

KARSZTOS MÉLYEDÉSEK MORFOMETRIAI VIZSGÁLATA A TOTES - GEBIRGÉBEN

SZABÓ LEVENTE

Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola, Természetföldrajzi Tanszék, 9700
Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.

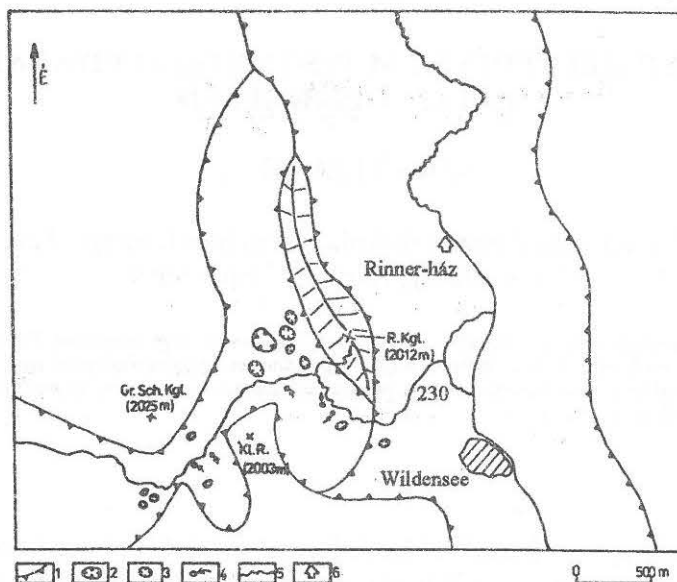
Abstract: The morphology of karstic depressions are very different on the high mountains. We made comparison the forms of some surfaces with their different height, vegetation and geomorphological type. 253 forms were measured. 11 types of forms were separated and there were connections between the frequency of each forms and the different types of examined surfaces.

Bevezetés

Magashegységi karszterületek formakincséről már számos leírás készült, azonban a szerzők többnyire egy-egy terület komplex morfológiai értékelésére törekednek (*WILLIAMS 1996, KUNAVÉR 1983*). Jelen, a Totes-Gebirgében végzett felmérések alapján készült feldolgozás elsősorban egyes formákat - a lefolyástalan karsztos mélyedéseket - állítja a vizsgálat középpontjába. Ezen formák az alapvető morfológiai hasonlóság mellett jelentős mértékű alakrajzi és méretbeni változatosságot mutatnak.

Célszerűnek tűnt egy olyan, általános morfometriai felvételezés, amely lehetőleg minden formatípust, s azoknak lehetőleg minél többféle területen való előfordulását bemutatja. Elképzelésünk szerint az így nyert adatmennyiség statisztikai feldolgozása során egyrészt pontosabb képet kaphatunk az egyes formatípusokról, másrészt (a formák térbeli eloszlása, méretei és egyéb tulajdonságai alapján) a felszíni karsztosodás különbözőségeit tükröző területtípusokat különíthetünk el. Esetleg a karsztosodási folyamatot - s így egy-egy terület formakincsét, karsztos arculatát - befolyásoló tényezőket is pontosabban meghatározhatjuk.

Fenti célokat több lépcsős vizsgálatssorozattal lehet megvalósítani. Jelen munka az első, közelítő jellegű vizsgálatok eredményeiről számol be. Ezen első mintavétel során a katéna-elvet alkalmaztuk. Egy fennsík-részleten, 1950 m tengerszint feletti magasságban kezdtük a felmérést és egy mintegy négyszáz méterrel lejjebb húzódó, egykori gleccservölgy talpáig rögzítettük egy vonal (sáv) mentén elhelyezkedő formák paramétereit. (Hosszanti és erre merőleges átmérő, mélység, valamint a törmelékkel és a növényzettel borítottság mértéke.) Mivel a magashegységi lejtők általában



1. ábra. A kutatott terület morfológiai vázlata
 Jelmagyarázat: 1. gleccservölgy pereme, 2. jégvájta mélyedés (tengerszem), 3. óriásdolina, 4. jelentősebb vízvezetési helyek, 5. turistaút, 6. turistaház
 Fig. 1. The morphological map of the investigated area
 Legends: 1. brink of the glacier valley, 2. mountain lake, 3. giant doline, 4. sink-holes, 5. path, 6. shelter

nehezen járhatók, a fenszakra vezető, gyakran szerpentinező turistaút mentén található formákat mértük fel. Nagyjából 2,5 km távolságon 253 formát rögzítettünk. A turistaút vonalvezetése azonban nyilván nem véletlenszerű; a látványosabb kirándulóhelyeket és a turistaházakat fűzi fel viszonylag könnyen járható útvonal mentén. Az adatok kiértékelése során természetesen figyelembe vettük, hogy ez a körülmény befolyásolja a mintavételt.

A vizsgált terület a Rinner-csúcs (2012m) alatt húzódó glaciálisan formált térszínen található (1. ábra). A fenszikt tagoló U-alakú völgyek talpa növénytelen, csak a meredek völgyoldalokban kipreparálódott mészkőrétegek keskeny lépcsőin telepedett meg törpefenyő illetve sziklagyep. A fensziktól lefelé nyomuló jégár előtt nunataként tornyosulhatott a Rinner-csúcs gerince, két ágra választva a gleccsert. E két kisebb ág függőgleccserként csatlakozhatott a nagyjából ÉÉNY-i irányba mozgó nagyobb gleccserbe. Ez utóbbi völgy talpa nagyjából 1600 méter tengerszint feletti magasságban, már az erdőhatár alatt húzódik. Vizsgálataink során tehát különböző magasságú, eltérő növényborítottságú és változatos geomorfológiai helyzetű térszínek formakincsét hasonlíthattuk össze.

A formatípusok általános jellemzői

A terepi munka során, elsősorban kvalitatív jellemzők alapján az alábbi formákat különítettük el:

Kamenycák (4): Olyan, viszonylag kisméretű, 1-1,5 m átmérőjű, fél méternél kisebb mélységű tálszerű karsztos mélyedések, melyek aljzata többnyire lapos. Speciális karros formáknak tekinthetők, a vizsgált területen előfordulásuk kevésbé jellemző. (Az egyes formák megnevezése után a zárójelben a térképezett mennyiséget - darabszámot - tüntettük fel.)

Karros mélyedések (3): Szintén speciális előfordulású formák. Enyhe lejtésű karrmezőkön egyes vízvezetési centrumok (kürtők) környékén - a gyorsabb oldódás miatt - a karrmező eredeti szintjétől többé - kevésbé határozott peremmel elkülönülő mélyedés képződik. Előrehaladottabb stádiumban a kisebb karrmezők egész felülete ilyen mélyedéssé alakulhat.

Karrdolinák (44): Környezetétől határozottan elkülönülő, szabálytalan alakú, gyakran törésvonalakhoz igazodóan szögletes peremű sekély mélyedések. Belsejében többnyire hasadékkarokkal erősen feltagolt, átoldódott és pillérekre különült a vékonypados kifejlődésű kőzet. A kisebb, egy-két méter átmérőjű mélyedésekben - továbbfejlődésük során - kürtők is megjelenhetnek, melyek tovább gyorsítják a formaképződést. Előfordulásuk általánosnak tekinthető, a felmért formák 17%-át adják.

Aknásodó dolinák (39): Olyan, nagyobb méretű, fejlettebb dolinák melyek aljában kürtők, egymással összeoldódott kürtőcsoportok alakultak ki. A felületi leoldódás helyett tehát a kürtős zónában történő vertikális mélyülés dominál.

Aknakezdemények (5): Az előző forma továbbfejlődött változatának tekinthető: a kürtős zóna gyakorlatilag felemésződött, az összeoldódott kürtők helyén egységes, több méter átmérőjű aknaszerű forma képződött, alján a pillérmaradványok anyaga törmelékként halmozódott fel. Az aknáktól alapvetően kisebb mélysége alapján különíthetők el. *VERESS M. - HORVÁTH T. - ZENTAI Z. (1996.)* szerint ilyen, viszonylag kis méretű aknák üregbeszakadással is létrejöhetnek, majd - elsősorban a bennük felhalmozódó hó olvadása nyomán - továbbfejlődnek.

Aknák (21): Valószínűleg többféle módon is kialakuló formák. Többek között a fentebb bemutatott folyamat során kialakult aknakezdemények továbbfejlődése is eredményezheti aknák kialakulását. Jellemzően több méter átmérőjű, párhuzamos falú, vertikálisan megnyúlt képződmények. Gyakori a csoportos kifejlődésük. Ilyenkor a szomszédos formák közötti keskeny válaszfalak ablakosan összenyílnak illetve leomlanak, végső soron igen nagy méretű összetett formák jöhetnek létre. *VERESS M. - HORVÁTH T. - ZENTAI Z. (1996.)* az aknák három típusát különíti el. A fentebb említett

üregbeszakadásos eredetűn (omladékos típus) kívül csatorna- és zomboly típusokat ismernek fel. *COLLIGNON, B.* (1992) szintén három típust különít el: zombolyokat, omladékos kürtöket, havas aljú kürtöket. Csatorna típusú aknát (vályúvég akna) jelen munkában is elkülönítünk, aknásodó kürtő néven (lásd alább). Ezen elnevezés szerintünk jobban kifejezi a képződmény genetikáját. (*FORD, D.C. - WILLIAMS, P.* (1989) a néhány méter átmérőjű, 6-7 m mély, elliptikus keresztmetszetű, lefelé keskenyedő formákat oldásos aknáknak nevezi.)

Óriásdolinák (3): Különlegesen nagy képződmények. A hajdani gleccservölgyek talpán, jelentős kiterjedésű vízgyűjtő terület központjában kialakult mélyedések. Feltételezhető, hogy kiformalódásuk már a gleccserjég csiszoló munkájával elkezdődött, s ezt követhette a karsztos továbbfejlődés.

Kürtők (4): Keskeny, 1-2 m átmérőjű, henger alakú formák; az ennél nagyobb átmérőjűeket az aknákhöz sorolják (*VERESS M. - PÉNTÉK K.* 1995). Képződése törések által meghatározott, ezért mélységük gyakran a 100 m-t is meghaladhatja. (*ZÁMBÓ L.* 1992) Előfordulásuk jellemzően nagyobb karsztos formák belsejéhez illetve karrmezőkhöz kötődik, itt igen nagy számban fordulnak elő. Az általunk felmért négy kürtő - kivételesen - önállóan fordult elő.

Aknásodó kürtők (11): Kürtőcsoportok összeoldódása során képződő forma. Szintén jellemző az előfordulása a nagyobb mélyedésekben (aknásodó dolinák, aknakezdemények), az önálló előfordulásúak a térképezett formák 4%-t adják.

Oldással kiszélesedett hasadékok (23) : A terület jellegzetessége, hogy tektonikai vonalak mentén nagy mennyiségű víz (hólé) szivároghat a kőzettömeg belsejébe. Ennek során a hasadékok kiszélesednek, sőt a hasadék két oldala között jelentős magasságkülönbség alakulhat ki. Az az oldal ugyanis, ahonnan a beszivárgó víz érkezik, oldással lealacsonyodik. Itt a hasadék falán lejtőkarokat és egyéb oldásos formákat találhatunk, míg a szemközti fal oldásformákban szegény. E hasadékok a regisztrált formák 9%-t adják: Különösen a völgyoldalokban képződött teraszfelszíneken jelentős az előfordulásuk.

Dolinák (95): Nagyjából kerekded peremű és keresztmetszetű, igen különböző méretű, többnyire talajjal fedett formák. Alakrajzukat és - feltételezhetően - kialakulásukat tekintve is szoros kapcsolatot mutatnak a közép-hegységi területeken található dolinákkal. Az erdőhatár alatt gyakori forma-típus, a felmért formák 37%-át adják.

I. táblázat Összesítés a felmért formák morfolometriai adatairól
Morphometrical data of the forms

1.	átm.(1) diaméter (méter)	átm.(2) diaméter (méter)	mélység depth (méter)	h.megny. horizontál extension	v.megny. vertikál extension	méret (m ³) cslibre	törmelék scrubble %	növényzet vegetation %	típus
átlag (average)	1,83	1,00	0,50	0,60	2,60	1,06	20,00	78,75	kaményicák (kamenitzas)
szórás (dispersion)	0,82	0,50	0,12	0,22	1,10	0,89	17,32	18,50	(4 db)
szórás/átl. (avar./disp.)	0,50	0,50	0,24	0,35	0,42	0,84	0,87	0,23	
2.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	7,67	7,00	2,12	0,94	3,33	156,50	61,67	15,00	karos mélyedések (karren depressions)
szórás	3,06	2,16	0,62	0,08	0,27	144,58	37,93	7,07	(3 db)
szórás/átl.	0,40	0,31	0,29	0,08	0,08	0,92	0,62	0,47	
3.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	3,57	2,56	1,38	0,78	2,67	23,23	69,42	35,19	karrodolínák (karren dolines)
szórás	2,34	1,34	0,88	0,23	2,25	40,14	31,2	22,71	(44 db)
szórás/átl.	0,85	0,8	0,64	0,3	0,84	1,73	0,45	0,65	
4.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	5,83	3,86	2,63	0,80	2,19	519,69	42,16	73,19	dolínák (dolines)
szórás	8,09	4,28	2,78	0,23	1,50	4082,27	32,71	29,57	(95 db)
szórás/átl.	1,44	1,10	1,06	0,29	0,68	7,86	0,78	0,40	
5.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	5,91	4,45	5,66	0,81	0,98	215,99	68,89	33,70	aknásodó dolínák (dolins changing into pit)
szórás	3,30	2,05	2,50	0,22	0,37	216,33	24,64	27,17	(38 db)
szórás/átl.	0,56	0,46	0,44	0,27	0,38	1,00	0,36	0,81	
6.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	0,75	0,63	0,75	0,68	0,27	1,75	80,00	55,00	körtők (pipe)
szórás	0,25	0,22	1,30	0,22	0,06	1,89*		45,00	(4 db)
szórás/átl.	0,33	0,35	0,47	0,25	0,24	1,08*		0,82	
7.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	1,78	1,37	6,14	0,88	0,27	20,99	66,67	52,50	aknásodó körtők (pipe changes into pit)
szórás	1,24	0,69	2,36	0,21	0,13	22,13	9,43	29,47	(11 db)
szórás/átl.	0,69	0,51	0,38	0,24	0,48	1,05	0,14	0,56	
8.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	3,50	2,40	6,10	0,78	0,45	114,85	86,00	10,00	aknakezdemények
szórás	2,96	1,67	3,56	0,20	0,13	170,80	15,17*		(4 db)
szórás/átl.	0,85	0,70	0,59	0,26	0,29	1,49	0,18*		
9.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	7,33	4,83	12,43	0,68	0,66	1133,00	89,29	10,00	aknák (pits)
szórás	7,03	5,91	6,74	0,22	0,61	3303,70	16,98*		(21 db)
szórás/átl.	0,96	1,22	0,54	0,33	0,93	2,92	0,27*		
10.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	73,33	66,67	40,00	0,88	1,68	253 333	82,50	10,00	óriás dolínák (giant dolines)
szórás	24,94	28,67	8,16	0,10	0,37	180 559	7,50*		(3 db)
szórás/átl.	0,34	0,43	0,20	0,12	0,22	75,00	0,09*		
11.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	17,43	2,96	2,76	0,23	4,76	205,57	40,87	64,29	oldásos hasadékok (karstic fissures)
szórás	11,72	1,67	1,97	0,19	3,44	328,10	26,39	32,45	(23 db)
szórás/átl.	0,67	0,57	0,71	0,88	0,72	1,60	0,65	0,50	
12.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	7,06	4,27	4,37	0,74	2,06	3362,29	55,56	57,61	összes forma (all the forms)
szórás	11,01	8,30	5,63	0,28	2,05	34463,09	32,60	34,21	(254 db)
szórás/átl.	1,55	1,94	1,34	0,38	1,00	10,25	0,59	0,59	

* : hiányos adatsor miatt nem számítható

A morfometrikus adatok statisztikai vizsgálata, formatípusok szerinti csoportosításban

A felmérés során mérőléccel rögzítettük az egyes formák nagy- és kisátmérőjét, valamint mélységét. A növényzettel illetve törmeléssel borított felszín arányát becsléssel állapítottuk meg. A mért adatokból számítással határoztuk meg a formák alaprajzának horizontális- (a kis- és a nagyátmérő átmérő hányadosa) illetve vertikális (átmérők számtani közepe és a mélység hányadosa) megnyúltságát. Az átmérők és a mélység szorzataként a formák méretének nagyságrendi összehasonlításához kaptunk megfelelő adatokat. (Pillanatnyilag nem tűnik szükségesnek a tényleges méretek meghatározása - ez jóval aprólékosabb felmérést igényelne.)

A felmért 253 forma - meglehetősen egyenetlen eloszlásban - a fentebb ismertetett 11 típusra osztható. Így egy-egy formatípushoz a megbízható statisztikai eredményt lehetővé tevő adatszámra általában jóval kevesebb állt rendelkezésünkre. Mégis - miután a jelenlegi vizsgálatot elsősorban tapasztalatszerzéseként, a további felmérések előkészítéseként végeztük - az igen rövid adatsorok esetében is végeztünk átlagszámítást illetve szórásvizsgálatot. Az adatok egy-egy adatsoron belüli hasonlósága mértékének megítéléséhez alkalmasnak tűnik a szórás/átlag értékek kiszámítása.

A formák tipizálását, a nevezéktan kidolgozását a terepi munka során, elsősorban kvalitatív jellemzők alapján végeztük. A mért paraméterek statisztikus feldolgozásával (*I. táblázat*) tovább finomítható a csoportosítás.

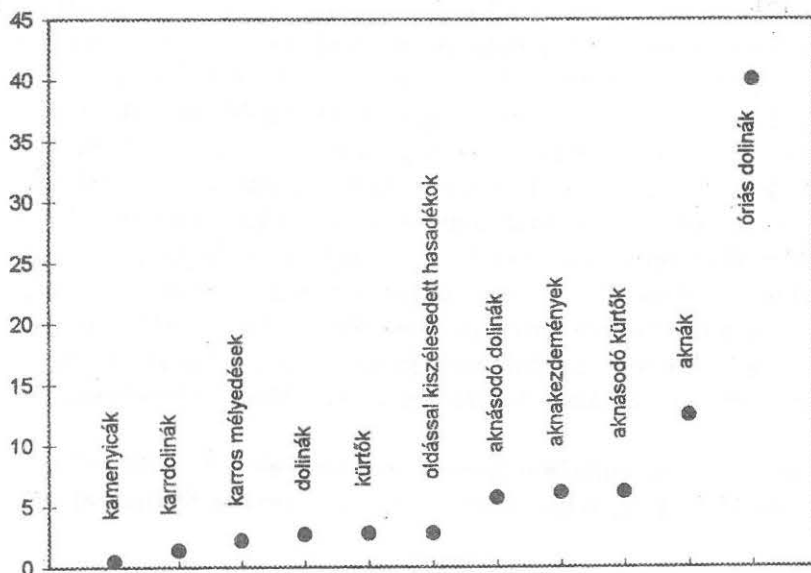
A formák átmérőinek átlagértékeiből kitűnik, hogy a karrdolinák méreteinél a dolináké valamivel nagyobb, s az aknásodó dolináké ez utóbbi értéket is meghaladja.

A kürtőkre vonatkozó értékeknél az aknásodó kürtőké nagyobb, s az aknakezdemények átlagos átmérője (bár az aknásodó dolinákénak alatta marad) az aknásodó kürtőké meghaladja. Az adatok szóródása miatt azonban esetenként jelentős az átlagértékektől való eltérés; így vannak olyan aknakezdemények, melyek átmérője nagyobb mint a legtöbb aknásodó dolináké.

Az aknák átmérője általában nagyobb, mint a fenti, kezdetlegesebben kifejlődött karsztos formáké.

A mélységre vonatkozó adatok összevetésénél az átmérőkéhez hasonló eredményt kapunk. (*II. táblázat*)

II. táblázat A vizsgált formák átlagos mélység értékei
Table II. Average depths of the types of examined forms



III. táblázat Formatípusok szerint összesített űrméretek
Table III. Summarized calibres

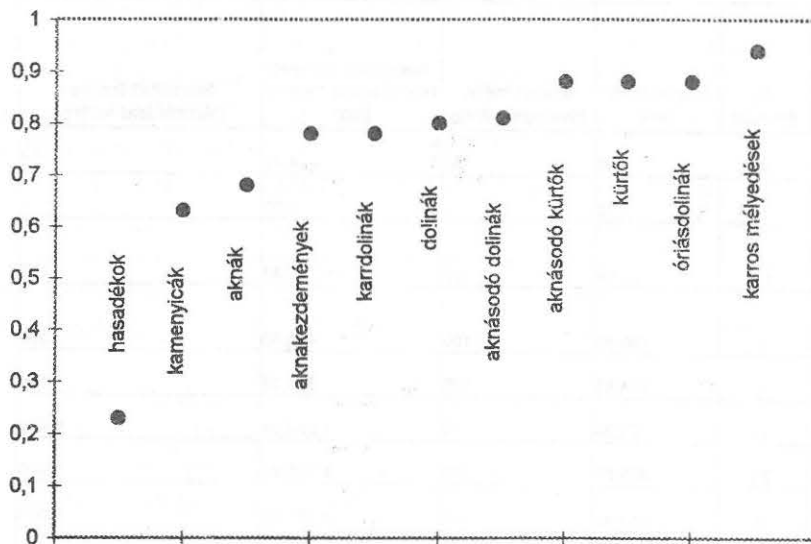
megnevezés (name of the forms)	db (pieces)	átlagos méret (m ³)	átlagos méret (average calibre)	összesített űrméret (summarized calibre) (m ³)	összesített űrméret (summarized calibre)
karnyica (kamenitzas)	4	1,06	1	4,22	1
kúrtó (pipes)	4	1,75	1	7,00	1
aknásodó kúrtó (pipe changing into pit)	11	20,89	10	230,86	100
karros mélyedés (karren depressions)	3	156,50	100	469,50	500
aknakezdemény (embriónal pits)	4	114,85	100	574,25	500
karrdolina (karren dolines)	44	23,23	10	1 022,09	1 000
oldásos hasadékok (karstic fissures) (doline changin into pit)	23	205,57	100	4 726,25	5 000
akna (pits)	38	215,99	100	8 207,95	5 000
dolina (dolines)	21	1 133,00	1 000	23 793,00	10 000
óriásdolina (giant dolines)	95	518,69	500	49 370,55	50 000
	3	253 333,00	100 000	760 000,00	500 000

A formák nagyságrendi vizsgálatánál egyértelműen a kamenycák és a kürtők (tehát a legsekélyebb horizontális kifejlődésű-, valamint a legkeskenyebb vertikális kifejlődésű formák) a legkisebb űrméretűek. Az összeoldódások első lépcsőjét képviselő karrdolinák és aknásodó kürtők jelentik a következő nagyságrendet. A többi – fejlettebb - forma jelentősen nagyobb térbeli kiterjedésű. Az erdőhatár felett jellegzetes aknásodó dolinák átlagos mérete a dolináké alatt marad. Valószínű, hogy a talajjal fedett dolinák és a fedetlen térszíneken kialakuló dolina-szerű képződmények (karrdolinák, aknásodó dolinák) között nem szabad genetikai rokonságot keresni. Ha a formák összesített űrméreteit elemezzük, megállapítható, hogy a vizsgált területsáv karsztos alakulásában - a darabszámot is figyelembe véve - a dolinák a főszerep. Ez a formakincs azonban az erdőhatár alatti zónában terjedt csak el. E felett a különböző aknatípusok szabják meg a felszín karsztos arculatát. Feltűnő még az oldással kiszélesedett hasadékok jelentősége is. (III. táblázat)

A horizontális megnyúltságot jelentő átlagértékek a formák többségénél 0,68 és 0,88 közöttiek, tehát enyhén ovális alaprajzú formákról van szó.

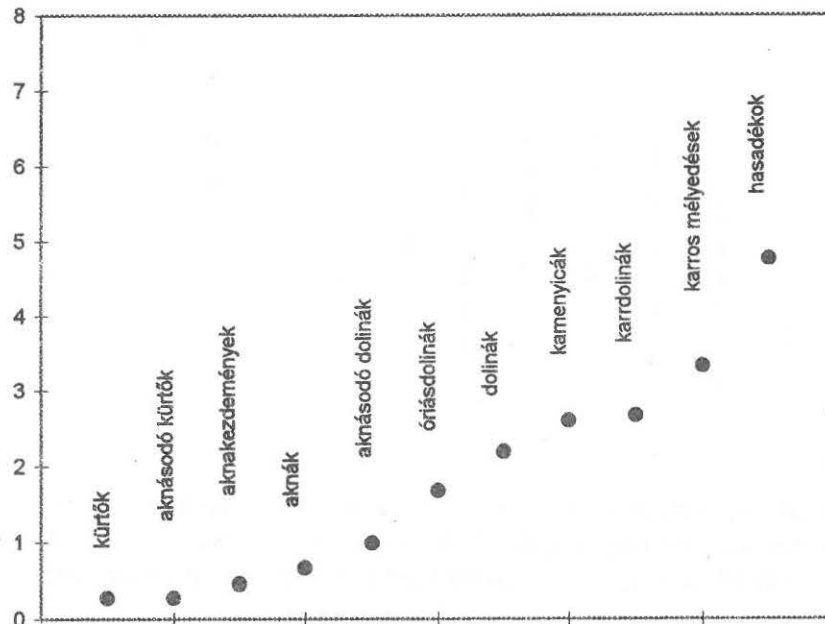
A megnyúltság iránya szinte kivétel nélkül egy-egy törésvonal irá-

IV. táblázat A vizsgált formák átlagos, horizontális megnyúltsága
Table IV. Average horizontal extension of the types of examined forms



nyával esik egybe. (IV.táblázat)

V. táblázat A vizsgált formák átlagos, vertikális megnyúltsága
 Table V. Average vertical extensions of the types of examined forms



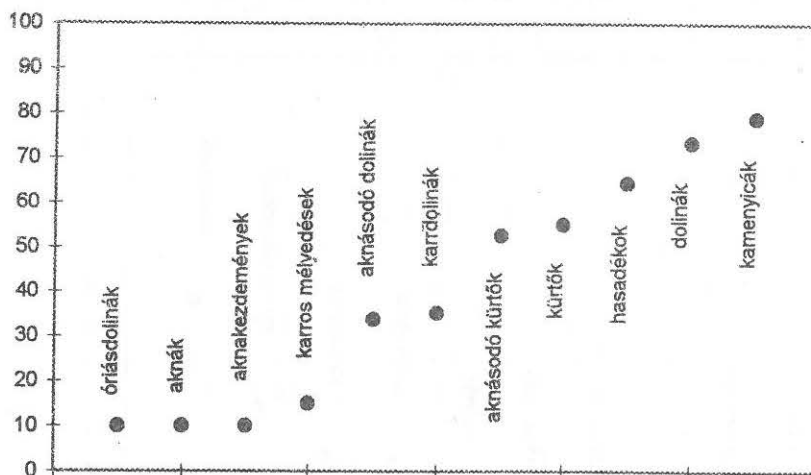
A vertikális megnyúltság fokozatosan növekszik (tehát a számértéke csökken) a karrdolinák - dolinák - aknásodó dolinák - aknakezdemények fejlődési sor szerint. Természetesen a kürtök megnyúltsága a legnagyobb. Megjegyzendő, hogy az aknakezdemények általában megnyúltabbnak bizonyultak az aknáknál, ami arra utalhat (az átmérőkre vonatkozó megállapításokat is figyelembe véve), hogy a felmért aknakezdemények inkább kürtökből, mint dolinákból fejlődhetnek ki. (V. táblázat)

A kamenyicák, óriásdolinák, oldással kiszélesedett hasadékok és a karos mélyedések (mélyedéses karrmező-részletek) egyedi, fenti formáktól mind alaprajzukat, mind kialakulásukat tekintve jól elkülöníthető formák; ez mért paramétereik illetve a megnyúltsági értékek alapján is nyilvánvaló.

A vizsgált morfológiai paraméterek szórás/átlag értékei általában jóval 1 alattiak, ami az egyes formákhoz rendelhető adatsorok viszonylagos egyöntetűségére utal. Legerősebb szórást a dolinák és az aknák átmérői esetében tapasztalhatunk.

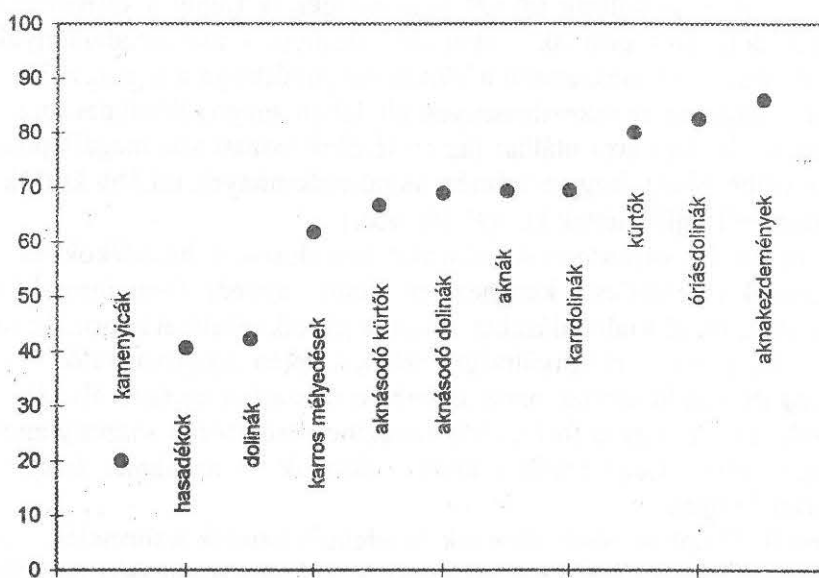
A formák általában növénytelenek és jelentős bennük a törmelék. A dolinák többsége az erdőhatár alatt található, ennek köszönhetően jelentősebb a talajjal- és növényzettel való fedettségük. A kamenyicák sekély mivoltuk miatt biztosítanak kedvezőbb megtelepedési lehetőséget a növé-

VI. táblázat A vizsgált formák átlagos növényzeti borítottsága
 Table VI. Average deal of scrubbles in the types of examined forms

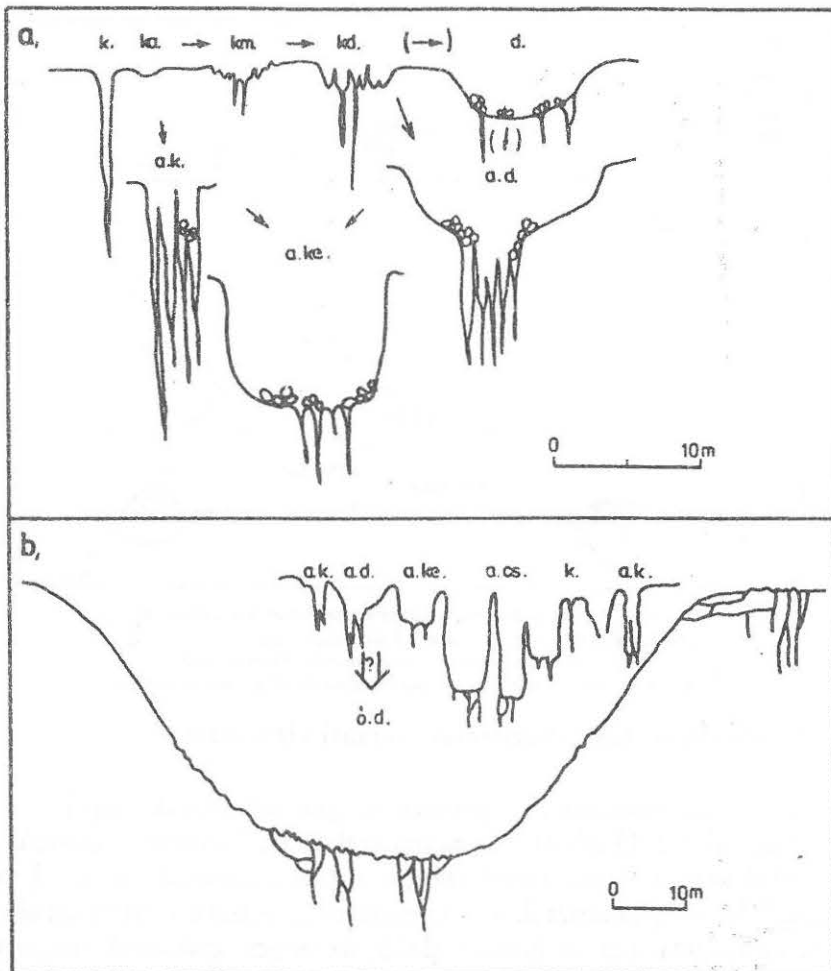


nyeknek. A többi, mélyebb forma esetében a hosszú árnyékos időtartam, a szélsőséges mikroklíma (fagyzugok illetve extrém felmelegedés váltakozása a napi hőmérséklet járása során), esetenként a hosszú ideig megmaradó hó

VII. táblázat A vizsgált formák átlagos törmelékkel borítottsága
 Table VII. Average deal of scrubbles in the types of examined forms



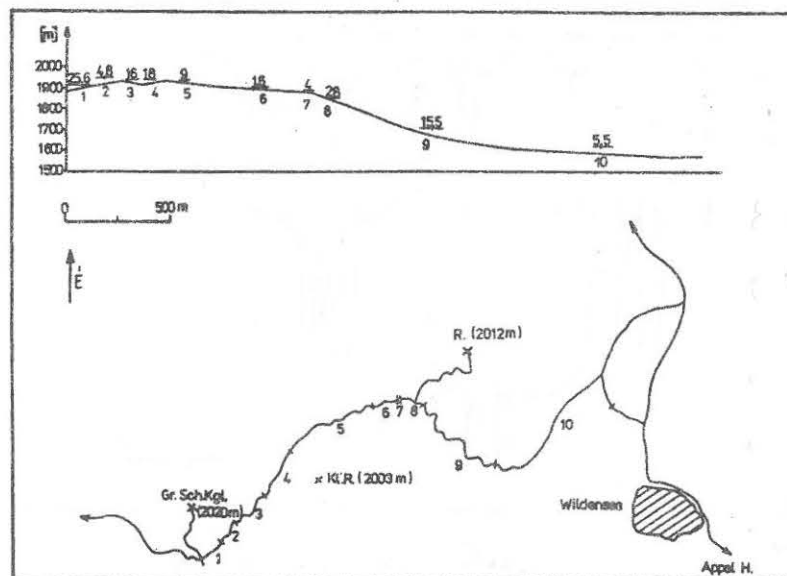
jóval kedvezőtlenebb feltételeket jelent. (VI., VII. táblázatok)



2.ábra. A vizsgált formátípusok elvi hosszmetsetei és a valószínűsíthető fejlődési irányok
 Jelmagyarázat: A: aknaépződés lehetséges típusai, B: óriásdolina lehetséges kialakulása, k. kürtő, ka. kamenyica,
 km. karros mélyedés, kd. karrdolina, d. dolina, ad. aknásodó dolina, ak. aknásodó kürtő, a.ke. aknakezdemény, → :
 valószínű fejlődési irány, (→) : lehetséges fejlődési irány

Fig. 2. Conceptual sketches of examined forms and the presumable directions of their development
 Legends: 1.A: presumable types of pits, B: presumable direction of the development of a giant doline, k: pipe, ka:
 kamenyica, km: karren depression, kd: karren doline, d: doline, ad: doline changing into pit, ak: pipe changing into
 pit, a.ke: embrional pit, →: presumable direction of development, (→): possible direction of development

Összességében megállapítható, hogy a kvalitatív jellemzők alapján kialakított tipizálás a mért paraméterek elemzése alapján helytállónak bizonyult. A kamenyicák, óriásdolinák, oldással kiszélesedett hasadékok és a karros mélyedések egymástól nagyon eltérő, speciális formák, míg a többi formát dolina- kürtő- és akna típusú formákként csoportosíthatjuk. E csoportokon belül, illetve közöttük fejlődési átmenetet feltételezhetünk az egyes formák között. (2.ábra)



3. ábra. A vizsgált turistaút-szakasz mentén elkülönített térszínek
 Jelmagyarázat: 1.-10.: a szakaszok számozása, 25,6: formásűrűség
 Fig. 3. The comparised surfaces near the examined path
 Legend: 1.-10.: numbers of the path's segments, 25,6: density of forms

A formák területi megoszlás szerinti vizsgálata

A vizsgált területsávot - geomorfológiai jellemzőik alapján - 10 szakaszra osztottuk fel. (3. ábra) Az egyes szakaszok különböző hosszúságúak, illetve eltérő számú formát tartalmaznak. Az összehasonlíthatóságuk miatt a mért adatokból meghatároztuk a száz méteres szakaszra vetített darabszámot (a formásűrűséget). Ezt az értéket alább, az egyes szakaszok megnevezése után zárójelben tüntetjük fel. A formásűrűség alapján megállapítható, hogy a völgytalpakon és nyeregyszerű térszíneken (melyek jellegükből adódóan több oldalról is lejtőkkel határolt helyi lefolyási központok) viszonylag nagy számú karsztos forma fejlődött ki. A völgyoldalak esetében a térképezett formák sűrűsége igen változatos lehet. Ennek elsősorban az a magyarázata, hogy ha a térképezés nyomvonala a lejtő csapásirányával egyezik, többnyire az oldalban kialakult kislejtésű szerkezeti teraszokon haladunk. A lejtésirányban húzódó útvonal esetében az egymás alatti/feletti réteglapokon és az ezeket összekapcsoló réteglejtő kibukkanásokon vezet a turistaút. Mivel a vizsgált formák többnyire a kislejtésű térszíneken alakulnak ki, ez utóbbi szakaszokra a formásűrűség kisebbnek adódik.

E tapasztalat is azt mutatja, hogy a lineáris térképezés helyett a jövőben célszerűbb reprezentatív mintaterületek (pl. völgytalpak, teraszfelszínek, nyergek) nagyobb - lehetőleg teljes - felszínén elvégezni a felmérést, s ezen ismeretek birtokában következtetni a karsztosodás területi különbözőségeire.

Tekintsük át a vizsgált területtípusok főbb jellegzetességeit (*VIII. táblázat*):

1.völgytalp (25,6): A fennsíkot tagoló egyik gleccservölgy talpán kezdtük a felmérést. A kopár mészkőtáblákat erőteljes, oldással kiszélesedett törések tagolják. A törések mentén változatos kifejlődésű karsztos mélyedések (elsősorban akna típusú formák), közöttük enyhe lejtésű karrmezők alakultak ki.

2.völgyoldal (4,8): Előbbi völgyből kivezető szintén kopár, növénytelen terület. Itt is a vertikálisan megnyúlt formák (aknásodó dolina, kürtő) előfordulása jellemző. (Aknák a völgyoldalokban - meredekebb lejtésű térszíneken - ritkábban fordulnak elő.)

3.völgytalp (16): Függő helyzetű oldalvölgy, viszonylag meredekebb lejtéssel és erőteljes hasadékrendszerrel. Feltűnő az aknák nagy száma.

4.völgyoldal (18): Fenti völgyből kivezető, viszonylag rövid útszakasz, mely visszavezet a fővölgy peremére. Az útszakasz többnyire csapásirányban, keskeny teraszfelszíneken vezet és a dolinák (valamint oldással kiszélesedett hasadékok) nagy számával jellemezhető.

5.lejtős réteglap-felszín (9): valójában a vizsgált fennsíkon húzódó fővölgy oldalában kialakult szélesebb, viszonylag erőteljes lejtésű karrmező. Az erős karrosodás eredményeként itt elsősorban karros mélyedések és karrdolinák fejlődtek ki.

6.karros tábla (1,6): Előző térszínhez nagyban hasonlító, de enyhébb lejtésű felszín. A szépen fejlett karrcsatorna-hálózatot (viszonylag ritkán elhelyezkedve) akna típusú formák tagolják. (Az aknák előfordulása elsősorban a kislejtésű térszíneken jellegzetes.)

7.völgyoldal (4): A gleccservölgy oldalából a platóra meredeken kivezető, rövid (25 m hosszú), meredek útszakasz ahol mindössze egy aknásodó dolina fejlődött ki.

8.nyereg (28): A Rinner-csúcs és a Kleine Rinner gerincei között kialakult, központi helyzetű térszín, melyre NY-felől kapaszkodunk ki, majd DK-i irányban, a platóról aláereszkedő völgyeket felfűző nagy gleccservölgy oldalán ereszkedünk tovább. A gerincekről származó törmelékborítás és a délies kitétség lehet a magyarázata, hogy e térszínen zárt növényzet (fűtakaró illetve foltokban törpefenyő), a növényzet alatt pedig viszonylag vastag talaj alakult ki. A felszín ezen, környezetétől elütő arculata a karsztos formákban is kifejezésre jut: itt jelennek meg először nagy számban dolinák. Egyébként az akna típusú formák száma a fennsíkot elhagyva egyre csökken, míg a dolina típusúaké növekszik.

VIII. táblázat Összesítés a vizsgált területszakaszokon felmért formák morfológiai adatairól
 Table VIII. Morphometrical data of the forms on the examined types of surfaces

1.	átm.(1) diameter (m)	átm.(2) diameter (m)	mélység (depth) (m)	h.megny. (horizontal extension)	v.megny. (vertical extension)	méret (calibre) (m ²)	törmelék scrubble %	növényzet vegetation %	típus type of surface
1.									1. völgytalp (valley floor)
átlag (average)	4,75	2,72	6,54	0,80	0,80	245,46	66,60	30,36	
szórás (dispersion)	6,04	1,93	4,97	0,25	0,93	522,64	18,64	28,99	(32 db)
szórás/átl. (aver./disp.)	1,27	0,71	0,76	0,31	1,15	2,13	0,28	0,95	25,6
2.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	5,92	2,33	2,12	0,61	2,15	73,08	60,00	75,00	2. völgyoldal (valley slope)
szórás	6,76	2,67	1,81	0,35	1,69	139,74	29,44	24,49	(6 db)
szórás/átl.	1,14	1,15	0,85	0,57	0,79	1,91	0,49	0,33	4,8
3.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	8,38	4,53	8,76	0,68	1,30	1225,77	31,67	79,00	3. völgytalp (valley floor)
szórás	7,87	6,85	8,64	0,23	0,89	3772,98	30,78	27,09	(14 db)
szórás/átl.	1,23	1,51	0,99	0,34	0,68	3,08	0,97	0,34	7,6
4.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	7,31	3,86	4,09	0,61	1,67	2055,78	45,31	41,54	4. völgyoldal (valley slope)
szórás	9,14	6,52	6,61	0,30	0,74	8233,24	26,19	26,63	(17 db)
szórás/átl.	1,25	1,69	1,62	0,49	0,44	4,00	0,58	0,64	7,8
5.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	4,88	3,80	1,94	0,61	3,36	61,82	47,63	36,18	5. lejtős, réteglap- felzár (inclined terrace)
szórás	2,89	2,06	2,01	0,18	3,09	111,66	28,72	21,52	(19 db)
szórás/átl.	0,55	0,54	1,04	0,22	0,92	1,81	0,60	0,59	9
6.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	5,25	3,19	8,63	0,68	0,69	185,12	52,50	50,00	6. karos tábla (karnfeld)
szórás	2,77	1,37	3,39	0,17	0,63	195,51	14,36	*	(8 db)
szórás/átl.	0,53	0,43	0,39	0,25	0,91	1,06	0,27	*	1,6
7.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	12,00	8,00	5,00	0,67	2,00	480,00	25,00	50,00	7. völgyoldal (valley slope)
szórás	*	*	*	*	*	*	*	*	(1 db)
szórás/átl.	*	*	*	*	*	*	*	*	4
8.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	8,91	5,38	3,65	0,71	2,98	6647,97	47,69	65,36	8. nyereg (saddle)
szórás	13,91	11,32	6,92	0,30	2,44	37836,21	29,52	26,92	(33 db)
szórás/átl.	1,56	2,10	1,89	0,42	0,82	5,69	0,62	0,41	2,8
9.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	6,80	4,47	3,92	0,76	1,59	7253,21	75,71	38,50	9. meredek völgyoldal (steep slope)
szórás	12,88	11,86	6,03	0,28	0,94	59320,12	28,96	29,55	(70 db)
szórás/átl.	1,89	2,61	1,54	0,37	0,59	8,18	0,38	0,77	15,5
10.	átm.(1)	átm.(2)	mélység	h.megny.	v.megny.	méret	törmelék	növényzet	típus
átlag	9,10	4,80	3,25	0,74	2,89	997,10	19,38	88,18	10. törmelékes lejtő (slope with scrubbles)
szórás	12,57	5,68	3,64	0,30	2,69	5643,80	30,01	22,40	(49 db)
szórás/átl.	1,38	1,19	1,12	0,41	0,90	5,66	1,55	0,25	5,5

* hiányos adatsor miatt nem számítható

IX. táblázat A formaerosziós összesítése (formák és területszakaszok csoportosítása)
 Table IX. Summary of the types of forms

típus (types)	összesen (summary)	1. völgytalp (valley floor)	2. völgyoldai (valley slope)	3. völgytalp (valley floor)	4. völgyoldai (valley slope)	5. lejtős réteglap-felület (inclined terrace)	6. karcs tábla (karrenfield)	7. völgyoldai (valley slope)	8. nyereg (saddle)	9. meredek völgyoldal (steep slope)	10. törmelékes lejtő (slope with screebles)
kamennyica (kamenitzas)	4	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0
karos mélyedés (karren depressions)	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
karrodolina (karren dolines)	44	4	1	0	1	13	0	0	1	24	0
dolina (dolines)	95	0	0	3	9	2	1	0	21	16	43
lértűs dolina (dolines with pipe)	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
alánosodó dolina (dolina changin into pit)	38	8	3	0	0	0	3	1	2	21	0
óriásdolina (giant dolines)	3	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
össz. dolina (all types of dolines)	184	12	4	3	12	18	4	1	25	62	43
lértűs (pipes)	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
alánosodó lértűs (pipe changin into pit)	11	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0
össz. lértűs (all types of pipes)	15	13	1	0	1	0	0	0	0	0	0
alánosodómély (embritonal pits)	5	2	0	0	0	1	0	0	0	2	0
akna (pits)	21	4	0	11	0	0	4	0	1	1	0
összetett akna (combined pits)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
össz. akna (all types of pits)	27	7	0	11	0	1	4	0	1	3	0
hasadékok (karstic fissures)	23	0	1	0	4	0	0	0	7	5	7

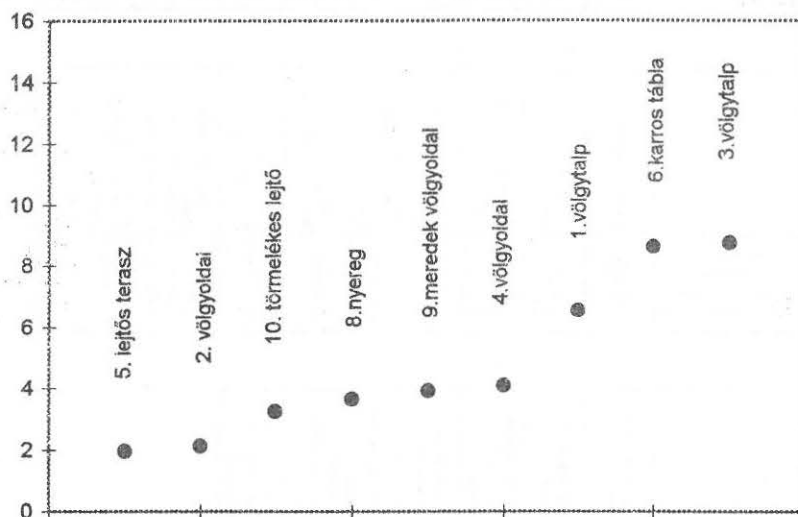
típus (types)	összesen (summary)	1. völgytalp (valley floor)	2. völgyoldai (valley slope)	3. völgytalp (valley floor)	4. völgyoldai (valley slope)	5. lejtős réteglap-felület (inclined terrace)	6. karcs tábla (karrenfield)	7. völgyoldai (valley slope)	8. nyereg (saddle)	9. meredek völgyoldal (steep slope)	10. törmelékes lejtő (slope with screebles)
kamennyica (kamenitzas)	4	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0
dolinkák (dolinas)	184	12	4	3	12	18	4	1	25	62	43
lértűs (pipes)	15	13	1	0	1	0	0	0	0	0	0
aknák (pits)	27	7	0	11	0	1	4	0	1	3	0
hasadékok (karstic fissures)	23	0	1	0	4	0	0	0	7	5	6

összevont típus (summarized types)	völgytalpak (valley floors)	völgyoldalak (valley slopes)	5. lejtős réteglap-felület (inclined terrace)	6. karcs tábla (karrenfield)	8. nyereg (saddle)	9. meredek völgyoldal (steep slope)	10. törmelékes lejtő (slope with screebles)
kamennyica (kamenitzas)	2	1	0	0	1	0	0
dolinkák (dolinas)	15	17	18	4	25	62	43
lértűs (pipes)	13	2	0	0	0	0	0
aknák (pits)	18	0	1	4	1	3	0
hasadékok (karstic fissures)	0	0	0	0	7	5	6

9.meredek völgyoldal,szerpentinező útvonallal (15,5): Hol hasadékokkal tarkított keskeny teraszokon, hol az egymás alatti teraszfelszíneket összekötő rétegfejeket vezet a turistaút. Ennek megfelelően hol sűrűbben, hol ritkábban találkozhatunk a dolinák, kürtők, aknák különböző típusaival.

10.törmelékkel fedett lejtő (5,5): A gleccservölgy oldalának alsó harmada, mely a felülről érkező törmelék felhalmozódási zónája (törtlejtő). A kőzet- és morfológiai különbségeket a növényzet is hangsúlyozza: itt már csaknem összefüggő a fűtakaró, nagyobb törpefenyő foltok illetve ritkábban fenyő telepedtek meg. (Valószínűleg antropogén hatásra megritkult, egykori beerdősült zónáról van szó.) A karsztos formákat döntően a dolinák képviselik. Több dolina alján erőteljes feltöltődést figyelhetünk meg. Egyes helyeken, ahol a finomszemű, agyagos üledék vastagabban fedi a törmelékes mészkőfelszínt, a lejtőn lesiető időszakos vízfolyások medrei láthatók. Ezek rendszerint egy-egy (valószínűleg) vízelvezető járattal rendelkező doli-

X. táblázat A vizsgált területszakaszokon található formák átlagos mélység értékei
Table X. Average depths of the forms on the types of surfaces



nában illetve dolinasorban végződnek el.

Mind a formákat (11 típus), mind pedig az eltérő morfológiájú területszakaszokat (10 szakasz) célszerű - a könnyebb áttekinthetőség miatt - hasonlóságuk alapján csoportosítani. Így dolina- kürtő- valamint akna típusokat alakítottunk ki, és a területszakaszokat is megkíséreltük tipizálni. (IX. táblázat). Az összevont táblázatból is kitűnik, hogy a felszín lejtésviszonyai jelentősen befolyásolják az ott képződő karsztos formakincset.

XI. táblázat A formák területek szerinti összesített űrméretei
 Table XI. Summary of the calibres on the examed surfaces

morfológiai környezet type of surface	átlagos űrméret (average of calibre) (m3)	átlagos űrméret (average of calibre) (nagyságrend)	összesített űrméret (summarized calibre) (m3)	formák száma (pieces of forms) (db)	forma- sűrűség (density of forms)	100 m-re eső átlagos űrméret (average/100 m) (m3)	100 m-re eső átlagos űrméret (average/100 m) (nagyságrend)
6. karos tábla (karnenfeld)	185,12	100	1 481,00	8	1,80	296,20	100
2. Völgyoldal (valley slope)	73,08	10	438,45	6	4,80	350,76	100
5. lejtős réteglap- felszín (inclined terrace)	61,82	10	1 174,49	19	9,00	556,34	500
7. Völgyoldal (valley slope)	480	500	480,00	1	4,00	1 920,00	1 000
10. törmeiéskes lejtő (slope with scrubbles)	997,1	1000	48 858,13	49	5,50	5 484,08	5 000
1. völgytalp (valley floor)	245,46	100	7 854,91	32	25,60	6 283,93	5 000
3. völgytalp (valley floor)	1225,77	1000	19 612,43	16	16,00	19 612,43	10 000
4. völgyoldal (valley slope)	2055,78	2000	37 004,13	18	18,00	37 004,13	10 000
9. meredek völgyoldal (steep slope)	7253,22	5000	507 725,40	70	15,50	112 424,91	100 000
8. nyereg (saddle)	6647,97	5000	226 031,10	34	28,00	186 143,26	100 000

A morfológiai adatok statisztikus vizsgálata, területtípusok szerinti csoportosításban

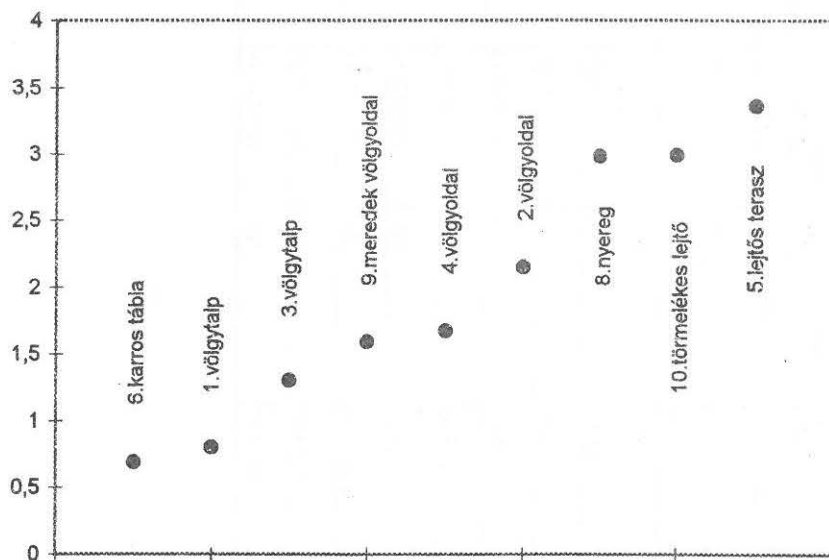
A formák átmérőit tekintve nem figyelhető meg szabályszerűség. A mélység értékek a platón kialakult völgytalpakon nagyobbak. (X. táblázat)

A formák nagyságrendi értékeit tekintve kitűnik, hogy a platón valamivel kisebbek a képződmények átlagos méretei. Itt jelentősebb az akna típusú formák mellett a karrdolinák és kürtők előfordulása – ez csökkenti az átlagos értékeket. Az alsóbb térszíneken szinte kizárólag a nagyobb méretű aknák és dolinák jelennek meg. A 4., 8., 9. szakaszok kiugróan magas értékei valószínűleg az itt előforduló óriásdolináknak köszönhetők (XI. táblázat).

A horizontális és vertikális megnyúltsági értékek szabálytalanul változnak, ami érthető az eltérő geomorfológiai jellegű térszínek változása

XII. táblázat A vizsgált területszakaszokon található formák átlagos, horizontális megnyúltsága

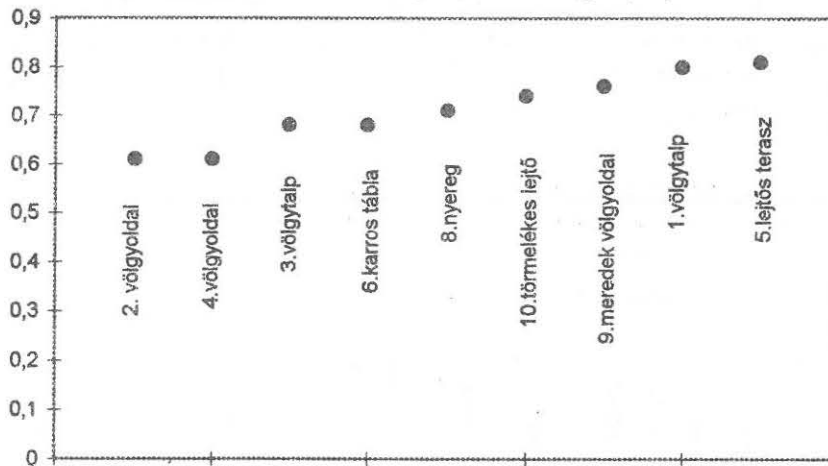
Table XII. Average horizontal extension of the forms on the types of surfaces



miatt. (XII. és XIII. táblázatok)

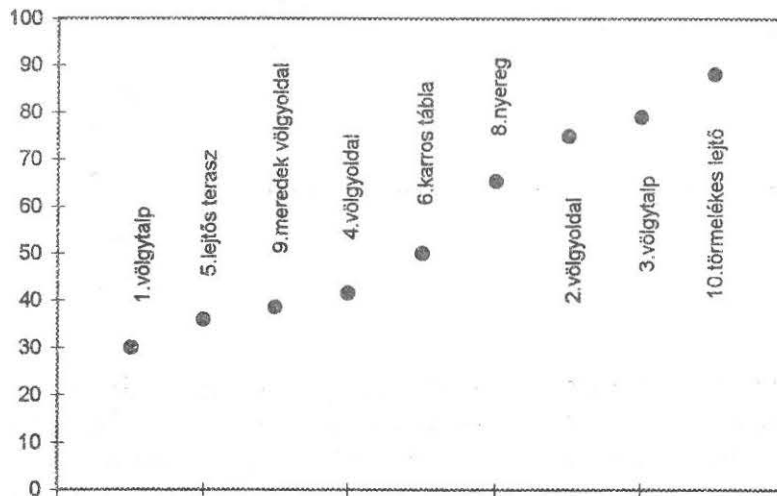
XIII. táblázat A vizsgált területszakaszokon található formák átlagos, vertikális megnyúltsága

Table XIII. Average vertical extensions of the forms on the types of surfaces



XIV. táblázat A vizsgált területszakaszokon található formák átlagos növényzeti borítottsága

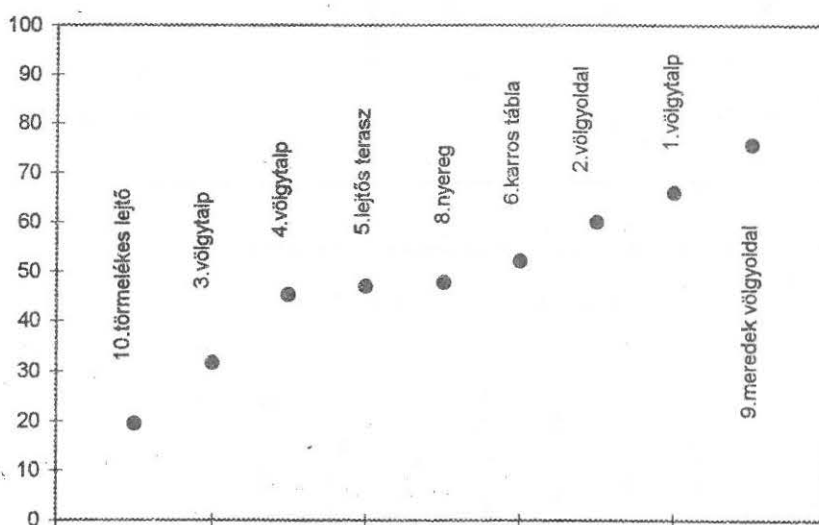
Table XIV. Average deal of vegetation in the forms on the types of surfaces



A törmelék mennyisége az egyes térszínek relatív magasságával mutat párhuzamosságot: a gleccservölgyek talpán, oldallejtőik alsó harmadában jelentősebb a törmelékfelhalmozódás, a lejtők magasabb részein képződő törmelék áthalmozódása miatt. Ezért feltételezhetjük, hogy az egyes karsztos mélyedésekben található törmelék jelentős része is ebből az áthalmozódásból származik, és csak kisebb mértékben képződött a mélyedésekben.

lejátszódó karsztosodás során. Feltűnő lehet, hogy éppen a törmelékes lejtőn a legalacsonyabb ez az érték, de itt a talaj- illetve a növényborítottság gátolja, hogy a törmelék a mélyedésekbe juthasson. A növényzeti borítottságban egyenlőre nem mutatható ki szabályszerűség, ehhez a morfológiai adatgyűjtés nem elegendő - alaposabb, ökológiai jellegű vizsgálódásra van szükség. (XIV. és XV. táblázatok)

XV. Táblázat A vizsgált területszakaszokon található formák átlagos törmelékborítottsága
Table XV. Average deal of scrubbles in the forms on the types of surfaces



Összegzés

Megállapítható, hogy az összefüggő növényzet határa feletti illetve - alatti térszínek karsztos formakincsében különbség mutatkozik. A kopár fennsíkon a vertikálisan megnyúlt, valamint az erőteljes karrosodásra visszavezethető formák dominálnak, míg a törmelékkel, talajjal, növényzettel fedett térszíneken a dolinasodás jellemző.

Ezen kívül úgy tűnik, hogy a fennsíkon kialakult gleccservölgyek talpi részén inkább az akna- és kürtő típusú formákkal találkozhatunk. A völgyoldalak keskenyebb-szélesebb, enyhébb-meredekebb lejtésű teraszain változatosabb a formák eloszlása.

Az egyes térszínek karsztosodási jellegzetességeinek pontosabb felderítése további vizsgálatokat igényel. Célszerűnek látszik egy-egy repre-

zentatív típusterületen, kiterjedtebb felszíneken hasonló morfometriai adatgyűjtéseket végezni.

IRODALOM

- COLLIGNON, B.* (1992.): Il manuale di speleologia. - Zanichelli.
- FORD, D.C. - WILLIAMS, P.* (1989.): Karst geomorphology and hidrology - London, Academic Press
- KUNAVÉR, J.* (1983): The high mountains karst in the Slovene feps - Geographica Yugoslavica V. p. 15-23.
- VERESS M. - PÉNTÉK K.* (1995.): Kísérlet a felszíni vertikális karsztosodás kvantitatív leírására - Földrajzi Értesítő XLIV. 3.-4. p. 157.-177.
- VERESS M. - HORVÁTH T. - ZENTAI Z.* (1996.): Egy magasegységi karszterület vertikális formáinak vizsgálata - BDTF Tudományos Közleményei X. Természettudományok 5., p. 141. - 157.
- ZÁMBÓ L.* (1992.): A karsztosodó kőzet alaktana (karsztgeomorfológia) in: Általános Természetföldrajz (szerk.: Borsy Z.) Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- WILLIAMS, P. V.* (1966): Limestone pavements with special reference to Western Ireland - Transactions No. 40, Institute of British Geography, London

