

Talaj nélküli sziklafelszínek néhány karros jelensége és az ezek hatására képződő karrformák¹

VERESS MÁRTON²

Abstract

Karr phenomena and surface forms on uncovered karst

Mostly based on examples studied in the Austrian Totes Gebirge limestone surfaces without soil covering can be identified into categories regarding where the karren development took place, what is the position and shape of the developed karstic surface. Sub-types of karren, variation of karren and processes of solution within these are differentiated in the karren types. Forms originated by solution are categorized and suggestions are made for the nomenclature of hitherto unspecified processes and forms.

Bevezetés

A karros jelenségek vizsgálata a 19. sz.-ban kezdődött (FAVRE, A. 1867; ECKERT, M. 1898). E formák környezeti szempontokat figyelembe vevő osztályozása CVIJIČ, J. (1924) és BÖGLI, A. (1951, 1960, 1976, 1980) nevéhez fűződik. Az utóbbi évtizedekben a különböző karros alakzatok morfológiájának, méretének pontosabb leírása, továbbá kialakulásuknak feltárására történtek vizsgálatok.

– A rillek morfológiáját, méretét SAURO, U. (1973), MAZARI, R. K. (1988); HEINEMANN, U. et al. (1977), kialakulását GLEW, J. R.–FORD, D. C. (1980) vizsgálta.

– A rinnekel és azok különböző változataival FORD, D. C.–WILLIAMS, P. W. (1989), GLADYSZ, K. (1987), SWEETING, M. M. (1955), JENNINGS, J. N. (1985) és CROWTHER, J. (1997) foglalkozott.

– Vizsgálták más karros formák (ill. ezek pszeudokarros változatainak) morfológiáját, típusait és kialakulását is. Így pl. a madáritatókat ZOTOV, V. D. (1941), ROSE, L.–WINCENT, P. (1983) és ZWOLONSKI, Z. (1996), a meanderkarrokat ZELLER, J. (1967), HUTCHINSON, D. W. (1996), DAVIES, T. T.–SUTHERLAND, A. J. (1980), FORD, D. C.–WILLIAMS, P. W. (1989), MACALUSO, T.–SAURO, U. (1996) és CALAFORA, J. M. (1996), a hasadékkarrokat PLUHAR, A.–FORD, D. C. (1970), a gyökékkarrokat JAKUCS P. (1956) és JAKUCS L. (1977), a saroknyomokat HASERODT, K. (1965) és VINCENT, P. J. (1983), az oldásos fodrokat GINÉS, A. (1996) és WALL, J. R. D.–WILLFORD, G. E. (1966), a kúpkarrokat TRUDGILL, S. T. (1985) és CHEN, Z. P. et al (1983). Az utóbbiak egy speciális változatával (tetraéderkarr) CHOPPY, J. (1996) foglalkozott.

¹ A tanulmány a T24162 sz. OTKA kutatási pályázat támogatásával készült.

² Berzsényi Dániel Tanárképző Főiskola, 9701 Szombathely, Károly G. tér 4.

– Számos szerző irt le és vizsgált különböző módszerekkel olyan kisméretű (maximum néhány mm-es nagyságú) karros mikroformát, mint pl. a mikrorillek, mikrokürtök, mikromadárítatók és mikromeanderek (FOLK, R. L. et al 1973; FORD, D. C.–WILLIAMS, P. W. 1989; SMITH, J. B. et al. 1996; MACALUSO, T.–SAURO, U. 1996).

– A különböző kutatók számos más vizsgálati módszert is kidolgoztak a karros folyamatok feltárására. Különböző módszerekkel tanulmányozták a karrosodás során bekövetkező felszín lepusztulásának sebességét (CUCCHI, F. et al. 1996; TRUDGILL, S. T. 1975; SELIER, D. 1997; KASHIMA, N. et al. 1996; THOMAS, T. M. 1970; SWEETING, M. M. 1966; ZÁMBÓ L. 1986; MAIRE, R. 1999; ZÁMBÓ L.–FELVIN L. 2000; ZÁMBÓ L.–TELBISZ T. 2000), a talajnak a hatását (WILLIAMS, P. W. 1966; TRUDGILL, S. T. 1975, 1976, 1985; CURTIS, L. F. et al 1976; ZÁMBÓ L.–TELBISZ T. 2000; ZSENI A.–KEVEINÉ BÁRÁNY I. 2000), továbbá a környezetnek és a közettani viszonyoknak a karrosodásra gyakorolt hatását (TRUDGILL, S. T. 1985; FOLK, R. L. et al. 1973; GLEW, S. R.–FORD, D. C. 1980; MOTTERSHEAD, D. N. 1996; GINÉS, A. 1996; SMART, P. L.–WHITAKER, F. F. 1996). Külön területe a kutatási módszereknek a karros formák morfológiai vizsgálata (MOSES, J.–VILES, H. A. 1996; CROWTHER, J. 1996, 1997; GINÉS, A. 1996; HUTCHINSON, D. W. 1996).

A karrformák csoportosítását többnyire annak figyelembevételével végezték, hogy a karrosodó kőzet teljesen, vagy részben fedett (a fedő lehet talaj, de lehet vízáteresztő üledék, pl. moréna is), vagy teljesen fedetlen (BÖGLI, A. 1976; JENNINGS, J. N. 1985). A különböző fedettségű karrosodó felszín karros formáinak morfológiai analízisét a lejtőszög, annak változása, a lefolyási viszonyok, a közetszerkezet és a növényzeti hatás figyelembevételével végzik el (BÖGLI, A. 1961, 1976, JAKUCS L. 1971, 1980; MONROE, W.–WATSON, H. 1972; WILLIAM, B. W. 1988; FORD, D. C.–WILLIAMS, P. W. 1989; BALÁZS D. 1980). A szintetizálás során a karokat formaegyüttesekben csoportosítják. A karregyüttesek vizsgálata nem célunk, így azokat csak éppen megemlítjük. Elkülönítünk kúpkarokat, karmezőt, „clint”-et (tömbös karr), „Flachkarr”-t (síkkarr), „corridor” kart (folyosó kar), „ruinform” kart (romkarr) stb. (LEÉL-ŐSSY S. 1952; BÖGLI, A. 1976; FORD, D. C.–WILLIAMS, P. W. 1989).

A karrosodási jelenségek csoportosítása és a formák genetikai értelmezése annak figyelembevételével is történhet, hogy az oldószer és az oldódó kőzet érintkezési felülete milyen geometriai formát képez (VERESS M.–PÉNTEK K. 1992; VERESS M.–PÉNTEK K. 1994). Alább ezen elv figyelembevételével rendszerezünk azokat az oldódási folyamatokat – Totes Gebirge, Dachstein, Júliai-Alpok karrjain végzett megfigyelések alapján – amelyek a karrtípusok és az ezeket képező morfológiai elemek kialakulásáért felelősek. A rendszerezés alapja, hogy az oldószer és a kőzet érintkezési felülete (az oldódás helye) hol helyezkedik el (a kőzet felszínén vagy a kőzetben), milyen kiterjedésű és helyzetű.

A rendszerezés során javaslatot teszünk a karros nevezéktan bővítésére. Korábban már történt ezen elv figyelembevételével csoportosítás (VERESS M. 1995), de akkor csak oldódási típusokat és oldódási folyamatokat különítettünk el. Az oldódási típusokat (e munkában altípus) nem soroltuk karrosodási típusokba.

E munkában a talaj nélküli karrosodás három típusát – a kőzet felületén lejátszódó felületi karrosodást, a vertikális karrosodás és a felszín alatti karrosodást – különítjük el és elemezzük ezek formakincsét.

Felületi karrosodás

Felületi oldódás

Az oldalirányú leoldódás mértékéhez képest a függőleges irányú kicsi. Ennek mértékét a karrasztalok (BÖGLI, A. 1961) és karrtanúhegyek (VERESS M. 1998) reprezentálják. Elsősorban réteglapos felszíneken játszódik le. Eredményeként a felszín egyenetlensége növekszik, amelynek során élek, gerincek, hátak, kúpok, (kúpkarr) tornyok, esetleg törmeléktarabok maradnak vissza.

Előfordulhat, hogy a felszínen a szelektív oldódás eredményeként lépcső vagy küszöb formálódik ki. Ilyenkor a lépcsőhomlok önmagával többé-kevésbé párhuzamosan hátrál.

A saroknyom karros térszínek valószínűleg olyan felületi leoldás eredményei, ahol az oldódás helyenként nagyobb méretű, mint máshol. A megfigyelések arra utalnak, hogy a kialakuló saroknyom karrok az okozói más karros formák (karrbarázdák, madáritatók) képződésének is.

Vonalas oldódás a felszínen

A leoldódás ez esetben sávban, vonalban történik és függőleges irányban is számottevő.

A vonalas oldódás eredményeként alakulnak ki a hosszanti bemélyedések, a vályúk, amelyek dolomiton, márványon, gipszen, kőszén, homokkővön, grániton, bazaltan és metamorf kőzeten (zöldpala, gneisz) is kialakulhatnak.

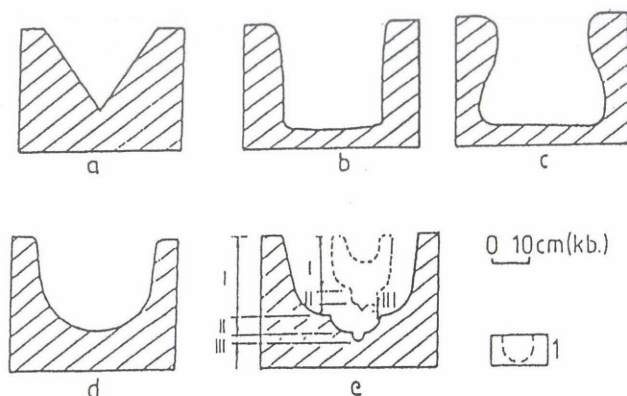
Vonalas, egyenes irányú oldódás a felszínen

A leoldódási sáv egyenes, a lejtőn lefolyó oldószer vályúkat formál. A vályúkat méretük szerint csoportosítják. A kisebb méretűeket és kiékelődőket rillnek (BÖGLI, A. 1976), esőbarázdáknak (VERESS, M. 1992), a nagyobb méretűeket és nem kiékelődőket (amelyek nagyobb vályúhoz, hasadékhoz, kúrtóhoz, madáritatóhoz kapcsolódnak) rinnek (BÖGLI, A. 1976), runneleknek (WHITE, W. B. 1988), barázdáknak (BALÁZS, D. 1980), oldódási csatornáknak (VERESS M. 1992) nevezik.

FORD, D. C.–WILLIAMS, P. W. (1989) a rill formacsoportban kisméretű mikrorilleket különít el, amelyek kifejlődése a kapilláris víz oldóhatására történik. GLEW, J. R.–FORD, D. C. (1980) szerint a rillenkar felület vízlefolyásnál (vízfilmnél) alakul ki akkor, ha a vízáramlás turbulens. Ilyenkor ugyanis a kőzetfelületen elhelyezkedő, már telített határreteg „feldarabolódik”, majd újabb, telítetlen változata képződik (CURL, R. L. 1966; FORD, D. C. 1980; TRUDGILL, S. 1985). A lejtők felső, meredekebb részén a gyors vízáramlás miatt a vízfilm vastagsága kicsi. Elég vékony vízelborításnál (0,15 mm-nél kisebb vízvastagságnál) a turbulenciát az esőcseppek becsapódása okozza (GLEW, J. R.–FORD, D. C. 1980).

A rillek ott ékelődnek ki, és mennek át sík felszínekbe (BÖGLI, A. [1976] szerint az ún. „Ausgleichsfläch”-ek), ahol a lejtőszög csökkenése miatt a vízvastagság oly mértékben megnő, hogy az esőcseppek nem képesek turbulenciát előidézni. A rinnek a lejtők alsó részén képződnek. A nagy felület miatt a vízfolyás ágakra különül szét (TRUDGILL, S. T. 1985; WHITE, B. W. 1988). Ha turbulencia lép fel, lefelé növekvő méretű Horton-féle csatornák képződnek (FORD, D. C.–WILLIAMS, P. W. 1989). Kialakulásuk valószínűleg nagyrészt a hótakaró alatt történik. Itt ugyanis egyrészt tartós és jelentős vízáramlás alakulhat ki az olvadás során, másrészt a hónak igen jelentős lehet a CO₂ tartalma. MARIKO, S.–BEKKU, L.–ZUPANCIS, M. (1989), KÖRNER, C. (1999) szerint a jegesedő hóból a CO₂ nem lép ki, ugyanakkor a hóval elborított növényzet fotoszintetizálni nem képes, disszimilálni viszont igen. Erre akkor kerül sor, ha a felszínen helyileg megnő a víz oldóképessége (pl. madáritatóknál) és ún. túlfolyási vályúk képződnek (FORD, D. C.–LUNDBERG, J. A. 1987). Ezek többnyire kiékelődnek. KUNAVÉR, J. (1984) szerint a rinnek (rinnenkar) 1650–1700 m-es tszf-i magasságokban fordulnak elő.

Keresztmetszetük szerint a vályúk egyszerűek és összetettek lehetnek (*1. ábra*). Mind az egyszerű, mind az összetett vályúk között előfordulnak nagy méretűek.



1. ábra. Különböző, egyszerű (a–d) és összetett (e) vályú keresztmetszetek. – I, II, III = vályútípusok; 1 = idősebb vályúk

Various cross sections of simple (a–d) and composite (e) troughs. – I, II, III trough types, 1 = older troughs

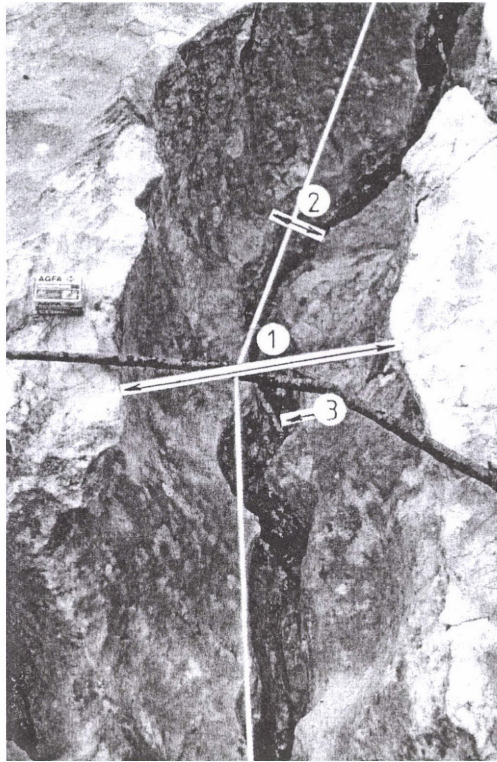
Ezek magányos képződmények, amelyek szélessége és mélysége az 1 m-t is meghaladhatja. A nagy vályúk talpának lejtése kisebb, mint a hordozó térszíné.

Az egyszerű vályúk alakját valószínűleg nagymértékben meghatározza az oldószér mennyiségnek időbeli alakulása. Ez viszont az oldószér eláramlási sebességétől (ami a hordozó terület lejtésének függvénye), valamint az utánpótlás mértékétől (amit viszont a vízgyűjtő terület morfológiája, a hótakaró vastagsága, az olvadás intenzitása befolyásol) függ.

Aktív időszakokban az oldószér mennyiségének folyamatos csökkenése mellett az oldás egyre kisebb sávra terjed ki. Ekkor V-keresztmetszetű vályú képződik. Ilyen képződik akkor is, ha oldalról is oldószér érkezik a vályúhoz. A vályúk között azonban ilyenkor még talajnélküli felszínen is lekerekített vályúk közti peremek, hátak, gerincek képződnek. Az olyan karr neve, ahol a vályúk közti gerincek lekerekítettségét talaj alatti oldódás okozza, *kerek karr* (FORD, D. C.–WILLIAMS, P. W. 1989). Előfordulhat, hogy a vályúk közti gerincen is vályú képződik (gerincvályú).

Huzamosabb ideig változatlan vízhozamnál széles talpú, függőleges oldalú vályúk képződésére lehet számítani. Valószínűleg gyorsuló ütemű vízhozamcsökkenés esetén félkör, ill. U keresztmetszetű (homorú lejtőkkel határolt) vályúk keletkeznek. Túlhajló oldalú, lefelé kiöblösödő vályúk képződnek, ha a vályúban áramló vízmennyiség tartósabban stabilizálódik. Az aláhajló falú vályúk ugyancsak kialakulhatnak talajborítottságnál is. Ilyenkor a vályúkat kitöltő talaj biztosítja a laterális oldást (BÖGLI, A. 1976). A fentebb említett egyszerű vályúktól jól elkülöníthetők az összetett vályúk (1. kép), amelyeket LECHNER J. (1953) „ineinandgeschachtelten” formáknak nevez.

Az oldószér mennyiségének nagyméretű csökkenése, majd ezen mennyiség tartósabban stabilizálódása eredményezi, hogy a már kialakult (I. típusú) vályúban újabb (II. típusú), majd az utóbbiban egy még kisebb (III. típusú) vályú képződik (többszörösen összetett vályú). Bár e kategorizálásnak a vályúk összetett kifejlődése esetén van értelme, az egyes vályútípusok méretük alapján is elkülöníthetők.



1. kép. Összetett vályú (Totes Gebirge, Ausztria). – 1 = I. típusú vályú; 2 = II. típusú vályú; 3 = III. típusú vályú (A II. és III. típusú vályúnak kényszermeanderei vannak)

Composite trough (Totes Gebirge, Austria). – 1 = type I trough; 2 = type II trough; 3 = type III trough (Types II and III have forced meanders)

Az I. típusú vályúk szélessége és mélysége néhány dm, míg a III. típusúaké néhány cm. A II. típusú vályúk mérete az I. és III. típusúak közé esik. Előfordulhatnak olyan II. típusú vályúmérettel rendelkező vályúk is (belsejükben III. típusú vályúval), amelyek nem I. típusú vályútalpon alakultak ki. Előfordulhat, hogy az I. típusú vályúban csak III. típusú fejlődhet ki (e vályútípusból egyetlen vályútalpon akár kettő is kialakulhat), ill. az is, hogy a III. típusú vályú nem nagyobb vályúban, hanem más karros formában, vagy karrosodásmentes felszínen alakul ki.

A hordozó vályúk növekedése (szélesedés és/vagy mélyülés) megegyezhet, de el is térhet a belső vályú növekedésétől. A III. típusú vályúk talpán az oldódás nem egyenletes (kagylós oldódás). Eredményeként a vályútalp (ill. a vályú egésze) néhány cm-es kiterjedésű bemélyedésekre tagolódik.

A vályúk hosszszelvényük mentén is tagoltak. Talpukon különböző morfológiájú kürtök (I. alább), madáritatók fordulhatnak elő. A vályúk felső végein sekély, nagy kiterjedésű mélyedések is gyakoriak, amelyeket SZUNYOGH G.–LAKOTÁR K.–SZIGETI I. (1998) levélkaroknak nevez. Mind a később bemutatásra kerülő vályúvégek és függő madáritatók, mind a levélkarok számottevő vízutánpótlási helyei a vályúknak és így módon azok fejlődésében fontos szerepet játszanak. A nagy méretű, I.

típusú vályútalpak gyakran lépcsőszerűen tagoltak (VERESS M. 2000). A lépcsők elvégződésénél helyi túlmélyítéssel (oldással) medencék alakulnak ki. Belsejüket kisebb (gyakran összetett) mélyedések, az ún. üstök tagolják.

Meanderező vonalas oldódás

Az ilyen oldódási forma fő jellemzője, hogy a leoldódási sáv irányát változtatja. A meanderkarrt elsőként FRIDTJOF, B. (1954), majd BÖGLI A. (1976) írta le. Meanderkarokat írtak le gipszről (SZABLYÁR P. 1981) és barlangokból (GRUBER P. 1999), de metamorf kőzetben is kifejlődhetnek. A meanderkarok különböző paramétereinek vizsgálatára is történtek kísérletek. HUTCHINSON, D. W. (1996) a meanderező vályúk színúozítása és a hordozó felszín lejtőszöge közti, VERESS M. (1998) pedig a lesiklási intenzitás és a hordozó lejtőszöge közti kapcsolatot vizsgálta. A meanderkarok FORD, D. C.–WILLIAMS, P. W. (1989) szerint ott alakulnak ki, ahol a vízáramlás lassú, míg ZELLER J. (1967) szerint ott, ahol a vízáramlás sebessége nagy (a Froude-féle szám 1,8–20).

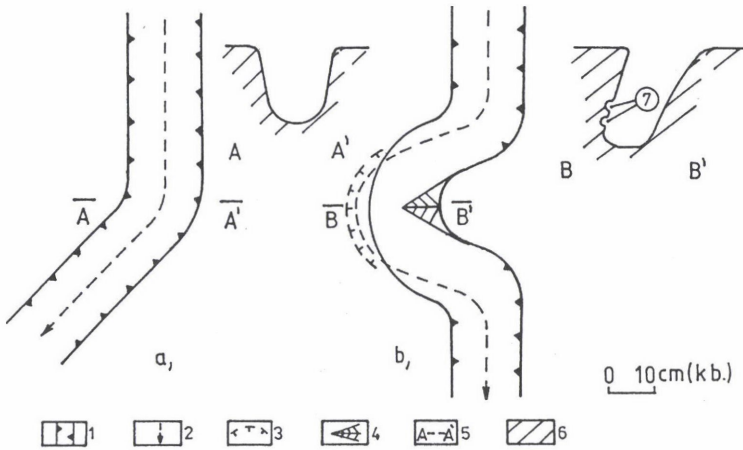
A vályúk gyakran kanyaroghatnak, ami arra vezethető vissza, hogy az oldódás nem egyenes vonalú. A kanyargás lehet ál-, vagy igazi meanderezés. Álmeanderezésnél a vályú mindössze irányt változtat, a sodorvonal annak középvonalába marad (2. ábra, a). Az álmeanderezésű vályú keresztmetszete minden pontján szimmetrikus keresztmetszetű. Az igazi meanderezésű vályú keresztmetszete a kanyarulatokban aszimmetrikus (2. ábra, b). Igazi meanderezés esetén a vályú sodorvonala kilendül. A kilendülés következtében a sodorvonal hosszabb-rövidebb ideig közel kerül vagy hozzá simul valamelyik oldalfalhoz. E helyen, miután a vízáramlás sebessége nagyobb, az oldott anyag elszállítása is nagyobb lesz (SZUNYOGH G. 1987), így aláhajló fal alakul ki. Miután a legintenzívebb oldódás zónája a vályú közepétől eltolódik, az aláhajló fallal átellenes vályúoldal lankássá fejlődik. Itt az ún. szoknya alakul ki. A sodorvonal kilendülése okozza ezt, de az aszimmetrikusan kifejlődött vályúalak a sodorvonal kilendülését tovább erősíti. A bemélyülő vályútalpon a sodorvonal lefelé és oldal irányba eltolódik. Ez az ún. „sodorvonal lesiklás” (3. ábra).

A sodorvonal kilendülése belső és külső okokra vezethető vissza. A belső ok valószínűleg az oldószer áramlásával lehet kapcsolatban, feltehetően azért, hogy a folyadék a szilárd közeghez képesti elmozdulása során hullámmozgás keletkezik. Külső okok az alábbiak lehetnek:

- álmeander (4. ábra, a),
- aszimmetrikus vályú (4. ábra, b),
- mellékvályú (4. ábra, c),
- vályúoldal (4. ábra, d),
- a felszín egyenetlensége.

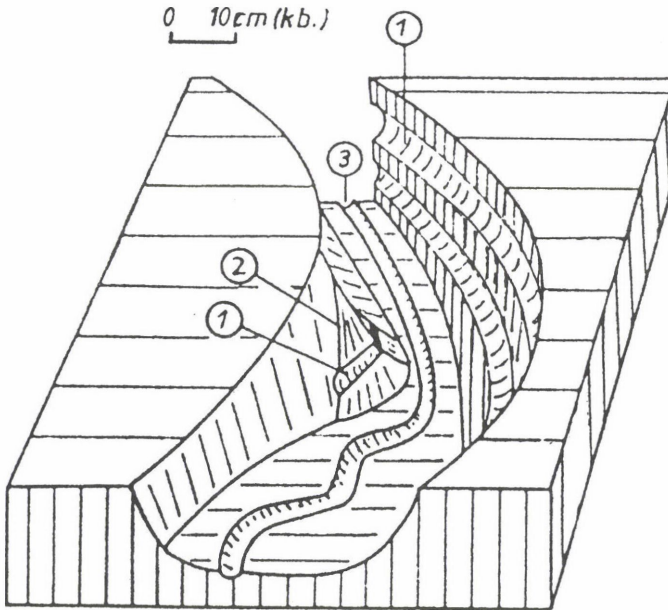
Álmeandereknél a sodorvonal az áramlás tehetetlensége folytán nem képes követni a vályú irányváltozását. A felsőbb vályúszakasz sodorvonala az irányváltás helyén nekiütközik a vályúoldalnak. Az ütközés következtében a sodorvonal az irányváltás alatti szakaszon kilendülve az átellenes vályúfalhoz közelít.

Aszimmetrikus vályúszakaszon a már meglévő sodorvonal kilendülése fokozódik, ugyanis a vályúban áramló víz már kanyargó sodorvonala a vízhozam növekedés során görbületét megváltoztatja. Emiatt a sodorvonal a vályúoldal íves lefutású részeinek különböző helyein (homorú fal töve, szoknya pereme) másodlagosan ütközik. Ezen hatásra a sodorvonal már meglévő kilendülése fokozódik, ill. kisebb másodlagos kilendülések miatt összetett meander alakul ki.

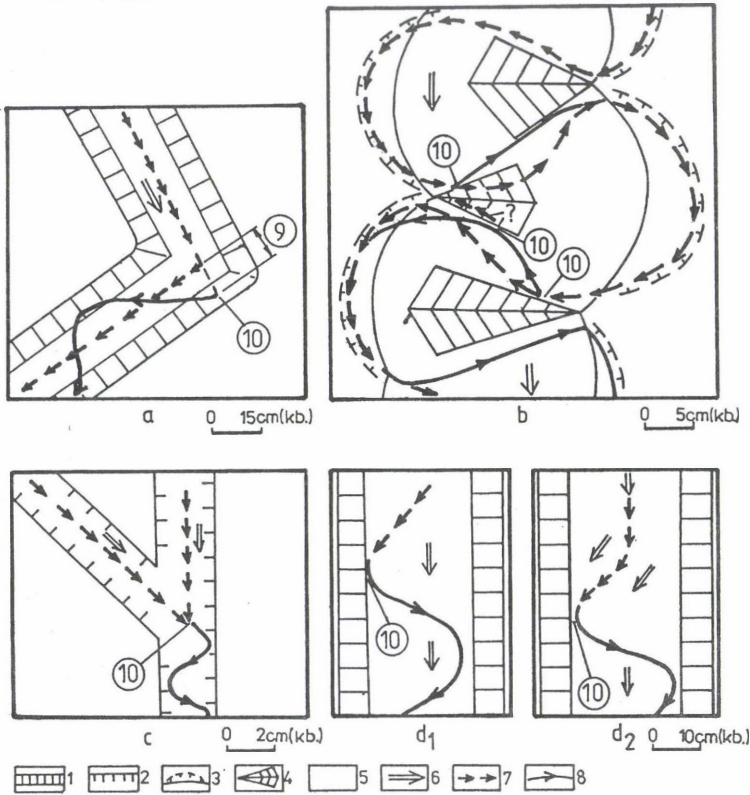


2. ábra. Álmeander (a) és igazi meander (b). – 1 = függőleges vályúoldal; 2 = sodorvonal; 3 = homorú vályúperem aláhajló falának elvégződése; 4 = domború vályúperem lankás oldala (szoknya); 5 = keresztmetszet; 6 = bezáró kőzet; 7 = színlő

False meander (a) and true meander (b). – 1 = vertical trough side; 2 = streamline; 3 = the edge of concave trough-side; 4 = the moderately sloping side of the trough (skirt); 5 = cross section; 6 = bedrock; 7 = scour grooves



3. ábra. Kanyarulat lesiklás (fénykép után). – 1 = színlő; 2 = szoknya; 3 = III. típusú vályú
The slip of a bend (after a photo). – 1 = scour groove; 2 = skirt; 3 = type III trough



4. ábra. Sodorvonal kilendülések külső okok hatására. – 1 = lankás vályúoldal; 2 = függőleges vályúoldal (III. típusú vályú); 3 = aláhajló vályúoldal; 4 = szoknya; 5 = vályútalp; 6 = vályútalp lejtése; 7 = sodorvonal; 8 = külső ok hatására kilendült (vagy további kilendülést) elszenvedő sodorvonal; 9 = vízáramlás tehetetlensége miatt a sodorvonal meghosszabbodása; 10 = sodorvonal akadályba ütközésének helye; a = álmeander; b = aszimmetrikus vályú; c = mellékvályún beömlő víz; d = a sodorvonal a vályúoddallal szöveget zár be (d_1 = a sodorvonal már kilendült; d_2 = a sodorvonalat a vályútalp lejtése téríti ki)

Swinging of channel line caused by external causes. – 1 = gently sloping trough side; 2 = vertical trough side (type III trough); 3 = overhanging trough side; 4 = skirt; 5 = trough bottom; 6 = slope of trough bottom; 7 = channel line; 8 = swinging of channel line caused by external causes; 9 = lengthening of channel line caused by flow inertia; 10 = location of obstacle hit by the channel line. a = false meander; b = asymmetric trough; c = flowing water from tributary trough; d = there is an angle between channel line and trough side (d_1 = the channel line has already swung; d_2 = the channel line is swung by the slope of the trough bottom)

A sodorvonal kilendülése következhet be mellékvályú becsatlakozásánál, amikor a mellékvályúnál beömlő víz a fővályú sodorvonalát kimozdítja eredeti helyzetéből. A sodorvonalat az egyenes vályúoldal is kilendítheti, ha azok egymással szöveget zárnak be. Ennek oka lehet, ha a vályútalpon a sodorvonal belső ok miatt kilendül (4. ábra, d_1), ill., ha a vályútalp egyenetlen, vagy a vályútalp lejtésiránya lokálisan eltér a vályú irányától (4. ábra, d_2).

A vályúmeanderek különböző típusúak lehetnek. Elkülöníthetők meanderoncok, hurokmeanderek, kifejlődő és megszűnő meanderek,

A meanderroncokos vályúk egyenesek, de peremeik ívesen tagoltak (5. ábra, a,b; 2. kép). Az ívek csúcsainál szoknyák fejlődnek ki. Az egyik oldal csúcsai (szoknyái) közötti aláhajló oldalfalakkal szemben az átellenes fal csúcsai (szoknyái) sorakoznak. E meandertípus, ha nem álmeanderező, vagy belső vályú, hanem egyenes vályún fejlődik ki, akkor jelzi, hogy a sodorvonal kilendülése már akkor megtörtént, amikor a hordozó térszínen még nem alakult ki vályú. Az ilyen vályúk ezért nem regressziósak, hanem az esővízbarázdákhoz hasonló módon alakulnak ki. (A vályú teljes hosszában egyidejűleg alakul ki és egyformán mélyül.)

A hurokmeanderek olyan meanderek, ahol a vályú ténylegesen irányt változtat. Az aláhajló vályúfal a homorú, a szoknyás vályúfal a domború vályúperemnél alakul ki (5. ábra, c; 3. kép). A hurokmeanderek valószínűleg álmeandereknél fejlődnek ki. Előfordulhat, hogy a hurokmeanderes vályúszakaszon meanderroncok is kialakulnak. A hurokmeanderek lehetnek egyszeri, ill. kétszeri irányváltásúak

A kifejlődő meanderek esetében a vályú felső része szimmetrikus, alsó része aszimmetrikus (5. ábra, d; 4. kép). E meandertípus akkor alakul ki, ha a sodorvonal a vályúfejlődés kezdetén még nem, hanem csak később lendül ki. A megszűnő meandereknél fordított a helyzet. A vályú felül aszimmetrikus, alul szimmetrikus keresztmetszetű. Megszűnő meandereknél a sodorvonal egy bizonyos vályú mélységtől már nem lendül ki (6. ábra).

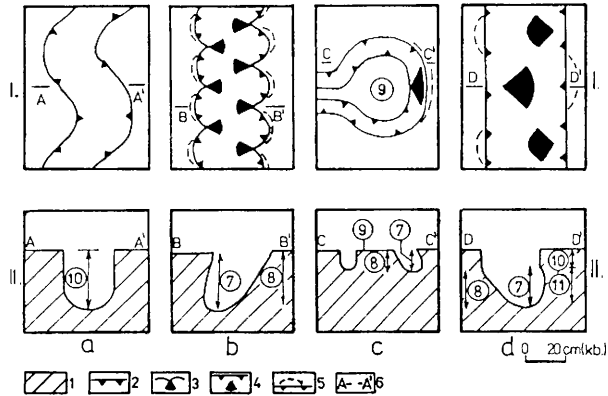
A meandereket tagoló formák a meanderteraszok és a színlők. A meanderteraszok lokális kifejlődésű sík térszínek (5. kép). Főleg a homorú, aláhajló vályú oldalaknál fordulnak elő, de szoknyákon is kifejlődhetnek. Többnyire belesimulnak a vályútalpra, de előfordulhat – belső vályú kialakulása következtében –, hogy függő helyzetbe kerülnek (függő terasz). Az aláhajló vályúfalnál akkor alakulnak ki, ha a sodorvonal tartósan a vályúoldal tövéhez simul, a szoknyán pedig akkor, ha a sodorvonal tartósan a szoknya közelében helyezkedik el.

A színlők a vályúfalak vályatszerű bemélyedései a meandereknél (7. ábra, 6. kép). A színlők ugyancsak előfordulnak az aláhajló falon, de a szoknyán is. A színlők a szomszédos meanderek között kiékelődhetnek. A szomszédos színlők ferde sík mentén elhelyezkedve követik a vályútalp lejtését. Ugyanazon meandernél egymás fölött több (kettő, vagy három) színlő is kialakulhat. Ilyenkor az egymás feletti színlőket lekerékített színlőközi gerincek választják el egymástól.

A színlők a vízszint mentén alakulhatnak ki akkor, ha a vízszint hosszabb ideig ugyanabban a magasságban tartózkodik (az oldódás a vízszint közelében a legintenzívebb, mivel itt a legnagyobb az áramlási sebesség).

Minél kisebb a vályú, a meanderezés annál határozottabb és annál hosszabb szakaszokon fejlődik ki. Az összetett karrvályúk II., ill. III. típusú vályúinál a vályú felső végétől az alsó vége felé többnyire fokozódik a meanderezés (a meanderívek hossza nő, hullámhossza csökken). Gyakran ugyanannál a vályúnál megfigyelhető, hogy lefelé a vályútalp irányába a meanderezés mértéke fokozódik (FRIDTJOF, B. 1954).

Mind az álmeander, mind az igazi meanderezés során átöröklődő meanderek képződnek. Átöröklődés alatt azt értjük, hogy a belső vályú meanderezését a hordozó



5. ábra. Meandertípusok. – 1 = karosodó kőzet; 2 = I. típusú vályú; 3 = szoknya a vályú peremétől; 4 = szoknya a vályúoldal alsó részén; 5 = aláhajló fal; 6 = szelvény helye, keresztmetszet. 7 = aláhajló oldalfal; 8 = szoknya; 9 = zúg; 10 = szimmetrikus keresztmetszetű vályú és vályúrész; 11 = aszimmetrikus keresztmetszetű vályú; a = álmeander; b = meanderroncs; c = hurokmeander; d = kifejlődő meander; I = felülnézet; II = oldalnézet

Meander types. – 1 = karren development on the rock; 2 = type I trough; 3 = skirt starting at the trough rim; 4 = skirt on the lower part of the trough side; 5 = overhanging wall; 6 = place of section, on cross-section; 7 = overhanging side wall; 8 = skirt; 9 = recess; 10 = symmetric cross-section trough and part of trough; 11 = asymmetric cross-section trough; a = false meander; b = meander remnant; c = loop meander; d = developing meander; I = vertical-view; II = side view

vályú eleve kijelöli. Az álmeanderező vályúkban kialakuló II. vagy III. típusú vályúk kényszer-meanderezhetnek. Ennek során a belső vályúk meanderei követik a hordozó vályú ál- vagy igazi meandereit. A belső vályúkon kialakulhatnak hasonló (a belső vályú lefutása a hordozó vályú lefutásával párhuzamos – 8. ábra, a), vagy elcsúsztatott meanderek (a belső vályú lefutása nem párhuzamos a hordozó vályú lefutásával, – 8. ábra, b). Az igazi meanderezést végző vályúk lehetnek szabad (8. ábra, e) vagy szorított meanderezésűek – (8. ábra, d; 7. kép). Előző esetben a belső vályú meanderei elérik a hordozó vályú oldalát, utóbbi esetben nem.

A jól fejlett kanyarulatokon karrvályú zug és ennek eredményeként karrvályú nyak különíthető el. A kanyarulat levetélés során karrvályú holtág alakul ki, amely karos szigethegyet (VERESS M.–NACSA T. 1998) fog közre. A levetélést VERESS M. (1998) szerint elősegíti a nyakrésznél végbemenő barlangképződés (nyaki karrbarlang – 8. kép), ill. az itt bekövetkező oldószer túlfolyás (nyaki vályú).

Vályú regresszió

Ha a vályúk nem esővízbarázdásan, tehát egyenletesen mélyülve fejlődnek, a vonalas oldódás a mindenkori vályúvéghez képest egyre feljebb játszódik le, ezért a vályúk hátrálnak. A hátrálást kísérő bemélyülés különösen nagy esésű részekén jelentős (regressziós karrszurdokok). Hasadékperemeken vályúk és vályúkezdemények hátrálását kísérő erőteljes feltagolódással fésűs karr képződik. (Itt a vályúk mellett félkürtök is kifejlődnek.)



2. kép. Meanderroncs (Júliai-Alpok)

Meander remnant (Julian Alps)



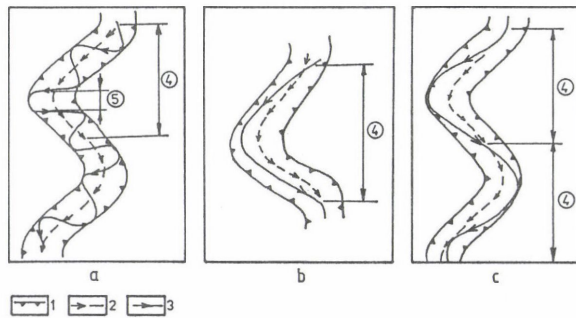
3. kép. Hurokmeander; a zug rész részben lefejeződött (Totes Gebirge)

Soop meander; the recess is partly beheaded (Totes Gebirge)



4. kép. Kifejlődő meander (Júliai-Alpok)

Developing meander (Julian Alps)



6. ábra. Sodorvonal hullámhosszak a különböző meandertípusoknál. – a = álmeanderező, roncsmeanderes vályún; b = egyszerű irányváltással álmeanderező hurokmeanderes vályún; c = kétszeri irányváltással álmeanderező hurokmeanderes vályún; 1 = oldószer, ill. a kialakuló vályú pereme; 2 = eredeti sodorvonal; 3 = kilendült sodorvonal; 4 = eredeti sodorvonal hullámhossza; 5 = kilendült sodorvonal hullámhossza

Channel line wave-lengths of different meander types. – a = on falsely meandering trough with meander remnants; b = false meandering on trough with loop meander with simple direction change; c = false meandering on trough with loop meander with double direction change; 1 = solvent, or the edge of developing trough; 2 = original channel line; 3 = swung channel line; 4 = wave-length of original channel line; 5 = wave-length of swung channel line



5. kép. Meanderteraszok (Totes Gebirge)

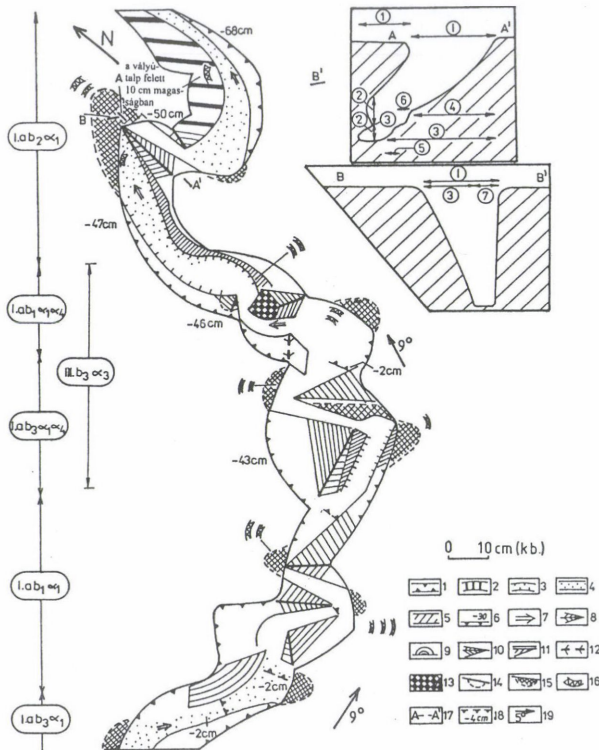
Meander terraces (Totes Gebirge)

A vályúhátrálás általában lejtésiránnyal ellentétes. Ha a lejtésirány változik, a hátrálással kialakult újabb vályúszakasz iránya is más lesz (álmeander képződik). Előfordul azonban regresszió vízszintes felületeken, sőt a lejtéssel ellentétes irányban is.

A II., de főleg a III. típusú vályúknál gyakori, hogy az egyik vályú a másikra merőleges helyzetű. A hátráló vályúvég lefejezheti a másik vályút (9. ábra, a). Előfordulhat a vályúlefejeződésnek olyan változata is, amikor a lefejezést végző vályú a lefejezettet átmetszi (vályúkereszteződés) (9. ábra, b).

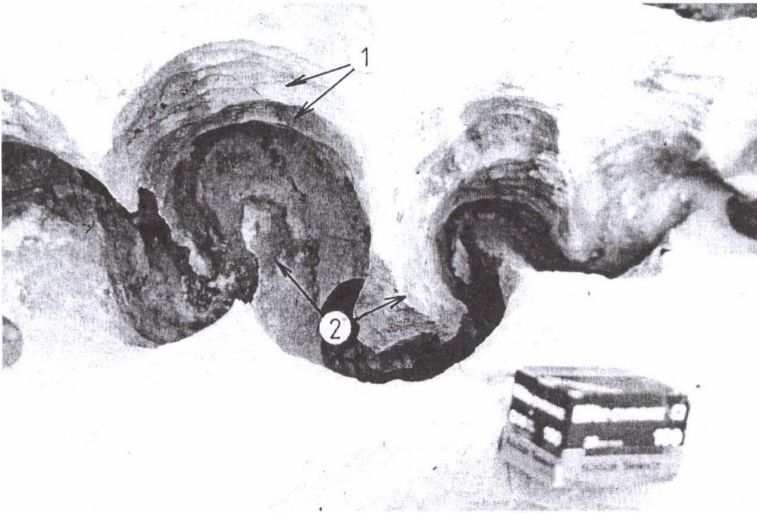
A karrvályú karrvályúhoz hátrálás eredményeként vályútalp vízválasztó alakulhat ki (9. ábra, c). Akkor, ha valamelyik intenzívebben mélyül, részben felemészti a kevésbé intenzíven mélyülő talpát, annak lejtése a korábbihoz képest ellentétes irányú lesz (obszkevns karrvályú részlet). Vályúroncs keletkezik, ha a vályúnak nemcsak a felső, hanem az alsó vége is lefejeződik. Önlefejeződés játszódik le, amikor a gyorsabban hátráló mellékvályú a fővályút fejezik le.

Előfordulhat, hogy az I. típusú vályúk egyikéből a másikba, keresztirányba képződő III. típusú vályú hátrál vissza, és azt lefejezi. A lefejeződés lehet egyszerű, vagy összetett. Egyszerű lefejeződés akkor következik be, amikor a lefejezett I. vályúban még nem alakult ki III. típusú vályú. Ekkor az I. típusú vályútalpon szétágazva lejtésirányba, ill. azzal ellentétesen hátrál a III. típusú vályú. Összetett

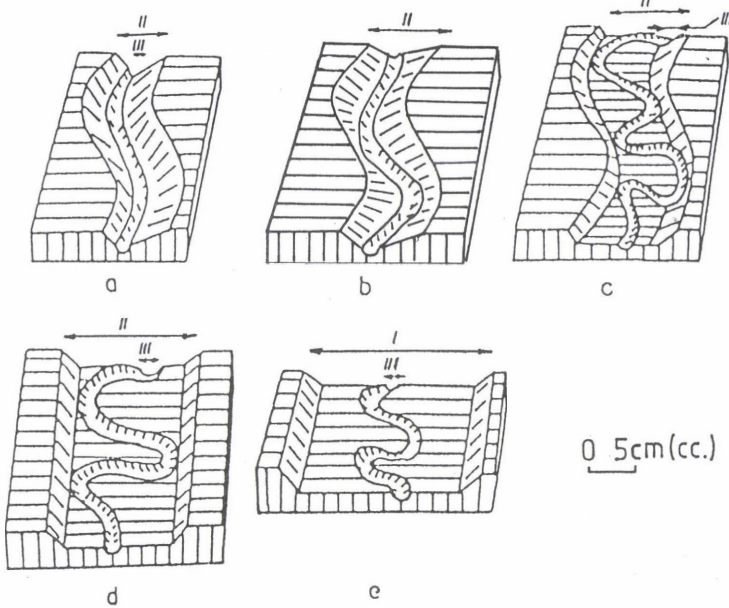


7. ábra. Egy Totes Gebirge-i vályú morfológiai térképe. – 1 = I. típusú vályú függőleges vályúoldala; 2 = II. típusú vályú lankás vályúoldala; 3 = III. típusú vályú függőleges vályúoldala; 4 = sík vályútalp; 5 = vályútalp terasz; 6 = vályú mélysége (centiméterben); 7 = vályútalp lejtésiránya; 8 = félgúla szoknya; 9 = félkúp szoknya; 10 = aszimmetrikus szoknya; 11 = fél szoknya; 12 = nem aktív, éles gerincű, pusztuló szoknya (szoknyamaradvány); 13 = meanderterasz szoknyán; 14 = aláhajló fal; 15 = meanderterasz aláhajló falnál; 16 = színlő és óriás színlő (kisméretű színlő kanyarulatán belüli helye és kiterjedése nem méretazonos); 17 = keresztmetszet helye; 18 = oldásos küszöb, lépcső mélységadattal (centiméterben); 19 = határoló térszín lejtésiránya és lejtőszöge; a = álmeanderes vályúszakasz; b = igazi meanderes vályúszakasz (b₁ roncs meanderes, b₂ hurokmeanderes, b₃ kifejlődő meanderes, b₄ megszűnő meanderes); sodorvonal kilendülés külső okra (α) vezethető vissza (α₁ a vályú, vagy a hordozó vályú álmeanderezése, α₂ mellékvályú áramló vize, α₃ a kanyarulat, ill. szoknyája, α₄ hordozó vályú pereme), keresztmetszet; 1 = homorú vályúperem aláhajló fala; 2 = színlő homorú vályú oldalon; 3 = szoknya; 4 = szoknya maradvány felső; 5 = szoknyamaradvány alsó; 6 = színlő a szoknyán; 7 = vályútalp

Morphological map of a trough in the Totes Gebirge. – 1 = vertical side wall of type I trough; 2 = gently sloping trough side of type I trough; 3 = vertical side wall of type III trough; 4 = plane trough bottom, 5 = trough bottom terrace, 6 = depth of trough (in centimeters), 7 = slope direction of trough bottom, 8 = half pyramid skirt, 9 = half cone skirt, 10 = asymmetric skirt, 11 = half skirt, 12 = skirt remnant with sharp pectination, 13 = meander terrace on skirt, 14 = overhanging wall, 15 = meander terrace at overhanging wall, 16 = terrace groove and major terrace groove (the position and size of the small terrace groove in the bend is not drawn to scale), 17 = position of section, 18 = solution threshold, step with depth (in centimeters); 19 = The gradient and slope direction of the surrounding rock surface; a = falsely meandering trough section; b = truly meandering trough part (b₁ with meander remnants, b₂ loop meandering, b₃ developing meandering, b₄ ceasing meandering), the swinging of the channel line is due to internal (α) reason (α₁ false meandering of trough, α₂ flowing water of tributary trough, α₃ the bend or its skirt, α₄ edge of trough), section. 1 = overhanging wall of concave trough rim; 2 = terrace groove on concave trough side; 3 = skirt; 4 = upper skirt remnant; 5 = lower skirt remnant; 6 = terrace groove on the skirt; 7 = trough bottom

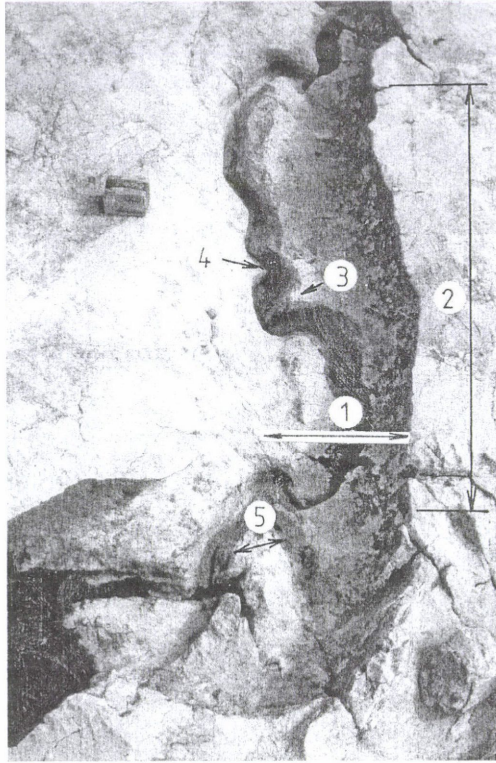


6. kép. Meander színlők (Júliai-Alpok). – 1 = színlő; 2 = szoknya
 Meander terrace grooves (Julian Alps) – 1 = terrace groove; 2 = skirt



8. ábra. Összetett karvályúk átöröklődő meanderei. – I., II., III. = vályútípusok; a = kialakulásától kényszermeanderező, hasonló szorított meander; b = kialakulásától kényszermeanderező, elcsúsztatott meander; c-d = szorított meander; e = szabad meander

Inherited meanders of composite karren troughs. – I, II, III. = trough types; a = from the beginning forced-meandering similar strained meander; b = from the beginning forced-meandering shifted meander; c-d = strained meander; e = free meander



7. kép. Összetett vályú meanderei (Totes Gebirge). – 1 = álmeanderező I. típusú vályú; 2 = szorított meanderezésű III. típusú vályú; 3 = hurokmeander; 4 = kifejlődő meander; 5 = III. típusú vályú által roncsolt szoknya

Meanders of a composite trough (Totes Gebirge). – 1 = falsely meandering type I trough; 2 = strained meandering type III trough; 3 = loop meander; 4 = developing meander; 5 = skirt, demolished by type III trough

lefejeződés akkor következik be, amikor a lefejezett I. típusú vályúban a lefejezés idejére ugyancsak kialakul egy regressziós III. típusú vályú. Ekkor nemcsak az I, hanem a III. típusú vályú is lefejeződik. Ebben az esetben a lefejeződési hely feletti vályútalp vizeit vezeti el a lefejezést végző III. típusú vályú (azt a vizet, ami nem folyik túl), míg az ez alatti szakaszát nem. Megjegyzendő, hogy utóbbi vályútalp vizei is egyre nagyobb arányban kerülhetnek a lefejezést végző III. típusú vályúba. (Ugyanis a lefejeződési helytől megkezdődik a lefejezést végző III. típusú vályú lejtéssel ellentétes hátrálása a lefejezett III. típusú vályú lefejeződés alatti szakaszába.)

Karrteraszok és kialakulásuk

A karrteraszok olyan kis lejtésű (a vályú belseje és alsó vége felé lejtő) vályútalp maradványok az összetett, széles talpú vályú belsejében, amelyek fokozatosan mennek át a vályú oldallejtőjébe, míg befelé éles peremmel folytatódnak egy alsóbb



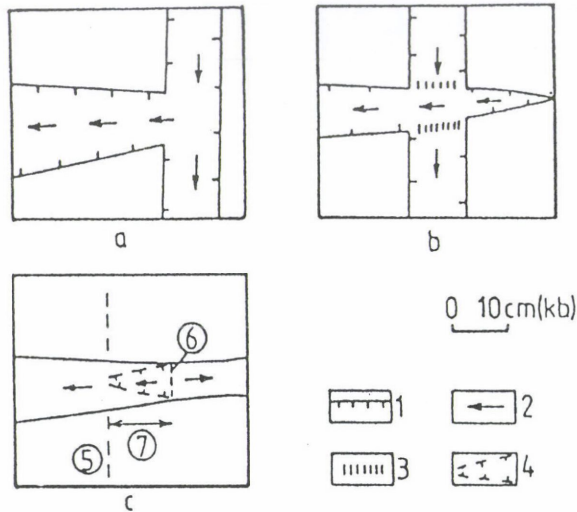
8. kép. Átoldódott szoknyák (Júliai-Alpok)

Dissolved skirts (Julian Alps)

helyzetű vályú meredek oldalában. (Teraszok azonban nem csak vályúkra jellemzőek, BAUER F. [1953] dachsteini madáritatókból említ pl. teraszokat.)

E formák akkor képződnek, ha az idősebb, nagyobb vályú növekedése leáll, ill. lelassul (pl. az oldószér mennyisége csökken, vagy a vályú túl nagy lesz), a fiatalabb kisebb vályú (vagy vályúk) növekedése során felemésztí(k) az idősebb vályú (vagy vályúk) talpát. Hasonló folyamat játszódik le akkor, ha az oldószér elvezetésének intenzitása nő meg. Ugyanis ilyenkor a vályútalpon a lefejezési helytől hátrálva belső vályú képződik. Ennek egyik oka lehet az, amikor a vályútalpon kürtő képződik (10. ábra). Valószínű, hogy a teraszok kialakulásában mindkét jelenség szerepet játszik.

A teraszok a vályútalp utólagos oldódása következtében többnyire nem alkotnak összefüggő felszínt (teraszroncsok). Előfordulhat, hogy a vályúnak csak az egyik oldalán nyomozhatók (páratlan teraszok). Teljesen el is pusztulhatnak, ilyenkor a hordozó vályú oldalában, az eltérő meredekségű oldalajtók metsződésénél élek nyomozhatók. Gyakran az élek is meg-megszakadnak (élroncs), feltehetően az oldalról beáramló oldószér hatására. A vályúk korróziós teraszai genetikailag a folyóvízi, de főleg a glaciális eredetű teraszokkal rokon képződmények.



9. ábra. Vályú lefejeződések regresszióval (fénykép után). – a = vályúlefejeződés vályúvég és vályúperem érintkezésével; b = vályúkereszteződéssel; c = vályúvégek érintkezésével; 1 = vályúperem; 2 = vályútalp lejtési iránya; 3 = lépcső; 4 = hajdani vályúperem; 5 = hajdani vízválasztó; 6 = jelenlegi vízválasztó; 7 = obsequens vályúrészlet

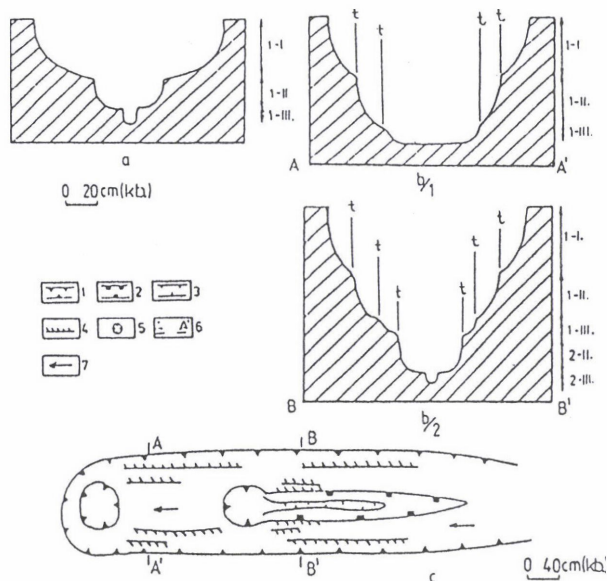
Trough beheadings by regression (after photos). – a = trough beheading by the contact of the trough-end and the trough-rim; b = trough beheading by trough crossing; c = trough beheading by the contact of trough-ends; 1 = trough-edge; 2 = slope of the trough-bottom; 3 = step; 4 = vanished trough-edge; 5 = vanished watershed; 6 = present watershed; 7 = obsequent trough section

Lokális oldódás

Ha az oldalirányú leoldódáshoz képest a függőleges irányú is viszonylag számottevő, madáritatók képződnek. A madáritatók, vagy ezekhez hasonló formák nem csak mészköveken gyakoriak, hanem dolomiton (SZABÓ L. 2000), homokköveken (VERESS M.–KOC SIS ZS. 1996), grániton (GOUDIE, A. S.–MIGON, P. 1997) és zöldpalán (VERESS M.–SZABÓ L. 1996) is. A mészkövön kialakult madáritatók morfológiai elemzését ROSE, L.–VINCENT, P. (1986) és HORVÁTH, E. T.–ZENTAI Z. (1995) végezte el, kialakulásukkal ROSE, L.–VINCENT, P. (1986) foglalkoztak.

A madáritatók morfológiáját valószínűleg az oldószer-utánpótlás és elvezetés viszonya szabja meg. Ha az utánpótlás hirtelen megnő, a madáritató átréselődik. A madáritató megcsapoló vályúja (túlfolyási vályú) annak éles peremén szurdokos jellegű (átréselődéses karrszurdok). Előfordulhat, hogy nem a túlcsonduló madáritató tó alakít ki karrvályút, hanem egy regresszáló vályú éri el a madáritatót.

Akkor, ha az oldódás a karrvályú belsejében alakít ki madáritatót, vályútalp madáritató képződik. Ezek horizontálisan kis kiterjedésű formák, amelyek növekedésének a vályúméret határt szab. (Gyakran, de nem mindig jelenik meg bennük a pionír növényzet.) Karrvályúhoz kapcsolódnak a vályúvég madáritatók és a függő madáritatók. Előzőek nagy területűek, kis mélységűek. Jelenlétük előfeltétele a nagy vályúrendszerek kialakulásának. A függő madáritatók a vályúk peremén sorakoznak, belőlük vályú oldalágak (főleg III. típusú vályúk) vezetnek.



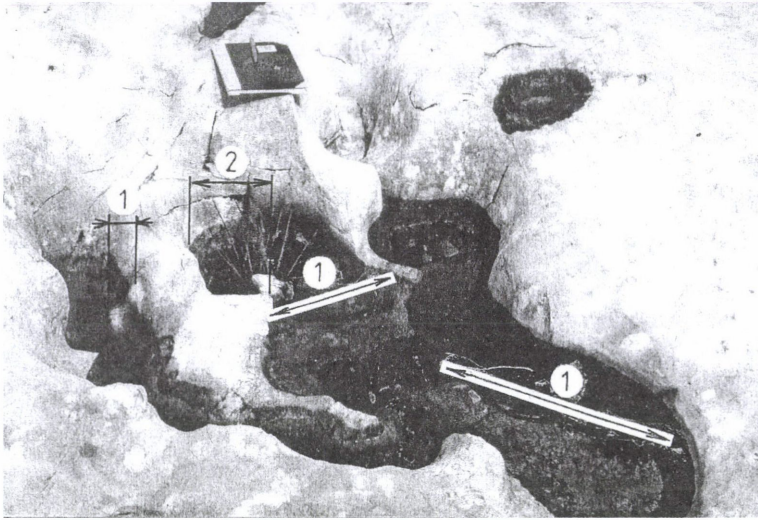
10. ábra. Teraszképződés mélységi lefejeződések esetén (felmérés, vázlatrajz és fénykép után). – a = lefejeződések előtti fejlődési szakasz; b = lefejeződések utáni fejlődési szakasz; b/1 = első lefejeződési hely utáni inaktív vályúszakasz; b/2 = második lefejeződési hely utáni aktív vályúszakasz; c = felülnézet I., II., III. vályútípusok (keresztmetszeteken), t. terasz (keresztmetszeteken); 1 = 1–I. vályú pereme; 2 = 2–II. vályú pereme; 3 = 2–III. vályú pereme; 4 = terasz, teraszroncs; 5 = kürtő; 6 = szelvény helye az alaprajzon; 7 = vályútalp lejtésiránya

Terrace development in the case of piracy (after survey, sketch and photo). – a = stage of development before piracy; b = stage of development after piracy; b/1 = inactive trough section after the second location of beheading; b/2 = active trough section after the second location of beheading; c = plan, I, II, III trough types on the cross sections. – 1 = edge of the 1–I trough; 2 = edge of the 2–II trough; 3 = edge of the 2–III trough; 4 = terrace, terrace remnant; 5 = pit; 6 = location of section on the plan; 7 = slope of the trough-bottom

A kifejlődő madáritató felemészti, ill. két részre különíti a hajdani térszínen futó karrványukat (vályú lefejeződés madáritatók által). Ilyenkor a madáritató felső peremén sorakozó vályúszakaszok a madáritató táplálói lesznek, az átellenes peremen sorakozók inaktivizálódnak (függő vályú). Megfigyelhető a fentiek fordítottja is, amikor a növekvő karrványú eléri a madáritató peremét és azt felnyitja (madáritató lefejeződés vályú által). Ilyenkor a madáritató tó kisvízkor a lefejező vályú irányába folyik le, nagyvízkor viszont másik, magasabb helyzetű vályún át is megcsapolódhat.

Előfordulhat, hogy két megcsapoló vályú képződik, amelyekből az egyik intenzívebben mélyül. A kevésbé mélyülő fokozatosan inaktivizálódik, függő vályúvá alakul.

A madáritató belsejében kialakuló, változó területű időszakos tó, ha kitölti a teljes madáritató talpat az oldalfalakon színlő fejlődhet ki (JENNINGS, J. N. 1985). Ha kisebb kiterjedésű, a madáritató talpán újabb madáritató, vagy madáritatók képződnek (összetett madáritató). Az összetett madáritató talpán madáritató terasz (vagy teraszok) jön(nek) létre (9. kép).



9. kép. Részben összeoldódott madáritatók (Totes Gebirge). – 1 = terasz; 2 = maradvány térszín
Partially merged solution pots (Totes Gebirge). – 1 = terrace; 2 = residual surface

Vertikális karrosodás

A vertikális karrosodás során az oldás a felszínről a kőzetet tagoló törések mentén a kőzet belseje felé terjed. Ennek során alakulnak ki a rácskarrok (kétirányú oldódás), a hasadékkarrok (egyirányú oldódás) és a kürtők.

A kürtők kifejlődhetnek csoportosan (kürtőkarr), vagy magányosan. A magányos kürtők kialakulhatnak vályúkon kívül (aknakürtők), vagy vályúk belsejében (vályútalpkürtők). A vályútalpkürtők egyik típusa (vakkürtő) ott alakul ki, ahol a vályúkat jól fejlett oldódási hasadékká fejlődött törések harántolják. E típusba tartozó kürtők valószínűleg vakon végződnek (10. kép), belsejükben számottevő talajkitöltés lehet növényzettel.

A vályútalpkürtők másik típusába tartozó kürtők átmérője nagyobb, nem feltétlenül végződnek vakon, talaj és növénykitöltés nélküliek, vályúk lefejeződése során képződnek (lefejeződéses kürtő). A vályúvégi kürtők a vályúk alsó végében fordulnak elő, de nem a vályútalpról, hanem a vályúperemről nyílnak (peremük a vályú peremével egyező magasságú). Morfológiájuk hasonlít az aknakürtők morfológiájához (íves, homorú oldallejtő, amely félkürtővel, ill. oldódási csatornákkal tagolt). Az aknakürtők átmenetet mutatnak a mezokarsztos formák, az akná felé.

Üregesedés, barlangképződés

A felszín alatti üregesedés törés, vagy réteglap mentén megy végbe. A folyamat történhet a felszíni oldástól függetlenül, ill. attól függően. Utóbbi esetben az ürege-



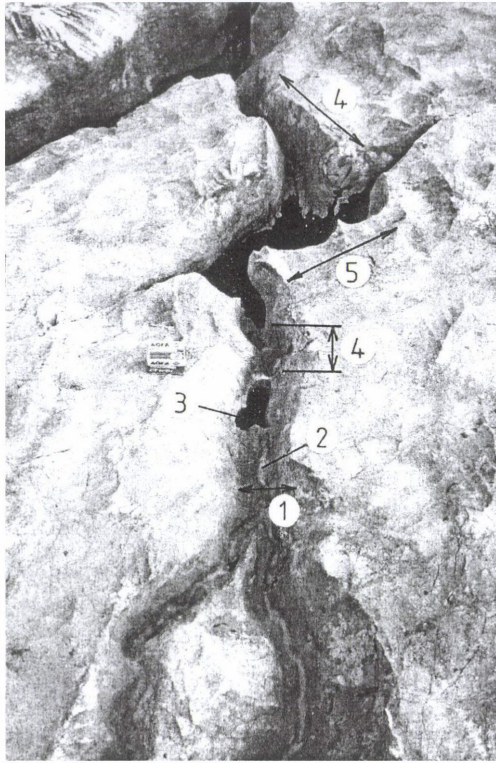
10. kép. Réteglapon kialakult karrvályúk kürtökekkel (Totes Gebirge). – 1 = törés mentén oldódással kialakult hasadék; 2 = vályúvég kürtő; 3 = vakkürtő; 4 = rillek

Karren troughs developed on bedding plane with pits (Totes Gebirge). – 1 = solution increased fracture; 2 = trough-end pit; 3 = blind pit; 4 = rills

sedéssel egyidőben, vagy azt megelőzően mélységi lefejeződés játszódik le, ami a karsztok epigenetikus völgyeit jellemzi (JAKUCS L. 1971; HEVESI A. 1978). Ez a jelenség a vályútalpakon is kifejlődik. A vályútalp vizét a felszín alá a vályútalp-, vagy vályúvégkürtő vezeti el. A megfigyelések szerint a lefejeződési hely itt sem változatlan, akárcsak az epigenetikus völgyek esetében. A lefejeződési helyek a vályúvégek irányába eltolódnak (lefejeződési hely hátrálása). Az üregek kialakulhatnak karrformák (pl. madáritatók) között, ill. karrvályúk alatt.

Karrbarlang típusok

A barlangok típus szerint lehetnek víznyelő-, forrás- és átmenő karrbarlangok (11. kép, 11. ábra). A víznyelő karrbarlangok madáritatóból (12. kép) és karrvályúból indulhatnak. Forrásbarlangok nyílhatnak kürtőbe, karrvályúba, madáritatóba, hasadékba (13. kép).



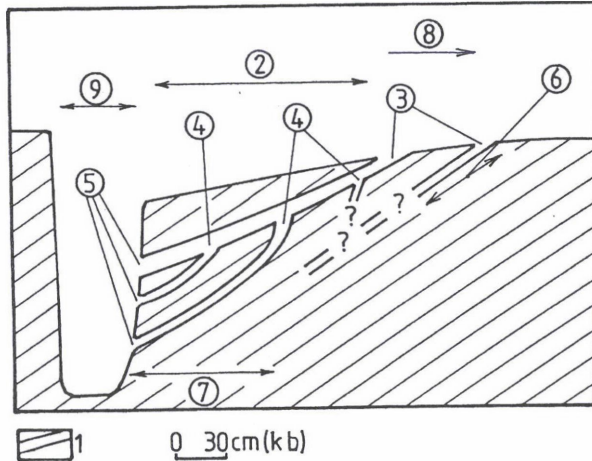
11. kép. Átmenő karrbarlang (Totes Gebirge). – 1 = II. típusú vályú; 2 = III. típusú vályú; 3 = karrvályú víznyelő; 4. karrbarlang; 5 = felnyílt karrvályú (mennyezetét vesztett karrbarlang)

Through karren cavity (Totes Gebirge). – 1 = type II trough; 2 = type III trough; 3 = karren trough swallet; 4 = karren cavity; 5 = opened up karren trough (karren cavity that lost its roof)

A karrvályúk alatti karrbarlangok (karrvályú barlang) esetében mindkét típus deltásodást mutathat. A deltásodó víznyelőbarlang a vályútalpon mélységi lefejeződés hátrálása esetén képződik. A deltásodó forrásbarlangokhoz a hasadékok oldalában különböző magasságokban nyíló forrásszájak tartoznak. Az egymás alatti forrásszájak akkor fejlődnek ki, amikor a karrbarlangban barlangi lefejeződés játszódik le (karrbarlang víznyelő). Ez a folyamat valószínűleg nemcsak karrvályú alatti barlangban megy végbe. Valószínű, hogy a karrvályúk alatt (ott, ahol az üregesedés réteglapok mentén játszódik le) emeletes karrvályú barlangrendszerek is kialakulnak.

Mélységi lefejeződés típusok

Előfordulhat, hogy a karrbarlang olyan karrvályút (és pl. madáritatót) kapcsol egymásba, amelyek egy szintben helyezkednek el. A karrbarlang felett a felszínen a vályúnak nincs folytatása (vak karrvályú). A karrbarlangot a felszínnel kürtő kapcsolja össze. Ennek kialakulása részben vagy teljesen utólagos oldódással (esetleg „fölszáradással”) történt (felnyílt kürtő). Az ilyen kürtőhöz vezető vályú (kürtős vak karrvályú) a kürtő kialakulása után képződött, regresszióval (12. ábra, a).



11. ábra. Karrvályubarlang rendszer (megfigyelés). – 1 = réteglap; 2 = átmenő karrvályubarlang; 3 = karrvályú víznyelő; 4 = karrbarlang víznyelő; 5 = forrásszáj; 6 = víznyelő karrbarlang; 7 = forrás karrvályubarlang; 8 = lefejeződési hely hátrálása; 9 = hasadék

Karren cavity system (observation). – 1 = bedding plane; 2 = through karren trough cavity; 3 = karren trough swallet; 4 = karren cavity swallet; 5 = debouchure; 6 = swallet type karren cavity; 7 = spring karren trough cavity; 8 = retreating of piracy; 9 = fissure

Akkor, ha a vályúk lefejeződnek (karrvályú mélységi lefejeződés), a vályú a lefejeződési ponton túl is folytatódhat (12. ábra b; 11. kép). E helyeken alakulnak ki a karrvályú víznyelők (morfológiailag kürtők). A lefejeződési helyen karrvályú víznyelőbarlang is képződhet (pl. ha az oldódás réteglap mentén megy végbe), kürtőszakasz nélküli víznyelő barlang vagy átmenő barlang képződik (12. ábra; c).

Karros formák összeoldódása

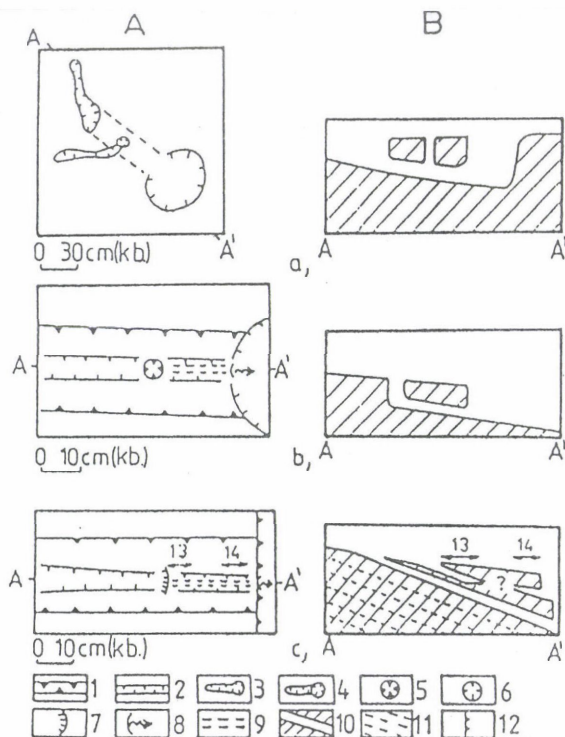
Az összeoldódás két szakaszban történik. Az elsőben a szomszédos formák egymásba kapcsolódnak, a másodikban összenőnek. Ez bekövetkezhet oldódással és omlással. Az összeoldódás végbemehet tisztán felszíni formák, valamint felszíniek és karrbarlangok között. Ez utóbbi esetben az egybenővést omlások is elősegíthetik.

Összeoldódás felszíni karrformák között

A már kialakult különböző karros formák oldalirányú növekedésük során összekapcsolódnak, majd összenőnek. Az összeoldódás végbemehet hasonló és különböző karrformák között.

Hasonló formák az alábbiak:

- kürtő és kürtő,
- saroknyom és saroknyom,
- madáritató és madáritató (9. kép),
- karrvályú és karrvályú.

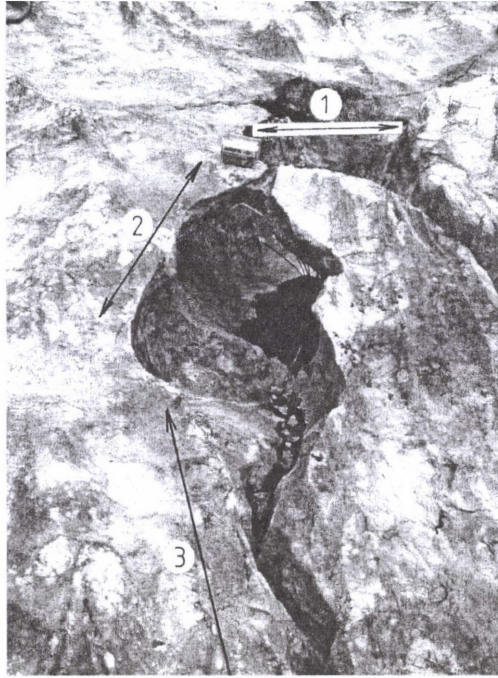


12. ábra. Mélységi lefejeződések (fénykép és vázlatrajz után). – a = vak karrvályú és rányelés kialakulása, karrvályú a barlang kialakulásával egyidős; a kürtő kialakulása a barlang kialakulását követően történt; b = III. típusú vályú lefejeződése kürtővel. a karrvályú barlang a vályú kialakulása után képződött; c = III. típusú vályú lefejeződése réteglap mentén képződött karrvályú víznyelőbarlang által. – A = felülnézet; B = oldalnézet. 1 = I. típusú vályú; 2 = III. típusú vályú; 3 = karrbarlangos vak karrvályú; 4 = kürtős vak karrvályú; 5 = karrvályú víznyelő (kürtő); 6 = madáritató; 7 = karrvályú víznyelő; 8 = karrvályú forrásszáj barlang; 9 = barlang (felülnézet); 10 = barlang (oldalnézet); 11 = réteglapok; 12 = hasadék; 13 = víznyelőbarlang; 14 = forrásbarlang

Types of piracy (vertical beheading, after photos and sketches). – a = development of blind karren trough and secondary swallet when the karren trough is of the same age with the cavity, the development of the pit occurred after the cavity development; b = beheading of a type III trough by a pit. The development of the karren trough cavity occurred after the development of the trough; c = the beheading of a type III trough by a karren trough swallet cavity along a bedding plane. – A = plan; B = profile; 1 = type I trough; 2 = type III trough; 3 = blind karren trough with karren cavity; 4 = blind karren trough with pit; 5 = karren trough swallet (pit); 6 = solution pot; 7 = karren trough swallet. 8 = karren trough debouchure cavity; 9 = cavity (plan); 10 = cavity (profile); 11 = bedding planes; 12 = fracture; 13 = swallet cavity; 14 = debouchure cavity

Különböző, főleg csak egymásba kapcsolódó formák a következők:

- kürtő és hasadék,
- madáritató és hasadék,
- vályú és hasadék,
- vályú és madáritató,
- vályú és karrbarlang.



12. kép. Madáritatóból induló átmenő karrbarlang (Totes Gebirge). – 1 = madáritató; 2 = sérült mennyezetű átmenő karrbarlang; 3 = II. típusú karrvályú

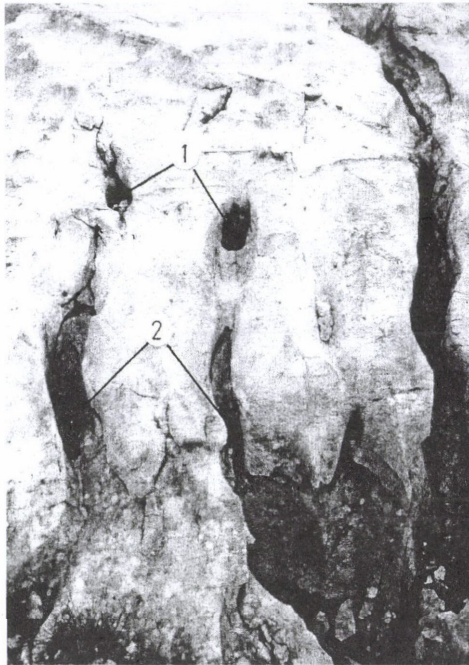
Karren cavity starting at solution pot (Totes Gebirge). – 1 = solution pot; 2 = karren cavity with damaged roof; 3 = type II trough

Az egymásba kapcsolódás eredményeként a karrformák közti válaszfalakkól ablakok és sziklahidak keletkeznek, ill. maradhatnak vissza. Hasonló felszíni formák összenövésével (kürtő és kürtő, saroknyom és saroknyom, madáritató és madáritató), összeoldódásakor kürtő-, saroknyom- és madáritató uvalák képződnek.

Összeoldódás felszíni és felszín alatti karrformák között

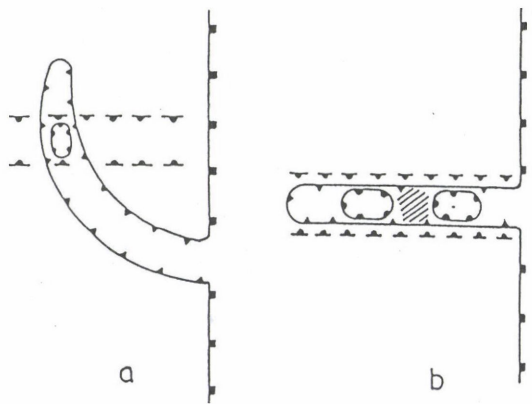
Ez a folyamat karrvályú és az alatta elhelyezkedő karrvályú barlang összenövését (a barlang felnyílását) eredményezi. Ekkor a karrvályú alatti barlangok mennyezetüket részben oldódással (az alulról felfelé, ill. a fentről lefelé oldás következtében a vályú és a karrvályú barlang összeoldódik) részben beomlással elveszítik.

A folyamat kezdetén a mennyezetek helyenkénti beomlásával karros sziklahidak és karros ablakok képződnek. Az ablakok kör alakúak akkor, ha a karrvályú a karrbarlangot keresztezi, megnyúltak, amikor a vályú a karrbarlang felett fejlődik ki teljes hosszában (13. ábra). A hajdani barlangok víznyelőpontjáig jellegzetes keresztmetszetű vályúk keletkeznek (felnyílásos karrvályú). E típus szelvényben lefelé keskenyedő, majd közel kör keresztmetszetet mutat. A vályú oldalában mennyezetmaradványok fordulnak elő (14. ábra, 14. kép).



13. kép. Forrás karrbarlangok (Totes Gebirge). – 1 = felső forrásbarlangok; 2 = alsó forrásbarlangok (a forrásbarlangok két szintje az átmenő karrbarlangon belüli lefejeződést bizonyítja)

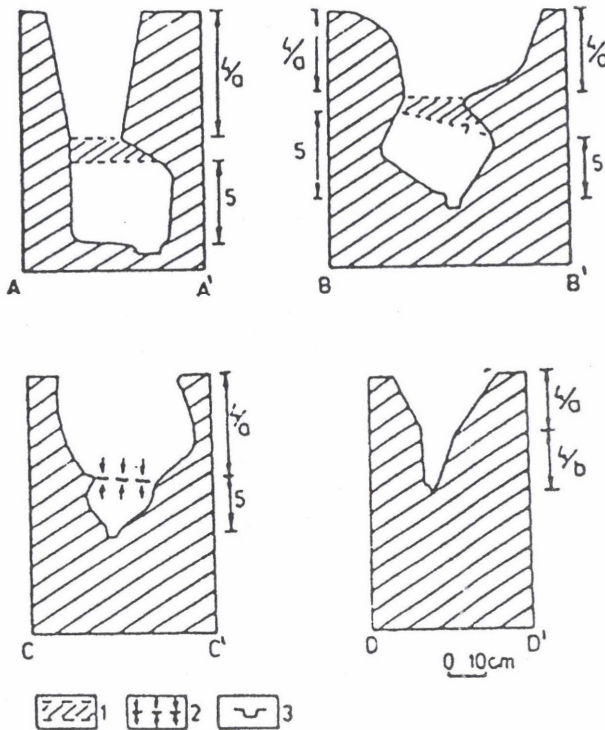
Spring karren cavities (Totes Gebirge). – 1 = upper spring cavities; 2 = lower spring cavities (the two levels of the spring cavities proves beheading within the through cavity)



1
 2
 3
 4
 5
 0 20cm(kb.)

13. ábra. Kör (a) és megnyúlt (b) ablakok karrbarlangok mennyezetén. – 1 = karrbarlang; 2 = I. típusú vályú; 3 = oldódásos hasadék; 4 = karrablak; 5 = karrsziklahíd

Circular (a) and elongated (b) windows on karren cavity roofs. – 1 = karren cavity; 2 = type I trough; 3 = solution fissure; 4 = karren window; 5 = karren bridge

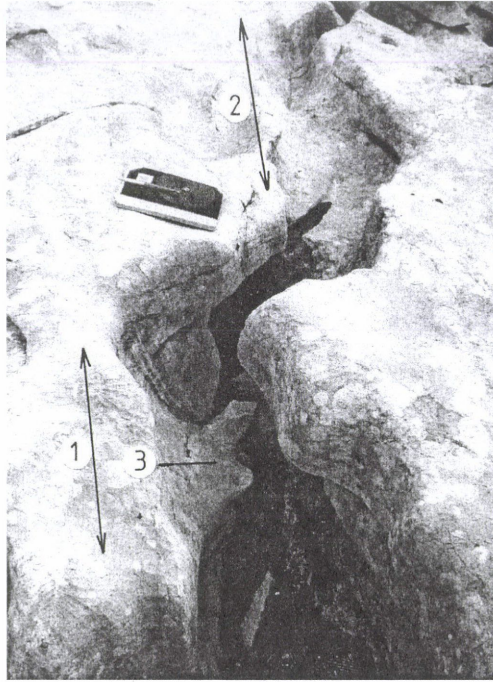


14. ábra. Egy felnyílásos karrvályú különböző fejlődésű szakaszainak jellegzetes keresztmetszetei (felmérés). – 1 = omlással elpusztult mennyezet; 2 = vályú és karrbarlang összeoldódásával elpusztult mennyezet; 3 = III. típusú vályú; 4/a = felszíni oldódással, mélységi lefejeződéstől függetlenül kialakult felső vályúrész; 4/b = lefejeződés hatására intenzívebben képződő alsó vályúrész; 5 = felszín alatti oldódással kialakult vályúrész. Megjegyzés: A–A' és B–B' szelvények közötti szakaszon a felnyílás a karrvályú barlang mennyezetének beomlásával történt; C–C' szelvényél összeoldódással történt; a mélységi lefejeződés C–C' és D–D' szelvények között ment végbe

Characteristic cross sections of opened-up karren trough in various stages of development (survey). – 1 = roof destroyed by cave in; 2 = roof destroyed by the merging of trough and karren cavity; 3 = type III trough; 4/a = upper trough section developed by surface solution independently from piracy; 4/b = lower trough section intensively developing due to beheading; 5 = trough section developed by subsurface solution. Comment: in the A–A' and B–B' cross sections the opening up happened by the cave in of the roof of the karren trough cavity; solution merging at C–C' section; piracy occurred between the C–C' and D–D' sections

Összefoglalás

a) A karrosodást és a hozzá kapcsolódó formákat annak figyelembevételével csoportosítottuk, hogy az oldódás a közetkez képest hol és milyen kifejlődésben történik. Ez határozta meg lényegében az oldószernak a kőzetben elfoglalt helye, helyzete és kiterjedési alakja. Karrosodási típusokat, ezen belül altípusokat valamint változatokat és karrosodási folyamatokat különítettünk el.



14. kép. Karrbarlang mennyezetének részleges pusztulásával kialakult felnyíltásos karrvályú (Totes Gebirge). – 1 = hiányzó mennyezetű vályúszakasz 2 = meglévő mennyezet; 3 = sziklahíd maradványa
Collapse karren trough developed by the partial collapse of roof. (Totes Gebirge). – 1 = trough section lacking roof; 2 = existing roof; 3 = remnant of rock bridge

b) A karros folyamatok az alábbiak: meanderezés (meandertípus ok), kanyarulat levételés, vályúteraszok kialakulása, vályúfejlődési típusok (esővízbarázdás, regressziós), vályúlefejeződések és összeoldódások.

IRODALOM

- BALÁZS D. 1980. Karrformák-karregyüttesek – Karszt és Barlang II. sz. pp. 117–126.
 BAUER, F. 1953. Verkastung und Bodenschwund im Dachsteingebiet – Mitteilungen der Höhlenkommission 1. f. pp. 53–56.
 BÖGLI, A. 1951. Probleme der Karrenbildung – Geographica Helvetica, 6. pp. 191–204.
 BÖGLI, A. 1960. Kalklösung und Karrenbildung – Zeit. f. Geomorph. N. E. Supl. 2. pp. 4–21.
 BÖGLI, A. 1961. Karrentische, eir Beitrag zur Karstmorphologie – Z. Geomorp. 5. pp. 185–193.
 BÖGLI, A. 1976. Die Wichtigsten Karrenformen der Kalkalpen – In: Karst Processes and Relevant Landforms. ISU Comission on Karst Denudation. Ljubljana. pp. 141–149.
 BÖGLI, A. 1980. Karst hydrology and physical speleology – Springer Verlag, Berlin
 CALAFORRA, J. M. 1996. Some examples of gypsum karren. – In: FORNÓS, I. J.–GINÉS, A. (eds.): Karren Landforms. – Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca. pp. 253–260.
 CHEN, Z. P.–SONG, L. H.–SWEETING, M. M. 1983. The pinnacle karst of the stone forest. – In: PATERSON, K.–SWEETING, M. M. (eds.): New directions in karst Proceedings of the Anglo-French Karst symposium. pp. 597–607.

- CHOPPY, J. 1996. Les cannelures et rigoles sont des indicateurs climatiques. – In: FORNÓS, J. J.–GINÉS, Á. (eds.): Karren landforms. – Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca pp. 137–148.
- CROWTHER, J. 1996. Roughness (mm-scale) of Limestone Surface: Examples from Coastal and Sub-arial Karren Features in Mallorca. – In: FORNÓS, I. J.–GINÉS, Á. (eds.): Karren landforms. – Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca. pp. 149–158.
- CROWTHER, J. 1997. Surface roughness and the evolution of karren forms at Lulc, de Tramuntana, Mallorca. – *Z. für Geomorph.* 41. pp. 393–407.
- CUCCHI, F.–FORTI, F.–MARINETTI, E. 1996. Surface degradation of carbonate rocks in the karst of Trieste (Classical Karst, Italy). – In: FORNÓS, I. J.–GINÉS, A. (eds.): Karren Landforms. – Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca. pp. 41–51,
- CURL, R. L. 1966. Scallops and flutes - Transactions Cave Research Group Great Britain, 7. pp. 121–160.
- CURTIS, L. F.–COURTNEY, F. M.–TRUDGILL, S. T. 1976. Soils in the British Isles. – Longman.
- CVJIČ, J. 1924. The evolution of lapiés a study in karst physiography. – *Geogr. Rev.* 14. pp. 26–49.
- DAVIES, T. T.–SUTHERLAND, A. J. 1980. Resistance to flow past deformable boundaries – *Earth Surface Processes* 5. pp. 175–179.
- ECKERT, M. 1898. Die Karren oder Schratten – *Pet. Mitteilungen*, pp. 69–71.
- FAVRE, A. 1867. Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse vorsine du Mont Blanc T., III. 71 p.
- FRIDTJOF, B. 1954. Verkarstung und Bodenschwund im Dachsteingebiet-Mitteilungen der Höhlenkommission I. pp. 53–56.
- FOLK, R. L.–ROBERTS, H. H.–MOOR, C. H. 1973. Black phytokarst from Hell, Cagman Islands, British West Indies – *Bull. Geol. Soc. Amer.* 84. pp. 2351–2360.
- FORD, D. C. 1980. Threshold and limit effects in karst geomorphology - In: COATES, D. R.–VITEK, J. D. (eds.): Thresholds in Geomorphology, George Allen, Unwin. pp. 345–362.
- FORD, D. C. - LUNDBERG, J. A. 1987. A review of dissolutional rills in limestone and other soluble rock - *Catena Suppl.* 8. pp. 119–140.
- FORD, D. C.–WILLIAMS, P. 1989. Karst Geomorphology and Hidrology. – Unwin Hyman, London.
- GINÉS, Á. 1996. An environmental approach to the typology of karren landform assemblages in a Mediterranean mid-mountain karst: the Serra de Tramuntana, Mallorca, Spain. – In: FORNÓS, J. J.–GINÉS, Á. (eds.): Karren Landforms. – Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca. pp. 163–176.
- GLADYSZ, K. 1987. Karren on the Quatsino Limestone. Vancouver Island. – BSc thesis, McMaster University.
- GLEW, J. R.–FORD, D. C. 1980. A Simulation Study of the Development of Rillenkarren. – *Earth Surface Processes* 5. pp. 25–36.
- GOUDIE, A. S.–MIGÓN, P. 1997. Weathering Pits in the Spitzkoppe Area, Central Namib Desert. – *Z. Geomorph.* 41. 4. pp. 417–444.
- GRUBER P. 1999. A Baradla barlangi karrjainak morfológiai vizsgálata – *Karsztfejldés III. BDTF. – Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely*, pp. 43–51.
- HASERODT, K. 1965. Untersuchungen zur Hohen – und Altersgliederung der Karstformen in den nördlichen Kalkalpen. – *Münchner Geogr. H.* 27 p.
- HEINEMANN, U.–KLAADEN, K.–PFEFFER, K. H. 1977. Neue Aspekte zum Phänomen der Rillenkarren. – *Abh. Karst Höhlenkarren, Rehe A-Speläologie*, 15. pp. 56–80.
- HEVESI A. 1978. A Bükk szerkezet- és felszínfejldése. – *Földr. Ért.* 27. pp. 169–203.
- HORVÁTH E. T.–ZENTAI Z. 1995. A Totes hegység madáritatóinak morfológiai jellemzése. – *Karsztfejldés I. (Totes Gebirge karrjai) – Pauz Kiadó, Szombathely*, pp. 71–78.
- HUTCHINSON, D. W. 1996. Runnels, Rinnenkarren, and Mäanderkarren: Form, Classification and Relationships. – In: FORNÓS, I. J.–GINÉS, Á. (eds.): Kurren Landforms. – Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca. pp. 209–223.
- JAKUCS P. 1956. Karrosodás és növényzet. – *Földr. Közl.* 3. pp. 249–241.
- JAKUCS, L. 1971. A karsztok morfogenetikája. – *Akadémiai Kiadó, Bp.*
- JAKUCS L. 1977. A magyarországi karsztok fejlődéstörténeti típusai. – *Karszt és Barlang I–II.* pp. 1–16.
- JAKUCS, L. 1980. A karszt biológiai produktum. – *Földr. Közl.* 28., 4. pp. 331–344.

- JENNINGS, J. N. 1985. *Karst Geomorphology*. – Basil Blackwell, Oxford
- KASHIMA, N.–URUSHIBARA–YOSHINO, K. 1996. Karren development. Solutional erosion measurements by the limestone-tablet method in Shikoku Island, Southwest Japan. – In: FORNOS, I. J.–GINES, A. (eds.): *Karren Landforms*. – Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca. pp. 277–293.
- KÖRNER, C. 1999. *Alpine plant life - Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems*, Springer - Verlag, Berlin, Heidelberg
- KUNAVER, J. 1984. The High Mountains Karst in the Slovene Alps. – *Geographica Yugoslavia* 1983. Savez geografskih drustova Jugoslavije, Ljubljana pp. 15–22.
- LECHNER, J. 1953. Neue Formen des Hochgebirgskarstes im Totes Gebirge. – *Mitteilungen der Höhlenkommission*, pp. 47–49.
- LEÉL-ÖSSY S. 1952. Karrosodás és karros formák. – *Hidr. Közl.* 32. pp. 287–303.
- MACALUSO, T.–SAURO, U. 1996. The Karren in Evaporitic Rocks: a proposal of classification. – In: FORNOS, I. J.–GINES, A. (eds.): *Karren Landforms*. – Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca. pp. 277–293.
- MAIRE, R. 1999. Les „glaciers de marbre” de Patagonie, Chili. – *Kartologia*, 33. pp. 25–40.
- MARIKO, S.–BEKKU, L.–ZUPANICS, M. 1989. Efflux of carbon dioxide from snow covered forest floors. – *Ecological Research*, 9. pp. 343–350.
- MAZARI, R. K. 1988. Himalayan karst-karren in Kashmir. – *Z. für Geomorph.* 32. pp. 163–178.
- MONROE, W.–WATSON, H. 1972. *A Glossary of Karst Termonology*. – US Geological Survey, Washington.
- MOSES, C. A.–VILES, H. H. 1966. Nanoscale morphologies and their role in the development of karren – In: FORNÓS, J. J.–GINÉS, Á. (eds.): *Karren Landforms* Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca. pp. 89–96.
- MOTTERSHEAD, D. N. 1996. Some Morphological Properties of Solutional Flutes (Rillenkarrren) at Lluc, Mallorca. – In: FORNOS, I. J.–GINÉS, Á. (eds.): *Karren Landforms*. – Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca pp. 225–237.
- PLUHAR, A.–FORD, D. C. 1970. Dolomite karren of the Niagara Escarpment, Ontario, Canada – *Z. Geomorph.* 14. pp. 392–410.
- ROSE, L.–VINCENT, P. 1983. The Kamenitzas of Gait Barrows National Nature Reserve, North Lancashire, England. – In: PATERSON, K.–SWEETING, M. M. (eds.): *New directions in karst*. – Proceedings of the Anglo-French Karst Symposium. pp. 473–494.
- ROSE, L.–VINCENT, P. 1986. The Kamenitzas of Grait Barrows National Nature Reserve, North Lancashire, England. – In: PATERSON, K.–SWEETING, K. K. (eds.): *New directions in karst*. – England: Geo Books. pp. 473–496.
- SAURO, U. 1973. Il paesaggio degli Alti Lessini. – Museo Civico di Storia Naturale di Verona Mem. Fuori Serie N. 6.
- SELLIER, D. 1997. Utilisation des mégalithes comme marqueurs de la vitesse de l'érosion des granites en milieu tempéré: enseignements apportés par les alignements de Carnac (Morbihan). – *Z. Geomorph.*, 41. 3. pp. 319–356.
- SMART, P. L.–WHITAKER, F. F. 1996. Development of karren landform assemblages – a case study from Son Marc, Mallorca. – In: FORNÓS, J. J.–GINÉS, Á. (eds.): *Karren Landforms*. – Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca. pp. 111–122.
- SMITH, B. J.–MOSES, C. A.–VARKE, P. A. 1996. Modification of karren in arid environments: case study from southern Tunisia. – In: FORNÓS, J. J.–GINÉS, Á. (eds.): *Karren Landforms*. – Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca. pp. 123–133.
- SWEETING, M. M. 1955. Landforms in North-West Country Clare, Ireland. – *Trans. Inst. Br. Geog.* 21. pp. 218–249.
- SWEETING, M. M. 1966. The Weathering of limestone. Ch. 6. – In: DURY, G. H. (eds.): *Essays in Geomorphology*, Heineman, London.
- SZABÓ L. 2000. Karros formák vizsgálatá a Veszprémi-fennsík dolomitterületein. – *Földr. Ért.* (megj. alatt).

- SZABLYÁR P. 1981. Az Umm Al Masabih-barlang (Líbia) morfogenetikája. – Karszt és Barlang I–II. pp. 27–34.
- SZUNYOGH G. 1987. A hévizes eredetű gömbfülkék víztükör alatti kioldásának elméleti vizsgálata. – Karszt és Barlang I–II. pp. 29–31.
- SZUNYOGH G.–LAKOTÁR K.–SZIGETI I. 1998. Nagy területet lefedő karrványúrendszer struktúrájának elemzése. Karsztfejlődés II. – BDTF, Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, pp. 125–147.
- THOMAS, T. M. 1970. The limestone pavements of the North Crop of the South Wales coalfield with special reference to solution rates and processes. – Transactions, Institute of British Geographers. 50. pp. 87–105.
- TRUDGILL, S. T. 1975. Measurement of erosional weight-loss of rock tables – British Geomorphological Research Group, Technical Bulletin, 17. pp. 13–19.
- TRUDGILL, S. T. 1976. Limestone erosion under soil. – In: PANOS, V. (eds.): Proceedings of the 6th International Congress of Speology, II. Ba pp. 409–422.
- TRUDGILL, S. 1985. Limestone Geomorphology. – Longman, London and New York
- VERESS M. 1992. A karsztosodás mikroformái a karrok. – Természet Világa 3. pp. 129–131.
- VERESS M. 1995. Karros folyamatok és formák rendszerezése Totes Gebirge-i példák alapján. – Karsztfejlődés I. (Totes Gebirge karjai). – Pauz Kiadó, Szombathely pp. 7–30.
- VERESS M. 1998. Adatok karrványúk meanderfejlődéséhez – Karsztfejlődés II. (A Totes Gebirge karjai). – BDTF, Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, pp. 75–90.
- VERESS M. 2000. Adalékok karrványúk működéséhez. – Hidr. Közl. 80. 4. pp. 207–209.
- VERESS, M.–PÉNTEK, K. 1992. Physical and Chemical Aspects of Hydrodynamics of Some Karstic Process. – New Perspectives in Hungarian Geography, Studies in Geography in Hungary 27, Akadémia Kiadó, Bp. pp. 91–104.
- VERESS, M.–PÉNTEK, K. 1994. Néhány karsztos folyamat leírása fizikai-kémiai hidrodinamika alapján. – Berzsényi Dániel Tanárképző Főisk. Tud. Közl. IX. Természettudományok 4. pp. 145–172.
- VERESS M.–SZABÓ L. 1996. Adatok a Velemi Kalapos-kő morfogenetikájához. – Vasi Szemle, I. 2. pp. 211–234.
- VERESS M.–KOC SIS ZS. 1996. A Szentbékállai-kőtenger madáritatóinak morfogenetikai csoportosítása. – Proceedings of the 6th International Symposium on Pseudokarst, Galyatető, pp. 90–97.
- VERESS M.–NACSA T. 1998. Karr tanú- és szigethegyek – Karsztfejlődés II. (Totes Gebirge karjai), BDTF, Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, pp. 99–124.
- VINCENT, P. J. 1983. The morphology and morphometry of some arctic Trittkarren. – Z. für Geomorph. 27. pp. 205–222.
- WALL, J. R. D.–WILFORD, G. E. 1966. Two small-scale solution features of limestone outcrops in Saravak, Malaysia. – Z. für Geomorph. 10, pp. 90–94.
- WHITE, B. W. 1988. Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. – Oxford University Press, New York
- WILLIAMS, P. W. 1966. Limestone pavements with special reference to Western Ireland. – Inst. Brit. Geogr. Trans. 40. pp. 155–171.
- ZÁMBÓ L. 1986. A talaj-hatás jelentősége a karszt korróziós fejlődésében. – Kandidátusi disszertáció, MTA Könyvtár, Kézirat.
- ZÁMBÓ, L.–FELVIN, T. 2000. Relationship of soil effect in karst corrosion and karren development – Annales Szegediensis (megj. alatt).
- ZÁMBÓ L.–TELBISZ T. 2000. A karszt korróziós talajhatás érvényesülése a karrfejlődésben. Karsztfejlődés V. BDF. – Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, pp. 103–114.
- ZELLER J. 1967. Meandering channels in Switzerland.
- ZWOLINSKI, Z. 1996. Morphological types of kamenitzas. – In: FORNÓS, J. J.–GINÉS, A. (eds.): Karren Landforms. – Universitat, de les Illes Balears, Palma de Mallorca. pp. 239–240.
- ZOTOV, V. D. 1941. Pot-Holing of limestone by development of solution Cups. – J. Geomorph. 4. pp. 71–73.
- ZSENI A.–KEVEINÉ BÁRÁNY I. 2000. Nagy-Britannia mészkőjárdái és a talaj hatása azok fejlődésében – Karsztfejlődés V. – BDF. Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, pp. 181–194.