

NÖVÉNYFOLT ALATTI ÉS NÖVÉNYZETMENTES LEJTŐK KARROSODÁSÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA TOTES GEBIRGEI PÉLDÁK ALAPJÁN

VERESS MÁRTON-DEÁK GYÖRGY–CZÖPEK ISTVÁN

Berzsenyi Dániel Főiskola, Földrajz és Környezettudományi Intézet, 9700
Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4. vmarton@bdf.hu, czopy@bdf.hu

Abstract: We examined the influence of the plants on the karren formation of the slopes. We compared cross-sections areas of the rinnen (product of width of rinn and depth of rinn) and relative width of rinnen (the quotient of width of rinn and depth of rinn) on slopes with dwarfpines on slopes with herbaceous plants and on bare slopes. There are dwarfpines on the upper margin of a slope with dwarfpines, while there are herbaceous plants on the upper margin of a slope with herbaceous plants. We measured width and depth of the rinnen on karren slopes of the dwarfpine zone of the Totes Gebirge. We could establish that the cross-sections areas of the rinnen are the greatest on the slopes with dwarfpines and the smallest on bare slopes. The relative width of the rinnen are the smallest on the slopes with dwarfpines and those are the greatest on bare slopes. We can explain this with the fact that the snow cover on the dwarfpines contains CO₂ in a high level which is due to the dissimilation processes of dwarfpines. The relative width of rinnen decreases (hence depth of the rinnen can increase) as slope angle decreases on bare slopes and on slopes with dwarfpines. We explain the decrease of the relative width of rinnen with faster water current. Value of the relative width of rinnen increases with the increase of the slopes angle on slopes with herbaceous plants. The reason for this is the following: less soil is transported from the rinnen on slopes with smaller slope angle than from those on slopes of greater slope angle. Therefore rinnen of smaller slope angle can deepen more quickly because dissolution is be more intensive under soil than on non-soil surface where the rinnen are on slopes with greater slope angle. The water current can be slower at the bottom of the rinnen where the slope angle is smaller too. The period of dissolution increases under the soil patches. It will help the rinnen to deepen as well. If the angle of slopes with herbaceous plant is less than 39° the dissolutional intensity of the rock is the same as that of bare slopes with slope angle more than 39°. If the angle of slopes with herbaceous plant is less than 28°, the dissolutional intensity is similar to the dissolutional intensity of slopes with dwarfpines with slope angle more than 28°.

1. Bevezetés

A talajnak és a növényzetnek a karrosodásban is fontos szerepet tulajdonítanak. A talajhatást (amelybe tágan értelmezve a talajban keletkezett CO₂ által kifejtett oldóhatás mellett a gyökerek által termelt szerves savak is beletartoznak) vizsgáló kutatók sorából említhető HUGHES (1901), SYERS (1964), JONES (1965), WILLIAMS (1966), JAKUCS (1971), TRUDGILL (1975, 1976, 1983, 1985), ZSENI-KEVEINÉ BÁRÁNY (2000), ZÁMBÓ-TELBISZ (2000), SZUNYOGH (1999), VERESS (2003), ZSENI (2004).

E tanulmányban közzétett vizsgálataink célja, hogy a talaj ill. a növényzet, vagy annak hiánya magashegységben adott magasságban (növényövben) a lejtők karrosodására milyen hatással van.

I. táblázat
Table I.

Szelvény menti karros formák főbb paraméterei (Totes Gebirge, Pühringer-ház környéke)
Main parameters of karren forms which occur along line (Totes Gebirge, near Pürriingen-House)

szelvény jele	fajlagos szélesség [cm/m]		sűrűség [db/m]		átlagos mélység [dm]	átlagos szélesség [cm]	fajlagos keresztmetszet-terület [dm ² /m]	átlagos terület [dm ² /db]	átlagos relatív szélesség	magasság [m]	lejtő minősítése	szelvény hossza [m]	lejtés iránya	lejtőszög	távolsága a hordozó lejtő felső peremétől
I. terület															
T-1(2005)	35,71	16	2	0,71	8,6	22,4	1,66	2,32	3,41 (2,56)	1743	növénytelen	7,0	346°	12 °; 15 °	?
T-2(2005)	80,28	-	18,89	-	1 cm alatt					1748	növénytelen	1,8	198°	65°	0,5
T-3(2005)	47,33	39,33	3,83	3,17	7,42	12,42	3,55	1,12	2,28	1750	növénytelen	6,0	3°	28°	?
T-4(2005)	48,12	37,5	1,25	1,12	39,11	33,33	24,11	21,43	1,17	1754	törpefenyő	8,0	0°	27°	2,5
T-5(2005)	35,51	14,30	1,87	0,56	3,18	25,5	7,46	13,30	1,03 (0,67)	1754	törpefenyő	10,7	90°	38°	2,25
T-6(2005)	35,56	35,56	2,89	2,89	1,18	12,31	4,98	1,72	1,22	1751	növénytelen	4,50	324°	50°	2,6 (2,5)
II. terület															
T-7(2005)	27,09	15,91	1,55	0,91	1,52	17,5	3,40	3,74	1,93 (1,29)	1700	törpefenyő	11,0	144°	25°	6,5
T-8(2005)	26,32	26,32	1,58	1,58	1,67	16,67	5,43	3,44	1,16	1700	lágyszárú, törpefűz	5,7	150°	15°	6,0
T-9(2005)	34,23	23,08	3,46	2,5	0,63	9,23	1,47	0,59	1,67	1700	növénytelen	5,2	150°	20°	2,6
T-10(2005)	38,5	36,83	3,0	2,83	1,74	13,0	8,68	3,06	1,06 (1,03)	1700	törpefenyő	12,0	156°	30°	2,9
T-11(2005)	44,83	42,17	3,33	3,17	0,62	13,32	2,79	0,88	3,23	1700	növénytelen	6,0	156°	35°	2,5
T-15(2005)	34,2	31,6	1,8	1,7	2,38	18,59	8,43	4,96	0,89	1698	törpefenyő	10,0	144°	35°	3,1
T-16A(2005)	43,11	22,96	3,26	1,48	0,74	15,5	2,11	1,42	2,97 (2,36) ¹	1697	növénytelen	6,75	138°	30°	0,8
T-16B(2005)	25,22	22,69	2,54	2,39	0,66	9,5	1,68	0,70	1,85	1697	növénytelen	6,7	156°	35°	2,7
T-16C(2005)	30,00	28,03	2,42	2,27	0,61	12,33	1,72	0,76	2,99 (2,81) ¹	1697	növénytelen	6,6	150°	25°	4,6
T-16D(2005)	35,84	35,84	1,39	1,39	2,67	25,86	12,13	8,75	1,22	1697	növénytelen	5,05	126°	35°	6,5
T-15A(2005)	34,51	34,51	1,86	1,86	1,84	18,53	7,46	4,00	1,29	1698	törpefenyő	10,2	156°	31°	1,2
	26,18	26,18	1,37	1,37	2,06	19,07	6,48	4,72	1,02						
T-15B(2005)	24,1	21,67	1,2	0,9	1,73	21,67	5,49	6,10	1,43	1698	törpefenyő	10,0	?	?	5,0
III. terület															

szelvény jele	fajlagos szélesség [cm/m]		sűrűség [db/m]		átlagos mélység [dm]	átlagos szélesség [cm]	fajlagos keresztmetszet-terület [dm ² /m]	átlagos terület [dm ² /db]	átlagos relatív szélesség	magasság [m]	lejtő minősítése	szelvény hossza [m]	lejtés iránya	lejtőszög	távolsága a hordozó lejtő felső peremétől
T-12(2005)	43,89	43,89	1,85	1,85	1,92	23,7	10,69	5,77	1,37	1680	lágyszárú	5,4	114°	26°	1,3
T-13/A(2005)	49,67	36,0	2,67	2,0	1,08	18,0	5,15	2,58	2,12 (1,88)	1678	lágyszárú	3,0	78°	44°	1,0
T-13/B(2005)	37,95	30,68	2,04	1,82	1,22	16,87	4,70	2,59	1,84 (1,70)	1678	lágyszárú	4,4	6°	47°	2,1
T-14(2005)	51,56 45,62	46,25 40,31	5,0 4,06	4,69 3,75	0,92 1,11	9,87 10,75	5,65 5,54	1,20 1,47	1,75 1,19	1684	növénytelen	3,2	84°	45°	2,25
T-17(2005)	40,89	38,03	2,86	2,68	2,57	14,2	13,36	4,99	0,88 (0,92)	1702	törpefenyő	5,6	162°	25°	1,9

Megjegyzés:

- f.sz. és sűrűség: első adat összes formára, második adat csak vályúra,
- zárójelbe tett szám: hasadékok adataival is számolt alak,
- a T-15/A (2005) -nél és a T-14 (2005) -nél a második sor adataival történik a további számolás,
- T-14 (2005) -nél a második sor adatai a 4,8,15 sorszámú vályúk nélkül,
- ¹ hasadékok iránya ismeretlen (a hasadék adatot azonban nem kell figyelembe venni, miután a hasadékok az egymás alatti szelvényekben nem ismétlődnek, tehát nem lejtésirányúak),
- azok a hasadékok kerültek beszámításba az alak kiszámításánál, ahol a lejtésirány és hasadékirány különbsége 45°-nál kisebb.

Notice:

- f.sz. and density: the first column of data contains values of the altogether karren forms, the second column of data contains values of the rinnens,
- the number in the paranthesis: the shape was calculated with the shape of the grikes,
- at the T-15/A (2005) and at T-14 (2005) we used the data in the second row for further counting,
- at T-14 (2005) we calculated the data of the second row without number 4, 8, 15 rinnens,
- ¹We do not know the direction of the grikes (but the data of the grikes need not to be taken into account because a grike does not appear in the different lines, hence its direction discordant with the angle of the slope),
- we used the data of the grikes, when we calculated shape where the difference is less than 45° between the angle of the slope and the direction of the grike.

Az Alpok különböző karszterületein, több éven keresztül eltérő környezetekben (fenyő-, törpefenyő-, növénytelen öv) szelvények mentén mértük a különböző karrformák néhány jellemzőjét (VERESS et al. 2001, VERESS 2003, 2004). A fenti környezetekben (amelyek különböző magasságú térszíneknek felelnek meg) elsősorban a fajlagos szélességnek (ld. alább) és a sűrűségnek az eloszlását vizsgáltuk egy-egy szelvény mentén az összes karrformára ill. karrformánként. A kapott eredmények azt mutatják, hogy a karrformák fajlagos szélessége és sűrűsége a magasság növekedésével, ill. a növényzet változásával csökken. Az átlagos fajlagos szélesség fenyőövben (magasság 1600-1780 m) 35 cm/m, törpefenyőövben (magasság 1800-2000 m) 31 cm/m, míg a növénytelen térszíneken (1900-2100 m közötti magasságokban) 22 cm/m. Adataink szerint hazai, vagy mediterrán talajalatti karrokon a fajlagos szélességek 41,0-54,49 cm/m közötti értékeket mutatnak (VERESS 2003). Látható az Alpokban, hogy a fajlagos szélesség csökkenése a magasság növekedésével, tehát a talajelborítás csökkenése ellenére sem számottevő. Ennek két oka is lehet, amelyek az alábbiak.

- Törpefenyőövben a hóval elfedett törpefenyő disszimilációja során a hóban megnő a CO₂ mennyisége (MARIKO et al. 1994, KÖRNER 1999), amely megnöveli az olvadékvizek oldóképességét.

- Nagyobb magasságokban a hó nagyobb mennyisége és hosszabb időtartamú olvadása miatt nő az oldódás időtartama.

A fentebb említett okok miatt bekövetkező oldóhatás növekedés részben semlegesíti azt az oldóhatás csökkenést, amely a talaj részleges vagy teljes hiánya, ill. a talajélet rövidebb időtartamú aktivitása miatt következik be a nagyobb magasságokban.

Hogy a törpefenyős környezetnek a karrosodásra gyakorolt közvetett hatását kimutassuk a törpefenyőövben, egymás melletti térszínek törpefenyős-, lágyszárú növényzetű- valamint növénytelen lejtőin szelvények mentén mértük a karros formáknak és a hordozó lejtőknek az adatait (I. táblázat).

A szelvényeket egy a Pühringer-turistaházhoz is magába foglaló ÉK-DNy-i irányú gleccservölgyben és ennek egy ÉNy-DK-i irányú mellékvölgyében vettük fel (2. ábra). A gleccservölgy alacsonyabb és magasabb talpú részletekre különül. D-i lejtője meredekebb, ahol a mészkövet kovaréteg betelepülések szakítják meg. Itt a sziklalejtő főleg kovatörmeléből és mészkő omladékból álló lankásabb lejtőrészletben folytatódik. A völgytalpakon, de részben az É-i völgyajtón is a déli irányba dőlő rétegek rétegfejei ÉK-DNy-i irányú réteglépcsők sorozatát hozzák létre mind a fővölgyben, mind a mellékvölgyben. A réteglépcsők különösen az I. és a II. jelű területen jellegzetesek. A réteglépcsők É-i, rétegfejes oldala meredek, D-i réteglá-

egy növénytelen típusú lejtő karrosodását módosítaná, ha vizet kaphatna, pl. egy másik törpefenyős felszínrészletről. A várhatótól eltérő lenne a törpefenyős lejtő karrosodása is, ha növénytelen, vagy lágyszárú növényzettel borított környezetből kapna vizet.

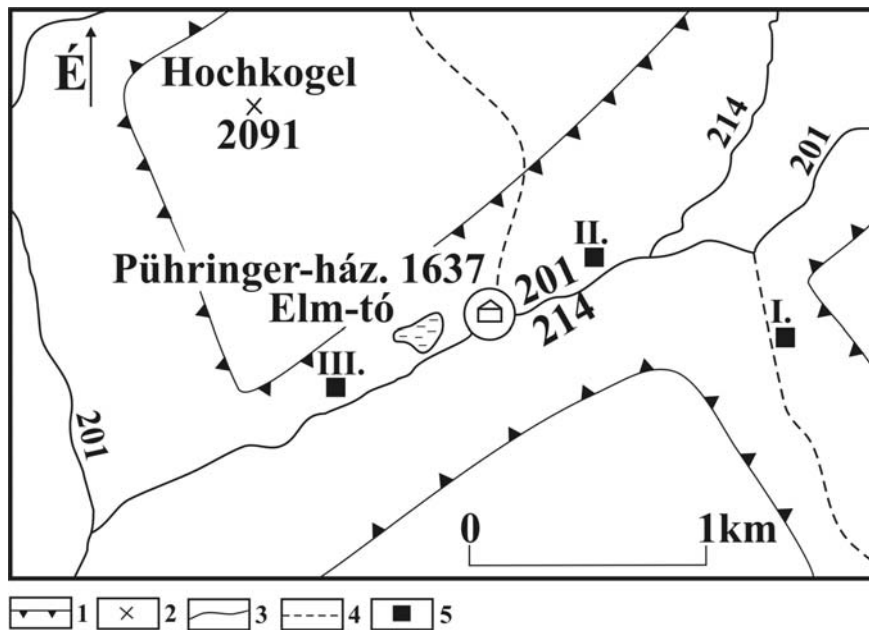
A vizsgált lejtők hossza néhány m, de egyetlen lejtőnél sem haladja meg a lejtőhossz a 10 m-t. A lejtőkön uralkodnak a vályúk. Több lejtőn, mint pl. a T-6, T-8, T-12, T-16/D, T-19/A jelű szelvényt hordozókon kizárólag csak vályúk fordulnak elő (*I. táblázat*). Mind a három lejtőtípuson előfordulnak lejtői ill. nem lejtői (peremi) vályúk. Előzőnél a vályúvég (vályúfő) a lejtő belsejében végződik. Utóbbinál a lejtő felső pereménél. Ez utóbbi típusba soroltuk azokat a vályúkat is, amelyek a lejtőt szegélyező növényzet peremétől indulnak, vagy a növényzet területétől (*I. ábra*). Különösen ezen vályúknak az elvégződése állapítható meg nehezen. Részben a sűrű törpefenyő miatt, részben mert szétágazva fokozatosan ékelődnek ki, ill. azért mert talajon helyezkedik el a törpefenyőben képződött vályúrész. Ezen vályúrészről csak a talaj feltárását követően lehetne megállapítani, hogy talajjal részlegesen kitöltöttek, vagy esővízbarázdák, tehát a talaj és a növényhulladék vonalas lepusztulása során képződtek. A báránysziklákön előfordulnak olyan vályúk is, amelyek az átellenes lejtőkön egymás irányába hátrálva összekapcsolódtak. Ez utóbbi eredményeként a bárányszikla hátszerű magaslatán a vályúvégek között nyergek képződnek.

Mindhárom lejtőtípuson gyakoriak a hasadékok. Ezek a növénytelen lejtőkön inkább csapásirányúak és kevésbé szélesek, míg törpefenyős lejtőkön gyakran lejtésirányúak, nagy méretűek, aljuk néha tagolt, előfordul, hogy alaktanilag a vályúkra hasonlítanak. A vályú jellegű hasadékok fejlődésük kezdetén szivárgással fejlődtek, később kellő méretet elérve elegendő vizet kaphattak ahhoz, hogy talpukon hosszab-rövidebb ideig vízáramlás történjen, ami kedvezett vagy kedvez vályú jellegűvé fejlődésüknek.

A saroknyomok hiányoznak a törpefenyős és lágyszárú növényzetes lejtőkről. A kis dőlésű növénytelen lejtőkön gyakoriak, néha önálló övet képeznek (T-9 jelű szelvény lejtőjén). A fenti szelvényt hordozó lejtőn azonban a saroknyomos öv alatt elkülöníthető egy vegyes morfológiájú öv is, amelyben saroknyomok és vályúk egyaránt előfordulnak (*2. ábra*). A nagyobb dőlésű növénytelen lejtőkön is előfordulnak saroknyomok, de nem övezetesen, hanem csoportosan, vagy magányosan.

A karrformák előfordulása ill. mintázata arra utal, hogy lepelvíz ki-fejlődés főleg a növénytelen lejtőkre jellemző (saroknyomok). Ez esetben a vályúkat a lepelvízből kiágazó vízágak alakítják ki, majd a hátráló vályúk a lepelvizet részekre különítik. A lágyszárú és törpefenyős lejtőkön a növényzetről, ill. annak pereméről vízágak indulnak, amelyek aztán vályúkat hoz-

nak létre. Ha lepelvíz e lejtőkön megjelenik, akkor az korlátozott kiterjedésű. Vize legfeljebb hasadékok létrehozásában játszik szerepet akkor, ha törések mentén a kőzetbe szivárog.



2. ábra: A mérési helyszínek a Totes Gebirge hegységben
 Jelmagyarázat: 1. gleccser-völgy pereme, 2. csúcs, 3. turistaút, 4. sí út, 5. kutatási terület
 Fig. 2: Places of measuring in the Totes Gebirge
 Legend: 1. margin of the glacier valley, 2. peak, 3. hiker's track, 4. ski rout, 5. research area

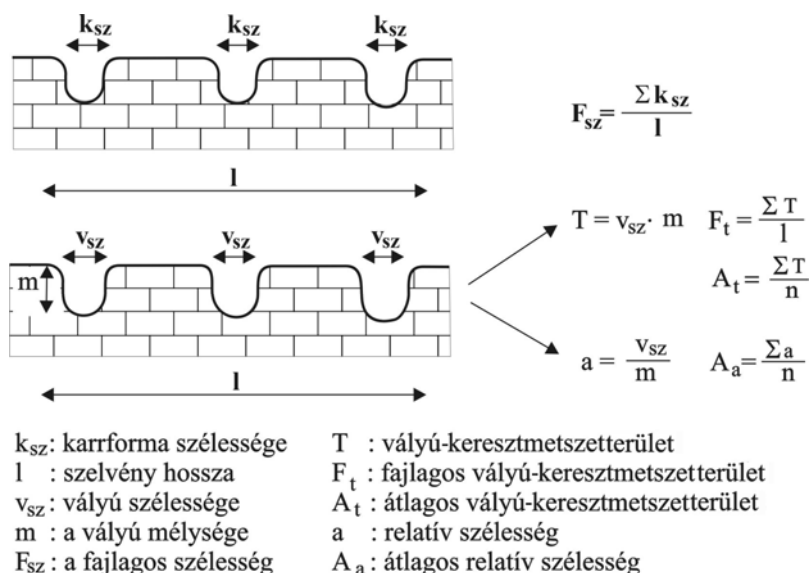
2. A vizsgálat módszere

A karros cellák, amelyek réteglapos lejtőin a szelvényeket kialakítottuk, mint már említettük három típusba sorolhatók. Ezek az alábbiak:

- a lejtő felső részén változó szélességben talaj és törpefenyő van (törpefenyős lejtő),
- a lejtő felső részén változó szélességben talaj és lágyszárú növényzet (ill. egy kevés törpe fűz) fordul elő (lágyszárú növényzetes lejtő),
- a lejtő növényzet nélküli (növénytelen lejtő).

Az egyes kutatási területeken a szelvényhelyeket lehetőleg úgy választottuk ki, hogy a különböző típusú lejtők közvetlenül egymás mellett helyezkedjenek el. Az I. területen csak törpefenyős ill. növényzet nélküli lejtőkön lehetett a szelvényeket felvenni. A II. jelű területen a törpefenyős és növénytelen lejtők mellett sikerült egy lágyszárú növényzetes lejtőn is szelvényt kialakítani. A III. jelű területen a lágyszárú növényzetes lejtők

közelében egy növénytelen, továbbá egy törpefenyőt és lágyszárú növényzetet egyenesen hordozó lejtőn (ezért a lágyszárú növényzetes lejtők csoportjába soroltuk) alakítottunk ki szelvényeket.



3. ábra: Vályú paraméterek és az egyes szelvények fajlagos valamint az átlagos vályú paramétereinek meghatározása

Fig. 3: Determination of rinnen calculation of specific and mean values along cross-section

A szelvények mentén mértük a karrformák szélességét, mélységét, helyét, irányát, minősítettük a formákat, mértük a szelvények irányát, lejtőszögét, lejtésirányát, a kőzet töréseinek irányát, a különböző irányú törések számát, a szelvény távolságát a lejtő felső szegélyétől (növénytelen lejtőn), ill. a növényzet elvégződésétől (törpefenyős lejtőn, ill. lágyszárú növényzetes lejtőn). Rögzítettük továbbá, hogy a karrformán előfordul-e növény- és talajfolt. Néhány lejtőn egymás alatt több szelvényt is felvettünk. Elkülönítettük a lejtői vályúkat és a lejtőperemi vályúkat is. Az adatokból az alábbi, karrformákra jellemző paramétereket képeztük (3. ábra).

- Fajlagos szélességet, amely úgy számítható, hogy a szelvény mentén előforduló karrformák szélességét elosztjuk a szelvény hosszával. A fajlagos szélességet az összes karrformára, ill. a vályúkra (rinnek) is számítottuk.

- A sűrűséget, amely úgy számítható, hogy a szelvény mentén előforduló karrformák darabszámát elosztjuk a szelvény hosszával. A sűrűséget ugyancsak számítottuk az összes karrformára és a vályúkra is.

Miután az oldóképességet a növényzettel szegélyezett lejtők esetében a növényzettel borított területekről kilépő víz reprezentálja, amelyről

feltételezzük, hogy elsősorban vízágakban áramlik, ezért a további paramétereket csak a vályúkra vonatkozóan számítottuk. Ugyanis a vályúk vízágak mentén képződnek (*FORD-WILLIAMS* 1989). Ezen paraméterek egyébként a saroknyomok esetében nem is számíthatók, miután ezeknek a mélysége nem adható meg egyértelműen. Az ún. vályú relatív szélességet, azonban a dőlésirányú hasadékoknál is megadtuk. Ezt az indokolta, hogy a dőlésirányba eső törések mentén a lejtőn áramló víz – mivel a törések mentén elszivárogva hasadékokat oldhat ki – ugyancsak tükrözheti a növényzeti hatásokat. Dőlésirányúnak tekintettük azt a törést, amelynek az iránya és a lejtő dőlésiránya közötti különbség 45° -nál kisebb. Csak a vályúkra ill. a lejtő irányú hasadékokra számított paraméterek a vályú relatív szélesség és vályúkeresztmetszetterület (*3. ábra*).

- A vályú relatív szélessége úgy számítható, hogy a vályú (vagy hasadék) szélességének és mélységének a hányadosát képezzük. Megadható a szelvényenkénti átlagos vályú relatív szélesség is, ha a szelvény mentén előforduló vályúk relatív szélességeit összeadjuk és elosztjuk a vályúk darabszámával.

- A vályúk keresztmetszetterülete úgy képezhető, hogy a vályúk szélességének és mélységének a szorzatát képezzük. A keresztmetszetterület lehet számított és tényleges. A tényleges és számított érték függőleges oldalú vályúknál egyezik meg. Ha a vályúoldal nem függőleges – pl. a vályú V alakú – akkor a számított érték nagyobb, mint a tényleges. Miután csak kevés vályú oldallejtője és csak kis mértékben tér el a függőlegetől a tényleges számított értékek egy szelvény mentén nem térnek el egymástól számottevően. Ezért a vályú alakjától függetlenül, keresztmetszetterületüket minden esetben a mélység és szélesség szorzatával számítottuk. Elkülönítettünk fajlagos keresztmetszetterületet és átlagos keresztmetszetterületet. Előző előállítható, ha a szelvény összegzett vályú területeinek és a szelvény hosszának a hányadosát, míg az utóbbi, ha az összegzett vályú-keresztmetszetterületnek és a vályúdarabszámának a hányadosát képezzük.

- Az átlagos vályúszélesség megadható, ha a szelvény menti vályúk összszélességének és a vályúk darabszámának a hányadosát képezzük.

Megadtuk a különböző típusú lejtők (törpefenyős-, lágyszárú növényzetes és növénytelen lejtők) szelvényeinek az átlagos vályú-keresztmetszetterületét, az átlagos fajlagos keresztmetszetterületét, az átlagos relatív szélességét és az átlagos vályúszélességét is (*II. táblázat*).

II. táblázat
Table II.

Különböző típusú lejtők karrformáinak főbb paraméterei (Totes Gebirge, Pürriingen-ház környéke)
Main parameters of karren forms of different slope types (Totes Gebirge, near Pürriinger House)

lejtő típusa	szelvény jele	lejtőszög	fajlagos szélesség [cm/m]		relatív szélesség		átlagos szélesség [cm]	sűrűség [dm/m]	megjegyzés	fajlagos keresztmet-szetterület [dm ² /m]	átlagos keresztmet-szetterület [dm ² /db]
			összes	vályú	vályú	vályú és hasadék					
Növénnytelen lejtő	T-1	12°; 15°	35,71	16	3,41	2,56	22,4	0,71		1,66	2,32
	T-16/C	25°	30,00	28,03	2,99	2,81 ¹	12,33	2,27		1,72	0,76
	T-3	28°	47,33	39,33	2,28	2,28	12,42	3,17		3,55	1,12
	T-16/A	30°	43,11	22,96	2,97	2,36 ¹	15,5	1,48		2,11	1,42
	T-16/B	35°	25,22	22,69	1,85	1,85	9,5	2,39		1,68	0,70
	T-11	35°	44,83	42,17	3,23	3,23	13,32	3,17	a lejtő felső részén számos saroknyom	2,79	0,88
	T-16/D	35°	35,84	35,84	1,22	1,22	25,86	1,39		12,13	8,75
	T-14	45°	45,62	40,31	1,19	1,19	9,87 10,75	3,75		5,54	1,47
	T-6	50°	35,56	35,56	1,22	1,22	12,31	2,89		4,98	1,72
	átlag	-	38,13	31,43	2,42	2,08	13,29	2,11		3,65	1,58
Lágyszárú növényzetes lejtő	T-8	15°	26,32	26,32	1,16	1,16	16,67	1,58		5,43	3,44
	T-17	25°	40,89	38,03	0,88	0,92	14,2	2,68	van törpefenyő is	13,36	4,99
	T-12	26°	43,89	43,89	1,37	1,37	23,7	1,85		10,69	5,77
	T-13/A	44°	49,67	36,0	2,12	1,88	18,0	2,0		5,15	2,58
	T-13/B	47°	37,95	30,68	1,84	1,70	16,87	1,82		4,70	2,59
	átlag	-	39,74	34,98	1,35	1,00	17,56	1,99		8,28	4,16
Törpefenyős lejtő	T-7	25°	27,09	15,91	1,93	1,29	17,5	0,91		3,40	3,74
	T-4	27°	48,12	37,5	1,17	1,17	33,33	1,12		24,11	21,43
	T-10	30°	38,5	36,83	1,06	1,03	13,0	2,83		8,68	3,06
	T-15/A	31°	26,18	26,18	1,02	1,02	19,07	1,37		6,48	4,72
	T-15	35°	34,2	31,6	0,89	0,89	18,59	1,7		8,43	4,96

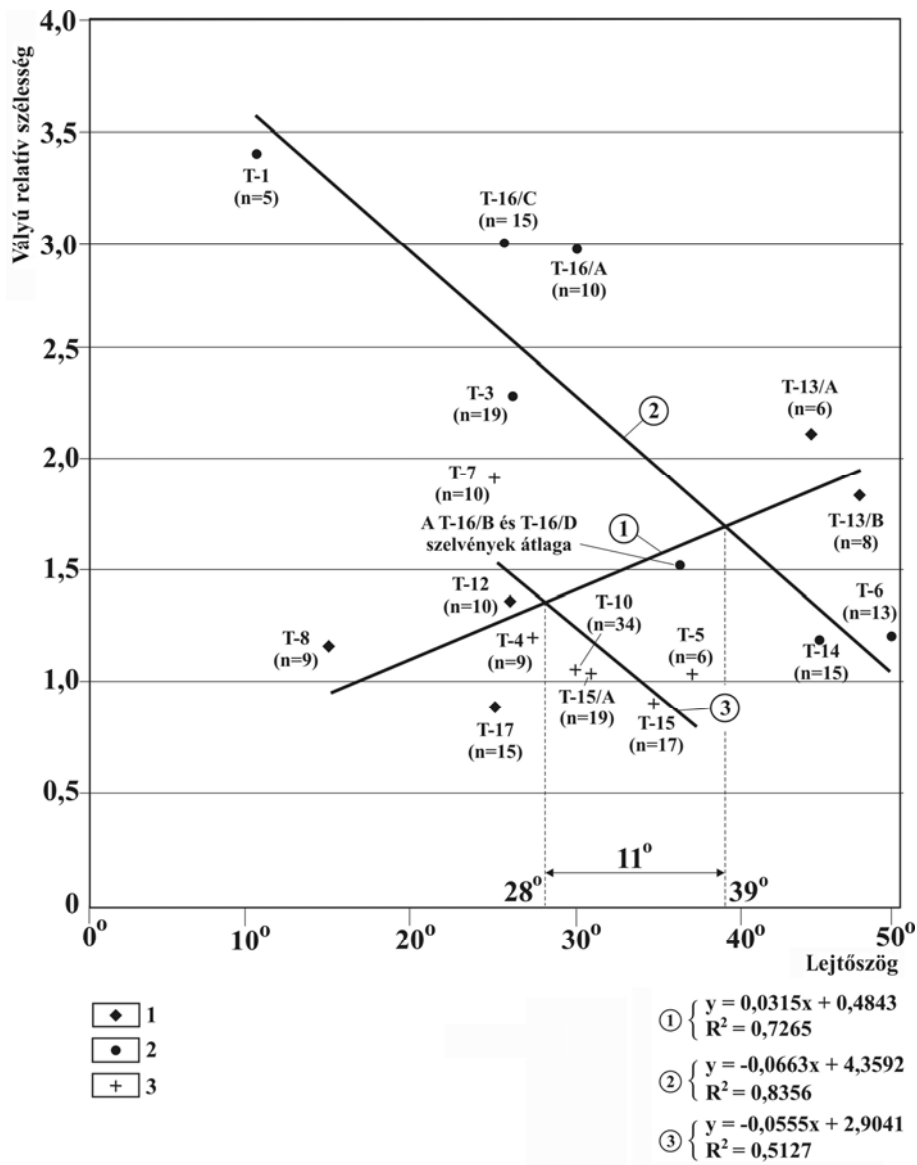
lejtő típusa	szelvény jele	lejtőszög	fajlagos szélesség [cm/m]		relatív szélesség		átlagos szélesség [cm]	sűrűség [dm/m]	megjegyzés	fajlagos keresztmet- szetterület [db ² /m]	átlagos keresztmet- szetterület [dm ² /db]
			összes	vályú	vályú	vályú és hasadék					
	T-5	38°	35,51	14,30	1,03	0,67	25,5	0,56		7,46	13,30
	átlag	-	34,93	27,05	1,13	1,01	18,37	1,41		9,12	6,27

Megjegyzés:

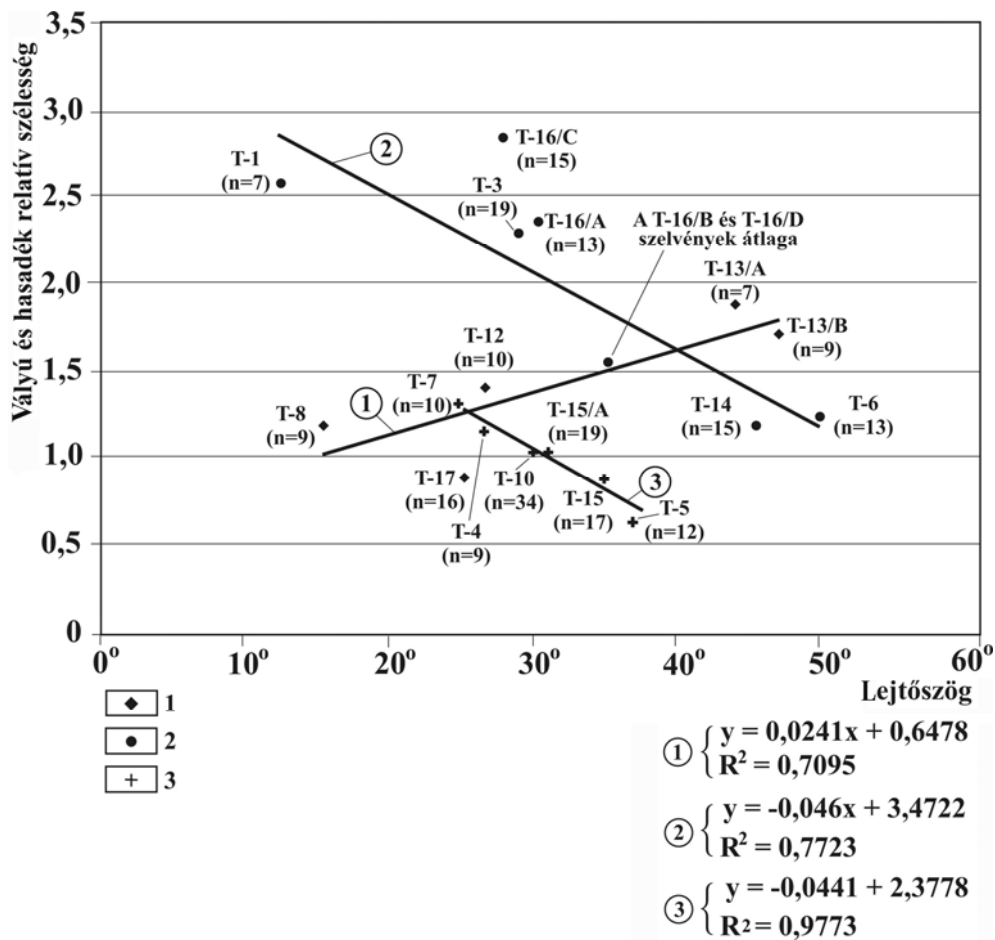
- ¹ hasadék iránya ismeretlen,
- T-16/B, T-16/D, T-11 szelvények vályú alakjainak átlaga: 2,1, T-11 nélkül: 1,53 (a függvények képzésénél az 1,53 értéket használtuk),
- a lejtőtípusokra vonatkozó átlagokat nem a szelvény átlagokból, hanem az egyes vályúk adataiból számítottuk.

Notice:

- ¹ We do not know the direction of the grike
- the average of the shape of the rinnen of the T-16/B, T-11, T-16/D lines is 2,1 but without T-11 line it is 1,53 (We used the value 1,53 to the produce of the functiton),
- We calculated the mean of the total shape of the rinnen which belong to all of the different slopes types (data of the rinnens and calculating of those did not happen from the average shapes of rinnens of the lines).

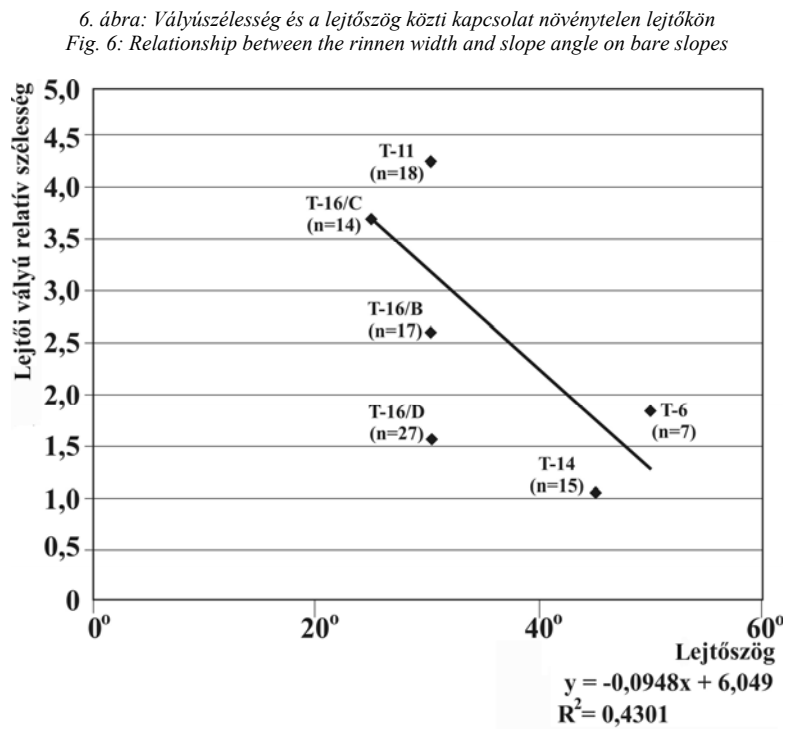
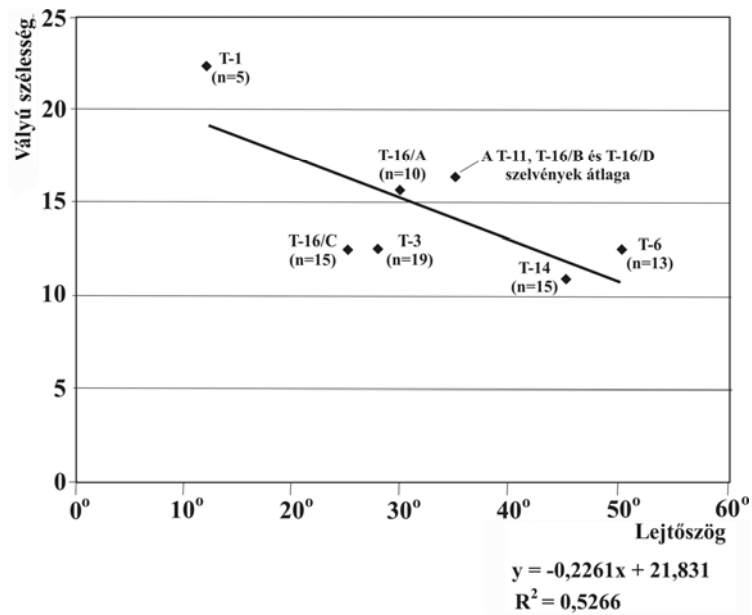


4. ábra: Vályú relatív szélesség és a lejtőszög közötti kapcsolat
 Jelmagyarázat: 1. lágyszárú növényzetes lejtő, 2. növénytelen lejtő, 3. törpefenyős lejtő
 Fig. 4: Relationship between relative width of rinnen and slope angle
 Legend: 1. a slope with herbaceous plants, 2. bare slope, 3. a slope with dwarfpines



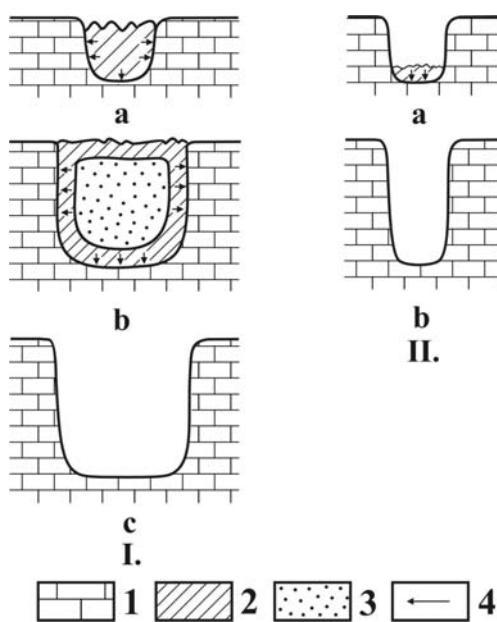
5. ábra: Vályú- és hasadék relatív szélesség és a lejtőszög közötti kapcsolat
 Jelmagyarázat: 1. lágyszárú növényzetes lejtő, 2. növénytelen lejtő, 3. törpefenyős lejtő
 Fig. 5: Relationship between relative width of rinnen and grikes and slope angle
 Legend: 1. slope with herbaceous plants, 2. bare slope, 3. slope with dwarf pines

Vizsgáltuk a lejtőszög és a vályú relatív szélesség kapcsolatát a törpefenyős-, a lágyszárú növényzetes- és a növénytelen lejtők szelvényeinél. A lejtőszög és a vályú relatív szélesség között kerestünk függvénykapcsolatot. A függvényeket a 4, 5. ábrák mutatják. Függvénykapcsolatot kerestünk a lejtőszög és az egyes szelvények mentén előforduló vályúk átlagos szélessége között is (6. ábra), valamint a lejtői vályúk vályú relatív szélessége és a lejtőszög között (7. ábra).



3. A lejtők karrosodásának összehasonlítása

A lejtők karrosodásának leírására háromféle oldódási paramétert különítünk el. Karrosodásuk összehasonlítását ezen háromféle oldódás paraméter értékek vizsgálatával végezzük el. A fajlagos leoldódást a fajlagos szélességgel (VERESS 2003), míg az oldódás mennyiségét az átlagos vályú-keresztmetszettel, az oldódás intenzitását az átlagos vályú relatív szélességgel adjuk meg. A fajlagos szélesség jellemzi a fajlagos leoldódást, miután a számított érték megadja, hogy a felszín 1 m-én összesen milyen szélességben történt oldódás. A vályú-keresztmetszettel azért adható meg az oldódás mennyisége, mert a beoldott anyag mennyisége arányos a vályú-keresztmetszetével. A vályú relatív szélességgel jellemezhető az oldódás intenzitása, mivel a vályú mélyüléseivel viszont arányosnak tekinthetjük az oldódás sebességét.



8. ábra: Vályúnövekedés és vályúmélyülés

Jelmagyarázat: 1. mészkő, 2. víz, 3. hó, 4. oldódás, I. a vályú-keresztmetszete nő alakjának megtartásával, II. a vályú mélyülésével alakja változik (nő): Különböző fejlődési fázisokhoz tartozó vályú-keresztmetszetterületek (a, b, c) ill. vályú relatív szélességek (a, b)

Fig. 8: Growth and deepening of rinnen

Legend: 1. limestone, 2. water, 3. snow, 4. dissolution, I. cross section area of the rinnen increases but the relation width does not change, II. As the rinnen deepens its relative width changes (grows): belonging to different development phases Rinnen cross section areas (a, b, c), and Rinnen relative width (a, b)

A vályú fejlődése (növekedése) kétféle módon történhet attól függően, hogy az oldódás a vályúban mindenhol, vagy csak a vályútalpon történik. Előző esetben a vályú-keresztmetszetterület, utóbbi esetben a relatív szélesség változik (a vályú-keresztmetszetterület nő, relatív szélesség csökken). A kétféle növekedés ugyanazon vályú esetében egymást válthatja. Feltételezzük, hogy a keresztmetszetterület növekedése akkor megy végbe, amikor a vályút a pereméig víz tölti ki. Ilyenkor a vályút határoló minden felületrész oldódik. A vályú relatív szélessége nem változik, de keresztmetszetterület nő. Valószínű, ha a vályú mérete egy bizonyos méretet elér, már a vízág nem képes kitölteni. Ezért a vályú-keresztmetszetterület további növekedésére akkor lehet számítani, ha a vályú belsejében a hókitöltés még akkor is megmarad, amikor környezetében a hó elolvad. Ekkor a vízág vize a hódugó és a határoló kőzetfal között széteszolva okozza a vályú növekedését (VERESS 2003, 8.I. ábra). Ahogy a vályúban a vízmennyiség csökken, ha a hókitöltés hiányzik, az oldódás egyre inkább a vályútalpra koncentrálódik. Ilyenkor a vályú mélyül, a relatív szélessége csökken (8.II. ábra).

a. A különböző típusú lejtők karrosodásának összehasonlítása

A fajlagos leoldódást tekintve (II. táblázat) talán meglepő, hogy a mintaterületeinken az összes karrformára vonatkoztatva a törpefenyős lejtők fajlagos szélessége kisebb (34,93 cm/m), mint a növénytelen (38,13 cm/m), ill. a lágyszárú növényzetes (39,74 cm/m) lejtők fajlagos leoldódása. Hasonló a sorrend a vályúk által képviselt fajlagos leoldódás esetében is a mintaterületeinken: törpefenyős lejtőkön 27,05 cm/m, növénytelen lejtőkön 31,43 cm/m, lágyszárú növényzetes lejtőkön 34,98 cm/m az értéke. A törpefenyős lejtőkre kapott fenti érték lényegében megegyezik, a különböző hegységek törpefenyőöveire számított fajlagos értékekkel. Elkülönített lágyszárú növényzetes lejtőkre vonatkozó fajlagos kioldódási adatokkal más hegységekből nem rendelkezünk, viszont növénytelen lejtőkre vonatkozó fajlagos értékkel igen. A növénytelen öv összes karrformára vonatkoztatott fajlagos leoldódás értékei (22 cm/m) lényegesen kisebbek, mint az e tanulmányban vizsgált mintaterületeken (tehát a Totes Gebirge törpefenyős övének növénytelen lejtőin). A vályúkat tekintve látható, hogy a fajlagos szélesség adatok nagyobbak a mintaterületeinken, mind a törpefenyőöv (20,36 cm/m), mind a növénytelen öv (11,06 cm/m) fajlagos vályúszélességeihez képest. A nagyobb értékek okát nem ismerjük. Adódhatnak mind a kisebb mintaszámból, mind abból, hogy a mintaterületeink tengerszint feletti magassága kisebb, mint az Alpok különböző hegységeinek a törpefenyőöveiben, ill. nö-

vénytelen öveiben kialakított szelvényeknek a magassága. Magyarázható azzal is, hogy nagyobb magasságokban lecsökken a lejtőkön a vízágak száma és esetleg szélessége (és így a vályúké is) ugyanis más karrformák (pl. a hasadékkarrok és saroknyomok) részesedése megnő (VERESS 2003).

Visszatérve a mintaterületeink lejtőinek karrosodására. Ha a vályú sűrűséget tekintjük, látható, hogy az a törpefenyős lejtőkön a legkisebb, míg a növénytelen lejtőkön a legnagyobb. Tehát előző lejtőtípus lejtőin kevés és széles, míg utóbbinak a lejtőin több és kisebb szélességű vályú képződik. A peremi vályúszélességet (amelyet a fajlagos szélességnél, vagy fajlagos kioldódás számításánál használunk) a kialakító vízág szélessége határozza meg. Ezért a vályúk szélességéből következtetünk a kialakító (legalábbis a vályú kialakulás kezdetén jellemző) vízág szélességére. Törpefenyőn a vízágak szélessége – különösen, amelyek a törpefenyős területről és nem annak pereméről indulnak - nagymértékben függhet e növényzet mintázatától, sűrűségétől. Bizonyára a sűrűbb növényzet nem engedi, hogy vízágak alakuljanak ki. A víz olyan helyeken gyűlik össze, ahol a növényzet ritkább. Az ilyen vízágak szélesek lesznek, ugyanakkor számuk kisebb. Valószínűleg a törpefenyő pereméről induló vízágak esetében a vízterelés alárendeltebb az ilyen vályúk szélessége kisebb, de számuk nagyobb lesz, mint a törpefenyővel borított térszínről induló vályúk szélessége ill. száma. Úgy gondoljuk, hogy a törpefenyőről és annak pereméről induló vályúk (vízágak) aránya szinte lejtőnként eltér. Ezért a fajlagos szélesség lejtő specifikus lesz, és nem függ, pl. a lejtő szögétől (nincs függvénykapcsolat az átlagos vályúszélesség és lejtőszög között), mint pl. a növénytelen lejtőknél. Ez utóbbi lejtőtípusba tartozó lejtőkön a vízág szélesség csökken a lejtőszög növekedésével (6. ábra). Ez feltehetőleg azzal magyarázható, hogy nagyobb lejtőszögnél nagyobb az esélye a lepelvíz „felszakadásának”, tehát vízágakra különülésnek, továbbá a nagyobb lejtőszögű lejtőn a gyorsabb vízáramlás következtében a vízág vize kevésbé képes a lejtő csapásának irányában elmozdulni és ezáltal „kiszélesedni”. Megemlítjük azonban, hogy a vályúszélesség és a lejtőszög közti függvénykapcsolat nem lehet nagyon szoros. Ugyanis akkor, ha a vályú pereméig kitöltődik oldóképes vízzel, szélesedik. Említettük, törpefenyős lejtőkön nincs is függvénykapcsolat. Ez arra vezethető vissza, hogy a törpefenyőről érkező agresszív hólé jelentős oldóhatást fejt ki, ami számottevő vályúszélesedést eredményez. Emiatt az ilyen lejtők vályúi a már eleve széles vízágaknál is szélesebbek lesznek.

A három lejtőtípuson mind az oldódás mennyisége, mind az intenzitása különbözik. Legnagyobb az oldódás mennyisége (vályú-keresztmetszetterület) és intenzitása (vályú alak) a törpefenyős lejtőkön. Amíg a törpefenyős lejtőkön a fajlagos vályú-keresztmetszetterület $9,12 \text{ dm}^2/\text{m}$, az átlagos

vályú-keresztmetszetterület $6,27 \text{ dm}^2/\text{db}$, az átlagos vályú relatív szélesség $1,13$, addig a növénytelen lejtőkön $3,65 \text{ dm}^2/\text{m}$, ill. $1,58 \text{ dm}^2/\text{db}$, a vályú relatív szélesség $2,42$ (II. táblázat). A lágyszárú növényzetes lejtők ezen értékei a fenti értékek közé esnek (a fajlagos vályú-keresztmetszetterület $8,28 \text{ dm}^2/\text{m}$ az átlagos vályú-keresztmetszetterület $4,16 \text{ dm}^2/\text{db}$, a vályú relatív szélesség $1,35$). A fentiek jól magyarázhatók azzal, hogy a törpefenyő borító hóból keletkező hólé CO_2 tartalma (ill. a törpefenyő alatti talajból kiszivárgó víz CO_2 tartalma) felülmúlja a növénytelen lejtőket borító hóból keletkező hólé CO_2 tartalmát. A törpefenyős lejtőkön az oldódás mennyisége és intenzitása a lágyszárú növényzetet hordozó lejtőkön végbemenő oldódás mennyiségét és intenzitását is meghaladja. Ezért magashegységi környezetben a törpefenyő feletti hóban felhalmozódó CO_2 és annak a lefolyó vízbe kerülő mennyisége meghaladja a talajban keletkező (amelyet a lágyszárú növényzetes lejtők talajai reprezentálnak) és onnan a le- ill. kifolyó vízbe kerülő CO_2 mennyiségét. Ugyanis a lágyszárú növényzetes lejtőkön a növényzet nem disszimilál a hó alatt. Tehát CO_2 a lágyszárú növényzetes lejtők talajaiban csak akkor keletkezhet, amikor a talajélet aktív. Vagyis amíg törpefenyős lejtőkön a vízbe a talajból és a hóból is kerülhet CO_2 , addig lágyszárú növényzetes lejtőkön a CO_2 forrása kizárólag csak a talaj lehet. (Külön vizsgálat tárgyát képezheti, hogy a törpefenyős környezetben a vízbe kerülő CO_2 -ből mennyi származik a fedő hóból ill. a talajból. Mennyisége méréssel határozható meg. Arányára következtetni lehet, ha egy lejtőn a törpefenyőről, ill. a törpefenyő pereméről induló vályúk keresztmetszetterületeit összehasonlítjuk.)

A különböző lejtőkön végbemenő oldódás mennyiségi összehasonlítása azonban csak a vízágas oldódásra vonatkozóan igaz. Különösen a növénytelen lejtőkön az oldódás mennyisége nagyobb az itt közölnél. A karros formák jelentős hányadát képviselik e lejtőkön a saroknyomok. E formák azonban lepelvíz alatt képződnek.

b. Az oldódás intenzitása

Ha az egyes szelvények mentén képzett átlagos vályú relatív szélességet a lejtőszög függvényében vizsgáljuk az alábbiak állapíthatók meg (4, 5. ábrák).

- A növénytelen és törpefenyős lejtőkön a lejtőszög növekedésével a szelvényenkénti átlagos vályú relatív szélesség csökken. A vályú relatív szélesség csökkenését az okozza, hogy nagyobb lejtőszögű lejtőn az oldódás intenzívebb. Az intenzitás növekedését a lejtőszög növekedésével a vízág vízének gyorsabb áramlásával magyarázzuk. A gyorsabb áramlás növeli az oldódást,

mivel nagyobb lesz a koncentráció különbség a kőzetfelületen elhelyezkedő határréteg és az áramló oldószer között, amely gyorsítja az iontranszportot (DUBLJANSZKIJ 1987), ill. turbulens áramlásnál a molekuláris diffúziót felváltja a az örvényléses diffúzió (DREYBRODT 1988).

- A légyszárú lejtőkön a lejtőszög növekedésével az átlagos vályúalak nő, tehát az oldódási intenzitás csökken. Vagyis légyszárú növényzetes lejtőkön csökkenő lejtőszögnél nő az oldódás intenzitása. Mindez azzal magyarázható, hogy kisebb lejtőszögű lejtők vályúinak talpain a talaj és talajfoltok nagyobb eséllyel maradhatnak meg. A vályútalpak talajfoltjai alatt intenzív lesz az oldódás, a talajfoltban keletkezett CO₂ hatására. A kis lejtőszögű lejtők vályútalpain lassúbb lesz a vízmozgás. A talaj és a kőzet között tározódik a víz, megnő az oldódási időtartam. Emiatt ugyancsak nő az oldódás intenzitása.

- A 4. ábráról leolvasható, hogy a légyszárú növényzetes lejtőn akkor, ha a lejtőszög 39°-nál kisebb, az oldódási intenzitás hasonló lesz, mint azokon a növénytelen lejtőkön, ahol a lejtőszög 39°-nál nagyobb. Tehát a légyszárú növényzetes lejtőn, ha a lejtőszög 39°-nál kisebb, akkor a lejtő peremi talaj CO₂-jából ill. a vályútalpak talajfoltja alatti CO₂-jából származó oldódási intenzitás eléri a növénytelen lejtőkön (39°-nál nagyobb lejtőszögekhez tartozó áramlási sebességekből származó) megnövekedett oldódási intenzitását. Leolvasható az ábráról továbbá az is, hogy ahol a lejtőszög 28°-nál kisebb lesz, a légyszárú növényzetes lejtőn az oldódási intenzitás már eléri az olyan törpefenyős lejtők oldódási intenzitását, ahol a lejtőszög meghaladja a 28°-ot. Miután a törpefenyős lejtőn CO₂-ban gazdagabb víz áramlik, mint a légyszárú növényzetes lejtőn, ez már akkor bekövetkezik, amikor a növénytelen lejtőhöz képest a törpefenyős lejtő szöge 11°-kal kisebb. Vagyis a törpefenyő felett képződő CO₂ többlet által okozott oldódás 11° lejtőszög növekedésnek megfelelő áramlási sebesség gyorsulásból származó oldódás növekedésnek felel meg.

Akkor, ha a függvények előállításához a lejtőirányú hasadék relatív szélességeit is figyelembe vesszük, a vázolt tendenciák nem módosulnak, a függvénykapcsolat megbízhatósága azonban javul a törpefenyős lejtő esetében (5. ábra).

c. A növényzet lepelvízzel közvetített oldóhatása a lejtőn

A törpefenyőt fedő hóból ill. a talajból a vízkilépés módja lehet lepelvizes vagy vízágas (2. ábra). A lepelvíz a fedetlen lejtőrészen áramolhat laminárisan vagy turbulensen. E lepelvizes oldóhatás módjai az alábbiak lehetnek:

- oldódás lamináris áramlás során,

- oldódás turbulens áramlás során,
- oldódás akkor, amikor a lepelvíz törések mentén elszivárog,
- oldódás a lepelvízből keletkező vízágak alatt.

A lepelvíz lamináris áramlása során kifejtett oldóhatásnak nincs általunk ismert közvetlen morfológiai bizonyítéka. Közvetett bizonyítéknak tartjuk azonban a vályúk közötti lesimított felszínrészeket. Ezen oldás közvetlen kimutatása a lepelvíz oldóképességének kimutatásával lehetséges. A lepelvíz területén a turbulens áramláshoz kapcsolódó oldást nem tartjuk valószínűnek tekintettel arra, hogy hiányoznak az erre utaló karrformák (sarknyomok ill. rillek). A szivárgásos oldásra utalnak a hasadékok. A fentiek azt bizonyítják, hogy a törpefenyőtől ill. a talajból származó vízfilm nem vastag, ill. áramlása nem számottevő. Ellenkező esetben az áramlás turbulens lenne és a turbulens áramlás formakincse jelenne meg a hasadékok helyett, ill. a hasadékokban.

III: táblázat
Table III.

Lejtői- és peremi vályúk főbb paraméterei
Main parameters of inside slope rinnen and margin rinnen

lejtő típusa	szelvény jele	lejtői vályú		peremi vályú		lejtőszög
		átlagos relatív szélesség	átlagos keresztmet-szet-terület [dm ² /db]	átlagos relatív szélesség	átlagos keresztmet-szet-terület [dm ² /db]	
Növénnytelen lejtő	T-16/C	3,69	0,57	1,06	1,27	25°*
	T-16/B	2,58	0,41	1,42	0,88	35°
	T-11	4,29	0,98	2,62	0,82	35°
	T-16/D	1,55	4,6	1,09	10,41	35°*
	T-14	1,06	1,66	2,01	0,1	45°*
	T-6	1,8	1,27	1,08	2,45	50°*
	átlag	2,49	1,58	1,55	2,52	-
Lágyszárú növénye-tes lejtő	T-8	1,35	0,82	1,01	5,54	15°
	T-17	1,23	1,76	0,58	7,81	25°
	T-13/A	2,53	0,60	1,72	4,55	44°
	T-13/B	1,86	0,80	1,83	3,18	47°
	átlag	1,74	1,00	1,28	5,27	-
Törpefenyős lejtő	T-7	2,37	0,83	0,9	10,53	25°
	T-4	1,47	3,48	0,79	43,88	27°
	T-10	3,2	1,20	0,8	4,93	30°
	T-15	1,25	0,73	0,84	5,52	35°
	T-5	2,00	0,72	0,84	4,52	38°
	átlag	2,06	1,39	0,83	13,88	-

Megjegyzés:

*függvény előállításnál (7. ábra) figyelembe vett adat

Notice

*We produced this data by using function (Fig. 7)

Felvethető, hogy a törpefenyőből ill. talajából keletkező lepelvízből képződnek-e vízágak? Erre oly módon kísérlehetünk meg válaszolni, ha feltételezzük, ezek a vízágak a lejtői vályúkhöz kapcsolódnak.

A *III. táblázat* szerint a törpefenyős lejtők, ill. lágyszárú növényzetes lejtők lejtői vályúinak átlagos vályú-keresztmetszetterületei ($1,39 \text{ dm}^2$, ill. $1,0 \text{ dm}^2$) sokkal kisebbek, mint ezen lejtők lejtő peremi vályúinak átlagos vályú-keresztmetszetterületei ($13,88 \text{ dm}^2$, ill. $5,27 \text{ dm}^2$) és értékük közelebb esik a növénytelen lejtők lejtői vályúinak átlagos vályú-keresztmetszetterületein ($1,58 \text{ dm}^2$). Tehát a növényzetes lejtők lejtői vályúi nem tükrözik a közvetett (növényzettől, vagy talajból származó CO_2) oldóhatását. Ugyanakkor mind a törpefenyős, mind a lágyszárú növényzetes lejtők lejtői vályúinak átlagos vályú relatív szélessége (2,06 ill. 1,74) kisebb, mint a növénytelen lejtők átlagos vályú relatív szélessége (2,49). Ez a növényzettel rendelkező lejtők lejtői vályúinál intenzívebb oldódásra utal. Ezt úgy értelmezzük, hogy a lejtői vályúkhöz a lejtő felső részéről olyan vízágak érkeznek, amelyekben oldéképes víz áramlik. Ugyanezt erősítik meg, ha a lejtői vályúk relatív szélessége és a lejtőszög kapcsolatát vizsgáljuk. Növénytelen lejtőkön a lejtői vályúk relatív szélessége és a lejtőszög között függvénykapcsolat mutatható ki (*7. ábra*), bár ez nem túlságosan szoros. Ez jelzi, hogy a relatív szélességet a vízáramlás sebessége határozza meg. Törpefenyős lejtőkön viszont a vályú relatív szélesség és a lejtőszög között nincs függvénykapcsolat. Ez arra vezethető vissza, hogy a törpefenyős lejtők lejtői vályúinak mélyülésére nem hat a lejtőszög növekedésből származó vízáramlás sebességének a növekedése. Tehát a mélyülésüket részben a törpefenyő feől érkező vízágak oldóhatása okozza.

4. Következtetések

- Hasonló tengerszint feletti magasságú, eltérő növényzetű lejtők vályúinak különböző jellemzőit hasonlítottuk össze a lejtők oldódási sajátosságainak a leírására. A vályú-keresztmetszetterületek átlagos nagyságát az oldódás mennyiségi, a vályúk relatív szélességét az oldódás intenzitásbeli összehasonlítására használtuk.

- Megállapítható, hogy a törpefenyős lejtőkön az oldódás mennyisége és az oldódás intenzitása a legnagyobb, a növénytelen lejtőkön a legkisebb, míg a lágyszárú növényzetes lejtőkön ezek az értékek közepes nagyságúak. Tehát a törpefenyős lejtőkön a legnagyobb keresztmetszetterületűek és a legmélyebbek a vályúk. Ezt a törpefenyők disszimilációja során termelt CO_2 nagy mennyiségével magyarázzuk, amely a hóban tározódik, majd innen a hólebe

kerül. A magas CO₂ tartalmú víz a fedetlen lejtőn végigfolyva fejt ki oldósos tevékenységét.

- A növénytelen és törpefenyős lejtőkön a lejtőszög növekedésével a vályúk egyre mélyebbek (a relatív szélesség csökken), amely arra utal, hogy nagyobb lejtőszögnél az oldódás intenzívebb. Ez a nagyobb lejtőszögű lejtőn bekövetkező gyorsabb vízáramlással magyarázható. A lágyszárú növényzetes lejtőkön a lejtőszög növekedésével nő a vályú alak (vályú mélység a lejtőszög csökkenése során nő). Ez arra vezethető vissza, hogy kisebb lejtőszögnél több lesz a talaj a vályútalpakon, amely több CO₂ keletkezését okozza. A lassúbb vízmozgás miatt a talajfoltok alatt az oldódási időtartam is hosszabb lesz. Mindez azt eredményezi, hogy kisebb dőlésű lágyszárú növényzetes lejtő vályúi intenzívebben mélyülhetnek, mint a nagyobb dőlésű lejtők vályúi.

- Akkor, ha a lágyszárú növényzetes lejtő lejtőszöge 39°-nál kisebb, az oldódási intenzitása hasonló, mint a 39°-nál nagyobb dőlésű növénytelen lejtőn az oldódási intenzitás, míg ha 28°-nál kisebb a dőlés, az oldódási intenzitása a 28°-nál nagyobb dőlésű törpefenyős lejtő oldódási intenzitásához lesz hasonló.

- A törpefenyős és lágyszárú növényzetes lejtők lejtői vályúinak mélyüléséhez olyan vízágak is hozzájárulnak, amelyek vize a növényzet alatti talajból kiszivárgó vizek által létrehozott lepelvízből származik.

IRODALOM

DREYBRODT, W. (1988): Processes in karst Systems – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 288 p.

DUBLJANSZKIJ, J. V. (1987): Teoreticeszkoje modelirovanije dinamiki formirovanija gidrotermokarsztovüh polosztyej – Metodi i izucsenyija geologicszeszkih javlenyij, Novoszibirszk p. 97-111.

FORD, D. C.-WILLIAMS, P. W. (1989): Karst Geomorphology and Hidrology – Unwin Hyman, London, 601 p.

HUGHES T. Mck (1901): Physical geography – Proceeding Yorkshire Geological Society 14.

JAKUCS L. (1971): A karsztok morfogenetikája – Akadémiai Kiadó, Bp., 310 p.

JONES, R. I. (1965): Aspects of the biological weathering of limestone pavements – Proceedings of the Geologists Association 76. p. 421-434.

KÖRNER, C. (1999): Alpine Plant Life – Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems, Springer – Verlag Berling – Heidelberg

- MARIKO, S.-BEKKU, Y.-KOIZUMI, H.* (1994): Efflux of carbon dioxide from snow covered forest floors – *Ecological Research*, 9. p. 345-350.
- SYERS J. V.* (1964): A study of soil formation on carboniferous limestone, with particular reference to lichens as pedogenic agents – PhD. Thesis, University of Durham
- SZUNYOGH G.* (1999): A talajelborítás hatása a karros formakincs fejlődésére - *Karsztfejlődés III. BDTF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely*, p. 31-42
- TRUDGILL, S. T.* (1975): Measurement of erosional weight – loss of rock tablets – *British Geomorphological Research Group, Technical Bulletin*, 17. p. 13-19.
- TRUDGILL, S. T.* (1976): Limestone erosion under soil - In: *PANOS, V.* (szerk.): *Proceedings of the 6th International Congress of Speology, II.* Ba p. 409-422.
- TRUDGILL, S. T.* (1983): Limestone weathering under a soil cover and the evolution of limestone pavements, Malham District, North Yorkshire, UK. - In: *PATERSON, K. - SWETTING, M. M.* (szerk.): *New Directions in Karst, Proceedings of the Anglo-French Karst Symposium* – Geo Books, Norwich, p. 461-470
- TRUDGILL, S. T.* (1985): *Limestone geomorphology* - Longman, New York
- VERESS M.-TÓTH G.-ZENTAI Z.-KOVÁCS GY.* (2001): Study of a new method for characterising karren surfaces based on alpine researches - *Revue de Géographie Alpine Tome 89 2001 No 3*, p. 51-62.
- VERESS M.* (2003): A karrok – Akadémiai doktori értekezés, Kézirat
- VERESS M.* (2004): Különböző kőzetek karrformái és pusztulása karrosodással - *Karsztfejlődés IX. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, 2004.* p. 141-156.
- WILLIAMS P. W.* (1966): Limestone pavements with special reference to Western Ireland – *Inst. Brit. Geogr. Trans* 40. p. 155-171.
- ZÁMBÓ L.-TELBI SZ T.* (2000): A mikrobiális befolyásoltságú karsztkorrózió vizsgálata magyarországi karsztok talajaiból származó kismintákon – *Karsztfejlődés V.*, BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, p. 21-39.
- ZSENI A.-KEVEINÉ BÁRÁNY I.* (2000): Nagy-Britannia mészkőjárdái és a talaj hatása azok fejlődésében – *Karsztfejlődés V. BDF, Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely*, p. 181-193.
- ZSENI A.* (2004): Talaj alatti karrformák – *Karsztfejlődés IX. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely*, p. 157-175.