

VÁLYÚKARROK (RINNENKARROK) SZÉLESSÉG VÁLTOZÁSAI

WIDTH CHANGES OF RINNENKARREN

VERESS MÁRTON – ZENTAI ZOLTÁN – MITRE ZOLTÁN –
SZÉLES GYULA – DÖBRÖNTEI LJUBOV

NYME Természetföldrajzi Tanszék, 9700 Szombathely, Károlyi Gáspár
tér 4. vmarton@nyme.hu

Abstract: The width changes of the main channels of rinnenkarren and their causes were investigated. A calculation was made on the density and length of the non-hanging (the floor of the tributary channel is situated at the level of the floor of the main channel) tributary channels of the main channels which are narrow on their lower part and those which are wide on their lower part. A comparison was made between these values on the upper and lower part of the main channels of both varieties. The average distance of the non-hanging tributary channels from the lower end of the main channels was also calculated. We determined the number of local hollowings at the joining of the hanging and non-hanging tributary channels. The rivulets of non-hanging tributary channels are the same age as the rivulets of the main channel and thus, they are able to shape the width of the main rivulet on the surface where no channels developed yet. Main channels which are narrow on their lower part develop if the density and length of the non-hanging tributary channels are larger on the upper part of the main channel since the rivulets of the tributary channels increase the width of the main rivulet at this section. However, on the lower part of the main channel, the rivulet and thus, the channel will be narrow since the discharge will be smaller too because of smaller water supply as the density of tributary rivulets is smaller. However, the water flowing from the upper part of the main rivulet does not widen the rivulet of the lower part because the distance of the tributary rivulets is large. Because of this, transit time increases and the discharge decreases at this section. The number and size of local hollowings are larger mainly if the development of tributary channels is younger than that of the main channels or their deepening is slower. In this case the greater gradient of the tributary rivulet increases vorticity originating from the coalescence of rivulets, and thus it also increases local channel growth.

1. Bevezetés

A vályúkarrok (rinnenkarrok) a csupasz lejtők oldódásos eredetű barázdái (BÖGLI 1960, FORD – WILLIAMS 2007, VERESS 2009). E formák időszakos vízágak alatt képződnek (BÖGLI 1976, TRUDGILL 1985, VERESS 2009). A vályúkarrok többféleképpen osztályozhatók. Az egyik szerint elkülöníthetők az A típusú és a B típusú vályúk (VERESS et al. 2014). A B típusú vályúk U keresztmetszetűek, vízgyűjtőjük fajlagos értéke nagy, míg az A típusúak V keresztmetszetűek, kis méretűek és fajlagos vízgyűjtőjük kicsi (a fajlagos vízgyűjtő a vályú 1 m-es hosszához tartozó vízgyűjtő terület értéke). A B típusú vályúk 10-20°-os dőlésű lejtőkön vályúrendszerekké fejlődnek. Ekkor a fővályúhoz mellékvályúk kapcsolódnak, amelyek lehetnek A, de lehetnek B típusúak is (VERESS et al. 2014). Mind az A, mind a B típusú mellékvályúk lehetnek függők, de lehetnek nem függők is. A függő mellék-

vályú talpa a csatlakozásnál a fővályú talpa felett több cm-rel, vagy több dm-rel magasabban végződik el, tehát a becsatlakozásoknál lépcsőt alkotnak. A nem függő mellékvályú talpa a fővályú talpának a szintjében húzódik. A nem függő mellékvályút kialakító vízág (mellékvízág) és a fővályút kialakító vízág (fővízág) kialakulásának kezdete egyidejű. A nem függő mellékvályú később nem alakulhattak ki, mert ekkor a fővályúhoz képest mélyülésüknek gyorsabban kellett volna történnie. A függő mellékvályú vízágai viszont a fővályú vízágánál később képződtek, vagy egyidejű a kialakulási koruk, de a mellékvályú mélyülése elmarad a fővályú mélyüléséhez képest. Erre azon mellékvályúknál van esély, amelyek vízgyűjtője sokkal kisebb, mint a fővályúé. Vagyis, amíg a nem függő mellékvályú mindig egyidősek a fővályú kialakulásának a kezdetével, addig a függő mellékvályú lehetnek egyidősek (ha nagyon kicsi a vízgyűjtőjük), vagy fiatalabbak is, mint a fővályú.

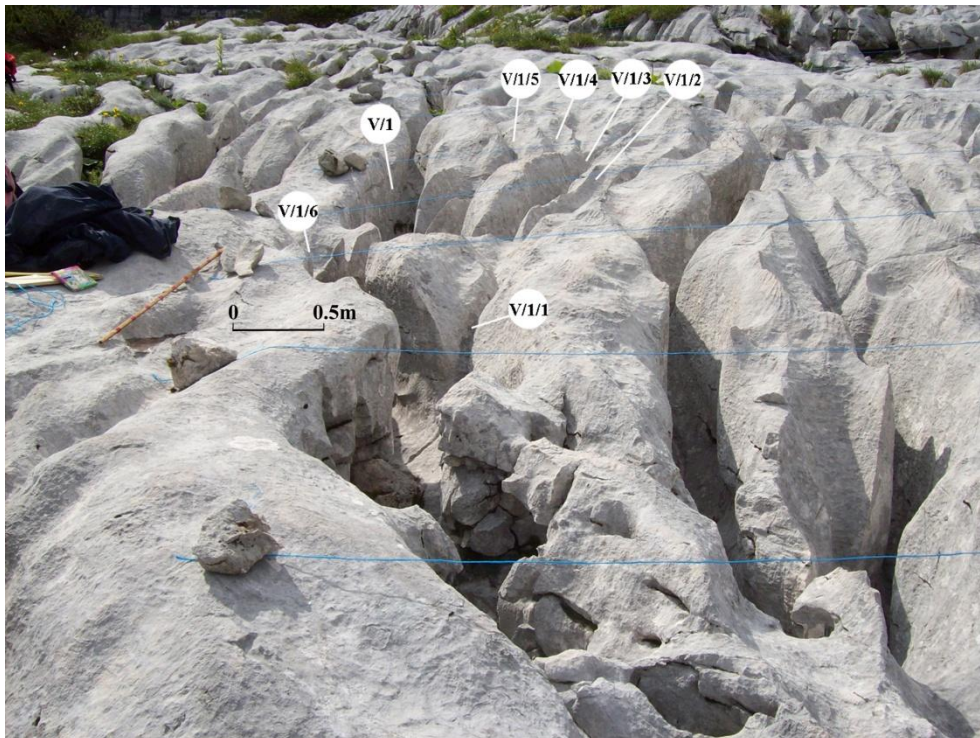


1. ábra: Alul keskeny fővályúk
 Jelmagyarázat: 1. a lejtő dőlésiránya
 Fig.1 Main channels which are narrow on their lower part
 Legend: 1. dip direction of the slope

A B típusú vályúrendszerek fővályúinak két változata különböztethető meg szélességük figyelembevételével: a fővályú szélessége annak teljes

hosszában változik, vagy a szélesség változás csak lokális. Teljes hosszban változás szerint a fővályú kétféle lehet:

- Az alul keskeny fővályúnál (1. ábra) az alsó rész szélessége a fővályú legszélesebb részéhez képest lecsökken. A széles és keskeny rész átlagos szélesség hányadosa a vizsgált fővályúknál 6,45, az alsó rész szélessége gyakran 10 cm-nél is kisebb.



2. ábra: Alul széles fővályú
Fig. 2 Main channel which is wide at its lower part

- Az alul széles fővályúk (2. ábra) felső végétől az alsóig szélesednek, bár a szélesség növekedés mértéke igen eltérő lehet (az alsó széles rész és a felső, keskeny rész átlagos hányadosa nagyobb, mint 1,5).

A fővályúk lokális kiszélesedéseinél a vályú szélessége ezen rész feletti és ezen rész alatti szélességekhez képest megnő. E helyek többnyire a mellékvályúk becsatlakozási helyeinél vannak (VERESS et al. 2012, 2013). Laboratóriumban kimutattuk, hogy a mesterséges vályúrendszer fővályújában örvények alakulnak ki a fővályú és mellékvályúinak összefolyásánál (VERESS et al. 2013). Természetes körülmények között turbulens (örvénylési) zónát mutattak ki folyókon ott, ahol a főfolyó és a mellékfolyó össze-

kapcsolódik (*CONSTANTINESCU* et al. 2011). Vályúkarrok fővályúin ehhez hasonlóan az összekapcsolódási helyeken örvényes zóna alakul ki, ahol a fő- és mellékvályú vízága keveredik (*VERESS* et al. 2013).

E tanulmányban a vályúk teljes hossza mentén, illetve a lokálisan bekövetkezett szélességváltozások okait értelmezzük. Egy korábbi tanulmányunkban az alul keskeny fővályú szakasz kialakulását a nem függő mellékvályúk jelenlétével, míg az alul szélesebbek kialakulását a függő mellékvályúk nagy számával magyaráztuk (*VERESS* et al. 2015). Korábbi hipotézisünk azonban továbbfejlesztésre szorul, miután a nem függő mellékvályúk mind az alul keskeny, mind az alul széles fővályúkon előfordulnak.

2. A geomorfológiai modell

A fővályú szélessége teljes hosszban eltérő szélességű lesz, ha a fő- és mellékvályúkat kialakító vízágak egyidősek, míg lokális kiszélesedések akkor jönnek létre, ha a mellékvályúk vízágai fiatalabbak. Tehát a mellékvályúk kialakulásának a kezdetére a fővályú már létrejött. Modellünk szerint teljes hosszban bekövetkezett szélességváltozást a fővályú vízágának kezdeti, a még vályúmentes, sík lejtőn végbemenő szélesség változás okozza. A vízág szélessége a vízhozamtól függ. Ahol a vízág vízhozama nagyobb, a vízág szélesebb lesz, így szélesebb vályút (vagy vályúrészt) hoz létre, ahol a vízág vízhozama kisebb a vízág keskenyebb lesz, így keskenyebb vályút (vagy vályúrészt) alakít ki. *SONG* (1986) szerint a fedő alatt a vályúk ott szélesebbek, ahol a fekü és a fedő között áramló vízre a fedőn átszivárgó víz rávezetődik. A rávezetődés vízhozam növekedést eredményez.

Csupasz felszínek vályúinál a vízhozam a vízbepótlási hely távolságától (ugyanannyi vízbepótlásnál) és a vízbepótlási helyek sűrűségétől függ. Laboratóriumi kísérleteink szerint (*VERESS* et al. 2015), ha nőtt a vízbepótlási hely távolsága a mérési helyhez képest, nőtt az átfolyási idő, ami a vízhozam csökkenését eredményezte. A mellékvályúk sűrűség növekedése azért eredményez vízhozam növekedést, mert a mellékvályúk vize a fővágban torlódik, ami vízhozam növekedést okoz (*VERESS* et al. 2015). Ezt a megállapítást megerősítik a terepi adataink: nagyobb mellékvályú sűrűségű fővályúk vályúalak-paramétere (a vályú szélességének és mélységének a hányadosa) nagyobb, mint ahol a mellékvályú sűrűség kisebb (*VERESS* et al. 2015). A vályúalak nő, ha a mélység nem változik, vagy a szélesség növekedés mértéke nagyobb, mint a mélység növekedés mértéke. A szélesség azért lesz nagyobb több mellékvályú esetén, tehát több mellékvízág esetén, mert ekkor nő a fővályú vízágának a vízhozama.

Ezért a vályúmentes lejtőn létrejövő fővízágnak a szélességváltozását, amely kijelöli a fővályú szélességváltozását, a mellékvízágak sűrűség- és hosszváltozása és távolsága szabályozza. (Növekvő vízág hosszúsághoz nagyobb vízgyűjtő és így nagyobb vízhozam tartozik.) A mellékvízágak fenti tulajdonságaira az általuk kialakított nem függő mellékvályúk tulajdonságaiból következtetünk. Ugyanis a fővízágnak (amely még vályúmentes térszínen van és így szélesség növekedését a már kialakuló vályú nem korlátozza) a szélességét, vagy szélességváltozását azok a vízágak határozzák meg, amelyek azzal egyidőben alakultak ki.

Azok a vízágak viszont, amelyek már a fővályú kialakulása után alakultak ki, a fővályún már csak lokális szélességváltozást képesek létrehozni. Függő mellékvályúk jönnek létre, ezek vízágainál az esés megnő, ez erősíti a fővízág örvényességét és így az oldódást. Közismert és így jó analógia lehet a jelenségre, hogy a vízfolyások vízeséseinél örvények alakulnak ki, amelyek aztán hozzájárulnak a meder jelentős mértékű pusztulásához.

3. Módszerek

A Totes Gebirgében a Tragl-csúcs alatti gleccservölgy réteglapos csupasz lejtőin vályúrendszereket mértünk fel. Mértük a fővályúk szélesség adatait 10 cm-ként, a mellékvályúk hosszát, megállapítottuk jellegüket (függő, vagy nem függő). Az adatgyűjtésbe 11 db alul keskeny és 10 db alul széles fővályúval rendelkező vályúrendszert vontunk be. Számítottuk az alul keskeny vályúk teljes hosszának és a keskeny rész hosszának az ismeretében a két rész arányát (ez átlagos arány, mert az összes alul keskeny vályú adatából képeztük). Az alul széles vályúknál a széles és keskeny rész hosszára ugyanezt az arányt vettük, annak érdekében, hogy az alsó rész hosszát kijelöljük. Ez csak számítással lehetséges, miután az ilyen fővályúk alulról felfelé fokozatosan keskenyednek. A keskeny vályúkra kapott átlagos arány és az alul széles vályú teljes hosszának az ismeretében ez utóbbiak alsó részének a hosszát az alábbi módon számítottuk (az arány ismeretében az alul széles rész hossza és így határa mesterséges, mert számítással került kijelölésre).

$$\frac{akth}{akkh} = \frac{aszth}{aszkhm}$$

ahol az *akth* az alul keskeny vályú teljes hossza,

akkh az alul keskeny vályú keskeny részének a hossza,

aszth az alul széles vályú teljes hossza,

aszkhm az alul széles vályú meghatározandó alsó széles részének a hossza.

$$aszkhm = aszth \cdot \frac{akhh}{akt}$$

Az alul széles vályún az alul keskeny vályú széles és keskeny rész hossz arányának megfelelő hosszúságú vályúszakasz kijelölésére azért volt szükség, hogy a felső és alsó vályúszakaszok ez utóbbi vályútípusnál is összehasonlíthatók legyenek. Ennek megfelelően mindkét vályú változaton egy alsó (az alul keskenynél ez a kisebb szélességű vályúszakasz, míg az alul szélesnél ez a szélesebb vályúszakasz volt) és egy felső részt különböztettünk meg. Számítottuk mindkét változat alsó és felső részére a nem függő mellékvályú sűrűséget és azok összhosszát. Számítottuk továbbá a mellékvályúk arányos távolságát. Ez megadja, hogy az egységnyinek tekintett fővályú hányadrésznél (a fővályú alsó részéhez képest) van a nem függő mellékvályú. Az átlagos arányos távolság az alul széles és alul keskeny fővályúknál előforduló mellékvályúk arányos távolságának az átlaga.

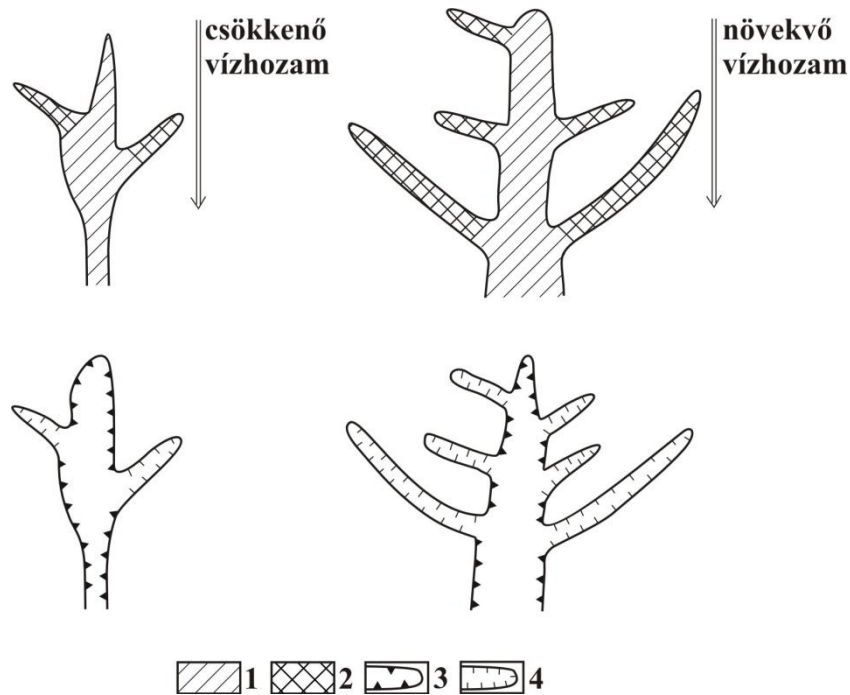
Megállapítottuk, hogy hány nem függő, valamint hány függő mellékvályúnál van lokális kiszélesedés. Mértük a lokális kiszélesedések hosszát, szélességét. A függő és nem függő mellékvályúknál előforduló lokális kiszélesedéseknek külön-külön számítottuk az átlagos szélességét és átlagos hosszát.

4. Kiértékelés

A vizsgált alul keskeny fővályúk (n=11) széles részén a nem függő mellékvályúk sűrűsége 0,001477 db/cm (darabszám 8), összhosszuk 3813 cm. A fővályúk keskeny alsó részén a nem függő mellékvályúk sűrűsége 0,0008577 db/cm (darabszám 3), összhosszuk 550 cm. Megállapítható, hogy a nem függő mellékvályúknak mind a sűrűsége, mind a hossza a fővályúnak az alsó, keskeny részén kisebb, mint a felső, széles részén. Ugyanakkor a mellékvályúk átlagos arányos távolsága (0,629) nagyobb, mint az alul széles fővályúk (0,5485) esetében. Ezért a mellékvízágak sűrűsége és hossza is kisebb volt akkor a fővályú alsó keskeny részén, amikor a hordozó térszínen sem fővályú, sem mellékvályú még nem létezett. Valamely fővízág alsó részéhez ekkor kevesebb víz érkezett (a kevesebb mellékvízág miatt is, de amiatt is, hogy azok kisebb hossza miatt a vízgyűjtőjük is kisebb volt), így szélessége nem nőtt a vízág felső részéhez képest. A fővízág alsó része felé a mellékvízágak sűrűségének és hosszának a csökkenése még nem jelenti a fővízág szélességének a csökkenését, hanem azt, hogy a fővízág szélessége alsó vége felé nem nő. Mivel azonban a mellékvízágak távolabb vannak a fővízág (fővályú) alsó végétől, amit mutat a mellékvályúk viszonylag nagy

átlagos arányos távolsága, a nagyobb bepótlási távolság miatt ugyancsak megnő a lefolyási idő, és így csökken a vízág szélessége. Emiatt a fővízág szélessége és az általa kialakított fővályú szélessége ténylegesen is csökkenhet.

Az alul széles fővályúk ($n=10$) felső részén a nem függő mellékvályúk sűrűsége $0,001595$ db/cm (darabszám 7), összhossza 650 cm, míg az alsó széles részükön a nem függő mellékvályúk sűrűsége $0,003974$ db/cm (darabszám 17), összhossza 4381 cm. A fővályúk alsó részén a nagy mellékvályú sűrűség és nagy összhossz arra utal, hogy a vályúk kialakulása előtt mind a mellékvízágak sűrűsége, mind hossza a fővízág alsó részén nagyobb volt, mint a fővízág felső részén. Ez azt eredményezte, hogy a fővízág alsó része több vizet kapott, mint a felső, így a kialakuló fővályú is szélesebbé formálódott alul, mint felül. A csökkenő, vagy növekvő vízág vízhozamok, szélességek, valamint a kialakuló fővályúk szélessége közti kapcsolatot a 3. ábrán mutatjuk be.



3. ábra: Elvi kapcsolat a vízág szélességváltozása és a vályúk szélességváltozása között
 Jelmagyarázat: 1. vízág, 2. mellékvízág, 3. fővályú, 4. mellékvályú
 Fig. 3 Theoretical relation between the width changes of rivulets and that of the channels
 Legend. 1. main rivulet, 2. tributary rivulet, 3. main channel, 4. tributary channel

Az alul keskeny fővályúk alsó részén nincs lokális kiszélesedés sem a függő (n=18), sem a nem függő (n=3) mellékvályúk becsatlakozásánál. Ugyanakkor a széles felső részükön, ahol összesen 40 db függő mellékvályú van 26 db-nál van lokális kiszélesedés, míg a 8 db nem függő mellékvályúnál 2 esetben fordult elő.

A lokális kiszélesedések fentebb bemutatott megoszlása arra utal, hogy azok elsősorban függő mellékvályúk lépcsőinél jönnek létre, de kialakulhatnak nem függő mellékvályúknál is. A lépcsőknél a vízág esésének a hatása nyilvánul meg a lokális kiszélesedések eltérő méretében is. Így a függő mellékvályúknál a lokális kiszélesedések (n=53) átlagos szélessége 54,07 cm, hosszúsága 70,07 cm, míg a nem függőknél (n=13) az átlagos szélesség 39,3 cm, az átlagos hosszúság 51,46 cm (a lefelé elkeskenyedő fővályúk lokális kiszélesedéseinek méretével nem számoltunk, miután a nem függő mellékvályúkhöz tartozó kiszélesedések esetszáma mindössze 2 db). Ezért az örvényességet elsősorban a vízágak a lépcsőknél bekövetkező esése okozza, de kialakulhat, bár kisebb eséllyel, esés nélkül vízágak összekapcsolódása során is. Miután az alul keskeny fővályúk keskeny részén sem függő, sem nem függő mellékvályúnál nem jönnek létre, kialakulásuk feltétele lehet az is, hogy a fővályú kellően széles legyen.

5. Következtetések

A fővályúk szélességváltozásának típusa a mellékvályúknak a fővályúkhöz viszonyított kialakulási korától függ. Teljes hosszban szélességváltozás akkor jellemzi a fővályút, ha a mellékvályúnak a kialakulása egyidős a fővályú kialakulásával. A fővályú felső végétől az alsó végéig szélesedik, ha a mellékvályúknak a sűrűsége lefelé nő, valamint a fővályúnak az alsó részén ezen mellékvályúknak az összhossza nagyobb, mint e szakasz feletti részen. E sajátosságok miatt a fővályú vízágának a vízhozama alsó vége felé nő, ami a fővályú szélességének a növekedését eredményezi felső végétől lefelé. A fővályú szélessége az alsó vég felé csökken, ha a fővályúval egyidős mellékvályúk sűrűsége és összhossza kisebb az alsó szakaszon, mint ezen szakasz feletti részen, valamint ha a mellékvályúk arányos távolsága a fővályú alsó végéhez képest nagy. Ekkor a fővályú kialakulásáért felelős vízág vízhozama a fővályú alsó, elkeskenyedő részén nem nő, sőt a viszonylag nagy átfolyási idő miatt csökken. Ez a fővályú tényleges elkeskenyedését, és így keskenyebb vályúszakasz kialakulását eredményezi.

Lokális kiszélesedések nagyobb számban és méretben a fővályún főleg akkor képződnek, ha a mellékvályúk kialakulása fiatalabb, mint a fővályúé, vagy mélyülésük lassúbb. Ekkor a mellékvályú lépcsőjénél a

mellékvízág nagyobb esése a vízágak összekapcsolódásából származó örvényességet, és így a lokális vályúnövekedést tovább fokozza.

IRODALOM

BÖGLI, A. (1960): Kalklösung und Karrenbildung – Zeit. f. Geomorph. N. E. Supl. 2. p. 4-21.

BÖGLI, A. (1976): Die Wichtigsten Karrenformen der Kalkalpen – In: Karst Processes and Relevant Landforms. ISU Commission on Karst Denudation, Ljubljana pp. 141-149.

CONSTANTINESCU, G.S. – MIYAWAKI, S. – RHOADS, B. – SUKHODOLOV, A. – KIRKIL, G. (2011): Structure of turbulent flow at a river confluence with momentum and velocity ratios close to 1: insights from an eddy-resolving numerical simulation. – Water Resources Research 47 (5), 1–16. <http://dx.doi.org/10.1029/2010WR010018> (W05507).

FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. (2007): Karst Hydrogeology and Geomorphology – John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, 561 p.

SONG, L. H. (1986): Origination of stone forest in China. – International Journal of Speleology 15(1-4) pp. 3-33.

TRUDGILL, S. T. (1985): Limestone geomorphology – Longman, New York 196. p.

VERESS M. (2009): Rinnenkarren. – In: Ginés Á, Knez M, Slabe T, Dreybrodt W (eds): Karst Rock Features, Karren Sculpturing ZALOZBA ZRC. Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna. Carsologica 9, pp. 151–159

VERESS M. – ZENTAI Z. – PÉNTEK K. – DEÁK GY. – SAMU SZ. (2012): Vályúrendszerek fővályúinak fejlődése – Karsztfejlődés XVII. pp. 131-134.

VERESS M. – ZENTAI Z. – PÉNTEK K. – DEÁK GY. – SAMU SZ. (2013): Flow dynamics and shape of rinnenkarren systems – Geomorphology 198 pp. 116-127.

DOI: [10.1016/j.geomorph.2013.05.019](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2013.05.019)

VERESS M. – SAMU SZ. – MITRE Z. (2014): The effect of slope angle on the development of type a and type b channels of rinnenkarren with field and laboratory measurements – Geomorphology 228. pp. 60-70.

[doi:10.1016/j.geomorph.2014.08.014](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.08.014)

VERESS M. – SAMU SZ. – SZÉLES GY. – DÖBRÖNTEI L. – ZENTAI Z. – MITRE Z. (2015): Vályúrendszerek fejlődése – Karsztfejlődés XX. pp. 101-124. DOI: [10.17701/15.101-124](https://doi.org/10.17701/15.101-124)