. A barlangok – völgyek vízfolyásaihoz viszonyított – helyzetének figyelembevételével következtetni lehetett a hajdani völgytalpak alatt kialakult üregcsoportok terjedelmére.

Térképeztük a különböző morfológiai helyzetben található elpusztult üregeket. E térképek információkat szolgáltattak a felnyílás és üregpusztulás folyamatának tisztázásához.

### Szelvények készítése

Topográfiai térképek felhasználásával szelvényeket készítettünk. Megszerkesztettük az Öregfolyás völgyének egy része mentén a mészkőfekü szelvényét a felszíni kibúvások és egy



– a völgytalpon a fedőüledékekbe mélyített – kút adatainak felhasználásával. Megállapítottuk, hogy a völgy a kúpsorok közeit kitöltő fedőüledékben képződött. Oldalában a kúpok kezdeti kitakaródása figyelhető meg a Csatkai Kavics Formáció kőzetanyaga alól, tehát a völgyoldalakat exhumálódó kúpok oldallejtői alkotják.

Az Ördög-árok barlangjait a meder hosszszelvényén ábráztuk. A szelvényről leolvasható a barlangok jelentős szóródása, ami kizárja ezek forrásbarlang eredetét. Megállapítható az is, hogy a barlangok szóródása a völgy felső végétől az alsó vége felé növekszik. Ez csak úgy magyarázható, ha a korábban kialakult alsóbb völgyszakaszok a kisebb tengerszint feletti magasságokban kialakult üregeket is feltárták.

### **Fúrások**

A Mester-Hajag területén a G-6/b jelű karsztos objektum környékén és a Homód-árok környéki karsztos térszínrészlet területén motoros csigafúróval fúrtuk meg a fedőüledékeket. A fúrások száma meghaladta a százat, a fúráshelyek gyakran néhány m-re estek egymástól. A fúrásadatok és az ezek felhasználásával készült fekütképek alapján a következő eredmények adódtak.

- Egyes fúrólyukakban (pl. a G-6/b. jelű karsztos objektum környezetében) víz jelent meg az ott előforduló agyagbetelepülések miatt. Ez a fedőüledékekben a víz tartós jelenléte utal. Ebből következtetni lehetett arra, hogy a fedett karsztos kürtőkben az oldódás csapadégmentes időszakban is lejátszódhat (rejtett működés).

- A karsztos mélyedések ott helyezkednek el, ahol a fedőüledékek kivékonyodnak (rejtett közzethatár).

- A fedőüledékek alatt, az eltemetett kúpokon a jelenleg aktív, kitöltetlen karsztos mélyedéseknél magasabb helyzetben, kitöltött, fosszilis felszíni karsztos formák mutathatók ki. Ez a karsztosodási helyek eltolódását, vándorlását jelzi.

- A fedőüledékek összetétele a jelenleg karsztosodó térszíneken a kúpos formakincs kialakulása után lejátszódó, de a jelenleginél idősebb karsztosodásra utal.

- A karsztosodási helyek eltolódása, valamint a tartós karsztosodás az egyenetlen karsztos fekvő, a fedőüledékeknek a mélységi anyagelszállítódását eredményezi. Ez olyan fedőüledék-foltok kialakulásával jár, amelyek felszíne lefolyástalan (depressziók képződése).

- A fedőüledékekből előkerülő szenesedett összletek a fosszilizálódáshoz szolgáltatottak további adatokat.

### **Kutatógödrök**

Kutatógödröket alakítottunk ki – a Cholnoky J. Karszt és Barlangkutató Egyesület tagjai és földrajz szakos hallgatók segítségével – karsztos mélyedésekben (Gy-9, Hu-1, Hu-7, G-6/b, G-10, G-12, G-14 jelű karsztos mélyedésekben, a Mester-Hajag területén több helyen, a Homód-árok karsztos térszínrészletének három dagonyájában, és a Dörgő-hegy néhány szakadéktöbrében.

A karsztos mélyedések kitöltő üledékeinek feltáráásával megismerhettük a fosszilizálódást kísérő üledékképződést, az üledékek települési módját (pl. az összletek felé felé egyre kisebb dőlésszögűek, helyenként lencsés betelepülésekkel), az üledékszerkezetet (pl. laminitet), az üledékfajtákat (növényhulladékos összlet, faszenes összlet, limonitkonkréciók). Feltártuk az egyik karsztos objektum (Gy-9 jelű) oldalában elhelyezkedő néhány görbült fa gyökérzetét. Kiderült, hogy a gyökérzet erőteljesen átalakult, alkalmazkodva a tömegmozgás során fellépő igénybevételhez.

A szakadéktöbrök feltárása során előbukkant mészkőfelületeken gazdag oldódásos (gömbüstös, kürtőroncsos) formakincset sikerült kimutatni. A kitöltésekből előkerülő kis méretű kőzettörmelékek üregmennyezet darabjainak tekinthetők. A mennyezetek csomkjai néhány helyen a szakadéktöbrök oldalában is előbukkantak. A feltárás során előkerült morfológiai adatok e képződmények beszakadásos eredetét bizonyítják. Az oldásos formakincs a mészkő felszínétől (ami egybeesik a jelenlegi felszínnel) néhány dm-es mélységben helyezkedik el. Ebből következtettünk arra, hogy az üregesedés a mészkőfelszín közelében történt, és így az áramló karsztvíz övének hajdani karsztvízszintje a jelenlegi felszín közelében (esetleg a felszín fölött) húzódott. Egyes tetőhelyzetű kürtőkben, valamint egyes barlangok kürtőiben (M-7 jelű barlang) talált kavicsok azt bizonyítják, hogy az üregesedés idején a karszt fedett volt.

### Mérések

A vizsgálatok kiterjedtek a tömegmozgások és a bezáró kőzetek földtani jellemzőinek mérésére, majd utóbbi esetben ezek statisztikai feldolgozására.

### Tömegmozgások

A fedőüledékek tömegmozgásainak mérésére a Hárskúti-fennsík központi részén néhány karsztos mélyedés oldalába cöveksorokat telepítettünk mintegy 30 cm-es mélységbe. A cöveksorok cövekeinek elmozdulását külső cövekekhez képest mértük. Újramérés alkalmával a két külső cövek közti irányt tachiméterrel állítottuk be. Adott cövek elmozdulását megkaptuk, ha a mérőléc – amelyet a cöveksor valamely cövekénél a kitűzött irányra helyeztünk – és a cövek távolságát megmértük. A méréseket pl. a G-5/a jelű karsztos objektumnál már több mint 10 éve végezzük. (Az újramérések évente két alkalommal, hozzávetőlegesen az év ugyanazon időszakában történnek.)

Az elmozdulások néhány helyen az 1-2 cm/év sebességet is elérték.

Néhány karsztos mélyedés (Gy-3 és Gy-9 jelű) fáinak egymáshoz viszonyított távolságának újramérésével is adatokat kívántunk kapni a tömegmozgások jelenlétére és sebességére. A megismételt mérések azt jelezték, hogy a fák távolsága nem változott. Ezen mélyedéseknél erőteljes feltöltődés volt tapasztalható, így arra következtettünk, hogy a feltöltődés eredményeként a fedett karsztos mélyedések anyagforgalma megváltozik, ill. az anyagbeszállítás üteme fokozatosan csökken.

### A kürtők és a bezáró kőzet térbeli helyzetének összehasonlító vizsgálata

E vizsgálatok során a felszíni karsztos mélyedések kürtőinek (vízelvezető járat) és a bezáró kőzetekben kialakult szerkezetek térbeli helyzetét vetettük össze.

A függőleges helyzetű kürtőknél a bezáró kőzet rétegeinek dőlése 10-20°-nál kisebbnek adódott. Ezen kürtők törések metsződésénél alakultak ki. Akkor, ha egymás közelében több metsződési hely fordult elő, egymáshoz közeli kürtők képződtek. 10-20°-nál nagyobb rétegdőlések esetén a kürtő térbeli helyzete megegyezett a réteg térbeli helyzetével és kialakulása réteglap mentén történt. Nagyobb dőlésű rétegek esetén akkor, ha a kőzet kellően töredezett, a kürtő összetett lesz. Egymásba kapcsolódó ferde (réteglap mentén kialakult) és függőleges (törések mentén képződött) helyzetű kürtőrészek alkotják az összetett kürtőt.

## Maradványbarlang irányok és a bezáró kőzet dőlésirányainak összehasonlító statisztikai vizsgálata

A Csesznek környéki völgyoldalak maradványbarlangjainak többsége réteglap mentén képződött. Megvizsgáltuk a két irány (barlangirányok és dőlésirányok) különbségeinek gyakorisági eloszlását 66 db barlang esetében. A kapott adathalmazt  $\chi^2$  próbával Barta I.-vel dolgoztuk fel.

Arra kerestünk választ, hogy a dőlésirányú ( $0^\circ$ -os különbség), csapásirányú ( $90^\circ$ -os különbség) és a dőlésiránnyal ellentétes ( $180^\circ$ -os különbség) üregképződési irányok közül melyik véletlenszerű és melyik nem. Megjegyezzük, hogy a  $0^\circ$ -os iránykülönbséghez kerültek mindazok az értékek, ahol  $0^\circ$  és  $60^\circ$  közé,  $90^\circ$ -oshoz, ahol  $60$ - $120^\circ$  közé és  $180^\circ$ -oshoz, ahol a barlangirányok és a rétegek dőlésirányainak különbségei  $120^\circ$  és  $180^\circ$  közé estek.

Elvégezve a számításokat az adódott, hogy a  $0^\circ$ -os iránykülönbség gyakoriságnak a  $90^\circ$ -oshoz képest 99,0%-os, a  $180^\circ$ -oshoz képest 99,9%-os a valószínűsége. A  $0^\circ$ -os iránykülönbségnek szignifikáns gyakorisága van a két másik (a  $90^\circ$ -os és a  $180^\circ$ -os) iránykülönbséghez képest. A  $90^\circ$ -os iránykülönbségnek a  $180^\circ$ -oshoz képest nincs szignifikáns gyakorisága, ezért a Csesznek környéki völgyoldalak barlangjainak kioldását végző víz azok bejáratai felől érkezett. Mivel bejárataik a völgyoldalakban nyílnak megállapítható, hogy részben már lepusztultak azok a kőzetek (és a bennük kialakult üregek, valamint a vizsgált barlangok ide eső része), amelyek réteglapjai mentén mozgó vizek az üregesedést okozták. Ezért ezen barlangok zárt üregek felnyílásával jöttek létre.

## Szakadéktöbrök iránygyakoriságának vizsgálata

A Dörgő-hegyen és a Szent László-erdő területén kialakult szakadéktöbröket alakjuk szerint körkörös, megnyúlt-széles és megnyúlt-keskeny szakadéktöbrökre lehet különíteni. A körkörös szakadéktöbrök ( $n=22$ ) a középső-eocén mészkő és a triász földolomit kőzethatárokhoz közel helyezkednek el. A megnyúlt-széles ( $n=10$ ) és a megnyúlt-keskeny ( $n=6$ ) szakadéktöbrök e kőzethatároktól távolabbi helyzetűek.

A szakadéktöbrök szélessége és iránya azon üregek szélességére és irányára utal, amelyekből kialakultak. Az üregek szélessége és iránya viszont az ezeket kialakító karsztvíz áramlási viszonyaira. Az üregek (szakadéktöbrök) szélessége a karsztvíz áramlásának felületi képét, iránya oldalnézeti képét tükrözi.

A szakadéktöbrök szélessége a felszíni kőzethatártól távolodva egyre csökkennek. Ez arra vezethető vissza, hogy a kőzethatárhoz közelebb, ahol a kevésbé vízvezető dolomit hatására a vékonyabb mészkőben a karsztvíz áramlása horizontális, attól egyre távolabb, a nagyobb vastagságú mészkőben egyre inkább vertikális. A horizontális áramlás során széles, alacsony üregek (réteglapok, ill. a középső-eocén mészkő és dolomit határa mentén történik az oldódás) alakulnak ki. Vertikális áramlás során keskeny, magas üregek (törések menti az oldódás) képződnek.

Ez az áramlási rendszer az alábbi módon magyarázható. A karsztvíz áramlási irányait a mostani felszín közelében ennek és a dolomit felszínének magasságkülönbsége nagymértékben meghatározta. Ugyanis a kevésbé üregesedett dolomit vízvezető képessége kisebb, ezért a felületéhez közeledve a fedőkőzetben a karsztvíz fokozódó mértékben oldalirányba áramlik. Miután a triász dolomit felszíne egyenetlen, annak felszíni előbukkanási helyeitől (tehát a kőzethatártól) távolodva a dolomit felszíne egyre mélyebb helyzetű lesz a felszínhez képest. Fedőkőzete, a nummuliteszes mészkő a fenti irányba egyre vastagabb. (Közel egyenletes lepusztulás esetén ez akkor is így volt, amikor a jelenlegi felszín közelében húzódott a karsztvízszint.)

Statisztikailag vizsgáltuk a szakadéktöbrök hosszabbik tengelyeinek szóródását. A legkisebb szóródás ( $S=0,67$ ) a keskeny szakadéktöbröknél adódott. Ezt követte a széles szakadéktöbrök ( $S= 0,83$ ), majd a körkörös szakadéktöbrök ( $S= 1,27$ ) szóródása.

A fenti eloszlások a következőképpen értelmezhetők. A kőzethatárhoz közelebb, ahol a karsztvíz áramlása horizontális, az áramlás elvileg bármilyen irányba végbemehet, ezért az áramlás során kialakuló üregek is változatos irányúak lesznek. A kőzethatártól távolabb az egyre inkább vertikális irányú áramlás a nummuliteszes mészkő törései mentén mehet végbe, tehát az üregirányokat ezen törésirányok jelölik ki. Így a törésirányú üregkialakulás miatt az üregirányok sokkal kevésbé szóródhatnak.

### **Laboratóriumi vizsgálatok**

Megvizsgáltuk a karsztos mélyedések növényzetén az árvízi tavakból keletkezett anyagot, ami kolloidnak bizonyult.

Fürdőkádban modelleztük az árvízi tavak üledékképződését. Vizsgáltuk, hogy a medence vizében lebegő durvább anyag (hajszálak) és finomabb anyagok (hab) egyenletes, növekvő és változó sebességű vízszintsüllyedésnél milyen módon ülepednek le a medence oldalára és aljzatára.

### **Elméleti módszerek**

A karsztos irodalomban jól ismert módszereket és törvényszerűségeket a hegység fedett karsztjára és karsztosodására alkalmaztuk. Ezek az alábbiak:

- A kőzethatár szerepét a karsztosodásban JAKUCS (1956, 1971a) vizsgálta. Mi bevezettük a rejtett kőzethatár fogalmát, amely a fedett karsztokon azon helyeknek felel meg, ahol a fedőüledék annyira kivékonyodik, hogy ott karsztosodás mehet végbe.

- A mélységi lefejeződés fogalmát a karsztos irodalomba JAKUCS (1956, 1968, 1971a) vezette be. Bár a hegységben recens mélységi lefejeződési helyek nincsenek, a jelenlegi karsztosodás csak úgy értelmezhető egyes térszíneken (pl. Tési-fennsík), hogy azokon a mélységi lefejeződés korábban végbement.

- A fedett karsztos mélyedések vizsgálata során figyelembe vettük a fedett karsztos formák már leírt típusait (QUINLAN 1972; JENNINGS 1975, 1985; BULL 1977; BÁRÁNY-JAKUCS 1984).

- A paleokarsztosodás és a recens karsztosodás vizsgálatánál figyelembe vettük a különböző kutatások során összegyűlt adatokat (SZABÓ 1956, 1968; BALÁZS 1984; FORD 1995).

## A hegység völgyképződésének vizsgálata

### Völgyképződés az átöröklődés mértéke szerint

A fedett karsztos folyamatok hatékony vizsgálata csak a fedett karsztokon kialakult völgyek típusainak elkülönítésével lehetséges. Irodalmi adatok (LANG 1958), a terepi megfigyelések, a földtani térképek elemzése, valamint elméleti megfontolások alapján az alábbi völgytípusokat különítettük el.

**Kifejlődött epigenetikus völgy:** a völgy még a lösz keletkezése előtt átöröklődött a karbonátos kőzetekbe. E típusba tartozó völgyeknek az alábbi változatai különíthetők el.

A völgy ma már nem aktív (nincs vagy elhanyagolható a fedett karsztos vízgyűjtője), lösszel és más áthalmazott fedőüledékekkel részben kitöltődött. A nem aktív, kifejlődött epigenetikus völgyeknek előfordul kitöltetlen (vagy alig kitöltött) változata is.

E völgyek között előfordulnak aktív kifejlődött epigenetikus völgyek is. Ezek azok a völgyek, amelyek a határoló nem karsztos térszínekről jelenleg is bőséges vízutánpótlást kapnak (elsősorban e csoportba tartoznak a hegység szurdokos völgyei és völgyszakaszai). Bár a karbonátos térszíneken a völgyek vízfolyásai vízének egy része elszivárog, mélyülésükhöz még elegendő vízzel rendelkeznek. (Talpak a karsztvízszinthez képest igen változatos távolságokra lehet attól függően, hogy a völgy a hordozó térszín emelkedését bemélyülésével milyen mértékben képes követni.) E völgyek lehetnek regressziós-epigenetikusak vagy antecedens-epigenetikusak.

**Kifejlődő epigenetikus völgy:** a fedőüledékeket az epigenetikus vagy epigenetikus-regressziós völgyek helyenként átfűrészelve – egyes szakaszakon – eléri a karbonátos kőzeteket.

A kifejlődő epigenetikus völgyek kialakulhatnak olyan rögfelszíneken, amelyeket a Csatkai Kavics Formáció vagy más, ennél idősebb (pl. kréta) korú fedőüledék borít. E változaton belül előfordulhatnak olyan völgyek is, amelyek egyes részei a Csatkai Kavics Formáció kőzetanyagába, más részeik a karbonátos kőzetbe mélyülnek, de talpukat eredetileg települt vagy áthalmazott lösz béleli ki.

A kifejlődő epigenetikus (vagy kifejlődő regressziós-epigenetikus) völgyek kifejlődött epigenetikus völgyek talpán is kialakulhatnak. Ekkor a kifejlődő epigenetikus völgyek az idősebb völgy feltöltött aljzatát többé-kevésbé felemészti, talpak helyenként eléri a karbonátos kőzeteket. Kettősen összetett völgyek alakulnak ki. Előfordulhat, hogy a kifejlődött (vagy a kifejlődő) epigenetikus völgyek talpán kisméretű bevágódás eredményeként medrek képződnek, amelyeket kifejlődő regressziós-epigenetikus medreknek nevezünk. A regressziós-epigenetikus medrek kialakulása következtében a hegység némely völgyei hármasan összetettek is lehetnek.

### Völgyképződés az átöröklődés relatív kora szerint

A karsztok völgyeinek átöröklődése a karbonátos kőzetre az áramló karsztvízöv kialakulásánál lehet idősebb (pregenetikus völgy), azzal közel egyidős (szingenetikus völgy) vagy annál fiatalabb (posztgenetikus völgy). A pregenetikus völgyek, ha környezetükben a fedőüledékek hamar lepusztulnak már azelőtt inaktívak lesznek, mielőtt talpak a karsztvízöv üregeit elérné.

Azok a nem aktív epigenetikus völgyek, amelyek nem érték el az áramló karsztvízöv üregeit pregenetikus völgyek, míg amelyek igen, szín- vagy posztgenetikus völgyek.

JAKUCS (1956, 1968, 1971a) szerint a karszterületek felszíni vízfolyásai a karszt belsejébe mélységi lefejeződéssel jutnak a völgytalpi víznyelőkön keresztül. Mi a lefejeződések

igazi és allefejeződésre különítjük. Igazi lefejeződés igazi kőzethatáron (a felszínen karsztosodó és nem karsztosodó vízzáró kőzet érintkezik) megy végbe. A völgy vízfolyásának a vizeit azon járatok vezetik el, amelyek az áramló karsztvíz övében alakultak ki. Allefejeződés rejtett kőzethatáron (a mészkő vízáteresztő fedőledek alatt karsztosodik) játszódik le. Ekkor a felszíni vízfolyás vizét a völgytalpra felnyílt olyan kürtők vezetik el, amelyeket a fedőledekeken átjutó, felszínről beszivárgott vizek hoznak létre (ld. alább).

HEVESI (1980) szerint lefejeződés (a mi osztályozásunkban igazi lefejeződés), akkor alakulhat ki, ha a karsztvízszint süllyedése gyorsabb, mint a völgytalp mélyülése. A hegység völgyeinek völgytalpai többnyire a karsztvízszint felett függnek, ennek ellenére jelenlegi mélységi lefejeződés, ismereteink szerint nincs. Ezen ellentmondás feloldása véleményünk szerint úgy lehetséges, ha figyelembe vesszük az átöröklött völgy típusát, valamint az átöröklött völgy talpának és az üregesedett zóna felső felületének magasságát (ez egybeesik adott helyen a valamikori legmagasabb karsztvízszint magasságával). E tekintetben az alábbi esetek különíthetők el:

- A szín- vagy posztgenetikus völgyek átöröklődésének kezdetén a karsztvízszint a völgytalp magasságában húzódhat. A karsztvízszint gyorsabb süllyedése miatt az áramló karsztvíz üregei elvezető járatok alakulnak, a völgy vízfolyása lefejeződik (igazi lefejeződés). Igazi lefejeződés akkor alakulhat ki, ha a karsztvízszint a karsztosodás kezdetén a karbonátos kőzetfelszínhez közeli helyzetű és az epigenetikus völgy átöröklődése a felszínfejlődés korai szakaszában megtörténik. Ilyen geomorfológiai, hidrológiai helyzet a hegységben jelenleg nincs, de a jelenlegi karsztosodás kezdetén szigetszerűen több helyen is előfordult (pl. Tési-fennsík, Som-hegy, Hajag). A mélységi lefejeződés során kialakult völgytalpi víznyelők mára feltöltődve fosszilizálódtak.

- A hegység posztgenetikus völgyeinél előfordulhat, hogy a völgyek még nem öröklődtek át, vagy csak részben, de a völgytalpakat utólagosan részben fedőledek bélelték ki. A völgy már nem, vagy csak kismértékben mélyül. A völgytalp nem éri el az áramló karsztvízöv üregesedési zónáját. A völgytalpon összegyűlő és azon lefolyó vizek karsztosodást indíthatnak el, ahol a fedőledek kivékonyodnak (kürtőképződés). A völgytalpszakaszok időszakos vagy állandó vízfolyásaiból a víz a kialakult fedett karsztos mélyedésekbe kerül (allefejeződés). E típusba tartoznak a hegység kifejlődő epigenetikus völgyei.

- A pregenetikus völgyek kifejlődött változatai elérhették a hajdani karsztvíz üregeit. Ekkor a völgy oldalában utólagosan felnyílt üregek is előfordulhatnak. A völgytalpakon azonban nem alakultak ki lefejeződési helyek, ugyanis aktív időszakában a völgy gyors mélyülése következtében valószínűleg a potenciális elvezető járatok megsemmisültek (ld. alább), illetve akkorra, amire a mélységi lefejeződés kialakulhatott volna, a völgy vízfolyását már elveszítette.

A vízelvezető formáknak az erózió általi lepusztítására említjük JASKÓ (1961) megfigyelését. Fenti szerző a Vörös János-sédnél figyelt meg a mederben olyan hasadékot, amely a vízfolyás vizét (50 l/p vízhozamnál) teljesen elvezette. E helyen a víznyelő felső mélyedés része lepusztult, vagy a meder mélyülése miatt ki sem alakulhatott. Alsó része, a vízelvezető járat igen, így a vízelvezetés is funkcionálhat többé-kevésbé. A lefejeződés azonban az ilyen helyeken elakad vagy visszafejlődik, miután felszíni mélyedés hiányában a vízfolyás vízének egy része a vízelvezetési helyen túljut. Valószínűleg a lefejeződés csak akkor teljesezhet ki, ha a felszíni mélyedés is kialakulhat. Ekkor ugyanis az elvezető járatba több víz juthat, az gyorsabban fejlődhet, ami miatt a felszíni mélyedés tovább nő. (A lefejeződés minden bizonnyal öngerjesztés során alakulhat ki). Ugyancsak elmarad a lefejeződés, ha az üregesedési zóna felszínközeli, de függőlegesen nem nagy kiterjedésű. (A karsztvízszint időszakonkénti gyorsabb süllyedése miatt nagyobb mélységben alakul ki újabb üregesedési

zóna, vagy folytonos kifejlődését vízzáró kőzet közbetelepülése akadályozza meg.) Ilyenkor a bemélyülő völgy az üregesedési zónát átharántolja.

Az átöröklődés során egyre hosszabbodó mészköves völgytalpakon a lefejeződés elmaradásához számos más tényező is hozzájárulhat. Így JASKÓ (1961) szerint a Cuhában, a Borzavári-patak torkolatáig még csak elszivárgás sincs, miután a vízfolyás a Zirci-medencéből hozott agyagos hordalékkal kibéleli völgytalpát. Ez az anyag vízzáró.

Abban az esetben, ha az áramló karsztvízöv zónájába a völgytalp nem mélyült bele, a völgyoldalban az utólagosan felnyílt üregek hiányoznak. Előfordulhat, hogy az ilyen völgyek talpát utólagosan üledék bélelte ki. Ilyenkor e völgyek talpán is kialakulhatnak fedett karsztos formák.

- A kifejlődött epigenetikus völgy aktív, a hordozó vagy a szomszédos rögök fedett térszíneiről jelentős mennyiségű vizet kap, átöröklődése korai (szingenetikus völgy). Főleg az epigenetikus-antecedens (kisebb részben az epigenetikus-regressziós) völgyekben vagy völgyszakaszokban, a vízfolyás intenzív mélyüléssel az áramló karsztvíz üregeit feltárja, elpusztítja. A völgy gyors mélyülése és így – mint fentebb is említettük – az üregek, járatok folyamatos felnyílása és elpusztulása miatt a vízfolyás nem fejeződhet le. A vízfolyás vize jelentős mértékben azonban elszivárog. Az elszivárgott víz az üregesedést csak tovább növeli (ld. alább), ami a völgmélyülés intenzitását is tovább fokozza.

A hegység völgyeinek különböző szakaszai az átöröklődés és így a karsztosodásuk szerint is eltéréseket mutathatnak. Így a Hajag térségében pl. a Szilfakő-völgy felső része olyan kifejlődött nem aktív epigenetikus völgy, amely egyes részein üregeket tár fel. Alsó szakaszán, a Hárskúti-fennsík központi részén, a hordozó rög alacsonyabb helyzete miatt a mészkőbe átöröklődés kisebb mértékű volt, a völgytalp az üregesedési zónát nem érte el. Sőt, a völgyet laza fedőüledékek (főleg lösz) bélelték ki, illetve maradtak meg a völgytalpon. A völgy ezen utóbbi szakaszán kürtőképződésre visszavezethető recens karsztosodási helyek alakultak ki.

## A HEGYSÉG KARSZTOSODÁSA

A hegység recens felszíni karsztformái kialakulhattak az áramló karsztvíztől függetlenül vagy úgy, hogy kialakulásukat a karsztvíz és a karsztvíz által kialakított üregek valamilyen módon meghatározták.

### AZ ÁRAMLÓ KARSZTVÍZTŐL FÜGGETLEN FEDETT KARSZTOSODÁS

Az áramló karsztvíztől függetlenül kialakult karsztformák, miután a felszínről beszivárgó és a fedő üledékeken átszivárgó vizek játszanak szerepet kialakulásukban, rejtett karsztosodás során képződnek. Az áramló karsztvíz hatására végbemenő üregesedés vízzáró fedőüledékek alatt is lejátszódhat vagy lejátszódhatott. A hegység vízzáró üledékekkel fedett olyan térszínei, ahol a felszín alatt karsztosodás játszódik le, vagy játszódott le a vízzáró üledékek megléte idején, az Északi-Bakony eltemetett karsztjai.

#### A rejtett kőzethatár szerepe a karsztosodásban

Eltemetett karsztokon az allogén típusú karsztosodás ott mehet végbe, ahol a nem karsztosodó fedőüledékek alól kibukkan a karbonátos kőzet (nem rejtett kőzethatár). Rejtett karsztosodás viszont ott alakulhat ki, ahol a részben vagy teljesen vízáteresztő fedőüledékek annyira kivékonyodnak, hogy az oda – a legalább részben vízzáró fedőüledékekkel borított térszínekről – érkező és a rajtuk átszivárgó víz (továbbiakban oldat) még oldásra képes a karsztosodó kőzetbe jutva (rejtett kőzethatár). A vízáteresztő fedőüledékek kivékonyodási helyeinél a karsztosodás az alábbi okok miatt mehet végbe:

- A lösz a felszín közelében dekalifikálódik. Így e kőzet kivékonyodásainál nincs vagy kevesebb a  $\text{CaCO}_3$ . Ahol a lösz vastagabb, mélyebb szinteken ez kevésbé történik meg. Ezért a vastagabb löszösszletek alatt az oldószer már nem, vagy csak kismértékben oldóképes.

- Az egyenetlen karbonátos térszín elfedődésének kezdetén a még magasabb részekről az anyag a mélyebb térszínre halmozódik át. Ezáltal a kivastagodó részekben a finomabb frakció mennyisége megnő. A vízzáró jelleget növeli a szuffúzió is. Ez a nagyobb vastagságú löszöknél ugyancsak nagyobb mértékű. A nagyobb vastagságú löszbe beszivárgó víz részben oldalirányba, a kisebb vastagságú lösz elborítású részek felé szivárog. A lösz kivékonyodási helyeinél a karsztba nem csak felülről, hanem oldalról is érkezik víz. Tehát a karbonátos térszín elfedett kiemelkedései koncentrált oldószer bepótlási helyek lesznek.

- Valószínű azonban, hogy ennek ellenére a fedőüledék kivastagodási helyeinél is karsztosodhat a mészkő. A keletkezett járatok azonban fedőüledékekkel kitöltődnek. Ezért minél vastagabb a fedőüledék, annál kisebb mélységű – esetleg nem lefolyástalan – mélyedés keletkezhet a fedőüledékes felszínen. Emiatt a csapadékvíz többsége továbbra is a felszínen folyik le. Tehát a fedőüledék kivastagodások környezetében a felszín fejlődése nem kedvez a növekvő vízbeszivárgásnak a karsztba, ami a karsztosodás stagnálásához, végső soron elhalásához vezet.

A rejtett kőzethatáron végbemenő karsztosodás intenzitása jelentős mértékben attól függhet, hogy oda mennyi víz érkezik. Ez utóbbi viszont attól, hogy a környező térszíneken a vízzáró jelleg mennyire fejlődött ki. A vízzáró jelleg időben végbemenő növekedését okozhatja a lösz már említett dekalifikálódása, szuffúziós jellegű tömörödése, áthalmazódása. A vízzáró jelleg térbeli változását eredményezi, hogy a lösz alatt helyenként a Csatkai Kavics Formáció anyaga fordulhat elő, vagy a karbonátos kőzet eltérő szennyezőanyag-tartalmú, de előidézhetik a karbonátos kőzetbe települt nem karsztos kőzetek is, felszíni elő-





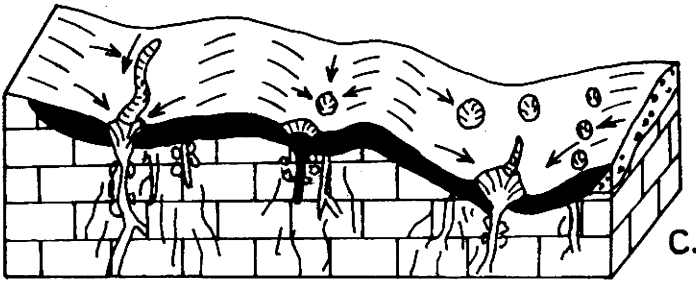
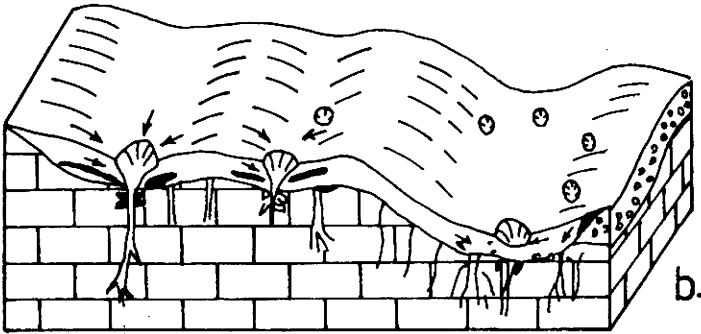
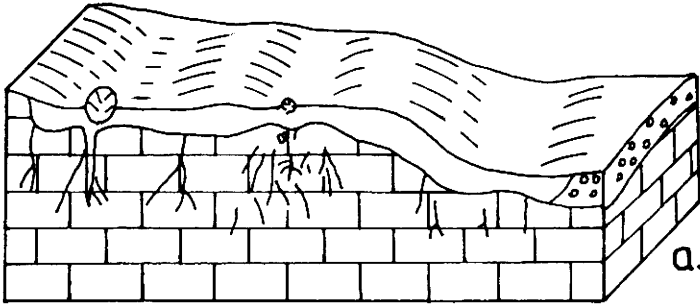
bukkanásuk esetén. Így pl. tektonikus okok miatt a requieniás mészkő és a munierias agyag egymást válthatja a felszínen. Ilyenkor a requieniás mészkőben, de a két kőzet érintkezési határát követve, rejtett kőzethatáron karsztosodás eredményeként fedett karsztos formák sora alakulhat ki (VERESS-SAJTOS-FUTÓ 1990). A rejtett kőzethatárra érkező oldószer mennyisége függ a fedett karsztos felszínen kialakult geomorfológiai viszonyoktól is. Ugyanis minél nagyobb felszínrészletek (pl. völgyoldalak) dőlnek a rejtett kőzethatárok felé (adott fedőüledék minőség mellett), e helyekre annál több oldószer érkezhet. Ezért a potenciális rejtett kőzethatárok aktivizálódásában a karsztosodást megelőző felszínfejlődésnek, illetve az ennek nyomán kialakuló felszíni formáknak meghatározó szerepe van. A rejtett kőzethatáron kialakuló fedett karsztos formáknak azonban többnyire nincs elkülönült vízgyűjtő területük, mivel nem vízfolyások lefejeződése során alakulnak ki. Kialakulásukat követően a felszín lejtésviszonyai nem változnak (ez alól kivételt a depressziók képeznek), a csapadékvíz egy része a fedett karsztos mélyedések mellett a felszínen lefolyik.

Azon térszínrészletek, ahol a vízáteresztő fedőüledékek kellően kivékonyodtak, de a karbonátos kőzetek nem bukkannak elő, szimmetrikus rejtett kőzethatárok, ahol viszont kibukkanak, aszimmetrikus kőzethatárok lesznek (**3. ábra**). A karbonátos térszínnek kis kiterjedésű, környezetükhöz képest magasabb helyzetű, fedetlen részei ugyanakkor a karsztosodást leszámítva nem, vagy csak kismértékben karsztosodnak (VERESS 1989, 1991; VERESS-FUTÓ 1990).

A fedőüledékek (elsősorban lösz, illetve annak áthalmazott változatai) helyi kivékonyodását okozhatja települési egyenetlenség, illetve lepusztulás vagy felhalmozódás. A települési egyenetlenség a karbonátos fekvő morfológiájától függ. A karbonátos aljzat tagoltságát tektonika (töréslépcsőkkel tagolt az aljzat) vagy paleokarsztosodás (kúpokkal, zárt mélyedésekkel tagolt az aljzat) okozhatja (**1. kép**, VERESS 1991; VERESS-FUTÓ 1990). A különböző típusú rejtett kőzethatárok csapása, hossza, részekre különülésének mértéke és így a karsztosodó területek nagysága, a karsztosodási helyek felszíni elrendeződése, gyakorisága, elsősorban a fedőüledékek települési egyenetlenségétől, tehát a karbonátos aljzat morfológiájától függ.

A települési egyenetlenség nem állandó, a lepusztulás vagy felhalmozódás miatt változik. Ezért a lepusztulás során a tagolt aljzaton fokozatosan fejlődik ki a rejtett szimmetrikus, majd a rejtett aszimmetrikus kőzethatár. A fedőüledékek további lepusztulásával a kőzethatár és így a karsztosodási hely is eltolódik. Minél meredekebb lejtőkkel határoltak a karbonátos aljzat formái, az eltolódás annál nagyobb mértékben függőleges irányú. A kőzethatár és így a karsztosodás kitakaródásnál lefelé, feltöltődésnél felfelé vándorol (**3., 46. ábra**). Kitakaródásnál a környező, fedőüledékekkel fedett térszínneknel magasabb térszínrészleteken a karsztos formák lecsonkolódnak (**2. kép, 7. ábra**) vagy feltöltődve fosszilizálódnak. Feltöltődés során a már kialakult karsztos formák előbb fosszilizálódnak, majd eltemetődnek. A lecsonkolódott, fosszilizálódott, ill. eltemetett karsztos formák alkalmasak lehetnek a hordozó területeken végbement felszínfejlődési, valamint tektonikai események rekonstruálására (VERESS 1991).

A hegység fedett karsztjain a felszíni karsztosodás kürtöképződéséhez kapcsolódik (VERESS 1982a; VERESS-PÉNTÉK 1995a, 1995b). Ahol a kürtők a felszínre nyílnak, fedett karsztos mélyedések jönnek létre. A kürtők oldódással képződnek (**3. kép**). Az egyenetlen karbonátos aljzat rejtett kőzethatárain, a lösz fokozódó vízzáró jellege és a lejtős felszínrészletek miatt, egyes helyeken megnövekszik a beszivárgás mértéke. Ez kedvez annak, hogy a vízvezető pályák (törés, vetődés, réteglap) mentén az oldás a karbonátos aljzat felszínre alá akár több m-es mélységig behatoljon (**4. ábra**); kis szélességű hasadékok és kis átmérőjű kürtökek képződnek (elsődleges kürtökek).



0 20m(kb.)



4. ábra. Kürtőképződés: a. járatképződés; b. mélyedés kialakulása fedőüledékben; c. víznyelős töbrök kialakulása (VERESS 1982a módosítva)

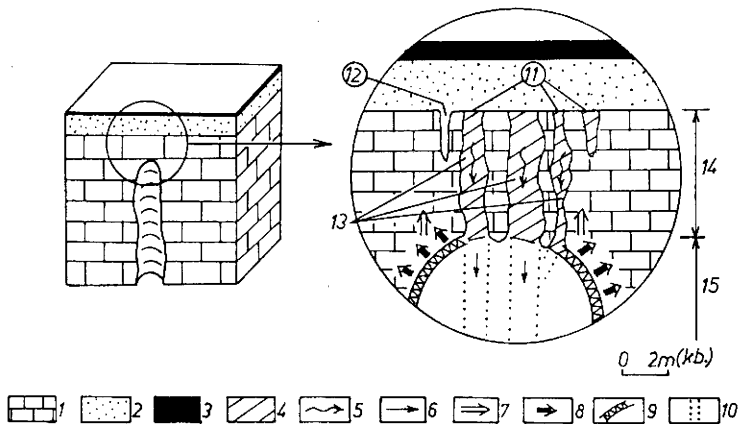
Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. kavics; 3. lösz; 4. dekalifikált lösz; 5. omladék; 6. elsődleges kürtők; 7. másodlagos kürtő; 8. karsztos mélyedés; 9. felületi vízfolyás és vízzáró összlet feletti vízszivárgás

## Kürtőfejlődés

Az elsődleges kürtők felső részét a bemosott fedőüledék kitölti. A kitöltés zónájában az oldódásos fejlődés leáll, mivel a kőzettelületeket üledékfilm vonja be. A kitöltési zóna alatt a kürtők, hasadékok tovább szélesednek oldódással. A kitöltésen átszivárgó oldat nem telítődik, sőt oldóképessége még nőhet, a biogén eredetű  $\text{CO}_2$  felvétele miatt. A kürtőképződés a fedett karsztokon lejátszódó felszíni oldódás sajátos megnyilvánulása. A kürtőképződéshez kapcsolódó fedett karsztos formák genetikailag az oldásos töbrökkel analóg képződmények. Az elsődleges kürtők összeoldódása során másodlagos kürtő, a vakkürtő képződik (4. kép, 5., 6. ábra). A kürtőképződés a kőzetben kiterjedhet. Feltehetően a már kialakult elsődleges kürtők csak részben alakulnak másodlagos kürtökké. Ezért a kőzetben nem csak a vakkürtők felett és alatt, hanem körülöttük is elsődleges kürtők zónája fejlődik ki. A vakkürtők oldalfalait az összeoldódásból kimaradt elsődleges kürtők roncsai tagolják (5., 6. kép). A vakkürtők feletti kitöltött elsődleges kürtők ismét aktivizálódhatnak, miután alsó részükről a kitöltő anyag a vakkürtőbe halmozódik át. Ezért a vakkürtők a felszín irányába fejlődnek, de szélesedhetnek is a határoló elsődleges kürtők összeoldódásával. Kialakulhatnak mellék vakkürtők is, amikor a vakkürtőket övező elsődleges kürtők zónáján belül helyi összeoldódások történnek.

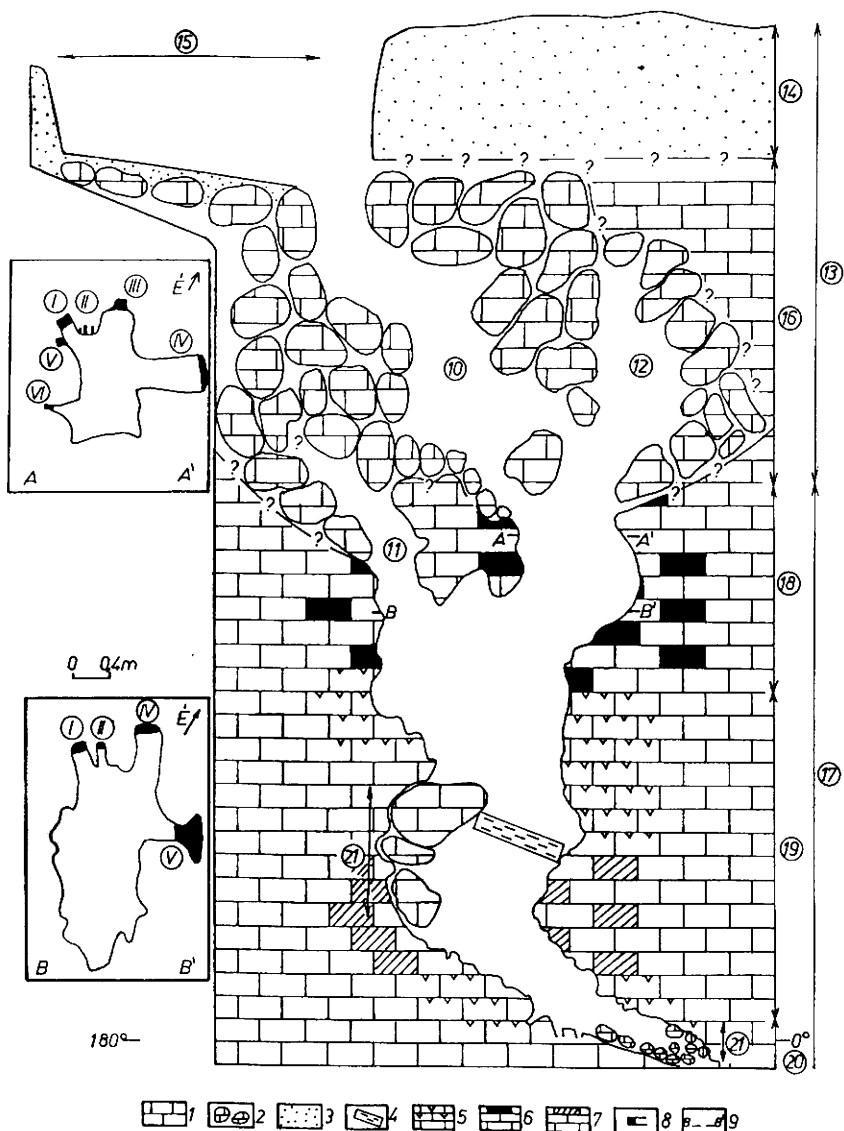
A vakkürtők kialakulhatnak törési síkok metsződésénél vagy réteghatáron. Előző esetben a kőzet rétegzettsége kevésbé domináns, a rétegek dőlésszöge kicsi. Utóbbi esetben a kőzet jól rétegzett, a rétegek dőlésszöge nagy. Ekkor a kürtő is hasadék jellegű lesz. A kialakuló forma helyzete a bezáró kőzet rétegeinek térbeli helyzetével egyezik meg. A kürtők lehetnek összetettek is. Ilyenkor a törési síkok metsződésénél kialakult kürtőket réteglapok mentén kialakult szakaszok fűzik fel egy rendszerbe (7., 8. ábra, 1. táblázat).

A felszínre nyíló kürtők fejlődését gyorsítja az oldódási időtartam megnövekedése. Ezt elősegíti a felszíni mélyedésben felhalmozódó üledék, mert ez a vízáradás ütemét a kürtőbe fékezi.

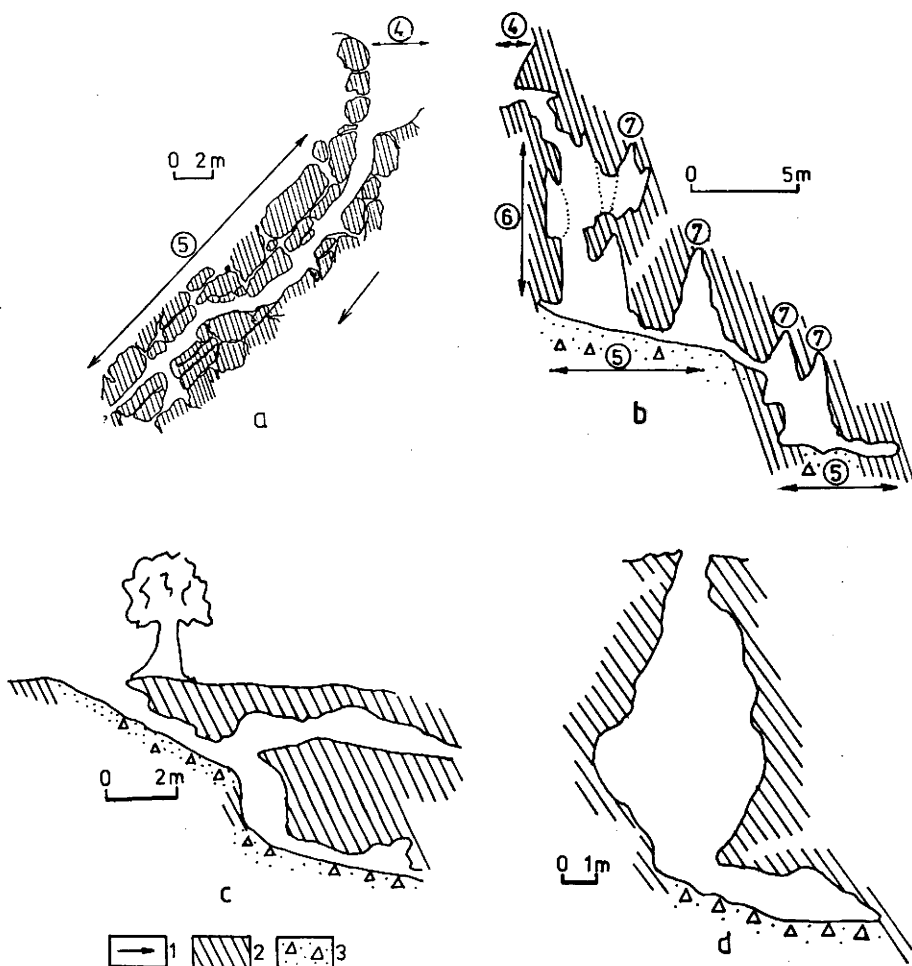


5. ábra. Fedett karsztos vakkürtő kialakulása (VERESS-PÉNTEK 1995b)

**Jelmagyarázat:** 1. karbonátos kőzet; 2. vízáteresztő fedőüledék; 3. talaj; 4. áthalmazott, talaj és fedőüledék eredetű hasadék- és kürtőkitöltés; 5. vízszivárgás; 6. csöpögő víz; 7. kürtőnövekedés felfelé harapódzással a válaszfalak oldódásával, illetve leomlásával; 8. vakkürtő- növekedés szélesedéssel, a falak oldódásával; 9. víz (oldószer); 10. hajdani válaszfal; 11. kitöltött, ideiglenesen nem fejlődő elsődleges kürtő; 12. kitöltetlen aktív elsődleges kürtő; 13. biogén  $\text{CO}_2$  felvétel; 14. elsődleges kürtők zónája; 15. vakkürtő



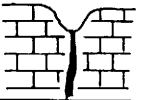
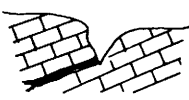


6. ábra. A Gy-12 jelű fedett karsztos mélyedés (Öregfolyás völgyoldala) dachsteini típusú jura mészkőben képződött kúrtójeének genetikai térképe (a hossz-szelvény síkjába a mellékkúrtó beforgatva)  
 Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. omladék; 3. fedőüledék (löss); 4. faácsolat; 5. kitöltetlen elsődleges kúrtóroncsok zónája; 6. talajjal kitöltött elsődleges kúrtóroncsok zónája; 7. agyaggal, áthalmazott kvarckavicssal és közettörmelékekkel részlegesen kitöltött elsődleges kúrtóroncsok zónája; 8. elsődleges kúrtóroncs (kereszt-szelvényen azonosítási jellel) talajkitöltéssel; 9. szelvény helye; 10. fő (másodlagos) kúrtó; 11. mellékkúrtó; 12. mellékkúrtó (átöröklődése a felszínre még nem történt meg); 13. felnyílás zónája; 14. omlás és utánrogyás a fedőüledékben; 15. omlással, valamint lejtőleöblítéssel kialakult felszíni mélyedés; 16. omlás a bezáró kőzetben; 17. vakkúrtó kifejlődésének zónája; 18. felfelé oldódással kialakult vakkúrtó zónája; 19. oldalirányú összeoldódással kialakult vakkúrtó rész (omladékát kitermelték); 20. oldalirányú összeoldódással kialakult vakkúrtó rész; omladékkal kitöltve; 21. mélyebbre került omladék

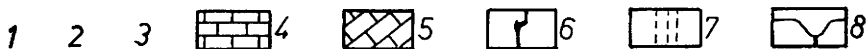


7. ábra. A G-5/a jelű víznyelős tóbör egyszerű (a) és a Ho-1 jelű víznyelős tóbör (Homód-árok környéke) összetett (b), a Gyenes-pusztai-barlang (c) és a Cseresi-zsomboly (d) lecsonkolódott kúrtöje (felmérte Kárpát J. 1977; b, c, d ábrák a Cholnoky J. BKCs. 1978, 1979, 1984. évi jelentéseiből)  
 Jelmagyarázat: 1. bezáró kőzet dőlésszöge; 2. bezáró kőzet; 3. talaj, törmelék, egyéb áthalmozott üledék; 4. víznyelős tóbör; 5. réteglap mentén képződött kúrtó, ill. kúrtórész; 6. törés mentén képződött kúrtórész; 7. vakkúrtó

A kúrtóképződés fentebb vázolt genetikáját az alábbiak bizonyítják:

- a kúrtók ott alakulnak ki, ahol a réteglapok vagy törések a felszínt metszik (a felszín vizei beszivárognak ezen felületek mentén oldanak),
- a kúrtók térbeli helyzete egyezést mutat a törések és a rétegzettség térbeli helyzetével (erózió esetén pl. nem változnak réteglap és törések mentén kialakult szakaszok),

| bezáró kőzet rétegek helyzete   |       | dőlésszög nő →   |  |
|---|-------|--|--|
|   |       | dőlésszög kicsi, (0- kb. 10°)  | dőlésszög nagy (kb. 11- kb. 42°)   |
| törések (törési zónák) száma nő, az egyes törések jól kifejezettek<br>↓ | kicsi | <b>I/a</b><br>1. kerek, szimmetrikus<br>2. középben<br>3. kürtő<br> Gy-3 víznyelős töbör                              | <b>II/a</b><br>1. megnyúlt asszimmetrikus<br>2. szélén<br>3. ferde helyzetű járat<br> G-5/a víznyelős töbör |
|   | nagy  | <b>I/b</b><br>1. kerek, szimmetrikus ikertöbör<br>2. középben<br>3. kürtők és ferde járatok<br> Gy-12 víznyelős töbör | <b>II/b</b><br>1. megnyúlt<br>2. szélén<br>3. kürtők és ferde járatok<br> Ho-1 víznyelős töbör              |



8. ábra. A földtani szerkezet, kürtők és karsztformák kapcsolata (bezáró kőzet dőlésiránya mentén VERESS 1982a)

Jelmagyarázat: 1. a karsztos mélyedés alakja felül- és oldalnézetben; 2. a vízvezető járat helye a mélyedésben; 3. a barlang jellege; 4. mészkő vízszintes rétegekkel; 5. mészkő dőlt rétegekkel; 6. barlangjárat (másodlagos kürtő); 7. törési síkok; 8. karsztos mélyedés

- a kürtőfalak oldódásos formakincse,
- a másodlagos kürtők falán előforduló, talajjal és áthalmazott fedőüledékekkel kitöltött elsődleges kürtőroncsok,
- a kürtők fokozatos elkeskenyedése lefelé a szálkőzetben,
- különböző helyzetű, főkürtőkből kiágazó vakkürtők és mellékkürtők,
- az oldódásos zóna feletti omladékos zóna jelenléte (ez nem csak a felnyílásos genetikára utal, hanem arra is, hogy az oldódás nem a felszín közelében a legintenzívebb, hanem attól távolabb),
- a fedőüledékekben képződött meredek oldalú mélyedések, amelyek a karbonátos kőzetben kialakult vakkürtőnek a fedőüledékbe történt omlásos átöröklődését jelzik.

I. táblázat: Kürtők, karsztos mélyedések és bezáró kőzeteik főbb földtani viszonyai a Hárskúti-fennsík központi részéről (VERESS, 1982)

| hely                                 | bezáró kőzet földtani jellemzői |              |             |                | barlang  |                                  |                       |   |  | mélyedés alakja                                       |                 | vízelvezető járat helye a mélyedésben |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------|-------------|----------------|--|----------------------------------|-----------------------|---|--|---|-----------------|---------------------------------------|
|                                      | törés- vagy vetőirány           | réteg        |             |                | jellege  | iránya (bejárat-tól)             | függ. kiterjedése (m) | kifejlődése (bezárt szög a vízszintessel) |  | felületben  | oldal- nézetben |                                       |
|                                      |                                 | dőlési irány | dőlés szöge | vastagsága (m) |  |                                  |                       | egyetlen folyosó                          | a különböző lejtésű szakaszok részese- dése a teljes hosszából (%) |   |                 |                                       |
| Gyenespusztai-barlang                | 305°                            | 305°         | 15°         | 0,3–0,5        | kürtő, ferde helyzetű járatok                    | 240° (a)<br>265° (b)<br>310° (c) | 6                     | -   | a 10° (33)<br>b 14° (feltöltött)<br>b 30° (59)<br>c 90° (8)        | -   | -               | -                                     |
| G-5/a víznyelő-barlang               | ?                               | 192°         | 42°         | 0,55           | ferde helyzetű járat                             | 196-204° között                  | 13 (1981)             | 42-48° között                             | -  | meg-nyúlt, hosszab- brik tengely: 97-277°             | aszim- metrikus | meredek oldalhoz közel                |
| Gy-3 víznyelő-barlang (1)            | ?                               | 170°         | 9°          | 1,1            | kürtő  | 340°                             | 11 (1977)             | -   | 8° (12)<br>90° (82)  | kerek, kissé megnyúlt hosszab- brik tengely: 110-290° | szim- metrikus  | középen                               |
| Gy-12 víznyelő-barlang               | 177-357°                        | -            | 0-5°        | 1,2            | kettős kürtő                                     | 177°                             | 16 (1981)             | -   | 90° (100)  | kerek   | szim- metrikus  | középen                               |
| H-1 víznyelő-barlang                 | 2-182°<br>134-314°<br>123-303°  | 11°          | 27°         | 0,7            | ?  | 140° (?)                         | 6 (1978)              | 50° (omla- dékban)                        | -  | meg- nyúlt, hosszab- brik tengely: 170-350°           | aszim- metrikus | sziklás oldal tövéből                 |
| Ho-1 víznyelő (Ereszes- zomboly) (1) | ?                               | 115°         | 11°         | 1,2–1,5        | kürtők sorozata vízszintes v. ferde jára- tokkal | 120°                             | 16 (1977)             | -   | 15° (59)<br>50° (41)   | meg- nyúlt, hosszab- brik tengely: 170-350°           | aszim- metrikus | sziklás oldal tövéből                 |

(1): KÁRPÁT, 1977



## A karsztos mélyedések kialakulása

A vakkürtők felszíni megfelelői a fedett karsztos mélyedések. Alakjukat és morfológiájukat a vakkürtők kifejlődési sajátosságai és a felszíni lepusztulási viszonyok alakítják. (A fedőüledékek – jelentősebb vastagságuk esetén – valószínűleg anélkül is kitölthetik a kürtöket, hogy a felszínen kialakulnának a fedett karsztos formák.)

A felszín irányába harapódzó kürtők felett a kivékonyodó bezáró kőzet beomlik. A folyamat omlással a fedőüledékbe is áterjed, a felszínen lefolyástalan, meredek oldalú mélyedés képződik (7., 8. kép). Ez a jellegzetesség valószínűleg azzal magyarázható, hogy nem a mészkő felszíne oldódik le, hanem kürtő képződik a karsztosodó kőzetben. Amíg a kürtőfejlődés viszonylag lassú folyamat, a vakkürtő beszakadása és az ezt követő fedőüledék beomlása viszont gyors. Ha a kürtőszélesedés a karsztos kőzetben tovább folytatódik, akkor a felszíni forma is oldalirányba szélesedik, a fedőüledékek utánrogyásával.

A felszínen kialakult mélyedés a kürtőfejlődés intenzitását növeli, miután környezetének csapadékvizei ide áramolva növelik a kürtőben az oldószer mennyiségét. A kürtő és a felszíni fedett karsztos forma kialakulása egymást kölcsönösen feltételezi. Egyik képződése a másik fejlődésére gerjesztőleg hat.

Ha a felszínre nyíló kürtő medertalpat ér el, állefejeződés történik.

Ha a törési síkok metsződésénél magányos kürtő képződik, a karbonátos aljzat felszínén kör alaprajzú, szimmetrikus keresztmetszetű mélyedés alakul ki. Ha egymáshoz közel több kürtő alakul ki, akkor a felszínen egymásba nőtt ikres formák keletkeznek (12. kép). Ha a főkürtőből egy vagy több olyan mellékkürtő ágazik ki, amelyek a főkürtő felett kialakult mélyedés peremétől viszonylag távolabb érik el a felszínt, a főmélyedést kisebb felszíni mélyedés vagy mélyedések kísérik. Ha összetett kürtő alakul ki, a felszínre harapódzó kürtők mélyedéssort is létrehozhatnak (VERESS 1982a).

Ha a kürtő réteglap mentén képződött, a felszíni mélyedés felülnézetben a rétegek csapásirányába megnyúlt, keresztmetszetben eltérő meredekségű. Lankásabb oldalát leszakadt rétegek réteglapjai, meredekebb oldalát rétegfekék alkotják. Ha a karbonátos kőzet nem oldódó kőzettel érintkezik (munieriás összlet), a karsztos forma meredekebb oldalának kialakulásában az oldódásos eredetű hátrálás (helyi korróziós réteglépcső) is szerepet játszhat.

A felszíni karsztos forma fedőüledékben kialakult oldallejtői lejtőleomosással ellankásodhatnak, illetve vízmosásos árkokkal feltagolódnak. Ugyancsak az oldallejtők ellankásodását idézik elő a kúszásos tömegmozgások. A mérések szerint ezek sebessége 1-2 cm/év is lehet (II. táblázat). A mélyedések oldallejtőin omlási és csuszamlási sebhelyek is képződhetnek. A mélyedések görbült fái is a tömegmozgások jelenlétét bizonyítják (9. kép). A mélyedésekben kialakult időszakos tavakból leülepedő anyag sík mélyedésaljzatokat alakít ki (10. kép). A feltöltött aljzatokon másodlagos felszíni formák, fiókmélyedések (10. kép, 9. ábra) képződnek (VERESS 1982a, 1987a). Ezek a kisméretű mélyedések kialakulhatnak a fedőüledékekben omlással – a felfelé harapódzó mellékkürtők felett – vagy utánrogyással, ha a már kialakult járatot kitöltő anyag mélyebbre szállítódik. A fiókmélyedések feltöltődhetnek a peremüktől képződő medrek felől, majd ismét mélyülhetnek. A fiókmélyedések kialakulása, újraképződése, a karsztosodási folyamatok megújulását, ill. szakaszosságát jelzi. A fiókmélyedések az azokat hordozó mélyedések medreiben is kialakulhatnak. E folyamat kürtőképződésre vezethető vissza.

A fiókmélyedések, de a vízelvezető járatok (9a. ábra) képződése is a medrek időszakos vízfolyásainak mélységi lefejeződését okozzák. Ezek állefejeződések, amelyek rejtett kőzet-határon jönnek létre a fedőüledékek kivékonyodása miatt. Ezt az is bizonyítja, hogy a med-

II. táblázat: A G-5/a és a G-9 jelű víznyelős töbrök oldallejtőit fedő üledékek tömegmozgásai  
(cövek elmozdulások cm-ben)

G-5/a jelű víznyelős töbör

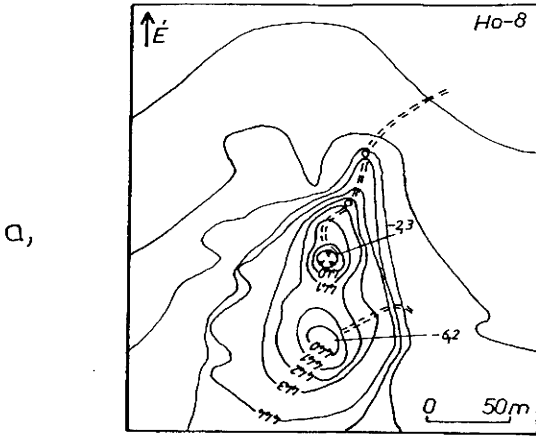
| cövek azonosítás jele | űjramérés időpontja |            |             |            |             |             |             |             |              |             |              |            |              |            |              |             |              |             |
|-----------------------|---------------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
|                       | 1985. 8.24.         | 1986. 4.4. | 1986. 8.18. | 1987. 5.1. | 1988. 5.13. | 1988. 8.21. | 1989. 7.18. | 1990. 5.11. | 1990. 11.14. | 1991. 5.10. | 1991. 10.23. | 1992. 5.7. | 1992. 10.25. | 1993. 6.5. | 1993. 10.30. | 1994. 5.27. | 1994. 11.19. | 1995. 5.28. |
| 1                     | 0,0                 | +1,5       | -0,5        | -0,5       | -0,5        | 0,5         | 0,0         | 0,0         | -1,0         | +0,8        | +0,5         | +1,0       | +0,7         | +1,4       | +0,8         | +1,2        | +0,8         | +1,8        |
| 2                     | 0,0                 | +2,0       | +2,0        | +1,2       | +2,5        | +1,5        | +2,5        | +1,4        | +2,5         | +3,6        | +3,0         | +4,0       | +4,1         | +4,4       | +3,7         | +3,9        | +4,1         | +4,2        |
| 3                     | 0,0                 | +4,0       | +4,0        | +3,5       | +3,5        | +4,0        | +4,5        | +1,3        | +3,8         | +5,1        | +1,0         | +6,7       | +6,4         | +7,4       | +6,9         | +6,6        | +6,8         | +6,1        |
| 4                     | 0,0                 | +4,5       | +4,5        | +2,5       | +3,3        | +2,5        | +3,8        | +2,7        | +3,5         | +4,2        | +3,6         | +4,6       | +4,6         | +4,6       | +4,7         | +4,7        | +5,3         | +5,4        |
| 5                     | 0,0                 | +3,0       | +3,0        | +2,0       | +1,5        | +2,0        | +3,4        | +1,4        | +3,0         | +2,8        | +3,0         | +3,0       | +4,1         | +3,5       | +3,0         | +3,6        | +3,3         | +2,8        |
| 6                     | 0,0                 | +5,5       | +5,5        | +3,5       | +3,5        | +3,5        | +5,2        | +3,6        | +4,5         | +3,9        | +5,5         | +4,1       | +4,7         | +3,8       | +4,3         | +3,1        | +4,3         | +3,6        |
| 7                     | 0,0                 | +3,7       | +3,7        | +2,5       | +1,5        | +2,0        | +4,4        | +1,2        | +3,7         | +3,3        | +4,1         | +3,4       | +4,4         | +4,4       | +4,1         | +3,9        | +3,5         | +2,6        |

C-9 jelű víznyelős töbör

| cövek azonosítás jele | űjramérés időpontja |             |             |             |             |             |              |             |              |            |             |            |             |              |             |
|-----------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|------------|-------------|------------|-------------|--------------|-------------|
|                       | 1987. 5.2.          | 1987. 8.15. | 1988. 5.13. | 1988. 8.25. | 1989. 7.17. | 1990. 5.11. | 1990. 11.14. | 1991. 5.10. | 1991. 11.23. | 1992. 5.7. | 1992. 9.25. | 1993. 6.5. | 1994. 5.27. | 1994. 11.19. | 1995. 5.28. |
| 1                     | 0,0                 | +1,0        | -1,0        | 1,0         | 0,0         | -1,0        | -0,6         | +0,8        | +0,7         | -0,5       | +0,7        | -0,6       | -0,5        | +0,5         | +0,6        |
| 2                     | 0,0                 | +0,9        | -0,6        | -0,1        | -0,6        | +0,7        | -0,6         | +2,0        | +0,9         | +0,4       | +1,1        | +0,6       | +0,4        | +0,8         | +1,3        |
| 3                     | 0,0                 | +2,5        | -1,0        | -0,6        | -0,5        | -0,5        | -0,9         | +0,2        | 0,0          | -0,2       | +1,1        | -1,3       | +0,5        | +0,6         | +1,6        |
| 4                     | 0,0                 | +1,8        | 0,0         | 0,0         | -0,2        | +2,5        | +1,0         | +1,5        | +1,2         | +1,7       | +2,8        | +0,9       | +2,5        | +3,3         | +3,2        |
| 5                     | 0,0                 | 0,0         | -1,0        | -0,7        | -0,5        | +0,7        | -0,3         | +0,4        | +0,1         | -0,2       | +1,2        | -0,6       | 0,0         | +0,6         | +0,6        |

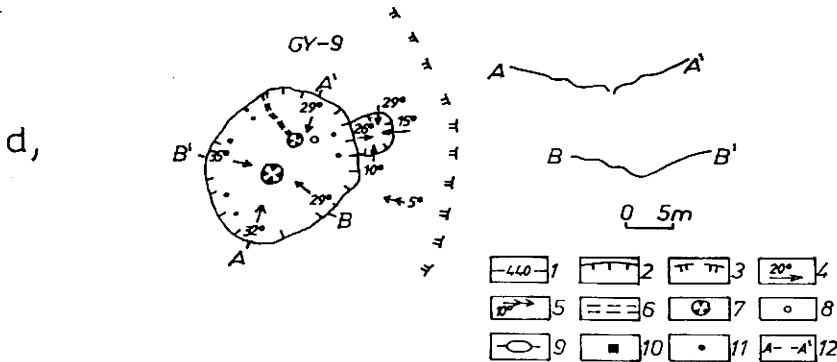
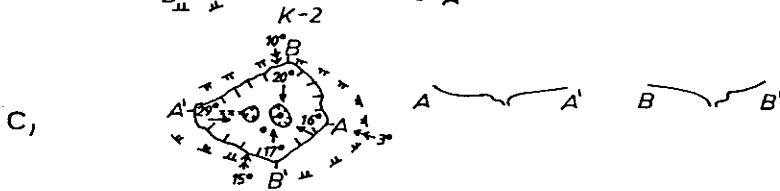
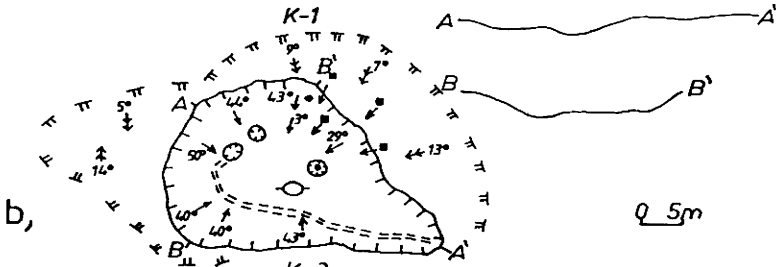
Megjegyzések

- + érték esetén űjramérési irányhoz képest a cövek a mélyedés belseje felé mozgott
- érték esetén űjramérési irányhoz képest a cövek ellentétesen mozgott
- a cöveknél előforduló (-) értékek, valamint az adatok szóródása mérési hibából származik



9. ábra. Karsztos mélyedések domborzat-rajzi (a) és morfológiai térképei (b, c, d, VERESS 1979a)

Jelmagyarázat: 1. szintvonal; 2. mélyedés belső pereme; 3. mélyedés külső pereme (másodlagos utánrogyadozás határa); 4. 5. lejtőszögek; 6. meder; 7. fiókmélyedés; 8. járat; 9. halom (mesterséges); 10. tömegmozgás; 11. megdőlt, görbe vagy eltemetett fa; 12. szelvény helye



rekben esetenként a sort alkotó járatok vagy fiókmélyedések aktivitása nem mutat eltérést, tehát a lefejeződési helyek nem hátrálnak.

A kürtök és a felettük kialakuló felszíni karsztos mélyedések fejlődésére közvetetten az antropogén tevékenység is hatással van (VERESS 1984a). Számos mélyedésben kimutatható az emberi hatásra bekövetkező erőteljes akkumuláció (Hárskút környéke, Tési-fennsík). Feltöltődésük erdőirtás, szántóföldek kialakítása, valamint a nagyüzemi gazdálkodás megjelenése miatt következett be. Ez a különböző mélyedéseknél nem egyidejű, és ugyanannál a mélyedésnél többször is végbemehetett.

Az akkumuláció a korróziós fejlődést fokozza, miután a vízelvezetés a kitöltő üledékeken lelassul. Ugyancsak a kürtök korróziós fejlődésének kedvez, ha a karsztos mélyedések környezete fátlan, mert ekkor a mélyedések hóval töltődnek ki. Ezáltal nemcsak több víz jut a kürtökbe, hanem az oldódási időtartam tovább nőhet a hókitöltés tartós megmaradása miatt.

### Az oldódásos genetika és bizonyítékai

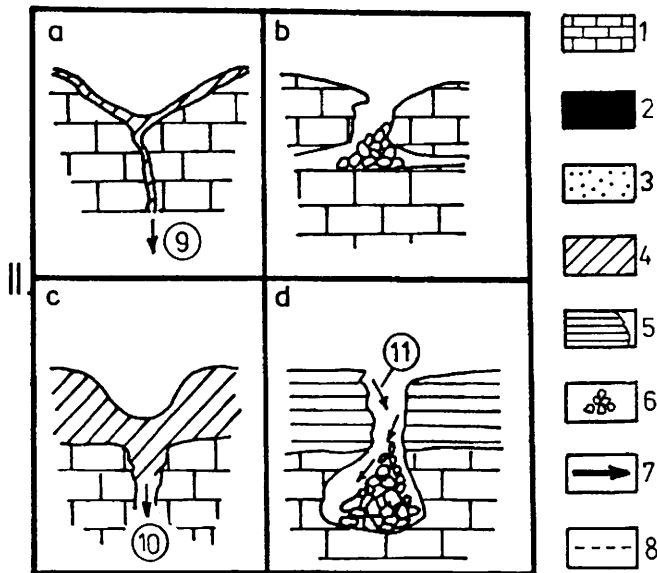
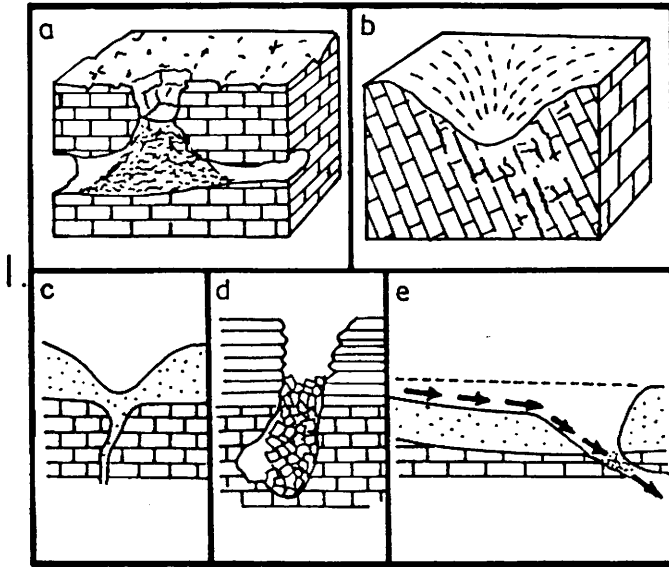
Allogén karsztokon víznyelőket (JAKUCS 1971a), fedett karsztokon fedett karsztos töbröket különítenek el (QUINLAN 1972). A víznyelők kőzethatáron alakulnak ki úgy, hogy a vízfolyás az áramló karsztvíz üregeit eróziósan átalakítja. Fedett karsztos formáknál a fedőüledéken mélyedés alakul ki, miután a fekvő karbonátos kőzeten karsztosodásra visszavezethető anyagihiány jön létre.

BULL (1977) szerint a fedett karsztos formák kialakulása és morfológiája függ a fedőüledékek vastagságától, minőségétől, a fekvő kőzet karsztosodásának jellegétől. Minél összeállóbb a fedő kőzet és a fekvő kőzet karsztosodása minél inkább üregesedéssel történik, a fedőkőzetben kialakuló forma annál meredekebb és annál inkább omlásos eredetű. Ha viszont a fedőkőzet kevésbé összeálló és a mészkő karsztosodása felületének leoldódásával megy végbe, a fedett karsztos forma lankás oldalú és kialakulása utánrogyással, után-süllyedéssel történik.

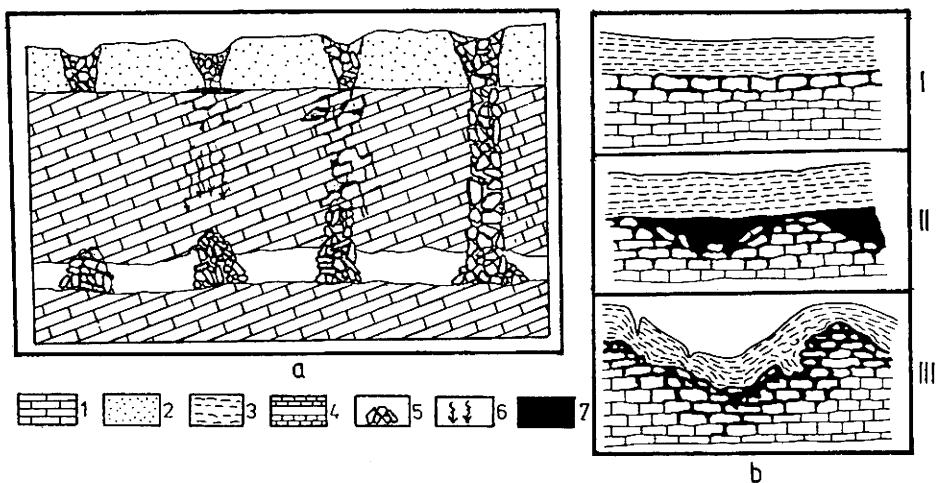
Megjegyzendő, hogy egyes szerzők (BÁRÁNY–JAKUCS 1984) a fedőüledékben kiformalódó mélyedéseket nem is sorolják a karsztos eredetű képződmények közé. Ez a felfogás azt tükrözi, hogy a fedőüledékek a fekvő karsztosodására nem hatnak, annak csak passzív elszenvedői. Fedett karsztokon a fedőüledék és a karsztosodó kőzet a karsztosodás során valószínűleg komplex, egymásra ható rendszert képez. A fedőüledékek passzív szerepére csak ott lehet számítani, ahol a mészkő zárt, korán kialakult, már nem aktív üregei omlanak be, kiváltva ezzel a fedőüledékek omladozását is.

A különböző szerzők (QUINLAN 1972; JENNINGS 1975, 1985) fedett karsztokon meredek oldalú átöröklődéses, lankás oldalú utánrogyásos és alluviális víznyelős töbröt különítenek el (10. ábra). Az átöröklődéses töbrök kialakulását megelőzi a mészkőben kialakult üregek beszakadása. A folyamat a fedő, nem karsztos kőzetre is áttérjed. BULL (1977) szerint különböző átöröklődéses töbrök kialakulását az teszi lehetővé, hogy a felszín és egy mélyebb, vízszintes helyzetű üreg között különböző üregesedés megy végbe (11. ábra). Az utánrogyásos töbrök laza fedőüledékben képződnek. Az utánrogyásos töbröknél a fekvő karsztosodására visszavezethető anyagihiányt egyes szerzők szerint (TRUDGILL 1985; JENNINGS 1985) a karsztosodó kőzet felszínéig fejlődő járatkialakulás okozza, mások szerint (BÁRÁNY–JAKUCS 1984; HEVESI 1987) a karsztosodó kőzet felületi leoldódása. Az alluviális víznyelős töbrök kialakulásakor a fedőüledékek vízi szállítással a mélyedések oldaláról a karszt járatrendszerébe halmozódnak át.

A hegység fedett karsztos mélyedéseinek kürtői nem kőzethatár mentén kialakult vízelvezető járatok, tehát nem eróziós eredetűek. Nem sorolhatók továbbá a fentebb említett fe-



10. ábra. Töbörtípusok JENNINGS (I.) 1985. és TRUDGILL (II.) 1985. szerint módosítva  
 Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. kioldódásos anyagihiány; 3. talaj és fedőüledék; 4. talaj; 5. összeálló fedőüledék; 6. omladék; 7. vízáramlás; 8. akkumulációs felszín; 9. oldat elszállítás; 10. talaj elszállítás; 11. omlás; I. a. szakadék töbör; I. b. oldásos töbör; I. c. utánrogyásos töbör; I. d. átöröklődéses töbör; I. e. víznyelő jellegű töbör; II. a. oldásos töbör; II. b. szakadék töbör; II. c. utánrogyásos töbör (csak talaj esetén); II. d. átöröklődéses töbör



11. ábra. Átöröklődéses töbörváltozatok és kialakulásuk BULL (1968) szerint (a); utánsüllyedéses töbör kialakulása BÁRÁNY–JAKUCS (1984) szerint (b)  
 Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. összeálló nem karsztosodó kőzet; 3. vízáteresztő (laza vagy összeálló) nem karsztosodó kőzet; 4. barlang; 5. omladék; 6. vízszivárgás 7. kioldódásos anyagihiány; I–III. fázisok

dett karsztos töbörtípusok egyikébe sem (az egyes töbörtípusok genetikai sajátosságai a hegység fedett karsztos formáinál keverten fordulnak elő). A kürtők eróziós eredete ellen az alábbiak hozhatók fel.

- Mint már említettük, a kürtők falait alapvetően oldásos formakincs jellemzi (3. kép).

- A kürtők lefelé járhatatlanul elkeskenyednek, illetve egyre kisebb átmérőjű járatokra (elsődleges kürtő) különülnek. Ha a kürtők eróziós járatok lennének, akkor átmenő barlangokra kellene, hogy rákapcsolódjanak, vagy közel vízszintes helyzetű barlangfolyosókban kellene folytatódniuk. Azonban a kürtők a bezáró kőzetben keskenyednek el, mint ahogy azt számos megfigyelés alátámasztja.

- A nem völgytalpi helyzetű, fedett karsztos mélyedések környezetében a fedőüledék általában lösz. Erőteljes vízmozgás esetén, ami az erózió feltétele, a lösz egyáltalán nem, vagy csak roncsokban maradhatott volna meg e térszíneken. Jelenleg –, de ez még inkább így volt korábban – a fedett karsztos mélyedések környezetéből elsősorban a lösz és a talaj pusztul le. Ezek az anyagok viszont nem alkalmasak hatékony mechanikai pusztításra.

- A fedett karsztos mélyedések belseje szinte mindig erőteljesen feltöltődött. A szállított üledékanyag a kürtőkbe csak akkor juthat, amikor azok felnyílva rövid ideig nyitottak. A fedett karsztos mélyedésekben működés idején kialakuló árvízi tavakból (ld. alább) a durvább, erózióra leginkább alkalmas üledékanyag leülepszik, továbbá a már leülepedett anyag a később érkezett üledékanyagtól elzárja a kürtőt.

- Számos fedett karsztos mélyedéshez még csak meder sem vezet. Medrek hiányában az ilyen mélyedéseknél nem lehet számítani arra, hogy környezetükből számottevő vízmennyiséget kapnának.

- A fedett karsztos formák nem felszíni vízfolyások mélységi lefejeződése során keletkeztek. A mélységi lefejeződés hiányát bizonyítja, hogy a nem völgytalpon elhelyezkedő mélyedések, ha rendelkeznek is mederrel, azok nem folytatódnak a mélyedésnek a mederrel át-

ellenes peremén túl, de nem is vakvölgyes jellegűek. A fedett karsztos mélyedések medrei jóval fiatalabbak, mint maguk a mélyedések. Kialakulásuk oka a fedett karsztos mélyedés kifejlődése, mivel annak peremétől regressziós medrek képződnek.

- Igazi mélységi lefejeződés a völgytalpi fedett karsztos mélyedéseknél sem mehet végbe. Ugyanis ahol a karsztok epigenetikus völgyeinél ez végbemegy, a völgyi közethatár hátrálása miatt a mélységi lefejeződés a völgyfő irányába hátrál (JAKUCS 1971). A korábbi lefejeződési helyek víznyelői többré alakulnak (JAKUCS 1971; HEVESI 1980, 1986), így csak a völgyfőhöz legközelebb elhelyezkedő víznyelő aktív.

A hegység völgytalpain sorakozó fedett karsztos mélyedéseknél ez a szabályszerűség nem mutatható ki. Gyakran megfigyelhető, hogyha a völgytalpon több karsztos mélyedés sorakozik, nem egy, hanem akár az összes aktív lehet. Ez még akkor is így van, ha a karsztos formák belsejében a fedőüledék számottevő vastagságban halmozódik fel. Ugyanis ez többnyire nem jelent fosszilizálódást, amit bizonyít, hogy a fedőüledékes aljzaton újabb és újabb fiókmélyedések képződnek.

Egyes völgyek összes fedett karsztos mélyedése aktív, más völgyeknél aktív és nem aktív fosszilizálódott mélyedések váltakozhatnak. Gyakori az is, hogy éppen a völgyek felső szakaszain fordulnak elő fosszilizálódott karsztos mélyedések, míg a völgyek alsóbb szakaszain a karsztos formák mindegyike aktív.

A hegység fedett karsztos mélyedései – kialakulásukat tekintve – eltéréseket mutatnak a már említett fedett karsztos töbörtípusoktól, ami szükségessé teszi ez esetben új nevezéktan használatát.

Az eltérés az alábbiakban jelentkezik:

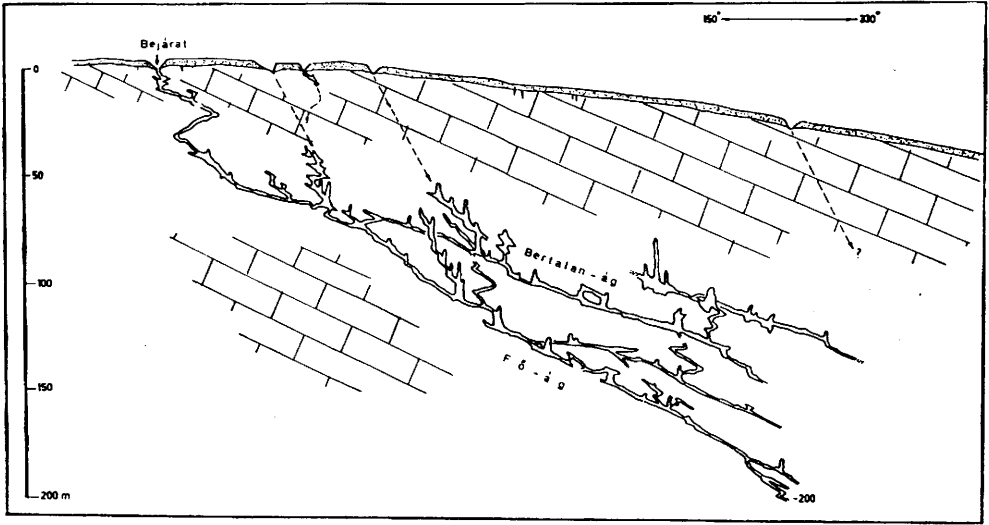
- A hegységben a fedőüledékek a kürtőfejlődésben meghatározó szerepet játszanak.
- Amíg az átöröklődéses töbröknél különböző alakú üregek szakadnak be, az utánrogyásos töbröknél a karsztosodó kőzet felülete oldódik le, itt vertikálisan kifejlődött kürtő nyílik fel.
- Mind az utánrogyásos, mind az átöröklődéses töbröknél a mélyedésforma a fedőüledékben fejlődik ki, a fekéüközetben nem vagy alig.

### Szingenetikus és posztgenetikus karsztosodás és formái

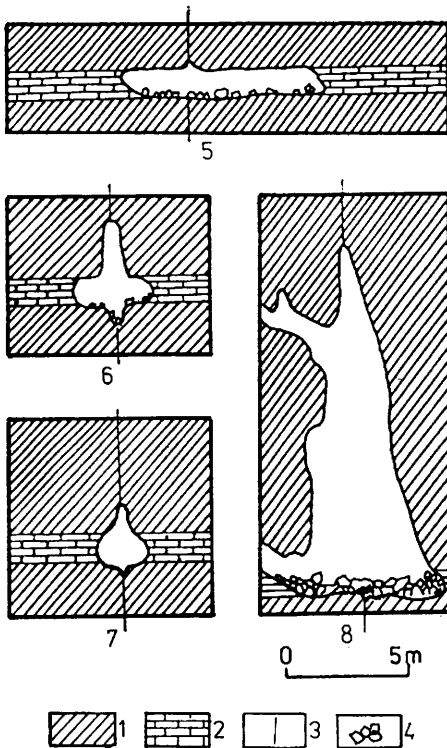
A hegység karsztosodó kőzeteiben számos, különböző időpontban kialakult korróziós vagy éppen eróziós járat fordulhat elő. Ennek oka a gazdag paleokarsztos múlt, de az is, hogy a jelenlegi kitarodás során – a hegység rögzös felépítése, a változatos morfológia miatt – a fedőüledékek oda-vissza halmozódhattak. Erre a kőzet (löss) is igen alkalmas, laza kifejlődése miatt. Így ugyanazon a helyen a kürtőképződés feltételei (rejtett közethatár) több ízben is fennállhattak. Ezért a karsztosodó kőzetben kialakult kürtő vagy járat, illetve az ezeknek felszíni folytatását képező mélyedés kialakulási kora nem feltétlenül egyezik meg. E tekintetben a hegység felszíni karsztos formáit szín- és posztgenetikus karsztos formákra különítjük. Azokat a folyamatokat, amelyek során ezek létrejönnek, szín- ill. posztgenetikus karsztosodásnak nevezzük.

Szingenetikus karsztosodás akkor történik, amikor a kürtőkialakulás és a hozzá tartozó mélyedés képződése egyidejű, a felszíni forma a karsztosodó kőzetben lejátszódó kürtőfelharapódzás során alakul ki.

Posztgenetikus karsztosodás akkor megy végbe, amikor a kürtő vagy járat kialakulása korábbi, mint a hozzá tartozó mélyedés létrejötte. A posztgenetikus karsztosodás a fedőüledékeknek olyan anyaghiányra visszavezethető, utánrogyással vagy omlással történő helyi bemélyülése, amely az idős járatok kitöltő üledékeinek elvesztésére vezethető vissza. A felszíni mélyedés részben (vagy teljesen) laza fedőüledékekben képződik.



12. ábra. Az Alba Regia-barlang hossz-szelvénye (KÁRPÁT 1982 nyomán). A függőleges járatszakaszok feltehetően olyan kürtők, amelyek recens karsztosodás során alakultak ki, képződésük a már kialakult főágtól játszódik le a beszivárgó felszíni vizek hatására



13. ábra. Az Alba Regia-barlang jellemző szelvényformái

(ESZTERHÁS 1983 után, módosítva)

Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. mészmárga; 3. diaklázis; 4. omladék; 5. kizárólag mészmárgában képződött járat; 6-7. mészmárgában és mészkőben képződött járat; 8. főleg mészkőben képződött járat, ill. kürtő (a 6-7., de különösen a 8. szelvényű részek a jelenlegi karsztosodás során képződhettek)



A posztgenetikus karsztosodás feltételei elsősorban a Tési-fennsíkon vannak meg. A fennsíkon egy, a mainál idősebb karsztosodásra az alábbi bizonyítékok említhetők:

- Egyes fedett karsztos formák lefolyástalan völgytalprészletek fedőüledékeiben képződtek. E lefolyástalan térszínnek idősebb karsztosodás során jöttek létre (a kialakult karsztformák később feltöltődtek), ezért belsejükben, a kitöltő üledékekben kialakult formák csak későbbi, fiatalabb karsztosodás során képződhettek.

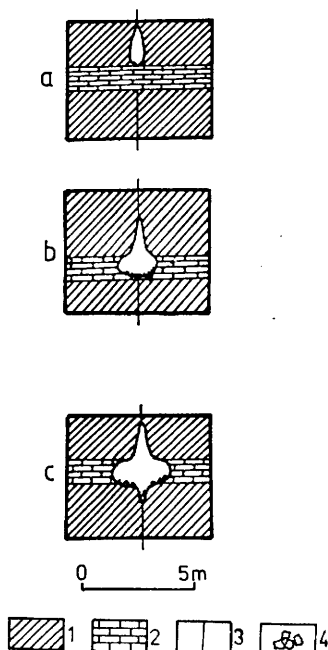
- A fennsík víznyelő jellegű járatainak egy része legalább részben eróziós eredetű. Az eróziós genetikát bizonyítja a járatok szokatlanul nagy mérete, továbbá az, hogy némelyik mészmárgában (Alba Regia-barlang) képződött (12., 13. ábra). Miután a fennsíkon jelenleg eróziós üregfejlődés nem játszódhat le (ehhez hiányzik a megfelelő koptatóanyag, mivel a karbonátos kőzetekre közvetlenül lösz települ), ezek a járatok a maitól eltérő karsztosodási körülmények között alakultak ki. Az idősebb karsztosodás körülményeiről árulkodik az a tény, hogy a fennsíkon epigenetikus völgyek sora figyelhető meg (18. kép), amelyek ma már lösszel kibéleltek, talpukon posztgenetikusként tekinthető karsztformák sorával.

Az átöröklődő völgyekben völgyi kőzethatároknál – mélységi lefejeződés során – víznyelők alakultak ki. (A völgytalpi helyzetű posztgenetikus karsztformák ezek kitöltő üledékeiben képződtek.) A víznyelők kialakulása és annak a fedőüledéknek az anyaga (valószínűleg a Csatkai Kavics Formáció), amelyben a völgyek képződtek, kedvező feltételeket biztosított az eróziós eredetű (14. ábra), viszonylag nagyméretű járatok kialakulásához.

A fedőüledék, amelyben a posztgenetikus forma kialakul, a járat felett kivastagodhat vagy nem. Az előbbi eset oka, hogy a karsztos járatokhoz kapcsolódó, azzal egyidős, üledékkel kitöltött karsztos forma van a karsztos kőzet felszínén (karsztos járat és felszíni forma kialakulása között genetikai kapcsolat van). Az utóbbi, hogy a karsztos járat felett a karsztosodó kőzet felszínén nincs mélyedés. (Ilyenkor a karsztos járat kialakításában szerepet játszó felszíni mélyedés mára teljesen lecsönkolódott, vagy felszín alatti üreg került felszínre a felette elhelyezkedő karsztos kőzet lepusztulása következtében.) Ebben az esetben a posztgenetikus karsztos forma teljes egészében fedőüledékben képződik. E típus kifejlődhet tagolt felszínen is, de a felszíni formáknak utóbbi esetben sincs szerepük a kialakulásában.

A felszíni posztgenetikus mélyedés azáltal alakul ki, hogy a karsztos járatot kitöltő üledékek, a lefelé szivárgó vizek, valamint omlások hatására még mélyebbre, a kitöltetlen karsztos járatrészekbe halmozódnak át. A fentiek miatt, esetleg a mésztartalom kioldódása vagy a tömörödés hatására a járat felső, kitöltő üledékét elvesztő részén anyaghiány keletkezik. A járat kitisztulásának gyakran előfeltétele, hogy az azt elfedő, ill. a mélyedését kitöltő üledékek a felszíni lepusztulás során kellően kivékonyodjanak. (A kivékonyodás szükséges mértéke ma még nem ismert.) Ekkor ugyanis a kitöltött járatba egységnyi idő alatt több víz érkezik. Az anyaghiányt fokozhatja az elvezető járatokba beszivárgó vizek oldóhatása is. Az oldódás következtében a már korábban kialakult járat, újabb oldódásos szélesedése miatt (esetleg az oldódási maradványok omlása által is) tovább szélesedhet. Mindez tovább növeli annak esélyét, hogy a karsztos járat felső, felszínhez közeli szakasza kitöltő üledékeitől részben vagy teljesen megszabaduljon.

Az idős karsztos mélyedést kitöltő üledékek az anyagszállítással keletkezett teret kitöltik utánrogyással vagy omlással. Előző esetben a fedőüledékekben keletkezett posztgenetikus mélyedés lankás oldalú, utóbbi esetben meredek oldalú lesz. Miután a hegységben a kitöltő üledékek finom szemcséjű laza kőzetek (főleg lösz és áthalmazott változatai), feltehetően az utánrogyás vagy omlás a járatkitisztulás intenzitásától függ. (Gyors anyagszállításnál omlás, lassúnál utánrogyás történik.) A kitisztulás intenzitását a járatrendszer



14. ábra. Az Alba Regia-barlang járatfejlődése  
(ESZTERHÁS 1983 után módosítva)

Jelmagyarázat: 1. mészkö; 2. mészmárga; 3. diaklázis; 4. omladék; a. korróziós üregképződés az áramló karsztvízövben; b. eróziós járatfejlődés (allogén karsztosodás során); c. korróziós fejlődés: kúrtőképződéssel a járatok mennyezetén, talpi csatorna kialakulásával (posztgenetikus karsztosodás során)

fejlettsége (mennyire és milyen üledékkal kitöltött) és a mélyedést kitöltő üledék vastagsága határozza meg.

Az elmondottakból kiderül, hogy a posztgenetikus karsztosodás a szingenetikus karsztosodásnál komplexebb, összetettebb folyamat.

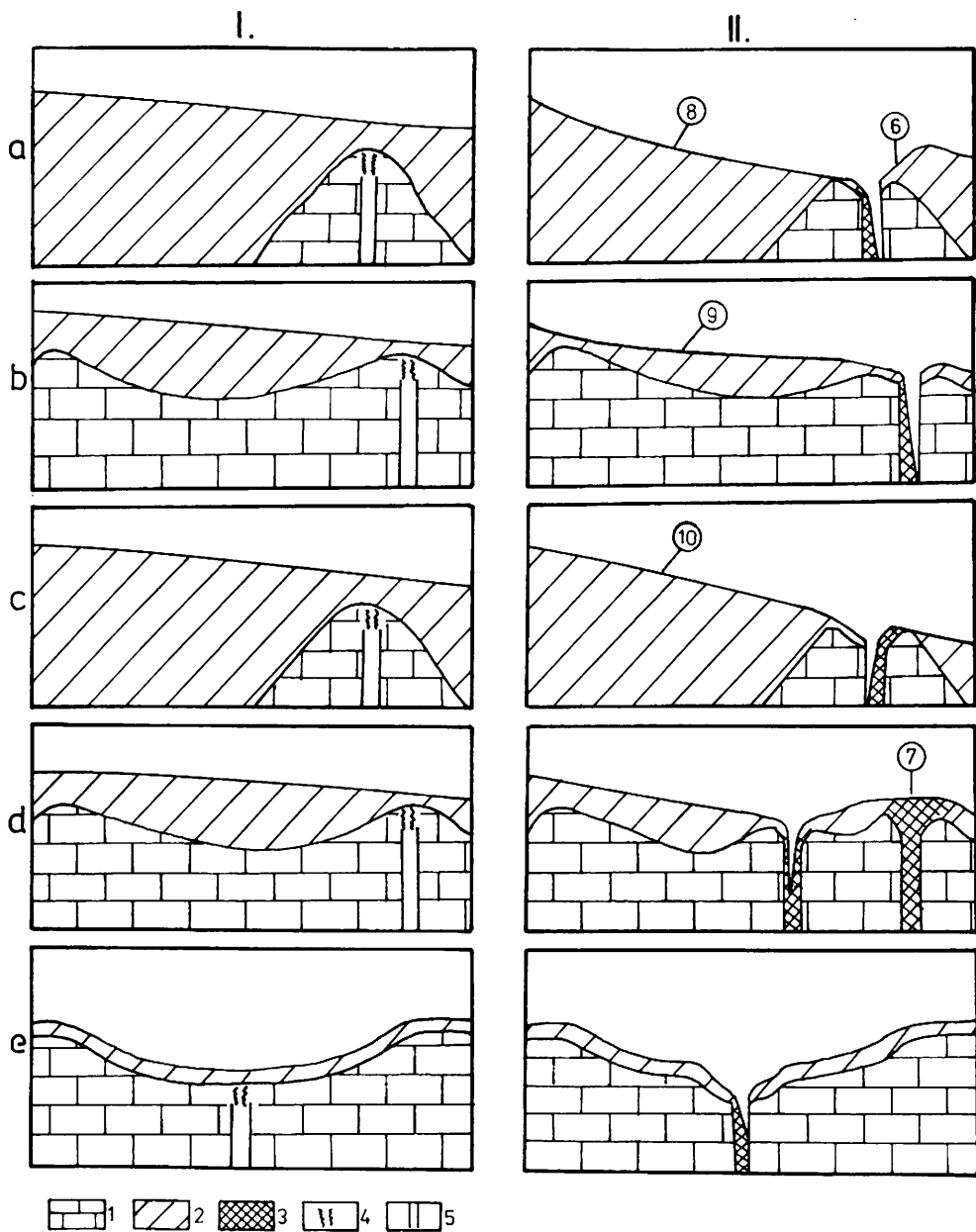
Feltehetően a posztgenetikus karsztosodást okozó karsztos járatok korróziós, de eróziós genetikájúak is lehetnek. Valószínű az is, hogy a posztgenetikus karsztosodás során ugyanazon a helyen – a járat többszöri eltömődése és kitisztulása miatt – a felszíni forma többször is feltöltődhet, majd újraképződik.

Szingenetikus és posztgenetikus karsztosodás között átmenetek is előfordulhatnak. Így előfordulhat, hogy járat nélküli kitöltött mélyedés alatti kúrtő aktivizálódik (a vízbeszivárgás miatt a járat felfelé fejlődik) és ez okozza a mélyedés megújulását. (Az eredeti mélyedés és a karsztos járat egymástól függetlenül alakulhatott ki. Eltérhet ilyenkor egymástól akár a kialakulási módjuk és a kialakulási idejük is.) Ezen fedett karsztosodást álposztgenetikus karsztosodásnak nevezzük.

A hegység fedett karsztos térszínein a kúrtőknek a fedőüledékbe átöröklődése során, a változatos morfológia (mind a jelenlegi, mind a karsztos fekü felszínén), a vízhálózat és az előrehaladott, de különböző mértékű kitakaródás miatt, a felszíni karsztformáknak több típusa is kialakulhat. A szingenetikus karsztformák a következők (15. ábra, III. táblázat):

Ha a kúrtőképződés során vízfolyás fejeződik le (állefejeződés), önálló vízgyűjtő területtel rendelkező vakvölgyes víznyelő alakul ki. A hegységben ismereteink szerint a jelenlegi lefejeződések rejtett köztetháron játszódtak le. Az így kialakult karsztos formák a fedett karsztos víznyelők (11. kép).

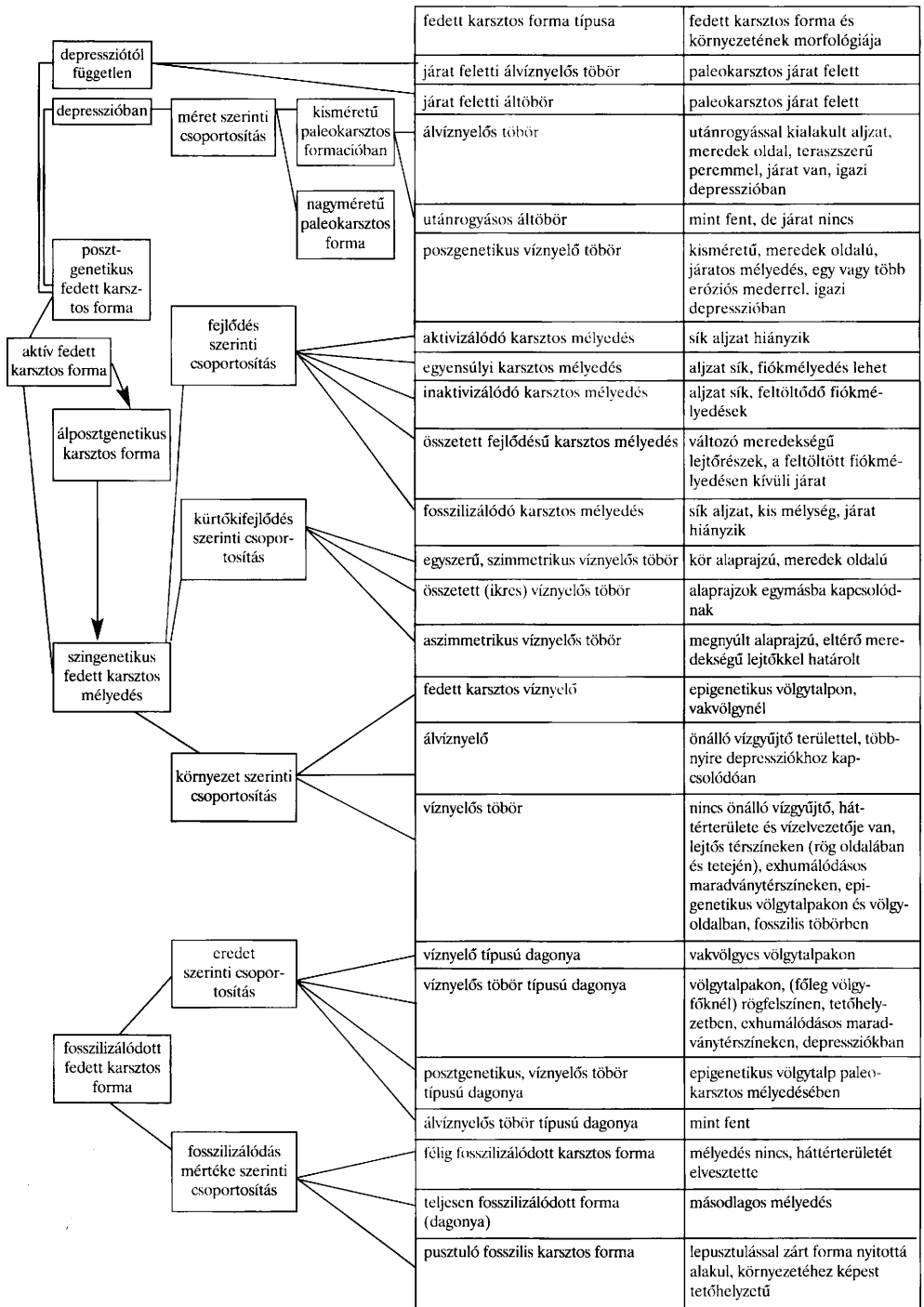
Ha a kúrtőfelnyílás vízfolyás lefejeződése nélkül történik, víznyelős töbrő (VERESS 1982a) alakul ki. A víznyelős töbrök olyan felszíni karsztos formák, amelyeknek bár nincs



15. ábra. Szingenetikus karsztos mélyedések

Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. fedőüledék; 3. áthalmazódásos eredetű kitöltő üledék; 4. elsődleges kúrtó; 5. kúrtó; 6. vakvölgy homloka; 7. fossilis víznyelős tőbor; 8. völgytalp esésgörbéje; 9. a mélyedéstől visszahátráló medertalp esésgörbéje; 10. a víznyelős tőbor feletti felszín (háttérterület) metszetsvonalala, I. kezdeti állapot, II. kifejlett állapot; a. fedett karsztos víznyelő; b. álvíznyelő; c. víznyelős tőbor; d. depresszió; e. fossilis tőborban képződött víznyelős tőbor

III. táblázat: Az Északi-Bakony fedett karsztos formáinak (karsztvíztől független) genetikai csoportosítása



vízgyűjtőjük, vízelvező járatuk van. (A vízelvező járat a felszínre nyílt kürtő.) A víznyelős töbröket övező lejtős térszínnek azon része, amelyekről a víz részben a mélyedésbe és a járatokon keresztül a karsztba kerülhet, a mélyedések háttérterülete. Elhelyezkedhetnek völgytalpon (13. kép), völgyoldalban (14. kép) vagy olyan térszínen, amelyet nem tagolnak völgyek. A víznyelős töbrök lehetnek magányosak vagy ikreszek (12. kép), meder nélküliek, illetve rendelkezhetnek utólag kialakult medrekkel. A hegység fedett karsztos mélyedéseinek többsége víznyelős töbr.

A víznyelős töbrök kialakulhatnak szimmetrikus vagy aszimmetrikus rejtett közethátáron, valamint idős fosszilis töbröben. Utóbbi esetben akkor, ha annak aljzatát vízáteresztő üledék béleli. A kürtőképződést a fosszilis töbröben összegyűlő és onnan elszivárgó vizek gerjesztik. Ezért valószínűleg, ha a fosszilis töbr teljesen kitöltődik, a kürtőképződés elmarad. Ugyanis ilyenkor a csapadékvíz a felszínen részben lefolyik, részben az egész mélyedés területén egyenletesen szétoszolva adódik át a karsztos fekvő kőzetbe. Így nem koncentrálódhat annak egy-egy pontjára. A fosszilis töbr belsejében egy vagy több víznyelős töbr is kialakulhat. A karsztos forma összetett. Külső része a fosszilis töbr oldallejtője és aljzata, belső részét ennek aljzatán kialakult víznyelős töbr képezi. Az így kialakult víznyelős töbrök morfológiailag a fiókmélyedésekre hasonlítanak.

A háttérterületen a felszín lepusztulása lejtőleomosással, illetve lineáris erózióval olyan mértékű és jellegű lehet, hogy ott önálló vízgyűjtő formálódhat. A víznyelős töbrök ezen változatai víznyelő jellegű víznyelős töbröknek vagy álvíznyelőknak tekinthetők (15. kép, 52. ábra).

A fedőüledékekben lefolyástalan mélyedések (depressziók) alakulhatnak ki azáltal, hogy a fedőüledékek az idősebb, de kitisztuló, illetve az ekkor képződő járatokon (kürtőkön) át a karszt belsejébe szállítódnak (VERESS 1998). A fedőüledékek felszíni lepusztulása (ami előfeltétele a karsztosodásnak) a nem karsztos lepusztulásnak ellenálló karbonátos kőzet felszínre bukkanásáig mehet végbe. Az előbukkanó karbonátos kőzetfoltok közötti fedőüledéken mélységi anyagszállításal kiformalódó változatos nagyságú és alakú, de kis mélységű lefolyástalan mélyedések az exhumálódásos depressziók.

A hegységben az exhumálódásos depressziók létezését az alábbiak bizonyítják (e sajátosságok a depressziók felismerését is megkönnyítik).

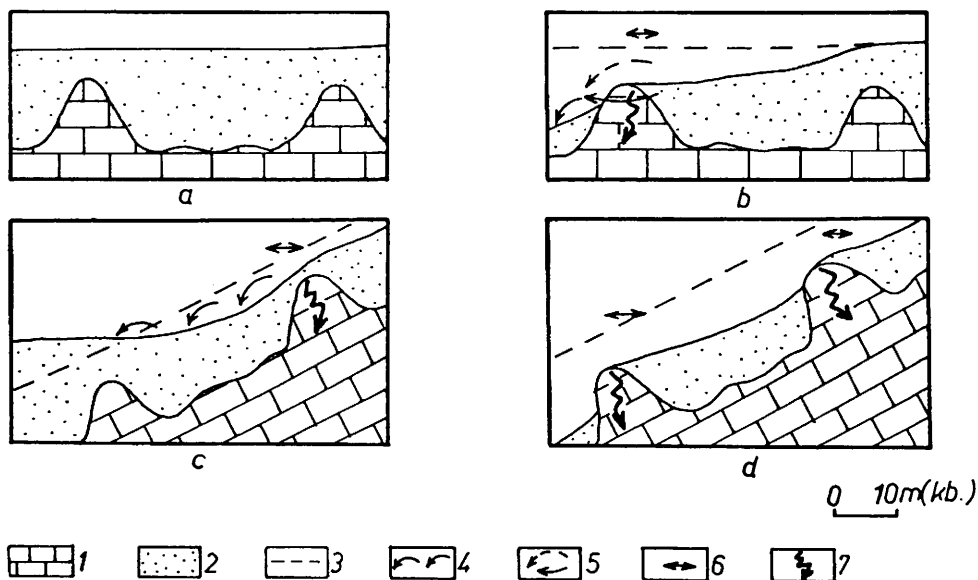
- A fedőüledékek egyenetlen vastagsága jelzi a karbonátos aljzat tagoltságát. Ezt közvetlenül bizonyítja az a tény, hogy az alacsonyabb helyzetű fedőüledékes térszínnek magasabb helyzetű karbonátos kőzetkibúvás-foltok veszik körül. Közvetve, hogy a fedőüledékek vastagsága a fúrási adatok szerint változik és ez a változás nem mutat egyezést a felszíni karsztos formák elterjedésével (45. ábra).

- Miután a fedőüledék folt felszíne alacsonyabb, mint a fedőüledék-mentes környezetéé, ez csak mélységi szállítással történt vagy történhet. A mélységi anyagszállításra utal, hogy a depresszióaljzatok a belsejükben elhelyezkedő karsztos mélyedések felé dőlnek, ill. az, hogy utóbbiakról az előzőek aljzatán visszahátráló medrek mélyülnek az üledékekbe.

- A depressziók aljzatának hajdani, magasabb helyzetét bizonyítják a jelenlegi aljzatok fölött elhelyezkedő ma már nem aktív karsztos mélyedések, amelyek aktív állapotban üledék-befogadók voltak. Ezek magassági helyzete kijelöli a depresszió aljzatának magasságát aktív állapotuk idején. (Fosszilizálódásukat éppen az aljzat mélyebbre kerülésének köszönhetik.)

A depressziók kialakulhatnak szingenetikus (16., 17. ábra) vagy posztgenetikus karsztosodás (18. ábra) során.

A depressziók lehetnek ál- (16., 17. kép, 20. ábra) és igazi depressziók (19., 20., 22. kép, 18., 55. ábra). A lefolyástalan mélyedés áldepresszió, ha a fedőüledékek alatti karbonátos térszínen nincs lefolyástalan forma vagy ha igen, akkor területe az áldepresszió területénél

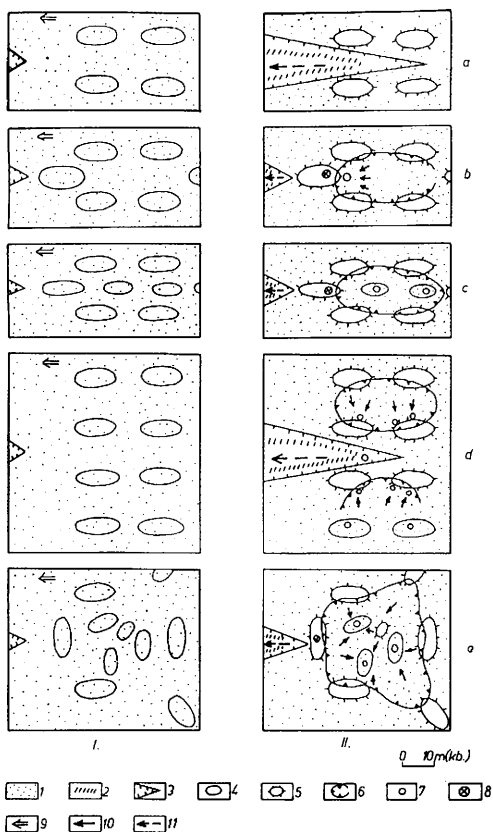


16. ábra. Depressziók kialakulása és karsztosodásuk

Jelmagyarázat: a. a karbonátos aljzat nem billent, tágabb környezetben nincs lepusztulás, nem alakul ki depresszió, nincs karsztosodás; b. karbonátos aljzat nem billent, tágabb környezetben van lepusztulás, depresszió képződik, amelynek a kitakaródás felőli pereme karsztosodik; c. a karbonátos aljzat billent, tágabb környezetben nincs lepusztulás, depresszió nem alakul ki, a helyi üledék- áthalmazódás miatt a felsőbb helyzetű kúpokon kialakulhat karsztosodás; d. a karbonátos aljzat billent, a tágabb környezetben kitakaródás van, depresszió kialakul, amelynek a kitakaródás felőli pereme karsztosodik; 1. karbonátos kőzet; 2. fedőüledék; 3. fedőüledék eredeti felszíne; 4. lejtőleöblítés általában; 5. lejtőleöblítés részben a kúpok közeiben; 6. karsztosodás rejtett kőzethatáron; 7. mélységi anyagszállítás

kisebb. (A fedőüledék-foltok teljes felszíni lepusztulását itt az áldepressziót övező, fokozatosan exhumálódó, karbonátos anyagú magaslatok akadályozzák meg.) Igazi a depresszió akkor, ha a zárt mélyedés területén, a fedőüledékek alatt, a karbonátos térszínen lefolyástalan forma (továbbiakban paleokarsztos mélyedés) helyezkedik el. Mind az áldepressziók, mind az igazi depressziók kialakulásának előfeltétele, hogy környezetük fedőüledékei lejtőleöblítéssel vagy lineáris erózióval elszállítódjanak (17., 18. ábra). A karbonátos fekkőzet előbukkanását követően a további felszíni anyagszállítást megakadályozza a lefolyástalan mélyedés pereme (akár mindkét depressziótípus esetében), vagy áldepressziók esetében a kúpok közös alapja, illetve a kúpok közeibe került aprózódásos törmelék.

Az áldepressziók a mélységi anyagszállítás során különböző fejlődési fázisokon mennek keresztül. Félig zárt (19. ábra), majd teljesen zárt (16., 17. kép, 20. ábra) depressziók alakulnak ki. A zárt depresszió belsejében a karsztos formák (víznyelős töbrök) egyre nagyobb hányada fosszilizálódik. Érett depresszió alakul ki (21. ábra), amelyben újabb és újabb fedett karsztos mélyedések képződhetnek (22. ábra). Az újabb karsztosodási helyeken végbemenő mélységi anyagszállítás miatt, a korábban fosszilizálódott karsztos forma közvetlen környezete a depresszióban tetőhelyzetbe kerül. A fedőüledékek kivékonyodása miatt a fosszilizálódott karsztos forma közvetlen környezetében újabb karsztosodás mehet végbe. Mindez a depresszió belsejében az üledékszállítási irányok és így a lejtésirányok megváltozását eredményezheti.



17. ábra. Különböző morfológiájú áldépressziók kialakulása a tágabb környezet lineáris erózióval végbemenő kitakaródása során

Jelmagyarázat: I. kezdeti állapot; II. későbbi állapot; a. depresszió nem alakul ki, a regressziós völgy a fedőüledékbe mélyülve a kúpsorok közé hátrál; b-c. a regressziós völgy hátrálását kúp fékezi le, megnyúlt depresszió képződik (b. esetben különböző; c. esetben hasonló aktivitású mélyedéssorral); d. a regressziós völgyet több kúpsor fogja közre, a völgy két oldalán depressziók képződnek; e. a kúpok nem alkotnak sort, a kialakuló depresszió szabálytalan lesz. 1. fedőüledék; 2. karbonátos kőzet előbukkanása a fedőüledékbe mélyülő völgyben; 3. regressziós völgy; 4. eltemetett kúp; 5. félig exhumált kúpsor; 6. különböző fejlettségű depresszió; 7. szingenetikus karsztosodás aktív karsztformája (víznyelős töbrő); 8. szingenetikus karsztosodás nem aktív (fossilizálódott) karsztformája; 9. tágabb környezet lejtése; 10. depresszió aljzatának lejtése; 11. anyagszállítás a regressziós völgyben

A depressziók a víznyelő jellegű töbrökkel mutatnak hasonlóságot. A két típus közötti eltérés abban mutatkozik, hogy míg a depresszió anyagai egy vagy több, a belsejében kialakult járatba kerülnek, addig a víznyelő jellegű töbröknél a mélyedés azon járat felett alakul ki, amelybe az anyagai szállítódnak. Utóbbi esetben a lepusztulási felszín (a mélyedés) és a felhalmozódási hely (a járat) nem különülnek el élesen egymástól, míg a depresszióknál igen.

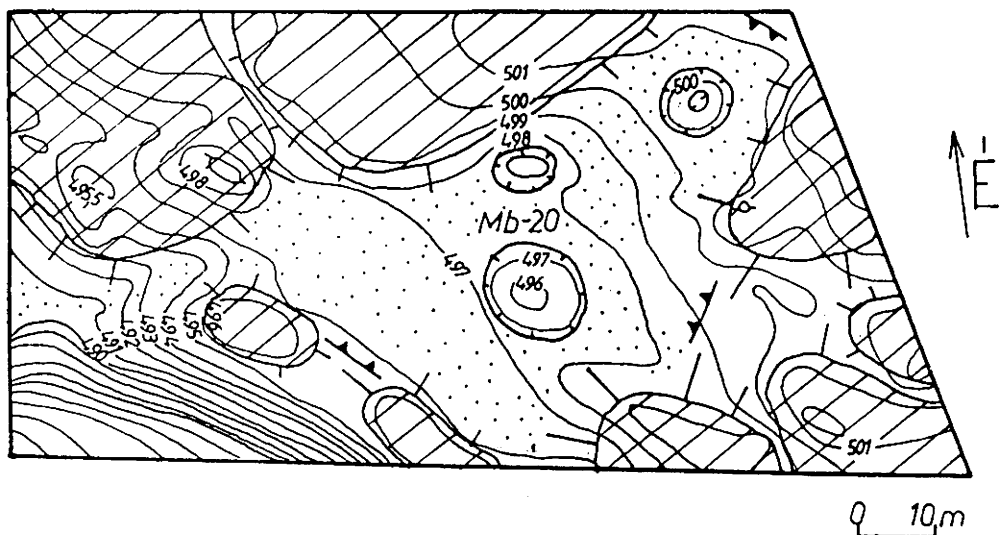
A posztgenetikus karsztos formák kialakulhatnak depressziókban (ezek igazi depressziók) vagy azoktól függetlenül. Depressziók területén akkor képződik posztgenetikus karsztos forma, ha az a karsztos járattal egyidős felszíni karsztforma kitöltésében képződik. Depressziótól függetlenül posztgenetikus a karsztosodás és a karsztos forma, ha olyan fedőüledékben képződik, amely nem felszíni karsztos mélyedés kitöltése. Álposztgenetikus karsztforma akkor képződik, ha valamely karsztos mélyedés fedőüledékeiben, valamely attól függetlenül kialakult karsztos járat felnyílására képződik fedett karsztos forma.

A depressziók posztgenetikus karsztformái az alábbiak (23. ábra):

Ha a paleokarsztos forma kisméretű, területének túlnyomó többségén egyre mélyebbre és mélyebbre kerülnek a kitöltő üledékek. Ily módon utánrogyásos áltöbrök (az aljaton nincs vízlevezető járat), vagy álvíznyelős töbrök (az aljaton van vízlevezető járat) képződnek (18., 19., 20. kép).





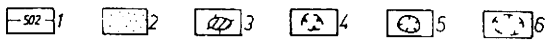
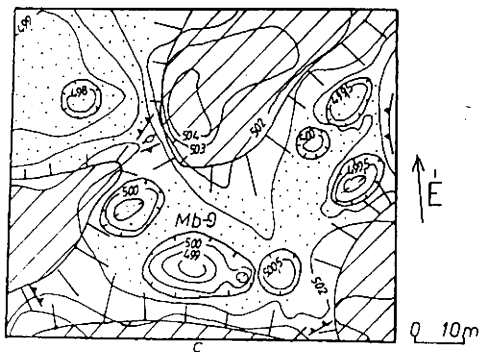
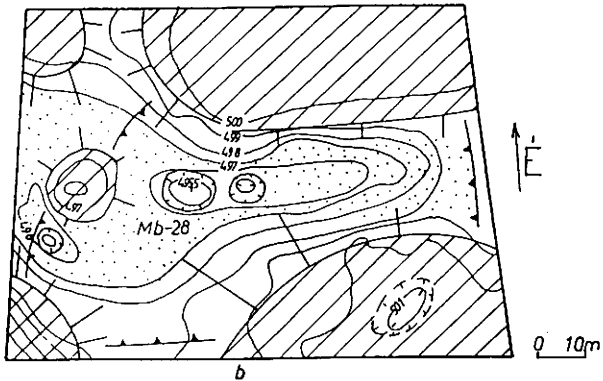
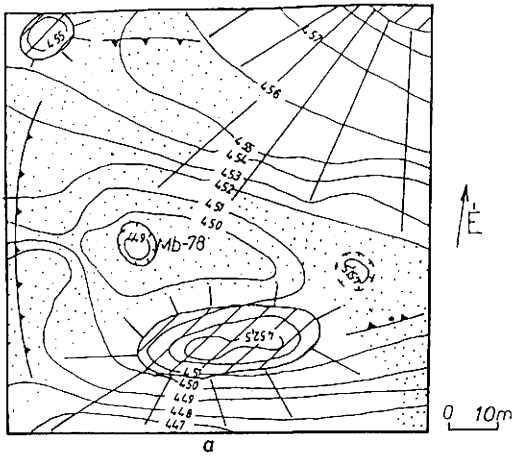


19. ábra. Félíg zárt áldépresszió (Mester-Hajag, Mb-20 jelű karsztobjektum környéke)  
 Jelmagyarázat: 1. szintvonal; 2. fedőüledék; 3. félíg exhumált kúp; 4. áldépresszió; 5. karsztos mélyedés  
 (víznyelős töbrör)

Az utánrogyásos áltöbrök és álvíznyelős töbrök pereme nem éles. Belsejükben viszont annál markánsabban rajzolódik ki az utánrogyás, vagy az utánomlás során kialakult belső mélyedés. A belső mélyedés falát laza anyag alkotja. Az aljzat sík és viszonylag terjedelmes. A külső mélyedésrész a belső berogyásokat követően lejtőleöblítéssel utánmélyül. Itt helyenként előbukkanhat a karsztosodó kőzet. Akkor, ha a járatban csak kevés üledék halmozódik át, az utánrogyás kismértékű és lassú. Ilyenkor az utánrogyásos töbröknek nincs markánsan elkülönülő belső része; kis mélységű, kis lejtésű mélyedés képződik.

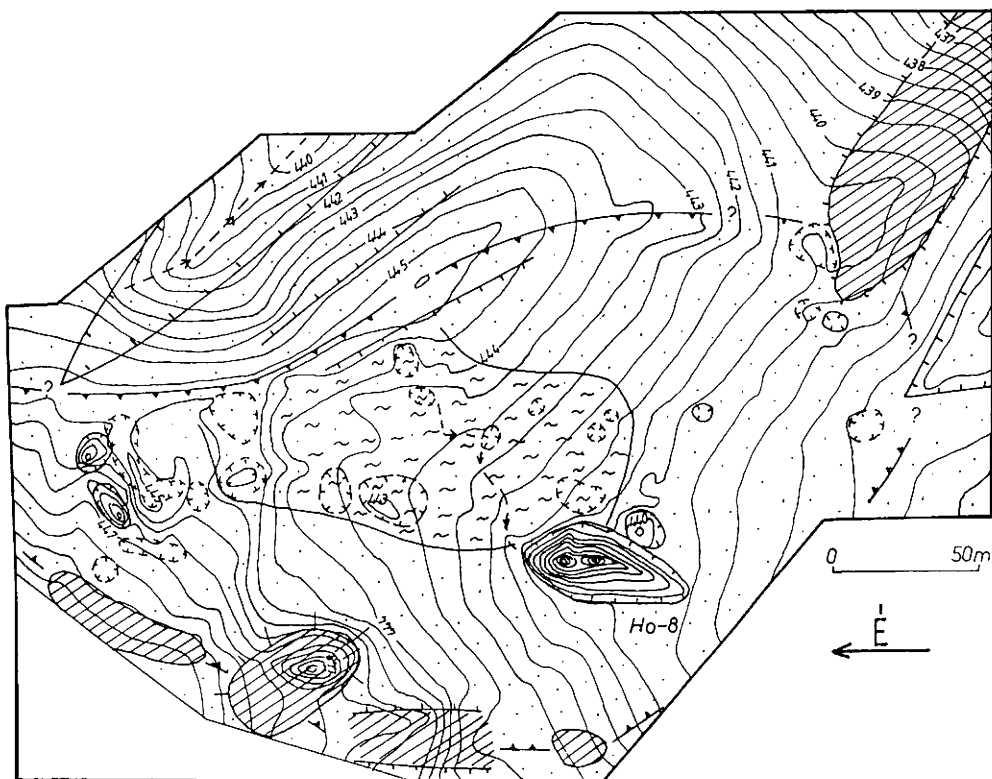
E mélyedések sohasem vakvölgy jellegűek. Gyakori, hogy a belső mélyedéstől vagy az aljzaton felnyílt járatból eróziós meder hátrál vissza a külső rész pereméig. E mederben – állefejeződési helyeknél – kisebb mélyedések is kialakulhatnak (21. kép). Valószínűleg ezek között egyaránt előfordulhatnak szín- és posztgenetikus eredetűek is. A belső mélyedések peremét gyakran tagolják íves, meredek oldalú formák. Ezek tömegmozgások során alakultak ki (kőzet- és földomlás típusú tömegmozgások), azonban némelyik lejtőleöblítéssel is átformálódhatott. Az utánrogyásos áltöbrök és álvíznyelős töbrök a hegység legnagyobb méretű felszíni karsztformái.

Ha a paleokarsztos forma nagyméretű, a kitöltő üledékek csak részlegesen rognak vagy szakadnak be. A fedőüledékek helyi beszakadozását valószínűleg a hajdani járat kitisztulása részben vagy teljesen, csak közvetetten okozza. E járatban kialakult anyaghiány miatt a fedőüledékekben is járat képződik, amely felett azután végbemegy a beomlás. Ekkor a fedőüledékekben lefolyástalan formák, posztgenetikus víznyelős töbrök képződnek (22., 23. kép). Ez esetben is a mélyedések vízgyűjtőjét a paleokarsztos mélyedést kitöltő üledékek felszínének kisebb-nagyobb hányada alkotja.



20. ábra. Különböző alakú zárt áldépressziók a Mester-Hajagról

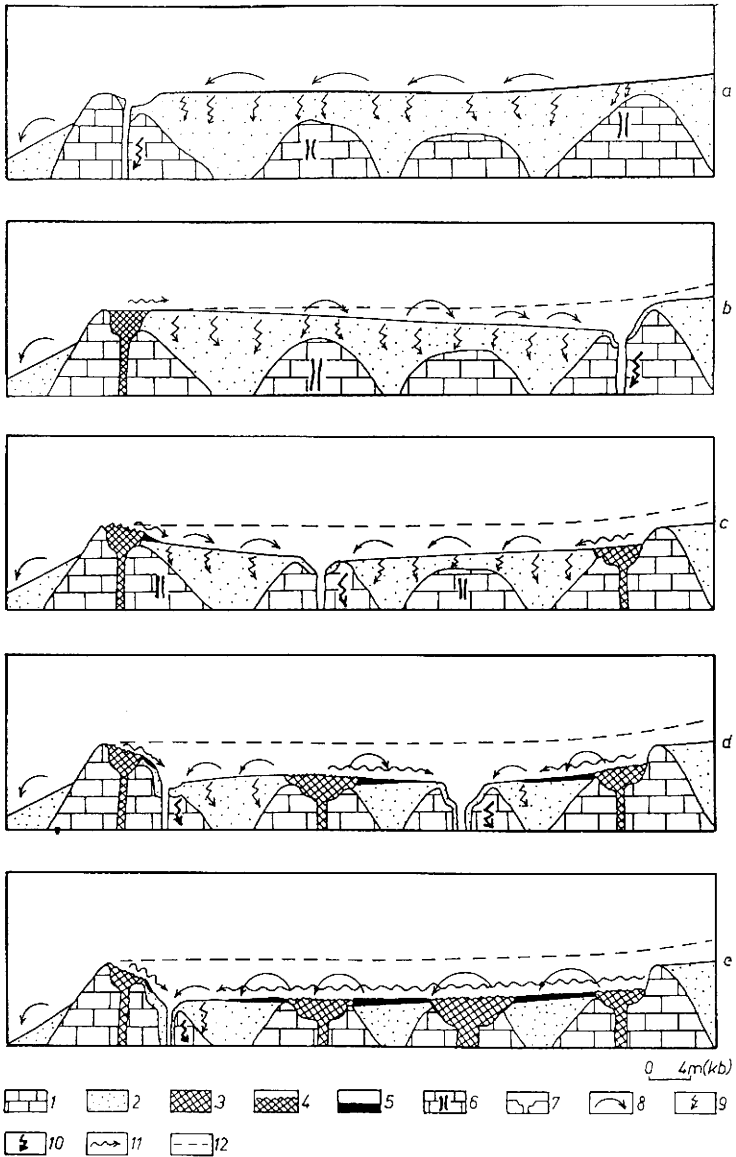
Jelmagyarázat: a. megnyúlt, kevésbé kitakaródott depresszió (Mb-78 jelű mélyedés környéke); b. megnyúlt, jobban kitakaródott depresszió (Mb-28 jelű mélyedés környéke); c. szabálytalan alakú depresszió (Mb-9 jelű mélyedés környéke); 1. szintvonal; 2. fedőüledék; 3. félig exhumált kúp; 4. áldépresszió; 5. karsztos mélyedés (víznyelős töbor); 6. fosszilis karsztos mélyedés



21. ábra. Érett áldepresszió, a Ho-8 jelű karsztobjektum környékén, a Homód-árok környéki karsztos térszínrészletről. (A Ho-8 jelű karsztobjektumot - amely feltehetően posztgenetikus forma - a határoló fosszilis mélyedések túlfolyó vize táplálja; egyes fosszilizálódott karsztformák - dagonyák - 447 m tszf. magassága a depresszió aljzatának jelentős mélyülését jelzi)

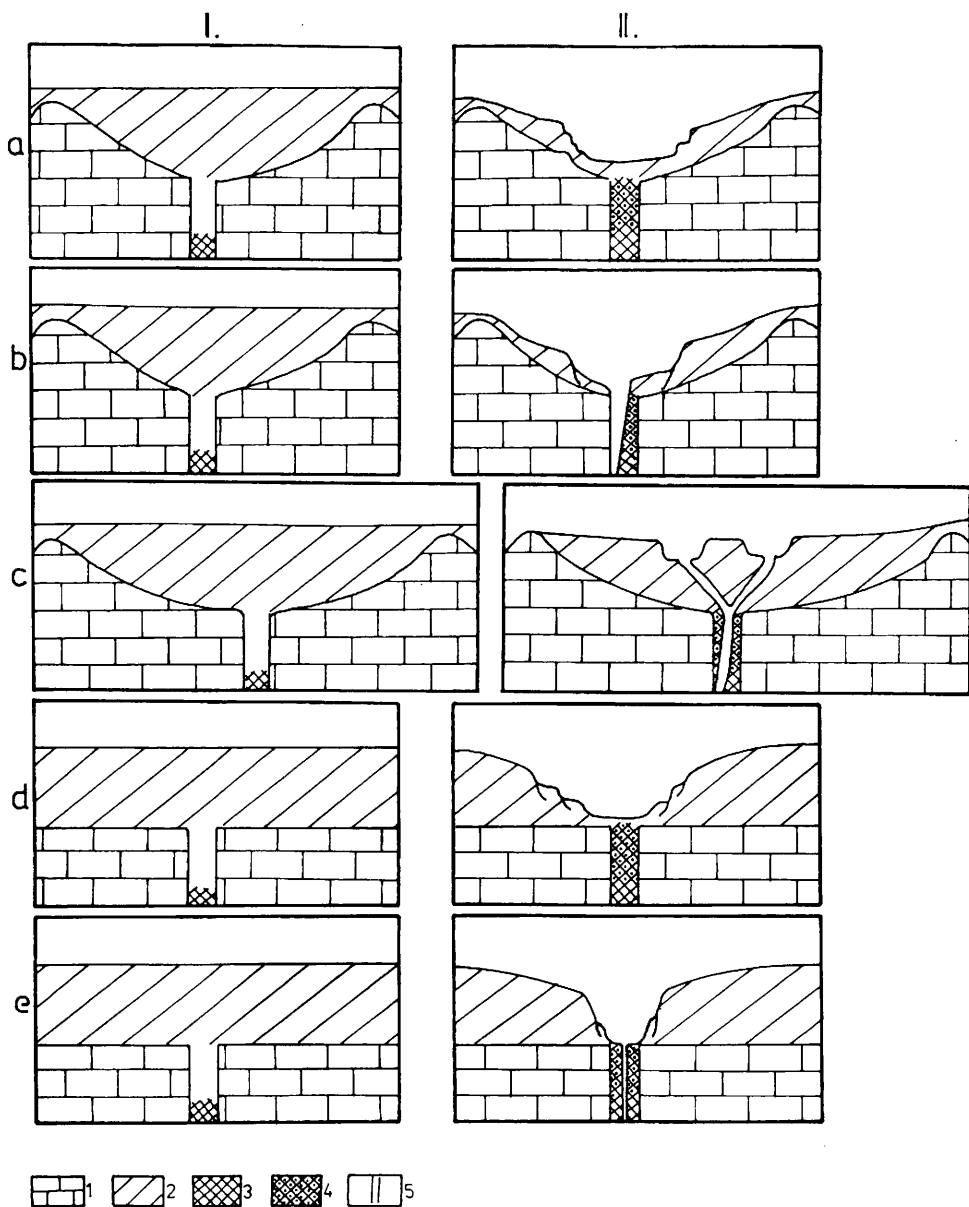
Jelmagyarázat: 1. szintvonal; 2. középső-eocén mészkőkibúvás általában; 3. fedőüledék (határa hozzávetőleges); 4. fedett exhumálódó kúp; 5. exhumálódó kúp; 6. félig exhumált kúp; 7. áldepresszió; 8. karsztos mélyedés (víznyelős töbör); 9. fosszilis karsztos mélyedés (dagonya); 10. Ho-8 jelű karsztobjektum tápláló területe; 11. regressziós kifejlődő epigenetikus völgy; 12. eróziós meder

A kitöltött paleokarsztos mélyedés fedőüledékeinek felső része gyakran többszöri áthalmozódást szenvedett el. Valószínűleg egyes helyeken az akkumuláció során az egymás melletti, fosszilizálódott víznyelők egyetlen eltemetett formát képeznek. A hordozó völgytalp minden irányból a depresszió központja felé dől. Lényegében e depressziók is kettősek. A külső részüket képező felszín kis lejtésű és kifelé fokozatosan megy át a határoló völgyoldalakra és völgytalpakba. Belső részüket nem feltétlenül a mértani középpontjukban elhelyezkedő, és nem is mindig egyetlen posztgenetikus víznyelős töbör képezi. A külső rész részben lepusztulási, részben felhalmozódási felszín. Az itt felhalmozódó üledékek a határoló völgyoldalokról, valamint a völgytalpakról származnak. Ugyanakkor e térszín üledékei



22. ábra. Szingenetikus karsztosodású depresszió fejlődése

Jelmagyarázat: a. félig zárt depresszió; b-d. zárt depresszió (a korábbihoz képest átellenes perem karsztosodásával, majd a depresszió belsejében karsztosodási helyek kialakulásával, utóbbi következtében a depresszió belseje részekre különül, a vízzáró jelleg az aljzat egyre nagyobb hányadára lesz jellemző); e. érett depresszió (az aljzat majdnem teljesen vízzáró lesz); 1. karbonátos kőzet; 2. fedőüledék; 3. szingenetikus, fosszilizálódott karsztos mélyedés vízzáró üledékkitöltése; 4. fosszilizálódott karsztos mélyedés részben lecsonkolódott üledékkitöltése; 5. a lecsonkolódás során keletkező vízzáró üledék; 6. karsztos járat; 7. szingenetikus aktív karsztos mélyedés; 8. lejtőleöblítés; 9. vízelszivárgás; 10. mélységi anyagszállítás; 11. felszíni vízfolyás; 12. a fedőüledék eredeti felszíne



23. ábra. Posztgenetikus karsztos mélyedések

**Jelmagyarázat:** 1. mésző; 2. fedőüledék; 3. átalmozódásos eredetű kitöltő üledék; 4. járatba beomlott és berogyott üledék; 5. karsztos járat; I. kezdeti állapot; II. kifejezett állapot; a. utánrogyásos áltöbör; b. álvíznyelős töbör; c. posztgenetikus víznyelős töbör; d. járat feletti áltöbör; e. járat feletti álvíznyelős töbör

lejtőleöblítéssel, ill. a vízmosásos árkokban áramló vizek által szállítódva, a posztgenetikus víznyelőkbe halmozódnak át, majd onnan tovább a mélybe szállítódnak.

A posztgenetikus víznyelős töbrök oldalfalai laza üledékekben kialakult, meredek, omlásos felületek. Ott, ahol a depressziókban több posztgenetikus víznyelős töbrör is kialakult, feltehetően több hajdani vízvezető járat is aktivizálódik. Valószínűleg ezek kialakulhatnak oly módon is, hogy a laza fedőüledékben az elvezető járatról kiágazó mellékjáratok képződnek, amelyek aztán különböző helyeken a felszínre nyílnak.

A posztgenetikus víznyelős töbrök lehetnek meder nélküliek vagy olyanok is, amelyekhez regressziós medrek (vízmosásos árkok) vezetnek. A medrek kanyaroghatnak (jelezve a bennük áramló víz csekély munkavégző képességét) és néha a depresszió belső részének peremén is túlnyúlnak. Többnyire azonban vízgyűjtő területük a depresszió felszínének kisebb-nagyobb részére korlátozódik. Előfordulhat, hogy vakvölgy jellegűvé fejlődnek.

A posztgenetikus víznyelős töbrök medres változatainál szálkőzet bukkanhat elő a medertalpakon vagy a mélyedéstalpakon. A medrekben állefejeződési helyek is előfordulhatnak.

A depresszió nélküli posztgenetikus formák kis méretű (nem tagolódnak két részre), függőleges oldalú mélyedések, háttérterületük nincs vagy kicsi. Környezetükhöz képest a karbonátos aljzat nincs mélyebben. Az ilyen mélyedések lehetnek elvezető járat nélküliek (járat feletti áltöbrör) vagy járatokkal rendelkezők, miután az aljzaton – a laza üledékben a járat üledékeinek kipusztulása miatt – fel-felnyíló másodlagos járat és fiókmélyedés képződhet rövidebb-hosszabb ideig (járat feletti álvíznyelős töbrör).

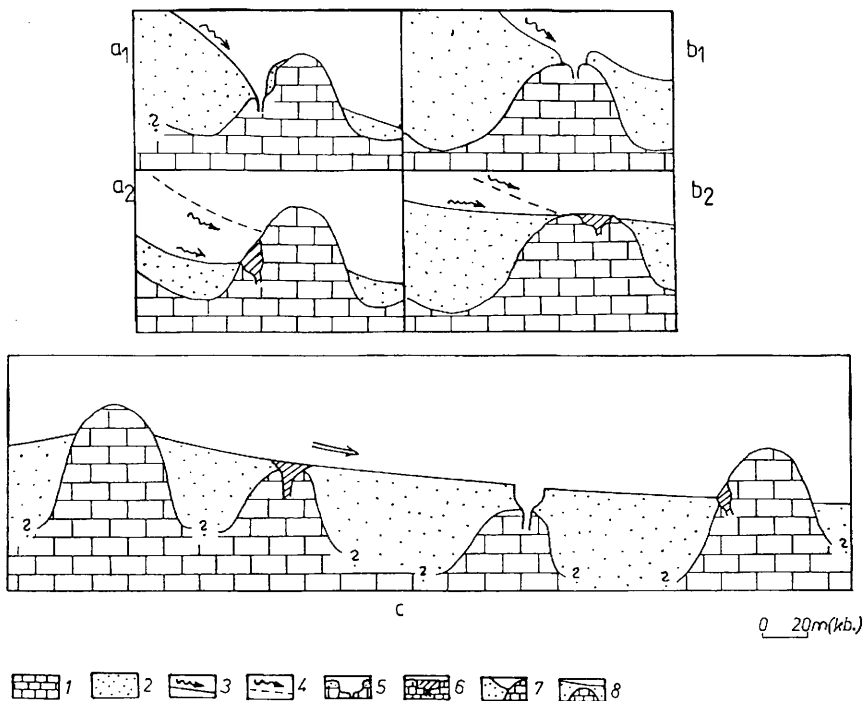
Azokon a térszíneken, ahol a fedőüledékek kellően kivékonyodnak vagy teljesen lepusztultak, a kürtőképződést felváltja a karbonátos kőzet felületi leoldódása. A fedőüledékkel vékonyan fedett térszíneken utánrogyásos, csak talajjal fedett térszíneken oldásos töbrörök is létrejöhetnek.

### Fossilis fedett karsztos formák

Ha a karsztos mélyedésből az üledékszállítás a karszt irányába megszűnik, vagy mennyisége számottevően alatta marad a beszállított üledék mennyiségének, megkezdődik annak fossilizálódása (VERESS 1995a). Ennek feltételei akkor vannak meg, ha a vízvezető járat gyengén fejlett, és a háttérterületről finomszemcséjű üledékanyag érkezik. (Ez utóbbi előfeltétele a háttérterület fedőüledékeinek kicsi szemcsemérete és a háttérterület vagy vízgyűjtő kis lejtése.) Kedvezhet a fossilizálódásnak a befolyó víz mennyiségének csökkenése is (bár ilyenkor a beszállított üledék mennyisége is csökken), aminek oka lehet pl. a háttérterület egy részének elvesztése. A feltöltött, fossilizálódott karsztos forma területén másodlagos mélyedés képződhet a beszállított anyag tömörödése miatt. Hozzájárulhat ehhez az is, hogy a felszínközlelől az anyagok egy része oldatként mélyebbre szállítódnak. Továbbá az is, hogy a kicsapódott anyagok hézagterfogata kisebb, mint mielőtt oldatba mentek volna. Az így kialakult mélyedések belsejét vízenyős, mocsaras állapot jellemzi az év jelentős részében (dagonyák).

A hegységben a tartósan vízenyős, vizes helyeket kálistónak, förtésnek, dagonyának (24, 25. kép) nevezik. E helyeket már HUNFALVY (1864) is karsztos formáknak tekinti. Valószínű, hogy vízenyős helyek nem csak eltömődött, fossilizálódott fedett karsztos formák helyén képződnek. A karsztos eredetű dagonyák létezését azonban az alábbiak bizonyítják:

- egyes ikres karsztos mélyedések egyik részmélyedése dagonyát hordoz, a másik részmélyedése még aktív karsztos forma
- a zárt, mélyedés jellegű dagonyatípusok léte



24. ábra. Különböző dagonyatípusok alakulása (VERESS 1998, módosítva)

Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. laza fedőüledék; 3. jelenlegi völgytalp; 4. korábbi völgytalp; 5. felszíni karsztos forma elvezető járatával; 6. dagonya; 7. aszimmetrikus rejtett kőzethatár; 8. szimmetrikus rejtett kőzethatár; a. víznyelő típusú dagonya kialakulása vakvölgyben (a<sub>1</sub> kezdeti, a<sub>2</sub> jelenlegi állapot); b. víznyelő típusú dagonya kialakulása völgyben (b<sub>1</sub> kezdeti, b<sub>2</sub> jelenlegi állapot); c. víznyelős töbör típusú dagonya kialakulása, áldepresszió belsejében

- néhány feltárt dagonyában a kitöltő üledékek a peremek felől a centrum irányába dőlnek. A dagonyát olyan nem aktív, teljes mértékben fosszilizálódott karsztos formának tekintjük, ahol különböző geokémiai folyamatok eredményeként – amelynek feltételét az eltemetett karsztos forma biztosítja – másodlagos mélyedés képződik a kitöltő üledékben.

A dagonyák kialakulhatnak szingenetikus fedett karsztos víznyelőkéből (víznyelő típusú dagonya), vagy szingenetikus víznyelős töbörökből (víznyelős töbör típusú dagonya), de kialakulhatnak posztgenetikus karsztos formákból is (24. ábra). Leggyakoribbak a víznyelős töbör típusú dagonyák (24., 25. kép), melyek között előfordulhat álvíznyelős is.

### A karsztos mélyedések működési jelenségei

A fedett karsztos mélyedés kialakulás utáni fejlődése, üledékforgalma és így fosszilizálódása, környezetre gyakorolt hatása elsősorban vízforgalmától függ. A mélyedések vízforgalmával kapcsolatos jelenségeket működési jelenségeknek nevezzük. Ezek az alábbiak (VERESS 1987a).

Működése során a karsztos mélyedés háttérterületéről vizet kap. A vízutánpótlást kaphatja vonalas vagy felületi vízbefolyással. Utóbbi tartós esőzések, hóolvadások idején követ-

kezhet be akkor, ha a felszín növénytelen vagy fagyott, továbbá a talaj vízzel telített. A két-féle vízbefolyási mód akár egyetlen működés során is egymást váltogathatja. A kívülről származó üledék anyaga elsősorban a működés során szállítódik a mélyedésbe.

A háttérterület elszivárgó vizei a fedőüledékek agyagos összetétele felett áramolnak a mélyedés felé. Elszivárgásra főleg a nyári félévben, növényzettel borított és kevésbé vízzáró üledékekből felépült háttérterület esetén lehet számítani. Időszakos források alakulnak ki a mélyedésekben ott, ahol a fedőüledékekbe bevágódó medrek a vízzáró összeteket feltárják. Előfordulhat rejtett működés is, amikor a beszivárgott víz felszínre kerülés nélkül jut a karsztos járatokba. Az időszakos források, de különösen a rejtett működés a korróziós fejlődés időtartamát hosszabbítja meg. Amíg ugyanis a felszíni vízbefolyás esetleg csak néhány perc időtartamú, addig a laza üledékből származó vízutánpótlás többnapos, sőt -hetes is lehet. A laza üledékeken átszivárgó oldatok oldóhatása is nagyobb lesz (biogén  $\text{CO}_2$ ), mint a felszínen lefolyó vizeknek.

Működési idő az az időtartam, amely alatt működés megy végbe. Működési időszak alatt –, amely lehet egy csapadékos vagy hóolvadási időszak – egy vagy több tényleges működés is végbemehet.

A működés során a mélyedésbe jutott vízmennyiség függ a vízgyűjtő (háttérterület) nagyságától és a lefolyási koefficiensről. A mélyedésbe jutó vízmennyiség ennél kevesebb, de több is lehet. Ezt befolyásolja pl. a háttérterület növényzetének jellege (fátlan háttérterületen megfelelő erősségű és irányú szél esetében a hó a mélyedésben halmozódik fel). A mélyedés irányába áramló vizek üledékfelhalmozása módosíthatja az oda bejutó víz mennyiségét. A mélyedésbe jutó vízmennyiséget a fedőüledékek minősége is alakítja. Az elvezető járatba jutó vízmennyiség eltérhet a felszíni mélyedésbe jutottól. Amíg az árvízi tavak túlfolyó vize csökkenti a járatba kerülő vízmennyiséget, a rejtett működés során a háttérterületek vize növekvő mértékben kerülhet közvetlenül az elvezető járatba.

A tényleges működés vízmennyiségébe a működésből származó vízen kívül beletartozik az időszakos forrásokból és a rejtett működésből származó víz is. Működés (főleg feltöltés) és rejtett működés (korrózió) mélyedésenként más-más időtartamú lehet, sőt ugyanazon mélyedésnél ez évről évre változhat. Ezért nem csak az egyes mélyedések fejlődése specifikus, hanem a fejlődésük ritmusa is változó.

Ha a fedett karsztos mélyedésben a vízutánpótlás mértéke meghaladja a mélybeli víz-elvezetés mértékét, árvízi tavak alakulnak ki. Ezek kiterjedése és mélysége néhány méter. Az időszakos tavak a fedett karsztokon végbemenő karsztosodásra kétféleképpen is hatnak. Ugyanis a tó – miután derítőként működik – a kürtő elfedődését, eltömődését okozza. Ez egyrészt beindítja a mélyedés feltöltődését. (A mind jobban feltöltődő mélyedésben egyre hosszabb ideig megmaradó tóból egyre több üledék ülepedik le.) Másrészt a felhalmozódó, szerves anyagban egyre gazdagabb kitöltés fokozza az oldódás intenzitását (növekvő mennyiségben keletkezik biogén  $\text{CO}_2$ ), illetve időtartamát, mivel a vastagodó kitöltés miatt a vízatadás időtartama a karsztba fokozatosan hosszabbodik. Tehát a fedett karsztos mélyedésekbe az árvízi tavak közbeiktatásával kerülő üledékek nem az eróziós fejlődést növelik, hanem fenntartják, sőt fokozzák a mélyedések korróziós fejlődését. Létezésük időtartama szerint a tavak az alábbi típusokba sorolhatók:

- Rövid ideig létező tavak nyitott vízvezető járatú mélyedésekben alakulnak ki. Ezek vizüket vízvezetéssel adják át a karsztba. Vízsztintjük csökkenése gyors (ezért az egy működés során kialakuló tó a következő működést már nem éri meg) és folyamatos. A víz-áramlás a vízvezető járatokban valószínűleg turbulens.



- Hosszabb ideig létező tavak (**26., 27. kép**) üledékei részben eltömődött vízelvezető járatú mélyedésekben jönnek létre. Vizük részben szivárgással, részben áramlással vezetődik el. A vízszintsökkenés lassú. Ha a következő működésig vizük nem ürül le teljesen, a vízszintsüllyedés sebessége csökkenhet, az ismételten jelentkező vízutánpótlás vagy intenzitás növekedése miatt. (A vízszintsüllyedés megállhat, sőt a vízszint emelkedhet is ugyanazon tó esetében.)

- Tartós ideig létező tavak (**28. kép**) olyan mélyedésekben alakulnak ki, amelyek elvezető járatai teljesen kitöltődtek vagy elfedődtek. Vizük egy részét vízelvezetéssel, másik részét párolgással veszítik el. Az ilyen tavak élettartama egy működési időszaknál is hosszabb lehet.

### A karsztos mélyedések üledékképződése

A fedett karsztos mélyedések üledékei jelzik a mélyedésnek és a háttérterületnek a viszonyát, a mélyedésben és a háttérterületen lezajlott eseményeket, valamint a mélyedés fejlettségi állapotát.

A fedett karsztos mélyedések üledékei lehetnek eredeti fedőüledékek, illetve a karsztos folyamatok során keletkezettek. Ez utóbbiak lehetnek helyben kialakultak vagy ideszállítottak. A szállítottak között előfordulhatnak vízi, tömegmozgásos, eolikus és antropogén eredetűek. A vízi eredetűek származhatnak a beáramló vízből közvetlenül vagy közvetetten a kialakuló árvízi tavakból.

### Az árvízi tavak üledékképződése

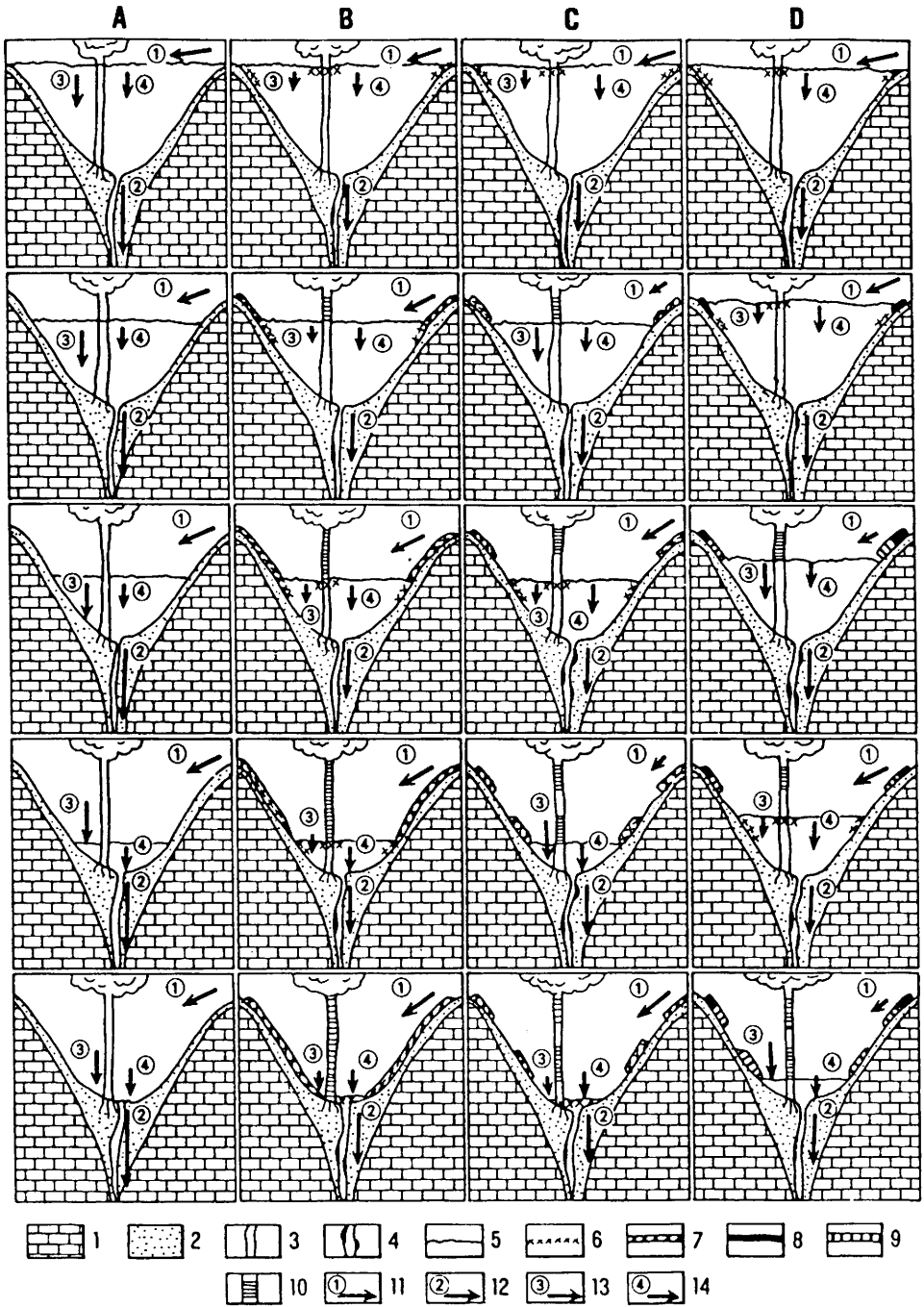
Adott tóból csak azon üledékek ülepednek le, amelyek szemcséinek süllyedési sebessége nagyobb, mint a tó vízszintjének süllyedési sebessége. A kisebb sebességgel süllyedő szemcsék a tó elfolyó vizével a karsztba szállítódnak. A keletkezett összletek dőlése követi a mélyedésaljzatnak a keletkezésük idején jellemző lejtésviszonyait. Változatlan üledékszállítási viszonyok mellett az egy működés során keletkezett összlet a mélyedés belseje felé vastagodik, ha a tó vízszintsüllyedési sebessége csökken.

Csökkenő vízszintsüllyedés mellett a finomabb szemcséjű anyag is lerakódhat. Ezért az olyan összletek, amelyeknek kivastagodó részében az osztályozottság csökken, olyan tavakból ülepedtek le, amelyek vízszintsüllyedési sebessége leürülésük során csökkent. Ugyanakkor megemlítendő, hogy az összletek kivastagodását (a feltárásokban az összlethatárok dőlésszögei csökkennek) okozhatja az is, függetlenül a tó vízszintjének csökkenési sebességétől, ha megnő a beszállított üledék mennyisége. Előfordulhat az is, hogy a kitöltésben az összletek dőlésszöge felfelé növekszik. Ilyenkor a karsztosodás hatására bekövetkező aljzat-süllyedés meghaladta a feltöltődést.

A fedett karsztos mélyedések recens tavi üledékképződését az alábbiak jellemzik (VERESS 1987a, **25. ábra**):

- A rövid ideig létező tavakban a vízszint süllyedése olyan gyors is lehet, hogy a beszállított legdurvább szemcséjű üledékanyag is részben vagy egészben a karsztba szállítható. A finomabb szemcséjű anyag és a növényi hulladék azonban a leürülő tó lassuló vízfolyása következtében a mélyedés aljzatán vagy környezetében (**29. kép**), de akár az elvezető járat egyenetlenségeinél is részben felhalmozódhat.

- A hosszabb ideig létező tavakból már a finom szemcséjű üledékanyag is lerakódhat. Azon mélyedésekben, melyekben ilyen típusú tavak alakulnak ki növényhulladék, valamint nö-



← 25. ábra. Tartósabb ideig létező tavak üledékképződése (VERESS 1987a módosítva)

Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. laza üledék; 3. elvezető járat; 4. részlegesen eltömődött elvezető járat; 5. időszakos tó vízszintje valamely időpontban; 6. üledékképződés; 7. egységes kifejlődésű növényhulladékos összlet; 8. öves kifejlődésű kolloidbevonatos növényhulladék; 9. öves kifejlődésű növényhulladékos összlet; 10. kolloid bevonat, esetleg növényhulladékos bevonat fatörzsön; 11. vízbefolyás a karsztos mélyedésbe (a nyíl hossza adott időben az egységnyi idő alatt befolyt vízmennyiséggel arányos); 12. vízelvezetés (a nyíl hossza az adott időben az egységnyi idő alatt elvezetett vízmennyiséggel arányos); 13. vízszintcsökkenés (a nyíl hossza az adott időben az egységnyi idő alatt bekövetkezett üledéksüllyedési sebességgel arányos); 14. növényi hulladék süllyedési sebessége; A. tó vízszintsüllyedési sebessége mindig nagyobb, mint a növényi hulladék süllyedési sebessége; B. tó vízszintsüllyedési sebessége mindig kisebb, mint a növényi hulladék süllyedési sebessége. C. tó vízszintsüllyedési sebessége időnként meghaladja a növényi hulladék süllyedési sebességét; D. tó vízszintsüllyedési sebessége 0, majd időnként meghaladja a növényi hulladék süllyedési sebességét

vényhulladékos (a növényhulladék üledékekkel bevont, illetve üledékkel kevert) összlet képződik (**30. kép**). A növényhulladékos összlet kialakulása arra vezethető vissza, hogy az időszakos tó vízszintsüllyedési sebességét a növényi hulladék süllyedési sebessége meghaladja. (A növényi hulladék süllyedését az okozza, hogy a vízben lebegő üledékszemcsék rátapadnak a növényi hulladékarabokra.) Ha az időszakos tó peremi részein növényhulladékos öv (**31. kép**), míg attól beljebb növényhulladékos összlet képződik, a tó vízszintsüllyedése hosszabb-rövidebb időre szünetelt. (A tó peremi részein a növényhulladék süllyedés nélkül az aljzatra tapad, míg a nagyobb vízmélységű részeken az a süllyedést követően történik meg.) A keletkezett növényhulladékos összletben oldalirányban a növényhulladék mennyisége csökkenhet, illetve teljesen eltűnhet. Ez akkor következik be, ha a tó vízszintsüllyedésének sebessége időlegesen növekszik. Előfordulhat, hogy a növényhulladékos összlet nem egységes kifejlődésű. A növényhulladékos összlet övezetes kifejlődése az olyan mélyedésekben jellemző, amelyek időszakos tavainak vízszintsüllyedési sebessége ingadozik. Ha a növényhulladékos összlet egységes kifejlődésű, a tó vízszintje egyenletes és lassú sebességgel süllyedt (**30. kép**). Ugyanazon tóból keletkezett eltérő növényhulladékos kifejlődések (tehát vízszint, illetve vízszintsüllyedési sebesség ingadozások) nem az elvezető képesség, hanem a vízbepótlás ingadozására utalnak. (Megismétlődő esőzések vagy változó intenzitású hóolvadások esetén.) Növényhulladékos összlet azonban akkor keletkezik, amikor a karsztba a vízátadás fékezett. A vízelvezető járat jelentős kiterjedésben részlegesen, vagy rövidebb szakaszokon teljesen kitöltődött.

A hosszabb ideig létező tavakból kolloid is kiüledik. A tó vízének kolloid anyaga a karsztos mélyedés fatörzseire és lágyszárú növényzetére tapad. A kolloidbevonat ugyancsak egységes, ha a tó vízszintje egyenletesen süllyedt. Gyűrűs kifejlődésű (**32. kép**), ha a vízszintsüllyedés sebessége ingadozott. A kolloidgyűrűk felső pereme felül markánsan elkülönül attól a felülettől, amelyen képződött (lassú vízszintsüllyedés), majd fokozatosan halványul lefelé a vízszintsüllyedési sebességének növekedése miatt.

A különböző kolloidgyűrűk és a növényhulladékos övek ugyanabban a mélyedésben egy szintbe esnek. A legfelső kolloidgyűrűk, illetve a növényi hulladék, vagy a legkülső növényhulladékos összlet a tó maximális vízszintjének magasságát őrzik.

- A tartós ideig létező tavakba szállított, a kolloidoknál durvább szemcséjű üledékanyag leülepszik, míg a kolloidok a víz elpárolgása során gélként visszamaradnak. Minden egyes időszakos tóból egy-egy üledékpár (laminit) keletkezik. A laminites összletek megjelenése a mélyedés olyan mértékű elzáródását jelzi (járatkitöltődés vagy -elborítás), amely mellett vízátadás a karsztba legfeljebb csak vízelvezetéssel történhet.

## A fosszilizálódást kísérő üledékképződés

A karsztos forma teljes fosszilizálódása (VERESS 1995) a mélyedés teljes kitöltődését eredményezi. (A mélyedés aljzatán a vízelborítás egyre tartósabb lesz.) A beszállított növényi hulladékok elfedődnek. Oxigénmentes környezetben, magas szervesanyag-tartalmú, különböző mértékben szenesedett darabokat tartalmazó kitöltés keletkezik (szenes, növényhulladékos összlet). A kitöltött mélyedés felső, talajos részeiből a beszivárgó vizek a mélyebb szintekre vasat szállítanak. A vas vas-oxid vagy limonit formájában csapódik ki. Az előző magas pH mellett történik, ami faszén jelenlétében játszódhat le (a faszén megkötí a szerves savakat). Az utóbbi oxigénhiányos környezet esetén, ami a talajvíz megjelenésére vezethető vissza. Tehát a keletkező limonit utalhat a talajvíz megjelenésére, végeredményben arra, hogy a karsztba vízátadás már vízelzivárgással sincs. A vas transzportja miatt másodlagos mélyedés fejlődhet ki. Ezért a faszenes, növényhulladékos összlet képződése folytatódhat, illetve megismétlődhet. A fosszilizálódott mélyedés kitöltésében előforduló mészkonkréciók akkor keletkeznek, amikor lecsökken az elszivárgó vizek pH-ja, és így CO<sub>2</sub> távozik a rendszerből. A savasság megnövekedését az okozza, hogy a szenes, növényhulladékos összlet képződése megszűnik. A mészkonkréciók megjelenése magas mésztartalmú üledék beszállítására vagy arra utalhat, hogy megszűntek a szénülés feltételei (megszűnt a mélyedés jelleg vagy a növényi hulladék beszállítása).

### A karsztos mélyedések fejlődése

A fedett karsztos mélyedések kialakulásuktól elpusztulásukig fejlődnek. Változatlan szemcséjű üledékanyag beszállítása esetén a mélyedések fejlődésének egyes állomásait, fokozatait, elsősorban a keletkezett üledékek tükrözik (VERESS 1986, 1987b). Adott fejlettségi fokozat megállapítására a pillanatnyi morfológiai viszonyok is alkalmasak lehetnek. Azonban különböző fejlődésű fázisokba tartozó mélyedések is rendelkezhetnek hasonló morfológiával. A fejlődés fázisai az alábbiak (VERESS 1986, **26. ábra**).

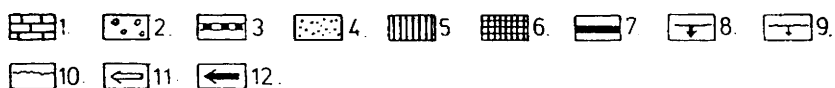
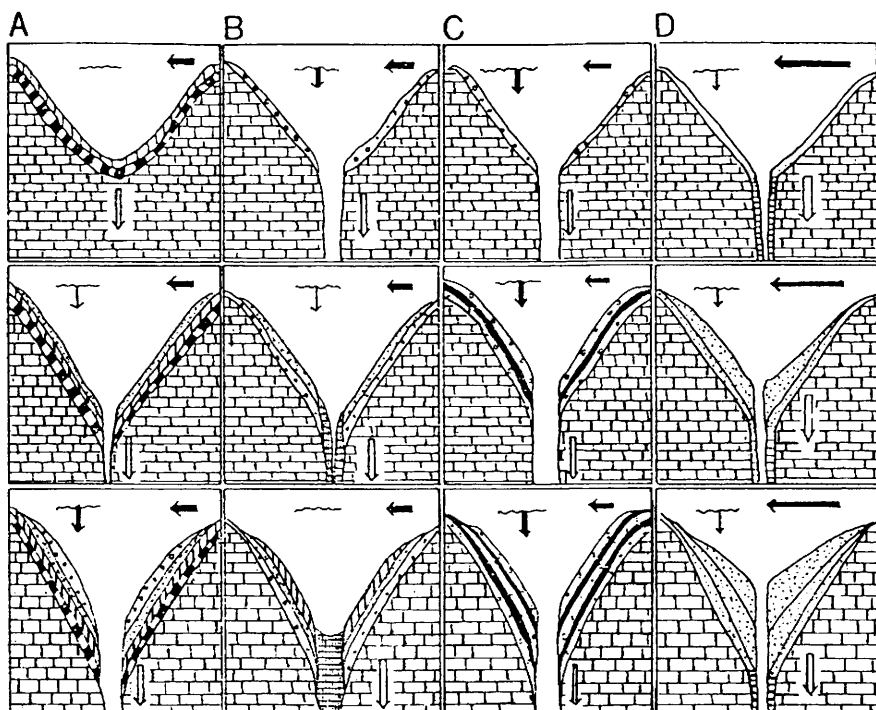
Az aktivizálódó karsztos mélyedés kitöltésének szemcseátmérője változatlan üledékbeszállítási ütem mellett felfelé egyre durvább, miután a szélesedő járat (kürtő) feletti tavak élettartama egyre rövidebb és így vízszintsüllyedésük is gyorsabb. Ha felfelé az összletek növekvő mértékben kivastagodnak (kevésbé dőlnek), akkor ez megnövekedett üledékbeszállítás mellett történhet.

Az egyensúlyi állapotú karsztos mélyedés kitöltésanyagának szemcseátmérője változatlan üledékbeszállítási ütem mellett nem változik. Ha az üledékbeszállítás mértéke nő, a kitöltésben az összletek a mélyedés centrumában fokozódó mértékben ugyancsak kivastagodnak.

Az inaktivizálódó karsztos mélyedés (**27. ábra**) kitöltésében felfelé a finomabb szemcséjű anyag feldúsul. Ugyanis a járat kitöltődése miatt a kialakuló időszakos tavak vízszintsüllyedése egyre lassúbb lesz.

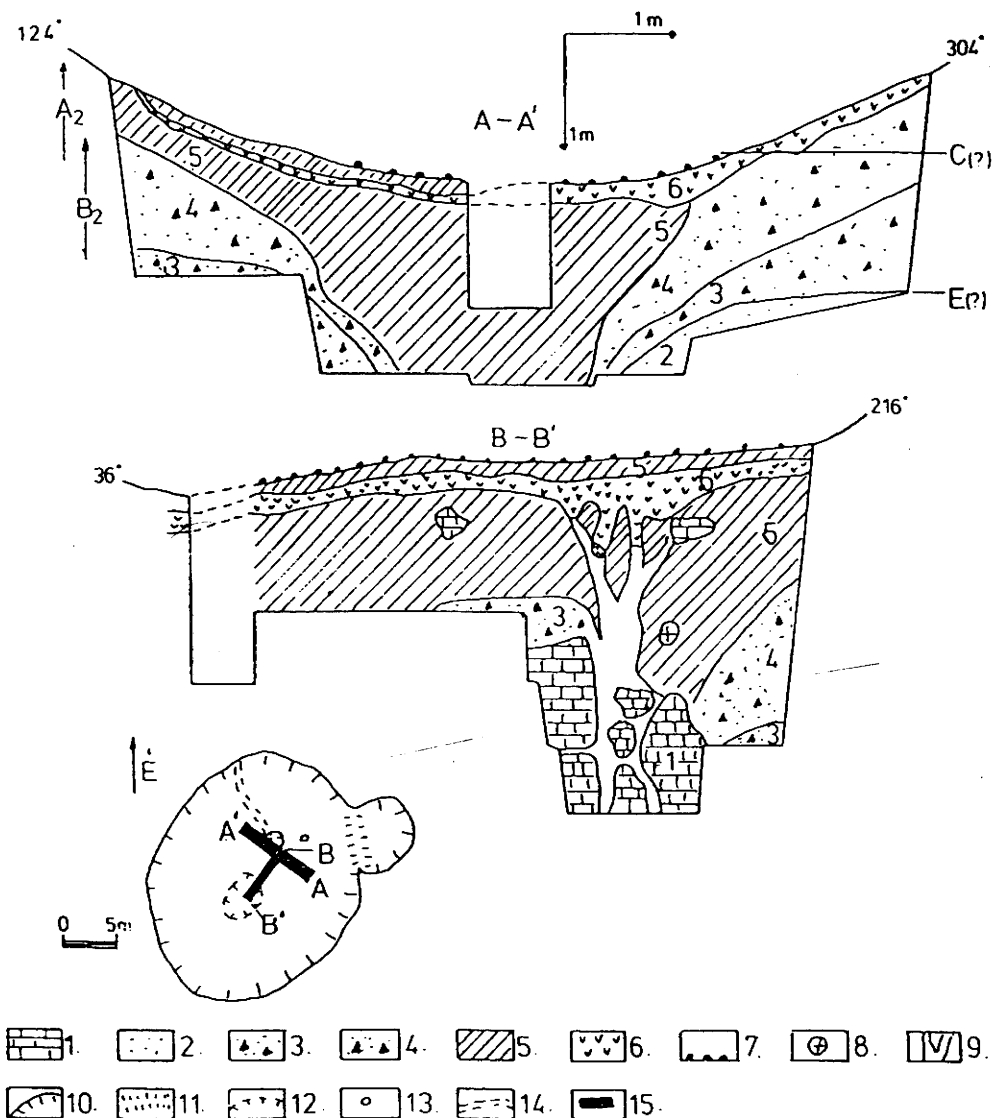
Előfordulhatnak összetett fejlődésű karsztos mélyedések (**28. ábra**) is, amelyek változó aktivitást mutatnak. Ezek kitöltésében a szemcseátmérő ritmikusan változhat.

A fosszilizálódott karsztos mélyedésekből (**29. ábra**) üledék és vízátadás nincs a karsztba. A mélyedés elhalásának oka, hogy az egyre kisebb lejtésű háttérterületről mindinkább finomabb üledékanyag érkezik. Ez lerakódva megnöveli az időszakos tó élettartamát, ami még több és még finomabb üledék lerakódását okozza. A mélyedés feltöltődik (VERESS 1995). Előbb félig fosszilizálódott mélyedések alakulnak ki, ahol az eredeti felszíni forma



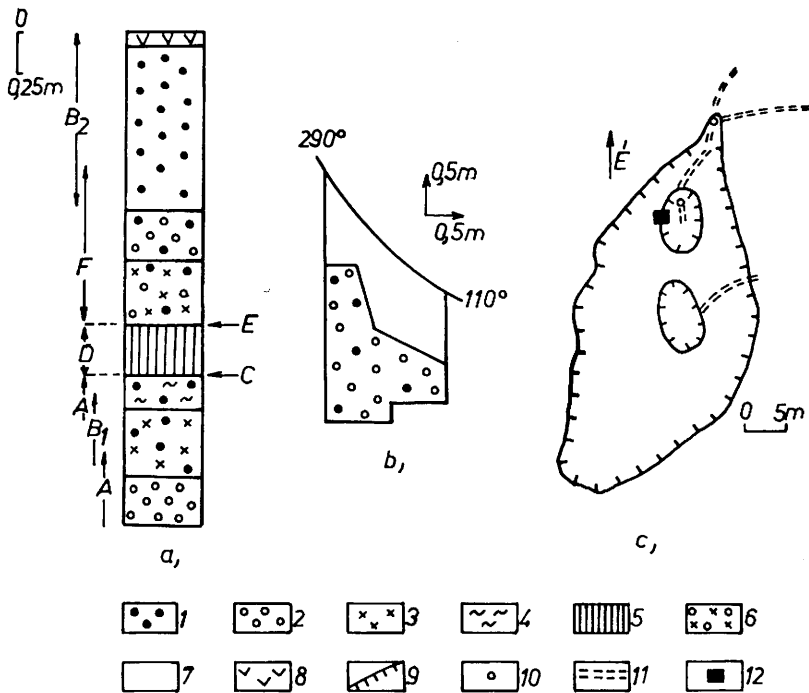
26. ábra. Különböző fejlődési típusba tartozó karsztos mélyedések üledékköltésének fejlődése (VERESS 1986)  
 Jelmagyarázat: 1. mész; 2. áthalmazott lösz; 3. agyag (helyben keletkezett); 4. behordásból keletkezett agyagos öszlet (egymásra települve különböző színűek); 5. laminites öszlet (feküjében esetleg növényhulladékos öszlettel); 6. kitöltés az elvezető járatban; 7. talaj; 8. rövid ideig létező időszakos tó; 9. hosszabb ideig létező időszakos tó; 10. hosszú ideig létező időszakos tó; 11. karsztos mélyedés mélyülésének sebessége; 12. anyagbeszállítás mértéke a karsztos mélyedésbe; A. aktivizálódó karsztos mélyedéstípus; B. inaktivizálódó karsztos mélyedéstípus; C. egyensúlyi állapotú karsztos mélyedéstípus; D. egyensúlyi állapotú karsztos mélyedéstípus növekvő anyagbeszállítás mellett

majdnem teljesen kitöltve, de még maradványaiban látható. (Előfordulhat, hogy a mélyedés teljesen kitöltődik, de a hely – a felhalmozódott növényi maradványok miatt – környezetéhez képest sötétebb színű.) A teljesen fosszilizálódott mélyedésre jellemző a másodlagos mélyedés kialakulása. Végül a pusztuló fosszilis mélyedések területén elkezdődik a lepusztulás. Területükről olyan medrek vezetnek, amelyeket csapadékvizekből vagy talajvizekből táplálkozó időszakos vízfolyások alakítottak ki. A lepusztulás eredményeként (amelyet a kitöltésekben eróziós diszkordancia-felületek is jeleznek) bekövetkezhet az elpusztult mélyedés újraéledése is (posztgenetikus karsztosodás).



27. ábra. Inaktivizálódó karsztos mélyedéstípus (Gy-9 jelű víznyelés töbör, Hárskúti-fennsík központi része) kitöltése (VERESS 1986, 1987b, a szelvényeket FUTÓ 1980a készítette)

Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. vörössárga, tűzkömentes agyag; 3. vörössárga agyag tűzkövel; 4. zöldessárga agyag tűzkövel; 5. talajjal kevert lösz; 6. növényhulladékos összlet; 7. szürkésbarna recens kolloid (?); 8. recens csont- és fogmaradvány; 9. vízvezető járat oldalnézetben; 10. karsztos mélyedés pereme; 11. karsztos küszöb; 12. fiókmélyedés; 13. vízvezető járat felülnézetben; 14. meder; 15. kutatógödör;  $A_2$  inaktivizálódás, növekvő üledékeszállítás mellett (szántóföldi művelés hatására);  $B_2$  egyensúlyi állapot a karsztos mélyedés mélyülésénél; C. vízvezető járat záródása; E. vízvezető járat kinyílása

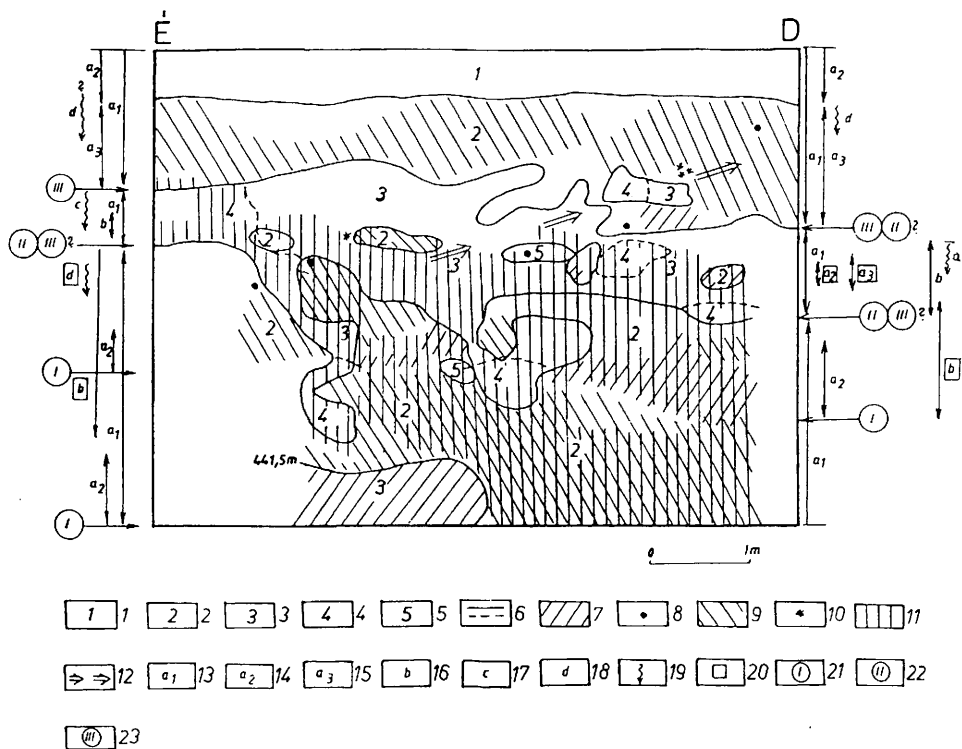


28. ábra. Összetett fejlődésű karsztos mélyedés (a Ho-8 jelű víznyelő töbör, Homód-árok környéki karsztos térszínrészlet) üledékkitöltésének szelvénye (VERESS 1987b módosítva, a szelvényeket FUTÓ készítette) Jelmagyarázat: a. a karsztos mélyedés kutatógödrének kereszt-szelvénye; b. hossz-szelvény; c. a karsztos mélyedés alaprajza; 1. kavics szórtan a kitöltésben; 2. sárga kőzetliszt; 3. sötétszürke agyag; 4. zöldesszürke agyag; 5. laminit (agyagos kőzetlisztes lemezek); 6. kissé agyagos kőzetliszt; 7. barnássárga talaj; 8. humusz; 9. karsztos mélyedés pereme; 10. vízvezető járat; 11. meder; 12. kutatógödör; A. inaktivizálódás; B<sub>1</sub> egyensúlyi állapot a karsztos mélyedés mélyülésénél; B<sub>2</sub> egyensúlyi állapot növekvő üledékbeszállítás mellett (erdőirtás); C. vízvezető járat záródása; D. inaktív állapot; E. vízvezető járat kinyílása; F. aktivizálódás

## ÁRAMLÓ KARSZTVÍZTŐL FÜGGŐ FEDETT KARSZTOSODÁS

Ez a karsztosodás az áramló karsztvíz övében végbemenő üregesedéshez kapcsolódik. Az üregesedés keveredési korrózióval történik, amit azok a gömbüstök bizonyítanak, amelyek a barlangokban és az ezek elpusztulásából visszamaradó sziklafalakon fordulnak elő. Az üregesedésre a nem karsztos kőzetek is hatással vannak. Egyrészt úgy, hogy a nem víz-áteresztő kőzetek alatt játszódik le a folyamat (rejtett karsztosodás). Másrészt úgy, hogy a völgytalpakon feltáruuló karbonátos kőzetre a nem karsztos térszínekről érkező vízfolyásoknak az itt elszívárgó vize is hozzájárul az üregesedéshez.

Azok az üregek, amelyek nem jelenleg, hanem korábban képződtek, a jelenlegi karsztvíz szintje felett helyezkednek el. A hajdani üregesedés vagy üregesedések a völgyoldalak-



29. ábra. A D-14 jelű dagonya (Homód-árok környéki karsztos térszínrészlet) kutatógödrenek üledékei (VERESS 1998)

Jelmagyarázat: 1. recens kitöltés és talaj a dagonyában; 2. szürke agyag; 3. szürke-sárga kevert agyag; 4. gyengén sárgás agyag; 5. tarka kevert agyag; 6. anyaghatár; 7. faszenes összlet; 8. gumós kifejlődésű faszén; 9. vasoxid; 10. limonit; 11. meszes összlet; 12. vízvezető hely valószínűsíthető vándorlása feltöltés során; 13. feltöltés általában; 14. lassú feltöltődés (dagonya állapot); 15. gyors feltöltődés (eltemetődés); 16. mélyedésen belüli áthalmozódás, részmélyedésen belül feltöltődés; 17. mészkiválás (dagonya nélküli térszínről elszivárgás); 18. teljes inaktivizálódás (limonitképződés, talajvíz); 19. a jel kezdete hozzávetőlegesen jelzi a beszivárgási felszínt; 20. a folyamat a fosszilizálódó mélyedésen belül lokalizált; 21. elvezető járat elzáródása; 22. felnyílás, vízvezetés; 23. lepusztulás (eróziós diszkordancia felület)

ban (ill. az itt felnyíló barlangokban) és bányafalokban tanulmányozhatók. Az áramló karsztvízhez köthető üregesedés jellegzetességei az alábbiak:

- Egyes helyeken felismerhető, hogy barlangrészek, gömbüstök összeoldódásával képződtek (VERESS-PÉNTÉK-HORVÁTH 1992a,b), ezek összetett, másodlagos üregek. Emellett gyakoriak az olyan, többnyire 1-2 dm-es üregek, amelyek nem összeoldódással jöttek létre (elsődleges üregek).

- Az üregesedés a barlangok térbeli kifejlődését figyelembe véve horizontális jellegű.

Az áramló karsztvízöbven kialakult üregek között csak ritkán fordulnak elő vertikális (kürtő) jellegű üregek (Kertesköi-szurdok).

- Az üregesedési zóna a felszínhez képest igen változatosan fejlődhet ki. Felső határa húzódhat közel a karbonátos kőzet felszínéhez (ilyen üregek tárnak fel pl. a Dudar mel-



letti kőbányában), vagy elhelyezkedhet attól nagyobb mélységben. Az üregesedési zóna lehet kis vastagságú vagy függőleges irányban jelentősebb kiterjedésű. Utóbbi esetben üregesedett és kevésbé vagy egyáltalán nem üregesedett zónák váltakozhatnak. Ez visszavezethető a hordozó rög szakaszos kiemelkedésére vagy arra, hogy a karsztos kőzetet nem vagy kevésbé karsztosodó betelepülések szakítják meg.

- Viszonylag jelentősebb üregesedés elsősorban a nummuliteszes mészkőben tapasztalható, különösen akkor, ha e kőzet földolomiton települ.

- A hegység látható, hozzáférhető karsztos formakincséhez az áramló karsztvíz üregei attól függően járulnak hozzá, hogy milyen módon érték el mai alakjukat. Ez lehet mennyezetbeszakadás (szakadéktöbrök képződnek) vagy felnyílás (maradványbarlangok).

### Szakadéktöbrök

Főleg középső-eocén nummuliteszes mészkő (Szőci Formáció) felszíneken gyakoriak a néhány m-es, megnyúlt, de szabálytalan alaprajzú, sekély (gyakran csak néhány dm-es mélységű) mélyedések, a szakadéktöbrök. Elkülöníthető változataik a körkörös (33. kép), megnyúlt-széles és megnyúlt-keskeny szakadéktöbrök (34. kép). A körkörös szakadéktöbrök lankásabb oldalúak, kevésbé megnyúltak és határozottan lefolyástalanok. A széles és keskeny változatok meredek oldalúak. Utóbbiak lefolyástalan jellege kevésbé markáns. A szakadéktöbrök az áramló karsztvíz övében kialakult üregek mennyezeteinek beomlása során képződtek.

E képződmények beszakadásos eredetét bizonyítja, hogy aljzatuk kibontása során az oldalfalaikon mennyezetmaradványok tárulnak fel. Aljzatuk kitöltését részben olyan lapos kőtömbök képezik, amelyek a beomlott mennyezetek maradványai. Továbbá az is, hogy e formák peremén jelenleg is omladozások nyomai figyelhetők meg. Számos helyen látható, hogy a völgyoldalak maradványbarlangjainak folytatásában a völgyperemen kívül szakadéktöbrök fordulnak elő. Ez csak úgy értelmezhető, hogy a felszín alatti üregek a völgyoldalokban a völgy által feltárulnak, míg a völgyperemeken túliak (vagy a völgyoldal alattiak folytatódásai) beomlással üreg jellegüket veszítik.

A beszakadásos genetika mellett szól az is, hogy a szakadéktöbrök elrendeződése, morfológiája sok hasonlóságot mutat a Dohányos-hegy (Kab-hegy) mélyedéseivel. (Ezek bányavágatok mennyezetének beomlásával alakultak ki.)

Az üregek – amelyek elpusztulásával kialakultak – oldódásos eredetűek. Ezt az alábbiak bizonyítják:

- A szakadéktöbrök oldalfalaiban gyakoriak az oldódásos eredetű formák (pl. kürtőroncsok).

- A szakadéktöbrök kisméretűek (néhány m hosszúságú, 1-2 dm, legfeljebb m-es mélységű és szélességű üregekből képződhetnek), ugyanakkor egy-egy helyen nagy sűrűséggel fordulnak elő. Ezek a sajátosságok nem az eróziós üregetetika mellett szólnak. Hasonlóképpen az sem, hogy a völgyek közötti térszíneken tetőhelyzetben találhatóak. E formákhoz nem vezetnek eróziós eredetű medrek vagy völgyek.

- Említettük, a szakadéktöbrök középső-eocén nummuliteszes mészkő térszínre jellemzőek. Ha eróziós eredetűek lennének, egyes szakadéktöbrök az eocén mészkövet határoló triász karbonátos kőzetekre is átnyúlnának. Ugyanis eróziós kialakulás esetén nincs olyan ok, amely miatt a kialakulásukért felelős üregek kizárólag csak az eocén mészkőben képződnének.

- A kitöltésük keverten kőtömbökből, talajból és áthalmazott löszből áll. Ennek mind a kifejlődése, mind az összetétele ugyancsak ellene szól az eróziós genetikának.

## Maradványbarlangok

Azok az áramló karsztvíz övében kialakult üregek, amelyek a bezáró kőzet pusztulása során nyílnak fel, a maradványbarlangok (VERESS 1980a, 1981a).

A völgyi maradványbarlangok völgykialakulás során képződnek (30, 31. ábra). A tetőhelyzetűek a rögök tetőszintjeinek (32., 33. ábra), a fennsíkperemiek a rögök töréslépcsőinek nem eróziós eredetű (pl. fagyaprózódás, tömegmozgás) pusztulása során nyílnak fel. Tetőhelyzetű barlangmaradvány pl. a hódos-éri Likas-kő, fennsík peremi maradványbarlangok a magos-hegyi barlangok, de ilyen barlangok említhetők a Tönkölös-hegyről vagy a Kőrísgyőr-hegyről is.

A maradványbarlangok üregeinek áramló karsztvíz övben végbemenő kialakulását a keveredési korróziót jelző formakincsük bizonyítja. (A keveredési korrózióra a leszálló karsztvízövében nincs vagy kicsi az esély, annál nagyobb viszont az áramló karsztvízövében.) Ilyen formák a barlangfalakon előforduló gömbüstök (35. kép).

Áramló karsztvízövében azonban nem csak maradványbarlangok, hanem forrásbarlangok is kialakulhatnak. A hegység barlangjai azonban nem forrásbarlangok, hanem maradványbarlangok, amelyeket az alábbiak bizonyítanak.

- A hegység kifejlődött epigenetikus völgyei a rögök emelkedése során képződhetnek. Az emelkedés a főkarsztvíz süllyedését eredményezi. A völgytalpak regressziós mélyülése késleltetve csak követi a karsztvízszint süllyedését.

A völgytalpak – vízfolyásaik bevágódására visszavezethető – mélyülésének az egyes hegység részek (rögök) emelkedésénél kisebb mértékűnek kell lennie. Ellenkező esetben a völgytalpaknak a határoló térszínnek (Kisalföld) szintje alá kellene mélyülniük.

Ezt erősítik meg a hegységben jelenleg uralkodó viszonyok. Az epigenetikus völgyek talpai a főkarsztvízszint felett függenek (még inkább így van ez a kiemelt rögök töréslépcsői vagy tetőszintjei esetében). Az epigenetikus völgyek vízfolyásai nem megcsapolói, hanem jelenleg és korábban is táplálói voltak a főkarsztvíznek. E völgyek legfeljebb karsztvízemeletek megcsapolói lehetnek. Ilyen jelenség a hegységben számos helyen figyelhető meg (pl. a Mester-Hajag karsztvízemeletének vize a Szekrényes-kő-árok oldalában több helyen is előbukkan.) A karsztvízemeletek vizéből táplálkozó karsztforrások azonban túlságosan kis vízhozamúak, hogy e helyeken forrásbarlangok képződhessenek.

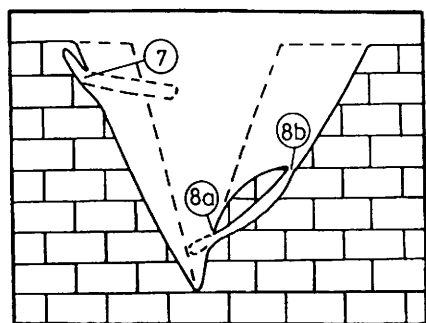
- Az Ördög-árok barlangjait dőlésirányban, tehát a jelenlegi bejáratok felől áramló vizek oldották ki. Ez csak akkor lehetséges, ha az a bezáró kőzettömeg, ahonnan a karsztvíz származott, mára már lepusztult.

- Gyakori a hegység barlangjai között a teljesen vakon elvégződő (31. ábra). Forrásbarlang esetében ez nem lehetséges. Lehetséges viszont a maradványbarlangok esetében, amelyek zárt üregek felnyílásával alakulnak barlanggá.

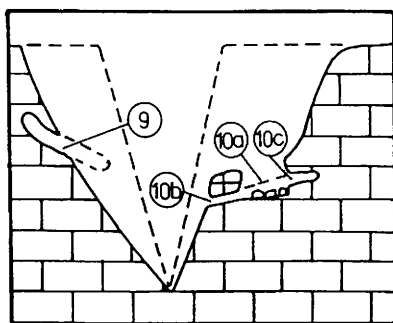
- A különböző, főleg völgyeket határoló sziklafalakon gyakoriak a gömbüstroncok (36., 37., 38. kép). A gömbüstök jelenléte arra utal, hogy számos olyan üreg létezett korábban, amelyek elpusztulásával létrejött sziklafalakon megmaradtak a keveredési korróziós üregkialakulás során képződött gömbüstök (ill. roncsaik).

A korróziós forrásbarlangok és maradványbarlangok elkülönítése nem mindig könnyű. Egyrészt a maradványbarlangok hossza akár a forrásbarlangokét meg is haladhatja, másrészt az utóbbiak kisebb-nagyobb mennyezetrészeik elvesztésével roncsokká is különülhetnek. E két barlangtípus elkülönítése az alábbi tulajdonságok (34. ábra) felismerésével lehetséges. (A forrásbarlangok jellemzőinél JAKUCS (1971), a maradványbarlangok jellemzőinél VERESS (1980) eredményeit használtuk fel.)

- A forrásbarlangok epigenetikus völgyek völgyfőinél vagy karsztfennsíkok pereménél



I. 0 10m(kb.)



II. 0 10m(kb.)



30. ábra. Erózióval felnyitott, majd a völgyoldal pusztulásával továbbfejlődött (I), a völgyoldal pusztulásával felnyitott és továbbfejlődött (II) maradványbarlangok

Jelmagyarázat: 1. karsztosodó kőzet; 2. mennyezetomladék; 3. idősebb völgy; 4. jelenlegi völgy; 5. megsemmisült üregrész; 6. maradványbarlang; 7. lineáris erózióval felnyitott, majd a völgyoldal pusztulásával lerövidült maradványbarlang-csonk; 8. lineáris erózióval felnyitott maradványbarlang (8a), majd ebből a völgyoldal pusztulásával kifejlődött maradványbarlang-roncs (8b); 9. a völgyoldal pusztulásával felnyitott és lerövidült maradványbarlang-csonk; 10. a völgyoldal pusztulásával felnyitott, majd omlással mennyezetét veszített barlangmaradvány (10a), a maradványbarlang omlással elkülönült maradványbarlang roncsa (10b) és maradványbarlang csonkjá (10c)

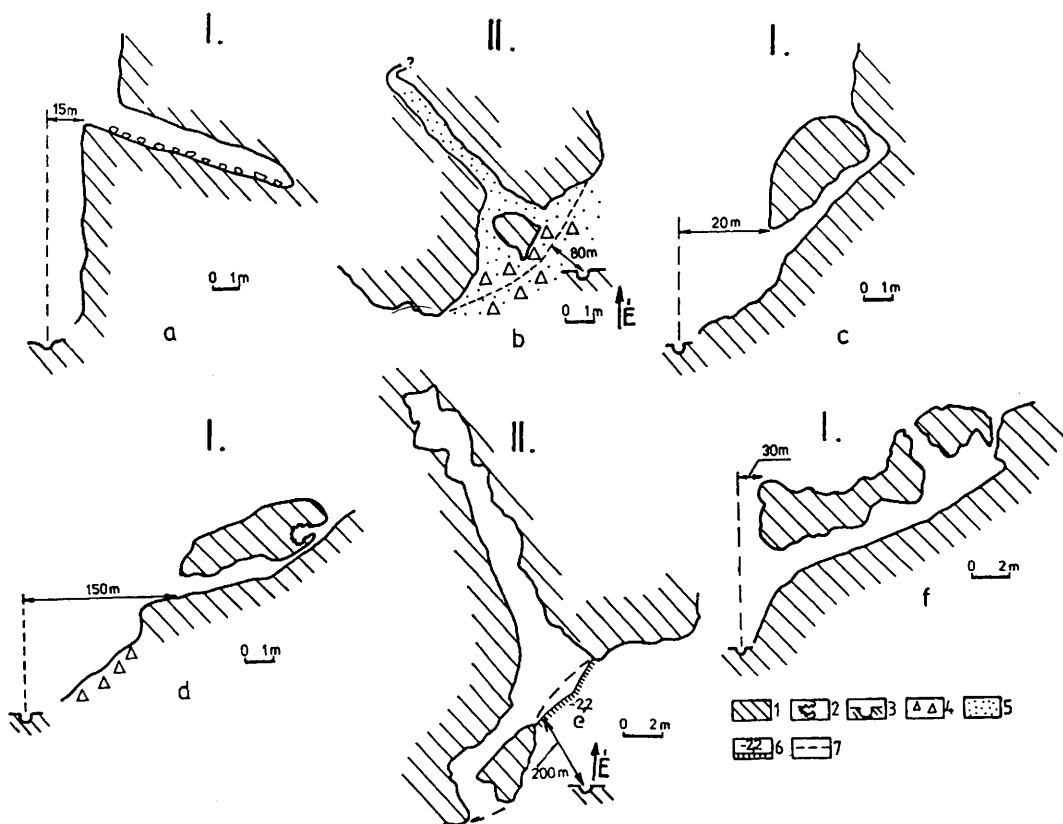
(ritkán epigenetikus völgyek oldalában), a völgyi maradványbarlangok az epigenetikus völgyek oldalában fordulnak elő.

- A forrásbarlangok előterében többnyire mésztufa fordul elő, míg a maradványbarlangok előterében, mivel ott a karsztvíz tartós ideig nem bukkan felszínre, ez hiányzik.

- A forrásbarlangok kitöltését mállási maradék képezi, míg a maradványbarlangokban a mállási maradékon (ha egyáltalán kifejlődik) folyóvízi és egyéb áthalmozott üledékek is előfordulhatnak.

- A forrásbarlangok nagyobb kiterjedésű, több szintben előforduló, magányos képződmények. A maradványbarlangok rövidebbek (rendszerint néhány méteresek). A völgyi maradványbarlangok a völgyek oldalában változatos magasságban (35. ábra), nagy számban (számos üreg alakulhat ki az áramló karsztvízövében) elhelyezkedő, függő helyzetű (a völgybevágódás miatt) karsztformák (39. kép). Valójában a változatos magasságú völgyi maradványbarlangok néhány szint körül csoportosulnak, ami jelzi, hogy kioldódásuk a karsztvíz tartósabb nyugalmi állapotára vezethető vissza. Azonban az említett szintek körül a szóródás jelentős lehet, ami azzal hozható kapcsolatba, hogy adott vízszintnél ugyanabban az időben különböző mélységekben alakulhatnak ki üregek. A fennsíki maradványbarlangok tetőhelyzetűek, a fennsíkeremiek tengerszint feletti magassága igen változatos lehet.

- A forrásbarlangok többnyire egybejárható képződmények, a bejáratoktól vezető járat akár többszöri szétágazást is mutathat. A maradványbarlangok gyakran több bejárattúak, mivel az üregek feltárulása (elpusztulása) gyakran ott történik, ahol azok több járatra különülnek.

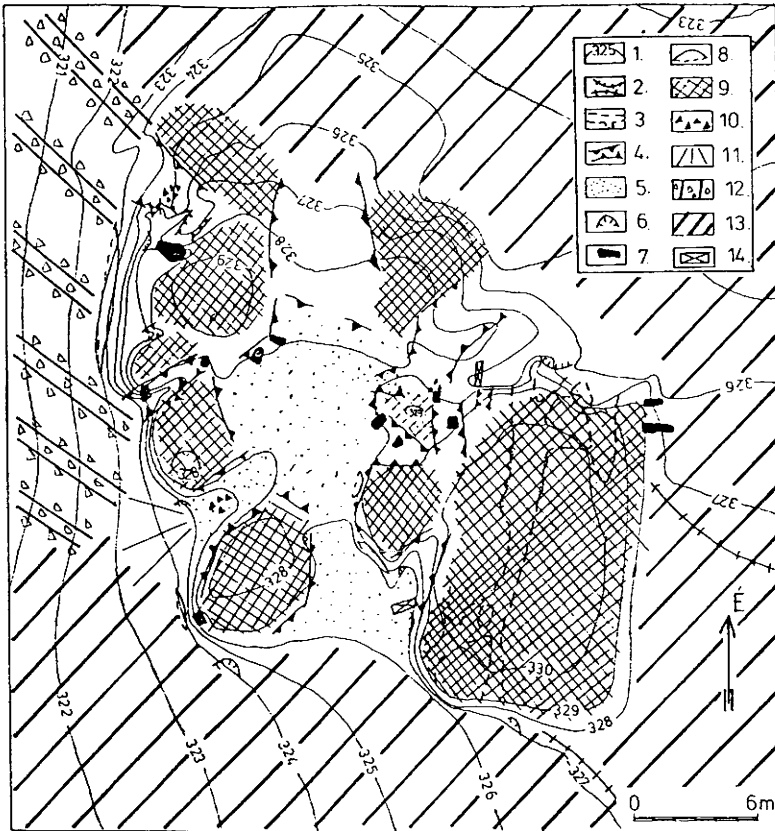


31. ábra. Néhány jellegzetes maradványbarlang hosszmetsetben (I.) és alaprajzban (II) (barlangtérképek a Cholnoky J. BKCs 1977. és 1978. évi jelentéseiből).

Jelmagyarázat: 1. bezáró kőzet; 2. gömbüst; 3. meder; 4. törmelék; 5. talaj, mállási maradék; 6. sziklafal mélységadattal; 7. bejárat esővonalala; a. lineáris erózióval felnyílt maradványbarlang (C-3 jelű vagy Cuhavölgyi Rejtett-fülke); b. a völgyoldal pusztulásával felnyílt többbejáratú maradványbarlang (K-8 jelű vagy Kő-völgyi-sziklaüreg); c. a völgyoldal pusztulásával felnyílt, majd maradványbarlangroncsá pusztult maradványbarlang (Km-1 jelű vagy cseszneki Átjáró-barlang); d. a völgyoldal pusztulásával felnyílt, majd maradványbarlangroncsá pusztult maradványbarlang (M-4 jelű vagy magos-hegyi Likas-kő); e. töréslépcső pusztulásával felnyílt, majd barlangcsoncokra és barlangroncsokra különült maradványbarlang (M-5 jelű vagy Csapóné-konyhája-barlang); f. a völgyoldal pusztulásával felnyílt, majd maradványbarlang roncsokra különült maradványbarlang (C-4 jelű vagy Remete-lik)

- A forrásbarlangok felett a bezáró kőzet viszonylag vastag. Így barlangroncsokra különülésük alig vagy egyáltalán nem történik meg. A maradványbarlangok felett a bezáró kőzet vékony. Ezért a mennyezetek gyakran és több helyen beszakadoznak. (Ily módon mennyezetüket veszített barlangmaradványok, átjárók, sziklahidak képződnek.) Gyakorikak a sziklafalakon a kisebb-nagyobb oldódási maradványok (gömbüstroncok, kürtöroncsok).

- A forrásbarlangok bejáratától távolodva az aljzat egyre mélyebbre kerül, a maradványbarlangok aljzatainak dőlése, valamint aljzatuk magassága a bejáratokhoz képest igen változatos lehet (31., 34. ábra).



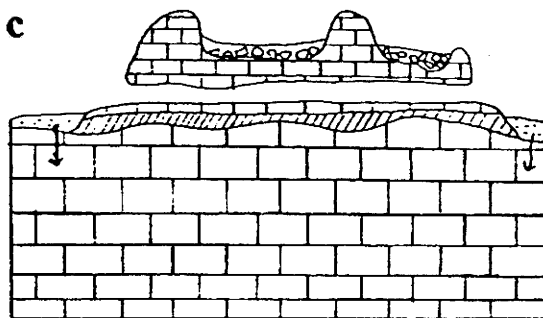
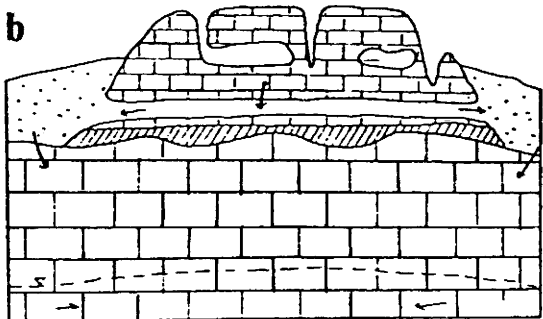
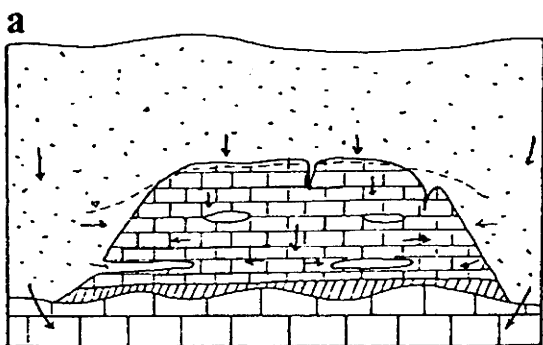
32. ábra. A Hódos-éri Likas-kő morfológiai térképe (VERESS-FUTÓ 1987)









Jelmagyarázat: 1. szintvonal; 2. nyereg; 3. maradványbarlang roncs; 4. barlangmaradvány; 5. feltöltés; 6. gömbüstroncs; 7. kürtőmaradvány; 8. sziklaeresz (részben kitöltött gömbüst); 9. sziklatömb; 10. omladék; 11. törmelékkúp; 12. törmeléklejtő; 13. laza, áthalmazott üledékkel fedett térszín; 14. kutatógödör

A hegység szurdokai és szurdokos völgyrészletei (40. kép) karsztos eredetűek, miután kialakulásukban az áramló karsztvíz üregei is részt vettek. A bemélyülő völgyek (pl. Cuha, Ördög-árok, Kő-árok, Kőmosó-szurdok stb) vízfolyásai ugyanis ezeket az üregeket feltárják, felnyitják (35. ábra). A felnyíló üregek a völgyek mélyülését elősegítik, e folyamat intenzitását növelik. A völgyi típusba tartozó maradványbarlangok sűrűsége a legnagyobb, miután a felszíni vízfolyás elszívargó vizei növelhetik az üregesedés intenzitását és így valószínűleg az üreggyakoriságot is.

A völgybevagódás során kialakuló maradványbarlangoknak két változata különíthető el. Azok, amelyek közvetlenül lineáris erózióval nyíltak fel és azok, amelyek a völgyoldalak lepusztulásával.

A lineáris erózióval felnyílt barlangok a mederhez közeli helyzetűek és meredek, sziklás falakon nyílnak (41. kép, 31. ábra). A völgyoldalak pusztulásával a már korábban kiala-

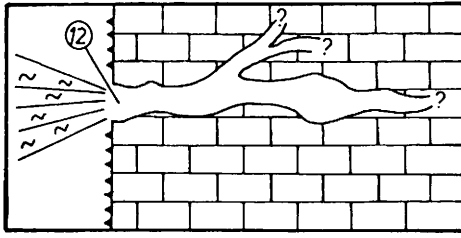


- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  1. |  2. |  3. |  4. |
|  5. |  6. |  7. |  8. |

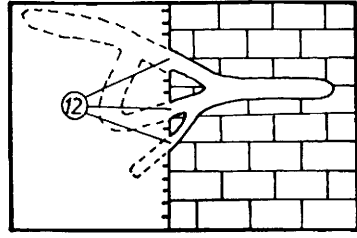
33. ábra.

A Likas-kő karsztos üregeinek fejlődéstörténete (VERESS-FUTÓ 1987)

Jelmagyarázat: a. a szirt fedett és a karsztvízszint alatt helyezkedik el; b. a szirt részben exhumálódott és a karsztvízszint felett helyezkedik el; c. további exhumálódást követően elkezdődik a karsztos üregek pusztulása; 1. triász karbonátos kőzet; 2. abráziós alapkonglomerátum; 3. eocén mészkő; 4. kavics (Csatkai Kavics Formáció); 5. omladék; 6. karsztvízszint; 7. vízáramlás iránya; 8. karsztos üreg

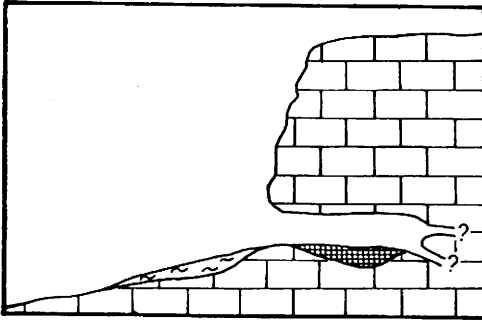


I. 0 10m(kb.)

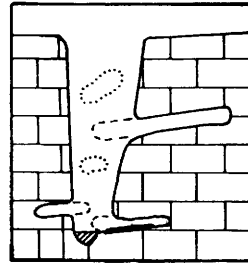


II. 0 5m(kb.)

a

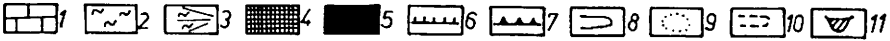


I. 0 25m(kb.)



II. 0 10m(kb.)

b

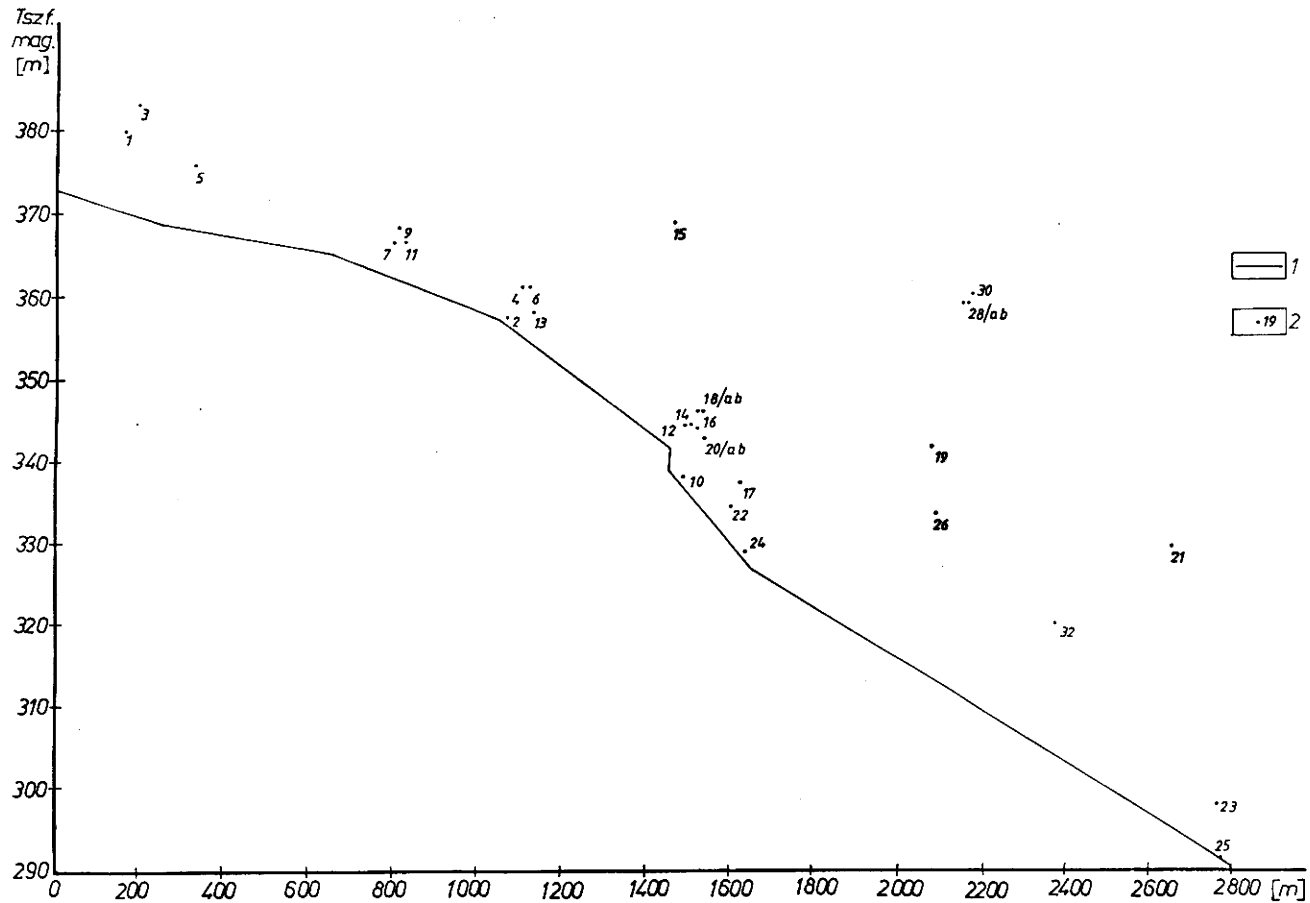


34. ábra. Forrásbarlangok (I) és völgyi maradványbarlangok (II) néhány morfológiai jellemzője  
 Jelmagyarázat: 1. karbonátos kőzet; 2. mésztufa; 3. mésztufa kúp; 4. barlangi agyag; 5. folyóvízi eredetű üledék; 6. karszt pereme; 7. átöröklődéses völgy pereme; 8. oldódással kialakult barlang; 9. erózió által teljesen megsemmisített üreg elpusztított része; 11. mederben áramló víz; 12. barlang bejárat; a. felülnézet; b. oldalnézet

kult maradványbarlangok tovább rövidülnek (maradványbarlang-csonk), részekre különülnek (maradványbarlang-roncs) vagy újabb üregek nyílnak fel (42. kép, 30., 31., 36. ábra). A völgyoldalak pusztulása során tovább formálódó maradványbarlangok, de különösen az ezen folyamat során felnyíló a medertől távolabb esnek, és gyakran a mederhez képest jelentős relatív magasságúak. Környezetükben a völgyoldalak kevésbé meredek.

A völgyoldalak lepusztulása eredményeként a maradványbarlangok, vagy azok roncsainak mennyezetén ablakok képződnek. További pusztulás során sziklahidak vagy mennyezetmaradványok (43. kép, 36. ábra) maradnak vissza. Gyakoriak lesznek a néhány m-es maradványbarlangroncsok és maradványbarlangcsonkok.

A mennyezetüket teljesen elvesztő maradványbarlangok barlangmaradvánnyá (44., 45. kép) alakulnak. Ezen formákat oldalról meredek sziklafalak határolják. E képződmények igen gyakoriak. Pl. az Ördög-árok völgyoldalaiban számuk több százra vagy ezerre becsülhető. Alaprajzuk szerint folyosó- vagy teremszerűek lehetnek. Barlangmaradvánnyá alakul-



35. ábra. Az Ördög-árok medrének esésgörbéje és a völgyoldal barlangjainak helyzete Jelmagyarázat: 1. meder; 2. barlangbejárat



nak azok a felszínközeli üregek is, amelyek mennyezetük beomlása során nem alkotnak lefolyástalan formát, tehát szakadékdolinát (VERESS–FUTÓ 1987, **32.**, **33. ábra**).

A szurdokok vagy szurdokszerű völgyrészletek oldalában ott, ahol a barlanggyakoriság nagy, rendszerint néhány m-es, ívelt lefutású sziklafal alakul ki a völgylejtőn. Ugyanis az intenzív üregpusztulás következtében e helyeken a meredek lejtő omlásos pusztulása megy végbe. Ilyen helyeken a lejtőlepusztulás egyéb formái háttérbe szorulnak, ezért a lejtők kevésbé lankásodnak el.

A szurdokok oldalában előfordulnak olyan barlangmaradványok is (**46. kép**), amelyek függőleges helyzetűek (a karsztvíz övében kialakult egykori kürtők részben elpusztult maradványai). Ezek, hasonlóan a lineáris eróziós eredetű maradványbarlangokhoz, a mederhez közeli helyzetűek. A kürtők is hozzájárulhatnak a völgyoldalak pusztulásához. A kürtők közötti vékony válaszfalak lepusztulásával a völgyoldalokban 5-10 m szélességű, a völgyoldal felső végének irányába kiékelődő bemélyedések alakulnak ki. Ezeket kürtőközi válaszfalak maradványai tagolhatják (**47. kép**).

A lineáris erózióval felnyílt üregek a völgy mélyüléséhez vezetnek (a szurdokos jelleg növekszik), míg a völgyoldalak pusztulásával felnyíltak a völgy szélesedéséhez járulnak hozzá. Összességében a folyamatot üregfelnyílásos völgyfejlődésnek nevezzük. Ez a völgyfejlődés a hegység karsztosodásának egyik sajátos és gyakori megnyilvánulása.

## KARSZTOSODÁSI TÍPUSOK

A hegység rögeinek karsztos térszínrészletei különböző karsztosodási típusokba sorolhatók. Előfordulhat, hogy egy-egy karsztos térszínrészlet karsztosodása egyetlen karsztosodási típusba tartozik, de az is, hogy többbe. A karsztosodási típusok kialakításában az alábbi játszanak szerepet:

- A karbonátos fekvő morfológiája tagolt-e vagy tagolatlan. Előző esetben függ attól, hogy ez a morfológia tektonikus vagy paleokarsztos eredetű-e.

- A paleokarsztos járatrendszer kifejlődött-e, és ha igen, mekkora a járatok sűrűsége, mennyire és milyen üledékkel töltődtek ki.

- A fedőüledékek vastagsága, minősége, a fedőüledékes térszín denudációja vagy akkumulációja folyik-e, továbbá, hogy a denudáció milyen hatásra (lejtőleöblítés vagy lineáris erózió) történik.

- A felszín morfológiája (pl. völgyek jelenléte vagy hiánya).

- A völgyképződési helyek a paleokarsztos formakincshez képest hol jönnek létre.

- A hordozórögön milyen karsztosodó kőzetek, milyen elterjedésben fordulnak elő.

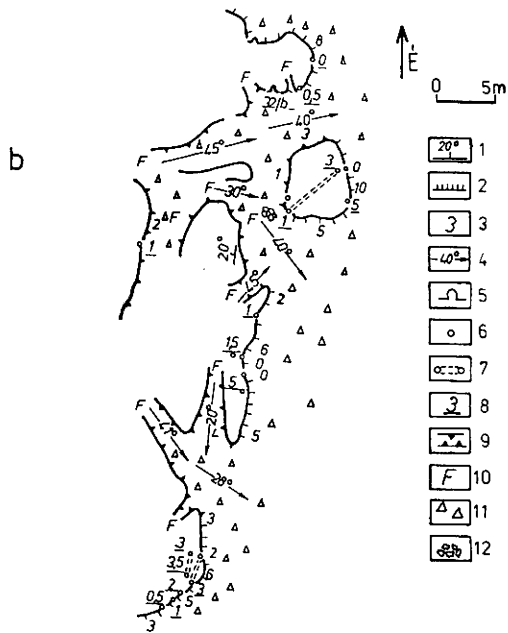
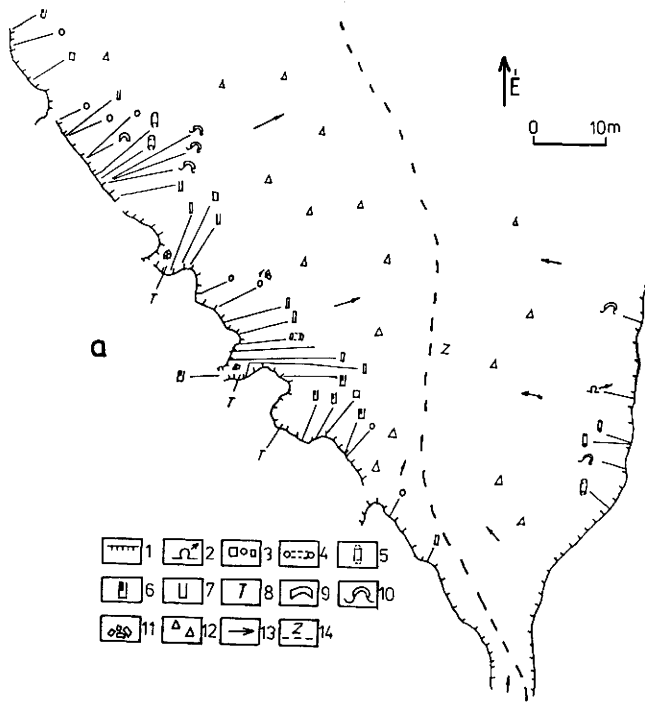
- A hordozórög abszolút és relatív magassága és kiterjedése.

- A hordozórög negyedidőszaki emelkedésének sebessége és annak jellege (szakaszos vagy folytonos-e), a kiemelkedés módja (az emelkedés egységes vagy billenéssel történik-e).

- A hordozórögön a völgyátöröklődés kezdetének és az átöröklődés végének ideje (ezek a rög kiemelkedéséhez, a lösz képződéséhez és a pillanatnyi szintjéhez képest mikoriak).

- Az áramló karsztvíz helyzete a karbonátos felszínhez képest. Az áramló karsztvíz üregrendszere mennyire egységes és milyen vastagságban fejlődött ki.

Az alább tárgyalásra kerülő karsztosodási típusok áttekintését szolgálja a **IV. táblázat**, és a **37. ábra**.



← 36. ábra. Uralkodóan lineáris erózió (Pápalátó-kő alatt) során (a), valamint lejtőlepusztulás (Ö-32 jelű barlang környékén) során (b) kialakult maradványformák

(a. VERESS 1981a nyomán; b. ld. a Cholnoky J. BKC. 1981. Évi Jel.-t)

Jelmagyarázat: a. 1. sziklafal; 2. maradványbarlangcsonk; 3. vertikálisan megnyült, kör vagy szabálytalan keresztmetszetű járhatatlan maradványbarlangcsonkok; 4. maradványbarlangroncs; 5. kürtőroncs; 6. mennyezet maradványos barlangmaradványok; 7. barlangmaradvány (folyósoszerű); 8. barlangmaradvány (teremszerű); 9. sziklahíd; 10. gömbüst a sziklafalon; 11. omladék; 12. törmelék, talaj; 13. lejtő dőlésiránya; 14. turistaút b. 1. réteg dőlésiránya és dőlésszöge; 2 sziklafal; 3. sziklafal magassága (m); 4. lejtő dőlésiránya és dőlésszöge; 5. járható maradványbarlang bejárat; 6. járhatatlan maradványbarlang; 7. járhatatlan maradványbarlangroncs (átjáróbarlang); 8. karsztos járat magassága a sziklafalban (m); 9. barlangmaradvány; 10. felszakadás (sérült mennyezetű maradványbarlang); 11. törmelék; 12. mennyezetomladék

### Aramló karsztvíztől független karsztosodási típusok

Az áramló karsztvíztől független karsztosodás azokon a rögökön, rögcsoportokon játszódik le, amelyek az áramló karsztvízöv (főkarsztvíz vagy karsztvízemeletek) kialakulásának idejére kiemelt helyzetbe kerültek.

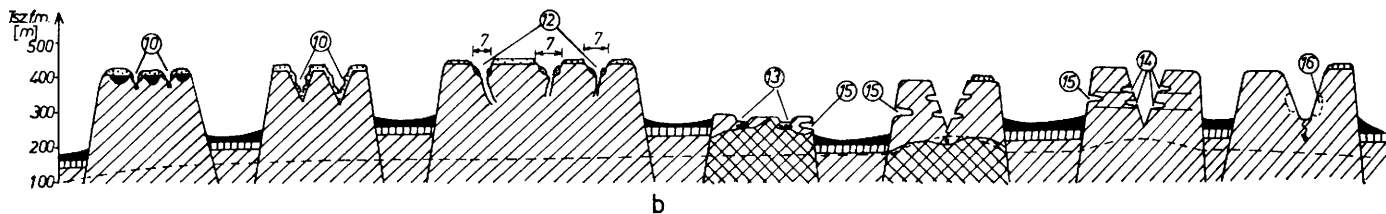
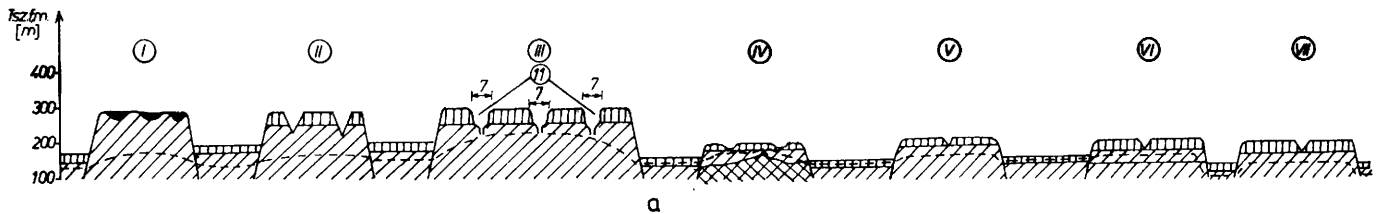
Az ilyen rögökben a karsztvíz szintje az üregesedés idején már jelentősebb mélységben helyezkedett el a karbonátos fekü felszínéhez képest, vagy nem alakultak ki olyan völgyek, amelyek talpa a karsztvízszintig mélyülhetett. Előfordulhatott, hogy az epigenetikus völgyek, amíg fejlődésük tartott, a karsztvízszint fölé kerülő üregeket elérték és feltárták. Ezt követően azonban a fejlődésük hamarosan befejeződött, miután környezetük fedőüledékeinek lepusztulása miatt vízfolyás nélkül maradtak (nem aktív kifejlődött epigenetikus völgy). Az ilyen rögökön üregfelnylásos völgyfejlődés már nem lehetett, illetve nem lehet. A nem aktív, kifejlődött epigenetikus völgyek oldalaiban kisméretű (néhány dm-es kiterjedésű) üregek előfordulhatnak. E formák azon üregesedési zónának a maradványai, amely nem nagy vastagságban alakult ki még a völgy átöröklődése előtt.

Az itt végbemenő karsztosodásban a vízáteresztő fedőüledéken (lösz) átjutó csapadékvíznek jut szerep. A karsztosodásra a karsztvíz vagy a karsztvíz által kialakított üregesedés nem hat.

A fedőüledékek lepusztulása (vagy az akkumuláció) végbemehet töréslépcsőkkel, kiemelkedésekkel (kúpok), valamint paleokarsztos mélyedésekkel tagolt karbonátos felszínen. A fedőüledékek lepusztulhatnak (kivékonyodhatnak) lejtőleomosással, lineáris erózióval és mélybeli anyagszállítással. Az eltérő típusú karsztosodás eredményeként eltérő lehet a karsztformák sűrűsége, eloszlása, mérete, típusa (illetve a különböző karsztforma típusok gyakorisága), helyzete és geomorfológiai környezete. A kitarakodás jellege és így a karsztosodás is a már említetteken kívül függ a rögök, rögcsoportok kiterjedésétől, abszolút és relatív magasságától, a felszínfejlődési előzményektől (altípus és változat). E számos tényező következtében és a kisszámú karsztosodó térszín miatt az egyes rögök, rögcsoportok karsztosodása egyéni arculatú. Mégsem alakulnak ki karsztos kistájak a hegységben, miután a karsztos formák kis mérete és kicsi sűrűsége miatt a rögöknek és rögcsoportoknak a karsztosodás nem képes önálló arculatot adni. A kitarakodási típusok az alábbiak (**IV. táblázat**).

IV. táblázat: Az Északi-Bakony karsztosodási típusai (áramló karsztvíztől független, csak kitakaródás esetén)

| exhumálódott forma     | lepusztulás módja  | kitakaródó térszín, vagy térszínrészlet                          |   | exhumálódás során kialakuló forma                               | képződő fedett karsztos forma morfológiája |   |  |
|------------------------|--|--|---|---|--|---|--|
|                        |  |  |   |   | karsztforma típusa                         | karsztformák eloszlása                    | karsztforma geomorfológiai környezete              |
| töréslépcső            | lejtőleomosás  | töréslépcsővel tagolt rög oldala                                 |   | rög oldala  | víznyelős töbör                            | sorokban                                  | enyhén dőlő sík felszín                            |
|                        | lineáris erózió  | epigenetikus völgy   |   | kettős völgy, ill. az epigenetikus völgy feltöltésében meder    | víznyelős töbör                            | sorokban                                  | epigenetikus völgy oldala                          |
| kúp                    | lejtőleomosás  | nem billent, kis területű rög                                    |   | sík rögfelszín  | víznyelős töbör                            | szabálytalan csoportokban                 | rög felszínén tetőhelyzetben                       |
|                        |  | billent, kis területű rög  | egy irányban billent rög                    | lejtésirányban gerincek, köztük exhumálódásos maradványtérzínek | víznyelős töbör                            | rövid sorokban                            | rögfelszínén, exhumálódásos térszín                |
|                        |  |  | két irányban billent rög                    | lejtésirányban kúpsorok, köztük exhumálódásos maradványtérzínek | víznyelős töbör                            | rövid sorokban                            | rögfelszínén, exhumálódásos térszín                |
|                        | lineáris erózió  | keresztirányú feltárulás, nagy területű rögön                    |   | epigenetikus völgy  | fedett karsztos víznyelő                   | magányosan                                |  |
|                        |  |  |   |   | oldásos töbör                              | szabálytalan csoportban                   |  |
|                        |  | hosszirányú feltárulás, nagy területű rögön                      | kúpokon                                     | epigenetikus völgyközi hát                                      | mélyedését veszített járat                 | magányosan                                | epigenetikus völgyközi háton                       |
|                        |  | kúpok között   | epigenetikus völgy                          | álvíznyelős, víznyelős töbör                                    | sorokban                                   | epigenetikus völgyek oldalában            |  |
|                        |  |  |   | utánrogyásos töbör  | csoportban                                 |   |  |
|                        | lineáris erózió és, vagy lejtőleomosás, majd mélységi anyagszállítás | rögfelszín   |   | áldepresszió  | víznyelős töbör                            | rövid sorok (lehetnek ívelt) csoportokban | rögfelszínén, tetőhelyzetben                       |
| paleokarsztos mélyedés | lejtőleomosás  | paleokarsztos mélyedésekkel tagolt völgytalp feltárulása         |   | epigenetikus völgy  | víznyelős töbör                            | rövid sorokban                            | tetőhelyzetű epigenetikus völgyek talpmaradványain |
|                        | lejtőleomosás, vagy lineáris erózió és mélységi anyagszállítás       | paleokarsztos mélyedésekkel tagolt rögfelszínrészlet feltárulása |   | sík rögfelszín-en igazi depresszió                              | álvíznyelős töbör                          | magányosan                                | igazi depressziókban                               |
|                        |  |  |   |   | víznyelős töbör                            | csoportosan                               |  |
|                        | epigenetikus völgy feltárulása                                       |  | epigenetikus völgy talpán igazi depressziók | posztgenetikus víznyelős töbör                                  | magányosan vagy szabálytalan csoportokban  | epigenetikus völgytalpakon                |  |
|                        |  |  |   | álvíznyelős töbör, utánrogyásos töbör                           | sorokban                                   |   |  |



37. ábra. A hegység különböző felépítésű és eltérő emelkedésű rögein lejátszódó fedett karsztosodási típusok és altípusok  
(a rögek és felszínük formakincsének kiterjedése nem arányos)

Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. dolomit; 3. Csatkai Kavics Formáció; 4. áthalmazott fedőüledék; 5. lösz; 6. vízzáró betelepülés a karbonátos kőzetben; 7. átöröklődött völgy; 8. karsztvízszint; 9. völgytalpi vízelszívárgás a főkarsztvízbe; 10. szingenetikus karsztformák (víznyelős töbrök); 11. víznyelők epigenetikus völgytalpon; 12. posztgenetikus karsztformák (pl. posztgenetikus víznyelős töbrök); 13. szakadéktöbrök; 14. maradványbarlang völgyoldalban; 15. maradványbarlang rög oldalában; 16. kürtörönc (karsztvízszint alatt képződött hajdani üreg maradványa); I. kezdetben is magas helyzetű rögön a völgyképződés, ha jelen van, az átöröklődés idejére befejeződik, az egyenetlen aljzatra települt fedőüledékek alatt szingenetikus karsztosodás megy végbe (kúpos és töréslépcsős típus); II. kezdetben is magas helyzetű rögön az átöröklődő, majd feltöltődő völgytalpakon szingenetikus karsztosodás játszódik le; III. kezdetben is magas helyzetű rögön a völgyképződés a völgyek átöröklődése után is folytatódik, a lassú völgymélyülés kedvez a mélységi lefejeződéseknek, a löszhullást követően a feltöltött víznyelőkben posztgenetikus karsztosodás játszódik le; IV. kezdetben alacsony helyzetű rög késői emelkedése miatt a karsztvízszint alatti üregek völgyek hiányában nem nyílnak fel, hanem beszakadoznak; V-VI-VII. kezdetben alacsony helyzetű rög szakaszos emelkedése (V) vagy a vízzáró összletek jelenléte miatt (VI) az epigenetikus-regressziós völgyek oldalában több szintben maradványbarlangok, vagy a lassú folyamatos emelkedés miatt az epigenetikus-antecedens völgyszakaszok oldalában (VII) kürtöröncök képződnek; a. korai állapot; b. jelenlegi állapot

## Fedett töréslépcsős térszínek karsztosodása

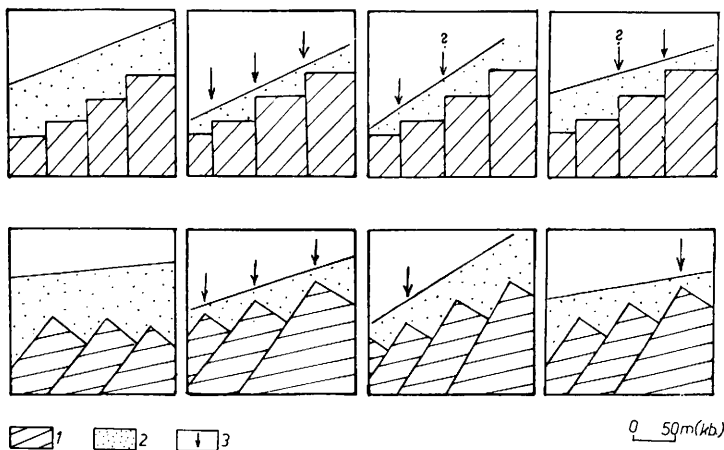
A töréslépcsőkkel tagolt karbonátos térszínen rejtett közethatár a töréslépcsők peremén alakulhat ki, különösen akkor, ha a lépcsők meg is billentek (**38. ábra**). Kisméretű, meder nélküli víznyelős töbrök képződnek, amelyek sorokba rendeződnek. Ahol lejtőleomosás okozza a kitakaródást, a sorok iránya megegyezhet a vetők csapásával (egyetlen lépcsőperem mentén megy végbe a karsztosodás) vagy azokra merőlegesen (több lépcsőperemen egyegy helyen játszódik le karsztosodás). Ahol lineáris erózió okozza a kitakaródást, a mélyedéssorok a völgyekhez kapcsolódnak. Ugyanis a töréslépcsős felszín a vetődéseknél idősebb epigenetikus völgyek (nem aktív, kifejlődött epigenetikus völgytípus) tagolják, amelyek utólag áthalmozódott löszrel részben kitöltődtek. A völgykitöltésekbe jelenleg fiatalabb völgyek (kifejlődő epigenetikus völgytípus) mélyülnek (**48. kép**). Ezekbe az idősebb völgyek felső végének fedőüledékei lejtőleöblítéssel áthalmozódnak és így ott a fedőüledékek kivékonyodnak (**39a. ábra**). A karsztos mélyedések sorai az idősebb völgyek oldalain is kialakulhatnak, mivel a fiatal völgyek hátravágódása során az előzőek völgyoldalain lejtőleöblítéssel ugyancsak kivékonyodhatnak a fedőüledékek. Ekkor a mélyedéssorok a völgyekkel hegyszöveget zárnak be. Ugyanis az alsóbb völgyszakaszokon a fiatal völgy kialakulása korábbi és így a lejtőleöblítés az idős völgy völgyoldalainak felsőbb részeire is kiterjedhet. A felsőbb völgyszakaszokon a lejtőleöblítés még csak az alsóbb völgyoldalakon vékonyíthatta ki a fedőüledékeket, miután a kifejlődő epigenetikus völgy hátrálásos bemélyülése miatt e szakaszokon a lejtőleöblítés csak később indulhatott meg (**39. ábra**). Karsztosodás mehet végbe ott is, ahol a fiatalabb kifejlődő epigenetikus völgytől az idősebb kifejlődött epigenetikus völgy felső, még feltöltött (eltemetett) részénél kialakult térszínre medrek hátrálnak vissza (**49. kép, 40. ábra**). Mindkét helyen a töréslépcsők pereme karsztosodik. A lejtőleomosásos és a lineáris eróziós kitakaródás nem különül el egymástól területileg. A Márvány-árok környékén (Kőrös-hegy északi lejtője) az epigenetikus völgyekben lineáris erózió, ezen völgyek közti hátakon a lejtőleomosás okozza a kitakaródást és az ezt kísérő karsztosodást (**41. ábra**).

## Kúpos térszínek karsztosodása

A hegység jelentős részén a karbonátos térszín egyenetlen, kúpokkal tagolt (VERESS 1991). Ez a morfológia elsősorban középső-kréta mészkövekre jellemző, de előfordul földolomiton, júra mészkövön és középső-eocén mészkövön is. A kúpok képezhetnek sorokat, de lehetnek szabálytalan elrendeződésűek is. E formakincs trópusi (fengcong típusú) szigetehegyes karszt eltérő mértékben kitakaródott maradványának tekinthető. Az eltemetett kúpok tetőszintjén (rejtett közethatár), ill. a félig kitakaródott kúpok oldallejtőjénél (aszimmetrikus rejtett közethatár, esetleg nem rejtett közethatár) karsztosodás megy végbe. A kúpos felszínű, de fedett rög (vagy rögrészlet) lehet kicsi és nagy kiterjedésű. Előbbi esetében sem korábban, sem jelenleg nem alakulhatott, illetve alakulhat ki vízhálózat a fedőüledékes felszíneken.

### *Kis kiterjedésű kúpos felszínű rög karsztosodása*

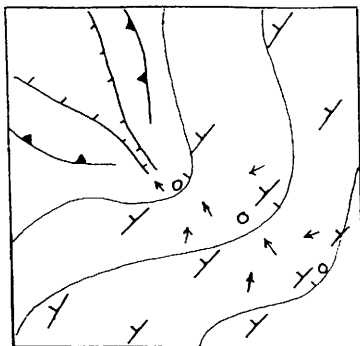
Kis kiterjedésű rögön a kitakaródás, amely lejtőleomosással történik, végbemehet nem billent vagy kibillent rögön (VERESS 1991).



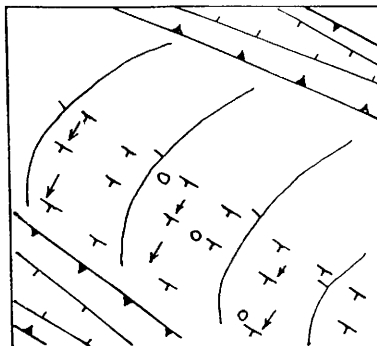
38. ábra. Rejtett kőzethatárok különböző töréslépcső-együttesek és különböző fedőüledék-vastagságok esetén  
Jelmagyarázat: 1. karbonátos kőzet; 2. lösz; 3. rejtett kőzethatár

- Ha a rög nem billent, a fedőüledékek lepusztulása annak egész területén közel megegyező. A még eltemetett kúpok tetőszintje karsztosodhat. A karsztos mélyedések kisméretű víznyelős töbrök, amelyek szabálytalan elrendezésűek. A fosszilizálódás gyakori, miután a mélyedések háttérterületének nagysága és lejtése kicsi. (Előbbi oka a nagy mélyedéssűrűség, utóbbié, hogy a kitakaródó kúpok a lejtőleöblítést lefékezik). Ezen karsztosodási altípus jellemzi a Mester-Hajag (Pénzesgyőr) keleti részét és a Judit-forrás feletti területet.

- A rög kitakaródás előtti vagy alatti billenése lehet egyirányú (pl. a Pénzesgyörhöz közeli Égett-hegy) vagy kétirányú (Mester-Hajag). Előző esetben az anyagszállítás egy, utóbbi esetben kétirányú. Amíg előző esetben gerincszerű vonulatok (42. ábra) – a kúpsorok kúpjai közül a laza anyag nem vagy kevésbé pusztul ki –, utóbbi esetben kúpok exhumálódnak akkor, ha a kúpok sorokba rendeződtek (43. ábra). A kúpok exhumálódása azért lehetséges, mert a rögfelszín nem csak a kúpsor irányába lejt, hanem arra közel merőlegesen is. Ezért a fedőüledék a kúpok közeiből is kipusztulhat. A gerincek és kúpsorok között laza üledékekkel fedett exhumálódásos maradványtérzínek sorakoznak. Itt a fedőüledékek alatt nagyobb mértékben lecsonkolódott kúpok, valamint labirintuszerű dolinák alakítják a fekü morfológiáját. A karsztosodás – amint azt fentebb említettük – az eltemetett kúpok tetőszintjén (rejtett kőzethatár), illetve a félig kitakaródott kúpok oldalában megy végbe (44., 45. ábra). Az exhumálódás során a kőzethatárok lokalizálódnak és egyre alacsonyabbra kerülnek. A kúpokon a karsztosodás vándorol, újabb karsztformák keletkeznek, a magasabb helyzetűek többnyire lecsonkolódnak (46. ábra). A kitakaródás eredményeként egyensúlyi állapot alakul ki. Ezt akkor váltja fel egy újabb erőteljesebb kitakaródás és így a karsztosodási helyek átrendeződése, ha a rög megemelkedik, vagy a környezetében a völgymélyülés felerősödik. A kitakaródás felerősödhet az erdőirtások hatására is. Előfordulhat, hogy a kitakaródott kúpos térszínek eltemetődnek. Ekkor a kőzethatár és a karsztosodás a kúpok oldalában magasabbra helyeződik, felfelé vándorol. A korábban kialakult karsztos mélyedések elfedődnek. A kúpok oldalajtóin kimutatható, mára lepusztult, fosszilizálódott vagy eltemetett karsztos formák jelzik az üledékszállítási irányokat. Így a kitakaródás során

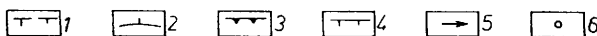


a

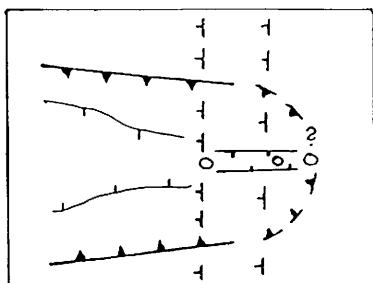


b

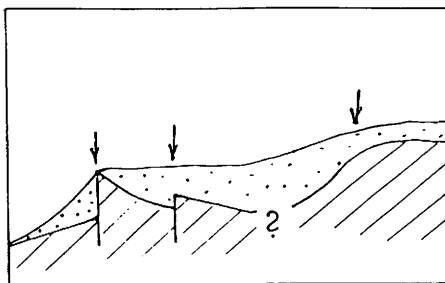
0 50m(kb.)



39. ábra. Kereszt- és hosszirányú töréslépcsők karsztosodása széles völgyhátra regresszáló medernél (a), epigenetikus völgyben kialakult regressziós kifejlődő epigenetikus völgyeknél (b)  
Jelmagyarázat: 1. töréslépcső; 2. szintvonal (jelképes); 3. kifejlődött epigenetikus völgy pereme; 4. kifejlődő epigenetikus völgy, ill. meder pereme; 5. lejtőlepusztulás sávja, ill. iránya; 6. karsztos mélyedés

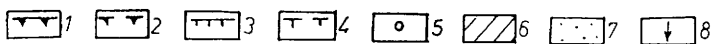


a



b

0 50m(kb.)



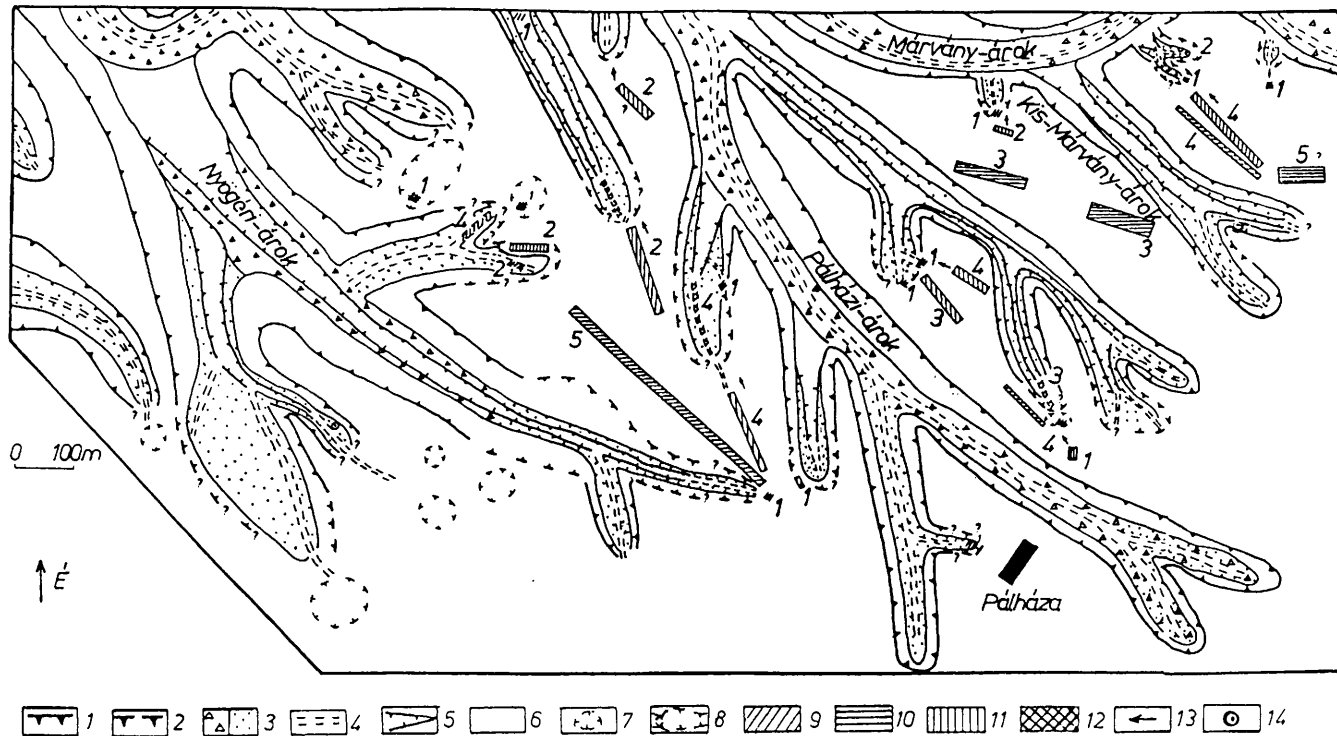
40. ábra. Regressziós meder által feltárodó epigenetikus völgy felső végének karsztosodása  
a) felülnézet; b) oldalnézet

Jelmagyarázat: 1. lösszel részben kitöltött, kifejlődött epigenetikus völgy; 2. lösszel kitöltött, kifejlődött epigenetikus völgy; 3. epigenetikus völgyben kialakult regressziós kifejlődő epigenetikus völgy, meder; 4. töréslépcső pereme; 5. karsztos forma; 6. mészkő; 7. lősz; 8. rejtett kőzethatár

a kúpoknak az üledékszállítási irányval átellenes, feltöltődésnél az azzal szembeforduló oldala karsztosodott. A karsztos mélyedéssorok hossza és iránya egyezést mutat az exhumálódásos maradványtérzének, ill. kúpsorok hosszával és irányával. A medres, illetve meder nélküli víznyelős töbrök háttérterületét az exhumálódásos maradványtérzének adják. E térzének a kitakaródás során gyorsan kis lejtésűvé alakulnak, ami kedvez a karsztos mélyedések fosszilizálódásának.

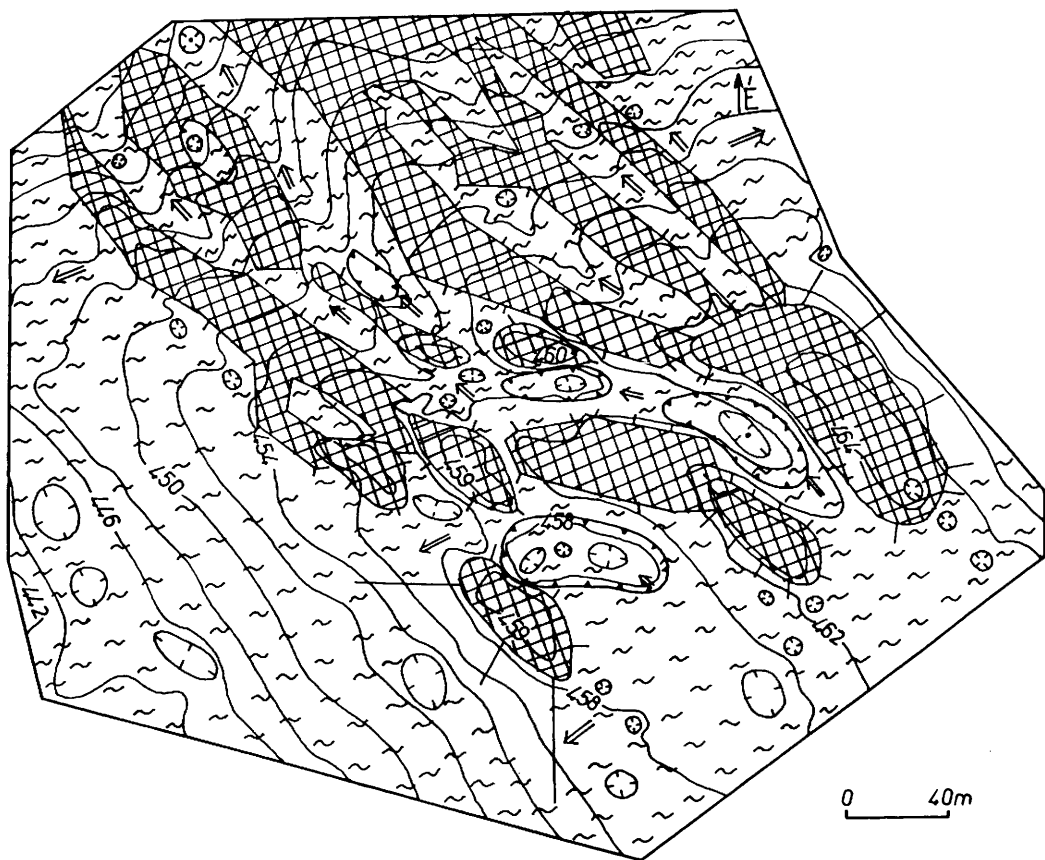
Mind a meg nem billent, mind a megbillent rögökön előfordulhatnak áldepressziók is (42., 43., 44., 45. ábra).





41. ábra. A Márvány-ároktól D-re elhelyezkedő terület karszmorfológiai térképe

Jelmagyarázat: 1. kifejlődött idősebb epigenetikus völgy pereme; 2. kifejlődött eltemetett epigenetikus völgy pereme; 3. kifejlődött epigenetikus völgy lejtőtörmelékkal, ill. áthalmozott lösszel feltöltött talpa; 4. regressziós kifejlődő epigenetikus meder; 5. regressziós részben kifejlődött epigenetikus völgy; 6. völgyközi háttá alakult tönkfelszín; 7. eltemetett paleokarsztos forma; 8. epigenetikus völgy által felnyitott paleokarsztos forma; 9. karsztosodó völgy, ill. mederszakasz; 10. karsztosodó zóna a völgyközi háton keresztlépcsők mentén (a szám a zóna karsztos mélyedéseinek számát adja meg); 11. karsztosodó zóna hosszanti lépcsők mentén a szám a zóna karsztos mélyedéseinek számát adja meg; 12. eltemetett paleokarsztos formához kapcsolódó karsztosodás; 13. felületi lejtőlepusztulás a regressziós medervégek felé; 14. karsztosodás kifejlődött epigenetikus völgy oldalában



42. ábra. Egy irányba billent kúposors felszínű rög morfológiája (Égett-hegy, VERESS 1991)  
 Jelmagyarázat: 1. szintvonal; 2. félig exhumált kúp; 3. exhumálódó kúp; 4. exhumálódásos maradványtérszín; 5. áldepresszió; 6. anyagáthalmazódás; 7. karsztos mélyedés; 8. elvezető járat karsztos mélyedésben

- A kúpos térszíneken a depressziók teljes egészében felválthatják az exhumálódásos maradványtérzíneket (VERESS 1998). Ez főleg az olyan rögfelszíneken jellemző, ahol a billenés mértéke kicsi, a kúpok szabálytalan csoportokba rendeződnek (csillagdolinás térszín), a lejtőleöblítés az uralkodó, de ennek mértéke sem jelentős. Ez utóbbira azokon a rögrészeteken nagy az esély, amelyek a lineáris erózióknak kitett térszínektől távol esnek (17., 47. ábra). Ilyen módon karsztosodó térszínek a Mester-Hajag DK-i részén (16., 17. kép, 19., 20. ábra), Augusztintanya közelében és a Homód-árok környéki karsztos térszínrészleten

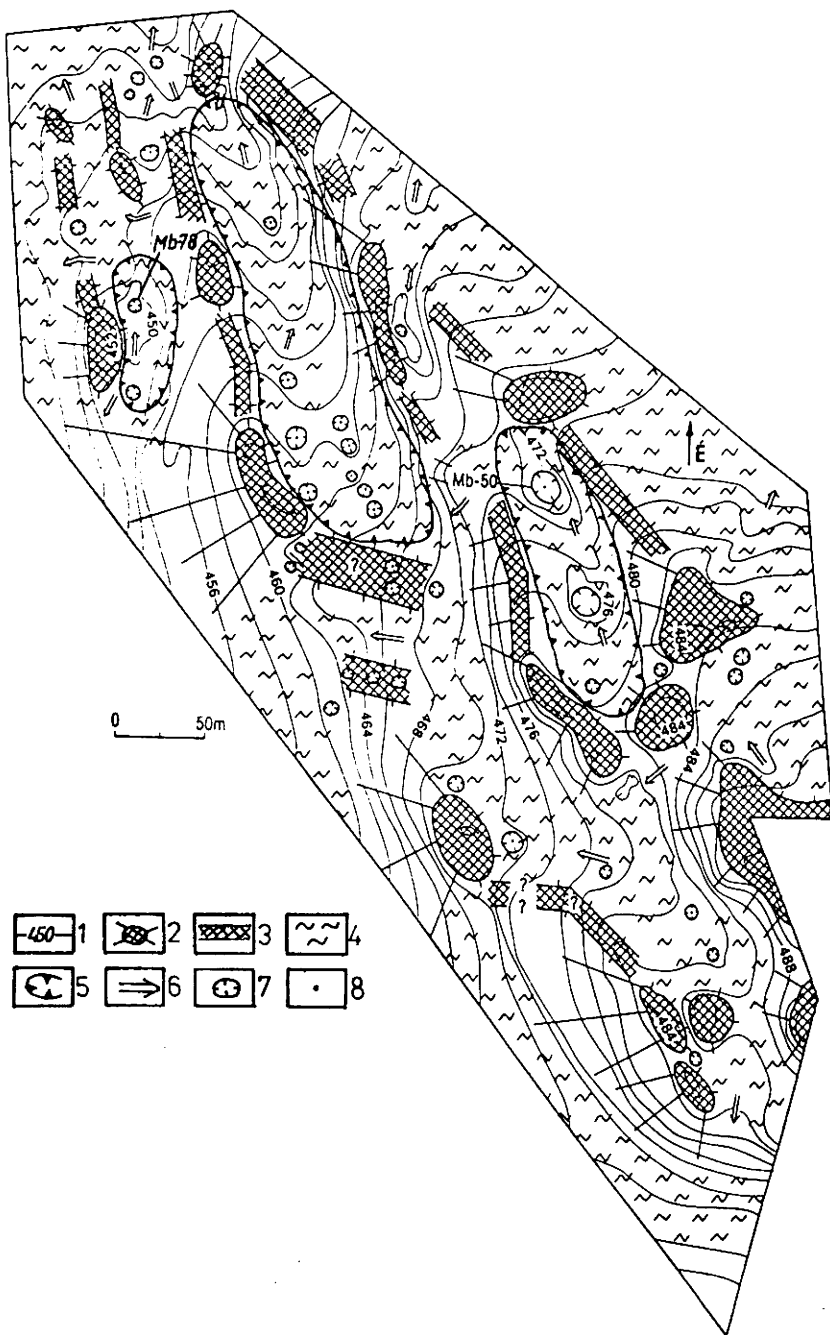
(21. ábra) fordulnak elő. Ezek belsejében a karsztos mélyedések sorokba rendeződhetnek vagy szabálytalan csoportokat alkotnak. Az áldepressziók területén a mélységi anyagszállítás mellett a fedőüledékek át- meg áthalmazódnak. A kialakuló újabb karsztos formák háttérterületén a depressziók korábbi akkumulációs térszínrészletei (fossilizálódó karsztformákkal) adják (22. ábra).

### *Nagy kiterjedésű kúpos felszínű rög karsztosodása*

Nagyobb kiterjedésű rögökön vízhálózat alakul ki. A kitakaródás lineáris erózióval történik. E térszínnek völgyei, amelyeknek talpai és oldallejtői karsztosodnak, aktív vagy nem aktív, kifejlődött vagy kifejlődő epigenetikus völgyek. A feltárulás lehet keresztirányú és hosszanti (VERESS 1991).

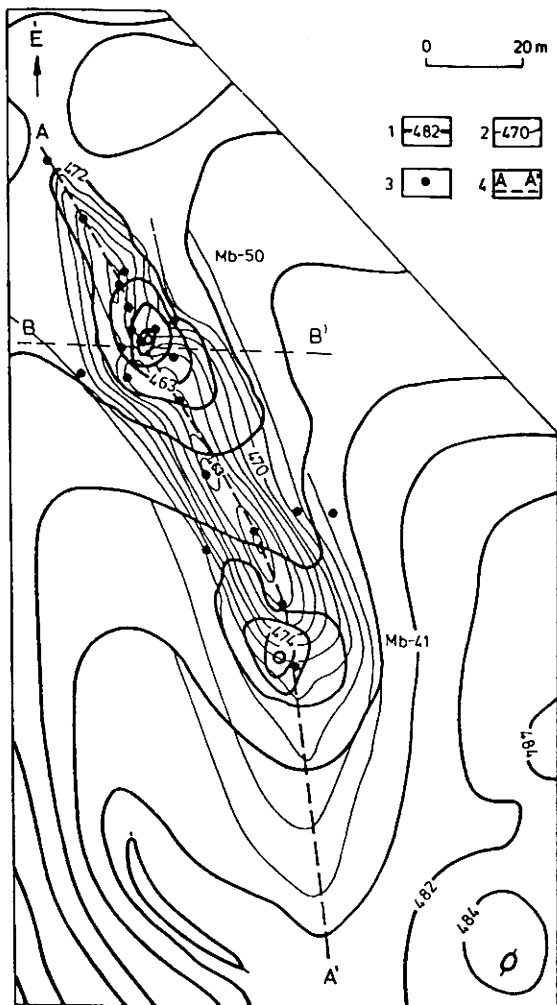
- Keresztirányú feltárulás esetén (48. ábra) a kúpsor és a völgy iránya eltér. A Csatkai Kavics Formáció anyagába mélyülő völgy talpán karsztos és nem karsztos sávok váltakozhatnak. (Utóbbi helyeken a völgy a kúp tetőszintjéig mélyült.) A karsztosodás ott megy végbe, ahol a völgytalp eléri a karbonátos kőzetet. A jelenség a lösszel vagy áthalmazott fedőüledékkel elborított völgytalpakon játszódik le. Ekkor rejtett kőzethatáron fedett karsztos víznyelő képződhet (mélységi állafejeződés, vakvölgy-kialakulás). Ilyen fedett karsztos víznyelő pl. a K-1 jelű (Hárskút község, Kleintanya közelében). Többnyire azonban szimmetrikus rejtett kőzethatáron képződött víznyelős töbrök sora alakul ki az epigenetikus völgy talpán (ezek között álvíznyelők is előfordulhatnak). A bemélyülés, ill. a kitöltő löszborítás áthalmazódása során újabb kúpok felett vékonyodik ki a fedőüledék és így újabb víznyelős töbrök képződnek. A víznyelős töbrök háttérterületét az epigenetikus völgy talpa és oldallejtői képezik. Az álvíznyelők vagy víznyelős töbrök erőteljesen feltöltődnek, miután ezek a fölöttük lévő völgytalprészletek üledékeinek üledécsapdái. Az eltemetett kúpok kitakaródása kismértékű, ugyanis a karsztosodási helyek feletti völgytalpak üledékei a kúpon túlra már csak kismértékben szállíthatódnak (túlfolyás), továbbá a karsztos mélyedések csak kevés üledéket képesek befogadni. A kitakaródott kúp tetőszintjén utánrogyásos töbrök is előfordulhatnak. E karsztosodási altípus jellemzi pl. a Hárskúti-fennsík központi részén a Szilfakő-völgyet (13. kép).

- Hosszanti feltárulás során a völgy kialakulhat a kúpok felett vagy a kúpok között. Előbbi esetben a nem aktív, kifejlődött epigenetikus völgynek a laza üledékekben kialakult oldala gyorsan lepusztul. Így lepusztul a völgytalpon kialakult karsztos mélyedések háttérterülete, ezért a mélyedések lecsonkolódnak (49. ábra). Esetleg vízelvezető járatuk megmarad, ilyen csonk Hárskút határában a Gyenespusztai-barlang (2. kép). A kúpsorok közé bemélyülő völgy (kifejlődő epigenetikus völgy) a Csatkai Kavics Formáció alól feltárja a kúpok tetőszintjét és oldallejtőit (50. ábra). A feltárult, de a fel nem tárult részek is, melyek az epigenetikus völgy oldallejtői, lösszel elboríthatódnak. Ahol a lösz a lejtőleomosás során kivékonyodott, rejtett kőzethatár fejlődik ki és víznyelős töbrök, álvíznyelők képződnek. Ezen karsztos mélyedések a völgyoldalban a völgy irányával megegyező sorokba rendeződnek. A fedőüledékek lepusztulása következtében a rejtett kőzethatár és így a karsztosodás felfelé eltolódik. A fedőüledék nélküli völgyoldal-részekben azonban oldásos töbrök is kialakulhatnak. E karsztosodási változat jellemzi a Hárskúti-fennsík központi részén az Öregfolyás völgyét (12., 14. kép).



43. ábra. Két irányba billent kúpsoros felszínű rög egy részletének morfológiája  
(Mester-Hajag, VERESS 1991)

Jelmagyarázat: 1. szintvonal; 2. félig exhumált kúp; 3. exhumálódó kúp; 4. exhumálódásos maradványtérszín;  
5. áldépresszió; 6. anyagáthalmozódás; 7. karsztos mélyedés; 8. vízvezető járat karsztos mélyedésben

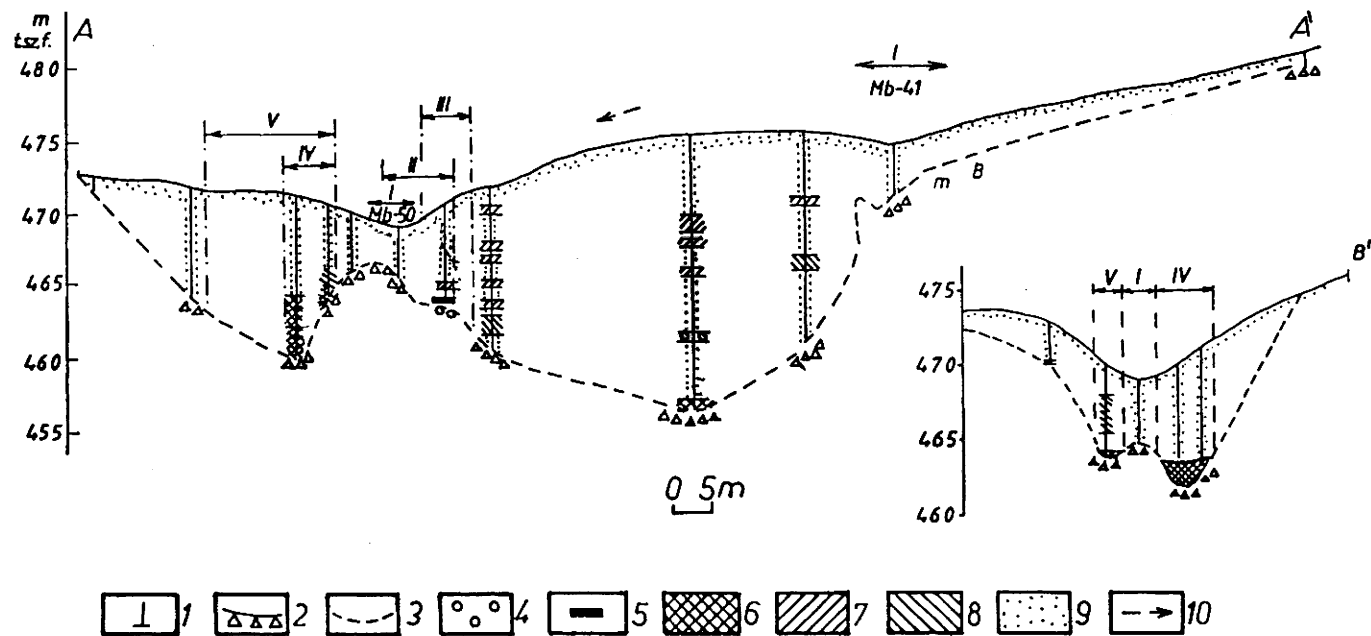


44. ábra. Az Mb-50 jelű karsztobjektum (Mester-Hajag) környéki áldépressziónál (ld. a 43. ábrát) a fekü és a felszín domborzati térképe (VERESS-FUTÓ-HAMOS 1986)  
 Jelmagyarázat: 1. szintvonal; 2. mészkőfekü szintvonala; 3. fúrás hely; 4. szelvény (ld. a 45. ábrát!)

### Paleokarsztos mélyedések és környezetük karsztosodása

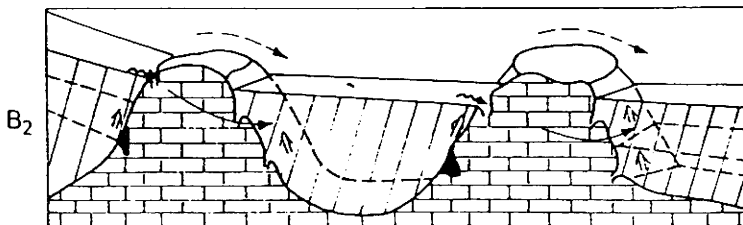
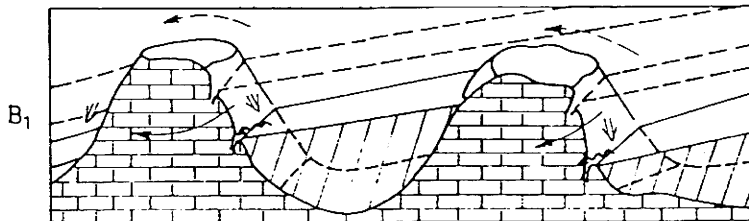
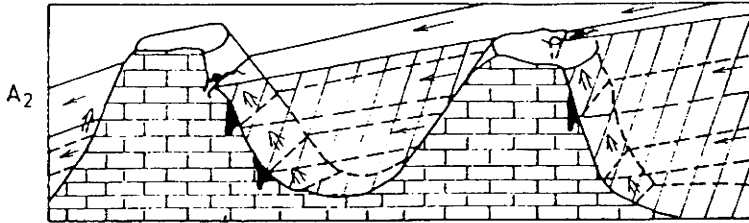
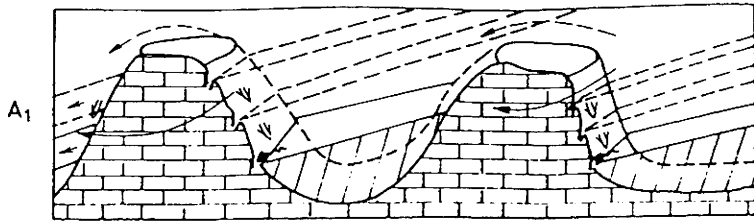
Karsztosodás mehet végbe akkor is, amikor különböző méretű, alakú és genetikájú paleokarsztos mélyedések takaródnak ki.

Ezek lehetnek pl. a jelenlegi karsztosodásnál korábban kialakult töbrök (allogén típusú karsztosodás), de lehetnek a hegység jelenlegi karsztosodásának kezdetén kialakult víznyelők is (autogén típusú karsztosodás). A víznyelők ma már nem aktív, epigenetikus völgyek völgyi közethatárain alakultak ki. Ilyenkor az epigenetikus völgy olyan fedett mészköves térszínre öröklődött át, ahol az áramló karsztvízszint ezen felszín közelében húzódott. Így az ilyen völgytalpakon a hordozó területek kiemelkedése során igazi mélységi lefejeződések játszódhattak le.

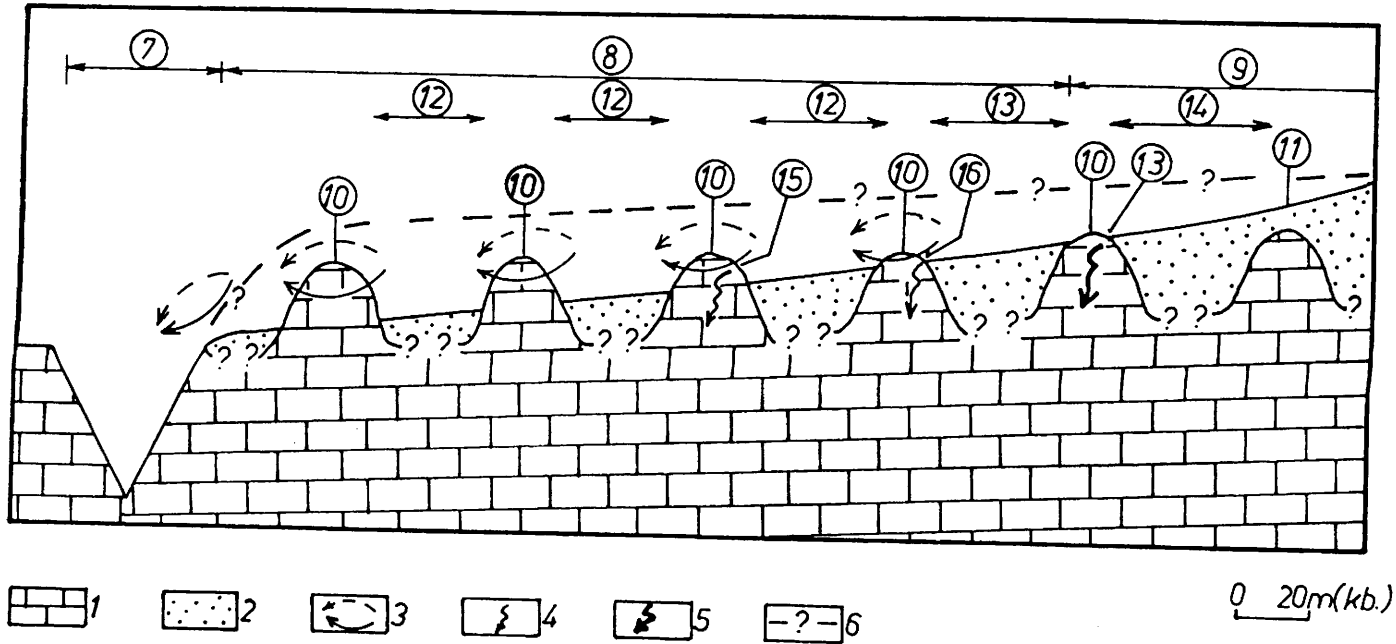


45. ábra. Az Mb-50 jelű kasztobjektum (Mester-Hajag) környéki áldépresszió területén a karbonátos aljzat és a fedőüledékek szerkezete  
(VERESS-FUTÓ 1990)

**Jelmagyarázat:** 1. fúrás hely; 2. fúrással elért mészkőfekű; 3. feltételezett hajdani és jelenlegi mészkőfekű; 4. kavics; 5. barna agyag; 6. vörös barna agyag; 7. laminit; 8. eltemetett talaj; 9. kőzetliszt, agyagos kőzetliszt; 10. hajdani anyagszállítás; I. rejtett kőzethatár fölött kialakult szingenetikus víznyelő töbrök (Mb-50: karsztosodással szétroncsolt kiemelkedés tetején; Mb-41: kiemelkedés oldalában); II. karsztosodással elpusztult kiemelkedés (a vörös barna agyag hiánya jelzi, hogy a környezete fölött magasodó lepusztulási térszín volt); III. a kiemelkedés hajdani karsztosodó oldala (a felületét metsző laminitösszletek tavak szintjeit, tehát a kőzethatár eltolódását jelzik); IV. a kiemelkedés lejtőjén és mélyedéseiben áthalmozódással megnövekedett vastagságú vörös barna agyag; V. feltehetően fosszilis mélyedés (kialakulását követően vörös barna agyag, kőzetliszt, majd nagy vastagságban talaj töltötte ki)



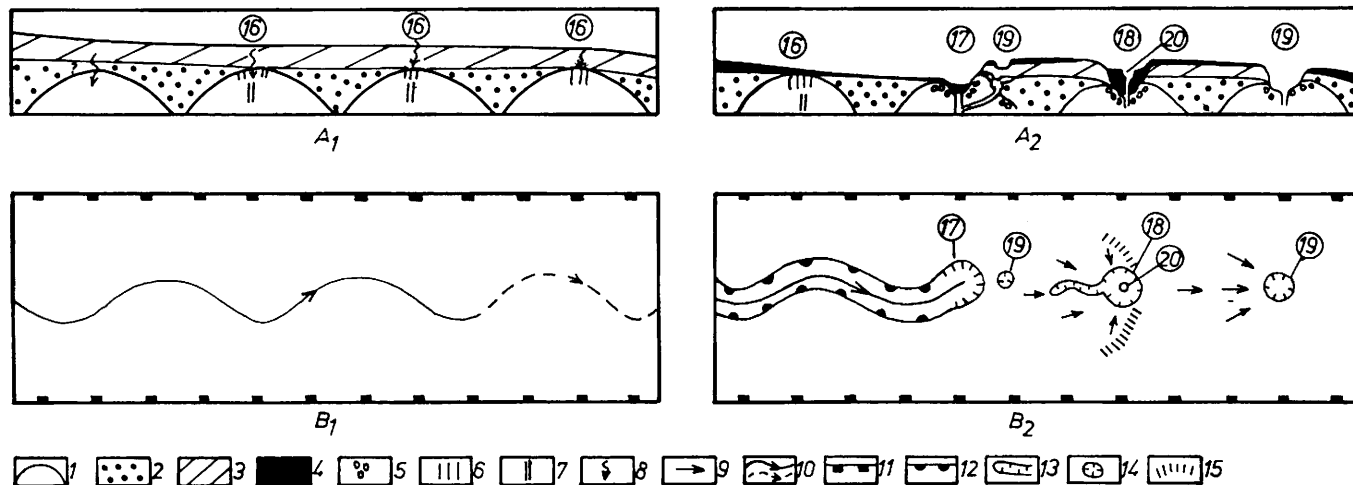
46. ábra. Paleokarsztos kiemelkedések karsztosodása kitakaródás (A<sub>1</sub>; B<sub>1</sub>) és eltemetődés esetén (A<sub>2</sub>; B<sub>2</sub>)  
 Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. fedőüledék; 3. jelenlegi felszín; 4. hajdani felszín; 5. aktív karsztos mélyedés;  
 6. inaktív karsztos képződmény; 7. inaktív feltöltődött karsztos képződmény; 8. anyagszállítás iránya;  
 9. közhathatár eltolódása; A. kiemelkedés egyik oldala karsztosodik, az anyagszállítás iránya nem változik;  
 B. a kiemelkedés mindkét oldala karsztosodik, az anyagszállítás iránya változik



47. ábra. Kismértékben megbillent rög kitarodása lejtőleöblítéssel (minél nagyobb a billenés mértéke, a fedőüledék lepusztulása annál inkább végbe-mehet peremi völgy hiánya esetén is)

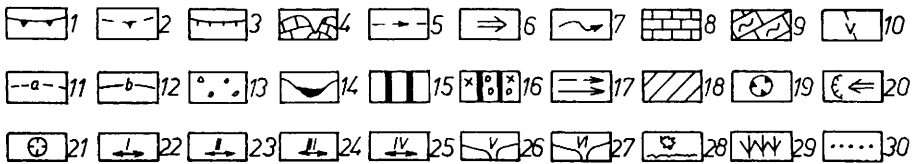
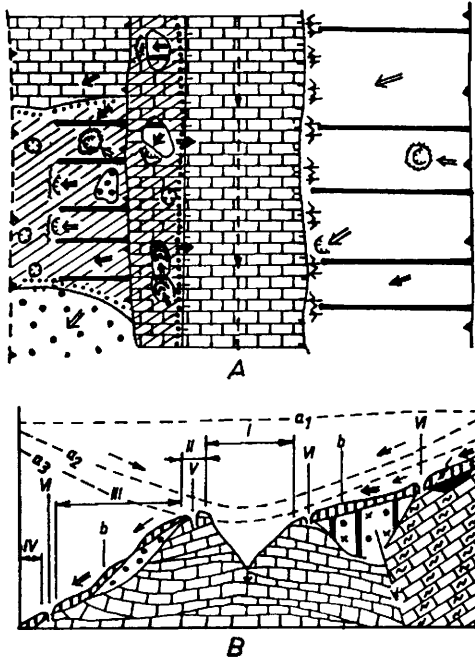
Jelmagyarázat: 1. karbonátos kőzet; 2. fedőüledék; 3. lejtőleöblítés (részben a kúpok közeiben); 4. részleges mélységi anyagszállítás; 5. mélységi anyagszállítás; 6. fedőüledékek eredeti (feltételezett) felszíne; 7. epigenetikus völgy; 8. exhumálódás és akkumuláció zónája; 9. exhumálódás zónája; 10. különböző mértékben exhumálódott kúpok; 11. eltemetett kúp; 12. exhumálódásos maradványtérzsin; 13. részben mélységi anyagszállítással kialakult maradványtérzsin; 14. depresszió; 15. szingenetikus, ma már nem aktív karsztforma; 16. szingenetikus aktív karsztforma





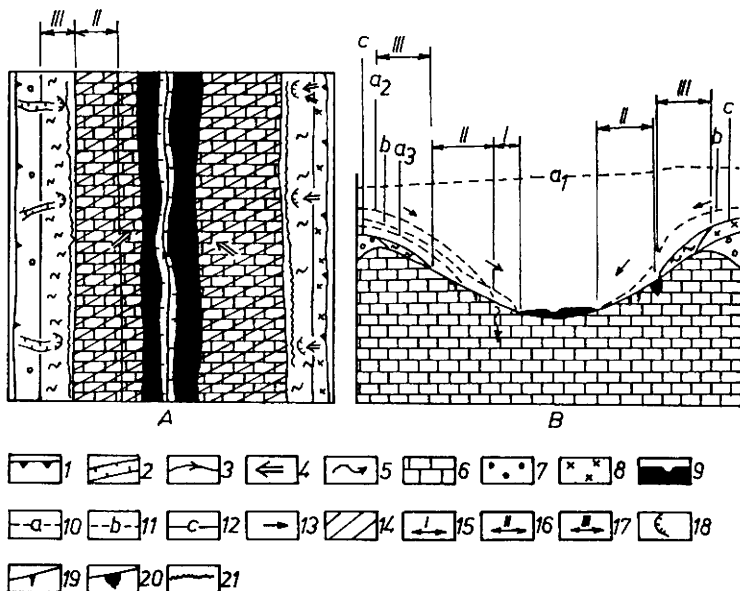
48. ábra. Karsztosodás a völgytengelyre merőlegesen elhelyezkedő, exhumálódó mészkőháton (a K-1 jelű fedett karsztos víznyelő völgyének, valamint a Szilfakő-völgy példáján, VERESS 1991 módosítva)

Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. kavics; 3. lösz; 4. vízi szállítással áthalmazott összlet (völgytalpon és karsztos mélyedésben); 5. omladék; 6. elsődleges kürtők; 7. másodlagos kürtők; 8. vizelszivárgás; 9. felületi vízfolyás; 10. állandó és időszakos vízfolyás; 11. kifejlődött epigenetikus völgy; 12. kifejlődő epigenetikus völgy (vakvölgy); 13. meder; 14. fedett karsztos mélyedés; 15. ellenesésű rész a völgytalp fedőüledékein; 16. rejtett kőzethatár; 17. fedett karsztos víznyelő; 18. álvíznyelő; 19. víznyelős töbrő; 20. fiókmélyedés; A. oldalnézet kezdetben (A<sub>1</sub>), jelenleg (A<sub>2</sub>); B. felülnézet kezdetben (B<sub>1</sub>), jelenleg (B<sub>2</sub>)



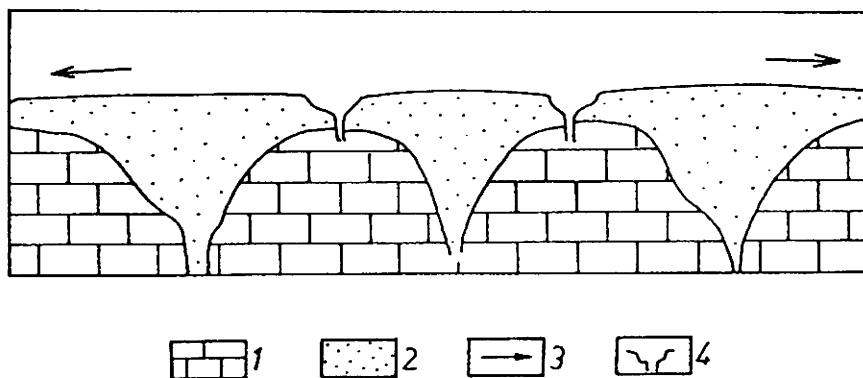
49. ábra. Karsztosodás a völgytengellyel megegyező irányú és a völgy alá eső eltemett kúpokon  
(a Hidegasszó-völgy példáján, VERESS 1991 módosítva)

Jelmagyarázat: 1. a laza üledékben képződött völgyoldal; 2. laza üledékben képződött hajdani völgyoldal; 3. mészkőben képződött völgyoldal; 4. antiklinális szerkezeten képződött völgy oldalnézetben; 5. időszakos vízfolyás; 6. vízáramlás a felszínen és a vízzáró felett; 7. vízelzivárgás; 8. felső-júra mészkő; 9. kréta mészkő; 10. feltételezett vető; 11. kavicsstakaró hajdani szintjei (a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>); 12. jelenlegi felszín; 13. kavics; 14. agyag; 15. lösz, agyagos lösz; 16. áthalmazott, kevert kavics, agyag, iszap; 17. fedőüledékek hajdani és jelenlegi áthalmazódása; 18. karsztosodási zóna; 19. inaktív kúrtöronc (barlang) felülnézetben; 20. víznyelős töbör felülnézetben; 21. utánrogyásos töbör; 22. teljesen elpusztult, fedett karsztos víznyelők zónája; 23. inaktív, fedett karsztos víznyelők, víznyelős töbörök zónája; 24. víznyelős töbörök zónája; 25. utánrogyásos töbörök zónája; 26. inaktív kúrtöronc (barlang) oldalnézetben; 27. aktív víznyelős töbör oldalnézetben; 28. szimmetrikus rejtett közetathár; 29. aszimmetrikus rejtett közetathár; 30. nem aktív közetathár; A felülnézet; B oldalnézet



50. ábra. Karstosodás a völgytengellyel megegyező irányú mészkőkúpokon  
(az Öregfolyás-völgy példáján, VERESS 1991 módosítva)

Jelmagyarázat: 1. völgyoldal; 2. meder; 3. vízfolyás; 4. vízáramlás a felszínen és a vízáró felett; 5. vízel-szivárgás; 6. mészkő; 7. kavics; 8. lösz; 9. patakhordalék mederrel; 10. hajdani kavicselborítás szintjei ( $a_1, a_2, a_3$ ); 11. hajdani löszelborítás szintjei; 12. jelenlegi felszín; 13. fedőüledékek áthalmazódása; 14. karstosodott zóna felülnézetben; 15. utánrogyásos töbrök zónája; 16. inaktív víznyelős töbrök zónája; 17. aktív víznyelős töbrök zónája; 18. víznyelős töbrök felülnézetben; 19. eltömődött vízlevezető járat oldalnézetben; 20. fosszilis feltöltődött karstos mélyedés oldalnézetben; 21. rejtett közethatár; A. felülnézet; B. oldalnézet



51. ábra. Paleokarstos mélyedések közti küszöbök karstosodása epigenetikus völgy talpán  
Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. fedőüledék; 3. lejtőleöblítés; 4. szingenetikus karstos mélyedés

### *Szingenetikus karsztosodás*

A karsztosodás bekövetkezhet a kitöltött paleokarsztos mélyedések közti küszöbökön. Erre ott kedvezők a feltételek, ahol az epigenetikus völgy talpán (közethatáron) kialakult víznyelők a jelenleg folyó lepusztulást megelőzően eltemetődtek. A völgytalpat borító üledékek lepusztulása, ill. áthalmazódása következtében a hajdani víznyelők közti völgytalpmaradványok karsztosodnak (**51. ábra**). A nem aktív, epigenetikus völgy irányával megegyező víznyelős töbrösor képződik. A víznyelős töbrök háttérterületét a paleokarsztos mélyedések kitöltődésével kialakult területek adják. (Az epigenetikus völgyek oldalainak üledékei, amelyekben a völgykialakulás elkezdődött, már hiányoznak.) Gyakori, hogy a völgytalpmaradványok fiatal karsztos formái is fosszilizálódtak napjainkra. Középső-Hajag, Som-hegy, Papod–Borzás mára kiemelt helyzetbe került rögeinek epigenetikus völgytalpán jól nyomozható ezen karsztosodási altípus.

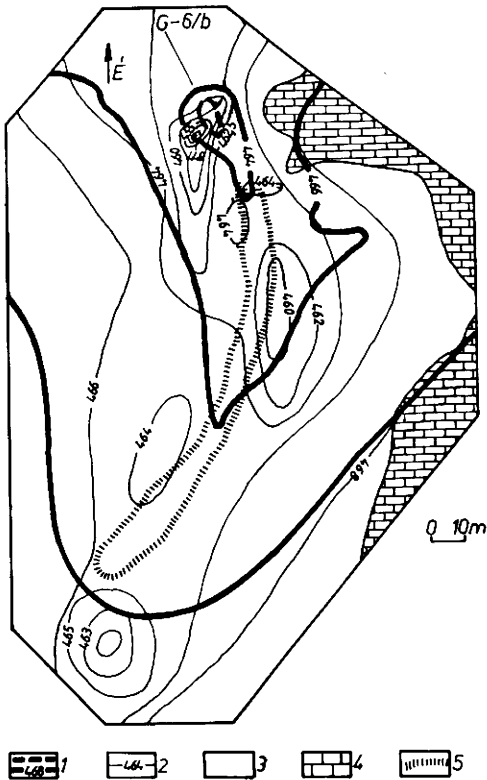
A paleokarsztos formát fedő üledékek lejtőleomosásos lepusztulása olyan mértékű lehet, hogy annak peremi részén (többnyire szimmetrikus rejtett közethatáron) szingenetikus karsztosodás kezdődik el (VERESS–FUTÓ 1990). Gyakran álvíznyelő vagy álvíznyelő csoport fejlődik ki. A mélységi anyagszállítás miatt a paleokarsztos forma területén az álvíznyelőknek jól elkülöníthető vízgyűjtő területe alakul ki (**15. kép, 52. ábra**). Az álvíznyelőkhöz vezető fejlett regressziós medrekben mélységi állefejeződések sorozata is megfigyelhető. Ilyen módon karsztosodó területek szigetszerű kifejlődésben fordulnak elő (Kőrös-hegyen az Eleven-Förtési töbröcsoport, továbbá a Hárskúti-fennsík központi részén a Gombápuszta melletti G-6/b jelű álvíznyelő).

Kitöltetlen, nem aktív karsztos mélyedések karsztosodása a fosszilis töbrökre jellemző. A karsztosodás során a fosszilis töbrökben víznyelős töbrök keletkeznek. E típus nem fordul elő önállóan. A keletkezett karsztformák szórványosan más karsztosodási típusokhoz tartozókkal keverten fordulnak elő nem nagy sűrűségben. A Tési-fennsíkon és a Sűrű-hegycsoport Ny-i részén valószínűsíthető ilyen genetikájú képződmények.

### *Posztgenetikus karsztosodás*

Akkor, ha az epigenetikus völgyek völgytalpi paleokarsztos mélyedései (közethatáron kialakult hajdani víznyelők) felett a fedőüledékek kivékonyodnak, többnyire posztgenetikus karsztosodás kezdődik el. A kivékonyodást okozhatja lejtőleomosás, de okozhatja lineáris erózió is (**18. ábra**). Az ezt követő járatkiszűrés eredményeként posztgenetikus karsztos mélyedések alakulnak ki (**19., 20., 21., 22. kép**). A posztgenetikus mélyedések a kitöltött paleokarsztos formák területén képződnek. A posztgenetikus mélyedések az epigenetikus völgytalpakon sorokba rendeződnek. A sorokban váltakozva egyaránt előfordulhatnak áltöbrök, álvíznyelős töbrök, de olyan depressziók is, amelyek területén posztgenetikus víznyelős töbrök alakultak ki. Gyakori, hogy e posztgenetikus formák bár sorokba rendeződnek, de az epigenetikus völgyeknek nem a teljes hosszában jelennek meg. Az is gyakori, hogy a posztgenetikus képződmények mellékvölgyek becsatlakozásánál vagy a hordozó völgy kanyarulatainál fejlődnek ki.

E karsztosodási altípus uralkodóan tekinthető a Tési-fennsíkon (**53., 54., 55. ábra**). Itt valószínűleg a karsztosodás több szakaszban játszódott le, amelyek közé nem karsztos felszínfejlődési szakaszok iktatódtak be. (A nem karsztos szakaszokat módosították az előző karsztosodási időszak eseményei, míg a nem karsztos lepusztulás vagy éppen felhalmozódás a következő karsztos lepusztulási időszak eseményeire hatott.) A valószínűsíthető felszínfejlődési szakaszok az alábbiak (**56. ábra**).



52. ábra. A G-6/b jelű álvíznyelő és vízgyűjtőjének domborzatrajzi és mészkőfekü domborzati térképe (VERESS-FUTÓ 1990)  
Jelmagyarázat: 1. a felszín szintvonala; 2. a mészkőfekü szintvonala; 3. laza fedőüledékek a felszínen; 4. mészkő a felszínen; 5. meder

- Epigenetikus völgyek talpain, völgyi közzethatárok mentén mélységi lefejeződéseknél (igazi lefejeződés) víznyelők képződnek (allogén karsztosodás). A lefejeződések hátrálása miatt víznyelők többsorok jönnek létre.

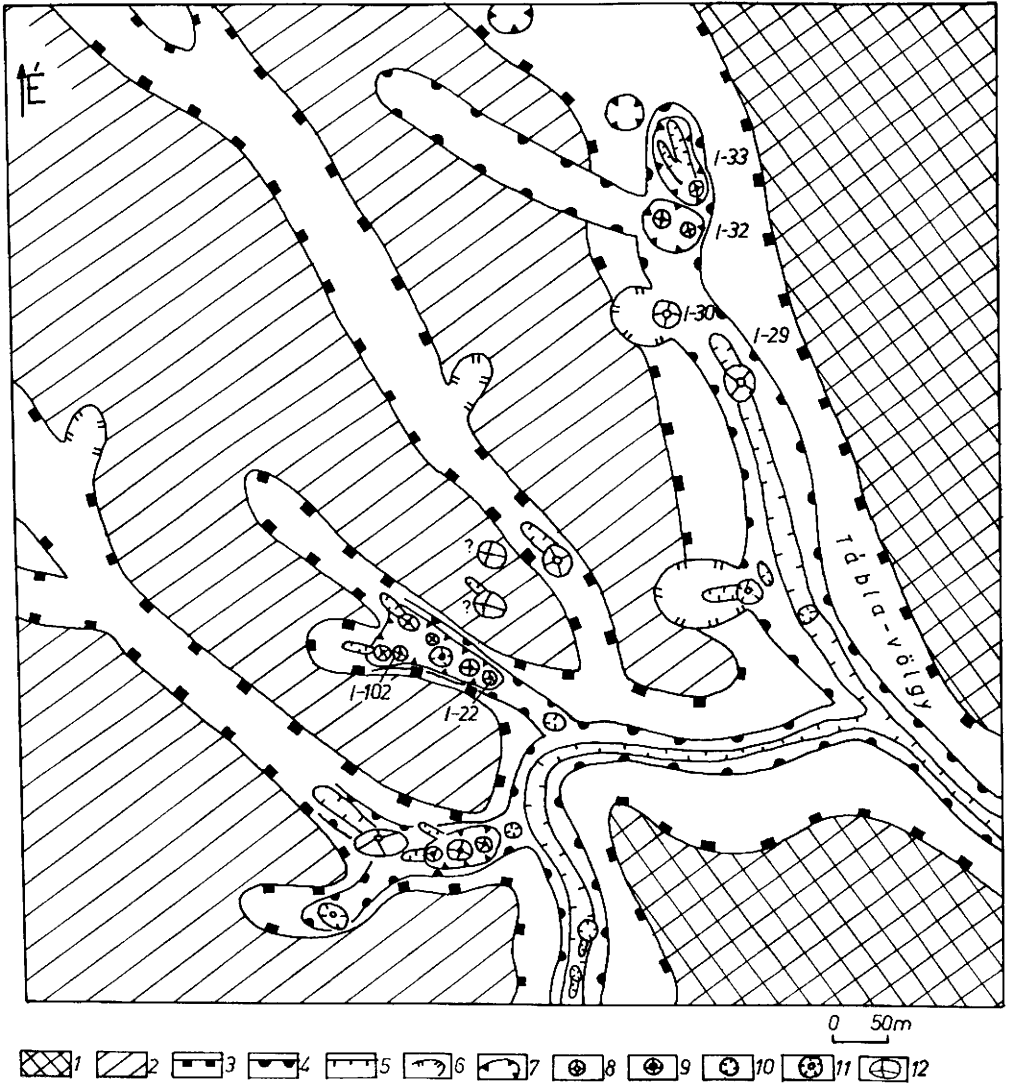
- Ezt követően, a fennsík kiemelkedése során a Csatkai Kavics Formáció anyaga teljesen lepusztul, valószínűleg pedimentációval. Az átöröklődött epigenetikus völgyek részlegesen lecsonkolódnak.

- A völgyközi hátaik területén (vagy a völgymentes térszíneken) autogén karsztosodás játszódik le (valószínűleg töbrök képződnek).

- A löszhullás és az azt követő lejtőleöblítések (pl. a határoló völgyoldalak anyaga lepusztul) eredményeként a víznyelők töbrök feltöltődnek, elfedődnek. Részben töltődnek csak fel az autogén karsztosodás során kialakult töbrök. Azokba ugyanis, amelyek völgyek közti hátaikon, völgymentes térszínen alakultak ki, nem vagy alig halmozódhat üledék.

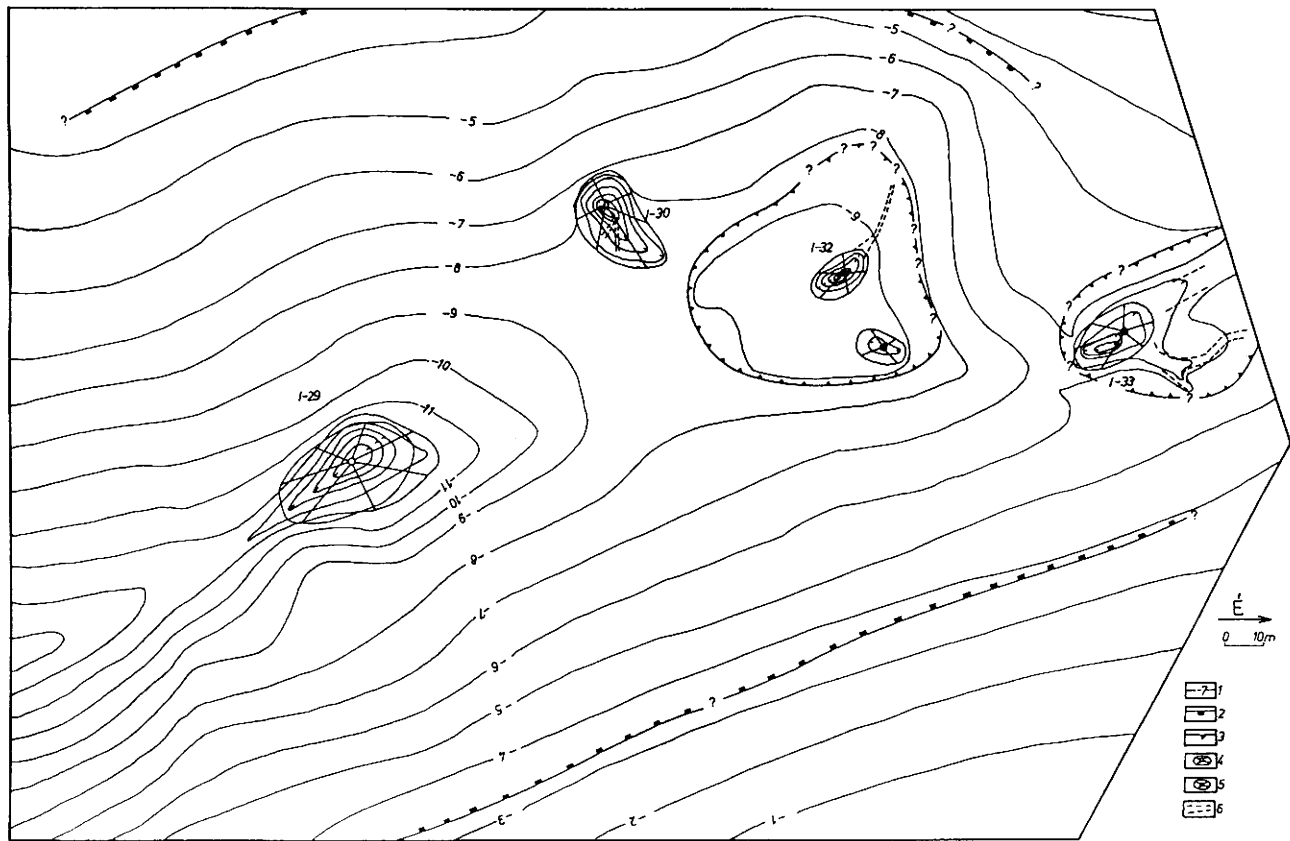
- A fosszilizálódott formákban posztgenetikus (fosszilis víznyelők területén), ill. szinogenetikus (fosszilizált töbröknél) karsztosodás kezdődik.

A fennsík víznyelő barlangjai vagy ilyen jellegű barlangjai, zsombolyai az allogén karsztosodás során képződtek. Erre utal ezen barlangok nagy mérete, a barlangok eróziós szakaszai, a zsombolyyszerű formák felső részén az omladékos zóna részleges vagy teljes hiánya. Közvetetten erre utal némelyik fosszilis karsztformában előforduló kavicsanyag, valamint vörösgyag is. (Utóbbi jelzi, hogy karsztformák már a pedimentáció és a löszhullás között léteztek.) A közelmúltban és a jelenben folyó rejtett karsztosodás üregesedést is gerjeszt. Ez azonban kürtőképződés. A kürtőképződést az allogén karsztosodás során kialakult üregek,



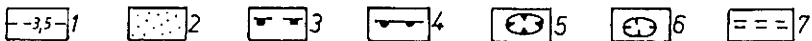
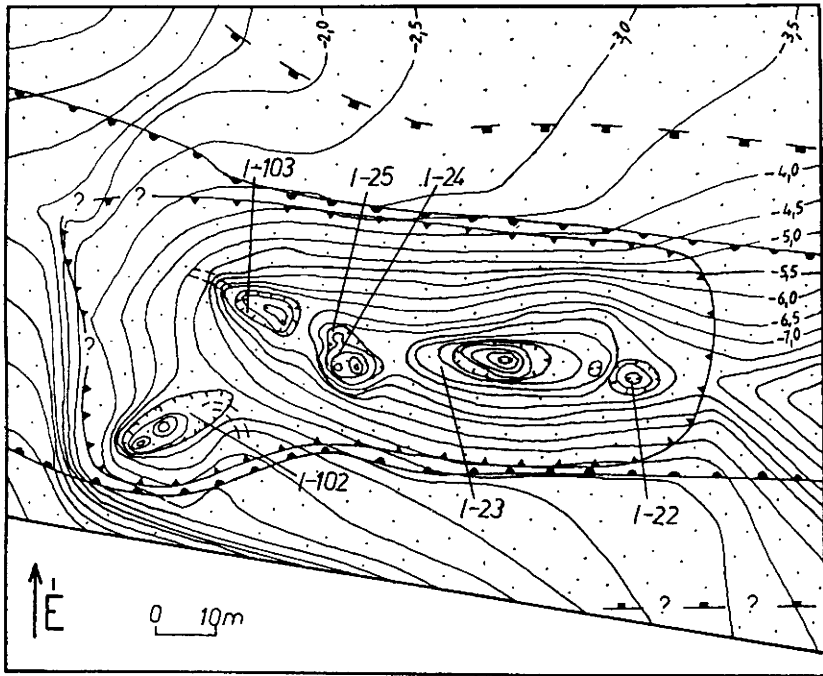
53. ábra. A Tábla-völgy és környékének (Tési-fennsík) karsztmorfológiai térképe

Jelmagyarázat: 1. exhumált tönkfelszínmaradvány; 2. völgyközi hát; 3. kifejlődött epigenetikus völgy; 4. kifejlődő regressziós-epigenetikus völgy; 5. kifejlődő regressziós-epigenetikus meder; 6. deráziós völgy; 7. nagyméretű depresszió; 8. álvíznyelős töbör; 9. posztgenetikus víznyelős töbör; 10. járat feletti áltöbör; 11. járat feletti álvíznyelős töbör; 12. fosszilis töbörben kialakult víznyelős töbör



54. ábra. A Tábla-völgy egy részletének domborzatrajzi térképe

Jelmagyarázat: 1. szintvonal helyi rendszerben; 2. kifejlődő epigenetikus völgy pereme; 3. nagyméretű depresszió; 4. álvíznyelős tőbor; 5. posztgenetikus víznyelős tőbor; 6. eróziós meder



55. ábra. Igazi depresszió belsejének posztgenetikus karsztosodása (Tábla-völgy egyik mellékvölgye, I-22 és I-102 jelű posztgenetikus víznyelős töbröknél)

Jelmagyarázat: 1. szintvonal helyi rendszerben; 2. fedőüledék; 3. kifejlődött epigenetikus völgy feltételezett pereme; 4. kifejlődő regressziós-epigenetikus völgy feltételezett pereme; 5. nagyméretű depresszió; 6. posztgenetikus víznyelős töbrő; 7. eróziós meder

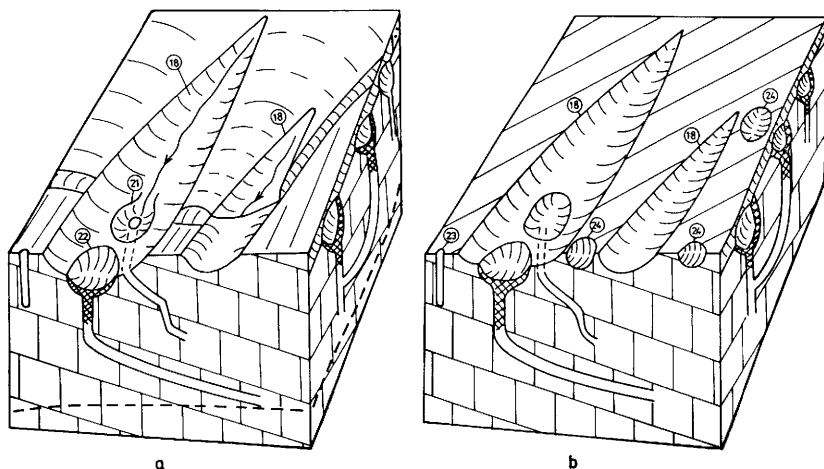
járatok nagymértékben irányítják. Ez alatt azt értjük, hogy a kürtők a felszíni mélyedések alatt, de a már korábban kialakult járatok felől fejlődnek a felszín irányába. Feltehetően a szingenetikus karsztosodás olyan fosszilis töbröknél jelentkezik, ahol az itt beszivárgó vizek hatására a mélyben húzódó üregektől képződő kürtők kellően megközelítik a karbonátos kőzet felszínét akkor, ha mélyedés jellegük megmaradt (a környezet vizei itt gyűlnek össze) és, ha a kitöltő üledékek vízáteresztők (12., 56. ábra).

### Paleokarsztos járatok feletti karsztosodás

Depresszió nélküli posztgenetikus karsztosodás mélyedései többnyire tagolatlan aljazaton, igen kis sűrűséggel, teljesen szabálytalan eloszlásban fordulnak elő. E karsztosodási típus a legkevésbé ismert.

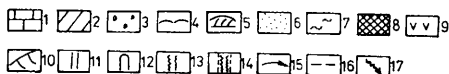
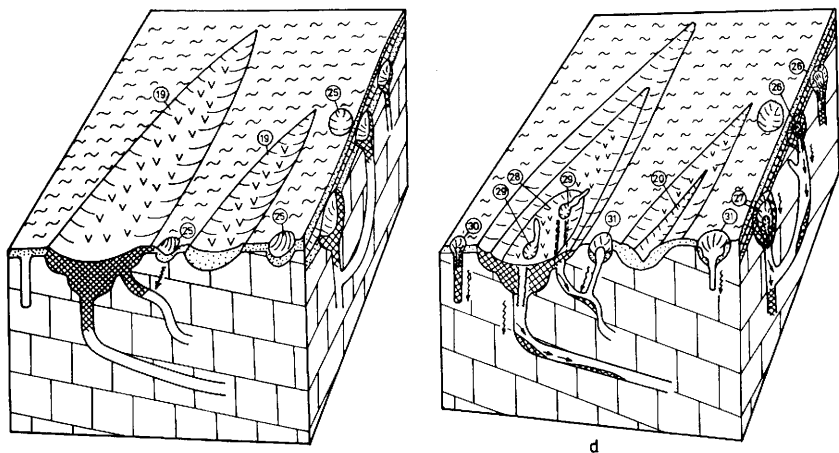
Önállóan nem fordul elő. Elvileg bármely más karsztosodási típussal is megjelenhet. Valószínűsíthető előfordulási helyei: Tési-fennsík, Sűrű-hegycsoport Ny-i térszínrészletei, a Kőrös-hegy és Som-hegy közti terület.





56. ábra. A Tési-fennsíkön valószínűsíthető karsztosodási fázisok

Jelmagyarázat: 1. mészkő; 2. mészkőfelszín; 3. vízzáró fedőüledék; 4. vízzáró fedőüledék felszíne; 5. vízzáró fedőüledék lepusztulása során képződött lépcső; 6. vízáteresztő fedőüledék (löss); 7. vízáteresztő fedőüledék felszíne; 8. folyóvízi szállításból leülepedett üledék (mállási maradék, folyóvízi agyag, lösz); 9. akkumulációs térszín (lejtőleöblítéssel és folyóvízi szállítással); 10. völgyet és karsztos mélyedést határoló lejtő; 11. karsztos járat; 12. vakkürtő; 13. kitöltő üledékben képződött járat; 14. metszetben nem látható járat; 15. járaton belüli anyagáthalmazódás; 16. karsztvízszint; 17. vízszivárgás; 18. epigenetikus völgy; 19. feltöltött, nem aktív epigenetikus völgy; 20. epigenetikus völgy kitöltésében képződött belső völgy; 21. kőzethatáron képződött víznyelő; 22. víznyelő töbör (fosszilis víznyelő); 23. lecsonkolódást követően megmaradt egykori vízvezető járat; 24. oldásos töbör; 25. fosszilis töbör; 26. kicsi depresszió utánrogyásos áltöbörrel; 27. kicsi depresszió utánrogyásos álvíznyelős töbörrel; 28. nagyméretű depresszió; 29. posztgenetikus víznyelős töbör; 30. járat feletti álvíznyelős töbör; 31. fosszilis töbörben képződött víznyelős töbör; a. allogén karsztosodás; b. autogén karsztosodás; c. elfedődés; d. részleges exhumálódás



## Áramló karsztvíztől függő karsztosodási típusok

A hegység egyes térszínein a Csatkai Kavics Formáció anyagának lepusztulása igen későn következett be, a hordozó rögök kismértékű és késői emelkedése miatt. E helyeken a fedett karbonátos kőzetekben, karsztvízszint alatti üregesedés történhetett. A kialakult formakincset nagymértékben befolyásolta az, hogy az epigenetikus völgyképződés az üregesedés után, vagy az üregesedéssel együtt ment-e végbe.

E karsztosodási típus elsősorban az olyan rögöket jellemzi, amelyeken a triász karbonátos kőzetekre (földolomit, valamint dachsteini mészkő) középső-eocén mészkő települt.

### Üregesedés utáni völgykialakulással jellemezhető térszínek karsztosodása

Az olyan rögökön, rögcsoportokon, amelyek tartósan alacsony helyzetűek voltak, a karsztvízszint a fedőüledékek és a karbonátos kőzet határán húzódott (57. ábra). Erre utal pl. az M-7 jelű barlang mennyezeti, oldásos eredetű kürtőjének kavics kitöltöttsége, de más felszínre nyíló járatokból előkerült kavicsok is. A fedőüledékek jelenléte a karsztvizet fokozottan oldalirányú áramlásra kényszerítette. A fedőüledékekből származó víz az oldáshoz és így az üregesedéshez is hozzájárult (eltemetett karszt). A karsztvíz övben a karsztvíz áramlása kétféle lehet. Uralkodóan horizontális az abráziós konglomerátumoknál, márgás összletelnél, továbbá ott, ahol a dolomit felett az eocén mészkő kivékonyodik. E helyektől távolodva, különösen a hordozó rög emelkedése esetén, az áramlási rendszer viszont fokozódó mértékben vertikális irányú lesz. Az előző helyeken az áramlási irányoknak megfelelően az üregek változatos irányokba horizontálisan, utóbbi helyeken kevésbé változatos irányokba és inkább vertikálisan fejlődtek ki. A hordozó rög emelkedése során a fedőüledékek lepusztulnak. A bevágódó regressziós-epigenetikus völgyek (posztgenetikus völgyek) az üregeket részben megsemmisítik, részben feltárják. A völgyek közti hátakon a felszínhez közeli üregek mennyezetének beszakadozásával szakadéktöbrök képződnek. (Egyes szakadéktöbrök a löszös fedőüledékre is átöröklődtek.) Ennek megfelelően a körkörös szakadéktöbrök ott alakultak ki, ahol az eocén mészkő vékonyabb (középső-eocén mészkő és földolomit határánál), ahol pedig vastagabb, megnyúlt-széles, valamint megnyúlt-keskeny szakadéktöbrök a jellemzőek. A körkörös szakadéktöbrök széles, a megnyúlt-széles szakadéktöbrök kisebb szélességű, a megnyúlt-keskeny szakadéktöbrök még kisebb szélességű üregek beomladozásával alakulnak ki.

E karsztosodási altípus jellemző a Hódos-értől nyugatra (pl. Dörgő-hegy környékén és a Szent László-erdő területén) eső térszíneken.

### Üregesedéssel egyidős völgyképződésű térszínek karsztosodása

A rög viszonylagosan korai emelkedése miatt a völgmélyülés és átöröklődés korán végbemehet, ugyanakkor már az átöröklődés előtt a karsztvízszint mélyebbre süllyed (58. ábra). A völgybevágódás a karbonátos kőzetbe gyorsuló ütemben mélyülve követi a karsztvízszint süllyedését. A vízfolyások nem fejeződhetnek le, mert bár az üregesedés intenzitása a völgyek alatt az elszivárgó víz hatására növekszik, a bemélyülés miatt a potenciális elvezető járatok megsemmisülnek. Az üregesedés a bemélyülő völgytalpak alatt koncentrálódik, mivel a völgy vízfolyásának elszivárgó vizei az áramló karsztvízöv vizével keverednek. A völgyfejlődést a már kialakult és elpusztuló, felnyíló üregek elősegítik (üregfelnyílások

völgyfejlődés). Az átöröklődött völgy vázolt fejlődése tartós lehet, miután a vízfolyásnak a rögön kívül eső fedett térszíneken jelentős vízgyűjtő területe lehet (példaként említjük a Cuhát, a Gerencét vagy az Ördög-árkot). Mindebből következik, hogy a folyamat napjainkban is végbemehet a hegység völgyeiben.

A fentiekből következik, hogy üregfelníylásos völgyfejlődés a szingenetikus völgyeket jellemzi. A posztgenetikus völgyek az üregeket csak feltárják, vízfolyásuk azok fejlődésében nem vesz részt. Ezért ott, ahol üregfelníylásos völgyfejlődés játszódik le a keveredési korrózió intenzitása a völgytalpak alatt a legjelentősebb. Itt várható a legnagyobb gömbüstgyakoriság az üregekben és utóbbiak mérete itt a legnagyobb. Innen oldalirányba távolodva a gömbüst gyakoriság és az üregek mérete várhatóan csökken.

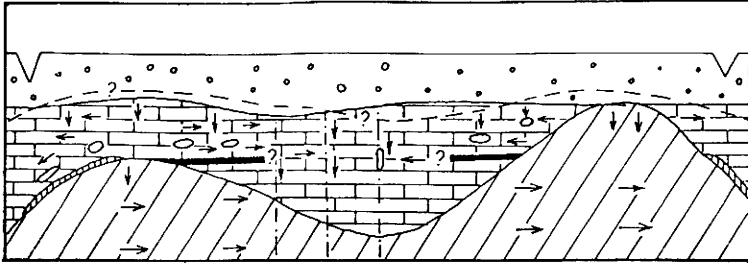
A posztgenetikus völgyek bemélyülésük során elérhetik az üregesedési zónát és feltárhadják annak üregeit, ekkor a feltárt üregek oldódásos formakincse (pl. a gömbüstgyakoriság) a völgy tengelyétől távolodva nem változik. (A keveredési korrózió nem koncentráldott a meder alatti sávra.) Előfordulhat, hogy esetleg a völgy vízfolyásának elszivárgó vizei oldanak. Az ily módon kialakuló függőleges helyzetű üregek lényegében a felszíni karsztosodásnál már bemutatott kúrtóknek felelnek meg. A vízfolyás szivárgó vize mélyebb szinteken keveredési korróziót is okozhat, így az üregfelníylásos völgyfejlődés fokozatosan kifejlődhet posztgenetikus völgyeknél is. Ha a völgy elegendő ideig aktív, a nagyobb mélységben kialakult üregek is feltáruulhatnak. Az ilyen völgyek esetében a völgytalp irányába haladva a feltáruult üregekben a gömbüstgyakoriság nőhet, de nőhet az üregek mérete is.

Az üregfelníylásos völgyfejlődés (VERESS 1980a, 1980b, 1981a, 1982b) egyaránt végbemehet epigenetikus-regressziós és epigenetikus-antecedens völgyfejlődés esetén. Epigenetikus-antecedens fejlődésű völgyeknél a szurdokos völgyrészletek oldalában függőleges helyzetű barlangmaradványok is előfordulhatnak (Kertesközi-szurdok). Ez arra vezethető vissza, hogy az antecedens völgyfejlődés nagyobb valószínűséggel akkor játszódik le, ha a rög emelkedése lassú, folytonos, így a karsztvízszint süllyedése is ilyen lesz. Akkor, ha a rög emelkedése gyors, de szakaszos, vagy a kőzetben vízzáró jellegű (márga) betelepülések fordulnak elő, az üregesedés horizontális lesz és esetleg több szintben is végbemehet.

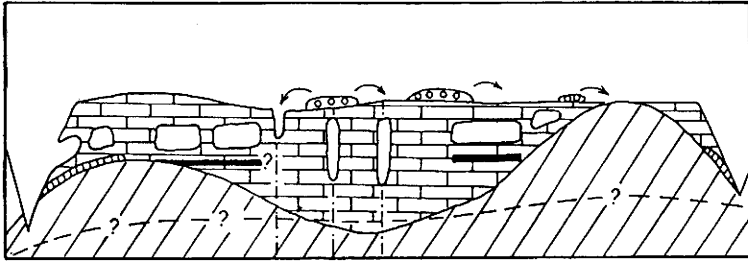
Az üregfelníylásos völgyfejlődés fokozatosan elhalhat. Ennek az az oka, hogy a fedőüledékek lepusztulása során a völgymélyülés egyre jobban lefékeződhet. Ez visszavetheti az üregesedést és így a további völgymélyülést.

Az epigenetikus-regressziós völgyek nem teljes hosszukban, hanem csak egyes szakaszokon fejlődnek üregfelníylással. Ezeket a szakaszokat maradványbarlang-csoportok jelzik. A barlangcsoportokban előforduló barlangok irányainak szétágazásai az egykori üregcsoportokat jelzik. Az, hogy a maradványbarlang-csoport a mederhez képest milyen helyzetű, jelzi, hogy a lineáris erózió az egykori üregcsoport peremét vagy belsejét érintette-e (59. ábra). E karsztosodási altípus jellemzi a Sűrű-hegycsoport területén bemélyülő völgyeket.

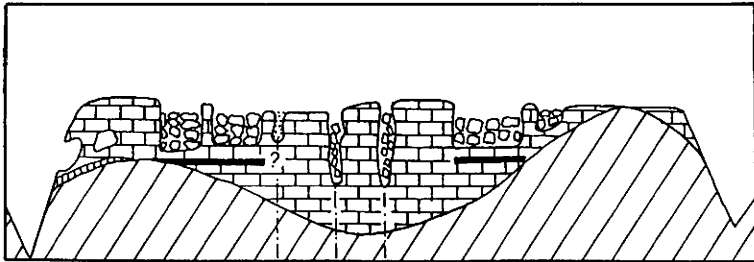
Szakadéktöbrös és üregfelníylásos völgyfejlődés területileg többnyire nem különül el egymástól. Így pl. a dudari Sűrű-hegy környékén az egymás szomszédságában előforduló üregfelníylásos, valamint szakadéktöbrös morfológia tanúsága szerint a két karsztosodási altípus váltakozva fordul elő. (Itt egyébként a szakadéktöbrök morfológiáját az emberi beavatkozás több helyen is erőteljesen megváltoztatta). Mindezt az teszi lehetővé, hogy a kezdetben alacsony helyzetű rögökön a szakadéktöbröket eredményező karsztosodást – az emelkedés következtében – az üregfelníylásos völgyfejlődéssel jellemezhető karsztosodás váltja fel, ha a völgyek vízgyűjtőjén fedőüledék foltok tartósan megmaradnak. Kizárólagosan üregfelníylásos völgyképződésre csak akkor lehet számítani, ha a karsztvízszint a fejlődés kezdetén is a karbonátos fekihöz képest nagyobb mélységben húzódik.



a

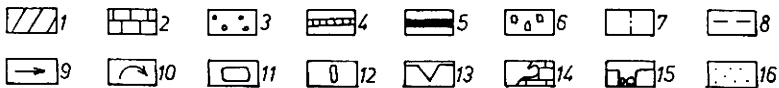


b



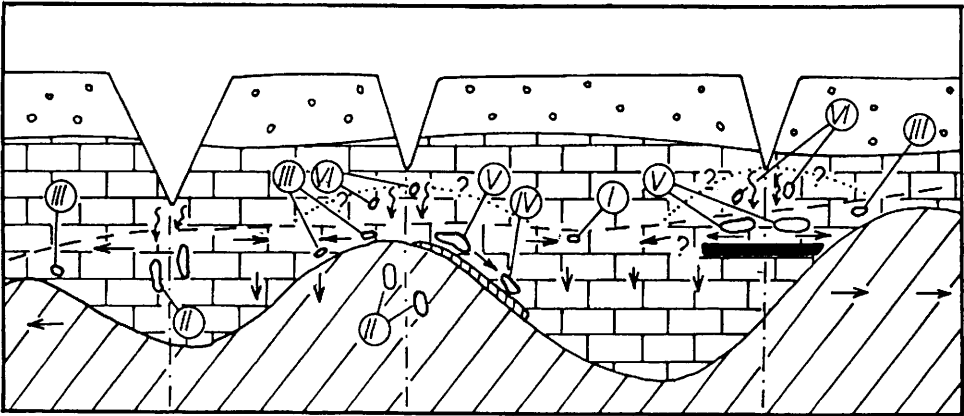
c

Q 470(kb)

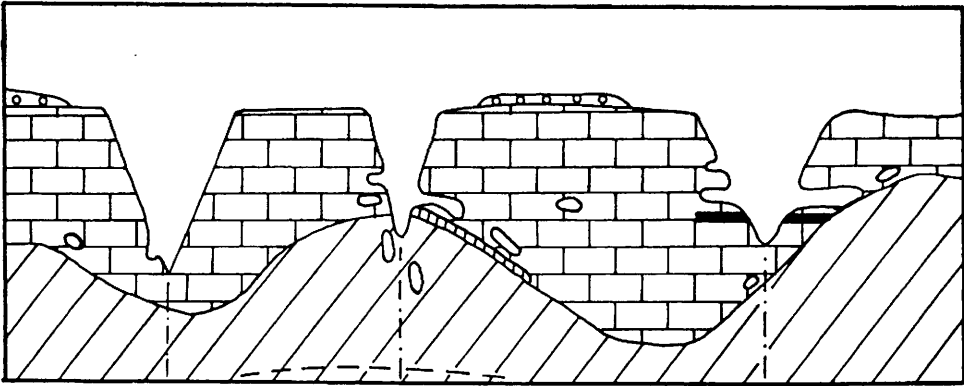


57. ábra. Szakadéktöbrök kialakulása

Jelmagyarázat: a. leszorított tükrű karsztvízöv alakul ki a Csatkai Kavics Formáció alatt; b. a karsztvízövből keveredési korrózióval üregesedés megy végbe; c. az üregek mennyezete beomlik, másokat az epigenetikus völgyek tárnak fel; 1. dachsteini mészkő és dolomit (Fenyőfői Formáció); 2. középső-eocén nummuliteszes mészkő (Szóci Formáció); 3. kavics (Csatkai Kavics Formáció); 4. abráziós breccsa; 5. márga; 6. omladék; 7. törés; vető; 8. karsztvízszint; 9. karsztvíz áramlási iránya; 10. fedőüledék lepusztulása lejtőleöblítéssel; 11. horizontális irányban kifejlődött üreg; 12. vertikális irányban kifejlődött üreg; 13. völgy; 14. felnyitott üreg; 15. szakadéktöbrök; 16. fedőüledékből származó kitértés

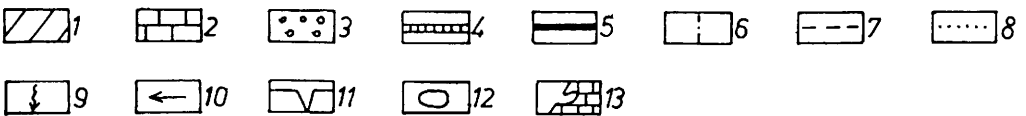


a



b

0 20m(kb.)



58. ábra. Maradványbarlangok kialakulása (VERESS 1980 módosítva)

Jelmagyarázat: a. völgyképződés és üregesedés; b. üregpusztulás és felnyílás; 1. triász karbonátos kőzet; 2. középső-eocén mészkő (Szóci Formáció); 3. kavics (Csatka-i Kavics Formáció); 4. abráziós breccsa; 5. márga; 6. törés, vető; 7. karsztvízszint; 8. fokozott vízelvezetés idején helyileg megemelkedő karsztvízszint; 9. epigenetikus völgytalpak vízfolyásainak elszivárgó vize; 10. karsztvíz áramlási iránya; 11. epigenetikus völgy; 12. üreg; 13. felnyitott üreg (maradványbarlang); I. karsztvízszint alatti üregesedés; II. törések, vetők menti üregesedés; III. dolomit feletti üregesedés; IV. helyi kifejlődésű vízzáró (vagy részleges vízzáró) ösztlet feletti üregesedés; V. helyi kifejlődésű vízzáró ösztlet feletti üregesedés, amit növel a völgy elszivárgó vize; VI. vízelvezetés miatt ideiglenesen megemelkedő karsztvízszint alatti üregesedés



## ÖSSZEFOGLALÁS

1. A hegység főbb karsztosodási típusainak kialakulásában a rög kiemelkedésének ideje, mértéke, üteme, az üregesedett zóna felszínhez képesti helyzete, szélessége, kialakulásának ideje, a völgyek átöröklődési ideje játszik szerepet. Miután a hegységet igen változatos fejlődéstörténetű, felépítésű és morfológiájú rögök alkotják, a hegység karsztosodása is igen változatos lesz. A karsztosodási zónák laza láncolata, kicsi sűrűsége, kis mérete miatt a karsztosodás a hegység arculatának alakításában azonban nem domináns.

2. Áramló karsztvíztől független (felszíni karsztosodás) játszódik le az alábbi tulajdonságú rögökön:

- Azokon, amelyeket legalább részben jól karsztosodó egyenetlen felszínű mészkő épít fel és ezt csak vízáteresztő fedőüledék fedi.

- Az üregesedési zóna a rög gyors kiemelkedése miatt nagy mélységben alakul ki, vagy az üregesedés a völgyek átöröklődésének idejére nagy mélységbe kerül. Az ilyen rögtérszíneken szingenetikus karsztosodás játszódik le. Ez, ha völgytalpon történik, állefejeződéssel is együtt járhat. Azokon a rögökön, ahol az üregesedési zóna a felszínhez közel alakult ki és a lassú völgymélyülés az átöröklődés után is folytatódott, allogén karsztosodás ment végbe. Allogén karsztosodás a hegység jelenlegi kitarodása során csak kevés helyen játszódott le, a hegység jelenlegi karsztosodásának kezdetén. Ma az így kialakult karsztosodási helyeken posztgenetikus karsztosodás megy végbe. Az üregesedési zóna jelenlététől vagy hiányától függetlenül, álposztgenetikus karsztosodás is jelen lehet azokon a rögökön, amelyeken hosszabb-rövidebb ideig autogén karsztosodás is végbement és ott fosszilis töbrök képződtek, és ezeket csak részben töltötte ki vízáteresztő üledék.

- A rögtípusokat tekintve szingenetikus karsztosodásra legnagyobb esély a tetőhelyzetbe kiemelt és exhumált sasbérceken vagy az olyan, viszonylag magas helyzetű kriptotönkökön (tetőhelyzetbe kiemelt és félig exhumált sasbércekkel mutatnak rokon vonásokat) van, amelyek területén a nem karsztos, vízzáró fedőüledék részben lepusztult.

3. A szingenetikus karsztosodás rejtett közethatáron végbemenő kürtőképződés. Az átöröklődés során kialakult felszíni karsztos formák: fedett karsztos víznyelők, álvíznyelők, víznyelős töbrök és a depressziók. A posztgenetikus karsztosodás formái – idősebb karsztformákat, ill. járataikat kitöltő laza üledékek mélybe szállítása nyomán bekövetkező – utánrogyások eredményeként képződnek. A kialakult formák az utánrogyásos áltöbr, az álvíznyelős töbr, a posztgenetikus víznyelős töbr, a járat feletti áltöbr és a járat feletti álvíznyelős töbr.

4. A recens felszíni karsztformák a vízvezető fedő (lész) kivékonyodásainál alakulnak ki. Ennek előfeltétele többnyire akkor adott, ha a karbonátos aljzat egyenetlen, tagolt, továbbá a fedőüledék lepusztulása során kivékonyodik. Ezért a karsztos formák sűrűsége még a karsztosodásra potenciálisan alkalmas zónákban is kicsi lesz. A karsztosodás végbemehet, ha a fedő alatt a karsztosodó kőzet tektonikusan (töréslépcsős térszín peremén), vagy ha az aljzat paleokarsztos magaslatokkal (kúpos térszinek tetőszintjén), vagy paleokarsztos mélyedésekkel (a paleokarsztos mélyedések pereménél) tagolt. Valamely rögön a karsztosodási zónák helyét, nagyságát és alakját, a karsztos formák gyakoriságát, típusát a rögök kitarodási módja (lejtőleöblítés, folyóvízi erózió), valamint a folyóvízi bevágódási helyek és utóbbiaknak a fekü domborzatához képesti helyzete alakítja.

5. A recens karsztosodást az idősebb, fosszilis karsztos formakincs az alábbi módokon gerjesztheti:

- rejtett közethatárok alakulnak ki a paleokarsztos magaslatok tetőszintjén és a paleokarsztos mélyedések peremén,

- posztgenetikus karsztosodás következhet be a hajdani autogén karszt már fosszilizáló-  
dott víznyelőiben, idősebb szingenetikus kürtőknél, vagy a lepusztulás következtében fel-  
színre nyíló idősebb karsztos járatoknál, üregeknél.

6. A laza fedőüledékek a hegység fedett karsztos mélyedéstípusainak (és a fedett karszto-  
sodás jellegének) kialakításában meghatározó jelentőségűek, miután a kürtőképződést és  
annak menetét vezérlik. Ugyanakkor a laza fedőüledékek a karsztos formák gyors pusztu-  
lásához is hozzájárulnak. Egyrészt azzal, hogy a kürtők eltömődésére a nagy mennyiségben  
beszállított üledék miatt nagy az esély, és így a fedett karsztos formák gyorsan feltöltődnek,  
másrészt azért, hogy gyors lepusztulásuk következtében a mélyedések lecsonkolódnak.  
(Ez utóbbi folyamatnak kedvez az is, hogy a kürtők a karsztos fekvő magaslatain képződ-  
nek.)

A hegység karsztos formái nem azért kisméretűek, mert a jelenlegi karsztosodás fiatal,  
hanem azért, mert az egyes karsztobjektumok fiatalok. A meglévő karsztos formák  
fosszilizálódnak és helyettük újabbak képződnek.

A karsztos mélyedések nem töbrök, de nem is igazi víznyelők. Bár háttérterületükről ví-  
zet kapnak, nem igazi lefejeződéssel alakulnak ki. A kürtők nem fejlődhetnek eróziós rend-  
szerekké, mert egyrészt rövid ideig funkcionálnak, másrészt a felszínen hiányoznak a megfe-  
lelő munkavégző képességű vízfolyások, de hiányzik a koptatást végző törmelék, kavics is. Ki-  
csi a háttérterületük (a rögös szerkezet, a domborzat jellege, vagy az egymás szomszédságá-  
ban kialakuló mélyedések miatt), így a járatokba kerülő víz mennyisége is kevés lesz.

Víznyelők az epigenetikus-antecedens völgyszakaszokon sem alakulhatnak ki. Az e he-  
lyeken végbemenő intenzív bemélyülés miatt az áramló karsztvíz üregei, járatai elpusztul-  
nak vagy felnyílnak.

7. A nem víznyelő jellegű barlangok, üregek az áramló karsztvízöbven alakulnak ki. Az üre-  
gesedés végbemehet a karsztosodó kőzet felszínének közelében (különösen a num-  
muliteszes mészkőben, ha annak fekvése triász karbonátos kőzet) kis vastagságban, nagyobb  
vastagságban (főleg a dolomitban), ill. nagyobb mélységben.

Akkor, ha a rög alacsony helyzetű, az üregesedés felszínközeli és a rögön kialakuló völ-  
gyek nem vagy későn (posztgenetikus völgy) öröklődnek át (esetleg völgyek ki sem fejlőd-  
nek), a karsztosodó kőzetben az üregek nem semmisülnek meg, hanem beomlodozva sza-  
kadéktöbbré alakulnak. Ilyen térszínek a tetőhelyzetbe kiemelt és elfedett sasbérceken  
fordulnak elő.

Előfordulhat, hogy az epigenetikus völgy átöröklődését követően is mélyül és belevágó-  
dik az üregesedési zónába. Ha eközben a völgy fokozatosan inaktivizálódik vagy az  
üregesedési zónát kis vastagsága miatt átvágja, lefejeződés nem történik, az üregesedési zó-  
na üregei részben megsemmisülnek, részben felnyílvá üregmaradványokként a völgyolda-  
lakban megmaradnak. Ilyen térszín a kriptotönk kivételével bármely rögtípusba tartozó rög  
területén előfordulhat.

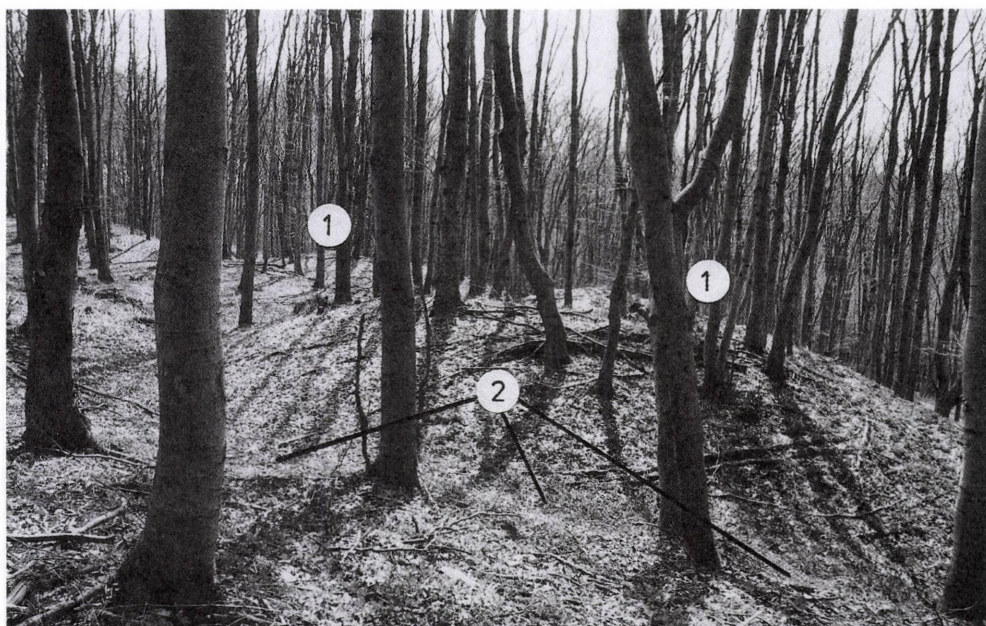
Akkor, ha a környezetéből szigetszerűen kiemelkedő rögön a völgy átöröklődése korai  
(szingenetikus völgy) és tartós, üregfelnyílásos völgyfejlődés megy végbe. Az ilyen völgyfej-  
lődéshez szükséges feltétel az is, hogy a kiemelkedő rögöt nem karsztos térszínek határol-  
ják, valamint, hogy az üregesedés a karsztosodó kőzet felszínétől számítva viszonylag nagy  
mélységben húzódják, vagy az üregesedési zóna e felszíntől számítva nagy mélységig folyto-  
nosan ki legyen fejlődve. Üregesedés és völgyfejlődés egymást erősítik, karsztos eredetű  
szurdok fejlődik ki. A völgyoldal barlangjai nem forrásbarlangok, mert e helyeken a karszt-  
víz sohasem csapolódott meg, sőt inkább vízelvezetés történt. A felnyílásos üreggenetika  
magyarázza ezen barlangok kicsi méretét, viszonylagosan nagy sűrűségét és völgyoldali el-  
terjedésüket. Az üregek eloszlását, térbeli alakját, a rög emelkedésének gyorsasága, a ki-



emelkedés jellege (szakaszos vagy folytonos), valamint az szabályozza, folytonos-e a karsztosodó kőzet kifejlődése vagy vízzáró összletek megszakítják azt.

8. A hegység főleg völgyoldalokban előforduló barlangjai az áramló karsztvízöv üregeinek utólagos felnyílásával keletkeztek. Néhány kisméretű, hajdani forrásszáj egy-egy rög oldalában akkor fordulhat elő, ha a rögben karsztvízemeletek alakultak ki. A főkarsztvíz kilépési helyeinél kisméretű forrásjáratok (pl. Tapolcafő) még nem fejlődhettek nagyméretű forrásbarlangokká. Olyan forrásbarlangokról, amelyek a főkarsztvíz mai előbukkanási szintjénél magasabban, tehát korábban alakultak ki, nincs tudomásunk.





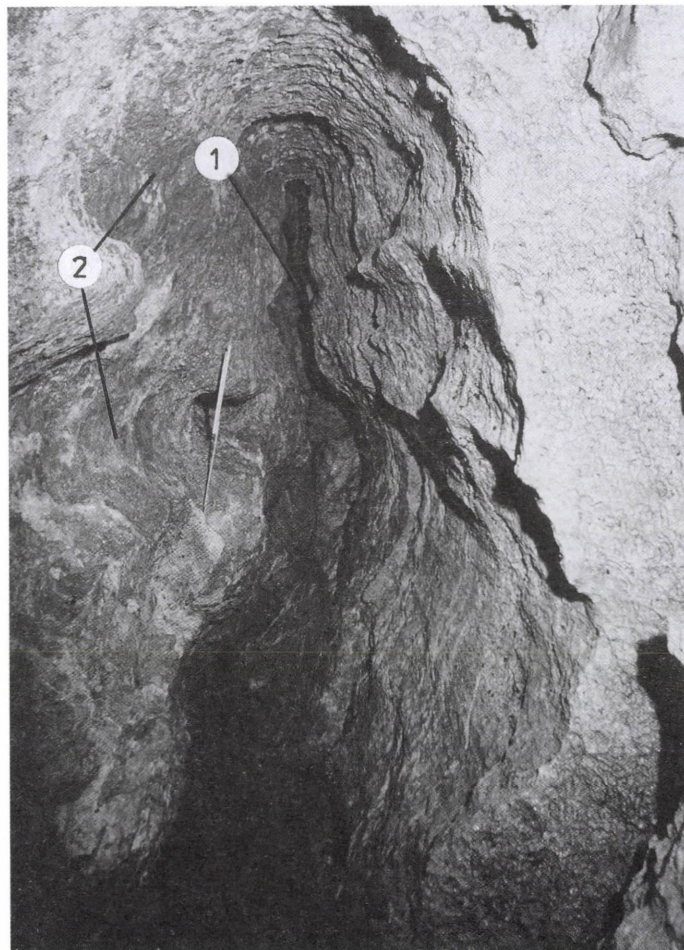
1. kép. Fedőüledékét részlegesen elveszített paleokarsztos térszínrészlet a Mester-Hajagról  
 Jelmagyarázat: 1. exhumált kúp; 2. a kúpok közeinél lejtőleöblítéssel keletkezett, szabálytalan alakú,  
 exhumálódásos maradványtérész



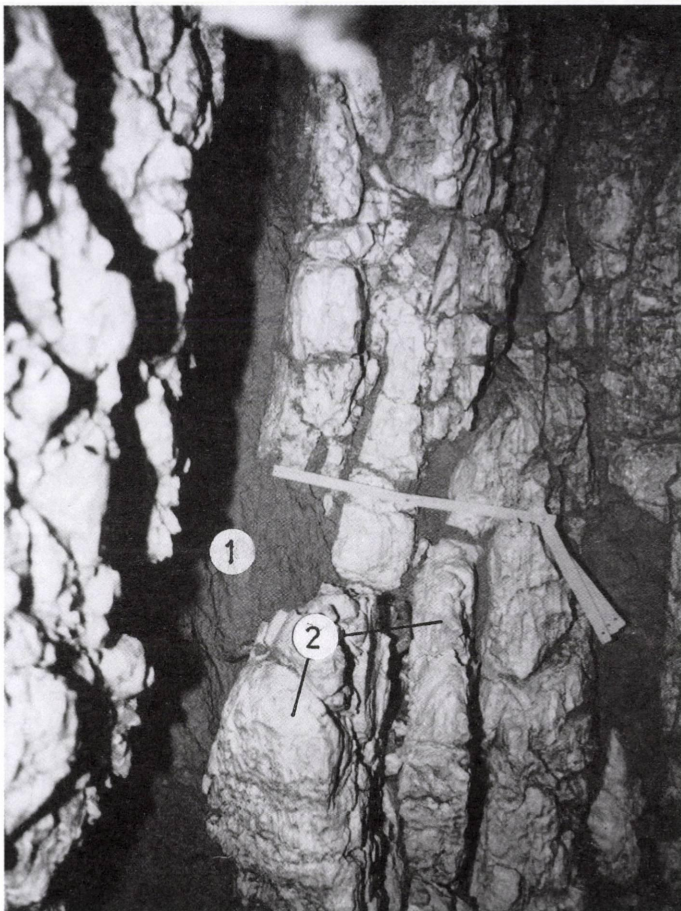
2. kép. Lecsonkolódott víznyelős tőbor (Gyenespusztai-barlang bejárata, Hárskúti-fennsík)



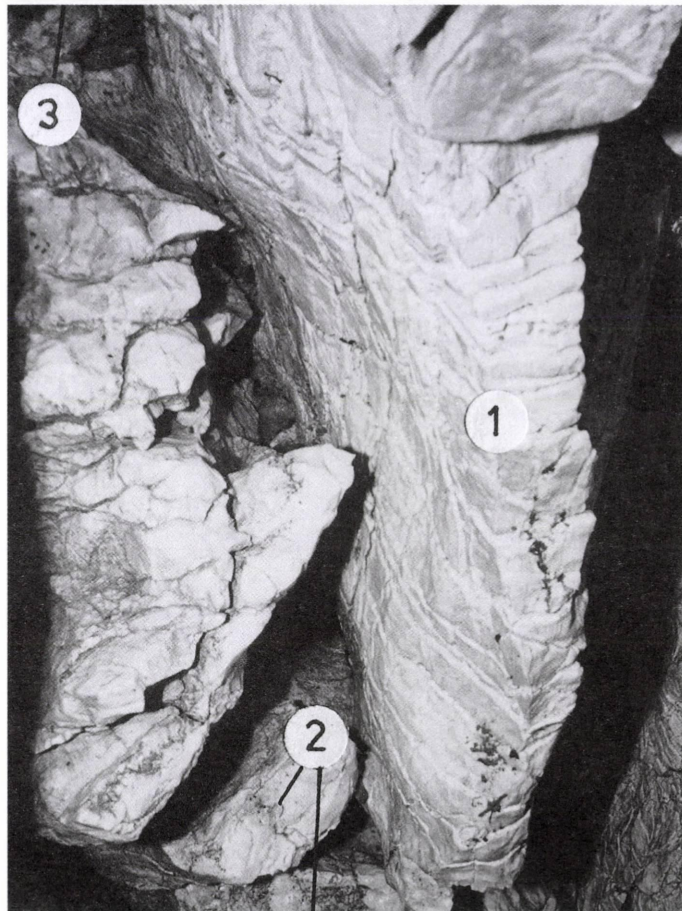
3. kép. Oldott kőzetfelületek a Gy-12 jelű víznyelős ikertöbör fő kúrtójának faláról (Öregfolyás völgyének oldala, Hárskúti-fennsík központi része)



4. kép. Vakkúrtó a Gy-3 jelű víznyelős töbör járatából (Szilfakő-völgy, Hárskúti-fennsík központi része)  
Jelmagyarázat: 1. vakkúrtó; 2. elsődleges kúrtóroncs



5. kép. Elsődleges kürtőroncsok (Gy-12 jelű víznyelős ikertöbör fő kürtőjéből, a felvétel a 6. ábra A-A' keresztmetszvényénél készült)  
Jelmagyarázat: 1. kürtőroncs talajkitöltéssel; 2. kürtőválaszfal-maradvány



6. kép. Elsődleges kürtőroncsok között megmaradt kürtőválaszfal-maradvány (Gy-3 jelű víznyelős töbör, Szilfakő-völgy)  
Jelmagyarázat: 1. kürtőválaszfal-maradvány; 2. omladék; 3. talajkitöltés a kürtőroncsban



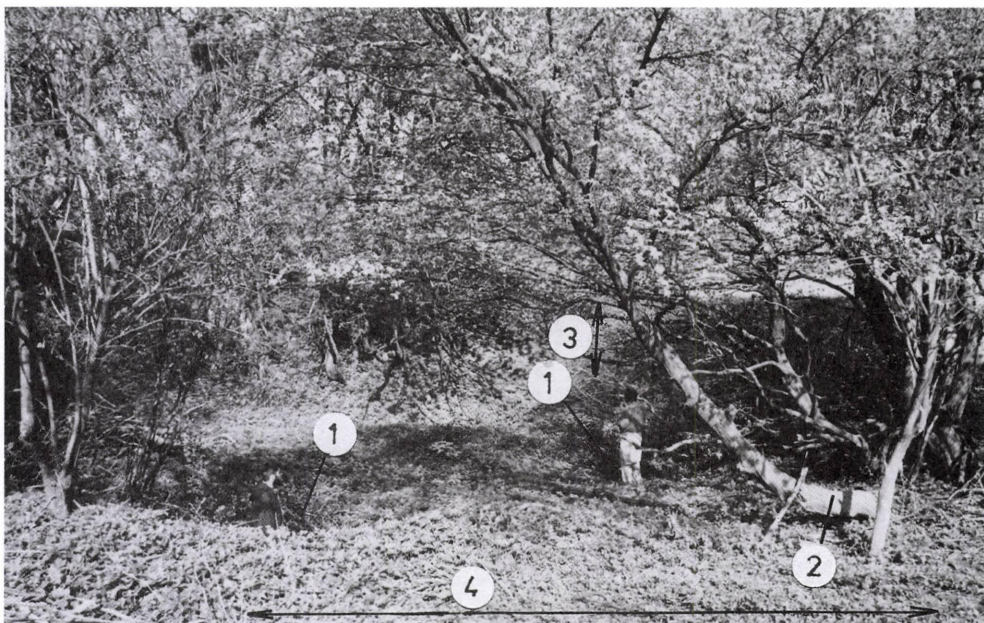
7. kép. Szántóföldi környezetben 1998. május 20-án észlelt – fedőüledékben kialakult – néhány napos forma a K-1 jelű fedett karsztos víznyelőtől kb. 50–100 m-re



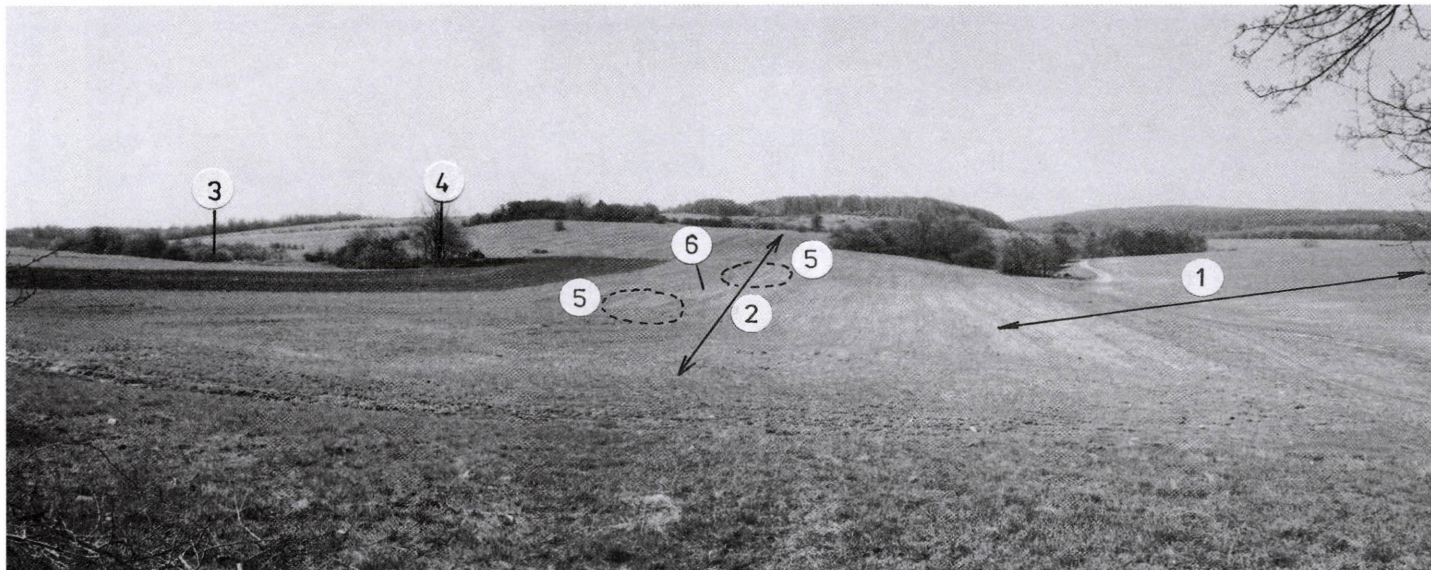
8. kép. Álvíznyelőben (Hu-10 jelű, Öregfolyás völgyoldala) fedőüledékekre omlással átöröklődött fiókmélyedések, 1985. Jelmagyarázat: 1. mélyedésperem; 2. mélyedésaljzat; 3. fiókmélyedés



9. kép. Tömegmozgást jelző görbült fa a Gy-9 jelű víznyelős töbörben, 1979 (az anyagmozgáshoz alkalmazkodva a fa alatti lejtőrész gyökérzete eltérést mutat a fa feletti lejtőrész gyökereihez képest)



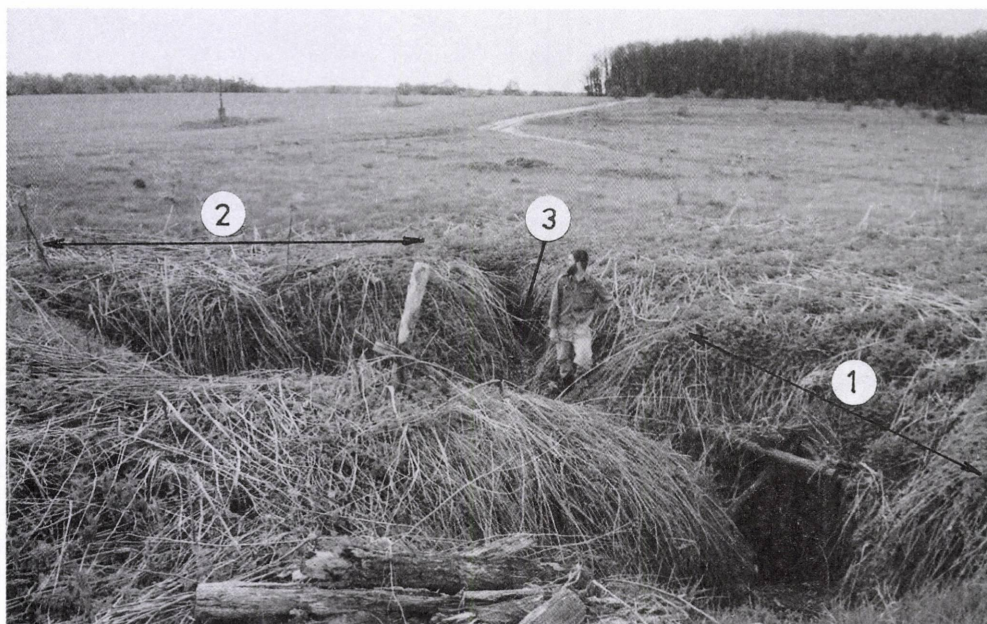
10. kép. A K-1 jelű fedett karsztos víznyelő (Hárskúti-fennsík központi része) egy részlete  
Jelmagyarázat: 1. fiókmélyedések; 2. eltemetett fa; 3. a mélyedés feltöltött K-i oldala; 4. a mélyedés közel sikká feltöltött aljzata



11. kép. A K-1 jelű fedett karsztos víznyelő

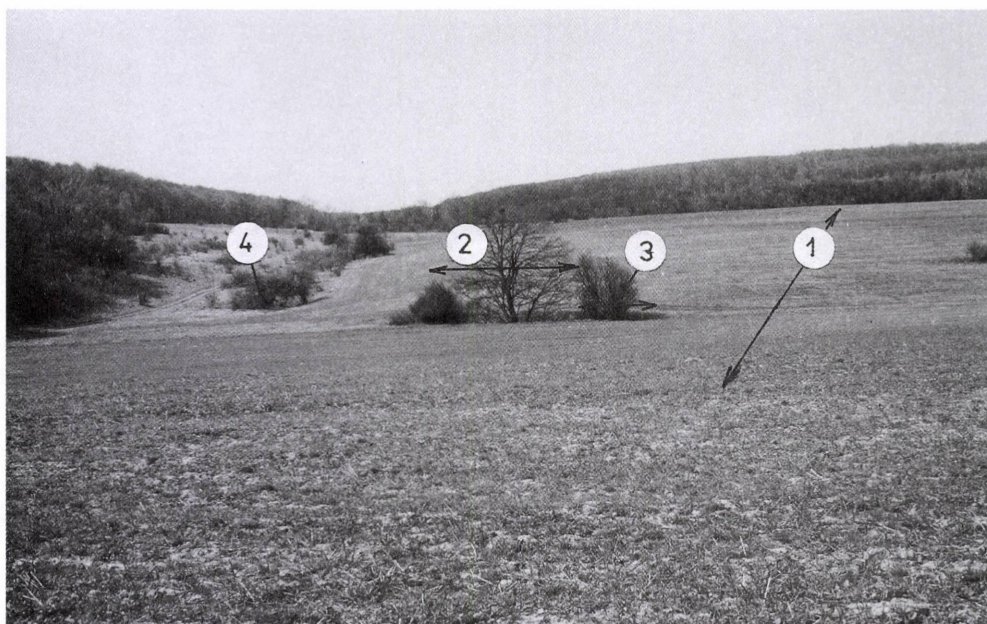
Jelmagyarázat. 1. Szilfakő-völgy; 2. idősebb völgy; 3. fiatalabb, vakon elvégződő völgy; 4. fedett karsztos víznyelő; 5. idősebb völgytalpon képződött fedett karsztos mélyedések; 6. a 7. képen bemutatott felnyílás hozzávetőleges helye





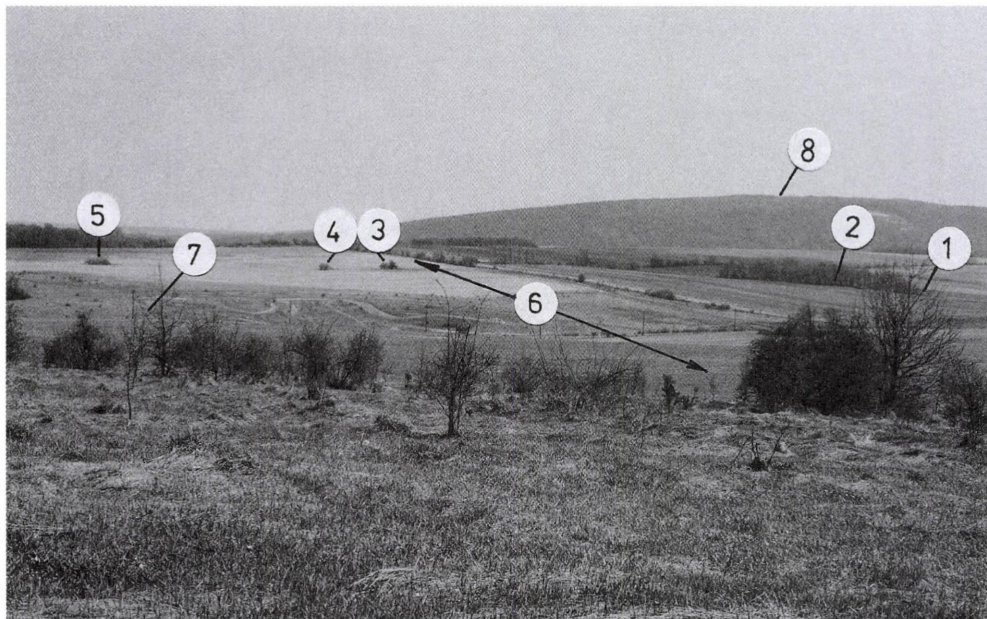
12. kép. Ikres víznyelős töbör (Gy-12)

Jelmagyarázat: 1. főkürtő részmélyedése (6. ábrán 10. számú); 2. mellékkürtő részmélyedése (6. ábrán 11. számú); 3. fiatal felnyílás (valószínűleg a 6. ábra 12. számú kürtőjének kezdeti felnyílása során képződött)

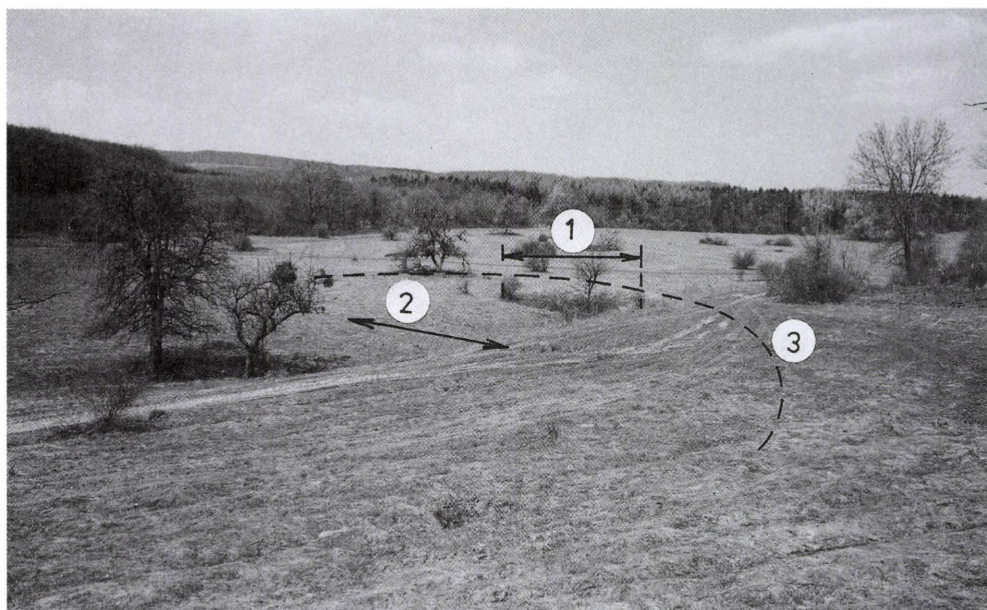


13. kép. Völgytalpi víznyelős ikertöbör és víznyelős töbör

Jelmagyarázat: 1. Szilfakő-völgy; 2. K-2 jelű részmélyedés; 3. K-3 jelű részmélyedés; 4. G-9 jelű víznyelős töbör



14. kép. Víznyelős töbör sor az Öregfolyás jobb oldali völgyoldalában  
 Jelmagyarázat: 1. Hu-10 jelű álvíznyelő; 2. az álvíznyelőhöz vezető meder; 3. Hu-1 jelű víznyelős töbör; 4. Hu-2 jelű víznyelős töbör; 5. Hu-3 jelű víznyelős töbör; 6. Öregfolyás; 7. a völgyoldal egy fedett exhumálódó kúpja; 8. hárskúti Kőrös-hegy



15. kép. A G-6/b jelű álvíznyelő (ld. az 52. ábrát, Hárskúti-fennsík központi része)  
 Jelmagyarázat: 1. álvíznyelő; 2. az álvíznyelő medre; 3. igazi depresszió pereme



16. kép. Áldepresszió a Mester-Hajagról (ld. a 20. ábrát)  
Jelmagyarázat: 1. kúp; 2. karsztos mélyedés (szingenetikus, víznyelős tőbör); 3. áldepresszió



17. kép. Áldepresszió a Mester-Hajagról (ld. a 20. ábrát)  
 Jelmagyarázat: 1. kúp; 2. fedett karsztos mélyedés (szingenetikus, víznyelős tőbör); 3. áldepresszió



18. kép. Álvíznyelős tőbör (innen nyílik az Alba Regia-barlang) feltöltött epigenetikus völgy talpán  
 Jelmagyarázat: 1. álvíznyelős tőbör; 2. epigenetikus völgy



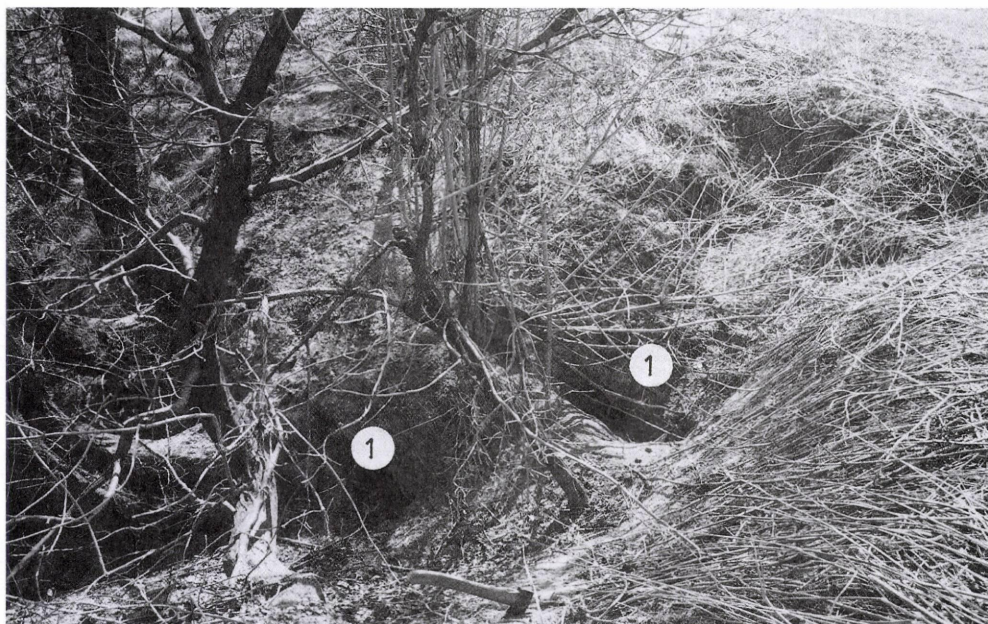
19. kép. Az I-29. jelű álvíznyelős tőbor (Tábla-völgy, Tési-fennsík)

Jelmagyarázat: 1. depresszió és álvíznyelős tőbor külső részének pereme; 2. álvíznyelős tőbor belső része; 3. tömegmozgással kialakult íves peremű bemélyedés

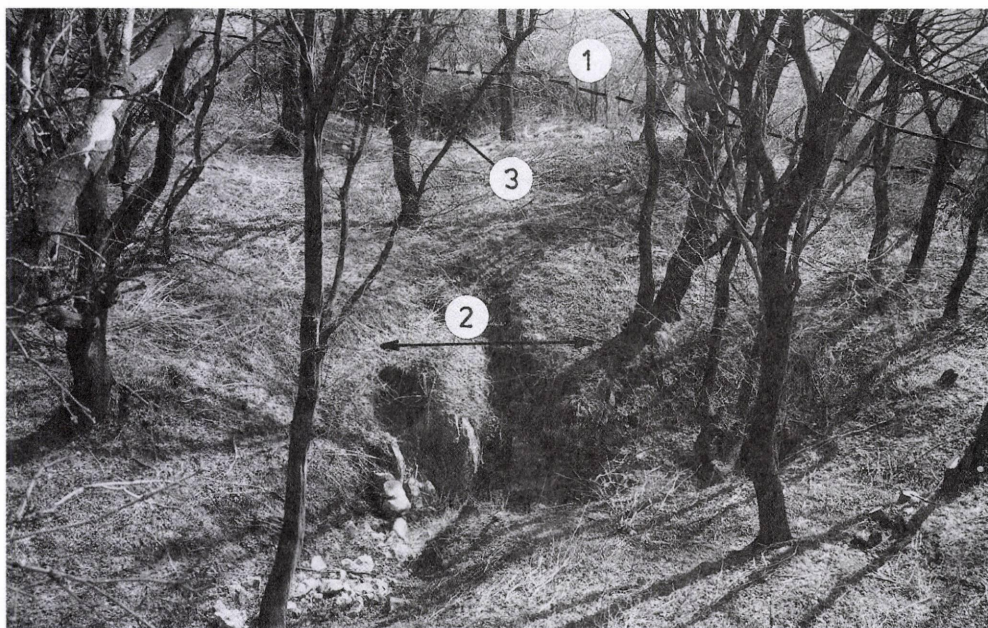


20. kép. Az I-30 jelű álvíznyelős töbör (Tábla-völgy, Tési-fennsík)

Jelmagyarázat: 1. depresszió és álvíznyelős töbör; 2. álvíznyelős töbör belső része; 3. tömegmozgással és lejtőöblítéssel kialakult íves peremű bemélyedés; 4. eróziós regressziós meder



21. kép. Az I-30 jelű álvíznyelős töbör eróziós regressziós medre állefejeződési (1) helyekkel



22. kép. Az I-14 jelű depresszió posztgenetikus víznyelős töbre  
 Jelmagyarázat: 1. depresszió pereme; 2. álvíznyelős töbör és medre (szálkőzet előbukkanásokkal);  
 3. áltöbör

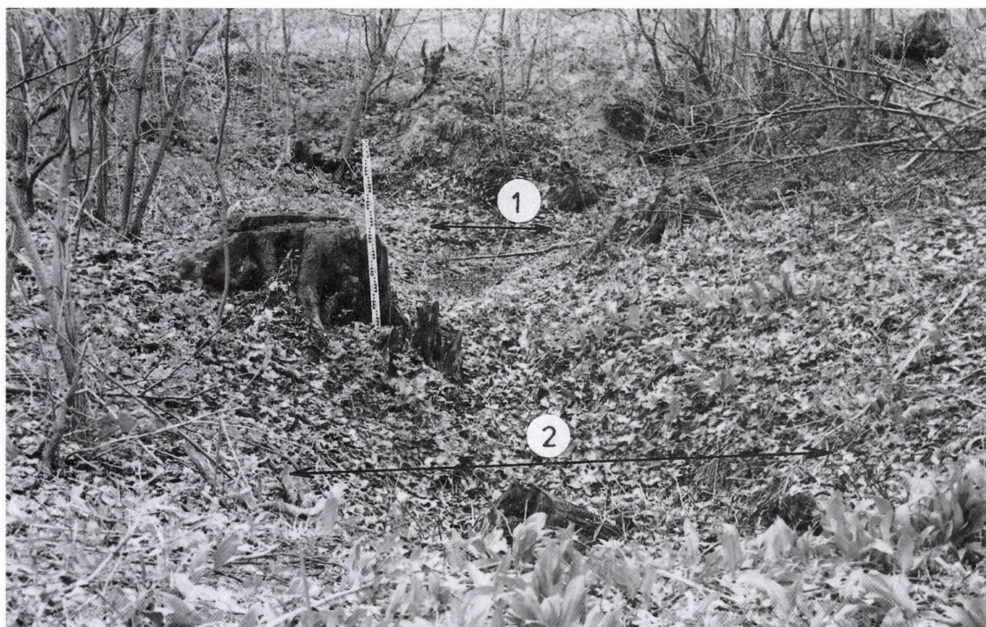


23. kép. Az I-33 posztgenetikus víznyelős töbör (Tábla-völgy)

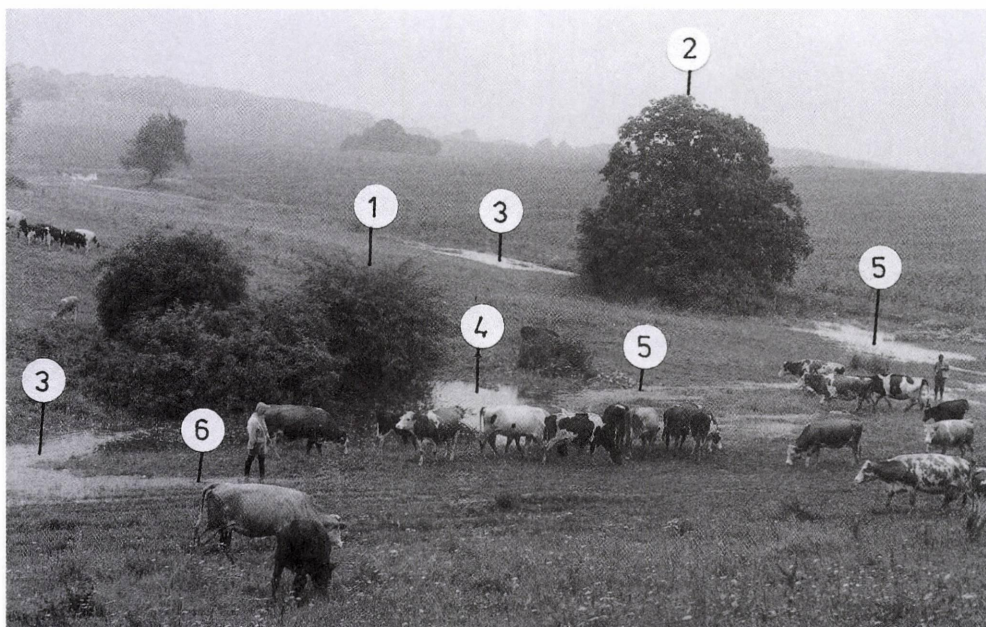


24. kép. Fossilizálódott fedett karsztos forma a Homód-árok környéki karsztosodó térszínrészletről





25. kép. Ikres víznyelős tőbor fosszilizálódott (1) és aktív (2) részvényedése a Fehérkő-árok közelében (a fosszilizálódott részvényedés területe az aktív részvényedés táplálóterülete)



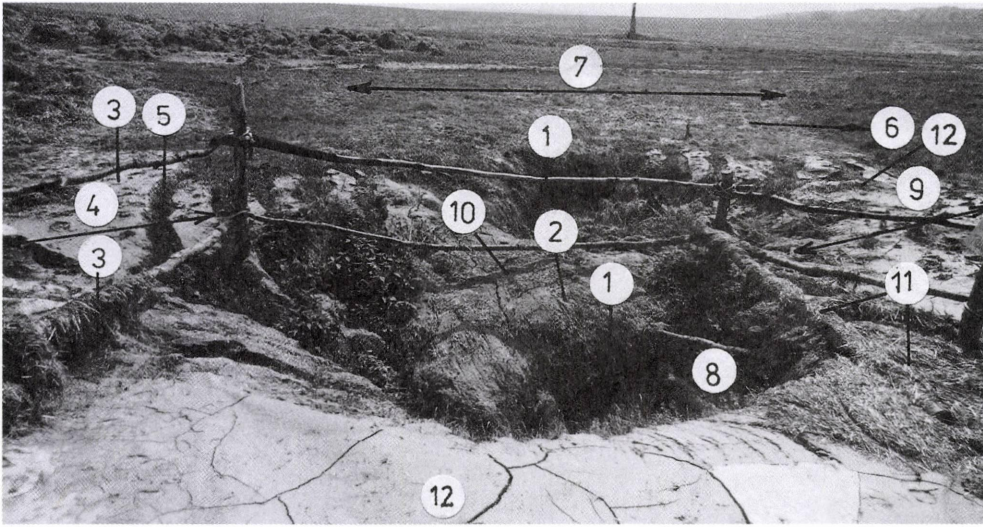
26. kép. Hosszabb ideig létező árvízi tó, 1984.  
Jelmagyarázat: 1. G-9 jelű víznyelős tőbor; 2. K-2 és K-3 jelű víznyelős ikertőbor; 3. völgytalpi vízbefolyás; 4. tó; 5. túlfolyás; 6. vízfolyás a G-9 jelű víznyelős tőbor mellett



27. kép. Árvízi tó közelről, 1984 (K-1 jelű fedett karsztos víznyelő)



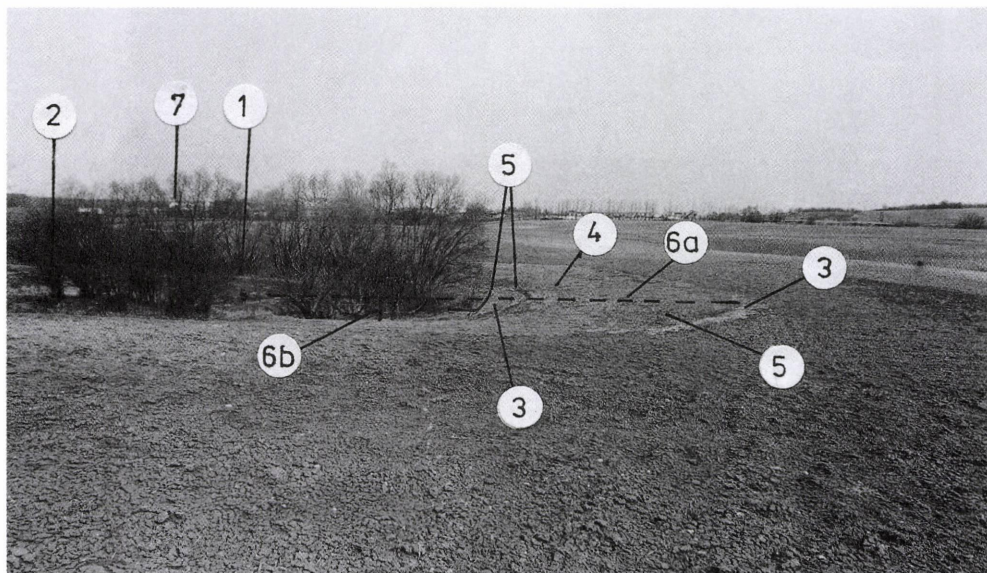
28. kép. Tartós ideig létező árvízi tó. A hordozó mélyedés a G-6/b jelű álvíznyelő közelében található (1984. aug. 8-14. között)



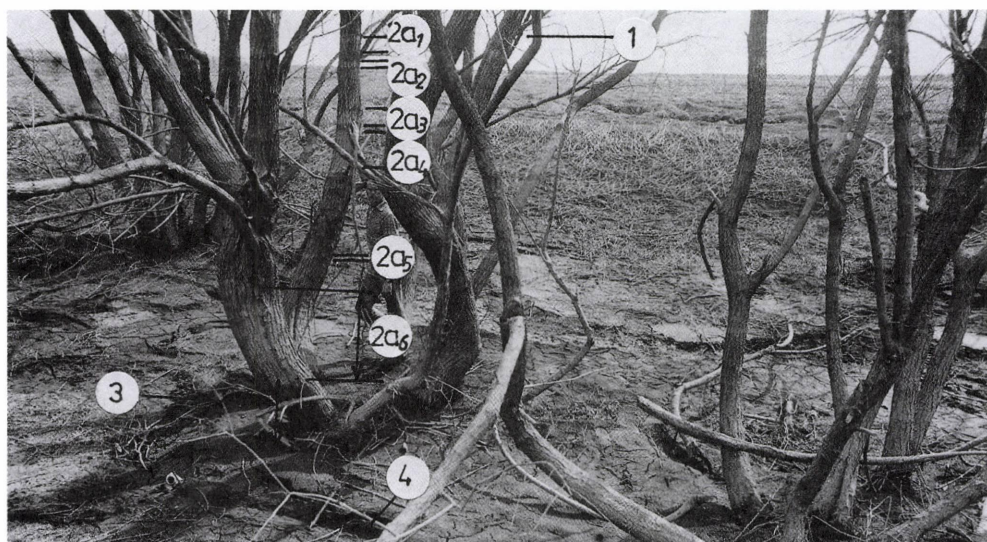
29. kép. Rövid ideig létező árvízi tó üledékei a Gy-12 jelű víznyelős ikertöbrnél (1980. május 9-ei működés) Jelmagyarázat: 1. részmedyédek; 2. küszöb; 3. intenzív vízbefolyás során a peremen keletkező durvább üledék, illetve növényi hulladék; 4. intenzív felületi vízbefolyás sávja; 5. üledékben keletkezett eróziós barázdák; 6. lassú felületi vízbefolyást bizonyító kolloidális eredetű elszíneződés a növényzeten; 7. lassú, felületi vízbefolyás sávja; 8. hajdani tó rövid ideig létező része (intenzív vízáramlás és vízelvezetés); 9. a hajdani tó hosszabb ideig létező része (kismértékű áramlás és vízelvezetés); 10. a küszöbön a sekélyebb vízmélység miatt lerakódott növényi hulladék; 11. túlfolyást bizonyító növényi hulladéktorlat; 12. a tó hosszabb ideig létező részéből, illetve túlfolyás során keletkezett üledék



30. kép. Hosszabb ideig létező tó üledékképződése, 1980 (Gy-11 jelű ikertöbr, Hárskúti-fennsík központi része) Jelmagyarázat: 1. növényhulladékos öszlet (egységes kifejlődése az árvízi tó vízszintsüllyedésének kicsi, illetve változatlan süllyedési sebességét jelzi); 2. eróziós vályú (mélysége megegyezik a tó létezése alatt keletkezett üledék vastagságával)



31. kép. Hosszabb ideig létező tó üledékképződése egy Dudar melletti víznyelős tőbor külső részén  
 Jelmagyarázat: 1. karsztos mélyedés; 2. vízutánpótlás; 3. kifelé éles peremmel elvégződő növényhulladékos öv; 4. növényhulladékos összlet; 5. növényi hulladéktól mentes térszín; 6. a tó maximális kiterjedése horizontális (a), ill. vertikális irányban (b); 7. Dudar, (a növényhulladékos öv a tó nyugalmi vízszintjét, a növényhulladékos összlet kiékelődése a tó vízszintjének gyorsuló süllyedését jelzi)



32. kép. Olvadékvizek által táplált, hosszabb ideig létező árvízi tó üledékképződése a 31. képen bemutatott víznyelős tőbor belső részén

Jelmagyarázat: 1. a tó tetőzési magassága; 2. lassúbb vízszintsüllyedést jelző kolloid gyűrűk ( $a_1$ - $a_6$ ); 3. kolloidmentes fatörzsrészlet (a fa tővénél nyíló vízvezető járat a vízáramlás helyi felgyorsulását eredményezi) 4. eróziós eredetű vályúk a tó üledékében (a kolloidos bevonat finom szemcséjű anyag beszállítását, a kolloid bevonat gyűrűs kifejlődése a tó vízszintjének változó sebességű süllyedését jelzi)



33. kép. Körkörös szakadéktöbör (Durrogós-tető, Hódos-ér közelében). Belseje az üreg mennyezetmaradványai miatt egyenetlen



34. kép. Megnyúlt-széles szakadéktöbör (Durrogós-tető, Hódos-ér közelében)  
Jelmagyarázat: 1. kürtők vagy gömbüstök a forma meredek É-i peremén; 2. mellékfolyosónál kialakult megnyúlt-keskeny szakadéktöbör



35. kép. Gömbüstronc a Dudar községhez közeli M-6 jelű barlangban (Magos-hegy 2. sz. Kő-lik) (jelenléte bizonyítja, hogy a barlang az áramló karsztvíz övében keveredési korrózióval képződött)



36. kép. A hódos-éri Likas-kő É-i bejáratai. A K-i bejárat felett gömbüstroncok láthatók



37. kép. Gömbüstronc az Ördög-árokban a medertalpon a Gizella-átjáró alatt. A patak balról jobbra folyik. Ha a képződmény eróziós üst lenne, a vízáramlás következtében a gömbüstöt balról határoló sziklafal kiszögellése (nyíllal jelölve) nem maradhatott volna meg.



38. kép. Gömbüstronc az Ördög-árok völgyoldalában, a Gizella-átjárónál. Jelenléte jelzi, hogy a környezetében elhelyezkedő üreg vagy üregek mára teljesen elpusztultak.



39. kép. Függő helyzetű maradványbarlang (Nagy-Törkü-lik, Szilfakő-völgy, Hajag)





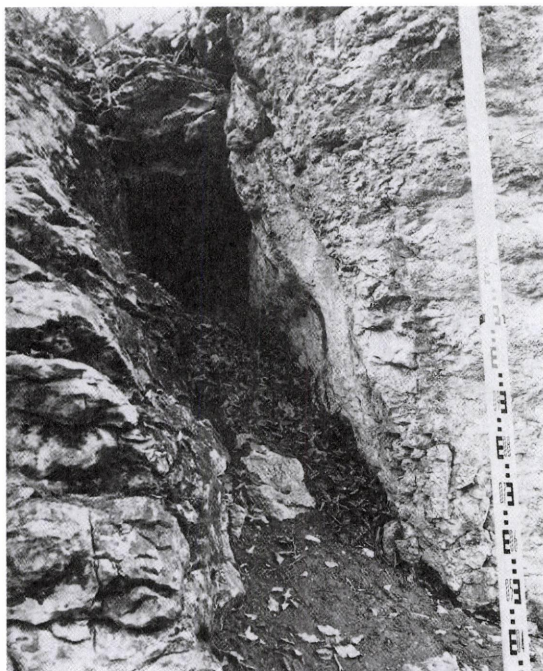
40. kép. Epigenetikus-antecedens szurdok, Kőmosó (a cseszneki Vár-hegyet átfűrészeli, a patak vízgyűjtője a hegy előtti - nem karsztos kőzetekkel kitöltött - vetődéses árok)



41. kép. Lineáris erózióval felnyílt, törések mentén kioldódott üregek (Ördög-árok, Gizella-átjárónál).  
Jelmagyarázat: 1. gömbüstronc; 2. barlangmaradvány



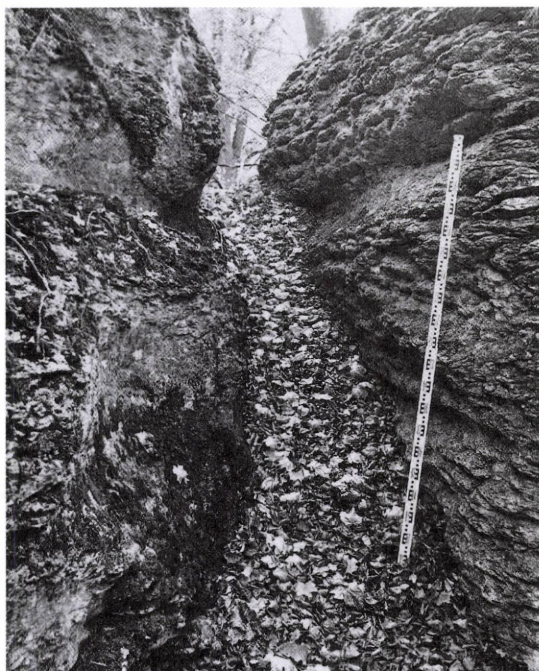
42. kép. A völgyoldal pusztulásával barlangronccsá fejlődött maradványbarlang, mennyezetén ablakkal (Gerencepusztai-barlang, Gerence-völgy)



43. kép. Barlangmaradvány mennyezetmaradvánnyal (Ördög-árok)



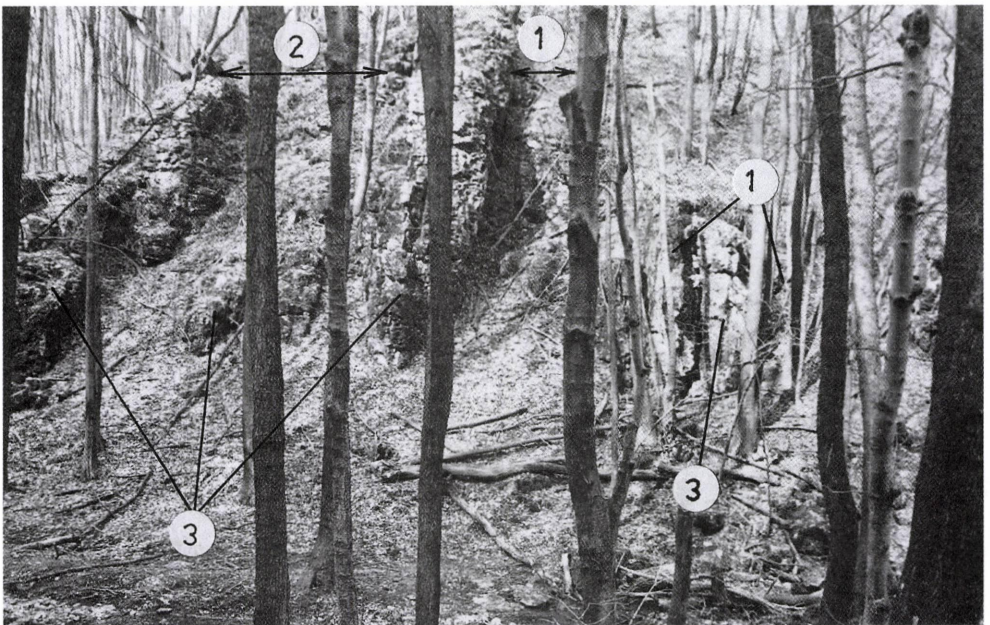
44. kép. Folyosó- (1) és teremszerű (2) barlangmaradványok a hódos-éri Likas-kő feletti térszínen



45. kép. Folyosószerű barlangmaradvány az Ördög-árból (oldalfalain utólagos réteglap menti oldódás során keletkező vályúkkal)



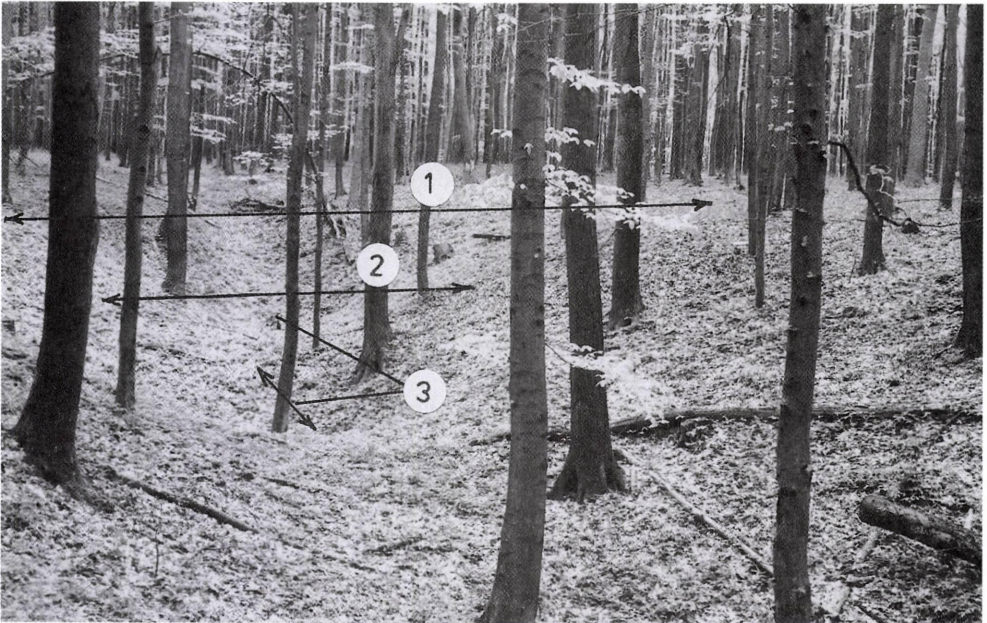
46. kép. Felfylott, áramló karsztvízöbven kialakult kürtök roncsai a Kertesköi-szurdok (Gerencevölgy) oldalában



47. kép. Kürtőroncsokkal tagolt szurdokfal pusztulása (Kertesköi-szurdok)  
Jelmagyarázat: 1. részben elpusztult kürtőmaradvány; 2. teljesen elpusztult kürtőmaradvány; 3. kürtők közötti válaszfal maradványa



48. kép. Kettős völgy (a Márvány-árok mellékvölgyének, a Nyögéri-árok egyik mellékvölgye)  
 Jelmagyarázat: 1. idős epigenetikus völgy, áthalmazott lösszel részben kitöltve; 2. kifejlődő epigenetikus völgy



49. kép. Kifejlődő epigenetikus völgy karsztosodása (Márvány-árok mellékvölgyének, a Pálházi-árok egyik mellékvölgye)  
 Jelmagyarázat: 1. kitöltött, kifejlődött, idős epigenetikus völgy; 2. kifejlődő epigenetikus völgy; 3. víznyelős töbör

## IRODALOM

- Alba Regia BKC**s (1976a): 4421. Isztimér (1976. évi barlangkataszterezési pályázat) - Kézirat, Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat (MKBT) Dok. Szakosztály
- Alba Regia BKC**s (1976b): 4422. Tés I-II. köt. (1976. évi barlangkataszterezési pályázat) - Kézirat, MKBT Dok. Szakosztály
- Balázs D.** (1984): Exhumált trópusi őskarszt Lapinha vidékén (Minas Gerais, Brazília) - Karszt és Barlang II. 87-92.
- Balázs D.** (1986): Kína karsztvidékei - Karszt és Barlang II. 123-132.
- Bárány I.-Jakucs L.** (1984): Szempontok a karsztok felszínformáinak rendszerezéséhez különös tekintettel a dolinák típusaira - Földrajzi Értesítő 33: 259-269.
- Bárdossy Gy.** (1961): A magyar bauxit geokémiai vizsgálata - Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) Alkalmi kiadványa, Bp.
- Bárdossy Gy.** (1977): Karsztbauxitok - Akadémia Kiadó, Budapest
- Bárdossy Gy.-Pataki A.-Nándori Gy.** (1983): Bányaföldtani térképsorozat módszertani kidolgozása és gyakorlati alkalmazása az iharkúti külfejtés bauxitbányászatban - Földtani Kutatás 26: 3-10.
- Bertalan K.** (1935): Beszámoló az 1935. év folyamán végzett barlangkutatásaimról - Kézirat, Laczkó Dezső Múzeum
- Bertalan K.** (1938): A Bakony hegység barlangjai - Turisták Lapja 50: 153-155., 207-208.
- Bertalan K.** (1943): A bakonyi barlangok (pótlás az 1938. évi közleményekhez) - Turisták Lapja 55: 235.
- Bertalan K.** (1955): Kiegészítés a bakonyi barlangok ismeretéhez - Földrajzi Értesítő 4: 55-62.
- Bertalan K.** (1958): Magyarország nem karsztos eredetű barlangjai - Karszt és Barlangkutató Tájékoztató, 12-27.
- Bertalan K.** (1962): A Bakony barlangjai - In Jakucs L.-Kessler H.: A barlangok világa, Sport Kiadó, Bp. 234-247.
- Bertalan K.** (1963a): A dudari „Sűrűhegyi” Ördöglik kutatástörténete - Karszt és Barlang I. 27-31.
- Bertalan K.** (1963b): A bakonybéli Somhegy barlangjainak kutatástörténete - Karszt és Barlang II. 75-78.
- Bertalan K.** (1972): A veszprémi térképlap területén levő jelentősebb barlangok - In Deák M. (szerk.): Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához, L 33-XII. Veszprém, MÁFI, Budapest 15-24.
- Bertalan K.** (1977): A magyar barlangkutatás története évszámokban - Karszt és Barlang I-II. 43-46.
- Bertalan K.-Szokolszky I.** (1935): A Bakony barlangjai - Turisták Lapja 47: 131-134.
- Bertalan K.-Kretzoi M.** (1962): A tekeresvölgyi barlangok Veszprém mellett és az örvös lemming legdélibb előfordulása - Karszt és Barlangkutatás II. 83-93.
- Böcker T.** (1972): A karsztvizek mozgásviszonyai természetes körülmények között - II. Anyag- és Energiaáramlási Anket, 107-121. Akadémia Kiadó, Bp.
- Böcker T.** (1977): A hazai karsztvízkutatás gazdasági jelentősége - Karszt és Barlang, I-II. 17-22.

- Bratán M.–Mohos P.–Zsuffa I.** (1967): A Gerence-patak hidrológiai tanulmánya - Hidrológiai Közlöny 47: 284-296.
- Bulla B.** (1958): Néhány megjegyzés a tönkfelszínnek kérdésében - Földrajzi Értesítő 7: 226-274.
- Bulla B.** (1964): Magyarország természeti földrajza - Tankönyvkiadó, Bp.
- Bulla B.** (1968): A magyar föld domborzata fejlődésének ritmusai, az újharmadkor óta a korszerű geomorfológiai szemlélet megvilágításában - Válogatott természeti földrajzi tanulmányok, Akadémia Kiadó, Budapest, 90-104.
- Bull, P. A.** (1977): Cave boulder chokes and dolina relationships - Proc. 7 th Int. Cong. Speleol. 93-96.
- Csepregi A.** (1995): A Dunántúli-középhegység főkarsztvíztározójának hidraulikai és transzport modellezése - Geomatematikai Anket, alkalmi kiadvány, Szeged 13-22.
- Eszterhás I.** (1981): A Burok-völgy karsztmonográfiája - A Veszprém megyei Múzeumok Közleményei 16: 15-30.
- Eszterhás I.** (1983): Az Alba Regia-barlang, a Bakony legnagyobb ismert barlangja - A Bakonyi Természettudományi Múzeum (BTM) Közleményei 2: 7-28.
- Eszterhás I.** (1985): A Tési-fennsík geomorfológiai képe - Alba Regia BKC. Évkönyve, 91-105.
- Ford, D. C.** (1995): Paleokarst as a target for modern karstification - Carbonates and evaporites 10: 138-147.
- Földvály M.** (1933): A Bakony-hegység és a Bakonyalja természeti értékei - Erdészeti Lapok 72: 1023-1033.
- Földvári A.** (1933): A Dunántúli-középhegység eocén előtti karsztja - Földtani Közlöny 63: 49-56.
- Futó J.** (1980a): A Gy-9 jelű víznyelő kitöltő üledékeinek vizsgálata - Cholnoky J. BKC. Évi Jel., Kézirat MKBT Dok. Szakoszt. 17-22.
- Futó J.** (1980b): Kiegészítő megjegyzések az Öregfolyás jobb oldali vízgyűjtő területén előforduló víznyelők komplex térképének földtani részéhez - Cholnoky J. BKC. Évi Jel., Kézirat, MKBT Dok. Szakoszt. 22-29.
- Fülöp J.** (1989): Bevezetés Magyarország geológiájába - Akadémia Kiadó, Bp.
- Gergely E.** (1938): Geomorfológiai megfigyelések az Északi-Bakony területén - Bölcsészdoktori Értekezés, Kézirat
- Hevesi A.** (1980): Adatok a Bükk-hegység negyedidőszaki ősföldrajzi képéhez - Földtani Közlöny 110: 540-550.
- Hevesi A.** (1986): Hidegvizek létrehozta karsztok osztályozása - Földrajzi Értesítő 35: 231-254.
- Hevesi A.** (1991a): Magyarország karsztvidékeinek kialakulása és formakincse I. - Földrajzi Közlemények CXV: 25-35.
- Hevesi A.** (1991b): Magyarország karsztvidékeinek kialakulása és formakincse II. - Földrajzi Közlemények CXV: 99-120.
- Horusitzky E.** (1942): A víz a Föld belsejében - Hidrológiai Közlöny 22: 123-144.
- Horváth J.** (1963): A Nagy- és Kis-Pénzlik-barlang új felmérése - Karszt és Barlang II. 71-74.
- Hunfalvy J.** (1864): A Magyar Birodalom természeti viszonyainak leírása - Akadémia Kiadó, Pest

- Jakab I.** (1986): Újabb karsztos mélyedések az Alsó-Hajagon - Cholnoky J. BKCs. Évi Jel. MKBT Dok. Szakoszt., Kézirat, 4-5.
- Jakucs L.** (1950): A dolomitporlódás kérdése a Budai-hegységben - Földtani Közlöny 80: 361-380.
- Jakucs L.** (1956): Adatok az Aggteleki-hegység és barlangjainak morfogenetikájához - Földrajzi Közlemények IV: 25-38.
- Jakucs L.** (1968): Szempontok a karsztos tájak denudációs folyamatainak és morfogenetikájának értékeléséhez - Földrajzi Értesítő 17: 17-46.
- Jakucs L.** (1971a): A karsztok morfogenetikája - Akadémia Kiadó, Budapest
- Jakucs L.** (1971b): Szempontok a dolomittérszinek karsztosodásának értelmezéséhez - Földrajzi Értesítő 20: 89-98.
- Jakucs L.** (1977): A magyarországi karsztok fejlődéstörténete - Karszt és Barlang I-II. 1-16.
- Jakucs L.** (1980): A karszt biológiai produktum - Földrajzi Közlemények XXVII: 331-344.
- Jakucs L.** (1994) A Budai-hegység hidrotermális karsztja - Földrajzi Értesítő XLIII: 235-246.
- Jaskó S.** (1935): A Pápai-Bakony hidrológiája - Hidrológiai Közlöny 15: 205-211.
- Jaskó S.** (1936): Adatok a bakonyi karszt ismeretéhez - Turisták Lapja 48: 58-59.
- Jaskó S.** (1959a): A földtani felépítés és a karsztvíz elterjedésének kapcsolata a Dunántúli-középhegységben - Hidrológiai Közlöny 39: 289-297.
- Jaskó S.** (1959b): Vízmérések a bakonyi karsztzurdokokban - Karszt és Barlangkutatási Tájékoztató, 4: 30-31.
- Jaskó S.** (1961): A balatonfelvidéki és észak-bakonyi patakok vízhozamának kapcsolata a vízföldtani felépítéssel - Hidrológiai Közlöny 41: 75-85.
- Jennings, J. N.** (1975): Doline morphometry as a morphogenetic tool: New Zealand examples - New Zealand Geographer 6-28.
- Jennings, J. N.** (1985): Karst Geomorphology - Basil Blackwell, Oxford
- Juhász Á.** (1988): A Bakonyvidék - In Pécsi M. (szerk.): A Dunántúli-középhegység B, Akadémia Kiadó, Budapest, 11-101.
- Juhász Á.** (1990): Bakonyvidék - In Marosi S. (szerk.): Magyarország kistájainak katasztere II., MTA Földr. Kut. Int., Bp. 597-660.
- Kassai M.** (1963): A Sűrű-hegyi Ördöglik új felmérése - Karszt és Barlang I. 21-26.
- Kálmán Gy.-Pethő J.** (1950): Urkút és Ajka környékének részletes karsztvíz térképe - Hidrológiai Közlöny XXX: 175-178.
- Kárpát J.** (1974): A Tési-fennsík karsztmorfogenetikája - OTDK dolgozat, Kézirat, Sopron
- Kárpát J.** (1977): Szepeológiai kutatások a Hárskúti fennsíkon - Alba Regia BKCs. Évkönyve, Kézirat, 17-40.
- Kárpát J.** (1978a): A kőris-hegyi karsztterület szepeológiai kutatásának kérdései - Alba Regia BKCs. Évkönyve, Kézirat, 21-29.
- Kárpát J.** (1978b): Kataszterkiegészítés (Terepbejárások a Központi-Bakonyban) - Alba Regia BKCs. Évkönyve, Kézirat, 99-100.
- Kárpát J.** (1979): A 4413-as területen 1979-ben felderített karsztobjektumok - Alba Regia BKCs. Évkönyve, Kézirat, 109-114.



- Kárpát J.** (1980): A som-hegyi terepbejárások eredményei (4413-as kataszteri terület) - Alba Regia BKC. Évkönyve, Kézirat, 38-41.
- Kárpát J.** (1982): Alba Regia barlang - Magyarország barlangtérképei 2., MKBT, Bp.
- Kerekes J.** (1948): Die Periglazialen bildungen Ungarn - MÁFI Évkönyve 37. Budapest
- Kocsis T.** (1979): Terepbejárás a Homód-árokban - Cholnoky J. BKC. Évi Jel. MKBT Dok. Szakoszt. Kézirat, 37.
- Kordos L.** (1984): Magyarország barlangjai - Gondolat Kiadó, Budapest
- Korpás L.** (1981): A Dunántúli-középhegység oligocén-alsó-miocén képződményei - MÁFI Évkönyve 64.
- Korpás L.** (1999): Középső triász, 235 millió éves paleodolina a Balaton-felvidéken (Litér, Hajmáskér) - Karsztfejlődés III. (in press)
- Láng G.** et al. (1962): A Bakony hegység vízföldtani jellemzése - Vázlatok és tanulmányok Magyarország vízföldtani atlaszához, Műszaki Könyvkiadó, Bp. 259-271.
- Láng S.** (1948): Karszttanulmányok a Dunántúli-középhegységben - Hidrológiai Közönlöny 28: 49-52.
- Láng S.** (1952): Geomorfológiai - karsztmorfológiai kérdések - Földrajzi Értesítő 1: 120-126.
- Láng S.** (1958): A Bakony geomorfológiai képe - Földrajzi Közlemények 6: 325-343.
- Láng S.** (1962): A Bakony geomorfológiai vázlata - Karszt és Barlangkut. Táj. 7. p. 86-91.
- Leél-Össy S.** (1959): Magyarország karsztvidékei - Karszt és Barlangkutató I. 79-88.
- Leél-Össy S.** (1987): Karsztformák és karsztjelenségek - In Pécsi M. (szerk.): A Dunántúli-középhegység Akadémiai Kiadó, Budapest, 188-195.
- Markó L.** (1960): Beszámoló a Veszprémi Barlangkutató Csoport 1954-59. ill. 1960. évi munkájáról - Karszt és Barlangkutatói Tájékoztató 5: 583-586.
- Mérei K.-Erdélyi T.** (1989): A bányaföldtan helye és szerepe a Bakonyi Bauxitbányánál - Földtani Kutatás 32: 59-61.
- Németh P.** (1965): A bakonyi barlangkutatók régészeti eredményei - Karszt és Barlang I. 7-10.
- Németh T.** (1976): Terepbejárások - kataszterkiegészítés - Alba Regia BKC. Évkönyve, Kézirat, 49-52.
- Németh T.** (1989): Kataszterkiegészítés - Alba Regia BKC. Évkönyve, Kézirat, 123-138.
- Papp F.** (1942): Dunántúl karsztvizei és a feltárás lehetősége Budapesten - Hidrológiai Közönlöny 21: 146-213.
- Pataki A.** (1983): Karsztmorfológiai megfigyelések a nyirádi és az iharkúti bauxit-előfordulás területén - MÁFI évi Jel. az 1983. évről 121-133.
- Pataki A.-Nyíró T.** (1983): A nyirádi-deáki bauxitbánya karsztos fekéje és ennek bányászati vonatkozásai - Földt. Kut. 26: 19.
- Pécsi M.** (1980): A Pannóniai-medence morfogenetikája - Földrajzi Értesítő 29: 105-127.
- Pécsi M.** (1991): Geomorfológia és domborzatminősítés - Földr. tud. Kut. Int., Budapest
- Quinlan, J. F.** (1972): Karst-related mineral deposits and possible criteria for the recognition of paleokarsts-Proc. 24th Int. Cong. Geol. Montreal, 6: 156-168.

- Révész T.** (1947): Adatok az Északi-Bakony karsztosodásának ismeretéhez - Bölcsész-doktori értekezés, kézirat
- Roska M.** (1954a): Ásatások a Bakony barlangjaiban az 1950-53. években - MÁFI Évi Jel. 1953-ról 359-360.
- Roska M.** (1954b): Bakonyi barlangkutatásaim fontosabb eredményei I. Az 1950-52. évi kutatások - Archeológiai Értesítő 155-161.
- Sárváry I.** (1971): A természeti tényezőktől független karsztvízszint-süllyedés a Dunántúli-középhegységben - Hidrológiai Közöny 58: 429-484.
- Schmidt Eligius R.–Láng G.–Ozoray Gy.** (1962): Adatok egyes középhegységeink víz-háztartásához - Vázlatok és tanulmányok Magyarország vízföldtani atlaszához, Műszaki Könyvkiadó, Bp. 48-56.
- Szabó P. Z.** (1956): Magyarországi karsztformák klímátörténeti vonatkozásai - Dunántúli Tud. Gyűjtemény 183-189.
- Szabó P. Z.** (1966): Újabb adatok és megfigyelések a magyarországi őskarsztjelenségek ismeretéhez - Dunántúli Tud. Gyűjtemény, 65-102.
- Szabó P. Z.** (1968): A magyarországi karsztosodás fejlődéstörténeti vázlata - Dunántúli Tud. Gyűjtemény, 13-25.
- Szádeczky-Kardoss E.** (1941): A Keszthelyi-hegység és a Hévíz hidrológiájáról - Hidrológiai Közöny 21: 15-28.
- Szádeczky-Kardoss E.** (1942): A Dunántúli-középhegység karsztvizének néhány problémájáról - Hidrológiai Közöny 21: 67-92.
- Szádeczky-Kardoss E.** (1948): A Dunántúli-középhegység karsztvíztérképe - Hidrológiai Közöny 28: 2-3.
- Szádeczky-Kardoss E.** (1950): Karsztvíztérkép és preventív védekezés - Hidrológiai Közöny 30: 170-174.
- Szilágyi G.** (1976): A Dunántúli-középhegység főkarsztvízrendszerének szimulációja - Geonómia és Bányászat 9: 201-215.
- Szolga F.** (1975): Terepbejárások tapasztalatai - Alba Regia BKC. évkönyve, kézirat, 54-58.
- Szolga F.** (1979): Kiegészítések a 4421. barlangkataszteri terület Mellár-fennsíkhöz - Alba Regia BKC. évkönyve, kézirat, 121-123.
- Tomor-Thirring J.** (1934): A Bakony dudar–oszlopi „Sűrű”-hegycsoportjának földtani és őslénytani viszonyai - Földtani Szemle melléklete 3: 27-28.
- Trudgill, S.** (1985): Limestone geomorphology - Longman Group Limited, New York
- Vadász E.** (1940): A Dunántúl karsztvízei - Hidrológiai Közöny 20: 120-135.
- Vadász E.** (1946): A magyar bauxit-előfordulások földtani alkata - MÁFI Évkönyve 37. Budapest
- Vadász E.** (1951): Bauxitföldtan - Akadémia Kiadó, Budapest
- Varrók K.** (1955): Az 1950-53. évi bakonyi barlangi ásatások őslénytani eredményei - MÁFI évi jel. 1953-ról 491-501.
- Vaskor J.** (1983): Kataszterkiegészítés - Alba Regia BKC. évkönyve, kézirat, 106-115.
- Vaskor J.** (1986): Kataszterkiegészítés - Alba Regia BKC. évkönyve, kézirat, 106-115.
- Vaskor J.** (1988): Kataszterkiegészítés - Alba Regia BKC. évkönyve, kézirat, 155-162.
- Veress M.** (1979a): A 4423. sz. barlangkataszteri egység barlangjai (1978. évi barlangkataszterezési pályázat) - Kézirat, MKBT Dok. Szakoszt.

- Veress M.** (1979b): Terepbejárások a kerteskői-szurdok környékén - Cholnoky J. BKC. Évi Jel. Kézirat, MKBT Dok. Szakoszt. 37-38.
- Veress M.** (1979c) Karsztmorfológiai térképezés - Cholnoky J. BKC. Évi Jel. Kézirat, MKBT Dok. Szakoszt. 5-18.
- Veress M.** (1980a): A Csesznek környéki völgyoldalak barlangtorzói vizsgálata - Karszt és Barlang II. 65-70.
- Veress M.** (1980b): Adatok a dudari Ördög-árok barlangjainak morfogenetikájához - A Veszprém megyei Múz. Közl. 15: 49-66.
- Veress M.** (1980c): Kiegészítő megjegyzések az Égett-hegy karsztmorfológiai térképezéséhez - Cholnoky J. BKC. Évi Jel. MKBT Dok. Szakoszt. Kézirat, 5-14.
- Veress M.** (1981a): A Csesznek környéki barlangok genetikájának vizsgálata - A Bakony természettud. kut. eredményei XIV., Zirc
- Veress M.** (1981b): Terepbejárások a Hajagon - Cholnoky J. BKC. Évi Jel. Kézirat, MKBT Dok. Szakoszt. 13-21.
- Veress M.** (1981c): Kőrös-hegy és környékének kutatása - Cholnoky J. BKC. Évi Jel. Kézirat, MKBT Dok. Szakoszt. 53-54.
- Veress M.** (1982a): Adatok a Hárskúti-fennsík morfogenetikájához - Karszt és Barlang II. 71-82.
- Veress M.** (1982b): Hajdani üregrendszerek az Északi-Bakonyban - A Magas-Bakony természettudományi kutatásának újabb eredményei, 21-28., Zirc
- Veress M.** (1983): Eltérő magasságú tönkfelszínek karsztosodásának kérdései az Északi-Bakony keleti részén - A BTM Közleményei 2: 29-44.
- Veress M.** (1984a): The influence of the agricultural cultivation on coveredkarst - Geographica Jugoslavica VI: 215-222.
- Veress M.** (1984b): Terepbejárások a Márvány-árok környékén - Cholnoky J. BKC. Évi Jel. Kézirat, MKBT Dok. Szakoszt. 2-6.
- Veress M.** (1986): Feltárás előrejelzése a karsztos üledékek vizsgálatával - Karszt és Barlang II. 95-104.
- Veress M.** (1987a): Karsztos mélyedések működése bakonyi fedett karsztokon - Földrajzi Értesítő 36: 91-114.
- Veress M.** (1987b): Kísérlet egy bakonyi karsztos mélyedés üledékkitöltésének értelmezéséhez - A BTM Közleményei 6: 63-66.
- Veress M.** (1989): Karstification of covered paleokarst surfaces depend on uncovering - 10. International Congress of Speleology 10, Budapest, Proceeding 1, 55-57.
- Veress M.** (1991): Paleokarsztos sasbércsek felszínfejlődése a Bakony Hajag-Papod hegycsoportjában - Földrajzi Értesítő XL: 147-160.
- Veress M.** (1993): Néhány bakonyi hegy rekonstruált fedettség térképe - Földrajzi Közlemények CXVII: 101-118.
- Veress M.** (1995a): Fossilizálódó karsztos formák és környezetük fejlődésének értelmezése kitöltő üledékeikkel - Karszt- és Barlangkutatás X: 225-236.
- Veress M.** (1998): Exhumálódásos depressziók karsztosodása és fejlődése bakonyi példák alapján - Krajtkó Gyula 70 éves c. kötet, 341-365.
- Veress M.-Futó J.** (1987): Adatok a Hódos-éri Likas-kő morfogenetikájához - Karszt és Barlang I-II. 9-16.

- Veress M.–Futó J.** (1990): Fedett paleokarsztos térszíneken végbement lepusztulás és felhalmozódás kimutatása a Bakony-hegységben - Földtani Közlöny 120: 55-67.
- Veress M.–Futó J.–Hámos G.** (1987): Fosszilis karsztosodás nyomai a Mester-Hajagon - Okt. Int. Karszt és Barlangkut. Tév. III. Orsz. Tud. Konf. 25-29. Szombathely
- Veress M.–Péntek K.** (1990): Kísérlet a karsztos felszínnek denudációjának kvantitatív leírására - Karszt és Barlang II. 19-27.
- Veress M.–Péntek K.** (1996): Theoretical model of surface karstic processes - Zeit. für Geomorph. 40. 4: 461-476.
- Veress M.–Péntek K.** (1995a): Kísérlet a felszíni vertikális karsztosodás kvantitatív leírására - Földrajzi Értesítő XLIV: 157-177.
- Veress M.–Péntek K.** (1995b): A felszíni vertikális karsztosodás modellje - Geomatematikai Anket, Szeged, alkalmi kiadvány (in press)
- Veress M.–Péntek K.–Horváth E. T.** (1992a): Evolution of Corrosion Caverns: Ördöglik Cave, Bakony, Hungary - Cave Science 19: 41-50.
- Veress M.–Péntek K.–Horváth E. T.** (1992b): Keveredési korróziós barlangok kioldódástörténetének vizsgálata a Sűrű-hegyi Ördöglik példáján - Karszt és Barlang I-II. 21-26.
- Veress M.–Sajtos J.–Futó J.** (1990): Adatok a Hárskúti-fennsík (Bakony) víznyelős töbörseinak fejlődéstörténetéhez három karsztos mélyedés üledékvizsgálata alapján - A BDTF Tud. Közl. VII. Természettud. 2: 165-179.
- Vértés L.** (1965): Az őskőkor és az átmeneti kőkor emlékei Magyarországon - Akadémia Kiadó, Budapest
- Végh S.-né** (1976): A Dunántúli-középhegység karsztjának anizotrópiája és annak bányavízvédelmi következményei - Geonómia és Bányászat 9: 163-171.
- Zámbó L.** (1987): A beszivárgó víz oldóképességének alakulása a talaj és a karsztosodó kőzet határfelületén - Okt. Int. Karszt és Barlangkut. Tév. III. Orsz. Tud. Konf. 13-19, Szombathely
- Zámbó L.** (1993): Influence of soil impact on karst corrosion - Conference on the karst and cave research activities of educational and research institutions in Hungary 147-154.

## A gyakrabban használt fogalmak magyarázata

### Völgyek

*Regressziós völgyek:* A völgy a karbonátos kőzetet fedő nem karsztosodó kőzeten (továbbiakban fedőüledék) hátrálva, a felszín lejtésével ellentétes irányba fejlődik.

*Antecedens völgyszakasz:* A völgy egy szakaszán végbemenő kiemelkedéssel a völgy mélyülése – vízfolyásának eróziója következtében – lépést tart. A folyamat eredményeként szurdokos völgyszakasz képződik.

*Epigenetikus völgy:* A vízfolyás a fedőüledékeket átfűrészeli, a völgyképződés a fekü karbonátos kőzetben folytatódik.

*Regressziós-epigenetikus völgy:* A hátrálva fejlődő völgy a fedőüledékekről átöröklődik a karbonátos fekü kőzetre.

*Antecedens-epigenetikus völgy:* Az átöröklődő völgy egy részletén a völgyfejlődés antecedens.

*Kifejlődő epigenetikus völgy:* A völgy vízfolyása a fedőüledékeket átfűrészelte, ezért a völgy teljes hosszában a karbonátos kőzetbe mélyül. A kifejlődött epigenetikus völgy lehet aktív vagy nem aktív. Az aktív epigenetikus völgy vízfolyással rendelkezik (bár víze részben elszivárog), tehát a völgy jelenleg is mélyül. A nem aktív epigenetikus völgy – miután vízgyűjtőjéről a fedőüledékek lepusztultak – vízfolyással nem rendelkezik, ezért nem is mélyül.

*Kifejlődött epigenetikus völgy:* A völgy vízfolyása még nem fűrészelte át a fedőüledékeket a völgy teljes hosszában.

*Összetett völgy:* A hegységben gyakoriak a kettősen vagy hármasan összetett (teraszos?) völgyek. Leggyakrabban a kifejlődött epigenetikus völgyekre jellemző ez a morfológia. A belső völgyek a kifejlődött epigenetikus völgyek feltöltött, sík aljzatán jelennek meg. A belső völgyek egyes esetekben az idősebb völgyek kítő üledékeit is átfűrészelték már helyenként (regressziós-fejlődő epigenetikus völgy).

*Pregenetikus völgy:* Az olyan epigenetikus völgy, melynek átöröklődése a karbonátos kőzetre korábban megtörtént, mint a völgy alatt az áramló karsztvízöv kialakulása.

*Szingenetikus völgy:* Az olyan epigenetikus völgy, melynek átöröklődése a karbonátos kőzetre közel egyidejű az áramló karsztvízöv kialakulásával.

*Posztgenetikus völgy:* Az olyan epigenetikus völgy, amelynek az átöröklődése a karbonátos kőzetre fiatalabb, mint a völgy alatt az áramló karsztvízöv kialakulása.

*Üregfelnyílásos fejlődésű völgy:* Az olyan epigenetikus völgy, amelynek mélyüléséhez hozzájárulnak azok az üregek is, amelyek kioldódásában a vízfolyás elszivárgó vizeinek is szerepe volt. E völgyek, völgyszakaszok alatt a helyi oldódás növekszik meg azért, hogy a nem karsztos vízgyűjtőről a helyekre számottevő mennyiségű víz érkezik. Ezen völgyfejlődés különösen az epigenetikus-antecedens völgyszakaszokat jellemezheti. E völgyszakaszok szurdokos jellegűek, oldalukban számos maradványbarlanggal.

## Karsztformák

### *Szingenetikus fedett karsztos formák*

A karsztosodó kőzetben kialakuló kürtő átöröklődik a felszínre, ahol lefolyástalan járat (amely elfedődhet vagy kitöltődhet) rendelkező forma képződik. A szingenetikus karsztos formák az alábbiak:

*Fedett karsztos víznyelő:* A kürtő olyan medertalpon képződik, amely vízfolyással rendelkezik, a víznyelő vakvölgy végében helyezkedik el. A víznyelőnek van vízgyűjtő területe, miután a vízfolyás vízgyűjtőjének egy részét megtartja.

*Víznyelős töbör:* A kürtő lejtős térszínén (pl. völgyoldalban) nyílik fel. Bár a lejtőn lefolyó víz egy része a kialakuló mélyedésbe kerül, a víznyelős töbörnek nincs a környezettől markánsan elkülöníthető vízgyűjtője. A víznyelős töbörök általában mindössze néhány méteres átmérőjük, oldallejtőjüket többnyire fedőüledék alkotja. Különösen a kisméretűek esetében figyelhető meg, hogy az oldallejtők meredek, közel függőlegesek.

*Víznyelős jellegű víznyelős töbör (álvíznyelő):* Olyan víznyelős töbör, amelyhez kialakulása miatt – környezetében erőteljes eróziós pusztulás mehet végbe (a fedőüledékben vízmosásos árkok, völgyek képződnek) – vízgyűjtő terület rendelhető.

*Depresszió:* A karbonátos kőzetet fedő üledékben kialakult, többször 10 m-es átmérőjű, néhány deciméteres mélységű, egyenetlen aljzatú, lefolyástalan forma. A lefolyástalanság gyakran arra vezethető vissza, hogy exhumálódó, illetve félig exhumált kúpok övezik ezen képződményeket. A depressziók területén akár több recens karsztos forma (víznyelős töbör) is jelen lehet.

*Félig zárt depresszió:* A depresszió nem lefolyástalan.

*Érett depresszió:* A depresszió aljzatán vízzáró üledék fejlődött ki.

*Áldepresszió:* Az elfedett aljzat tagolt felszínű, de a depresszió alatt e felszínen nincs lefolyástalan forma.

*Igazi depresszió:* A depresszió alatt a karbonátos kőzeten lefolyástalan forma fejlődött ki, még a fedőüledékek lerakódása előtt.

### *Posztgenetikus fedett karsztos formák*

A jelenlegi karsztosodásnál idősebb karsztos járat kitöltő üledékeinek részleges elvesztése miatt a fedőüledékben karsztos forma képződik. Az idős paleokarsztos járat paleokarsztos mélyedéshez kapcsolódhat vagy ez utóbbi hiányzik. Előbbi esetben a posztgenetikus karsztosodást depresszióképződés kíséri (depressziótól függő karsztosodás), utóbbi esetben nem (depressziótól független karsztosodás).

### Depressziótól függő karsztformák

*Utánrogyásos áltöbör:* Járat nélküli forma az idős paleokarsztos mélyedés kitöltéseiben. A mélyedés összetett: külső része (a depresszió) lejtőleöblítéssel lepusztult, míg belső részének oldallejtője fedőüledékben képződött, meredek falú, e felület tömegmozgások során formákkal tagolt. Átmérője a többször 10 m-t is elérheti, mélysége az 5 m-t is meghaladhatja.

*Álvíznyelő töbör:* Alaktanilag hasonlít a fenti formához, de az ilyen genetikájú mélyedésekben van vízelvezető járat.

*Posztgenetikus víznyelős töbör:* A paleokarsztos formánál kisebb, ennek csak egy részét foglalja el. E forma vízgyűjtőjét a depresszió fedőüledékes felszíne képezi.

### Depressziótól független karsztformák

*Járat feletti áltöbör:* A paleokarsztos kürtő felett a fedőüledékben képződött, járat- és vízgyűjtő nélküli mélyedés.

*Járat feletti álvíznyelős töbör:* Alaktanilag hasonlít az előbbi formához, de a mélyedésben van vízelvezető járat.

### *Fossilis fedett karsztos formák*

Az egykori karsztos forma területéről a vízáradás a karsztba megszűnt. E helyeken a csapadékvíz tartósan megmarad; részben a vízzáró jelleg kifejlődése miatt, részben mert e helyek többnyire lefolyástalanok. E formák átmérője néhány méter, mélységük néhány deciméter.

*Víznyelő típusú dagonya:* Szingenetikus fedett karsztos víznyelő alakul dagonyává.

*Víznyelős töbör típusú dagonya:* Különböző típusú szingenetikus vagy posztgenetikus víznyelős töbrök alakulnak dagonyává.

### Üregek pusztulásával kialakult formák

*Szakadéktöbör:* Az áramló karsztvízövényben képződött üregek mennyezeteinek beszakadásával kialakuló, többnyire lefolyástalan, néhány deciméteres mélységű forma. Alaprajz szerint elkülöníthető változata a körkörös, a megnyúlt-széles és a megnyúlt-keskeny szakadéktöbör. A körkörös szakadéktöbrök alzata egyenetlen, sziklatömbökkel tagolt. E formák környezetüktől markánsan elkülönülnek. A megnyúlt-széles szakadéktöbör többnyire lankás oldalú, fedőüledékes lejtőjű (1-2 m széles), a megnyúlt-keskeny szakadéktöbör meredek oldalú (ezt szálkőzet alkotja), 1-2 deciméter szélességű forma.

*Maradványbarlang:* Az áramló karsztvízövényben kialakult olyan üreg, amely a bezáró kőzet pusztulásával felnyílt.

*Völgyi maradványbarlang:* Vízfolyás által felnyitott, völgyoldali helyzetű.

*Fennsík peremi maradványbarlang:* Fagyaprózódás, tömegmozgás által felnyitott, rög töréslépcsőjére nyílik.

*Tetőhelyzetű maradványbarlang:* Ugyancsak fagyaprózódás által felnyitott, de rög felszínére nyílik.

*Oldási maradvány:* Olyan kisméretű forma, amely növekedése során nem oldódott össze más, ugyancsak oldódásos eredetű üreggel, de a bezáró kőzet pusztulásával ugyancsak felszínre nyílt.

*Maradványbarlang-csonk:* A vízfolyás által felnyitott barlang a völgyoldal pusztulása során rövidül.

*Maradványbarlang roncs:* Miután a maradványbarlang mennyezete több helyen elpusztul, a barlang több, rövidebb átjáróbarlangra különül. Az átjáróbarlangok többnyire néhány méteres hosszúságú, kettő- vagy többbejáratú képződmények.

*Barlangmaradvány:* A maradványbarlang mennyezetét veszti. E képződmények néhány méteres hosszúságú, nem lefolyástalan, néhány deciméteres mélységű, függőleges sziklafelületekkel határolt formák.





# NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ

## A, Á

agyag 10, 11, 22, 26, 31, 37, 40, 43, 70, 75, 76, 77, 78, 85, 100, 104, 107, 111  
Alba Regia-barlang 13, 23, 54, 55, 56, 130, 149  
áldepresszió 59, 60, 61, 63, 64, 65, 69, 90, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 129, 130, 156  
állefejeződés 6, 36, 47, 56, 63, 68, 97, 106, 117, 133  
allogén karszt 8, 26, 27, 50, 56, 107, 111, 117  
álposztgenetikus karsztosodás 56, 117  
alsó-eocén 11  
alsó-kréta 11, 14, 22  
alsó-miocén 11, 14, 151  
alsó-pannon 27  
áltöbör 58, 67, 68, 108, 111, 117, 133, 156, 157  
álvíznyelő 6, 57, 58, 59, 90, 97, 103, 106, 107, 117, 124, 128, 136, 156  
álvíznyelős töbör 6, 58, 61, 62, 63, 67, 68, 90, 106, 108, 109, 111, 117, 130, 131, 132, 133, 156, 157  
ammonitás mészkő 14  
Ámos-hegy 12, 17  
antecedens völgyszakasz 12, 17, 91, 118, 155  
antecedens-epigenetikus völgy 155  
antiklinális 16, 104  
antropogén 50, 71  
apti 21  
árvízi tó 28, 135, 136, 137, 138  
Átjáró-barlang 82  
átmenő barlang 9, 52  
átöröklődéses töbör 9, 50, 51, 52, 53  
Augusztintanya 18, 28, 96  
autogén karszt 107, 111, 117, 118  
autogén típusú karsztosodás 99

## B

Baglyas-hegy 13, 18  
Bakonybél 16, 148  
Bakonybéli-medence 12, 16, 17  
Bakonyjákói-medence 12, 17  
barlangmaradvány 80, 81, 82, 83, 87, 89, 113, 143, 144, 145, 157

bauxit 11, 14, 22, 148, 151, 152  
belső völgy 111, 155  
Berekhegyi Mészkő 21  
beszakadásos eredet 32, 79  
Bittva-patak 17  
Bocskor-hegy 13, 17, 18  
Bognár-árok 16, 18  
Borzás 13, 106  
Borzavári-patak 37  
Bükkös-árok 25  
Burok-völgy 18, 23, 149

## C, Cs

C-3 13  
C-4 13  
Csalános-árok 18  
Csapóné-konyhája 82  
Csatkai Kavics Formáció 11, 14, 15, 31, 35, 38, 55, 84, 91, 97, 107, 112, 114, 115  
Csehbányai-medence 13  
Csengő-hegy 12, 17  
Cseresi-zsomboly 13, 44  
Csesznek 16, 17, 23, 25, 33, 82, 143, 153  
Csesznelki-erdő 12, 16  
Csiga-hegy 13, 17  
csillag alakú dolina 21, 96  
csuszamlás 47  
Cuha-völgy 10, 18, 20, 27, 28, 82

## D

D-14 78  
dachsteini mészkő 10, 11, 112, 114  
dagonya 58, 65, 68, 69, 78, 157  
dekalcfifikálódás 38  
Déli-Bakony 10, 24  
depresszió 31, 40, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 68, 90, 96, 97, 102, 108, 109, 110, 111, 117, 128, 131, 132, 133, 153, 156, 157  
deráziós völgy 108  
Dohányos-hegy 79  
dolina 8, 25, 26, 149, 151  
dolomit 7, 8, 10, 11, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 33, 79, 91, 92, 112, 114, 115, 116, 118, 150

Dörgő-hegy 13, 16, 18, 28, 31, 33, 112  
Dudar 13, 16, 17, 18, 78, 113, 138, 140, 148,  
152, 153  
Durrógós-tető 12, 16, 139

## E, É

Égett-hegy 13, 17, 18, 28, 30, 93, 96, 153  
Eleven-Förtési töbröcsoport 106  
eltemetett karszt 8, 11, 19, 38, 40, 69, 93, 112  
eocén 10, 11, 14, 15, 21, 22, 33, 65, 79, 84, 92,  
112, 114, 115, 116, 149  
epigenetikus völgy 7, 12, 16, 17, 18, 27, 35, 36,  
37, 53, 55, 58, 62, 65, 80, 81, 89, 90, 91, 92,  
94, 95, 97, 99, 102, 103, 105, 106, 107, 108,  
109, 110, 111, 112, 115, 118, 130, 147, 155  
Eplény 21  
erózió 6, 9, 16, 19, 23, 24, 27, 36, 44, 50, 52,  
53, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 70, 75,  
78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 87, 89, 90, 92, 96,  
97, 106, 107, 109, 110, 113, 117, 118, 132,  
133, 137, 138, 141, 143, 155, 156  
eróziós barázdák 137  
eróziós barlang 9, 23  
eróziós eredetű barlang 19  
eróziós járat 52, 53, 56  
eróziós szigethegy 16  
eróziós üreg 27, 55, 79  
eróziós üst 141  
eróziós vályú 137  
Északi-Bakony 5, 6, 7, 10, 12, 19, 20, 22, 23,  
25, 29, 38, 58, 90, 149, 153, 159  
exhumálódás 6, 14, 19, 21, 58, 59, 84, 90, 93,  
94, 96, 98, 102, 111, 121, 153  
exhumálódásos depresszió 59, 153  
exhumálódásos maradványtérzsin 58, 90, 93,  
94, 96, 98, 102, 121  
exhumálódó kúp 22, 31, 61, 63, 64, 65, 96,  
98, 121, 128, 156  
exhumált tönkfelszínmaradvány 108

## F

faszén 31, 74, 78  
fedett karsztos forma 5, 26, 47, 50, 58, 61,  
90, 134

fedett karsztos mélyedés 25, 28, 30, 32, 34,  
36, 40, 43, 47, 50, 52, 53, 58, 59, 60, 69, 70,  
71, 74, 103, 118, 126, 130  
fedett karsztos töbrör 50, 53  
fedett karsztos töbrök 9, 50  
fedett karsztos víznyelő 56, 57, 58, 69, 90, 97,  
103, 104, 117, 124, 125, 126, 136, 156, 157  
fedőüledék 6, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 22, 27,  
28, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41,  
42, 43, 45, 47, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 59,  
60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 87,  
89, 91, 92, 93, 97, 100, 101, 102, 103, 104,  
105, 106, 107, 110, 111, 112, 113, 114, 117,  
118, 121, 124, 155, 156, 157  
Fehér-kő-árok 13, 18, 30  
fekütkép 29, 31  
felnyílás 23, 24, 30, 33, 37, 43, 45, 56, 61, 78,  
79, 80, 87, 89, 112, 113, 115, 118, 119, 126,  
127, 155  
felső-kréta 20  
fengcong típusú szigethegyes karszt 22  
fennsík peremi maradványbarlang 80, 157  
fennsíki maradványbarlang 81  
Fenyőfő 11, 25, 114  
fiókmélyedés 47, 49, 50, 53, 58, 59, 68, 76,  
103, 124, 125  
földolomit 8, 10, 11, 20, 33, 79, 92, 112  
főkarsztvíz 8, 20, 21, 80, 89, 91, 119, 149, 152  
foraminiferás agyag 11  
forrás 8, 9, 13, 17, 18, 20, 24, 28, 30, 31, 70,  
80, 81, 82, 85, 93, 118, 119  
forrásbarlang 9, 24, 31, 80, 81, 82, 85, 118,  
119  
fosszilis víznyelők 107  
fosszilizált töbrök 107

## G, Gy

G-5/a 12, 32, 44, 46, 48  
G-6/b 30, 31, 106, 107, 128, 136  
G-9 48, 127, 135  
G-10 31  
G-12 31  
G-14 31  
Gaja 16, 17, 18, 26  
gannai Manc-hegy 13  
Gerencepusztai-barlang 13

Gerence-völgy 16, 18, 144, 146  
Gizella-átjáró 141, 142, 143  
Gombáspuszta 106  
gömbüst 5, 28, 32, 77, 78, 80, 82, 83, 89, 113,  
139, 140, 141, 142, 143  
Gy-3 32  
Gy-9 31, 32, 76, 149  
Gy-11 137  
Gy-12 13, 43, 46, 137  
Gyenespusztai-barlang 97, 121  
gyökérrak 25  
Gyöngös-hegy 13, 17

## H

Hagymástető 12, 17  
Hajag–Papod hegycsoport 153  
Hajszabarna 12, 16, 17  
Hallgató-hegy 12, 16, 17  
Hálóvető-árok 18  
Hárságy 25  
Hárskút 13, 16, 17, 18, 25, 28, 37, 46, 50,  
76, 97, 106, 121, 122, 125, 128, 137, 150,  
153, 154  
Hárskúti-medence 12, 16, 17, 18, 28  
hasadék 24, 36, 40, 42  
hegyközi síkság 22  
hegylábfelszín 10, 14, 15  
Hidegaszó-völgy 104  
Hideg-hegy 12, 16  
Ho-1 13, 44  
Ho-8 65, 77  
Hódos-ér 13, 16, 17, 18, 26, 28, 80, 83, 112,  
139, 140, 145, 153  
Homód-árok 13, 18, 28, 30, 31, 44, 65, 77,  
78, 96, 134, 151  
hordalékkúp 10, 16  
Hosszú-hegy 12, 16  
Hu-1 31, 128  
Hu-2 128  
Hu-3 128  
Hu-7 31  
Hu-10 128  
Huszárokelőpuszta 16

## I

I-14 133  
I-29 131  
I-30 132, 133  
I-33 134  
igazi depresszió 58, 59, 60, 61, 90, 110, 128,  
156  
igazi kőzethatár 36  
igazi lefejeződés 36, 107, 118  
Iharos-tető 13, 17, 18  
inaktivizálódó karsztos mélyedés 58, 74, 75,  
76  
Iszka-hegy 13, 18

## J

járat 8, 9, 12, 22, 23, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 36,  
37, 38, 41, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 54, 55,  
56, 58, 59, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 70, 71,  
73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 85, 86, 87,  
89, 90, 96, 97, 98, 105, 106, 108, 110, 111,  
112, 117, 118, 119, 121, 122, 138, 140, 156,  
157, 160  
Judit-forrás 13, 18, 28, 30, 93  
jura 10, 11, 15, 22, 43

## K

K-1 97, 103, 136  
K-2 135  
K-3 127, 135  
K-8 13, 82  
Kab-hegy 23, 79  
Kakas-hegy 12, 16, 17  
kalcit 25  
kálisztó 25, 68  
kanyarulatlesiklás 16  
karbonátos kőzet 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 22,  
26, 27, 35, 36, 38, 40, 42, 45, 47, 50, 55, 59,  
60, 61, 62, 66, 68, 77, 78, 79, 84, 85, 91, 93,  
97, 102, 110, 112, 115, 118, 155, 156  
karr 25  
karsztforma 6, 7, 9, 15, 21, 22, 47, 55, 59, 60,  
61, 63, 68, 89, 90, 102  
karsztos folyamat 7, 19, 23, 24, 35, 71

- karsztos síkság 21  
 karsztos szurdok 16, 17  
 karsztosodás 5, 6, 7, 8, 11, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 34, 36, 37, 38, 40, 47, 50, 53, 55, 56, 59, 60, 61, 70, 71, 75, 77, 87, 89, 92, 93, 97, 99, 106, 107, 110, 112, 113, 117, 118  
 karszttopográfiai térkép 30  
 karsztvíz 8, 9, 14, 20, 21, 24, 27, 28, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 50, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 87, 89, 99, 112, 113, 117, 118, 119  
 karsztvízemeletek 11, 20, 21, 80, 89, 119  
 karsztvízöv 8, 9, 23, 28, 35, 36, 37, 78, 80, 81, 89, 112, 118, 119  
 karsztvízszint 8, 20, 21, 27, 28, 32, 33, 35, 36, 80, 89, 99, 112, 113  
 karsztvölgy 27  
 Kávás-hegy 12, 17  
 kavics 7, 8, 11, 14, 15, 16, 22, 24, 26, 28, 32, 34, 35, 38, 40, 54, 76, 84, 91, 96, 100, 103, 104, 106, 107, 110, 112, 114, 118  
 Kék-hegy 12, 16  
 Keleti-Bakony 10, 16, 17  
 kényszermeanderes völgy 16  
 Kerék-hegy 17  
 keresztvölgy 7, 16  
 Kertesközi-szurdok 18, 20, 78, 113  
 Keselő-hegy 16  
 keveredési korrózió 5, 9, 24, 77, 80, 113  
 kifagyás 23  
 Kis-Bükk-hegy 17  
 Kis-Fekete-erdő 17, 18  
 Kis-Futóné 13, 17  
 Kis-Pénzlik-barlang 13, 23  
 kitöltő kőzet 24, 30, 31, 35, 38, 40, 42, 47, 50, 53, 55, 56, 59, 61, 63, 66, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 92, 97, 106, 110, 114, 117, 121, 123, 153, 156  
 Kleintanya 97  
 Km-1 13, 82  
 Kő-hegy 13, 17, 18  
 kolloid 34, 73, 76, 137, 138  
 Kőmosó-szurdok 18, 26, 28, 83  
 Kőpad 12, 16  
 Kopasz-hegy 12, 16  
 Kőrígyőr-hegy 12, 17, 80  
 Kőrís-hegy 13, 16, 17, 18, 23, 27, 28, 92, 106, 110, 128, 150, 153  
 kőrís-hegyi Ördög-lik 13, 23  
 korrózió 9, 23, 47, 50, 53, 56, 70, 80, 114, 140, 154  
 korróziós réteglépcső 47  
 Kőszoros-völgy 18  
 Köves-patak 17  
 Kő-völgyi-sziklaüreg 82  
 Középső-Hajag 13, 18, 25, 106  
 középső-oligocén 11, 14  
 közethatár 8, 19, 26, 31, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 47, 50, 53, 55, 56, 59, 60, 69, 92, 93, 94, 97, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 111, 117, 160  
 kőzetliszt 77, 100  
 kréta 10, 14, 15, 17, 21, 22, 35, 92, 104  
 kriptotönk 15, 16, 117, 118  
 kúparsztos penephlén 14, 21  
 kúpos formakincs 31  
 kürtő 5, 6, 23, 26, 28, 30, 31, 32, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 68, 70, 74, 78, 79, 82, 83, 87, 89, 91, 103, 104, 107, 110, 111, 112, 117, 118, 122, 123, 127, 139, 146, 156, 159, 160  
 küszöbfelszín 12, 15, 16, 18  
 kvarckavics 24
- L**
- laminit 31, 73, 75, 77, 100  
 lefejeződés 19, 26, 27, 28, 34, 35  
 lefolyástalan térszín 26, 55  
 liász 10, 11, 20  
 Likas-kő 13, 80, 82, 83, 84, 140, 145, 153  
 limonit 31, 74, 78  
 Lókút 16, 17, 18, 25  
 Lókúti-medence 18  
 lösz 11, 17, 25, 26, 35, 37, 38, 40, 52, 53, 55, 79, 87, 89, 97, 107, 112, 117
- M**
- M-4 13, 82  
 M-5 13, 82  
 M-6 13, 140  
 M-7 13, 32, 112  
 Magas-Bakony 10, 16, 153

Magos-hegy 13, 17, 28, 30, 80, 82, 140  
magos-hegyi Likas-kő 82  
mangán 21  
maradványbarlang 12, 22, 23, 24, 28, 30, 33,  
79, 80, 81, 82, 83, 85, 87, 89, 91, 113, 115,  
116, 142, 144, 155, 157, 159, 160  
márga 10, 23, 54, 56, 113, 114, 115  
Márkus-szekrénye 13, 17  
Márvány-árok 13, 18, 28, 30, 92, 95, 147, 153  
Mb-9 64  
Mb-20 63  
Mb-28 64  
Mb-41 100  
Mb-50 30, 99, 100  
Mb-78 64  
mélyedés 8, 9, 11, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28,  
30, 31, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 47, 50, 52,  
53, 55, 56, 59, 60, 61, 63, 65, 68, 69, 70, 71,  
73, 74, 75, 79, 87, 89, 92, 93, 94, 97, 99,  
106, 110, 117, 118  
mélykarszt 8, 20  
mennyezetmaradvány 79, 85, 139  
mennyezetomladék 81, 89  
Mester-Hajag 13, 16, 17, 18, 28, 30, 31, 63, 64,  
80, 93, 96, 98, 99, 100, 121, 129, 130, 154  
mészkonkrécio 74  
mészmárga 23, 54, 56  
mésztufa 24, 81, 85  
mezozoos 10, 14, 15  
miocén 10, 11, 14, 21  
Móri-árok 18  
munieriás agyag 10, 40

## N, Ny

Nagy-Péncz-lik 13  
Nagy-Som-hegy 18, 26  
Nagy-Törkü-lik 13, 142  
negyedidőszak 11, 15, 87, 149  
nem karsztos eredetű üreg 23  
nem karsztos folyamat 19, 23, 24  
növényhulladék 31, 71, 73, 74, 75, 76, 137, 138  
nummuliteszes mészkő 11, 15, 21, 33, 34, 79,  
114, 118  
Nyögéri-árok 147  
Nyúl-hegy 13, 17

## O

oldásos formakincs 28, 32, 52  
oldásos töbör 8, 51, 90, 111  
oldódás 7, 8, 19, 22, 25, 26, 31, 32, 33, 40, 42,  
43, 45, 47, 50, 51, 52, 55, 68, 70, 78, 79, 81,  
82, 85, 113, 145, 154, 155, 157, 160  
omladékos zóna 45, 107  
omlás 8, 9, 16, 25, 42, 43, 45, 47, 50, 51, 53,  
55, 62, 63, 68, 79, 81, 87, 124

## Ö

Ö-32 13, 89  
Ördög-árok 13, 17, 18, 20, 26, 28, 30, 31, 80,  
83, 85, 86, 141, 142, 143, 145, 153  
Öregfolyás 17, 18, 26, 30, 43, 97, 105, 122,  
124, 128, 149  
Öreg-Futóné 13, 17  
Öreg-hegy 13, 17  
Öreg-Szarvad-árok 18  
Örök-hegy 13, 17  
összetett völgy 35, 155

## P

paleokarszt 8, 20, 21, 22, 34, 53, 58, 62, 87,  
90, 95, 101, 105, 106, 110, 117, 121, 153,  
156, 157, 159, 160  
Pálházi-árok 147  
pannon 10, 21  
Pápalátó-kő 28, 89  
Pápavár 12, 16, 17, 25  
Papod 13, 17, 23, 28, 30, 106, 153  
Parajos-hegy 12, 16  
pedimentáció 14, 15, 107  
Pénzesgyőri-medence 12, 18  
pleisztocén 11, 14  
Porva 16, 17, 18, 25  
Porvai-medence 17, 18  
posztgenetikus karsztosodás 6, 53, 55, 56,  
59, 62, 75, 91, 106, 110, 117, 118, 156,  
160  
posztgenetikus mélyedés 55, 106  
posztgenetikus víznyelős töbrök 6, 63, 68,  
106, 110, 157

posztgenetikus völgy 35, 36, 112, 113, 118, 155  
pregenetikus völgy 35, 36, 155

## R

regressziós 7, 12, 16, 18, 35, 37, 53, 61, 62, 65, 80, 91, 94, 95, 106, 108, 110, 112, 113, 116, 132, 133, 155  
rejtett karszt 8, 11, 19  
rejtett közzethatár 31, 34, 36, 38, 40, 47, 53, 56, 59, 60, 69, 92, 93, 94, 97, 100, 103, 104, 105, 106, 117, 160  
rejtett működés 28, 31, 70  
Rejtett-fülke 82  
Remete-lik 82  
Répás-tető 12, 16  
requeniás mészkő 10, 11, 40  
réteg 10, 23, 25, 32, 33, 40, 42, 44, 45, 46, 47, 145  
rög 6, 7, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 27, 28, 35, 37, 53, 58, 80, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 102, 106, 112, 113, 117, 118, 119, 157, 160

## S, Sz

Sár-berek 12, 17  
sasbérc 10, 12, 14, 15, 16, 17, 27, 117, 153  
Séd 17, 36  
Somberek-hegy 13, 16  
Som-hát 12, 16  
Som-hegy 13, 17, 20, 23, 24, 27, 28, 36, 106, 110, 151  
Sűrű-hegy 10, 13, 17, 18, 24, 106, 110, 113, 150, 154  
szakadéktöbör 33, 91, 112, 114, 118, 139, 157  
Szár-az-Gerence-völgy 18  
szárzsvölgy 25  
Szekrényes-kő-árok 80  
szenon 21  
Szent László-erdő 13, 16, 18, 33, 112  
szigethegyes karszt 14, 15, 17, 22  
sziklaeresz 83  
sziklahíd 89  
Szilfakő-völgy 18, 37, 97, 103, 122, 123, 126,

127, 142  
szingenetikus karsztforma 56, 91  
szingenetikus karsztosodás 53, 56, 61, 66, 91, 106, 110, 117, 160  
szingenetikus völgy 35, 37, 113, 118, 155  
Szóci Formáció 79, 114, 115  
szuffózió 38  
szurdok 7, 17, 18, 20, 23, 26, 35, 83, 87, 113, 118, 143, 146, 150, 153, 155

## T

Tábla-völgy 28, 30, 108, 109, 110, 131, 132, 134  
talajvíz 74, 78  
tavak 25, 34, 47, 52, 70, 71, 73, 74, 100, 160  
Tekeres-völgyi-kőfülke 148  
tektonika 24, 40  
Télizöld-hegy 12, 16  
terasz 14, 15, 16, 18, 58, 155  
Tésés-tető 13, 17  
Tési-fennsík 10, 11, 13, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 34, 36, 50, 55, 106, 108, 110, 111, 132, 149, 150  
Tévelvár 12, 16  
titon 21  
tömegmozgás 28, 31, 32, 47, 48, 49, 63, 71, 80, 125, 131, 132, 156, 157, 159  
tönk 12, 14, 15, 17, 21, 24, 27, 95, 108, 149, 153  
Tönkölös-hegy 16, 80  
törés 6, 14, 15, 23, 24, 32, 33, 34, 40, 42, 44, 45, 46, 47, 80, 82, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 114, 115, 116, 117, 143, 157, 160  
töréslépcső 6, 15, 24, 40, 80, 82, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 116, 117, 157, 160  
törmelékkúp 16, 83  
toronykarszt 21  
triász 8, 10, 11, 14, 15, 21, 33, 79, 84, 112, 115, 116, 118, 151  
túlfolyás 28, 97, 135, 137  
Tunyok-hegy 12, 17  
turriliteszes márga 10  
tűzkő 10, 76

## U

Úrkút 21, 150

utánrogyás 6, 9, 43, 47, 50, 51, 53, 55, 58, 61, 62, 63, 67, 68, 90, 97, 104, 105, 111, 117, 156

utánrogyásos áltöbör 58, 67, 111, 117, 156

utánrogyásos töbör 9, 51, 63, 90, 104

## Ű

üreg 5, 6, 9, 11, 12, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 50, 53, 56, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 91, 107, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 139, 142, 143, 153, 155, 157, 160

üregesedés 5, 6, 9, 11, 21, 24, 26, 32, 36, 37, 38, 50, 77, 78, 79, 83, 89, 107, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 160

üregfelnyílás 87, 89, 112, 113, 118, 155

## V

vakkürtő 5, 42, 43, 44, 45, 47, 111, 122

vakvölgy 8, 19, 26, 53, 56, 57, 58, 63, 68, 69, 97, 103, 156

vakvölgyes víznyelő 56

Vár-berek 13, 17

Várbükk 13, 17

Vár-hegy 13, 17, 18, 143

Várpalota 11

Vejemkő 13, 17

vető 7, 10, 14, 17, 44, 46, 92, 104, 114, 115, 116, 143

vízvezető járat 8, 27, 32, 36, 45, 46, 47, 50, 59, 61, 68, 70, 71, 73, 76, 77, 97, 98, 105, 111, 138, 156, 157

vízgyűjtő 5, 20, 23, 27, 35, 40, 56, 58, 59, 63, 68, 70, 106, 107, 113, 143, 149, 155, 156, 157

vízmosásos árkok 47, 68, 156

víznyelő 6, 8, 9, 12, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 35, 36, 39, 41, 44, 46, 48, 50, 51, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 76, 77, 90, 91, 92, 93, 94, 97, 99, 100, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111,

117, 118, 121, 122, 123, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 147, 149, 154, 157

víznyelő jellegű barlang 18, 23, 118

víznyelő jellegű töbör 51, 61

víznyelő töbör 8, 58, 77, 107, 111, 128

víznyelőbarlang 12

víznyelős töbör 12, 26, 39, 44, 48, 56, 57, 58, 59, 61, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 76, 90, 91, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 111, 117, 121, 122, 123, 125, 127, 128, 129, 130, 134, 135, 138, 147, 154, 156, 157

víznyelős töbör típusú dagonya 58, 69, 157

völgyképződés 6, 7, 26, 35, 87, 91, 112, 113, 115, 155, 159

völgytalpi víznyelő 35, 36, 127

Vörös János-séd 36

vörösagyag 22, 26, 107

## Z

zátonymészke 10

Zirc 12, 16, 17, 25, 37, 153

Zirci-medence 12, 17

Zörög-tető 17

zug 16

# TARTALOM

|  |    |
|--|----|
| <b>ELŐSZÓ (Jakucs László)</b> .....  | 5  |
| <b>BEVEZETÉS</b> .....   | 7  |
| <b>A HEGYSÉG FÖLDTANI, MORFOLÓGIAI JELLEMZÉSE</b> .....  | 10 |
| Nagyszerkezeti helyzet, természetföldrajzi felosztás .....   | 10 |
| Felépítés .....  | 10 |
| Szerkezet .....  | 14 |
| Fejlődéstörténet .....   | 14 |
| Morfológia .....   | 15 |
| Részei .....   | 16 |
| <b>AZ ÉSZAKI-BAKONY KARSZTJÁNAK FŐBB SAJÁTOSSÁGAI</b> .....  | 19 |
| <b>KUTATÁSTÖRTÉNET</b> .....   | 20 |
| Karsztvíz .....  | 20 |
| Paleokarszt .....  | 21 |
| Felszín alatti karsztformák .....  | 22 |
| Felszíni karsztformák .....  | 24 |
| Vélemények a hegység karsztosodásáról .....  | 27 |
| <b>KUTATÁSI MÓDSZEREK</b> .....  | 28 |
| Megfigyelés, dokumentálás .....  | 28 |
| Térképezés .....   | 30 |
| Felszíni karsztos formák térképezése .....   | 30 |
| Felnylott barlangok és maradványaik térképezése .....  | 30 |
| Szelvények készítése .....   | 30 |
| Fúrások .....  | 31 |
| Kutatógödrök .....   | 31 |
| Mérések .....  | 32 |
| Tömegmozgások .....  | 32 |
| A kürtök és a bezáró kőzet térbeli helyzetének<br>összehasonlító vizsgálata .....                          | 32 |
| Maradványbarlang-irányok és a bezáró kőzet dőlésirányainak<br>összehasonlító statisztikai vizsgálata ..... | 33 |
| Szakadéktöbrök iránygyakoróságának vizsgálata .....  | 33 |
| Laboratóriumi vizsgálatok .....  | 34 |
| Elméleti módszerek .....   | 34 |
| A hegység völgyképződésének vizsgálata .....   | 35 |
| Völgyképződés az átöröklődés mértéke szerint .....   | 35 |
| Völgyképződés az átöröklődés relatív kora szerint .....  | 35 |



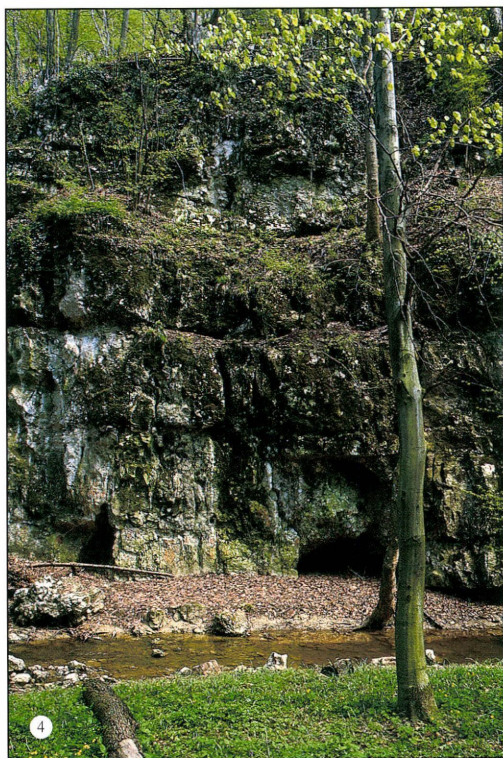
|   |         |
|---|---------|
| <b>A HEGYSÉG KARSZTOSODÁSA</b> .....  | 38      |
| Az áramló karsztvíztől független fedett karsztosodás .....                        | 38      |
| A rejtett közzethatár szerepe a karsztosodásban .....                             | 38      |
| Kürtőfejlődés .....   | 42      |
| A karsztos mélyedések kialakulása .....   | 47      |
| Az oldódásos genetika és bizonyítékai .....                                       | 50      |
| Szingenetikus és posztgenetikus karsztosodás és formái .....                      | 53      |
| Fossilis fedett karsztos formák .....   | 68      |
| A karsztos mélyedések működési jelenségei .....                                   | 69      |
| A karsztos mélyedések üledékképződése .....                                       | 71      |
| Az árvízi tavak üledékképződése .....   | 71      |
| A fossilizálódást kísérő üledékképződés .....                                     | 74      |
| A karsztos mélyedések fejlődése .....   | 74      |
| Áramló karsztvíztől függő fedett karsztosodás .....                               | 77      |
| Szakadéktöbrök .....  | 79      |
| Maradványbarlangok .....  | 80      |
| Karsztosodási típusok .....   | 87      |
| Áramló karsztvíztől független karsztosodási típusok .....                         | 89      |
| Fedett töréslépcsős térszínek karsztosodása .....                                 | 92      |
| Kúpos térszínek karsztosodása .....   | 92      |
| Kis kiterjedésű, kúpos felszínű rög karsztosodása .....                           | 92      |
| Nagy kiterjedésű, kúpos felszínű rög karsztosodása .....                          | 97      |
| Paleokarsztos mélyedések és környezetük karsztosodása .....                       | 99      |
| Szingenetikus karsztosodás .....  | 106     |
| Posztgenetikus karsztosodás .....   | 106     |
| Paleokarsztos járatok feletti karsztosodás .....                                  | 110     |
| Áramló karsztvíztől függő karsztosodási típusok .....                             | 111     |
| Üregesedés utáni völgykialakulással jellemezhető<br>társzínek karsztosodása ..... | 111     |
| Üregesedéssel egyidős völgyképződésű térszínek karsztosodása .....                | 111     |
| <br><b>ÖSSZEFOGLALÁS</b> .....  | <br>117 |
| <b>FÉNYKÉPEK</b> .....  | 121     |
| <b>IRODALOM</b> .....   | 148     |
| <b>A GYAKRABBAN HASZNÁLT FOGALMAK MAGYARÁZATA</b> .....                           | 155     |
| <b>NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ</b> .....  | 159     |

**Hátsó borító képei:**

5. Az Eleven-Förtés (Kőrös-hegy) egyik karsztos mélyedése
6. A cseszneki Vár-hegyet átréselő Kőmosó-szurdok
7. Oldásos formakincs a Hárskúti-fennsík egyik barlangjában



3



4

3. Fosszilis karsztos mélyedés  
(dagonya) a Hajagon

4. Vízfolyás által felnyitott üregek  
a Hódos-ér mentén

