

Litologické vlastnosti štěrků Libotínského potoka (Podbeskydská pahorkatina)

Lithologic characteristics of gravels of the Libotínský potok Stream (Podbeskydská pahorkatina Hilly Land)

Tomáš GALIA

Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita v Ostravě, Chittussiho 10, CZ-710 00 Ostrava
e-mail: tomas.galia@osu.cz

Keywords: headwater stream, fluvial sediments, gravel, grain-size, petrology, Silesian Nappe, Czech Republic

Abstract. The paper describes downstream relationships between local sediment inputs, petrology and grain-size of bed sediments with measured grains of $D_{\geq 10}$ mm in the flysch-based Libotínský potok Stream (Podbeskydská pahorkatina Hilly Land, Outer Western Carpathians). Downstream increase of sandstone pebble share in bed sediments reflects their higher resistance and their continual delivery into the channel. Teschenites have their source zones in the upper part of studied basin and a gradual downstream decrease to ca. 15–20% of total pebble counts is observed. Soft claystones decrease from ca. 50% in the upper part to 20% in the lowermost parts. Grain-sizes of D_{90} and D_{75} percentiles fluctuate without any significant downstream trend and are independent on the ratio of soft rocks in bed sediments. Lower percentiles indicated almost constant values. Calculated gradation coefficient of bed sediments points up on the poor correlation with the D_{25} grain-size percentile.

ÚVOD

Korytové sedimenty pramenných toků horských oblastí obvykle charakterizuje široké rozpětí velikostních frakcí klastů od písčité po balvany až metrových velikostí. Značná unášecí síla horských pramenných toků s vysokým sklonem dna během povodňových událostí a nedostatek akumulárního prostoru ve svahy sevřených údolích podmiňuje rychlý transport a postupné opracovávání jednotlivých klastů. Přítomné velikostní frakce v korytech často odrážejí přímou lokální dodávku materiálu z přímknutých svahů podmiňnou její časovou rozkolísaností, objemem a také litologií v závislosti na intenzitě svahových pohybů nebo fluvialní eroze. Právě litologie korytových sedimentů může významně ovlivňovat poproudové velikostní charakteristiky klastů, kdy řada studií poukázala na přímou vazbu mezi výskytem odolných hornin v horninovém podloží toku a hrubnutím korytových sedimentů (např. KAVAGE-ADAMS & SPOTILA 2005; GOLDEN & SPRINGER 2006). Bývá tak narušen obecně platný trend, kdy na malých plochách povodí (cca 1–10 km²) dochází nejprve k poproudovému hrubnutí korytových sedimentů a v místech ukončení přímé dodávky z přilehlých svahů nastává postupné zjemňování těchto sedimentů (BRUMMER & MONTGOMERY 2003; GALIA & HRADECKÝ 2014).

Flyšové podloží Vnějších Západních Karpat obvykle do vodních toků dodává jemnější materiál s nízkým podílem balvanité frakce (GALIA et al. 2015). Tato skutečnost predisponuje nižší korytovou drsnost a odolnost krycí sedimentární vrstvy vůči fluvialnímu transportu a tudíž náchylnost zdejších toků k rychlému zahlubování. Existuje několik lokálních studií popisujících vývoj velikostních frakcí klastů v pramenných tocích s flyšovým podložím, tyto jsou však zaměřeny spíše na vrcholové oblasti Moravskoslezských Beskyd. ŠKARPICH et al. (2010) mimo jiné popisují změny zrnitostí korytových sedimentů v důsledku hrazení bystřin v povodí řeky Morávky, GALIA et al. (2015) se zabývají změnami velikosti nejhrubší korytové frakce v závislosti na výskytu rychlých exogenních procesů typu blokovobahenních proudů a dodávce sedimentů

z lokálních zdrojnic v tocích Radhošťské hornatiny. Vazbu poměru podílu pískovcových a jílovcových klastů na výsledné zrnitostní parametry korytových sedimentů vysokogradientových koryt Radhošťské hornatiny řešili GALIA & ŠKARPICH (2013).

Předkládaný příspěvek popisuje poproudovou změnu zrnitostních parametrů a litologického složení korytových sedimentů na příkladu pramenného toku Podbeskydské pahorkatiny, kde se obecně vzhledem k nižším sklonům dna a přilehlých svahů předpokládají méně intenzivní fluvialní a gravitační procesy. Rovněž je zde možné sledovat postupný transport těšinitových klastů, které mají svou zdrojovou oblast především v nejvýše položené části povodí.

STUDOVANÉ ÚZEMÍ

Libotínský potok (někdy také Libotínka) je levostranným přítokem Sedlnice (pravostranný přítok Odry), odvodňující velkou část geomorfologického okrsku Libotínské vrchy, součásti Západobeskydského podhůří. Tok byl studován v úseku 0,35–2,35 km od pramene (analogicky 1,3–3,3 km od ústí do Sedlnice) a nebyl ovlivněn výraznými zásahy člověka ve smyslu opevnění břehů nebo hrazení. Geologické podloží zkoumané části povodí tvoří flyšová stavba slezské jednotky Vnější skupiny příkrovů, konkrétně svrchní část hradišťských vrstev druhohorního stáří (spodní křída) (MENČÍK et al. 1983). V normálním vývoji jde o střídání pískovců s tmavosedy až černošedy jílovců. Lokálně obsahuje vložky chudých železných rud pelosideritů, po jejichž těžbě z 19. století nacházíme zejména v dolní části povodí dosud patrné pozůstatky v podobě drobných hald a propadlých šachet. Vložky jemnozrnných pískovců jsou často podřadné, nicméně oproti jílovcům jsou značně odolnější vůči zvětřování a jsou tak ukládány jako šterky a valouny i ve fluvialních sedimentech v nivě dolní části toku. Rovněž je na hradišťské vrstvy vázán podmořský vulkanismus, v našem případě výskyt pravých a ložních žil těles těšinitů především v horní části povodí (MENČÍK et al. 1983). Korytové sedimenty jsou tak tvořeny těšinity transportovanými z horní části povodí, pískovci, jílovců a významnou složku tvoří pelosiderity vázané především na střední a dolní část studovaného povodí toku. Nápadně stupně v horní části podélného profilu (obr. 1) ukazují na polohy výchozů těšinitů v korytě, které díky své relativní geomorfologické odolnosti oproti okolním horninám vytvářejí lokální erozní báze a často v korytě vystupují jako skalní stupně (obr. 2A). Střední a dolní část studovaného toku je prakticky v celé trase dotována sedimenty z břehových nátrží a mělkých sesuvů dodávajících materiál až do velikosti valounové frakce. Ve střední části studovaného úseku toku v nátržích ve většině případů vystupuje skalní podloží (obr. 2B). Břehové nátrže v dolní části profilu jsou obvykle založeny pouze v nepevných kvartérních fluvialních a svahových sedimentech obsahujících mimo jemných zemin také šterky a valouny odolnějších pískovců, ve kterých je tok místy výrazně zahlouben.

METODIKA

Podélný profil toku byl zaměřen laserovým dálkoměrem s vestavěným sklonoměrem v letních měsících 2011. V devíti, z pohledu korytové morfologie relativně homogenních, korytových úsecích o délkách 30–40 metrů byly za nízkého vodního stavu měřeny délky prostřední osy náhodně vybraných klastů ($D_{\geq 10}$ mm) povrchové vrstvy sedimentů dle metodiky pro hodnocení hrubé sedimentární frakce v říčních systémech WOLMAN (1954), užívané i pro bystřinné toky (např. ŠKARPICH et al. 2010; GALIA & HRADECKÝ 2014). Celkově bylo takto změřeno v každém úseku sto klastů a u každého měřeného klastu zaznamenána jeho litologie. Některé vlastnosti hodnocených korytových úseků shrnuje tab. 1. Následně byly provedeny výpočty velikostních percentilů D_{25} , D_{50} , D_{75} a D_{90} a byl vypočítán koeficient gradace S_{grad} sedimentů studované frakce $D_{\geq 10}$ mm pro jednotlivé korytové úseky:

$$S_{\text{grad}} = (D_{84}/D_{50} - D_{50}/D_{16})/2$$

Tento koeficient se běžně využívá ke stanovení vytříbenosti hrubé sedimentární frakce v bystřinných tocích (BUNTE & ABT 2001). Čím je hodnota tohoto koeficientu vyšší, tím méně je sediment vytříbený a objevují se tak výraznější rozdíly mezi rozměry nejmenších a největších klastů. Významné korelace koeficientu s vybranými zrnitostními percentily v rámci podélného profilu pak mohou ukazovat na systematické zešikmení rozdělení velikostí klastů v toku.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Litologické složení korytových sedimentů $D \geq 10$ mm ukazuje v rámci zkoumaného toku na přímou vazbu zdrojnic a skalního podloží (obr. 3). Horní část studovaného úseku toku je vydatně dotována klasty těšinitů z přilehlých svahů a skalního podloží toku a dochází k jejich rozplavování do níže položených částí, kde se jejich podíl vzhledem k relativní odolnosti této horniny ustaluje na cca 15–20 %. Ve střední a dolní části studovaného úseku toku se v korytových sedimentech objevují pelosiderity, které se do toku dostávají společně s jílovci a pískovci z břehových nátrží. Jejich podíl však v žádné lokalitě nepřesahuje 10 %. Patrný je postupný nárůst pískovcové frakce zároveň spojený s poklesem podílu jílovcových klastů. Tento fakt je pravděpodobně způsoben vyšší odolností pískovců lokálně dotovaných také z nepevněných kvartérních svahových a fluvialních sedimentů v dolní části studovaného úseku toku a naopak rychlým zvětráváním jílovců. Dotace jílovců jsou vázány především na vystupující skalní podloží v nátržích v horní a střední části zkoumaného úseku toku, ve svahových sedimentech poměrně rychle podléhají zvětrávacím procesům a nejsou těmito sedimenty do toku dodávány v hrubší než šterkové frakci.

Ve studovaném úseku Libotínského potoka nelze hovořit o poproudovém kontinuálním zjemňování nebo hrubnutí korytových sedimentů o studované zrnitosti ≥ 10 mm (obr. 4). Nejhrubší sedimenty se dle D_{75} a D_{90} nacházejí v horní a střední části toku, což je odrazem přímé dotace materiálu ze skalního podloží vystupujícího ve dně toku či v nátržích a dotace klastů pískovců a těšinitů ze svahových sedimentů. Dolní část studovaného úseku toku je erozí břehů dotována již dříve přeplavenými, opracovanějšími sedimenty, což se společně s korytovými sedimenty transportovanými z horních částí toku odráží na mírném poklesu hodnot zrnitostních frakcí D_{75} a D_{90} . Značný význam má rovněž mírnější sklon dna a tudíž nižší unášecí síla toku v dolní části studovaného úseku toku. Velikost frakcí D_{25} a D_{50} zůstává poproudově téměř neměnná. O rozkolísanosti zrnitostních percentilů korytových sedimentů bez jednoznačného trendu v pramenných tocích Moravskoslezských Beskyd hovoří i ŠKARPICH et al. (2010) a GALIA & ŠKARPICH (2013). Nicméně je často pozorováno postupné zjemňování alespoň nejhrubších frakcí při přechodu těchto typů toků do nižších sklonů koryt a přerušením přímé dotázky sedimentů z okolních svahů (GALIA & HRADECKÝ 2014; GALIA et al. 2015). Na rozdíl od vysokogradientových toků Moravskoslezských Beskyd nebyla zjištěna přímá závislost velikosti D_{90} na relativním zastoupení jílovců v korytových sedimentech Libotínského potoka. V absolutních hodnotách jsou zdejší velikosti D_{90} nižší než je tomu v tocích s relativně odolným horninovým podložím pískovců godulských vrstev ve vrcholové části Moravskoslezských Beskyd (obvykle 145–260 mm). Naopak tamní toky s vyšším poměrným zastoupením jílovců v korytových sedimentech vykazovaly nižší hodnoty velikosti D_{90} , (80–200 mm) blízké hodnotám zde popisovaného Libotínského potoka (65–155 mm) (GALIA & ŠKARPICH 2013). Koeficient gradace korytových sedimentů $D \geq 10$ mm poproudově rovněž vykazuje rozkolísaný trend (obr. 5) a slabě koreluje pouze s lokálními hodnotami D_{25} ($S_{\text{grad}} = -0,0027D_{25} + 2,64$; $R^2 = 0,24$; $p = 0,1837$). Hrubší percentily nevykazují žádnou podobnou závislost na tomto koeficientu.

SOUHRN

V pramenném toku nacházejícím se ve flyšovém skalním podloží Podbeskydské pahorkatiny byly zjištěny přímé vazby lokálního podloží na složení hrubších zrnitostí ≥ 10 mm korytových sedimentů. Těšinity jsou postupně transportovány z místa svých výchozů

ve vyšších partiích povodí a snižuje se poproudově jejich relativní podíl v korytových sedimentech z cca 30–40 % na 15–20 %. Je také patrná nízká odolnost jílovců, kdy dochází k poklesu jejich podílu v dolní části podélného profilu z cca 40–50 % na 20 % díky významnému snížení jejich přímých dotací ze skalního podloží. Postupně se poproudově zvyšuje podíl odolných pískovců až na 60 % v dolní části studovaného toku. Vyšší zrnitostní percentily (D_{75} a D_{90}) jsou poproudově rozkolísané a nevykazují jednoznačný trend, D_{25} a D_{50} vykázaly téměř konstantní hodnoty v celém průběhu toku. Poproudovou rozkolísanost vykázal také koeficient gradace, jenž slabě koreloval pouze s lokálními hodnotami D_{25} .

SUMMARY

Bed sediments of headwater streams usually reflect direct sediment inputs in view of their frequency, magnitude and also lithological composition of supplied sediments. The paper deals with downstream relationships between local sediment inputs, petrology and grain-size of gravel, cobble and boulder bed sediments with measured grains of $D \geq 10$ mm in the flysch-based headwater stream. Bed sediment sampling method was based on the WOLMAN (1954) pebble-counts method, which was conducted at nine positions of the longitudinal stream profile of the Libotínský potok Stream (the Podbeskydská pahorkatina Hilly Land, the Outer Western Carpathians). Upstream part of the studied stream also contains significant bedrock outcrops of teschenites. Middle part is typical for the occurrence of bank failures often including claystone and sandstone bedrock with pelosiderite interbeds. Lower part of the studied stream is mostly incised into unconsolidated Quaternary fluvial and slope deposits. Teschenites are gradually transported downstream from their source zones, which is accompanied by their downstream decrease by to ca. 15–20% of total pebble counts of evaluated bed sediments $D \geq 10$ mm (Fig. 3). Downstream increase of sandstone pebble share in bed sediments reflects their higher resistance and their continual delivery from bedrock outcrops and also from Quaternary deposits up to 60% in the lowermost parts. Soft claystones show contrasting trend with a decrease from ca. 50% in the upper part to 20% in the lowermost parts. Grain-sizes of D_{90} and D_{75} percentiles fluctuate without any significant downstream trend and are independent on the ratio of soft claystones in bed sediments. D_{25} and D_{50} percentiles indicated almost constant values (Fig. 4). The gradation coefficient of bed sediments $D \geq 10$ mm points up on the poor correlation with the D_{25} percentile (Fig. 5). Generally lower D_{90} values (65–155 mm) were obtained when compared to high-gradient streams of the neighbouring Moravskoslezské Beskydy Mts based in resistant Godula sandstones (145–260 mm), nevertheless downstream variations in bed sediment grain-sizes without significant trends were described from both locations. On the other hand, fairly similar values of D_{90} were measured in the Libotínský potok Stream when compared to the Beskidian streams with some higher ratio of claystones in bed sediments (80–200 mm) (GALIA & ŠKARPICH 2013).

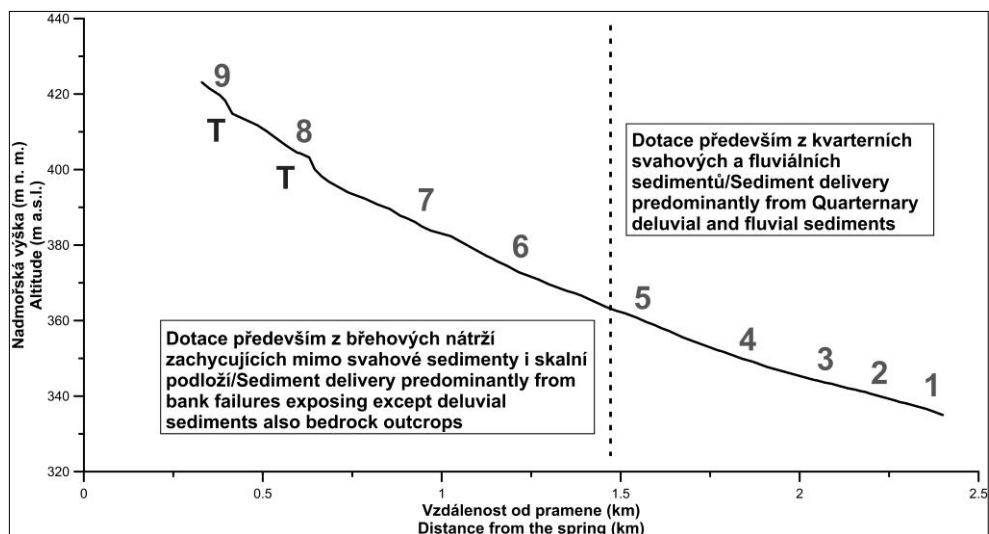
Poděkování. Studie byla podpořena projektem Post-doc 2014 Ostravské univerzity a projektem RRC/07/2014 DT3 - Podpora vědy a výzkumu v Moravskoslezském kraji 2014. Autor srdečně děkuje Zdeňkovi Máčkovi a anonymním recenzentům za jejich cenné připomínky, které pomohly zkvalitnit finální text.

LITERATURA

- BRUMMER C. J. & MONTGOMERY D. R. 2003: Downstream coarsening in headwater channels. *Water Resources Research*, 39: 1–14.
- BUNTE K. & ABT S. R. 2001: Sampling surface and subsurface particle-size distributions in wadable gravel-and cobble-bed streams for analyses in sediment transport, hydraulics, and streambed monitoring. General Technical Reports. RMRS-GTR-74. Fort Collins, CO: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 428 pp.
- GALIA T. & ŠKARPICH V. 2013: Korytové sedimenty a geomorfologické procesy vysokogradientových toků ve flyši Moravskoslezských Beskyd. *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku*, 20: 17–21.
- GALIA T. & HRADECKÝ J. 2014: Channel-reach morphology controls of headwater streams based in flysch geologic structures: an example from the Outer Western Carpathians, Czech Republic. *Geomorphology*, 216: 1–12.
- GALIA T., ŠKARPICH V. & HRADECKÝ J. 2015: Connectivity of the coarsest fraction in headwater channels: imprints of fluvial processes and debris-flow activity. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 97: 437–452.
- GOLDEN A. R. & SPRINGER G. S. 2006: Hydraulic geometry, median grain size, and stream power in small mountain streams. *Geomorphology*, 78: 64–76.
- KAVAGE-ADAMS R. & SPOTILA J. A. 2005: The form and function of headwater streams based on field and modeling investigations in the southern Appalachian Mountains. *Earth Surface Processes and Landforms*, 30: 1521–1546.
- MENČÍK E., ADAMOVÁ M., DVOŘÁK J., DUDEK A., JETEL J., JURKOVÁ A., HANZLÍKOVÁ E., HOUŠA V., PESLOVÁ H., RYBÁŘOVÁ L., ŠMÍD B., ŠEBESTA J., TYRÁČEK J. & VAŠÍČEK Z. 1983: *Geologie Moravskoslezských Beskyd a Podbeskydské Pahorkatiny*. Ústřední ústav geologický. Praha, 307 pp.
- ŠKARPICH V., GALIA T., HRADECKÝ J. & PEČ J. 2010: Identifikace (dis)konektivit vodních toků za využití makrogranulometrické analýzy korytových sedimentů (Moravskoslezské Beskydy). *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku*, 17: 199–204.
- WOLMAN M. G. 1954: A method of sampling coarse bed material. *American Geophysical Union*, 36: 951–956.

Obr. 1. Studovaný podélný profil s místy měření sedimentů (1–9) a významnými výchozy těšinitů ve dnech koryt (T)

Fig. 1. Studied longitudinal profile with sampling locations of sediments (1–9) and significant teschenite outcrops in channel beds (T)

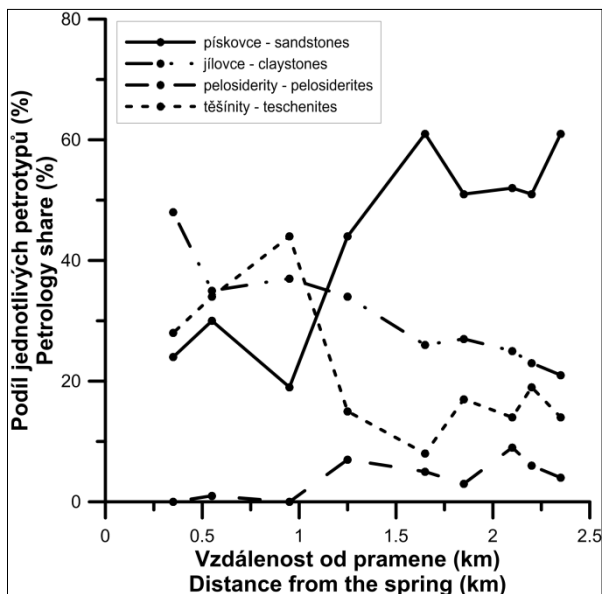


Obr. 2. Příklady skalních výchozů v korytě: A – skalní stupně ve dně tvořené těšínitem, B – břehová nátrž v jílovcích hradištských vrstev s vložkou pelosideritu

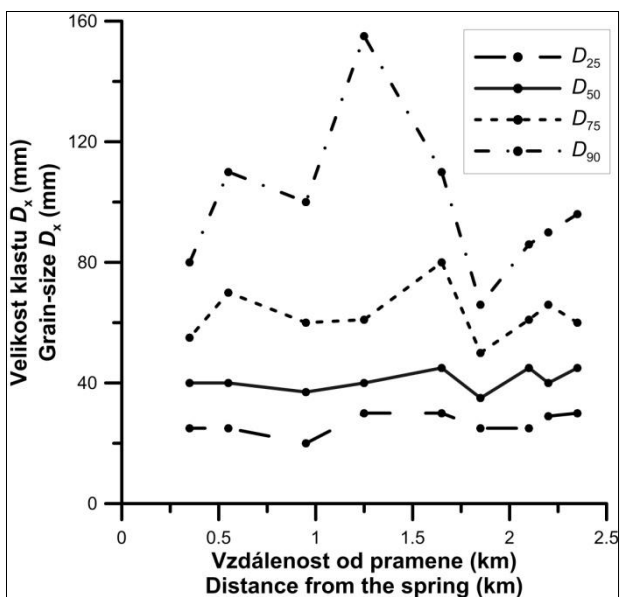
Fig. 2. Examples of channel bedrock outcrops: A – bedrock steps in teschenites, B – bank failure in the claystones of the Hradiště Layers with the pelosiderite interbed



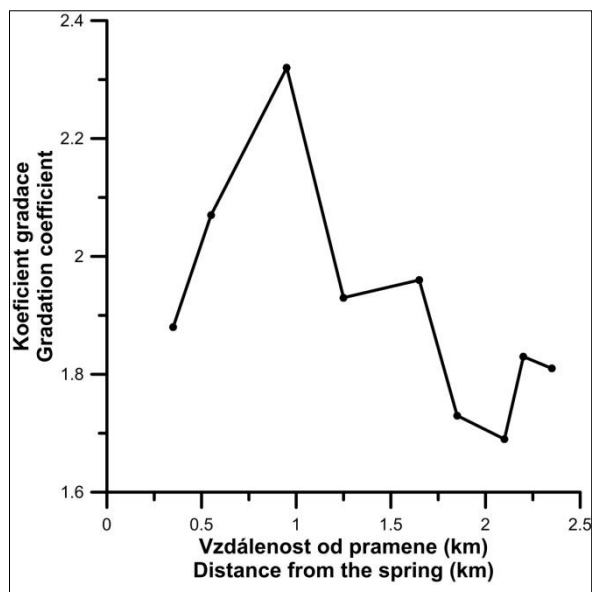
Obr. 3. Relativní podíly petrotypů v korytových sedimentech ≥ 10 mm studovaného úseku toku
 Fig. 3. Percentual lithological composition of bed sediments ≥ 10 mm in the studied reach of the stream



Obr. 4. Vybrané zrnitostní percentily korytových sedimentů ≥ 10 mm ve studovaném úseku toku
 Fig. 4. Selected grain-size percentiles of bed sediments ≥ 10 mm in the studied reach of the stream



Obr. 5. Koeficient gradace korytových sedimentů ≥ 10 mm ve studovaném úseku toku
 Fig. 5. Gradation coefficient of bed sediments ≥ 10 mm in the studied reach of the stream



Tab. 1. Vybrané parametry hodnocených korytových úseků. L – vzdálenost od pramene, S – lokální sklon koryta, B – šířka aktivního koryta

Tab. 1. Selected parameters of evaluated channel-reaches. L – distance from the spring, S – local channel gradient, B – active channel width

Úsek/Reach	L (km)	Lokalizace/Location		D_{50} (mm)	D_{90} (mm)	D_{max} (mm)	S (m/m)	B (m)
1	2,35	49°34'56,21"	18°05'14,81"	45	96	150	0,05	2,4
2	2,20	49°34'55,80"	18°05'07,52"	40	90	170	0,05	3,3
3	2,10	49°34'54,97"	18°05'05,99"	45	65	130	0,03	3,5
4	1,85	49°34'51,83"	18°05'00,75"	35	66	100	0,03	2,9
5	1,65	49°34'44,05"	18°04'55,56"	45	110	260	0,05	3,1
6	1,25	49°34'33,76"	18°04'44,33"	40	155	240	0,06	2,8
7	0,95	49°34'30,33"	18°04'41,83"	38	100	310	0,07	1,9
8	0,55	49°34'18,64"	18°04'40,49"	40	110	230	0,10	2,6
9	0,35	49°34'14,08"	18°04'44,99"	40	80	230	0,08	1,6