

**Veress Márton-Tóth Gábor-Zentai Zoltán-Kovács György**

## **A MAGASHEGYSÉGI KARROSODÁS MÉRTÉKÉNEK ÉS MINŐSÉGÉNEK ALAKULÁSA A KÜLÖNBÖZŐ NÖVÉNYÖVEKBEN\***

### **ÖSSZEFOGLALÁS**

*Az Alpok különböző karszterületein 28 db 15—25 méteres hosszúságú szelvény mentén mértük a karrformák és a hordozó lejtők különböző jellemzőit. Adatokat kaptunk arra vonatkozólag, hogy a különböző lejtőszögű térszíneken milyen a különböző karros formák aránya, továbbá arra, hogy egy területen a különböző karros formák kialakulását mely tényezők befolyásolják (lejtésirány, törések). Az egyes szelvényekre számított fajlagos kioldódások felhasználásával megadható a különböző növényövekben karrformánként, valamint az összes karrformára a kioldódás nagysága, továbbá a növényövektől függetlenül az, hogy a különböző karros formák milyen fajlagos leoldódást reprezentálnak. Megállapítható, hogy a lejtőszög növekedésével csökken a rács- és hasadékkarrok részesedése, nő a vályúké. A hasadékkarrok törések mentén, a vályúk dőlésirányban képződnek. A fajlagos kioldódás a fenyőövben 35 cm/m, a törpefenyőövben 30 cm/m, a növénytelen térszíneken 22 cm/m. A vártnál kisebb mértékű csökkenés (a kisebb fajlagos értékek a talajban keletkezett CO<sub>2</sub> mennyiségének a fogyasztására vezethetők vissza) a törpefenyőövben a hó alatti disszimilációval, a növénytelen térszínen a hosszú oldódási idővel magyarázható. A vizsgált területek uralkodó karrformái a hasadékkarrok és a vályúk. E két karrforma által képviselt fajlagos leoldódás adja a teljes fajlagos kioldódás 80 %-át.*

### **I. Bevezetés**

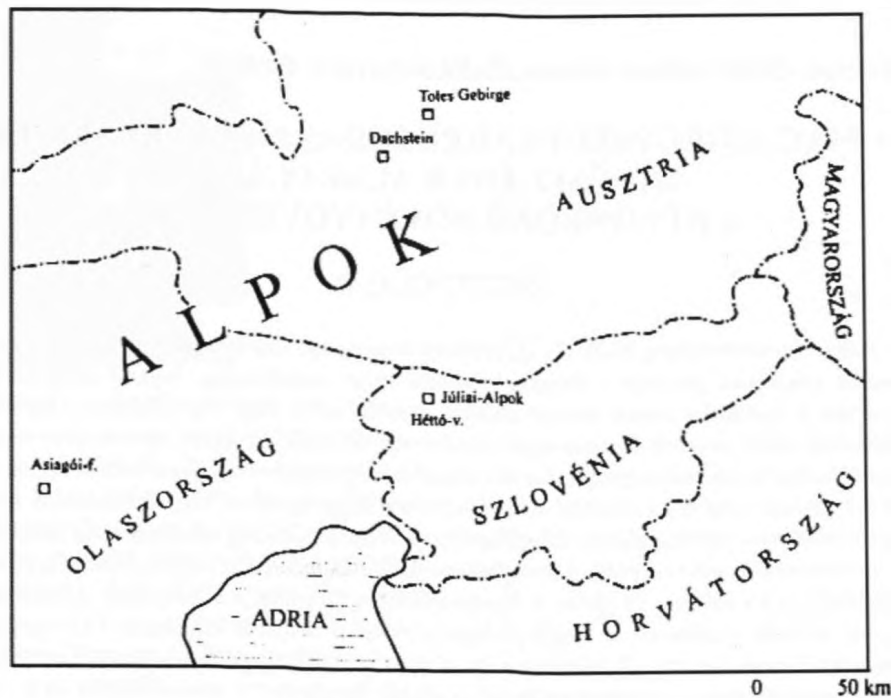
A magashegységi karrosodás különböző mennyiségi jellemzőit vizsgáltuk. E vizsgálatokat elsősorban azért folytattuk, hogy választ kapjunk arra a kérdésre, miszerint a különböző, karrosodást befolyásoló tényezők, mint a lejtőszög, a lejtésirány, a törések, a talaj és növényzet jelenléte ill. hiánya hogyan befolyásolják a karrosodás minőségét (a különböző karrformák adott környezetben mely arányban képződnek) és annak mennyiségét (mennyi a karrformák által képviselt leoldódás).

1998-ban az Assiagói-fennsíkon (VERESS M.—ZENTAI Z.—KOVÁCS GY. 1999), 1999-ben a Júliai-Alpokban (Héttó-völgy), a Totes Gebirgen és a Dachsteinben vizsgáltuk a karrformákat (1. ábra). Amíg a mintaterületeket az Assiagói-fennsíkon magaslatokon (kárscúcs) vettük fel (miután e térszínek növénytelenek és a karrosodás az ilyen térszíneken észlelhető), addig a másik három hegységben a gleccservölgyek talpait és oldallejtőit választottuk ki e célra. Ez utóbbi

\*A tanulmány a T 24162 sz. OT/KA kutatási pályázat támogatásával készült.

térszínek alapvetően réteglépcsőkre tagolódnak. A szelvényeket egyetlen kivétellel (D-4 jelű szelvény) a réteglépcsők réteglapjain alakítottuk ki. A 28 db szelvény mentén több mint 1000 db karrforma adatát rögzítettük.

Korábbi munkákban a karrosodásnak egy-egy mennyiségi jellemzőjét, ill. a karrosodást okozó tényezők sorából elsősorban egy-egy tényezőt vizsgáltak. Így KUNAVÉR, J. (1984) a karrformák magassági elterjedését, MOTTERSHEAD, D. N. (1996) egyes karrformák (pl. a rillek) és a lejtőszög, GLEW, J. R.—FORD, D. C. (1980) a lejtőszög és a rillek hossza közötti kapcsolatot, CROWTHER, J. (1996) a karros formák érdességét, LUC PERRITAZ (1996) a hullámkarrok irány-gyakoriságának eloszlását, KEVEINÉ BÁRÁNY ILONA—ZSENI A. (2000) a talajnak a karrosodásra gyakorolt hatását vizsgálta. Adatokat közölnek továbbá arra vonatkozólag is, hogy a különböző karrformák milyen lejtőszögeértékeknél jelennek meg, vagy lesznek dominánsak (FORD, D. C.—WILLIAMS, P. 1989). Összehasonlították továbbá a karrformák (pl. rillek) méretbeli adatait és a hordozó térszín tengerszint feletti magasságát (GINES, A. 1996 A.1996), valamint azt, hogy a



I. ábra. Mintaterületek az Alpokban

különböző karrformák esetében milyen a kiemelkedettség és a fedettség kapcsolata (SMART, P. L.—WHITAKER, F. F. (1996).

A karbonátos térszinek felületi vagy helyi (lokális) lepusztulását különböző módszerekkel mérték. DELANNOY, J. J. (1986) megadta a Vercorsi karszterületen a felszín fajlagos lepusztulását %-ban, és ezzel együtt ábrázolta a lepusztulás (elszállítás) sebességét mm/1000 évben. SELIER, D. (1997) gránit megalitokon kialakult formák mélységéből következtetett e kőzet helyi lepusztulási sebességére — természetesen nem csak az oldódás eredetű mélyülésre — miután a megalitok 5000 éve kerültek jelenlegi helyükre és helyzetükbe.

Megadható a felületi leoldódás is és ennek sebessége is. Erre a karrasztalok (BÖGLI A. 1961), valamint a karrtanúhegyek magasságából (VERESS M.—NACSA T. 1998) lehet következtetni, ha a vizsgált területen a jégelborítás megszűnésének ideje ismert CUCCHI, F.—FORTI, F.—MARINETTI, E. (1996) ezt a mészkőbe helyezett fémcsapok magasságának újramérésével oldotta meg. IZÁPY G.—MAUCHA, L. (2000) a forrásokban meghatározott oldott anyagtartalom felhasználásával adta meg a forrásokhoz tartozó vízgyűjtő területeken a lepusztulási sebességet.

## II. Az adatgyűjtés módszere

### I. A felmérés

Az Assiagói-fennsík 2 mintaterületen 11 db, a Héttó-völgyben 4 mintaterületen 8 db, a Totes Gebirgében 5 db, a Dachsteinben 4 db szelvényt felvéve (ezek hossza többnyire 25 m volt) az alábbi jellemzőket mértük, ill. jegyeztük fel:

- a karrforma típusát és helyét,
- szélességét és mélységét,
- talaj és növényzet jelenlétét, ill. hiányát,
- a hordozó térszín lejtésirányát és lejtőszögét,
- a karrforma irányát (Héttó-völgy és Totes Gebirge),
- a hordozó térszín töréseinek irányát és sűrűségét (Héttó-völgy és Totes Gebirge).

A szelvény mentén előforduló karrformák közül csak a jól beazonosíthatók és mérhető adatokat rögzítettük. (Kimaradtak a feldolgozásból, pl. a gyűszűkarok, a kúpkarok, valamint a különböző maradványformák, mint pl. a sziklahidak.) A felmérésre került karrformák (felhasználva a már kialakult karttipizálási rendszereket BÖGLI A. 1976, JENNINGS, J. N. 1985, WHITE, B. W. 1988,

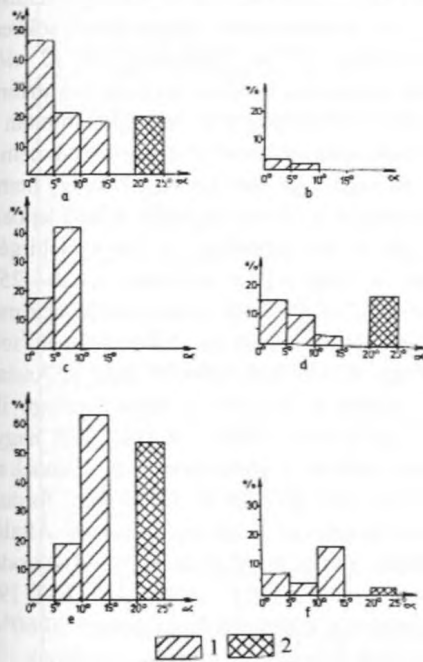
FORD, D. C.—WILLIAMS, P. 1989, BALÁZS D. 1990, és VERESS M. 1995 szerint), a következők voltak: különböző típusú és méretű vályúk, hasadékkarok (e két típus átmenetét képező hasadékvályuk) rácskarok, kürtökarok, madáritatókarok és saroknyomkarok.

## 2. Az adatfeldolgozás

a. A szelvényeknél mérhető lejtőszög értékekből 5°-os osztályközöket képeztünk. Egy-egy szelvény mentén előforduló összes karrforma abba az osztályközbe került, amelybe a szelvényt hordozó lejtő sorolható (VERESS M.—ZENTAI Z.—KOVÁCS GY. 1999). Egy osztályközbe tartozó összes karrforma darabszámát 100 %-nak tekintettük, majd kifejeztük ehhez képest a különböző

karos formák arányát %-ban, amit relatív gyakoriságnak neveztünk (2. ábra).

b. Az egyes szelvények karrformáinak iránygyakoriságát megadtuk polár koordináta rendszerben. Ezen feldolgozásból kimaradtak az Assiagói-



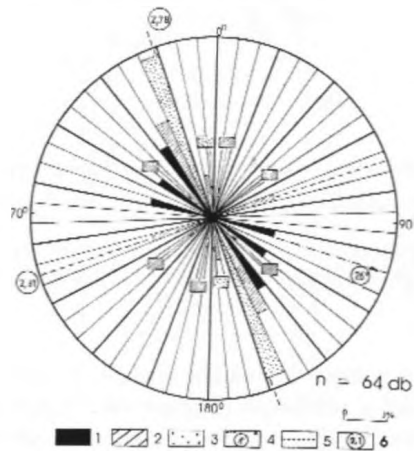
2. ábra: A különböző karrformák és a hordozó térszínnek lejtőszögének kapcsolata

Jelmagyarázat: 1. Assiagói-fennsík, 2. Totes Gebirge, Héttó-völgy, a. hasadékkarr, b. hasadékvályú, c. rácskarr, d. kürtökar, e. vályúkarr, f. madáritatókar

fennsík adatai, miután itt a karos formák irányát még nem mértük. (Természetesen helyszűke miatt az összes felmérési hely iránygyakorisági ábrájának közlésétől itt el kell tekintenünk). Egy iránygyakorisági ábrán a szelvény összes karrformájához (100%) képest kifejeztük, hogy a különböző irányú 20°-os osztályközökbe hány %-a esik a különböző karrformáknak. (Ezen ábrázolásnál a karrformák darabszáma eltér a ténylegestől, miután csak a vályúk, a hasadékok és a kürtök irányát mértük. Ezek adatszámát viszont duplázódott, miután e karrformák csapása kettő-kettő irányra adható meg.) A polár koordináta rendszerben jelöltük a hordozó térszín dőlésirányát, valamint törésirányait ill. azok sűrűségét 1 deciméterre vonatkoztatva (2, 3, 4, 5, 6, 8. ábrák).

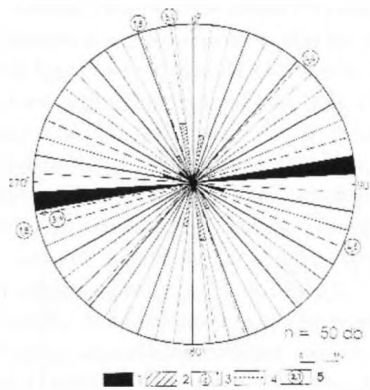
c. Szelvényenként megadtuk a fajlagos kioldódás vagy a fajlagos szélesség értékét (a D-4 jelű szelvény kivételével), valamint a karrformák sűrűségét (I. táblázat). A fajlagos kioldódást úgy képeztük, hogy az adott szelvény mentén előforduló karrformák összegzett szélességét elosztottuk a szelvény hosszával. A sűrűséget viszont úgy, hogy a szelvény mentén előforduló karrformák darabszámát osztottuk a szelvény hosszával.

Mind a fajlagos kioldódási, mind a sűrűségi adatokat karrformánként átlagoltuk és növény-övenként (fenyőöv, törpefenyőöv, növénytelen térszín) csoportosítottuk (II. táblázat).



3. ábra: A H.I.-1. jelű szelvény menti (Héttó-völgy, erdőöv) karrformák irányeloszlása

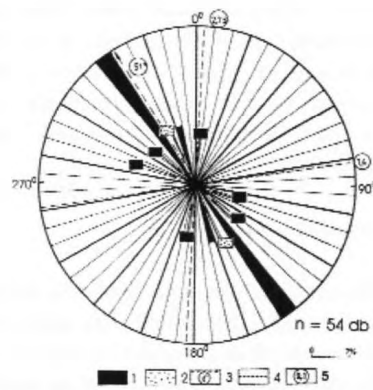
Jelmagyarázat: 1. vályú, 2. hasadékkarr, 3. kürtökar, 4. lejtésirány, lejtőszöggel, 5. törésirány, 6. törés gyakoriság (db/dm)



4. ábra. A T-1 jelű szelvény menti (Totes Gebirge törpefenyő öv) karrformák irányeloszlása

Jelmagyarázat: 1. vályú, 2. hasadékkarr, 3. lejtésirány lejtőszöggel, 4. törésirány, 5. törésgyakoriság (db/dm)

Külön csoportot képeztünk az Assiagói-fennsík szelvényeinek adataiból (II. táblázat). A különböző övekbe tartozó szelvényekre eső jellemzőbb karrformáknak, (vályú, hasadékkarr és kürtőkarr) ábrá-



6. ábra. D IV-1. szelvény menti (Dachstein, törpefenyőöv) karrformák irány eloszlásai

Jelmagyarázat: 1. falikarr, 2. kürtő, 3. lejtésirány lejtőszöggel, 4. törésirány, 5. törésgyakoriság (db/dm)

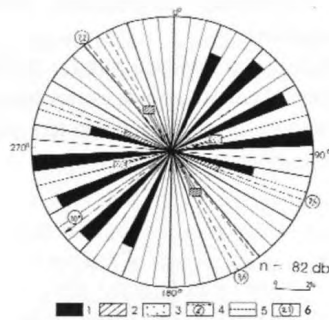
### III. Az adatok kiértékelése

#### 1. A lejtőszög hatása a karrosodásra

A lejtőszög növekedésével az Assiagói-fennsíkon a rács- és hasadékkarok részeseése csökken, a vályúk aránya, 15°-os lejtőszögig nő (2. ábra). Nagyobb lejtőszögű hordozó lejtőkön a karrformák megoszlását a fennsíkon nem vizsgáltuk, miután 15°-nál nagyobb hordozó lejtőkön a karrformák nem fordultak elő, vagy csak igen kis számban. Így nem látunk célszerűnek a 15°-nál nagyobb dőlésű lejtőkön a szelvények menti méréseket. A Totes Gebirgében, valamint a Héttó-völgy területén a 20–25°-os lejtőkön azonban a vályúk száma jelentősnek mondható. Ezen utóbbi területek karrformáinak relatív gyakorisága viszont nem vethető össze az Assiagói-fennsík adataival. Ugyanis a Totes Gebirge ill. a Héttó-völgy hordozó lejtőin — különösen nagyobb lejtőszögű lejtőkön — olyan karrformák jelennek meg, amelyek az Assiagói-fennsík lejtőin nem fordulnak elő. Ilyen formák, pl. a saroknyomkarok. Általában elmondható, mind a megfigyelések, mind az irodalmi adatok alapján (ZENTAI Z.—HORVÁTH E. T. 1995), hogy a lejtőszög növekedésével mintegy 50-60°-ig a vályúk száma (sűrűsége) a lejtőkön növekszik.

#### 2. A lejtő irányának és a törésiránynak a hatása a karrosodásra

Ha a karrformák irányeloszlását vizsgáljuk, megállapítható, hogy a hasadékkarok hasadécai főleg



5. ábra. A T-4 szelvény menti (Totes Gebirge törpefenyőöv) karrformák irány eloszlásai

Jelmagyarázat: 1. vályú, 2. hasadékkarr, 3. kürtőkarr, 4. lejtésirány lejtőszöggel, 5. törésirány, 6. törésgyakoriság (db/dm)

zoltuk a fajlagos kioldódási értékeit (9. ábra), de ábráztuk a különböző növényövekre kapott fajlagos kioldódásokat is az összes karrforma adatának felhasználásával, külön kiszámítottuk és külön megadjuk az Assiagói-fennsík adatait is (10. ábra). A fajlagos kioldódási értékeket karrformánként is megadtuk a növényövekbe sorolástól eltekintve (11. ábra) az Assiagói-fennsík fajlagos kioldódási értékeinek elhagyásával.

## Fajlagos kioldódási értékek és a karos formák sűrűsége szelvényenként

szelvény száma-hossza	hordozótérszín			hasadékkarr		rácskarr		kürtőkarr	
	magassága	lejtőszöge	darab	f.sz. (cm/m)	s (db/m)	f.sz. (cm/m)	s (db/m)	f.sz. (cm/m)	s (db/m)
H I.2.	1695	24°	41	29,76	0,84	-	-	6,88	0,36
H L/1.	1715	26°	36	9,72	0,52	-	-	8,88	0,4
H L/3	1695		34	21,94	0,87	-	-	4,5	0,25
H II/1	1776	28°	44	6,00	0,56	-	-	6,00	0,32
H II/2	1776	28°	32	4,07	0,33	-	-	10,13	0,47
T. 4.	1800-1900*	10°	27	2,45	0,16	-	-	2,78	0,08
T 5	1800-1900*	15°	44	-	-	-	-	0,8	0,04
T 3	1900-2000*	20°	15	13,89	1,67	-	-	-	-
T 2	1900-2000*	30°	39	2,08	0,19	-	-	5,33	0,24
T 1	1900-2000*	31°	27	4,93	0,64	-	-	5,0	0,29
D I/1	1630		35	5,81	0,13	0,81	0,18	0,68	0,04
D II/1	1820	17°	31	1,85	0,2	-	-	2,75	0,2
D III/1	2051	21°	35	4,44	0,4	-	-	-	-
H III.2.	2090	4°	16	19,67	0,83	-	-	7,22	0,06
H III.1.	2098	8°	20	-	-	-	-	-	-
H IV.1.	1900-2100*	25°	32	-	-	-	-	4,35	0,15
A I/6	2055	0°	37	3,16	0,2	11	1	0,8	0,04
A I/2	2055	4°	45	9,48	0,28	10,52	0,72	4,44	0,36
A I/7	2055	4°	37	15,56	0,2	13,12	0,64	2,67	0,2
A I/1	2055	5°	37	7,3	0,22	20,18	1,04	3,18	0,31
A I/3	2055	6°	66	15,08	0,68	30,6	1,56	2,12	0,24
A I/5	2055	10°	37	8,36	0,28	14,36	0,68	0,8	0,04
A I/4	2055	15°	37	13,04	0,29	-	-	0,37	0,04
A II/2	2061	0°	63	42,16	2,08	1,4	0,08	1,48	0,16
A II/3	2061	0°	48	18	0,72	3,96	0,28	6,8	0,28
A II/4	2061	0°	34	19	0,76	-	-	12,6	0,36
A II/1	2061	4°	43	14,24	0,4	4,28	0,4	1,08	0,08

I/b táblázat

szelvény száma-hossza	vályú		madáritató		saroknyom		összes	
	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)
H I.2.	5,32	0,44	-	-	-	-	43,28	1,64
H L/1.	5,4	0,4	3,56	0,12	-	-	27,56	1,48
H L/3	11,44	0,25	4,5	0,25	-	-	40,56	2,19
H II/1	25,52	2,4	-	-	-	-	37,52	3,28
H II/2	16,47	0,86	0,73	0,07	-	-	32,93	2,27
T. 4.	25,47	1,55	8,00	0,12	5,27	0,29	43,96	2,20
T 5	31,64	1,64	-	-	27,0	0,08	33,52	1,76
T 3	13,22	0,67	-	-	-	-	27,11	1,78
T 2	15,47	1,04	-	-	3,68	0,38	26,56	1,84
T 1	15,64	1,0	-	-	-	-	25,57	1,93
D I/1	21,5	1,09	-	-	0,81	0,18	29,63	1,59
D II/1	20,75	1,15	-	-	-	-	25,35	1,55
D III/1	15,85	0,77	1,29	0,11	-	-	21,58	1,3
H III.2.	-	-	-	-	-	-	26,89	0,89
H III.1.	14,90	0,97	-	-	6,62	0,41	21,52	1,38
H IV.1.	13,50	1,4	-	-	1,0	0,05	18,85	1,6
A I/6	1,88	0,08	2,4	0,16	-	-	19,24	1,48
A I/2	5,2	0,4	0,32	0,04	-	-	37,96	1,8
A I/7	1,8	0,08	1	0,04	-	-	34,24	1,48
A I/1	2,77	0,22	0,86	0,09	-	-	34,36	1,9
A I/3	3,12	0,12	3,2	0,04	-	-	54,12	2,64
A I/5	5,96	0,48	-	-	-	-	29,48	1,48
A I/4	16,25	1	11,16	0,25	-	-	40,83	1,58
A II/2	2,24	0,2	-	-	-	-	47,28	2,52
A II/3	9,32	0,4	4,64	0,24	-	-	42,84	1,92
A II/4	-	-	5,12	0,24	-	-	36,72	1,36
A II/1	15,32	0,72	7,4	0,12	-	-	42,32	1,72

Megjegyzés\* térképről

f.sz.: fajlagos kioldódás, az átlagosan 1 méterre jutó összkieldódás

s: sűrűség, 1 méterre jutó valamely karrforma átlagos darabszáma; H: Héttó-völgy; T: Totes Gebirge; D: Dachstein; A: Assiágói-fennsík

A különböző magasságú térszinek fajlagos kioldódási értékei dachsteini szelvények nélkül (a) és dachsteini (b) szelvények felhasználásával és a karros formák sűrűsége

szelvény azonosítási jele	szelvény-szám	magasság (m)	lejtőszög	növényöv	talajborítottság	vályú		hasadékkarr	
						f.sz. (cm/m)	sűrűség (db/m)	f.sz. (cm/m)	sűrűség (db/m)
H I-II	5	1731	26,5°	fenyő	részleges	12,83	0,87	14,3	0,62
T 1-5	5	1800-2000**	21,2°	törpefenyő	részleges	20,29	1,18	4,67	0,53
H III-IV	3	2000-2100	12,33°	növényte-len	nincs	9,47	0,79	6,5 (?)	0,28
Fenti szelvények átlagából	-	-	-	-	-	14,20	0,95	8,49	0,48
A I-II	11	2000-2100	4,36°	törpefenyő	részleges	6,0	0,34	12,57***	0,64***

II/a2. táblázat

szelvény azonosítási jele	kürtökarr		saroknyomkarr		madáritató		összes	
	f.sz. (cm/m)	sűrűség (db/m)	f.sz. (cm/m)	sűrűség (db/m)	f.sz. (cm/m)	sűrűség (db/m)	f.sz. (cm/m)	sűrűség (db/m)
H I-II	7,28	0,36	-	-	1,76	0,09	36,37	2,17
T 1-5	2,78	0,13	7,19	0,15	2,00	0,02	31,34	1,90
H III-IV	3,86	0,10	2,54	0,15	-	-	22,42	1,29
fenti szelvények átlagából	4,64	0,197	3,24	0,1	1,25	0,04	30,04	1,79
A I-II	3,77	0,2	-	-	9,15	1,12	39,02	1,82

Megjegyzés:  
\* 4 adatból \*\* térképről \*\*\* rácskarral együtt

II/b1. táblázat

szelvény azonosítási jele	szelvény-szám	magasság (m)	lejtőszög	növényöv	talajborítottság	vályú		hasadékkarr	
						f.sz. (cm/m)	sűrűség (db/m)	f.sz. (cm/m)	sűrűség (db/m)
H I-II D I.1.	6	1680	26,5°*	fenyő	részleges	14,27	0,91	13,02***	0,57***
T 1-5 D II.1.	6	1800-2000***	20,5°	törpefenyő	részleges	20,36	1,17	4,20	0,48
H III 1-2 H IV 1. D III.1.	4	2000-2100	14,5°	növénytelen	nincs	11,06	0,78	6,03	0,31
fenti szelvények átlagából	-	-	-	-	-	15,23	0,95	7,75	0,45
A I-II	11	2000-2100	4,36°	törpefenyő	részleges	6,0	0,34	12,57***	0,64

II/b2. táblázat

szelvény azonosítási jele	kürtökarr		saroknyomkarr		madáritató		összes	
	f.sz. (cm/m)	sűrűség (db/m)	f.sz. (cm/m)	sűrűség (db/m)	f.sz. (cm/m)	sűrűség (db/m)	f.sz. (cm/m)	sűrűség (db/m)
H I-II D I.1.	6,18	0,31	0,13	0,02	1,46	0,07	35,25	2,07
T 1-5 D II.1.	2,78	0,14	5,99	0,12	1,33	0,02	30,34	1,84
H III 1-2 H IV 1. D III.1.	2,89	0,05	1,91	0,11	0,32	0,03	22,21	1,29
fenti szelvények átlagából	3,95	0,17	2,68	0,08	1,04	0,04	29,27	1,73
A I-II	3,77	0,19	-	-	9,15	1,12	39,02	1,82

Megjegyzés:  
\* öt adatból \*\* rácskarral együtt \*\*\* térképről

f.sz. fajlagos kioldódás, az átlagosan 1 méterre jutó összkieldódás

H: Héttő-völgy

T: Totes Gebirge

D: Dachstein

A: Assiágoi-fennsík

csapásirányú törések mentén alakultak ki. Kisebb mennyiségben a lejtő csapásirányától eltérő irányú hasadékok is előfordulnak. Pl. kis dőlésű lejtőn kizárólag dőlésirányú törések mentén képződnek hasadékok (8. ábra). A hasadékok, de a kürtők is elsősorban azon irány(ok) mentén képződnek, amely(ek) mentén a töréssűrűség a nagyobb. Megfigyelhető az is, hogy ha a törések különböző irányúak, akkor a hasadékirányok jobban szóródnak. Tapasztható azonban az is, hogy ha a hasadékok változatos irányokba képződnek, akkor egyes hasadékok törésektől függetlenül is kialakulhatnak.

Feltűnő, hogy a vályúk iránya a törések irányával sohasem egyezik meg. Utóbbiak irányát a lejtő dőlésiránya szabja meg, bár irányuk a lejtő dőlésirányához képest jelentősen szóródhat. Kétségtelen, a legnagyobb a vályúgyakoriság dőlésirányban. Valószínűnek látszik, minél nagyobb a lejtőszög, annál kisebb a vályú-irányok eltérése a hordozó térszín dőlésirányától. Ez bizonyára arra vezethető vissza, hogy a lejtőszög növekedése miatt a vízlefolyás — amely mentén, ill. alatt a vályú kioldódik — iránya egyre inkább követi a lejtésirányt.

### 3. A fajlagos kioldódás (fajlagos szélesség) a különböző növényekben

A szelvények mentén mérhető fajlagos kioldódási értékek 18—48 cm/m (az Assiagói-fennsík adatait is figyelembe véve a fajlagos kioldódás maximális értéke 54 cm/m) közé esnek. Megfigyelhető, hogy a fajlagos kioldódás a magasság növekedésével egyre kisebb. Amíg a fajlagos kioldódás a fenyőövben 35 cm/m, a törpefenyőövben 30 cm/m, a növénytelen felszíneken (2000—2100 m között) 22 cm/m. Ugyancsak kisebb lesz nagyobb magasságokban a karrformák darabszáma is, ami arra utal, hogy nem az egyes karrformák szélessége, hanem sűrűsége csökken a tengerszint feletti magasság növekedésével (9., 10. ábrák, I. táblázat). Mindez a talajban keletkezett CO<sub>2</sub> mennyiségének csökkenésére vezethető vissza.

Már utaltunk arra, hogy a fenyőövbe, vagy a törpefenyőövbe eső szelvények hordozó területe is növénytelen, de környezetük nem. Tehát a fenyőövbe vagy a törpefenyőövbe tartozó szelvények területe talajjal fedett környezetükből vizet kaphatott, vagy kaphat. A fentebb említett adatok azonban azt mutatják, hogy a fajlagos kioldódás a törpefenyőövben alig módosul a fenyőövhöz képest (I.,

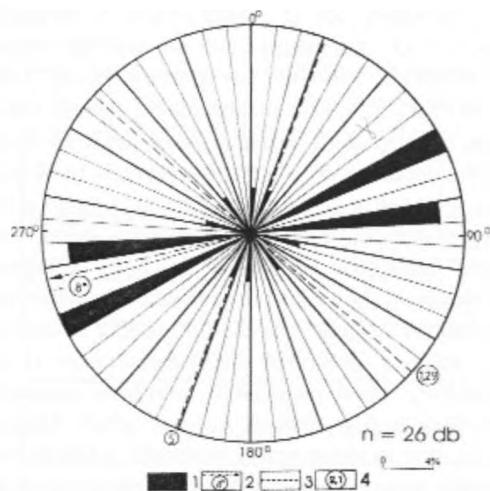
II.a. táblázat). Ez az utóbbi övben a viszonylag magas CO<sub>2</sub> jelenlétére utal. A mérések szerint (MARIKO, S.—BEKKU L.—ZUPANCIS, M. 1989, KÖRNER, C. 1999) a törpefenyőt befedő hónap igen magas a CO<sub>2</sub>-tartalma akkor, ha a hó tömörödik. Ugyanis a hó alatt a fotoszintézis lecsökken, míg a légzés nem, a keletkezett CO<sub>2</sub> viszont a részleges olvadás miatt összetömörödő hóból nem képes eltávozni. Feltűnő az is, hogy a teljesen növénytelen (talajtalan) térszíneken még felére sem csökken le a fajlagos kioldódás mértéke a fenyőövbeli fajlagos kioldódási értékekhez képest. (E kis különbség annál meglepőbb, miután a magasabb térszín karrosodásának kezdete jóval fiatalabb lehet, mint az alacsonyabb területeké, a jégelborítás későbbi megszűnése következtében.) A növénytelen övben a viszonylag magas fajlagos kioldódás értékeknek az alábbi okai lehetnek.

- A fenyő ill. törpefenyő öv számos olyan térszínén is mértünk, amelyek felett nincs talajjal borított térszín és így a kioldódás e helyeken kisebb. Ez a teljes övre jellemző fajlagos kioldódási értéket csökkenti.

- A karrosodó térszíneken végbemenő oldódás csak részben nyilvánul meg forma képződésben. Az oldódási potenciál egy része e helyeken felületi leoldódásra használódik fel.

A növénytelen zónában a hóval boritottság miatt még kevés CO<sub>2</sub> mellett is intenzív az oldódás. (Ennek oka lehet, pl. a hókristályok közé levegő és CO<sub>2</sub> „szorul be” a hó olvadási tömörödése miatt, a hó lassabban olvad, mint az alacsonyabb magasságú térszíneken, ami megnöveli az oldódási időtartamot.)

Szokatlanul magas a fajlagos kioldódás az Assiagói-fennsík annak ellenére, hogy a mintaterületek itt 2000 m tengerszint feletti magasságúak (I. táblázat, 9, 10. ábra). E magas fajlagos kioldódási értékek részben arra vezethetők vissza, hogy az Assiagói-fennsík az Alpok déli oldalán helyezkedik el. Ezért az assiagói mintaterületek — nagy magasságuk ellenére is — a törpefenyőövbe esnek. A hegység északi területein húzódó törpefenyőöv mintaterületeihez (Totes Gebirge törpefenyőöve) képest is nagyobb azonban a fajlagos kioldódás (II. táblázat). Ez viszont valószínűleg a lejtőszöggel magyarázható. Ugyanis az Assiagói-fennsík mintaterületeinek a lejtőszögei a legkisebbek. Ugyanakkor viszont minél nagyobb valamely hordozó terület lejtőszöge, akkor ott annál kisebb a fajlagos kioldódás.



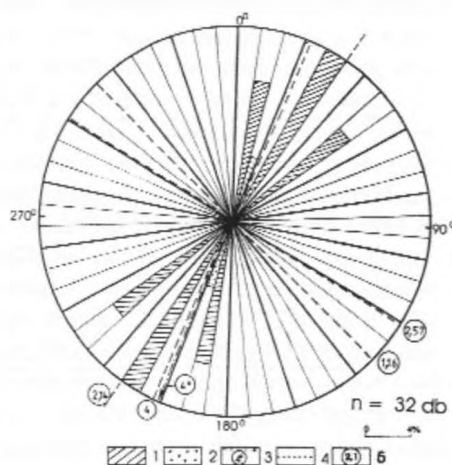
7. ábra. H III.-1. szelvény menti (Héttó-völgy növénytelen öv) karrformák irány eloszlásai

Jelmagyarázat: 1. vályú, 2. lejtésirány lejtőszöggel, 3. törésirány, 4. törésgyakoriság (db/dm)

Ha az egyes karrformák által képviselt fajlagos kioldódási értékek átlagát tekintjük a három övre (az Assiagói adatok nélkül), s akkor azt tapasztaljuk, hogy a vályú és hasadékkarok annak közel 80%-t teszik ki. A kürtő, saroknyom és madáritató formák által képviselt fajlagos kioldódás mintegy 20%. Tehát ha a magashegységi felszínek leoldódását a formakincs felől vizsgáljuk, akkor megállapítható, hogy az oldódás során elsősorban vályúk és hasadékok képződnek (11. ábra).

#### IV. Következtetések

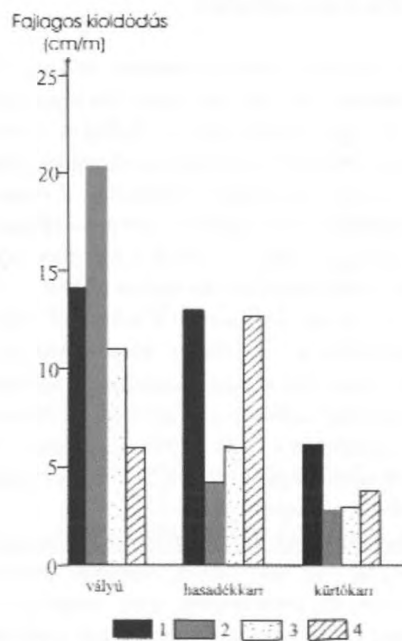
- Az Assiagói-fennsíkon a lejtőszög növekedésével a rács- és hasadékkarok részeseződése csökken, a vályúké 15°-os lejtőszögig nő.
- A hasadékkarok törések mentén képződnek, de több törésirány esetén azon irány mentén, ahol a töréssűrűség nagyobb.
- A fajlagos kioldódás értéke nagyobb magasságokban kisebb. Ez nem meglepő, hiszen a magasság növekedésével a talajban keletkezett CO<sub>2</sub> mennyisége is kevesebb. Az viszont igen, hogy a fajlagos kioldódás értéke nem lesz számottevő mértékben kisebb. A növénytelen tér-színek fajlagos kioldódása a fenyőöv fajlagos kioldódásának mintegy 60%-a. Fenyőövben a fajlagos kioldódás 35 cm/m, törpefenyőövben 30 cm/m, a növénytelen felszíneken 22 cm/m. (Ezt nem a karrformák



8. ábra. H III.-2. szelvény menti (Héttó-völgy növénytelen öv) karrformák irány eloszlásai

Jelmagyarázat: 1. hasadékkarr, 2. kürtőkarr, 3. lejtésirány lejtőszöggel, 4. törésirány, 5. törésgyakoriság (db/dm)

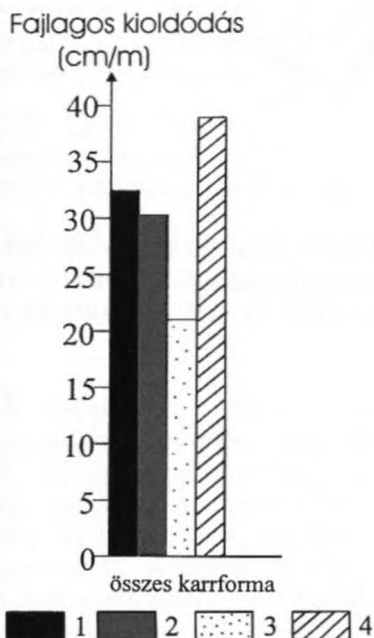
méretének, hanem sűrűségének a csökkenése okozza az egyre nagyobb magasságokban.) A fajlagos kioldódásnak ezen viszonylagosan kismértékű csökkenése a hó alatti disszimiláció-



9. ábra. Fajlagos kioldódás a különböző növényövekben karrformánként

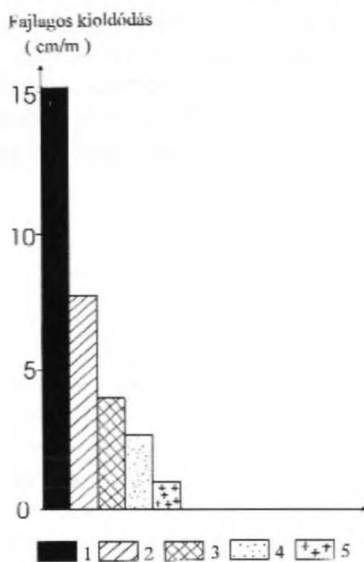
Jelmagyarázat: 1. fenyőöv, 2. törpefenyőöv, 3. növénytelen (1-2-3 Héttó-völgy, Totes-Gebirge, Dachstein) 4. törpefenyőöv (Assiagói-fennsík)





10. ábra. Összesített fajlagos kioldódás a különböző növényövekben

Jelmagyarázat: 1 fenyőöv, 2. törpefenyőöv, 3. növénytelen (1-2-3 Héttő-völgy, Totes-Gebirge, Dachstein) 4. törpefenyőöv (Assiagói-fennsík)



11. ábra: Összesített fajlagos kioldódás a különböző növényövekben karrformánként a héttő-völgyi, a totesgebirgei, a dachsteini szelvények felhasználásával

Jelmagyarázat: 1. vályú, 2. hasadékkarr, 3. kürtőkarr, 4. saroknyomkarr, 5. madáritatókarr

val (törpefenyőöv), ill. a hó hosszú időtartamú olvadásával (növénytelen térszín) magyarázható.

- Feltűnően magas a fajlagos kioldódás értéke az Assiagói-fennsíkon. Ez a fennsík déli kitettségére és a hordozó térszínnek kicsi lejtőszögére vezethető vissza.

- A fajlagos leoldódás 80%-át a vályúk és hasadékkarrok adják. Tehát az Alpok karszterületein a karrosodás során elsősorban e két karrforma képződik.

## IRODALOM

BALÁZS D. (1990): Karrformák — karregyüttesek — Karszt és Barlang II. p. 117—126.

BÖGLI, A. (1961): Karrentische, eir Beitrag zur Karstmorphologie — Z. Geomorp. 5. p. 185—193.

BÖGLI, A. (1976): Die wichtigsten Karrenformen der Kalkalpen — In: Karst Processes and Relevant Landforms. ISU Commission on Karst Denudation, Ljubljana p. 141—149.

CROWTHER, J. (1996): Roughness (mm-scale) of Limestone Surface: Examples from Coastal and Sub-arial Karren Features in Mallorca — In: Fornos, I. J.—Gines Á. (szerk.): Karren Landforms, p. 149—158., Universitat des les Illes Balears, Palma de Mallorca

CUCCHI, F.—Forti, F.—Marinetti, E. (1996): Surface Degradation of Carbonate Rocks in the Karst of Trieste (Classical Karst, Italy) — In: Fornos, I. J.—Gines Á. (szerk.): Karren Landforms, p. 41—51, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca

DELANNOY, J. (1986): Carte Géomorphologique du Massif du Vercors, (Alpes, France) — Institut de Géographie Alpine, Grenoble

FORD, D. C.—Williams, P. (1989): Karst Geomorphology and Hidrology — Unwin, Hyman, London

GLEW, J. R.—Ford, D. C. (1980): A Simulation Study of the Development of Rillenkarren — Earth Surface Processes 5. p. 25—36.

GINES, Á. (1996): Quantative Data as a Base for the Morphometrical Definition of Rillenkarren Features, Found on Limestones. In: Fornos, I. J.—Gines Á. (szerk.): Karren Landforms, p. 297—334, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca

IZÁPY G.—MAUCHA L. (2000): A magyarországi karsztos denudáció sebességének becslése — Karsztfelődés V. Szombathely, p. 7—20.

JENNINGS, J. N. (1985): Karst Geomorphology — Basil Blackwell, Oxford

KEVEINÉ BÁRÁNY I.—ZSENI A. (2000): Különleges karrmezők (mészakőjárdák) Angliában, a talaj szerepe ezek fejlődésében — Karsztfelődés V., BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, (megj. alatt)

KÖRNER, C. (1999): Alpine Plant Life — Flunctional

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 društava Jugoslavije Ljubljana, p. 15—22.

LUC, PERRITAZ, (1996): Luc Ait Abdi Plateau (Central High Atlas Mountains, Morocco): Karst Features in a Semi-arid Mountain — In: Fornos, I. J.—Gines, Á. (szerk.): *Karren Landforms* p. 99—109. Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca

MARIKO, S.—BEKKU, L.—ZUPANCIS, M. (1989): Efflux of Carbon Dioxide from Snow Covered Forest Floors — *Ecological Research*, 9. p. 343—350.

MOTTERSHEAD, D. N. (1996): Some Morphological Properties of Solutional Flutes (Rillenkarren) at Lluc, Mallorca — In: Fornos, I. J.—Gines, Á. (szerk.): *Karren Landforms*, p. 225—237, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca

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. p. 319—356.

SMART, P. L.—WHITAKER, F. F. (1996): Development of Karren Landform Assemblages — a Case Study from Son Marc, Mallorca — In: Fornos, I. J.—Gines, Á. (szerk.): *Karren Landforms*, p. 111—122. Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca

VERESS M. (1995): Karros folyamatok és formák rendszerezése Totes Gebirge-i példák alapján - *Karsztfejlődés I. (Totes Gebirge karrjai)* Pazu Kiadó, Szombathely, p. 7—30

VERESS M.—NACSA T. (1998): Karr tanu- és sziget-hegyek — *Karsztfejlődés II. BDTF, Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely*, p. 99-123.

VERESS M.—ZENTAI Z.—KOVÁCS Gy. (1999): Adalékok az Assiagói-fennsík karrosodásához — *Karsztfejlődés III. BDTF, Természetföldrajzi Tanszék,*

Szombathely, p. 7—17.

WHITE, B. W. (1988): *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains* — Oxford University Press, New York, Oxford

ZENTAI Z.—HORVÁTH E. T. (1995): Totes-hegységi lejtőkarrok morfológiai vizsgálatának eredményei — *Karsztfejlődés I. (Totes Gebirge karrjai)* p. 79—87.

### QUANTITY AND QUALITY OF THE HIGH MOUNTAIN KARREN FORMATIONS DEVELOPING IN THE DIFFERENT PLANT ZONES

We measured different characteristics of various karren forms and those of the bearing slopes of different karst areas of the Alps along lines. We could establish the following fact if the degree of the slope increases then the proportion of the grikes will decrease, still the proportion of the rinnen will increase. Griekarren develop along cracks, still rinnen form down-dip. The specific dissolution (specific width) is 35 cm/m in pine-zone, 30 cm/m in dwarfpine-zone, 22 cm/m on surfaces without plant. The cause of it is that the quantity of the CO<sub>2</sub> which develops in the soil decreases. But the decreasing of the specific dissolutional degree is smaller than what we may estimate. We can explain it with the dissimilation in the snow by the dwarfpine, farther with long-term dissolution on surfaces without plant. Griekarren and rinnenkarren are dominant of the investigated areas. The specific dissolution of these two kinds of karren forms gives 80 percent of the total specific dissolution.