

A BÜKKALJA VÖLGYHÁLÓZATÁNAK RENDŰSÉG SZERINTI IRÁNYSTATISZTIKAI VIZSGÁLATA

Pecsmány Péter

PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Természetföldrajz-Környezettan Intézeti Tanszék
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: ecopeter@uni-miskolc.hu

Absztrakt

A vízfolyások rendűségének kvantitatív vizsgálata nem új keletű dolog a vízgyűjtők, vízrendszerek vizsgálatában. A módszer lényege, hogy elsőrendűnek tekintjük a forráságakat, majd két elsőrendű völgy találkozásából egy másodrendű völgy születik (így tovább...). Az azonos rendű völgyek eggyel emelik a rendűséget, míg két eltérő rendű völgy találkozása nem jár rendűség emelkedéssel. A vizsgálat segítségével következtetéseket tudunk levonni az adott völgyszakasz nagyságára, vízrendszerben betöltött szerepére, valamint akár korára. Munkámban a Bükkalján futó völgyek rendűségét és azok irányát vizsgáltam meg és vettem össze a szakirodalomban eddig közölt eredményekkel.

Kulcsszavak: völgyhálózat, rendűség, Bükkalja, iránystatisztika

Abstract

Quantitative analysis of stream-order is not a new thing in the study of drainage basins and river systems. The essence of the method is to consider the source branches as first-order, and then from the meeting of two first-order valleys a second-order valley is born (so on...). Valleys of the same order increase order by one, while the encounter of two valleys of different order does not increase order. Analysing the stream-order, we can draw conclusions about the size of the given valley section, its role in the river system, and even its age. In my work I examined the order of the valleys running in Bükkalja and their direction and I compared my findings with the results published in the literature so far.

Keywords: drainage network, stream-order, Bükkalja, orientation

1. Bevezetés

A vízfolyások kvantitatív alapú vizsgálatával elsőnek Horton, R.E. [1] foglalkozott, aki bevezette a rendűség fogalmát. Elsőrendűnek tekintette a forráságakat, vagyis az első összefolyásig terjedő völgyszakaszokat. Két elsőrendű vízfolyás/völgy találkozása egy másodrendű völgyet eredményez (így tovább...). Az azonos rendű völgy találkozása emeli a rendszámot, azonban különböző rendű völgyszakaszok találkozása esetében nincs rendszám növekedés. Strahler, A.N. [2] később annyiban módosította Horton, R.E. [1] metódusát, hogy a torkolatnál kapott végleges rendszámot nem vetítette vissza a teljes vízgyűjtőre. Bár az eljárást Horton, R.E. [1] fejlesztette ki, mégis a Strahler, A.N. [2] módszereként terjedt el. A rendűség vizsgálatát már évtizedek óta alkalmazzák a víz- és völgyhálózat kvantitatív alapú elemzésére, hiszen következtethetünk belőle a méretükre, vízgyűjtőben/vízrendszerben elfoglalt helyükre, valamint akár korukra is [1, 2].

Munkámban arra kerestem választ, hogy a Bükkalján futó völgyek irányítottsága és rendűsége között kimutatható-e kapcsolat, és ha igen, akkor azok milyen, a terület szakirodalmából ismert jellemzőivel állhatnak kapcsolatban.

2. Anyag és módszer

Mivel a Bükkalja területén az állandó vízfolyással rendelkező völgyek száma csekély, így az irányítottsági vizsgálatokhoz nem a vízfolyás-, hanem a sűrűbb völgyhálózatot használtam fel, ezt más terület szerkezetmorfológiai vizsgálatánál is sikeresen alkalmazták [3, 4].

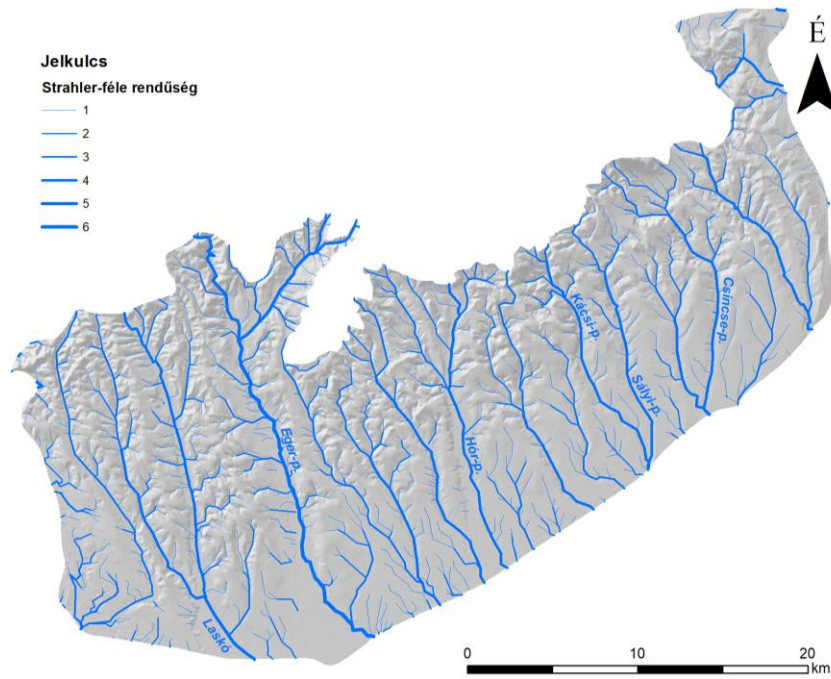
A völgyhálózat elkészítésének egyik – a hagyományos digitalizálással történő módszerrel szemben kevésbé szubjektív – módja a digitális domborzat- vagy terepmodellből való származtatás. Az elméleti völgyhálózat elkészítéséhez a 25 m-es térbeli felbontású HydroDEM-et használtam fel. Először a terepmodellben található lefolyástalan területeket az ArcGIS térinformatikai szoftverben beépített *Fill* parancs segítségével töltöttem fel, erre azért volt szükség, hogy összefüggő vízálózatot lehessen származtatni. Ezt követően a *Flow Direction* parancs segítségével meghatároztam a lefolyási viszonyokat, majd a *Flow Accumulation* parancs felhasználásával meghatároztam, hogy az egyes képpontokban (cellákban) mekkora területre érkezhet víz. Az utolsó lépésben a kritikus forrásterületet kellett megállapítani [4, 5], amely meghatározza azt, hogy legalább mekkora vízgyűjtő területtel kell rendelkeznie a cellának rendelkezni ahhoz, hogy vízfolyás részének tekinthessük [4, 6].

A terepi megfigyeléseimet is szem előtt tartva 0,2 km² és 1 km²-es kritikus forrásterületet választottam. A 0,2 km²-es területesség esetében jól térképezhetők a mellékvölgyek, az 1 km²-es forrásterület alkalmazása pedig – mint már azt Hegedűs A. [6] is megállapította – jól egyezik a „kékvonallal” módszerrel. A 0,2 km²-es területesség esetében a domborzatmodell „elégletesen” felbontása miatt, a széles völgytalpakon lejtésiránnyal párhuzamosan „fenyőfa” alakrajzú „hamis völgyek” is megjelentek, az ilyen kis küszöbérték esetében ez nem szokatlan [4, 7]. Ezek a széles völgytalpakon (Eger-, Hór-patak) lehetnek hajdani medermaradványok is, de mivel egy völgyről beszélünk, ezért a MrVBF-et (*Multi-resolution Index of Valley Bottom Flatness*) [8] és TPI-t (*Topographic Position Index*) [9, 10] felhasználva ezeket a hibákat vizuális kiértékelés alapján eltávolítottam az állományból.

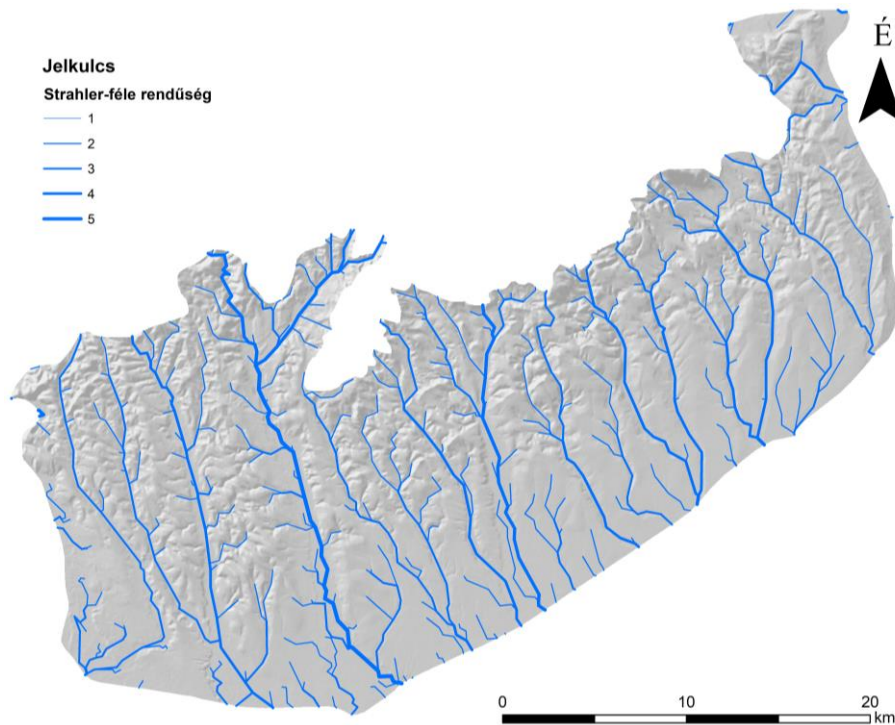
Az elméleti völgyhálózat elkészítése után az ArcGIS *Generalize* parancsa segítségével elsimítottam a kisebb, lokális léptékű (100 m) változásokat (szakaszokat). Erre azért volt szükség, hogy a völgyirányokban jelentkező 5-10 fokos kilengéseket kiegyenlítsem, hiszen ezek pusztán a mederváltozás útján is kialakulhattak [11] (1. ábra, 2. ábra).

A származtatott völgyhálózat felhasználásával az ArcGIS-ben beépített *Stream order* modul segítségével elkészítettem el a Strahler-féle rendűség térképét. A Bükkalján a vízfolyások rendűségével Vágó J. [12] már foglalkozott. Ő a rendűséget a Bükkalja területétől számította és csak a „kékvonallal” módszerrel meghatározott vízfolyásokat vizsgálta meg. Mivel a Bükkalja vízfolyásainak (fővölgyei) vízgyűjtő területe sok esetben jóval túlmutat a vizsgált területen (pl.: Laskó-, Eger-, Hór-patak), ezért a rendűség megállapítása során a teljes vízgyűjtő területet vettem figyelembe.

A vonalas elemek (vízhálózat) töréspontjai segítségével szakaszoltam a vízfolyásokat, majd kiszámoltam az egyes szakaszok azimutális irányát, majd RockWorks 16 szoftver segítségével 10 fokos beosztásközzel gyakorisági és hossziránygyakorisági rózsadiagramokat készítettem azokból.



1. ábra. A Bükkalja 0,2 km²-es kritikus forrásterülettel számolt „javított” völgyhálózata és annak rendűsége

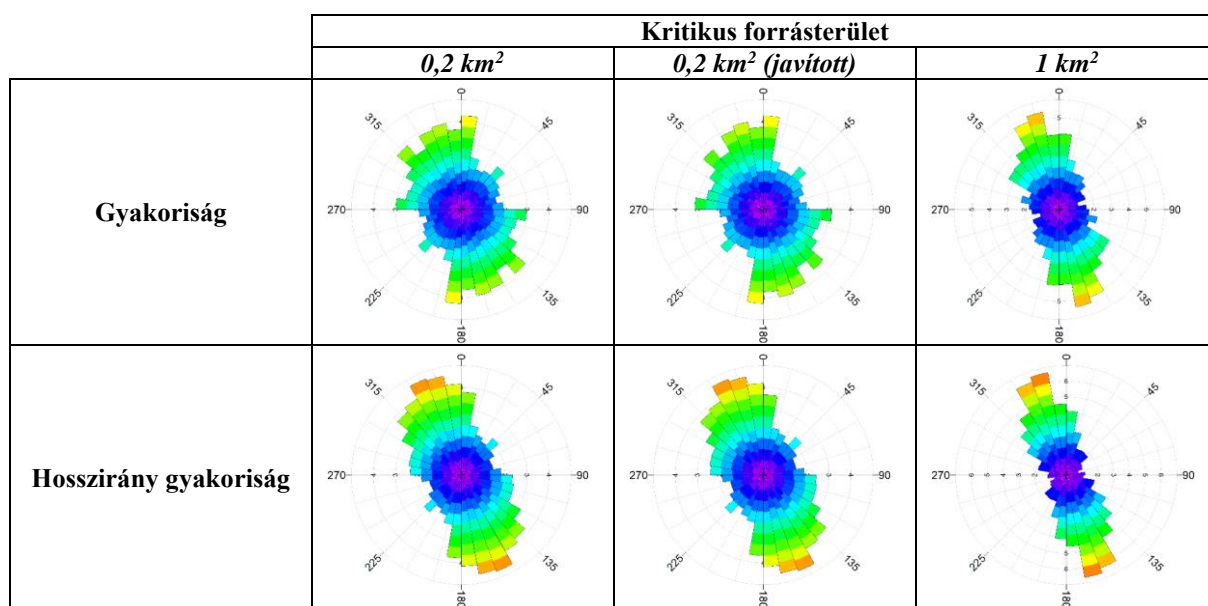


2. ábra. A Bükkalja 1 km²-es kritikus forrásterülettel számolt völgyhálózata és annak rendűsége

3. Eredmények

3.1. Teljes völgyhálózat iránystatisztikai vizsgálata

A $0,2 \text{ km}^2$ kritikus forrásterülettel számolt elméleti vízálózatnál az eredeti és a javított („hamis völgyek” nélküli) állomány között sem irány-, sem hosszirány gyakoriságban jelentős eltérés nincs. Gyakoriság alapján a völgyek nagyrészt É–D-i irányúak, azonban az ~ÉNy–DK-i irány is megjelenik. Hosszirány gyakoriság alapján az ÉÉNy–DDK-i irányú völgyek vannak többségben. Az 1 km^2 -es kritikus forrásterülettel számolt völgyhálózat is ÉÉNy–DDK-i irányítottságot mutat, mind irány-, mind pedig hosszirány gyakoriság alapján (3. ábra).



3. ábra. A Bükkalja különböző kritikus forrásterülettel származtatott völgyhálózatának irány- és hosszirány gyakorisága

3.2. Rendűség szerinti statisztikai vizsgálat

Az iránystatisztikai vizsgálatnál mind a két forrásterület méret esetében az utolsó két osztályba (rendűségbe) tartozó szakaszokat együtt kezeltem. Ennek két oka volt: egyrészt az, hogy ezekbe a többi rendűségi osztályhoz képest sokkal kevesebb elem (szakasz) került (1. táblázat), másrészt pedig a legnagyobb rendűségi ($0,2 \text{ km}^2$ -nél hatodrendű, 1 km^2 -nél ötödrendű) csoportba csak egy völgy tartozott bele, az Eger-patak völgye (ennek oka az, hogy a vízgyűjtő területe jóval túlterjed a Bükkalján és több jelentősebb völgy [pl.: Tárkányi-patak völgye] torkollik bele, amely emeli a rendszámot). Az említett tényezők nagyon elnyomták volna a statisztikai elemzés eredményét, ezért döntöttem az összevonás mellett.

A $0,2 \text{ km}^2$ -es kritikus forrásterülettel számolt elméleti völgyhálózat, és annak javított változata között az iránystatisztikai vizsgálatoknál jelentős különbséget nem tapasztaltam.

1. táblázat. Kritikus forrásterületenként számolt rendűségek eloszlása

	Kritikus forrásterület					
	0,2 km ²		0,2 km ² (javított)		1 km ²	
	szakasz (db)	hossz (km)	szakasz (db)	hossz (km)	szakasz (db)	hossz (km)
elsőrendű	1086	622,5233	913	546,21	224	316,80
másodrendű	444	287,14	386	255,97	110	196,31
harmadrendű	263	180,05	243	63,80	58	102,34
negyedrendű	267	147,09	267	147,09	29	35,04
ötödrendű	49	22,31	49	22,31	17	20,83
hatodrendű	49	20,97	49	20,97	-	-

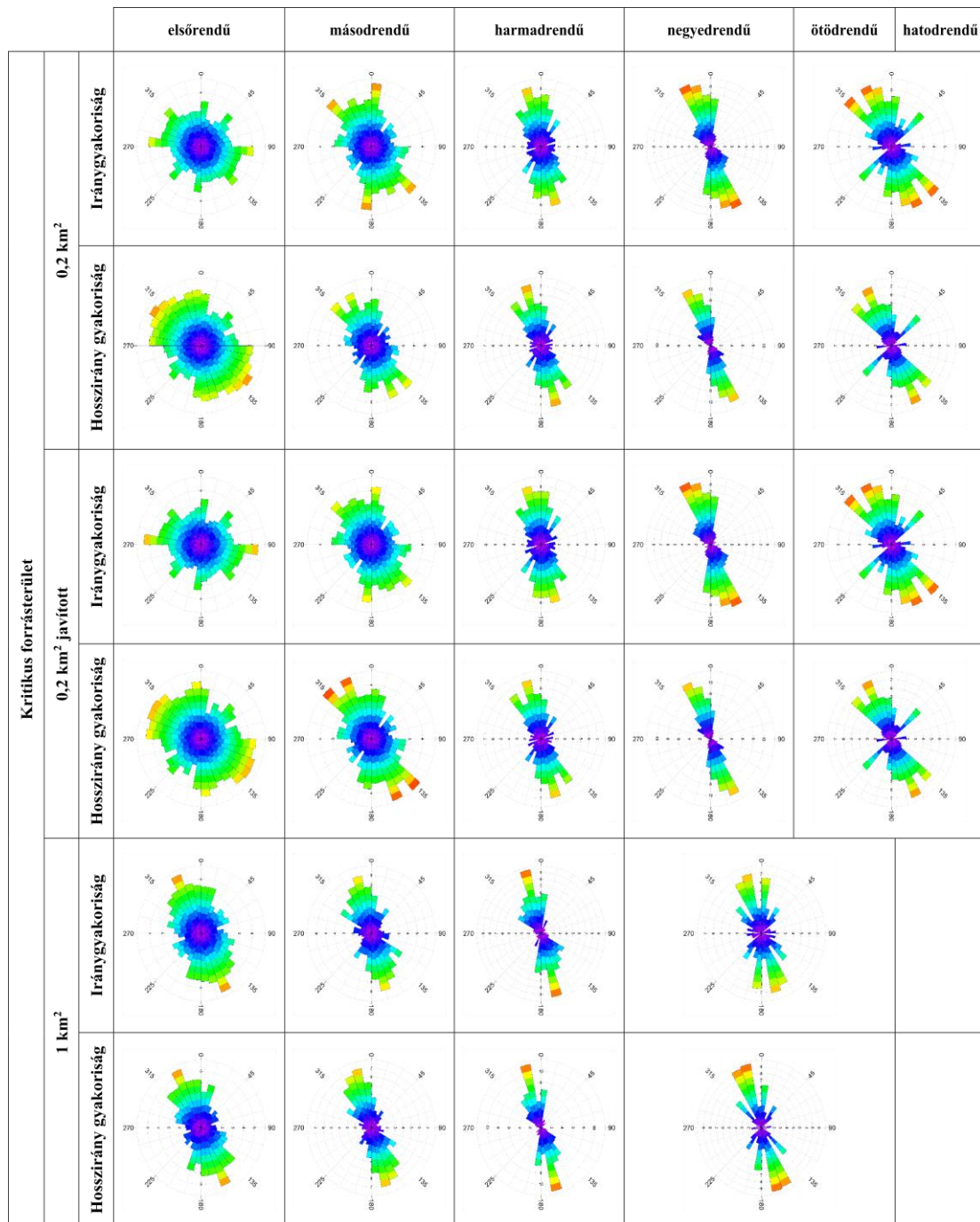
Az elsőrendű völgyek nem mutatnak irányítotttságot iránygyakoriság alapján. A fő és mellékégtájak közel azonos arányban vannak jelen. A javított állomány esetében a K–Ny-i irány enyhén dominánsan jelenik meg az iránygyakorisági rózsadiagramon. Hosszirány gyakoriság alapján az ÉNy–DK-i irány dominál, azonban az É–D-i irány is hangsúlyosan jelenik meg. A másodrendű völgyek esetében az ÉNy–DK-i irány a leggyakoribb és itt is megjelenik az É–D-i irány. Hosszirányt tekintve ugyanezek az irányok dominálnak, annyi eltéréssel, hogy a javított állomány esetében az É–D-i irány kevésbé hangsúlyos. Ennek oka az, hogy a széles völgytalpakon futó, eltávolított „hamis” völgyek nagyobb-részt É–D-i irányítotttságaúak voltak. A harmadrendű völgyeknél mindkét esetben a leggyakoribb irány az ÉÉNy–DDK-i. Az adatok nagyobb része mind a két esetben ÉNy–DK és É–D-i irány közé csoportosult. A negyedrendű völgyek esetében is ugyanaz figyelhető meg, mint a harmadrendűeknél, azonban az adatok itt már kevésbé szórnak. Az összevont ötöd- és hatodrendű völgyek iránya ismét jobban szór. Irány- és hosszirány gyakoriság alapján az ÉNy–DK és az ÉÉNy–DDK-i irányú völgyek vannak túlsúlyban, azonban főleg a hosszirány gyakoriság alapján megjelenik még egy erre merőleges ÉK–DNy-i irány.

Az 1 km²-es kritikus forrásterülettel számolt elméleti völgyhálózat elsőrendű völgyei ÉÉNy–DDK-i irány körül összpontosulnak irány- és hosszirány gyakoriság szerint is. A másodrendű völgyeknél mind irány-, mind hosszirány gyakoriság alapján szintén az előbb már említett ÉÉNy–DDK-i irány dominál. A harmadrendű völgyek iránya már kevésbé szórt. Két markánsan megjelenő irány figyelhető meg (ÉÉNy–DDK, É–D), de a domináns irány itt is ÉÉNy–DDK. Az összevont negyed- és ötödrendű völgyek irányai már ismételten jobban szórnak. Az adatok szintén ÉÉNy–DDK-i irány körül csoportosulnak. Itt is megjelenik, hasonlóan, mint a 0,2 km²-es területegységgel számolt ötöd- és hatodrendű völgyek esetében, egy erre közel merőleges ÉK–DNy-i irány (4. ábra).

Az 1 km²-es rózsadiagramokon láthatjuk, hogy minden rendűség esetében ugyanaz az ÉÉNy–DDK-i irány a meghatározó. Ez alapján arra következtettek, hogy az ilyen méretű, már az esetek nagy részében vízfolyással rendelkező szakaszok, tehát a vízálózat rajzolat típusa párhuzamos. A 0,2km²-es, kis forrásterületű szakaszok – azaz a völgyhálózat – iránystatisztikája alapján a Bükkalja teljes völgyhálózata ágas rajzolatú.

3.3. A völgyiránystatisztikai eredmények és a szakirodalmi adatok összehasonlítása

A szakirodalomban a terület általános lejtésiránya, valamint a szerkezeti elemek sajátosságai már ismertek. A Bükkalja területén az általános lejtésirány DDK-i [12], a főtörések iránya ÉK–DNy-i, de ezekre kialakultak haránt- és diagonális törések is [13, 14, 15, 16].



4. ábra. A Bükkalja különböző kritikus forrásterülettel származtatott völgyhálózatának rendűség szerinti irány- és hosszírány gyakorisága

A teljes völgyhálózatot vizsgálva az ÉÉNy–DDK-i völgyirány a leggyakoribb, ami a Bükkalja ÉNy–DK-i irányú haránttörésével és az általános lejtésiránnyal hozható kapcsolatba. A néhány fokos eltérést az általános lejtés, a haránttörések és a völgyhálózat iránya között a közetminőségbeli különbségekre lehet visszavezetni, amivel alapvetően számolnunk kell a Bükkalja területén [12]. A főtörések irányát (ÉK–DNy) csak néhány völgy követi, de ez az irány is megjelenik a rózsadiagramokon, bár kevésbé hangsúlyosan.

A 0,2 km²-es kritikus forrásterülettel számolt elméleti völgyhálózat elsőrendű völgyeinél csak a hosszirány gyakoriság esetében figyelhető meg irányítottság, mely szerint főként a haránttörésekre és a diagonális törésekre jellemző ÉK–DNy-i és É–D-i irányt követik. A főtörésekre jellemző ÉK–DNy-i irány is megjelenik, azonban kevésbé számottevően. A másodrendű völgyek nagyrészt a haránt és diagonális törésirányokat követik, a főtörések iránya itt sem jelentős. A harmadrendű völgyek iránygyakoriság alapján ÉÉNy–DDK-i irány felé tolódtak el, de közel állnak a haránt- és diagonális törések irányához.

Hosszirány gyakoriság alapján azonban már csak a haránttöréshez közel álló irány a meghatározó. A negyedrendű völgyek esetében ugyanez a helyzet áll fenn. Az iránystatisztikában összevont ötöd- és hatodrendű völgyek esetében a haránttörésre jellemző ÉNy–DK-i és ahhoz közelálló ÉÉNy–DDK-i irány dominál, mind irány-, mind hosszirány gyakoriság alapján. A második meghatározó irány, iránygyakoriság alapján a diagonális törések irányával egyezik meg, míg hosszirány gyakoriság esetében a főtörésekre jellemző ÉK–DNy-i irány a jelentős.

Az 1 km²-es kritikus forrásterülettel számolt elméleti völgyhálózat esetében az elsőrendű völgyeknél a haránttörések irányához közeli ÉÉNy–DDK-i irány dominál, jelentős még a diagonális törésekre jellemző irány, a főtörések iránya azonban nem számottevő. A másodrendű völgyek esetében a haránttörések irányához szintén közeli ÉÉNy–DDK-i irány jelenik meg markánsan. A diagonális és haránttörések irányai közel azonos hangsúlyúak, de kevésbé jelentősek. A harmadrendű völgyek esetében gyakoriság alapján a haránttörések ÉNy–DK-i (ÉÉNy–DDK) iránya jelentős, de megjelenik a diagonális törésekre jellemző É–D-i irány is. Az összevont negyed- és ötödrendű völgyek esetében gyakoriság alapján a haránttörésekre jellemző irány dominál, közel azonos hangsúllyal, de jelentősen megjelennek a diagonális és főtörésirányok is.

4. Összefoglalás

Munkámban a Bükkalja völgyhálózatának iránystatisztikai vizsgálatát végeztem el. A 0,2 km²-es kritikus forrásterülettel számolt völgyhálózat iránygyakoriság alapján É–D-i irányt mutat, míg a 1 km²-es területtel számolt völgyhálózat zömében ÉÉNy–DDK-i futású. Hosszirány gyakoriság esetében mind a két forrásterület esetében az ÉÉNy–DDK-i irányú völgyek vannak többségben. Ez az irány közel egyezik a Bükkalja általános lejtésirányával és a területen futó földtani szerkezeti elemek haránttörésének irányával, a néhány fokos eltérést a közetminőségbeli változásokra, valamint a pusztán regressziós völgyfejlődésre lehet visszavezetni.

Rendűség alapján a Bükkalja völgyhálózata párhuzamosnak tűnik, ami nem jellemző a teljes Bükkaljára [12]. Párhuzamos rajzolat – az eddigi kutatások alapján – csak a riolitufa sávától délre fekvő területnek jellemvonása, a tufasávban jellemzően lugasos/ágas rajzolatú völgyhálózat alakult ki [12]. Fontos azonban megjegyezni, hogy a vizsgálat eredménye nagyban függ a kiválasztott kritikus forrásterület nagyságától.

5. Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Horton, R. E.: *Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology*, GSA Bulletin 56 (3), (1945) pp. 275-370. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1945\)56\[275:EDOSAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2)
- [2] Strahler, A. N.: *Quantitative analysis of watershed geomorphology*, Transaction of the American Geophysical Union 38, (1957) pp. 913-920. <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>
- [3] Martz, L. W., Garbrecht, J.: *Numerical definition of drainage networks and subcatchment areas from digital elevation models*, Computers and Geosciences 18, (1992) pp. 747-761. [https://doi.org/10.1016/0098-3004\(92\)90007-E](https://doi.org/10.1016/0098-3004(92)90007-E)
- [4] Ruszkiczay-Rüdiger, Zs., Fodor, L., Horváth, E., Telbisz, T.: *Discrimination of fluvial, eolian and neotectonic features in a low hilly landscape: A DEM-based morphotectonic analysis in the Central Pannonian Basin, Hungary*, Geomorphology 104 (3–4), (2009) pp. 203-217. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.08.014>
- [5] Jordán, Gy.: *Terrain modelling with GIS for tectonic geomorphology. Numerical methods and applications*. PhD Thesis, Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala, 2004., 42 p.
- [6] Hegedűs, A.: *Felszínalaktani vizsgálatok az Ózd-Pétevársárai dombságon*, Doktori (PhD) értekezés, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2008., 109 p.
- [7] Tribe, A.: *Automated recognition of valley lines and drainage networks from grid digital elevation models: a review and a new method*, Journal of Hydrology 139, (1992) pp. 263-293. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(92\)90206-B](https://doi.org/10.1016/0022-1694(92)90206-B)
- [8] Gallant, J. C., Dowling, T. I.: *A multiresolution index of valley bottom flatness for mapping depositional areas*, Water Resources Research, 39 (12), (2003) pp. 1347-1359. <https://doi.org/10.1029/2002WR001426>
- [9] Jenness, J.: *Topographic Position Index (tpi_jen.avx) extension for ArcView 3.x, v. 1.3a*. <http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm>, 2006.
- [10] Weiss, A.: *Topographic Position and Landforms Analysis*, Poster presentation, 2001 ESRI User Conference, San Diego, CA.
- [11] Demeter G., Szabó Sz.: *A völgyhálózat és töréssírányok kapcsolatának vizsgálata különböző geoinformatikai módszerekkel a Bükk északi előterén*, HunDEM 2009 és GeoInfo 2009 Konferencia, Miskolc, pp. 1-20.
- [12] Vágó, J.: *A kőzetminőség szerepe a Bükkalja völgy- és vízhálózatának kialakulásában*, Doktori (PhD) értekezés, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2012., 111 p.
- [13] Balogh, K.: *A Bükk hegység és környékének földtani térképe 1: 100 000*, MÁFI, 1963.
- [14] Less, Gy., Kovács S., Pelikán, P., Pentelényi, L., Sásdi, L.: *A Bükk hegység földtana. Magyar-azó a Bükk hegység földtani térképéhez (1:50 000)*, 2005., ISBN 963 671 253 0
- [15] Petrik, A.: *A Bükk déli előterének kainozoos szerkezetalakulása*, Doktori (PhD) értekezés, ELTE-TTK, Budapest, 2016., 264 p.
- [16] Pecsmány, P., Vágó, J.: *A mélyszerkezet és a domborzat közötti kapcsolat a Bükkalja területén*, Műszaki Földtudományi Közlemények 89, (2020) pp. 29-34.