KARSZTFEJLŐDÉS VII.
Szombathely, 2002. pp. 187-204.

EGY DACHSTEINI RÉTEGLAPOS TÉRSZÍNRÉSZLET KARROS FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE

VERESS MÁRTON-TÓTH GÁBOR

Berzsenyi Dániel Főiskola, Természetföldrajzi Tanszék,
Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4. 9700
vmarton@fs2.bdtf.hu, tgabor@fs2.bdtf.hu

Abstract: In this paper we present the karrentification history of a bed-plane surface at Dachstein. We used the following methods: morphological analysation, mapping, as well as we measured the main characteristics of the karren forms along four line. Propably the rillens of the B zone changed into feauters like rinnens. Later the Austgleichsfläche could be dissected by narrow troughs (rinnen). The karrentification could migrate from the lower part to upper part, concerning from upper to lower on this surface.

1. Bevezetés

A vizsgált terület a Dachstein-fennsík peremén a Krippenstein-csúcs közelében található két turistaút (661 és 662 sz) kereszteződésénél (*1. ábra*) a törpefenyőövben 1985 és 1994 m magasság között. Olyan küszöbszerű vonulat hordozza, amely lezárja a fennsík belső karsztosodással lealacsonyodott területeit. A küszöb és a belső területek között a magasságkülönbség több száz méter. A terület fedetlen, de környezetében gyakoriak a növényes (talajos) foltok. Tágabb környezetében négy formatípus a jellemző. Az idősebb és nagyméretű paleodolinák, amelyeket a jég számottevően átalakított. E formák – mint más hasonló karsztokon – ma már nem aktívak. Belsejükben akár tavak is előfordulhatnak (pl. a Däumel-tó). A mélyedésekben, de a magasabb térszíneken is gyakoriak a fiatalabb, jelenlegi karsztosodás eredményeként kialakult különböző méretű, alakú aknák. Végezetül megemlíthetők a fennsík peremén elhelyezkedő magaslatok (Krippenstein), amelyeken valószínűleg a jég pusztítása kisebb mértékű lehetett. A negyedik formaelemet a rétegfejek által határolt különböző nagyságú réteglapos térszínek jelentik. Egy ilyen réteglapos térszín az általunk vizsgált terület is (*2. ábra*).

A sziklafelszínek karrjainak csoportosítását *CVIJIČ, J.* (1924), *BÖGLI, A.* (1960, 1976), majd *VERESS M.* (1995) végezte el. A réteglapos sziklafelszínek főbb karrformáiról *VERESS M.* (2001a) készített összefoglaló elvi ábrát, amelyet alább e munkában is bemutatunk (*3. ábra*). A Dachstein-fennsík karsztjával és karrjával *BAUER, F.* (1953) foglalkozott.

Munkájában különböző karrformákat ír le. A vizsgált terület szomszédságában elhelyezkedő réteglapos felszín karrosodásának az intenzitását (karrformánként) vizsgálta *SZABÓ L.* (2001) a lejtőszög és a talajosodottság mértékének figyelembevételével.

1. ábra: A kutatott terület a Dachstein fennsíkon
Jelmagyarázat: 1. hegycsúcs, 2. barlang, 3. sétaút, 4. turistaút, 5. turistaház, 6. felvonó, 7. vizsgált terület
Figure 1: The research area at the Dachstein-plauteau
Legend: 1. pick, 2. cave, 3. walking path, 4. tourist road path, 5. hostel, 6. lift, 7. research area

2. Kutatási módszerek

A vizsgált területnek elkészítettük műszeres felmérési adatok felhasználásával a domborzatrajzi térképét (*2. ábra*). Ennek különböző zónáiban szelvények mentén (4 db) minősítettük a karros formákat, felmértük szélességüket, mélységüket, irányukat, a hordozó térszín dőlésirányát, dőlésszögét, a kőzet repedéssűrűségét. A karros formák összélességének és a szelvény hosszának a hányadosával képezhető a fajlagos kioldottság (*VERESS M.* et al 2000). A fajlagos leoldódás karrformánként is megadható. Ugyancsak számítottuk az összes karrforma és a különböző karrformák sűrűségét is (*I. táblázat*).

I. táblázat

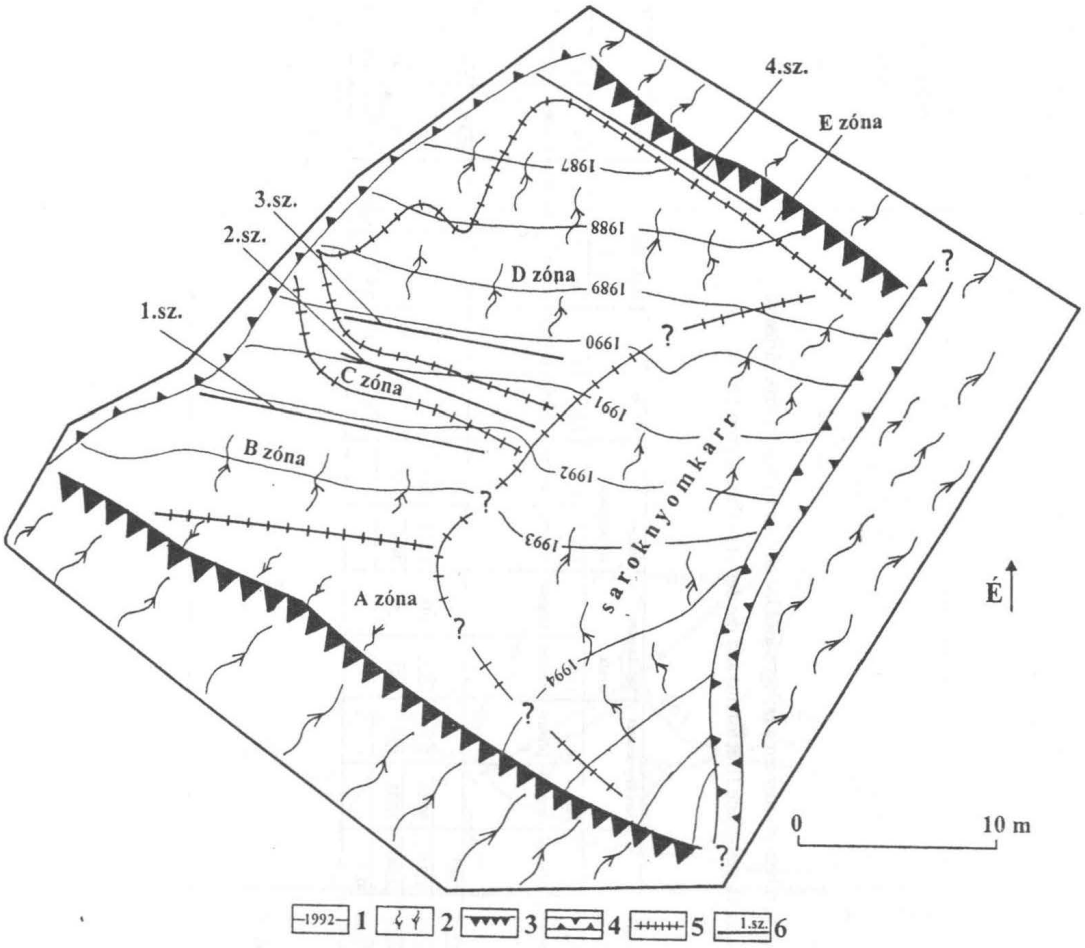
Table I.

A vizsgált réteglapos térszínen (Dachstein) kialakított szelvényei mentén a fajlagos kioldódási és a karros formák sűrűsége

The specific dissolution of the lines of the research bed-plane (Dachstein) and the density of the karren forms

Szelvény			Hordozó térszín		Egyszerű vályú		Összetett vályú		Meanderkarr		Összes vályú		Saroknyomkarr		Saroknyom uvala		Összes saroknyom		Kürtő		Madáritató		Összes	
Száma	Övezet	Hossza (m)	Magassága (m)	Lejtőszöge	f.sz. (cm/m)	s (db/m)	f.sz. (cm/m)	s (db/m)	f.sz. (cm/m)	s (db/m)	f.sz. (cm/m)	s (db/m)	f.sz. (cm/m)	s (db/m)	f.sz. (cm/m)	s (db/m)	f.sz. (cm/m)	s (db/m)	f.sz. (cm/m)	s (db/m)	f.sz. (cm/m)	s (db/m)	f.sz. (cm/m)	s (db/m)
1	B	15	1992	21°30'	48,73	1,87	-	-	-	-	52,87	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,87	2,07
2	C	12	1991	20°	7,92	1,17	1,25	0,08	-	-	9,17	1,25	30,83	2,75	22,75	0,92	53,58	3,67	-	-	-	-	62,75	4,92
3	D	15	1990	15°	19,33	1,4	20,87	0,73	2,0	0,13	42,2	2,26	22,93	1,67	5,67	0,27	28,6	1,93	-	-	-	-	70,8	4,2
4	E	14	1987	34°	8,36	0,36	1,36	0,07	1,14	0,07	10,86	0,5	-	-	-	-	-	-	31,43	0,64	2,5	0,64	44,79	1,21

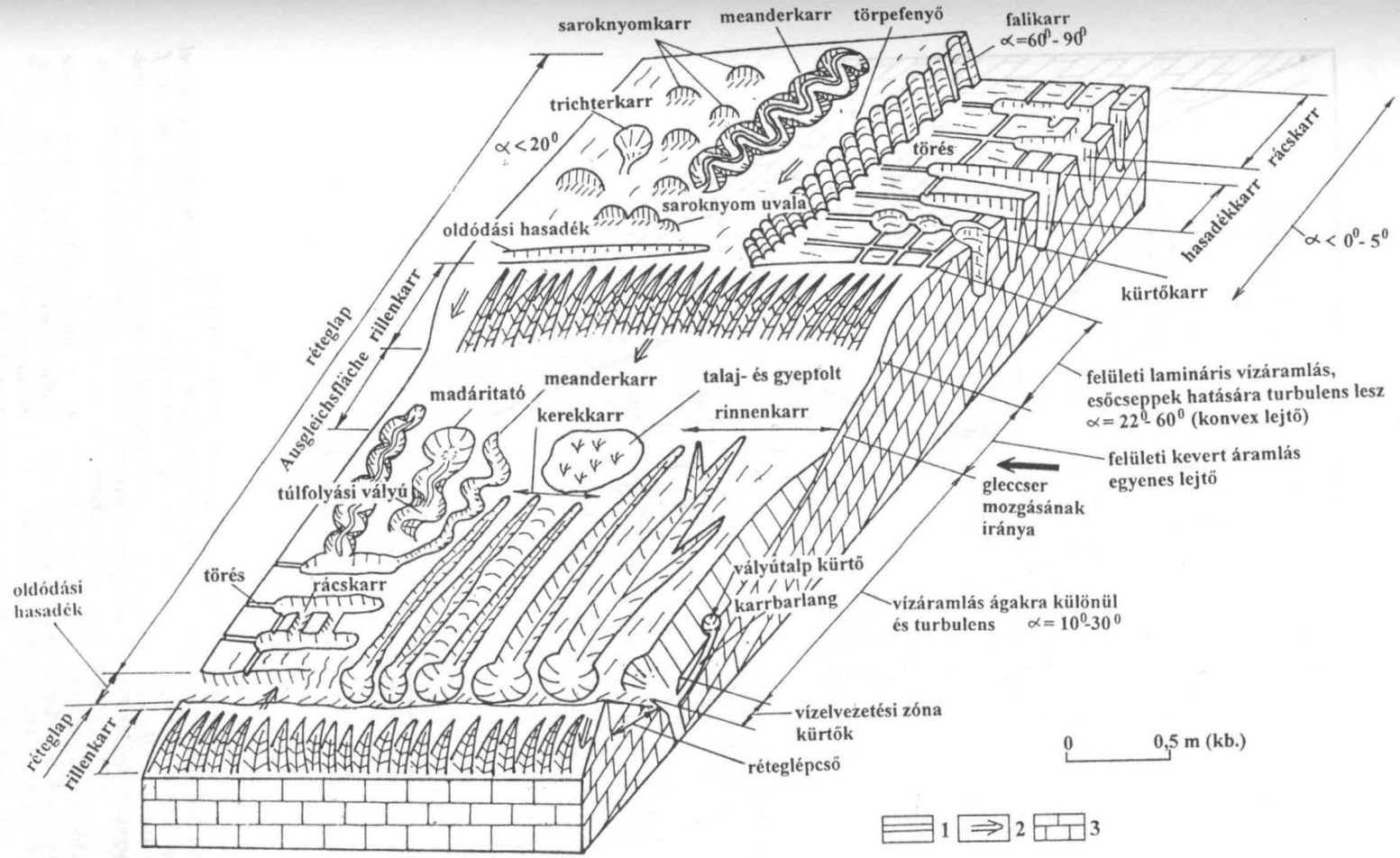
f.sz.: fajlagos kioldódás, az állagosan 1 méterre jutó átlagos összkioldódás
f.sz.: the specific dissolution of the main belong to one metre distance all dissolution
s: sűrűség, az 1 méterre jutó karrforma átlagos darabszáma
s: main karren forms piecis of one metre distance



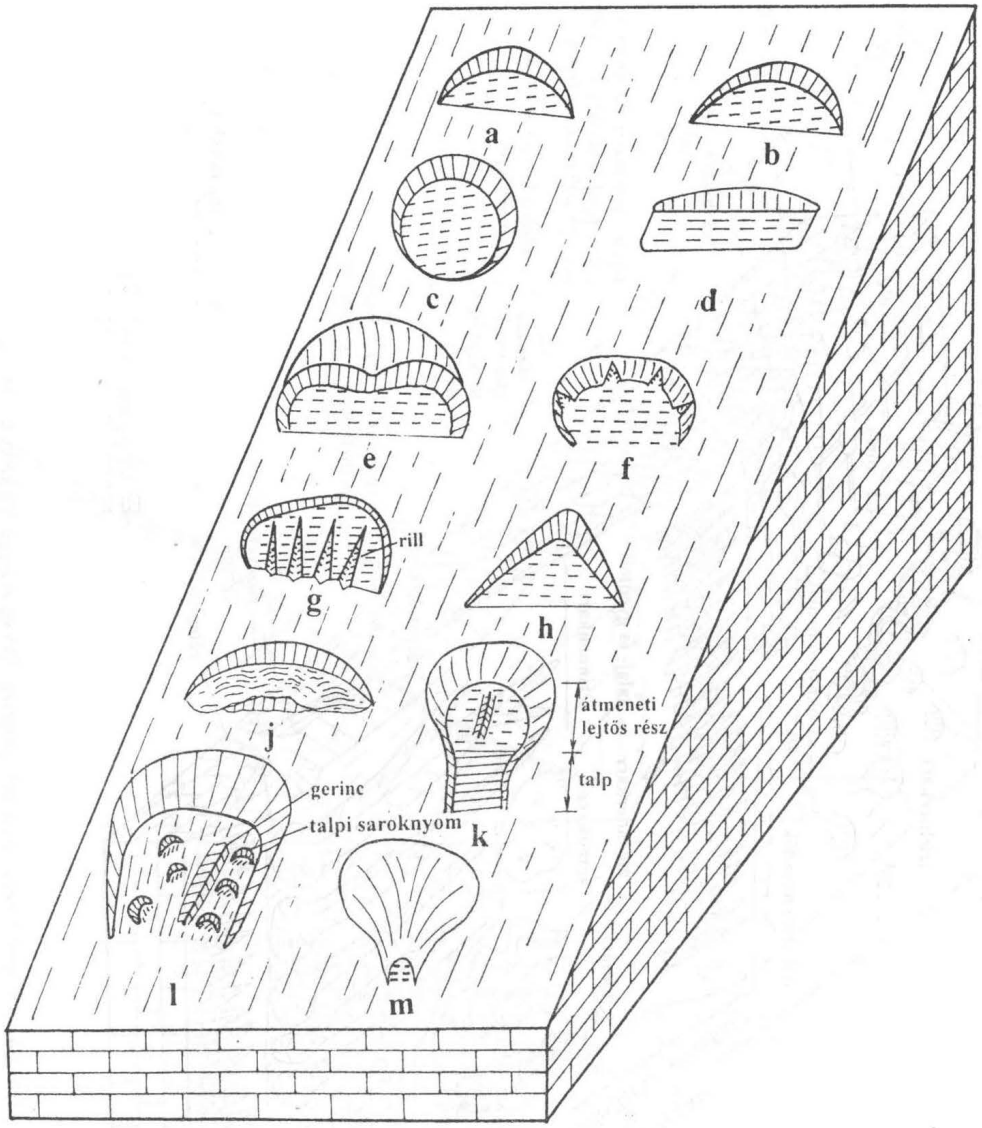
2. ábra: A kutatási terület domborzatrajzi-morfológiai térképe
Jelmagyarázat: 1. szintvonal, 2. réteglapos térszín (dőlésiránnyal), 3. rétegfej, 4. oldódásos hasadék, 5. zóna határ, 6. szelvényhely és azonosítási száma
Figure 2: The relief draught-morphological map of the research area
Legend: 1. contour line, 2. bedding plane (with line of dip), 3. bedding head, 4. solution gryke, 5. zone bordary, 6. place of cross-section and its identity number

3. A terület formakincse

A vizsgált réteglapos térszín mintegy 20x20 méteres kiterjedésű. Közel DNY-nak dőlő réteglépcsők határolják ÉK-ről és DNY-ról, míg ÉNY-ról és DK-ről oldódásos hasadékok különítik el a hasonló jellegű, de alacsonyabb felszínektől. E réteglapos felszínrészletek autonóm módon karrosodnak. Autonóm karrosodású réteglapos térszíneket (karrosodási egység) írtak le a Totes Gebirge hegységből (*VERESS M.* et al 1996), valamint a Júliai-Alpokból (*VERESS M.* 2000a). A réteglapos felszínek eltérő magasságának számos oka lehet. Így pl. az eltérő jellegű (*VERESS M.* 2000a), intenzitású és korú karrosodás. A primér réteglépcsős felszín a jég pusztítása során alakul ki akkor, ha a hordozó térszín rétegeinek dőlésiránya és a jég mozgásának iránya között mintegy 90°-os az eltérés (*VERESS M.* 2000a).



3. ábra: Gleccser által formált réteglapos felszínek főbb karrformái (VERESS M. 2001a)
Jelmagyarázat: 1. törés, 2. felszín dőlése, 3. mészkő
Figure 3: Main karren forms of bedding plane the surfaces, which are truncated by glacier (M. VERESS 2001a)
Legend: 1. joint, 2. dip of the surface, 3. limestone

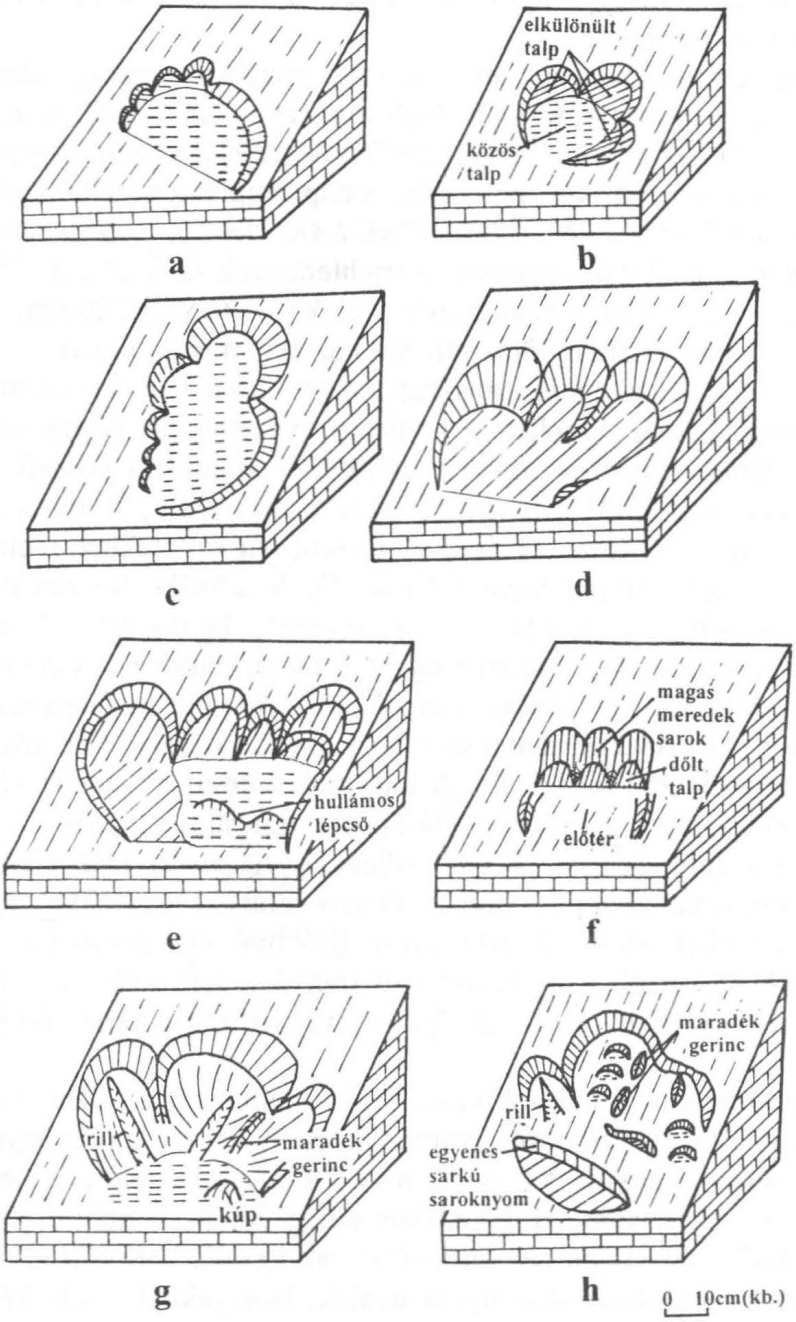


4. ábra: Néhány egyszerű saroknyom a kutatási területről

Jelmagyarázat: a. lankás sarkú saroknyom, b. meredek sarkú saroknyom, c. majdnem teljes kört kitevő sarokívvel rendelkező saroknyom, d. egyenes sarokívű saroknyom, e. talp nélküli saroknyom (alatta saroknyom uvalával), f. rilles sarkú saroknyom, g. rilles talpú saroknyom, h. ives sarkú, lankás talpú saroknyom, j. hullámos talpú saroknyom, k. megnyúlt talpú saroknyom l. saroknyom, talpán gerincekkel és saroknyomokkal, m. trichterkarr

Figure 4: A few simple trittkarren from research area

Legend: a. trittkarren with gentle riser, b. trittkarren with steep riser, c. trittkarren which has a nearly complete circle-shape riser-arch, d. trittkarren which has a straight riser, e. trittkarren which hasn't got a tread (uvalas trittkarren bellow it) f. trittkarren which has rills on its riser, g. trittkarren which has rills on its tread, h. trittkarren which is arcuate on its riser, gentle on its tread, j. trittkarren which has a wavy tread, k. trittkarren which has an elongated tread, l. trittkarren with ridges and trittkarren on its riser, m. trichterkarren



5. ábra: Néhány uvala saroknyom a kutatási területről

Jelmagyarázat: a. saroknyom, amelynek peremét később kialakult saroknyomok tagolják, b. majdnem zárt saroknyom uvala, c. sík előteret közrefogó saroknyom uvala, d. saroknyom uvala, melynek az önálló és közös talpi részei nem különülnek el egymástól, e. saroknyom uvala, talpán lépcsővel, f. saroknyom uvala, amelynek önálló talpi és közös talpi részei elkülönülnek egymástól, g. saroknyom uvala, amelynek talpát rillek (meredekebb elkülönült talpon) és kúp (sík közös talpon) tagolják, h. saroknyom uvala meredekebb talpi részén rillel, kisebb saroknyomokkal és maradék gerincekkel

Figure 5: A few uvala trittkarren at the research area

Legend: a. trittkarren, whose margin is dissected by younger trittkarren, b. nearly close uvala trittkarren, c. uvala trittkarren which bounder a planar foreground, d. uvala trittkarren whose independent and common tread parts aren't separated from each other, e. uvala trittkarren with step its tread, f. uvala trittkarren whose independent and common tread parts are separated from each other, g. uvalas trittkarren which are dissected by rills (on steeper separated tread), and conicle (on planar common tread), h. uvala trittkarren which has rills on its steeper tread, and smaller trittkarren and remnant ridges on its tread

A vizsgált terület karros formái a saroknyomok, a vályúk (rinnenek), a kürtők és madáritatók.

A saroknyomok nagy számban és formagazdagságban jellemzik a vizsgált területet. E karros formák morfológiájával *VINCENT, P. J.* (1983), *VERESS M.-LAKOTÁR K.* (1995), *VERESS M.* (2001b) foglalkozott. Felső, meredek részük a sarok, alsó lankásabb a talp, míg sarok nélküli részük az előtér (*VINCENT, P. J.* 1983, *VERESS M.-LAKOTÁR K.* 1995). A tölcséres talp és előtér nélküli saroknyomok a trichterkarrok (*BÖGLI, A.* 1951). A közös talpú saroknyomok a saroknyom uvalák (*VERESS M.* 2000b). A vizsgált térszín saroknyomainak főbb jellemzői az alábbiak (*4. ábra*).

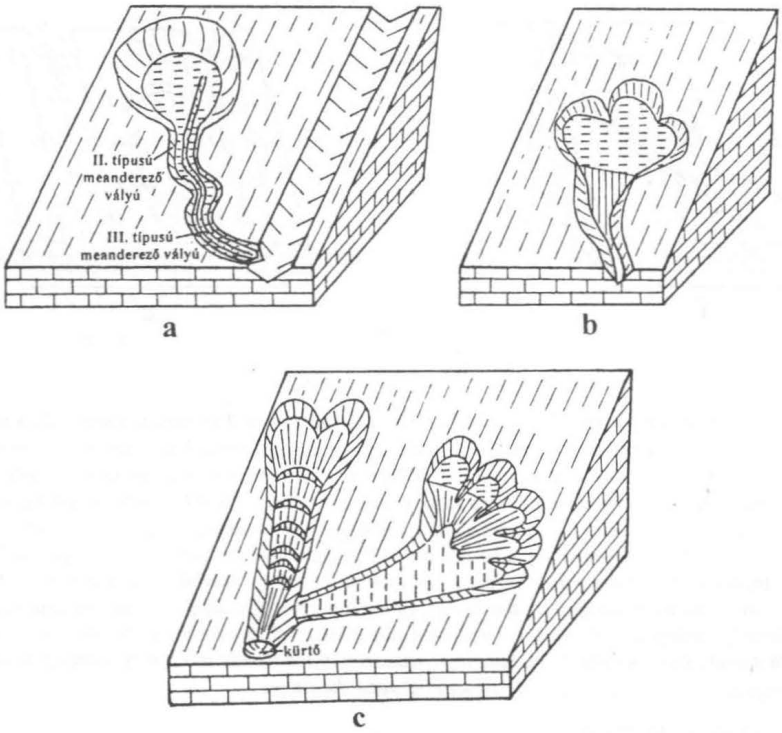
A sarok – amely mint más karsztokon – lehet magas és alacsony, lankás, vagy meredek. Emellett a területen gyakoriak az olyan saroknyomok, amelyeknél a sarok és talp nem különül el egymástól. (Ilyenkor a talp a hordozó lejtő dőlésével megegyező irányba megnyúlt.) A sarok felülnézetben lehet alig ívelt (félkör ívénél rövidebb), nagymértékben ívelt (félkör ívénél hosszabb), végül majdnem zárt (*4a, 4b, 4c. ábrák*). A sarok íve eltérhet a körívtől (lehet egyenes (*4d. ábra*), szögletes, hajtűszerű (*4h. ábra*). A talp a sarok alakjának megfelelőn megnyúlt. Dőlésirányú a saroknyom, ha a talpa a lejtő dőlésirányába, csapásirányú, ha a lejtő dőlésirányára merőleges irányba megnyúlt. A dőlésirányú és csapásirányú saroknyomok között számos átmeneti helyzetű fordul elő. A talp többnyire vízszintes és sík (néha ívelt, vagy dőlt), máskor összetett (különböző dőlésű részekből) állhat. Felszíne lehet hullámos (*4j. ábra*), vagy rillekkel (*4g. ábra*), kisebb saroknyomokkal, alaprajzban egyenes, vagy hullámos lefutású lépcsőkkel, magaslatokkal, gerincekkel (*4k, 4l. ábrák*) tagolt. Utóbbiak egymással párhuzamos lefutásúak, összetartók, vagy különböző irányúak lehetnek. A saroknyom csoportosulások saroknyomai szabálytalan, vagy sarokba rendeződők lehetnek.

A saroknyom uvalák főbb morfológiai jellemzői az alábbiak (*5. ábra*). A saroknyom uvalák saroknyomait a lejtésirányba lealacsonyodó küszöbök különítik el egymástól. A szomszédos rész saroknyomok közt a válaszfalak lehetnek rövidek és meredeken elvégződőek. Utóbbi esetben széles, sík előterű, vagy talpú saroknyom uvalák jönnek létre (*5a. ábra*). Nagyon gyakoriak az olyan saroknyom uvalák, amelyeknél a talp két részre különül (*5d. ábra*). A felső lejtőrész dőlt, küszöbökkel elválasztott, az alsó egységes, sík és vízszintes (*5b, 5f. ábrák*). Előfordul, hogy a nagyméretű saroknyom peremét annál fiatalabb, fejlődő, kisebb saroknyomok tagolják (*5a. ábra*). A saroknyom uvala is lehet majdnem teljesen zárt („*poljeszerű*"), közrefogva egy-egy sík zegzugos lefutású előteret (*5c. ábra*). A saroknyom uvalák talpa ugyancsak tagolt (saroknyomok, rillek, lépcsők, maradék ge-

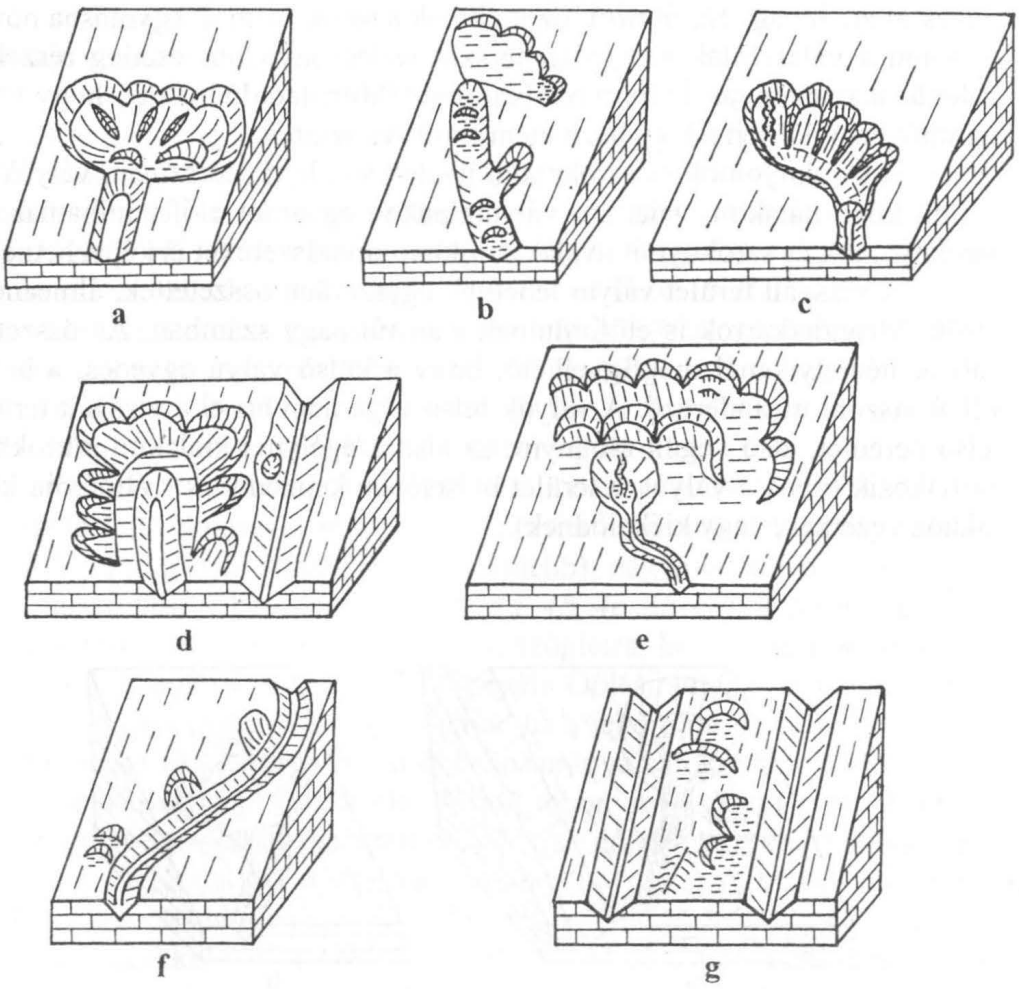
rincek által, *5e, 5g, 5h. ábrák*). Ez utóbbiak a saroknyomok egymásba növése során a válaszfalak az eredeti térszín lealacsonyodott, esetleg részekre különül maradványai. E formák olyan mértékben leoldódhattak, hogy tetőszintjük nem dől lejtésirányba, hanem közel vízszintes.

A saroknyomok és saroknyom uvalák sík, lejtős térszínen, vályúk és kürtők közti hátakon, valamint vályútalpakon egyaránt előfordulhatnak. A saroknyomok és saroknyom uvalák saroknyomrendszereket is képezhetnek.

A vizsgált terület vályúi lehetnek egyszerűek összetettek, álmeanderezők. Meanderkarrok is előfordulnak nem túl nagy számban. Az összetett vályúk némelyikénél megfigyelhető, hogy a külső vályú egyenes, a belső vályú viszont meanderező. A vályúk felső vége nem éri el a vizsgált terület felső peremét, alsó végük többnyire az alsó szegélynél kialakult kürtőkhöz csatlakozik (néha a vályúk a terület belsejében képződött kis átmérőjű kürtőkhöz vezetnek, vagy kiékelődnek).



6. ábra: Saroknyomok, saroknyomuvalák és vályúk folytonos átmenetű kapcsolódással
Jelmagyarázat: a. saroknyom és összetett túlfolyási vályú, b-c uvala saroknyomok, amelyek vályúkba mennek át
Figure 6: Trittkarren, uvala trittkarren and troughs continuous joining into each other
Legend: a. trittkarren and complex decantation trough, b-c. uvala trittkarren, which continue in troughs



7. ábra: Saroknyomok, saroknyom uvalák és vályúk közöttük az átmenet nem fokozatos
Jelmagyarázat: a-b saroknyomok előterénél függőleges véggel kezdődő vályú, c. vályú vég pereménél függő saroknyom uvala sor, d. meredeken elvégződő vályúvéget koszorúszerűen övező saroknyom uvalák, e. saroknyom rendszer pereménél képződött madáritatószerű saroknyom, túlfolyási vályúval, f. vályúperem függő saroknyomai, g. vályúk közti hátak függő saroknyomai
Figure 7: Trittkarren, uvala trittkarren and troughs whose connection isn't gradual
Legend: a-b. trough which starts with a vertical side wall at the foreground of the trittkarren, c. the serias of the uvala trittkarren which are hanging at the margin of the trough end, d. uvala trittkarren which border, like a circle, the steep by ending trough ends, e. kamenitza-like trittkarren developing at the margin of the trittkarren-sistem (with decantation trough), f. the hanging trittkarren of the trough margin, g. hanging trittkarren of the trough between the ridges

A kürtők főleg a terület alsó szegélyénél, az alulról határoló réteglépcső tövénél kürtősort alkotva fejlődtek ki. E kürtők szélessége mélységükhöz képest nagy, oldalfaluk pusztuló, hozzájuk vályúk kapcsolódnak. A szomszédos kürtők részben összeoldódtak.

A fentebb bemutatott karrformák egymáshoz kapcsolódhatnak. Leggyakoribbak a saroknyom és vályú kapcsolódások.

Vályú kapcsolódhat egyetlen saroknyomhoz (*6a. ábra*), vagy többhöz (*7c. ábra*), ill. saroknyom uvalához (*6b, 6c, 7a, 7b. ábrák*). A kapcsolódás jellege változatos lehet. A vályúfőhöz több saroknyom is kapcsolódhat (*7d. ábra*), amelyek a vályúfőt szabályos vagy szabálytalan elrendeződésben fogják közre.

Előfordulhat, hogy vályú vezet saroknyomhoz. Ilyenkor a vályú elvégződhet a saroknál, vagy azt átréselve a talpnál (*8. ábra*).

A saroknyomok ill. saroknyom uvalák vályúperemi helyzetűek is lehetnek. Ezek csapásirányúak (*7f, 7g. ábrák*). Különösen a vályúfőknél gyakoriak, ahol sorokat alkotnak, vagy uvalás jellegűek (*7c. ábra*).

A vályúközi hátak saroknyomai sorokat alkotnak, amelyek dőlésirányúak. A dőlésirányú kifejlődésük ellenére ezek is kapcsolódhatnak vályúperemhez (akár mindkét határoló vályúperemhez). Megfigyelhető, hogy ugyanazon saroknyom sor egyik tagja az egyik, míg másik tagja a másik határoló vályúhoz kapcsolódik.

A két forma kapcsolódása az alábbi módokon történhet.

- Felülnézetben a saroknyom sarka folytonosan megy át a vályúba, vagy nem. Ekkor utóbbi előzőhöz képest keskenyebb (*6b. ábra*).
- Oldalnézetben a saroknyom függ a vályú felett (*7a. ábra*), vagy az átmenet a két forma közt folytonos (*6b. ábra*).
- A saroknyom (v. saroknyom uvala) belsejéből rill (vagy III. típusú vályú) vezet (*6a. ábra*) a rinnenhez (vagy a II. ill. III. típusú vályúhoz).

A saroknyomok sorokban a vályúk talpi részén (főleg a vályúfőhöz közel) is előfordulhatnak (*6c. ábra*). A talpi saroknyomok sarkai kevésbé íveltek, talpi részük azonban jól fejlett. Két változatuk különíthető el. Előfordulhatnak olyanok, amelyek csak a vályútalp egy részébe mélyülnek (*7b. ábra*). A sarok a vályútalpba simul. Másik változatuk a vályútalpat teljes szélességében elfoglalja és sarok részük becsatlakozik a vályú oldalba (*6c. ábra*).

5. A vizsgált réteglapos térszín karros fejlődése

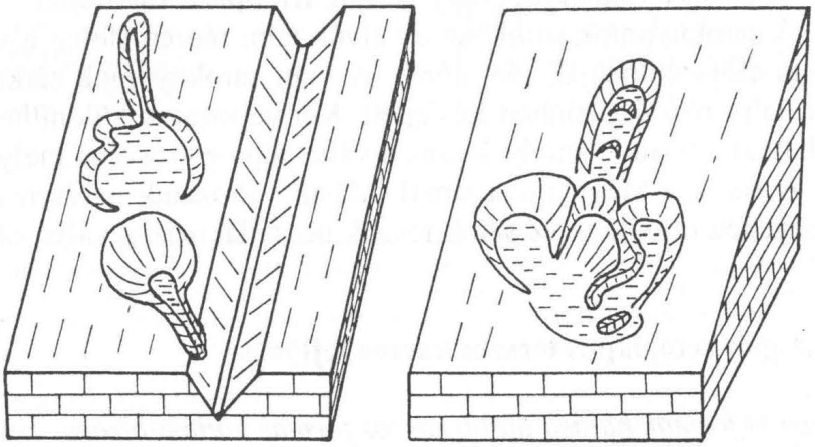
5.1. Karros formák hatása újabb karros formák kialakulására

Egy karros forma egy másiknak a kialakulását gerjesztheti. Főképpen a saroknyomok és a vályúk (rinnenek) hatnak egymás kialakulására. Ez az alábbiakban nyilvánulhat meg.

- A saroknyom magányosan elhelyezkedhet a vályúfőben (*6a, 6b. ábrák*), vagy több saroknyom koszorúszerűen körbefoghatja a vályút (*7a, 7b, 7c.*

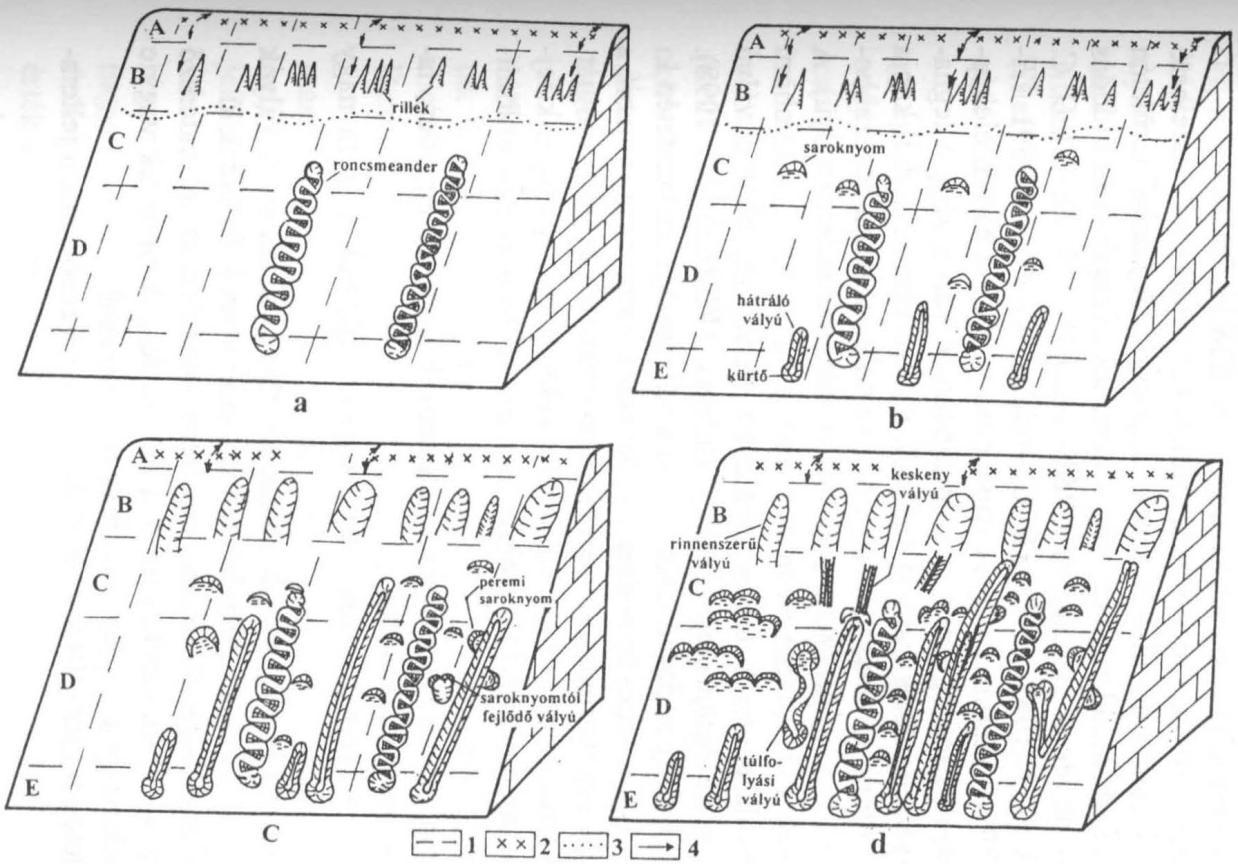
ábrák). Ekkor a saroknyom területéről kiinduló vízág alakítja ki a vályút, tehát utóbbi fejlődése antiregressziós.

- Előfordulhat az is, hogy saroknyomrendszerek ill. azok levezető vályúi képezik a nagyméretű vályúk oldalágait.
- Akkor, ha a saroknyomok a vályútalpat tagolják (*6c. ábra*), a saroknyomok kialakulhatnak a már létező vályútalpon, de a folyamat történhet fordított sorrendben is. Előbb saroknyomok fejlődnek ki, majd az ezek mentén áramló vízág oldóhatására kialakul a vályú. Az utóbbi esetben létrejövő vályú esővízbarázdásan fejlődik.
- Saroknyom belsejében alakul ki rill. Ilyenkor a rill képződés lokális: vagy a sarokrészen (*4f. ábra*), vagy a talpi részen (*4g. ábra*) történik. Valószínűleg előző esetben „*Ausgleichsfläche*" is létrejön, amely megfelel a saroknyom talpának. Ha a rillek a talpi részen képződnek az „*Ausgleichsfläche*" az előtér, vagy a saroknyom alatti hordozó térszín lehet.
- Előfordulhat, hogy vályúk kapcsolódnak saroknyomokhoz (*8a, 8b. ábrák*). Ilyenkor a vályúk kismélységűek a saroknyomok felett fokozatosan kiékelődnek. Feltehetően ezen esetben a vályúk adják a saroknyomok vízgyűjtő területeit.



8. ábra: Saroknyomhoz (a) és saroknyom uvalához (b) vezető vályú (a vályú a saroknyomhoz kapcsolódhat fokozatosan, vagy lépcsősen)

Figure 8: Trough leading to a trittkarren (a) and uvala trittkarren (b); the trough can join continuous by or like steeps to the trittkarren



9. ábra: A réteglapos térszín karros fejlődése

9a. ábra: Roncsmeanderek és rillek kifejlődése, 9b. ábra: Hátráló vályúk és az első saroknyomok kialakulása, 9c. ábra: Rinnenszerű vályúk, antiregressziós vályúk, peremi saroknyomok kifejlődése, 9d. ábra: Saroknyom uvalák, saroknyomsorok (vályúközi gerinceken) keskeny vályúk (B zóna vályúi) kialakulása

Jelmagyarázat: 1. zóna határ, 2. különböző felületi vízáramlási irányok határa, 3. felületi vízáramlás alsó határa, 4. vízáramlás iránya

Figure 9: Karren developing of the bed-plane surface

Figure 9a: The development of the remnant meanders and rills, Figure 9b: The development of the regression troughs and the first trittkarren, Figure 9c: The development of the rinnen like tough, antiregression troughs and margin trittkarren, Figure 9d: The development of the uvalas trittkarren, trittkarren lines and narrow toughs (the troughs of the B zone)

Legend: 1. boundary of the zone, 2. the boundary of the directions of the different surface water current, 3. the lower boundary of the different surface water current, 4. the direction of the water current

5.2. A karros zónák kialakulása

A karrosodó lejtőkön fentről lefelé az alábbi karrformák fejlődnek ki (*BÖGLI, A.* 1976, *FORD, D. C.-WILLIAMS, P. W.* 1989): rillek (rillenkarr), „*Ausgleichsfläche*", rinnenek (rinnenkarr). Számos megfigyelés szerint kifejlődik a karros lejtő alján egy rendszerint az előzőekhez képest keskeny öv, ahol a vízelvezetés történik (elnyelési zóna), amelyben kürtők, hasadékok, valamint vályúvégek uralkodnak (*3. ábra, VERESS M.* 2001a).

A rillenkarros zónában az oldódás felületi vízáramláshoz rendelhető (itt az oldódást a turbulens áramlás okozza), az „*Ausgleichsfläche*" területén bár az áramlás felületi, oldódás nincs, míg a rinnenek zónájában az oldódás ismételten jelentkezik, de itt vízágakhoz kötődik (*GLEW, J. R.-FORD, D. C.* 1980, *TRUDGILL, S. T.* 1985, *FORD, D. C.-WILLIAMS, P. W.* 1989). *VERESS M.* (1995, 1998) szerint a vályúk (rinnenek) fejlődése háromféleképpen történhet. Hátrálva (az egyenes, ill. álmeanderező vályú vége a legnagyobb lejtésiránnyal ellentétes irányba fejlődik, miután ezen irányból kapja a legtöbb vizet), antiregressziósan (a vályú a lejtő dőlésirányába hosszabbodik, pl. a túlfolyási vályuk), ill. esővízbarázdásan (roncsmeanderes vályú). A roncsmeanderes vályú (homorú vályúperem alatt a faj aláhajló, a domború alatt lankás) mélyülése annak teljes hosszában (tehát ott, ahol a vályú roncsmeanderes morfológiájú) egyidejűleg történik (*VERESS M.* 1998). Ugyanis a kialakító vízág sodorvonalának már a vályúmélyülés kezdetén ki kellett lendülnie a vályú teljes hosszában, különben a vályú nem mutatná a roncsmeanderes (pl. keresztmetszete nem lenne aszimmetrikus) morfológiát.

A vizsgált terület nyugati részén (terület keleti részét egységes kifejlődésű saroknyomkarr jellemzi) morfológiailag az alábbi övezetek különíthetők el (*8. ábra*).

- Az A zóna felszíne sima, vagy enyhén hullámos, belsejében egyetlen, talajjal kitöltött madáritató fejlődött ki.
- A B zóna területén széles, lankás oldalú vályúk fejlődtek ki nem nagy gyakorisággal.
- A C zóna területére a B zóna vályúi elkeskenyedve nyúlnak át. A vályúk közti hátakon, ill. a vályú mentes lejtőrészeken saroknyomok fejlődtek ki.
- A D zóna területén nagy sűrűséggel egyszerű, összetett és meanderező vályúk (rinnenek), valamint saroknyomok a jellemzőek. A rinnenek vagy e zónában kezdődnek, vagy a C zóna vályúinak folytatódásai.
- Az E zóna területén a már leírt kürtősor, ill. vályú elvégződések a jellemzőek.

A karros lejtők karros övezetei (*3. ábra*) és az itt bemutatott térszínrészlet karros zónáinak (*2. ábra*) az eltérései az alábbiakban mutatkoznak meg.

- A vizsgált terület felső része (A zóna) karrforma nélküli. Hiányzik a rill öv, valamint az „*Ausgleichsfläche*".
- A rinnenek két zónában is kialakultak (B és D öv).

Véleményünk szerint a rillenek az A övben azért nem alakulhattak ki, mert réteglapos felszín ezen része a jég által legömbölyített. Ezért itt a kicsi lejtőszög változás miatt a vízáramlási sebesség kicsi. Turbulencia hiányában rillenek sem jöhettek létre. Feltételezzük, hogy a rillenek a B zónában alakultak ki. Itt, miután olyan vályúk találhatók, amelyek méretei a rillenek méreteinek többszörösét teszik ki, de nem lefolyástalanok a rillenekből kellett kialakulniuk. (Ezáltal nemcsak a rillek hiánya, hanem ezen vályúknak a jelenléte is magyarázható).

Ha a B zóna megfelel az egykori rillenkarros övnek, akkor a C zóna az egykori „*Ausgleichsfläche*". Ennek közvetett bizonyítéka, hogy e zóna vályúi kis szélességűek ill. a fentről és alulról határoló zónák vályúihoz kapcsolódnak. A kicsi szélesség arra vezethető vissza, hogy a vályúk kialakulásának kezdete viszonylag fiatal lehet. Valószínű, hogy kialakulásukat az okozhatta, hogy a B zóna rinnenszerű vályúiból vízágak indultak a C zóna területére, amelyek ott a vályúk képződését indították el. A fentiekből az is következik e vályúk antiregressziósan fejlődtek. Esetenként azonban a D zóna intenzívebben hátráló vályúi elérhettek e zóna egy-egy vályúját, miáltal egyes sávokban a B, C és D zóna formái egy rendszert képezhetnek.

A D zóna vályúi lentről (a kürtőktől) hátrálva fejlődő, illetve az esővízbarázdásan fejlődő roncsmeadneres vályúk. Különösen az előzőek tagolták fel erőteljesen a réteglap felszínét. Fejlődésük során egyrészt saroknyomokat roncsolhattak, ill. semmisíthettek meg, ill. hátrálásuk során a C sőt a B zóna területét is elérhették ill. elérhetik a továbbiakban.

A vályú hátrálást és saroknyom megsemmisülést látszanak alátámasztani a szelvények mentén mért fajlagos kioldottsági értékek (*I. táblázat*). A saroknyomok által reprezentált fajlagos kioldottság a D zónában (3. jelű szelvény) kisebb mint a C övben. Ennek oka véleményünk szerint, hogy a hátráló vályúk a D zónában több saroknyomot semmisíthettek meg. Egyrészt mert e zónát érték el előbb, másrészt mert a D zónában a vályúsűrűség nagyobb, mint a C zónában. A terület keleti részén a vályúhátrálás még kezdetibb stádiumban van. Az itt kifejlődött saroknyom rendszert még nem érték el az E zóna felől hátráló vályúk. Tehát itt olyan morfológiai viszonyok a jellemzőek, amelyek annak középső, valamint nyugati részét jellemezhették korábban.

5.3. A formák kialakulásának relatív sorrendje

Legidősebb karrformáknak a meanderező (roncsmeander) vályúkat és a rinnenszerű rilleket tartjuk. Ugyanis a roncsmeanderek ha vízágak létrejönnek már kialakulhatnak. A vízágak felett a felületi vízlefolyás zónájában ugyancsak korán kialakulhattak a rillek.

A kürtők kialakulása csak később történhetett akkor, amikor a vízágak által tartósan elegendő vizet kapott az elnyelési zóna.

A kürtők kialakulása miatt megnőtt a helyi magasságkülönbség. Ez gyorsította a vízágak vizének áramlási sebességét. A gyorsabb áramlás viszont növeli az oldódás intenzitását (*DUBLJANSZKIJ, J. V.* 1987, *SZUNYOGH G.* 1987). Ezért a kürtők kialakulását követően e formáktól elkezdődött a regressziósan fejlődő vályúk kifejlődése.

A saroknyomok kifejlődése valószínűleg folyamatosan és hosszabb ideje tart és a terület különböző részein igen eltérő időpontokban kezdődhetett el. A kapcsolódó formákhoz képest relatív korukról az alábbiak állapíthatók meg.

- A részben elpusztult formák (pl. a saroknyomok) mindig idősebbek az azokat elpusztító formáknál.
- Az a forma, amely a másikon alakult ki, mindig fiatalabb, mint a hordozó forma. Ez alól az olyan vályútalpi saroknyomok jelentenek kivételt, amelyek sarka a hordozó vályú oldalához simul. Az ilyen saroknyomok a hordozóvályúnál idősebbek. A vályú a saroknyomokból alakult ki.
- Akkor, ha a saroknyom nem függőhelyzetű, a saroknyomból kiáramló víz hozta létre a vályút. A vályú a saroknyomnál fiatalabb.
- Akkor, ha a saroknyom függőhelyzetű (vályúfőnél, vagy vályúperemnél, de csapásirányú) kialakulása független a vályútól. A saroknyom a vályú kialakulása után is létrejöhetett.
- A vályúközi gerinc csapásirányú saroknyomai a vályúkhoz képest bármikor kialakulhattak. Valószínű azonban, hogy a vályúknál fiatalabbak, mert ellenkező esetben a vályúk ezek mentén hátráltak volna, így azok részben, vagy teljesen megsemmisültek volna.

5.4. A karros fejlődéstörténet

A fentiek nyomán a vizsgált térszín karros fejlődéstörténete az alábbiakban foglalható össze (*9. ábra*).

- Roncsmeanderek fejlődnek ki a D és C övben. Ezzel egyidőben (vagy még korábban) kialakulnak a B zóna rilljei.
- A C és D zónában saroknyomok, az E zónában kürtők képződnek.

- A kürtőktől a D zóna területén regresszáló vályúk fejlődnek ki. Peremi saroknyomok képződnek.
- A B zóna rilljei rinnenszerűvé alakulnak, újabb regresszáló vályúk képződnek, az idősebbek átnyúlhatnak a C zónába. További saroknyomok képződnek. Egyes saroknyomoktól, saroknyom csoportosulásoktól antiregressziós (túlfolyási) vályúk kezdenek fejlődni.
- Kialakulnak a C zóna keskeny vályúi, újabb saroknyomok képződnek.

6. Következtetések

a. A vályúk és saroknyomok egymás fejlődését nagymértékben irányítják és meghatározzák. Előfordulhat, hogy saroknyomok hatására alakulnak ki vályúk, vagy saroknyomok alakulnak át vályúvá, de gyakori, hogy a vályúk megjelenése gerjeszti saroknyomok kialakulását.
b. A vizsgált réteglapos térszín bár rendelkezik néhány specifikus karrmorfológiai sajátossággal (rill zóna hiánya, stb.) összességében a magashegységi réteglapos térszínek jellegzetes karrosodását reprezentálja. Fent vízgyűjtő, középen vízvezető, alul vízelvezető zónára különíthető.
c. A morfológiai sajátosságok, a fajlagos kioldódási valamint a forma sűrűség elemzésével nagy valószínűséggel megrajzolható az övek kialakulási sorrendje és így a karrosodás terjedésének az iránya. Eszerint úgy tűnik, hogy a folyamat a lejtő felső és alsó részén egyidejűleg játszódik le (rillek ill. meander karrok), majd lentről fölfelé, ill. fentről lefelé terjed. Valószínű, hogy különösen a saroknyomok által képviselt karrosodás mozaikszerű (e karros mozaikok kialakulási idejüket és fejlődésüket tekintve nagymértékű autonomitással bírnak.)

IRODALOM

BAUER, F. (1953): Verkastung und Bodenschwund im Dachsteingebiet - Mitteilungen der Höhlenkomission 1. f. p. 53-56.
BÖGLI, A. (1951): Probleme der Karrenbildung - Geographica Helvetica, 6. p. 191-204.
BÖGLI, A. (1960): Kalklösung und Karrenbildung – Zeit. f. Geomorph. N. E. Supl. 2. p. 4-21.
BÖGLI, A. (1976): Die Wichtigsten Karrenformen der Kalkalpen - In: Karst Processes and Relevants Landforms. ISU Comission on Karst Denudation, Ljubljana p. 141-149.
CVIJIČ J. (1924): The evolution of lapiés a study in karst physiography, - Georgr. Rev. XIV, p. 26-49.

DUBLJANSZKIJ, J. V. (1987): Teoreticseszkoje modelirovanije dinamiki formirovanija gidrotermokarsztovüh polosztyej – Metodi i izucssenyija geologicseszkih javlenyij, Novoszibirszk, p. 97-111.
FORD, D. C. - WILLIAMS, P. W. (1989): Karst Geomorphology and Hydrology - Unwin Hyman, London
GLEW, J. R. - FORD, D. C. (1980): Simulation study of the development of rillenkarren - Earth Surface Processe 5. p. 25-36.
SZABÓ L. (2001): Karrlejtők összehasonlító morfometriai vizsgálata a Dachstein-fennsíkon – Karsztfejlődés VI. BDF, Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, p. 171-183.
SZUNYOGH G. (1987): A hévízes eredetű gömbfülkék víztükör alatti kioldódásának elméleti vizsgálata - Karszt és Barlang I-II. p. 29-31.
TRUDGILL, S. T. (1985): Limestone geomorphology - Longman, New York
VINCENT, P. J. (1983): The morphology and morphometry of some arctic Trittkarren - Zeits. f. Geomorph. 27. p. 205-222.
VERESS M. (1995): Karros folyamatok és formák rendszerezése Totes Gebirge-i példák alapján - Karsztfejlődés I. (Totes Gebirge karrjai) Pauz Kiadó, Szombathely p. 7-30.
VERESS M. (2000a): Adalékok karros térszínek felszínfejlődéséhez - Karsztfejlődés V., BDF Természetföldrajzi Tanszék, p. 115-126.
VERESS M. (2000b): Karrformák összeoldódása – Karsztfejlődés V. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely p. 143-158.
VERESS M. (2001a): Karrformák morfogenetikai csoportosítása – Földr. Közl. (meg. alatt)
VERESS M. (2001b): Saroknyomok – Földr. Közl. (meg. alatt)
VERESS, M.-LAKOTÁR, K. (1995): Saroknyom karrok morfogenetikai csoportosítása Totes Gebirge-i példák alapján – Karsztfejlődés I. (Totes Gebirge karrjai) Pauz Kiadó, Szombathely, p. 89-102.
VERESS M. - HORVÁTH E. T. - ZENTAI Z. (1996): Egy magashegységi karsztterület vertikális formáinak vizsgálata (Totes Gebirge, Ausztria) - A BDTF Tud. Közl. X. Természettudományok 5. Szombathely, p. 141-157.
VERESS M.-TÓTH G.-ZENTAI Z.-KOVÁCS GY. (2000): A magashegységi karrosodás mértékének és minőségének alakulása a különböző növényövekben – Karszt és Barlang (megj. alatt)