

A FOLYÓMEDREK MORFOLÓGIAI TIPIZÁLÁSÁNAK HIERARCHIÁJA A NEMZETKÖZI IRODALOMBAN

LÓCZY DÉNES

HIERARCHICAL PRESENTATION OF TYPOLOGIES OF RIVER CHANNEL
MORPHOLOGY IN INTERNATIONAL LITERATURE

Abstract

A hierarchy of classifications of river channels based on their morphological properties is viewed at three scales: the shape and character of the valley, the channel pattern and bedforms. Single-thread channels are subdivided into morphological types by sinuosity and lateral instability. In spite of numerous efforts the definite distinction between composite channel pattern types (anabranching and anastomosing) has not been achieved yet. Human intervention (river regulation) induces river metamorphosis and produces anthropogenic channel types. New approaches to channel systemization involve hydrological parameters and sediment transport as well as stream power. The typology of channel reaches has several practical implications, including assessments of flood hazard and river habitat diversity.

Keywords: valley and channel typology, sediment transport, channel pattern, riverbed features

Bevezetés

A folyómedrek alaki osztályozására, összehasonlító jellemzésére irányuló kísérletek szinte egyidősek a geomorfológia tudományával. A mérsékelt övben végzett kutatások természetes módon a folyóvízi folyamatok vizsgálatára összpontosítottak. Több mint egy évszázad alatt, WILLIAM MORRIS DAVISTÓL (1899) kezdve számos geomorfológus kidolgozta a maga mederosztályozási rendszerét, elsősorban az Atlanti-óceán két oldalán. Az 1970-es évektől szinte évente jelent meg egy-egy újabb: MELTON, J. A. (1936); HORTON, R. E. (1945); MATTHES, G. (1956); LEOPOLD, L. B. – WOLMAN, M. G. (1957); LANE, E. W. (1957); SCHUMM, S. A. (1963, 1977); CULBERTSON, D. M. et al. (1967); THORNBURY, W. D. (1969); GALAYS, V. J. et al. (1973); MOLLARD, J. D. (1973); KELLERHALS, R. et al. (1976); BRICE, J. C. – BLODGETT, J. C. (1978); HOWARD, A. D. (1980); RICHARDS, K. S. (1982); MIAL, A. D. (1985, 1996); FRISSELL, C. A. et al. (1986); CUPP, C. E. (1989); BRADLEY, J. B. – WHITING, P. J. (1991); CHURCH, M. (1992); MONTGOMERY, D. R. – BUFFINGTON, J. M. (1993, 1997); KONDOLF, G. M. (1995); THORNE, C. R. (1997); ALABYAN, A. M. – CHALOV, R. S. (1998); WRC (2001); TAYLOR, C. (2002); KONDOLF, G. M. et al. in: KONDOLF, G. M. – PIÉGAY, H. (2002); BRIERLY, G. J. – FRYIRS, K. A. (2005); THOMPSON, C. et al. (2006); ORR, H. G. et al. (2008) – a lista nyilván nem teljes. (További angol nyelvű munkákat ismertet: KONDOLF, G. M. – PIÉGAY, H. 2002, a német nyelvű szakirodalomból pedig KERN, K. 1994; SOMMERHÄUSER, M. – SCHUHMACHER, H. 2003).

Az Egyesült Államokban az 1950-es évektől fellendült folyóvízi geomorfológiai kutatások (LEOPOLD, L. B. – MADDOCK, T. JR. 1953; SCHUMM, S. A. 1963; LEOPOLD, L. B. et al. 1964 stb.) nyomán születtek az első, tisztán geomorfológiai alapon végzett mederosztályozások. Bár sokféle rendszer létezik, nincs olyan, amely általánosan, minden célra alkalmazható lenne (MONTGOMERY, D. R. – BUFFINGTON, J. M. 1997). Egyáltalán nem biztos, hogy a – gyakran hierarchikus megközelítésű – geomorfológiai osztályozások mérnöki vagy ökológiai szempontból is megfelelőek (KONDOLF, G. M. 1995).

Völgyosztályozás

A folyómeder állapotát természetesen befolyásolják azok a folyamatok, amelyek a domborzat magasabb hierarchia-szintjein, a vízgyűjtőn és a völgyekben (1. táblázat) zajlanak (FRISSELL, C. A. et al. 1986). Ismeretükben jelezhető előre, hogyan reagál a meder és az ártér a zavaró hatásokra a jelenben, illetve hogyan történt ez a múltban (BISSEON, P. A. et al. 2006).

1. táblázat – Table 1

A folyóosztályozás hierarchia-szintjei (FRISSELL, C. A. et al. 1986 és MONTGOMERY, D. R. – BUFFINGTON, J. M. 1997 nyomán, hazai példákkal kiegészítve)
Hierarchical levels of river classification (after FRISSELL, C. A. et al. 1986 and MONTGOMERY, D. R. – BUFFINGTON, J. M. 1997, with examples from Hungary)

Hierarchia-szint	Térbeli méret nagyságrendje, m ²	Időbeli állan- dóság nagyság- rendje, év	Példa
geomorfológiai körzet	(10 ⁹)	(>10 ⁴)	Külső-Somogy dombság
vízgyűjtő terület	10 ⁶ –10 ⁸	>10 ⁴	Kapos vízgyűjtő
völgyszakasz	10 ² –10 ⁵	10 ³ –10 ⁴	Középső-Kapos
folyószakasz	10 ¹ –10 ³	10 ⁰ –10 ³	Dombóvári-öblözet
mederforma	10 ⁰ –10 ¹	<10 ⁰ –10 ²	Torony alatti kottyanók

A folyóvölgyeket geomorfológiai és hidrológiai (elsősorban hordalék-szállítási) jellemzőik szerint szokás szakaszokra osztani. MONTGOMERY, D. R. és BUFFINGTON, J. M. (1997) háromféle völgyszakasz-típust különböztet meg:

- kolluviális (a környező lejtőkről származó hordalékot továbbító);
- alluviális (folyóvízi hordalékszállítással jellemezhető) és
- szálaban álló kőzetbe vésődött (kevés hordalékot továbbító) sziklavölgyeket.

A kolluviális völgyekből csak időszakosan távolítja el a lefolyás az ott felhalmozódó üledéket és szerves anyagot. A völgyfenék erózióját a csapadék-, a kőzettani viszonyok és a növényzet sűrűsége szabja meg. A kolluviális völgyekben a vízhálózat első- vagy másodrendű elemei csak időszakos áradás vagy törmelékfolyások során képesek kimélyíteni medrüket.

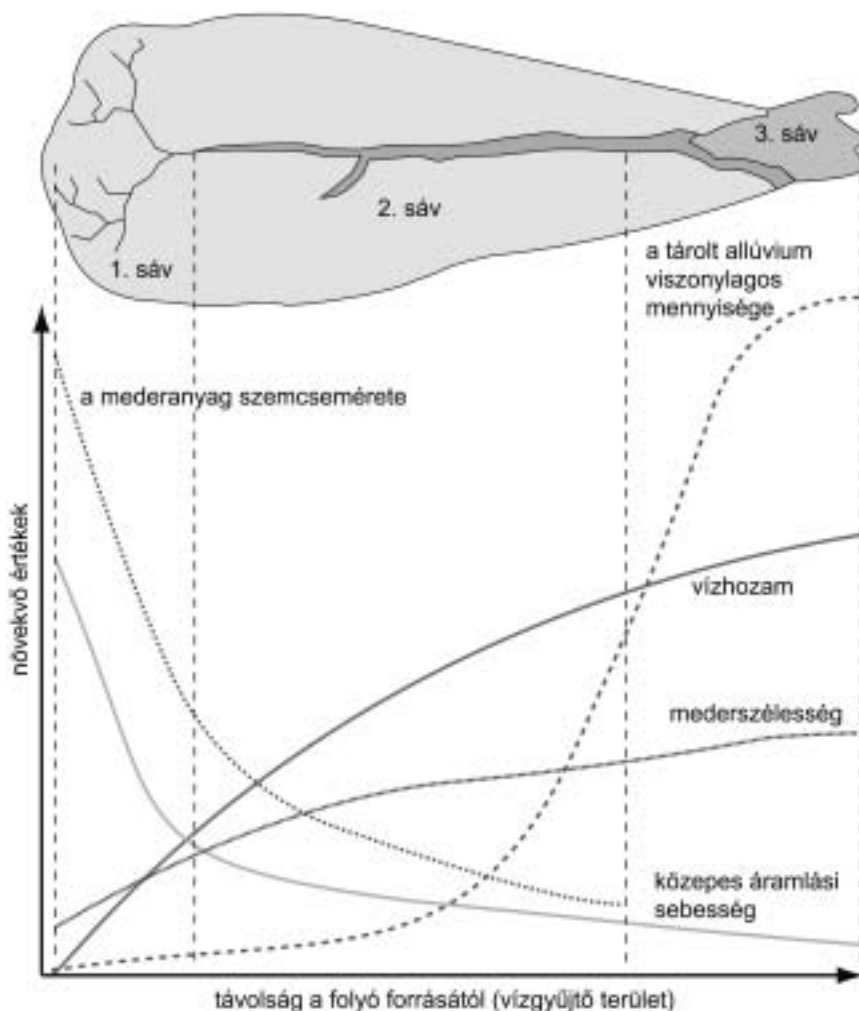
Az alluviális völgyek a folyó felsőbb szakaszáról kapják hordalék-utánpótlásukat. A hordalék térben és időben igen változatos mintázat szerint továbbítódik bennük, mindenestre a völgy bevágódása nem olyan mértékű, hogy a felhalmozott alluviumot teljesen kitarthatná. Az alluviális völgyekben a folyómedrek korlátozottak, részben korlátozottak vagy korlátozás nélkül, szabadon fejlődnek lehetnek. Az alluviális folyószakasz-típusok a völgyi korlátozottság foka, az esés, a helyi földtani tényezők, a hordalék-utánpótlás és a vízjárás szerint különülnek el.

A szálaban álló kőzetbe bevágódó völgyekben jelentéktelen mennyiségű hordalék halmozódik fel, az is csupán átmenetileg. Két alapvető típusuk van (BISSEON, P. A. et al. 2006):

- meredek sziklavölgyek, amelyekben a hordalékszállítás mértéke meghaladja a hordalék-utánpótlódását, ezért tartósan sziklaaljazatuk van;
- alacsony (első-, másod-) rendű völgyek, amelyek aljzatát törmelékfolyások nemrég mélyítették ki a szálaban álló kőzetig.

Folyószakaszok hordalék-szállítási típusai

A folyóvízi geomorfológia élő klasszikusa, SCHUMM, S. A. (1963, 1977) a folyó *eróziós, szállítási* (transzfer) és *lerakódási* sávjait különbözteti meg a vízgyűjtőn. A három sávban a meder mérete, valamint a víz- és hordalékmozgás szabályos törvényszerűségek szerint alakul (1. ábra). Abból indult ki, hogy a folyó mechanizmusát, a fluvialis formák rendszerét, a meder mintázatát és stabilitását elsősorban a hordalékszállítás jellege szabja meg (2. táblázat). Az általa megállapított, a három alapvető típus megkülönböztetését lehetővé tevő küszöbértékeket azonban később sokan bírálták (lásd pl. BRIERLEY, G. J.–FRYIRS, K. A. 2005).



1. ábra A folyó eróziós (1. sáv), szállítási (2. sáv) és lerakódási (3. sáv) szakaszai a folyami paraméterek értékeinek változásával (SCHUMM, S. A. 1977 nyomán)

Figure 1 Erosional (zone 1), transportational (zone 2) and depositional zones (zone 3) with changing river parameter values (after SCHUMM, S. A. 1977)

2. táblázat – Table 2

Az alluviális folyómedrek osztályozása a hordalékszállítás módja szerint
(SCHUMM, S. A. 1963, 1977 nyomán)
Classification of alluvial river channels by the way of sediment transport
(after SCHUMM, S. A. 1963, 1977)

Medertípus	A fenékhordalék aránya, %		A meder stabilitása	
	stabil, egyensúlyi		lerakó (hordaléktöbblet)	erodáló (hordalékhiány)
lebegtetett hordalékú	< 3	szélesség/mélység arány: < 10; futásfejlettség: > 2; esés: kicsi	lebegtetett hordalék lerakódása inkább a partokon, mederfenéken kevésbé; mederszűkülés	lebegtetett hordalék erodálása főleg a fenékről, kezdetben kisebb mértékű mederszélesedés
vegyes hordalékú	3–11	szélesség/mélység arány: 10–40; futásfejlettség: 1,3–2; esés: közepes	vegyes hordalék lerakódása először partokon, azután a fenéken	vegyes hordalék erodálódása a fenékről, majd mederszélesedés
fenékhordalék-meder	> 11	szélesség/mélység arány: > 40; futásfejlettség: < 1,3; esés: meredek	fenékhordalék-lerakódás az aljzaton, szigetek keletkezése	fenékhordalék kis mértékű erodálása az aljzatról, főleg mederszélesedés

A folyó hidraulikai viszonyainak alaposabb megismerése után a felszínformák kialakulását bizonyos áramlási mintázatokhoz kötötték, és ennek alapján tipizáltak (3. táblázat). Ellenkező megközelítésben a szállított hordalék szemcseméretét a mederellenállás különböző fajtáit számszerűsítő koeficienssekkel hozták kapcsolatba, a típusokat ezekkel

3. táblázat – Table 3

A vízfolyások áramlásfajtái és a nekik megfelelő medertípusok (PADMORE, C. L. 1998; NEWSON, M. D.–NEWSON, C. L. 2000 nyomán, egyszerűsítve)
Current types and the corresponding channel types (simplified after PADMORE, C. L. 1998; NEWSON, M. D.–NEWSON, C. L. 2000)

Vízáramlás-típus („áramlási biotóp”)	Kód	A kapcsolódó medertípus („fizikai biotóp”)
nincs látható áramlás	NP	kottyánó, holtvíz (szegélyeken, kanyarulatokban, övzátonyok és akadályok alatt folyásirányban)
sima áramlás, határain örvények	SM	„sikló” szakasz (angolul: glide)
feláramlás	UP	forrásörvény
áramlás fodrozódó vízfelszínnel	RP	„csörgedező” szakasz (angolul: run)
kaotikus áramlás	CF	bármelyik az alábbi fizikai biotópok közül
törés nélküli állóhullámok	UW	gázló
megtört állóhullámok	BW	zúgó
surrantós áramlás	CH	sellő
szabadesés	FF	vízesés

jellemezték (BATHURST, J. C. 1993 – 4. táblázat). Látható, hogy a koeficiensek értéktartományai átfedik egymást, az ezek szerinti osztályozás nem egyértelmű, a megállapított osztályok nem zárják ki egymást.

4. táblázat – Table 4

A mederbeli vízáramlást gátló ellenállások megközelítőleges értéktartományai különböző hordalék-szállítási medertípusokra (BATHURST, J. C. 1993 nyomán, kiegészítve)
Approximate intervals of resistance types to channel flow for different channel types by sediment transport (supplemented after BATHURST, J. C. 1993)

<i>Medertípus</i>	<i>Esés, %</i>	<i>Szélesség /mélység arány (w/d, m)</i>	<i>A mederanyag szemcsemérete (D₅₀, mm)</i>	<i>Darcy–Weisbach-féle ellenállási koeficiens, ff</i>	<i>Manning-féle meder-éresség, n</i>	<i>Viszonylagos kíméltültség (d/D₅₀)</i>
homokos	≤ 0,1	5–10	≤ 2	0,01–0,25	0,01–0,04	> 1000
kavicsos	0,05–0,5	≥ 10	10–100	0,01–1	0,02–0,07	rendszerint 5–100
görgeteges	0,5–5	2–10	≥ 100	0,05–5	0,03–0,2	gyakran < 1
szikla	≥ 5	≤ 2	változó	0,1–100	0,1–5	általában < 1

A medermintázatok fajtái

A korábbi magyar folyóvízi geomorfológiai munkák és tankönyvek – CHOLNOKY J. (1926) nyomán – a folyómedrek osztályozására a felső-, középső- és alsószakasz-jelleg leírását alkalmazzák. A nemzetközi szakirodalom viszont – elsősorban amerikai kutatások alapján (LEOPOLD, L. B. – WOLMAN, M. G. 1957; LEOPOLD, L. B. et al. 1964; SCHUMM, S. A. 1973, 1977) – a *folyómedrek mintázata* szerint állapít meg medertípusokat. A háromdimenziós folyóvízi rendszer alakját legjobban alaprajzban, a *futásfejlettséggel* (kanyargósság, színszösség – angolul: sinuosity) lehet jellemezni.

A kanyargósságon kívül a saját allúviumukban futó folyók mintázat szerinti osztályozásának (BRIERLEY, G. J. – FRYIRS, K. A. 2005) szintén fontos ismérve a *laterális stabilitás*, ami a meder szélesedésében, illetve szűkülésében, (transzlációs vagy rotációs) eltolódásában nyilvánul meg, valamint a fonatosság mértéke (a zátonyokkal, szigetekkel tagolt mederszakaszok százalékos aránya) és az avulziós (mederáthelyeződési) hajlam is a stabilitás ismérve.

Egyszerű medrek

A mederfajtákat mintázatok alapján két alaptípusba sorolják: lehetnek egyszerű vagy összetett medrek, amelyek további altípusokra bonthatók (LEOPOLD, L. B. – WOLMAN, M. G. 1957; NANSON, G. C. – KNIGHTON, A. D. 1996).

Az *egyszerű*, elágazás (bifurkáció) nélküli *medrek* kiterjedését jól meghatározható partfalak korlátozzák, ezeket nem töri át a vízáramlás. Futásfejlettségük szerint az egyszerű medrek alábbi típusait különböztethetjük meg (LÓCZY D. 2005):

- Egyenes medrek.* A természetben ritka, de igen stabil mederfajta. Sokkal gyakrabban keletkezik emberi hatásra (pl. folyószabályozás következtében).
- Meanderező meder.* A sodorvonal erősebben kitér, nagyobb a futásfejlettség ($P \geq 1,57$). A meder anyagától (a fenékhordalék arányától) függő, a mederszélességgel is arányos hullámhossz stabilizálódik.

- c) A *fonatos* (angolul: *braided*) *medreket* zátonyok tagolják, a sodorvonal ágakra bomlik. Homokos, illetve kavicsból vagy görgetegből álló mederben is kifejlődik. Leginkább hordalékkúpok tengelye mentén és a gleccserek nyelve előtt elterülő olvadékvíz-síkságokon (szandr-mezőkön) gyakori. A fonatos medrű folyó is építhet széles árteret (FERGUSON, R. I. 1993).

Összetett medrek

Az amerikai szakirodalomban hagyományos hármas felosztást (SCHUMM, S. A. 1977) csak az 1980-as évektől bővítették ki *összetett*, többágú *medrekkel*, amelyekre kétféle típusmegnevezés használatos: *többszörösen elágazó* („*fattyúágas*”, angolul: *anabanching*) *rendszer* (KNIGHTON, A. D. – NANSON, G. C. 1993) és a *fonatosan szövevényes* (angolul: *anastomosing*) *mederrendszer* (NANSON, G. C. – KNIGHTON, A. D. 1996; MAKASKE, B. 1998). Egyes szerzők (pl. NANSON, G. C. – KNIGHTON, A. D. 1996) az oldalirányú meder-vándorlást is a többszörös elágazás alá sorolják be. Szerintük az egyszerű medrek valamennyi fajtájának megvan a többágú megfelelője. Tehát minden típusban az egyes ágak lehetnek egyenesek, szűken vagy tágabban meanderezők, de fonatosak is. Az anastomosing itt az anabanching egyik fajtája.

A medermintázatok új rendszere

A folyómeder-mintázatok legújabb tipológiája (EATON, B. C. et al. 2010) a SCHUMM-féle osztályozás felülvizsgálatán alapul – de éppen SCHUMM (1979) szellemében! A kanadai szerzők empirikus egyenletek segítségével igyekeznek meghatározni a *mederesésnek* azon *küszöbértékeit*, amelyek megszabják, hol vált át az egyik mintázattípus a másikba. Az egyik küszöbérték kijelöli a határt a stabil egyszerű meder (akár egyenes, akár meanderező) és a stabil többszörösen elágazó (anabanching) meder között:

$$S_{cr1} \approx 0,28 \cdot Q^{*-0,44},$$

ahol S_{cr} = kritikus mederesés; Q^* = mederkitöltő vízhozam (dimenzió nélküli szám).

Egy másik küszöbérték az elágazó (anabanching) és a – lényegében mindig instabil – fonatos medreket különíti el egymástól. Egyszerűsítő feltétel, hogy a növényzet nem befolyásolja lényegesen a partfal állékonyságát, tehát az erre vonatkozó tényező értéke 1, így kiesik az egyenletből:

$$S_{cr2} \approx 0,56 \cdot Q^{*-0,43}.$$

Az elméleti számítások alátámasztják az eredetileg LEOPOLD, L. B. és M. WOLMAN, M. G. (1957) által javasolt küszöbértékeket. Az osztályozás szempontjából az egyenletek azt jelentik, hogy az egyenes és a meanderező medermintázat egyszerű mederként (single-thread channel) vonható össze. A fonatos és a fattyúágas medrek jóval lényegesebb különbségeket mutatnak. Az instabillá váló egyszerű meder bizonyos küszöbértékeket átlépve stabil elágazó vagy instabil fonatos mederré alakulhat, amely – SCHUMM, S. A. (1977) és CHURCH, M. (1992) felfogásával szemben – ebben a rendszerben szintén összetettnek minősül.

A mederesés és a vízhozam megszabja a folyó *fajlagos energiáját*, s így felszínalakító tevékenységét, medermintázatait is. Érdekes összevetni, hogy a Föld különböző vidékein, különböző feladatokon dolgozó kutatók ilyen szempontból milyen kategóriákat tartanak érdemesnek elkülöníteni (5. táblázat).

További előrelépést jelentett az 1980-as és 90-es években, amikor a folyómeder környezetét, a *partok* és az *ártér* különböző paramétereit is bevonták az osztályozás ismérvei közé. Az ilyen átfogóbb folyóosztályozások eredményei így összegeezhetők (ORR, H. G. 2008 – 6. táblázat, kiegészítve).

A módosított állapotú (antropogén) medrek

Ha valamilyen okból hosszú távon módosul a folyó víz- és hordalék-szállítási mechanizmusa, a mintázattípusok átalakulnak egymásba, és ennek következtében a felszínformálás jellege is megváltozik, *folyómetamorfózistól* beszélünk (SCHUMM, S. A. 1969). Ennek oka *természetes* (a csapadékviszonyok változása a vízgyűjtőn, tektonikus mozgások, a növényzet átalakulása) és *emberi hatás* (a földhasználat megváltozása, folyószabályozás, víztározó létesítése stb.) egyaránt lehet. A meder alakulása, a medernek a külső hatásokhoz való állandó igazodása is lehet osztályozási szempont. Ennek a legjobb példája SIMON, A. *mederfejlődési modellje* (Channel Evolution Model – SIMON, A. 1989), amelyben a mederfejlődés állapotát morfológiai paraméterek (kereszt- és hossz-szelvény, a partfal magassága) jelzik. Gyakorlati szempontból ez a módszer azért jelentős, mert a folyószabályozás a meder bevágódásán keresztül káros természeti folyamatokat válthat ki (pl. a talajvíz szintjének süllyedése a száraz időszakokban).

A folyómetamorfózis legrészletesebben leírt példái a Mississipp mentéről származnak. Az ilyen jellegű kutatások felhívták a figyelmet arra, hogy a folyó nem egyszerűen bevágódással vagy feltöltéssel válaszol a külső hatásokra, hanem egész mechanizmusa átalakításával, ami természetesen a meder stabilitását is érinti. Mivel Földünkön a legtöbb folyó életébe döntően beavatkozott a társadalom, „működésük” már csak a folyómetamorfózis törvényeinek ismeretében érthető meg (LANE, S. N. 1995).

A szabályozott meder *átalakítottságának mértékét* az alábbi beavatkozások és következményeik minősítésével lehet megállapítani (KNIGHTON, A. D. 1998):

- a meder kiegyenesítése (kanyarulatok levágása) – következményei: medermélyülés, parterózió, alsóbb szakaszon felhalmozódás;
- a mederszelvény átalakítása (kiszélesítés, kimélyítés) – következményei: csökkenő hordalékszállítás, lerakódás;
- gátak építése (az ártér leszűkítése) – következményei: korlátozott üledék-felhalmozódás, a meder bevágódása;
- partvédelem (a partok eróziójának megakadályozása) – következményei: módosult mederérdesség, part menti üledék-lerakódás;
- a meder kitisztítása (akadályok eltávolítása) – következményei: növekvő áramlási sebesség, mederdegradáció;
- kotrás (medermélyítés a sodorvonal mentén) – következményei: medermélyítés, parterózió;
- fenékküszöb, zsilip létesítése – következményei: az esésviszonyok átalakítása, a hidraulikai változatosság mérséklése.

Komplex geomorfológiai osztályozás

Széles körben (nem csak geomorfológusok által) használt, átfogó és részletes mederosztályozás az amerikai D. L. ROSGENÉ (1994). ROSGEN *rendszerzésének* célja, hogy a folyó megjelenéséből következtessen a viselkedésére, az egyes mederszakaszokra megál-

Néhány, a folyó fajlagos energiáján alapuló folyóosztályozás összehasonlítása (Lóczy D.)
Comparison of some river classifications based on specific stream power (by Lóczy, D.)

Szerző	Fajlagos folyóenergia (w) kategóriák ($W m^{-2}$)			
	Az osztályozás alapja	120–300, aktív, kis futás-fejlettségű	20–350, korlátozott	5–350, aktív meanderezés
FERGUSON, R. I. (1981, 1986)	meder-mintázat			
NANSON, G. C. – CROKE, J. C. (1992)	ártér jellege (1. szinten)	>300, nem kohézióv, nagy energiájú ártér	10–300, nem kohézióv, közepes energiájú ártér	
PETT, F. (1995)	meder-igazodás	>100, gyakori (fontos?) meder-eltolódás		<35, nincs igazodás; szabályozás után
NANSON G. C. – KNIGHTON, A. D. (1996)	mellék-ágak	6. típus: 100–300	3. típus: 5–10	2. típus: 4–8; 1. típus: ≤ 8
BERNOT, V. – CREUZÉ DES CHATELLIERS, D. (1998)	völgyalak, ártér jellege (2. szinten)	100–1000, V-alakú völgy	30–300, keskeny V-alakú völgy	30–120, széles ártér

6. táblázat – Table 6
A folyómedrek osztályozására irányuló legfontosabb kísérletek és ártéri vonatkozásaik (ORR, H. G. 2008 nyomán, kiegészítve)
Major approaches to river channel classification and their implications for floodplains (supplemented after ORR, H. G. 2008)

Kidolgozó	Az osztályozás alapja	Honnan származik?	Előnyei	Hátrányai	Ártéri vonatkozások
MILL, A. D. (1985, 1996)	medermintázat, uralkodó üledékfácies, felszínformák	Ausztrália	a medermintázat részletes osztályozása	nem folyamattal, nedves vidékekre nem jól használható	ártéri formák feltűnése a típusoknál
ROSGEN, D. L. (1994)	uralkodó és, mederszélesség/mélység arány, alrajzi mintázat (bevágódás) és a mederanyag uralkodó szemcsemérete	Észak-Amerika	részletes, felhasználóbarát; a környezetbarát meder kialakításához jól felhasználható	nem a folyamatokból indul ki; nem érzékeny minden zavarás iránt	–
MONTGOMERY, D. R. – BUFFINGTON, J. M. (1998)	a meder alakja és a meder-alakító folyamatok (folytonos skála) 4 meretarányban	amerikai hegyvidéki vízgyűjtők	a medermobilitást magyarázza; főleg homokos és kavicsos medrekre, de görgetere is; a változás valószínűsége megbecsülhető	a típusok minden vidékre nem vihetőek át; helyi tényezőket (felhasználás, uszadékfa szerepe) hangsdlyoz	az ártéri földhasználat geomorfológiai hatásai
„folyósfülösök”, BRIERLY, G. J. – FRYRS, K. A. (1997, 2005)	beágyazott hierarchikus megközelítés: a vízgyűjtőtől a geomorfológiai egységig (földtani felépítés, talaj, növényzet, éghajlat, tájformát), GIS feldolgozás	Ausztrália, folyó-restaurációs céllal	a geomorfológiai viszonyok mutatják, milyen messze van a rendszer a természetől; mennyire állítható helyre	csak részben mennyiségi értékelés; nem tükrözi a társadalom befolyását a helyi változatosságra; geomorfológiai kiindulást, nagy szakértelmet igényel; átvihető, de nagy adatigény	a meder elhelyezkedése az ártéren, az ártér völgyi korlátosság

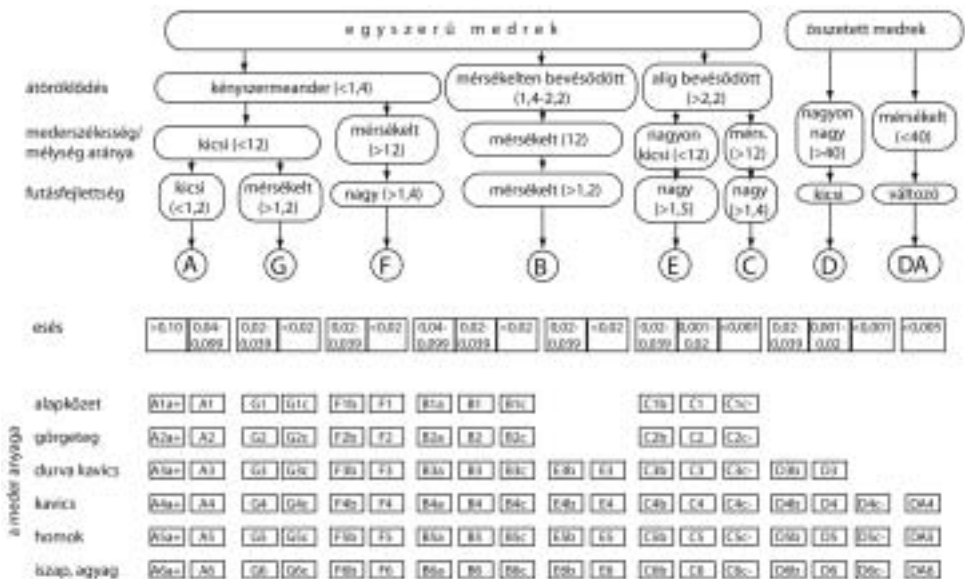
lapítsa a víz- és a hordalékszállítás összefüggéseit. Osztályozása a következő – egymással összefüggő – paramétereken alapul:

- egyszerű vagy összetett-e a meder;
- bevágódási arány (az előntésveszélyes sáv szélessége osztva a mederszélességgel);
- a mederszélesség és -mélység aránya;
- futásfejlettség (kanyargósság);
- a meder esése;
- a mederfenék anyaga.

A továbbfejlesztett osztályozási rendszerben (ROSGEN, D. L. 1996) négy *hierarchia-szintet* állapít meg:

1. *szint*: általános geomorfológiai jellemzés – ártéri felszínformák, a völgy alakja és a vízgyűjtő domborzata alapján;
2. *szint*: medertípusok megállapítása referenciaszakaszok analógiájára – bevágódottság, mederméret, -mintázat, -esés és -anyag (D_{50} szemcseméret) alapján (2. ábra);
3. *szint*: a folyó morfológiai állapota – hordalék-utánpótlás, uszadékfa, a mederstabilítás foka és a medret ért zavaró hatások;
4. *szint*: a folyó dinamikája – a vízjárás szélsőségei, a sodorvonal áthelyeződése.

ROSGEN osztályozását ugyan többen ellenőrizték, sőt felhasználták erősen módosított medrű amerikai vízfolyások helyreállítására, de nem mindig sikerrel, mivel instabil medreket hoztak létre (a tanulságokat ismerteti: KONDOLF, G. M. – PIÉGAY, H. 2002).



2. ábra Második szintű medertípusok ROSGEN, D. L. osztályozási rendszerében (ROSGEN, D. L. 1998 nyomán)
Figure 2 Channel typology at second level in D. L. ROSGEN's system (after ROSGEN, D. L. 1998)

Osztályozás a mederaljazat alakzatai szerint

A kb. 10–20 mederszélességnyi hosszúságú (MONTGOMERY, D. R. – BUFFINGTON, J. M. 1997), nagyjából homogén egységeknek tekinthető mederszakaszok jellegét bizonyos

mederparaméterek (esés, a hordalék szemcsemérete, mederszélesség/mélység aránya) értékkezeivel ugyan analitikusan jól lehet jellemezni, mégis gyakran célravezetőbb a holisztikus megközelítés, ami szerint az egyes mederszakaszok jellegzetes folyóvízi formakincse jobban tükrözi lényegüket, az ott végbemenő folyamatokat (BUFFINGTON, J. M. et al. 2003).

Az egyes mederszakaszok között gyakran hirtelen az átmenet, de folytonos is lehet, azért elhatárolásuk nem minden esetben egyszerű és egyértelmű. Bár az alluviális szakaszokon kolluviális és szálkőzetbe vájt részek is előfordulhatnak, jellegüket az alluviális formacsoportok adják meg. A hordalék-utánpótlás és a folyó energiája szerint hat alluviális típust különböztetnek meg (MONTGOMERY, D. R. – BUFFINGTON, J. M. 1997) (7. táblázat):

- *fodros-dűnés aljzat* (kis esésű, völgyi korlátozottság nélküli, meanderező, homokos medrek formái, mérsékelt turbulenciájú helyeken; a hordalékszállítás folyamatos);
- *gázlós-kottyanós aljzat* (kis és közepes vízfolyások mérsékelt esésű, gyakran meanderező, alluviális, kavicsos, homokos, heterogén felépítésű szakaszai; a fenékhordalék szállítása szakaszos);
- *sima aljzat* (közepes esésű, egyenletes mélységű mederszakaszok, ahol a fenékhordalék szállítását erős kéregképződés akadályozza);
- *lépcsős-kottyanós aljzat* (nagy esésű, rendszerint egyenes, görgetegekből vagy farönkökből álló lépcsőkkel tagolt mederszakaszok, ahol sok finom szemcséjű hordalék tárolódik, és csak nehezen kiszámítható küszöbértékek átlépésekor mobilizálódik – GRANT, G. E. et al. 1990);
- *kaszkád meder* (a legmeredekebb, sekély vízű, vízeséses, sellős, alluviális mederszakaszok, helyenként turbulens áramlású kottyanókkal, ahonnan a finom szemű üledék könnyen kiöblítődik);
- *kolluviális meder* (a folyók felső, hegyvidéki szakaszán, elsőrendű vízfolyások kolluviummal kitöltött völgyekben, ahol jelentős mennyiségű hordalék akár több száz évig is tárolódhat; a medermélyítő képessége csekély – DIETRICH, W. E. – DUNNE, T. 1978; hordalékszállításuk mérsékelt és időszakos, epizodikus törmelékfolyások).

A legfejlettebb árterek a fodros-dűnés, a gázlós-kottyanós és a fonatos medreket kísérik.

A hierarchia legalsó fokán viszonylag homogén alakzatok, *helyi mederformák* együttese állnak, amelyeket a vízáramlás és a mederfenék érdessége közötti kölcsönhatások alakítanak ki. Természetesen különböző vízálláskor különbözőképpen alakulnak. A mederaljzat formaegyütteseinek alacsony vízálláskor van diagnosztikus szerepük, hiszen nagyvíz levonulásakor dinamikusan átalakulnak egymásba, nehezen különíthetők el (LÓCZY D. 2005).

A vízi szervezetek (moszatok, bentikus gerinctelenek, halak) számára a formaegyüttesek élőhely-típusokat jelentenek (HAWKINS, C. R. et al. 1993), sokféleségük a biodiverzitást fokozó tényező (BISSEON, P. A. et al. 2006). Az aljzat formátípusainak osztályozása tehát a vízi növények és állatok térbeli eloszlását is jelzi. Emellett a formaegyüttesek felmérése hasznos adatokat szolgáltat a természetes és az antropogén zavarások kimutatásához, illetve a folyórehabilitációs intézkedések megtervezéséhez.

HAWKINS, C. R. és munkatársai (1993) a *mederformák három szintű osztályozását* terjesztették elő. Először a gyors és a lassú folyású, turbulens és lamináris áramlású helyeket különítik el, majd hidraulikai tulajdonságaik alapján morfológiai egységeket határoznak meg.

A „*gyors folyású*” megjelölés természetesen meglehetősen viszonylagos. A gázlók mindig gyors folyású egységek, miközben a kottyanók bonyolultabb áramlás-eloszlást mutatnak: a lassúbb folyásúak mellett gyorsabb folyású helyeik is vannak. A gyors, a Froude-féle szám szerint rohanó (szuperkritikus) áramlással ($Fr \geq 1$) jellemezhető egység-

Folyómeder-típusok hegyvidéki medencékben és megkülönböztetésük szempontjai (MONTGOMERY, D. R.–BUFFINGTON, J. M. 1997 nyomán, dunántúli példákkal)
 Stream channel types in mountain basins and their distinctive criteria (after MONTGOMERY, D. R.–BUFFINGTON, J. M. 1997, with examples from Transdanubia)

Típusok	a) <i>dűne-homokfodor</i>	b) <i>gázló-kotlyanó</i>	c) <i>sima aljzat</i>	d) <i>lépcső-kotlyanó</i>	e) <i>kaszkád</i>	f) <i>sziklameder</i>	g) <i>kolluviális</i>
A meder jellemző anyaga	homok	kavics	kavics, durva kavics	durva kavics, görgeteg	görgeteg	szálban álló kőzet	változó
Az aljzat alakzatainak elrendeződése	többretegű	oldalirányban oszcilláló	nincsenek alakzatok	függőleges irányban oszcilláló	véletlenszerű	szabálytalan	változó
Az érdesség elemei	kanyargósság, szemcsék, partok	fenékalakzatok, szemcsék, partok	szemcsék, partok	fenékalakzatok, szemcsék, partok	szemcsék, partok	mederfenék, partok	szemcsék
A fő hordalékforrások	folyó, partomlás		folyó, partomlás, törmelék-folyás	folyó, lejtőfolyamatok, törmelékfolyás			lejtő-folyamatok, törmelék-folyás
Hordaléktárolók	ártéri formák	ártéri formák, fenék-alakzatok	ártéri formák	fenék-alakzatok	az akadályok felett és alatt	üledékfoltok	mederfenék
Völgyi korlátozottság	nincs	nincs	változó			korlátozott	
Kotlyanók távolsága (meder-szélességben)	5–7		nincs	1–4	<1	változó	ismeretlen
Jellemző távolság a kotlyanók között (meder-szélesség)	5–7		nincs	1–4	<1	változó	ismeretlen
Mederkitöltő vízhozam gyakorisága (év)		1–2				változó	
Dunántúli példa	Alsó-Zala	Középső-Kapos	Alsó-Kapos	Bükösködi-víz	–	kis mecseki patakok	–

geknek öt típusát különböztetik meg, az esés és az áramlási sebesség csökkenő sorrendjében (HAWKINS, C. R. et al. 1993):

- vízesések;
- lépcsős vízesések (kaskádok);
- sellők;
- gázlók;
- surrantók (chutes).

A gyors folyású, de szubkritikus egységeknek két alaptípusa van: sima vízrétegben áramló (sheet) és „csörgedező” folyású (run) helyek. Mindkettő általában szálban álló kőzetben kialakult medrekre jellemző.

A *lassú vízáramlás* vagy a helyi kimélyítés, kimosás helyein (scour pools) tapasztalható, vagy ott, ahol az áramlás a mederben valamilyen akadályba ütközik (dammed pools). A nagyobb akadályok törmelékfolyások, földcsuszamlások felhalmozódási szakaszai, hódvárak lehetnek. Hatféle helyi kimélyítéssel formát különböztetnek meg (HAWKINS, C. R. et al. 1993):

- örvénylées kottyanók (akadályok alatti szakaszokon);
- árokszerű kottyanók (U-keresztmetszetűek, korlátozott sziklamederben);
- mederközépi kottyanók (hirtelen kimélyülések a sodorvonal mentén akadály körül);
- összefolyási (konvergens) kottyanók (hasonló méretű vízfolyások találkozásánál, alluviális mederben);
- laterális kimélyülések (akadály, pl. farönkök közelében, a meder szélén);
- örvényüstök (plunge pools; vízesések, sellők alatt sziklamederben).

Összefoglalás

A Föld folyói hihetetlen változatosságot mutatnak, amelyet – első megközelítésben – medrük hidromorfológiai tipizálásával lehet megragadni. A hierarchikus megközelítésben feltárt mederfolyamatokra épülnek rá a folyóvízi ökológiai osztályozások, illetve a meder környezetére, az ártérre is kiterjedő hidromorfológiai és tájökológiai (tájszerkezeti) vizsgálódások. A teljes folyóvízi rendszer alapvetően geomorfológiai, de többoldalú, ökológiai szempontokkal is kiegészített jellemzése hasznos lehet természetvédelmi szempontból a meder és az ártér természetességi állapotának minősítésében, irányt mutathat a folyami környezet helyreállításának megtervezéséhez.

LÓCZY DÉNES

Pécsi Tudományegyetem, Környezettudományi Intézet, Pécs

loczyd@gamma.ttk.pte.hu

IRODALOM

- ALABYAN, A. M. – CHALOV, R. S. 1998: Types of river channel patterns and their natural controls. – *Earth Surface Processes and Landforms* 23. pp. 467–474.
- BATHURST, J. C. 1993: Flow resistance through the channel network. – In: BEVEN, K. J. – KIRKBY, M. J. (eds): *Channel Network Hydrology*. John Wiley and Sons, Chichester. pp. 69–98.
- BERNOT, V. – CREUZÉ DES CHÂTELLIERS, D. 1998: Etude de l'adaptation de la méthode de sectorisation mise au point sur le Vidourle à d'autres cours d'eau du bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Rapport final à l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse. – ARALEP, Villeurbanne, Rhône, France. 63 p. + annexes

- BISSON, P. A. – MONTGOMERY, D. R. – BUFFINGTON, J. M. 2006: Valley segments, stream reaches, and channel units. – In: HAUER, R. – LAMBERTI, G. (eds): *Methods in Stream Ecology*. Elsevier, New York. pp. 23–49.
- BRADLEY, J. B. – WHITING, P. J. 1991: Stream Characterization and a Stream Classification for small streams. – Interim report prepared for Washington Department of Natural Resources, Seattle, WA. pp. 20–31.
- BRICE, J. C. – BLODGETT, J. C. 1978: Countermeasures for hydraulic problems at bridges. Vol. 1. Analysis and Assessment. – Federal Highway Administration, Washington, D. C. 169 p.
- BRIERLEY, G. J. – FRYIRS, K. A. 2005: *Geomorphology and River Management*. – Applications of the River Styles Framework. Blackwell Publishing, Carlton, Victoria. 398 p.
- BUFFINGTON, J. M. – WOODSMITH, R. D. – BOOTH, D. B. – MONTGOMERY, D. R. 2003: Fluvial processes in Puget Sound Rivers and the Pacific Northwest. – In: MONTGOMERY, D. R. – BOLTON, S. – BOOTH, D.B. – WALL, L. (eds): *Restoration of Puget Sound Rivers*. University of Washington Press, Seattle, WA. pp. 46–78.
- CHOLNOKY J. 1926. A földfelszín formáinak ismerete (Morfológia). – Budapest. 226 p.
- CHURCH, M. 1992: Channel morphology and typology. – In: CALOW, P. – PETTS, G. E. (eds): *The Rivers Handbook: Hydrological and Ecological Principles 1*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 126–143.
- CULBERTSON, D. M. – YOUNG, L. E. – BRICE, J. C. 1967. Scour and Fill in Alluvium Channels. – U. S. Geological Survey Open-File Report, Washington D. C. 58 p.
- CUPP, C. E. 1989: Stream Corridor Classification for Forested Lands of Washington. – Report Prepared for Washington Forest Protection Association, Olympia, WA. 44 p.
- DAVIS, W. M. 1899: The geographical cycle. – *Geographical Journal* 14. pp. 481–504.
- DIETRICH, W. E. – DUNNE, T. 1978: Sediment budget for a small catchment in mountainous terrain. – *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband*. 29. pp. 191–206.
- EATON, B. C. – MILLAR, R. G. – DAVIDSON, S. 2010: Channel patterns: Braided, anabranching, and single-thread. – *Geomorphology* 120. pp. 353–364.
- FERGUSON, R. I. 1981: Channel form and channel changes. – In: LEWIN, J. (ed.): *British Rivers*. Allen and Unwin, London. pp. 90–125.
- FERGUSON, R. I. 1986: Hydraulics and hydraulic geometry. – *Progress in Physical Geography*, 10. pp. 1–31.
- FERGUSON, R. I. 1993: Understanding braiding processes in gravel-bed rivers: Progress and unresolved problems. – In: BEST, J. L. – BRISTOW, C. S. (eds): *Braided Rivers*. Geological Society Special Publication, 75. pp. 13–71.
- FRISSELL, C. A. – LISS, W. J. – WARREN, C. E. – HURLEY, M. D. 1986: A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. – *Environmental Management*, 10.2. pp. 199–214.
- GALAYS, V. J. – KELLERHALS, R. – BRAY, D. I. 1973. Diversity of River Types in Canada. In: *Fluvial Process and Sedimentation*. – Proceedings of Hydrology Symposium. National Research Council of Canada, Ottawa, Canada. pp. 217–250.
- GRANT, G. E. – SWANSON, F. J. – WOLMAN, M. G. 1990. Pattern and origin of stepped bed morphology in high-gradient streams, western Cascades, Oregon. – *Geological Society of America Bulletin* 102. pp. 340–352.
- HAWKINS, C. P. – KERSHNER, J. L. – BISSON, P. A. – BRYANT, M. D. – DECKER, L. M. – GREGORY, S. V. – MCCULLOUGH, D. A. – OVERTON, C. K. – REEVES, G. H. – STEEDMAN, R. J. – YOUNG, M. K. 1993: A hierarchical approach to classifying stream habitat features. – *Fisheries* 18. pp. 3–12.
- HORTON, R. E. 1945: Erosional development of streams and their drainage basins. – *Geological Society of America Bulletin* 56. pp. 275–370.
- HOWARD, A. D. 1980: Threshold in River Regimes. – In: COATES D. R. – VITEK, J. D. (eds): *Threshold in Geomorphology*. Allen and Unwin, London. pp. 275–370.
- http://www.wildlandhydrology.com/assets/The_Reference_Reach_II.pdf
- KERN, K. 1994: *Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung*. – Springer Verlag, Berlin. 256 p.
- KNIGHTON, A. D. – NANSON, G. C. 1993: Anastomosis and the continuum of channel form. – *Earth Surface Processes and Landforms* 18. pp. 613–625.
- KONDOLF, G. M. 1995: Geomorphological stream channel classification in aquatic habitat restoration: Uses and limitations. – *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 5. pp. 127–141.
- KONDOLF, G. M. – PIÉGAY, H. 2002: *Tools in Geomorphology*. – John Wiley and Sons, Chichester. 384 p.
- LANE, E. W. 1957: *A Study of the Shape of Channels formed by Natural Streams Flowing in Erodible Materials*. – U.S. Army Corps of Engineers, Missouri River Corps of Engineers, Omaha. (Missouri River Division Sediment Series 9)
- LANE, S. N. 1995: The dynamics of dynamic river channels. – *Geography* 80. 2. pp. 147–162.
- LEOPOLD, L. B. 1994: *A View of the River*. – Harvard University Press, Cambridge, MA. 290 p.
- LEOPOLD, L. B. – MADDOCK, T. JR. 1953: The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. – *US Geological Survey, Washington, D. C. (Professional Paper, 252)*
- LEOPOLD, L. B. – WOLMAN, M. G. 1957: River Channel Patterns: Braided, Meandering, and Straight. – *U.S. Geological Survey, Washington D. C. pp. 39–85. (Professional Paper, 282-B)*

- LEOPOLD, L. B.–WOLMAN, M. G.–MILLER, J. P. 1964: *Fluvial Processes in Geomorphology*. – W.H. Freeman, San Francisco. Unabridged Republication: 1995. Dover Publications, Inc. New York. 522 p.
- LÓCZY D. 2005: A folyóvizek felszínformálása. – In: LÓCZY D.–VERESS M.: *Geomorfológia, I. Földfelszíni folyamatok és formák*. Dialóg Campus, Budapest–Pécs. pp. 17–130.
- MAKASKE, B. 1998: Anastomosing rivers: forms, processes and sediments. – Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap/Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit Utrecht, Utrecht. 287 p.
- MATTHES, G. 1956: River engineering. In: ABBOTT, P. O. (ed.): *American Civil Engineering Practice*. Vol. 11. John Wiley and Sons, New York. pp. 15–56.
- MELTON, F. A. 1936: An Empirical Classification of Flood-plain Streams. – *Geographical Review* 26. pp. 593–609.
- MIALL, A. D. 1985: Architectural element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. – *Earth Science Reviews* 22. pp. 261–308.
- MIALL, A. D. 1996: *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology*. – Springer, Berlin. 582 p.
- MOLLARD, J. D. 1973: Air Photo Interpretation of Fluvial Features. – In: *Fluvial Processes and Sedimentation*. Research Council of Canada, Ottawa. pp. 341–380.
- MONTGOMERY, D. R.–BUFFINGTON, J. M. 1993: Channel Classification, Prediction of Channel Response, and Assessment of Channel Condition. – University of Washington, Seattle, WA – Washington State Department of Natural Resources, Olympia, WA. 84 p. (Report TFW-SH10-93-002)
- MONTGOMERY, D. R.–BUFFINGTON, J. M. 1997: Channel-reach morphology in mountain drainage basins. – *Geological Society of America Bulletin* 109.5. pp. 596–611.
- NANSON, G. C.–KNIGHTON, A. D. 1996: Anabranching rivers: their cause, characteristics and classification. – *Earth Surface Processes and Landforms* 21. pp. 217–239.
- ORR, H. G.–LARGE, A. R. G.–NEWSON, M. D.–WALSH, C. L. 2008: A predictive typology characterizing hydromorphology. – *Geomorphology* 100. pp. 32–40.
- PETIT, F. 1995: Régime hydrologiques et dynamique fluviale des rivières ardennaises. In: DEMOULIN, A. (ed.): *L'Ardenne, Essai de Géographie Physiques. Livre en Hommage au Prof. A. Pissart*. Univ. Liège, Liège. pp. 194–223.
- RICHARDS, K. S. 1982: *Rivers: Form and process in alluvial channels*. – Methuen, London. 357 p.
- ROSGEN, D. L. 1994: A classification of natural rivers. – *Catena* 22. pp. 169–199.
- ROSGEN, D. L. 1998: The Reference Reach – a Blueprint for Natural Channel Design. – Wetlands and Restoration Conference, ASCE, Denver, CO. 9 p.
- SCHUMM, S. A. 1963: A Tentative Classification of Alluvial River Channels. – U. S. Geological Survey Circular, 477, Washington D.C. 10 p.
- SCHUMM, S. A. 1969: River Metamorphosis. – *Journal of Hydraulic Division, American Society of Civil Engineers* 95. pp. 255–273.
- SCHUMM, S. A. 1973: River Morphology. – In: *Benchmark Papers in Geology*. Dowden, Hutchinson, and Ross, Stroudsburg, PA. 429 p.
- SCHUMM, S. A. 1977: *The Fluvial System*. – Wiley Interscience, New York. 338 p.
- SCHUMM, S. A. 1979: Geomorphic thresholds – concept and its applications. – *Transactions of the Institute of British Geographers* 4. pp. 485–515.
- SIMON, A. 1989: A model of channel response in disturbed alluvial systems. – *Earth Surface Processes and Landforms* 14. pp. 11–26.
- SOMMERHÄUSER, M.–SCHUHMACHER, H. 2003. *Handbuch der Fließgewässer Norddeutschlands. Typologie, Bewertung, Management*. – Atlas für die limnologische Praxis. Ecomed. 278 p.
- TAYLOR, C. 2002: Recognising channel and floodplain forms. – Water – Rivers Commission, East Perth, Western Australia. 21 p. (River Restoration Report No. RR17)
- THOMPSON, C.–CROKE, J.–OGDEN, R.–WALLBRINK, P. 2006: A morphostatistical classification of mountain stream reach types in southeastern Australia. – *Geomorphology* 88.3–4. pp. 307–321.
- THORNBURY, W. D. 1969: *Principles of Geomorphology*. – 2nd edition. John Wiley and Sons, New York. 594 p.
- THORNE, C. R. 1997: Channel types and morphological classification. – In: THORNE, C. R.–HEY, R. D.–NEWSON, M. D. (eds.): *Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management*. John Wiley and Sons, Chichester. pp. 175–222.
- WOLMAN, M. G. 1954: Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes. – *Transactions of American Geophysical Union* 35. pp. 951–956.
- WRC 2001: *Stream Channel Analysis*. – Water and Rivers Commission of Western Australia, East Perth, WA. 36 p. (River Restoration Series Report RR9)