

Analýza podélného profilu řek Morávky a Mohelnice v kontextu identifikace morfologických a litologických podmínek

Analysis of the longitudinal profile of the Morávka and Mohelnice rivers in context of morphological and lithological conditions

VÁCLAV ŠKARPICH – TOMÁŠ GALIA

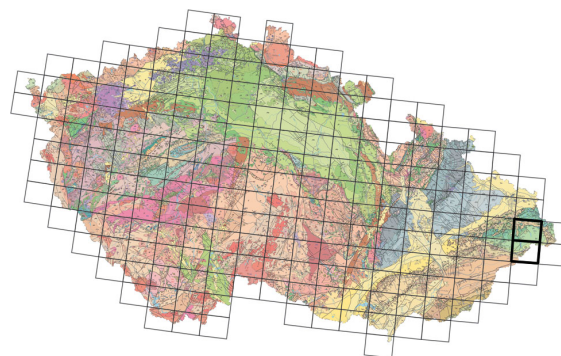
Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta,
Ostravská univerzita, Chittussiho 10, 710 00 Ostrava;
vaclav.skarpich@osu.cz; tomas.galia@osu.cz; czech-rivers.blogspot.cz

Key words: longitudinal profile of river channel, gradient of the longitudinal profile, *SL* index, Morávka River, Mohelnice River, Moravskoslezské Beskydy Mts.

Summary: The longitudinal profile characterizes average stream slopes for the entire watercourse of the river. The main parameter of longitudinal profile is the channel slope. It illustrates especially the energy of flowing water and subsequent processes which influenced the morphology of a channel.

The main hypothesis of this paper is to analyse longitudinal profiles through a commonly used gradient of the longitudinal profile and *SL* index and their subsequent correlation in the context of morphological conditions of the channel and lithological conditions. This analysis was realized in the Morávka River basin, namely on the Morávka River and its left tributary the Mohelnice River (Fig. 1). Lithological condition of the Morávka River basin is characterized by Carpathian flysch lithology in the channel bedrock especially with various occurrences of the sandstone layers which are more resistant to water erosion, and claystone layers that present little resistance to water erosion.

Analyses of Morávka and Mohelnice longitudinal profiles showed that incised and regulated reaches indicated increased

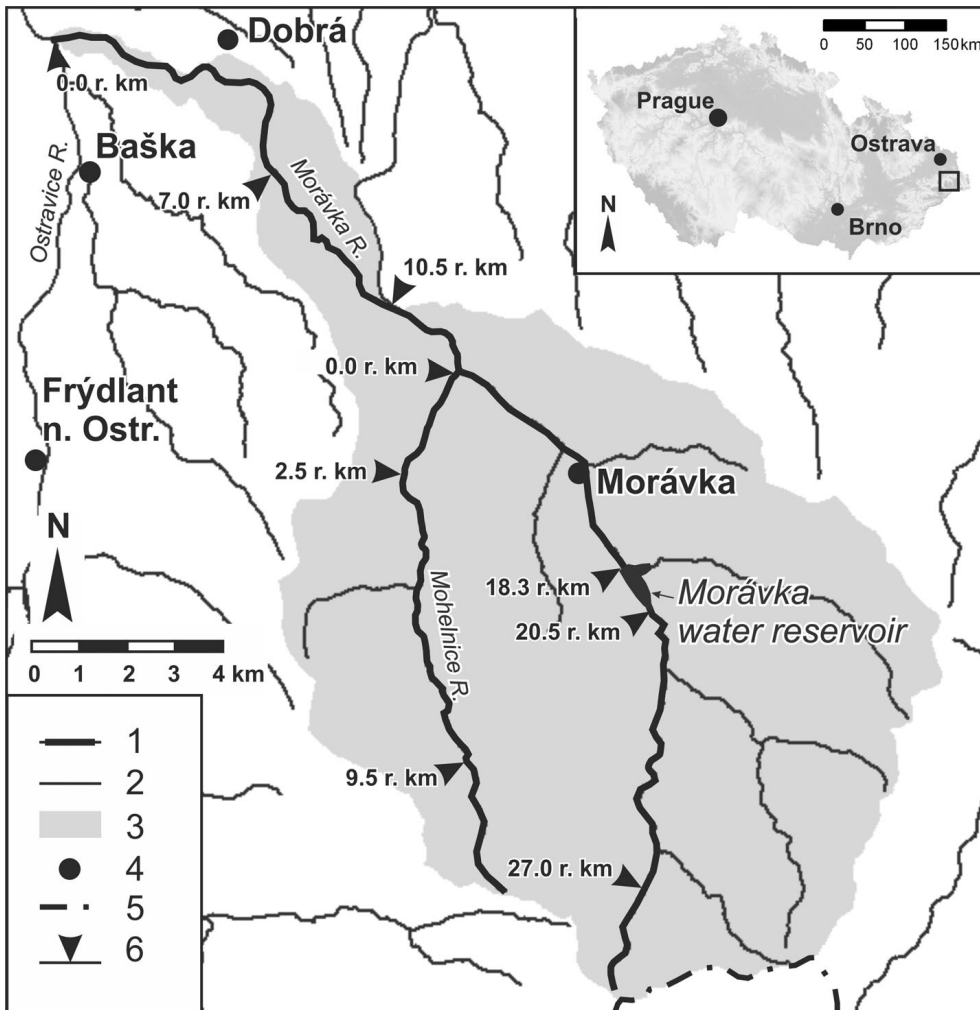


(25-22 Frýdek-Místek, 25-24 Turzovka)

values of the parameters of longitudinal profile gradient and *SL* index (see Tabs 2 and 3). On the other hand, channel reaches with lower values of these indices demonstrated absences of incision processes (see Tabs 2 and 3). The combination of the longitudinal profile analyses and existing lithology demonstrated e.g. that the occurrence of resistant Těšín-Hradiště Formation in the Morávka channel bedrock prevent backwards erosion from the reach downstream (see Fig. 2). Using these two methods of the analysis of the longitudinal profile can demonstrate the potential to identify the causes of erosion/accumulation processes and human impact on river beds. Therefore, longitudinal profile of the watercourse can be a suitable tool for the analysis of processes occurring in the basin.

Podélný profil toku by měl v ideálním případě nabývat konkávního tvaru, kdy bude sklon koryta v každém místě podélného profilu přizpůsoben rychlosti proudění v korytě tak, aby vodní tok měl z dlouhodobého pohledu dostatek energie dále transportovat veškerý materiál přicházející z horního sousedního úseku. Hovoříme tedy o teorii stupňovaného toku (z angl. *graded stream*) definované Mackinem (1948). Takový ideální stav v přírodě běžně nenastává a lokální sklon toku ovlivňuje mnoho faktorů, z nichž můžeme jmenovat odolnost skalního podloží, aktivní tektonické pohyby, množství sedimentů dostávajících se do koryta, zrnitost korytových sedimentů, dlouhodobou transportní kapacitu toku atd. (Hack 1973). Odchylna od konkávního průběhu podélného profilu vodního toku indikuje určitý stav nerovnováhy (Troiani – Della Seta 2008), mohoucí v tomto pojetí představovat např. (dis)konektivitu, která ovlivňuje procesy eroze a akumulace sedimentů v říční nivě a korytě (Fryirs et al. 2007). (Dis)konektivitou je myšleno ovlivnění transportu sedimentů v po-

vodí prostřednictvím: (i) bariér (např. ve formě příčných překážek v korytě), (ii) tzv. nárazníkových zón (např. ve formě opevnění břehů, které zabraňují boční erozi) nebo (iii) stabilizace sedimentů v říční nivě nebo v korytě (např. sukcesí vegetací atp.). Vyhodnocení podélného profilu a jeho modifikací tak poskytuje důležité informace o distribuci těchto (dis)konektivit v povodí a jejich následků, které se projeví např. zvětšováním velikosti klastů akumulovaných sedimentů v korytě (Galia et al. 2016) nebo hloubkovou erozí (Škarpich et al. 2013). Hlavní hypotézou tohoto příspěvku je analýza podélných profilů prostřednictvím obecně používaných indexů gradientu podélného profilu (Demoulin 1998) a *SL* indexu (Hack 1957, 1973) a jejich následná korelace v kontextu morfologických podmínek koryta a litologických podmínek podloží. Analýzy byly realizovány v povodí řeky Morávky, kde studovanými toky byly řeka Morávka a její levostranný přítok Mohelnice. Litologicky je území tvořeno flyšovými souvrstvími jurského, křídového a paleogenního stáří. Tato flyšová



Obr. 1. Lokalizace studovaných vodních toků v povodí Morávky. 1 – studovaný úsek; 2 – vodní toky; 3 – povodí řeky Morávky; 4 – města, obce; 5 – státní hranice; 6 – kilometráž ohraničení studovaných úseků. Zdroj podkladových dat: Český úřad zeměměřický a katastrální, Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, v. v. i. Fig. 1. Studied rivers location in the Morávka River basin. 1 – studied reaches; 2 – rivers; 3 – Morávka River basin; 4 – towns and municipalities; 5 – state border; 6 – kilometrage and boundaries between studied reaches. Data source: Czech Office for Surveying, Mapping and Cadastre, TGM Water Research Institute, public research institution.

souvrství se vyznačují střídáním jílovců, jílovcových břidlic, pískovců, slepenců, slínovců a vápenců. Lokální souvrství jsou charakteristická vysokou náchylností k erozním procesům vodními toky. Jedním z faktorů ovlivňujících náchylnost k erozi vodních toků je tektonicky podmíněné rozvolnění skalního podloží, přičemž je nutné neopomenout samotnou zvýšenou náchylnost k erozi méně odolných vrstev jílovců a jílovcových břidlic.

Metodika

Podélný profil může být získán dvěma způsoby – buď odvozením z výškopisných podkladů, nebo přímým zaměře-

ním v terénu. Druhá možnost je samozřejmě přesnější metodou, avšak nevýhodou je značná časová náročnost. Dobrou pomůckou pro generování podélných profilů vodních toků z výškopisných podkladů je extenze EZ Profiler pro ArcMap. V rámci této studie bylo využito právě této extenze s použitím v současnosti nejlepších dostupných výškopisných podkladů (DMT 4G).

Pro následné vyhodnocení bývá využíváno několika indexů. Základním z nich je gradient podélného profilu (Demoulin 1998), vyjádřený vztahem:

$$G = \Delta H / \Delta L, \quad [1]$$

kde ΔH značí převýšení daného úseku toku a ΔL jednotkovou délku profilu (v případě této studie byl zvolena jednotková délka 10 m). V ideálním případě by mělo docházet

Obr. 2. Podélný profil řeky Morávky s identifikací základních vodohospodářských úprav a se znázorněním: A – gradientu podélného profilu; B – SL indexu v podélném profilu; geologické poměry (sensu Menčík – Tyráček 1985): a – frýdecké vrstvy: vápnité, prachovitě-písčité jílovce (svrchní křída); b – spodní těšínské vrstvy: vápnité, zčásti prachovitě-písčité nebo písčité laminované jílovce (svrchní jura); c – těšínské vápence: kalová a organodetrická facie (svrchní jura až spodní křída); d – těšínsko-hradištské souvrství: vápnité jílovce nebo pískovce (spodní křída); e – třinecké vrstvy: písčité nevápnité jílovce (paleogén); f – pestré godulské vrstvy: nevápnité jílovce (střední křída); g – ostravický pískovec: slepencové pískovce a slepence (střední křída); h – spodní oddíl godulského souvrství: křemité až křemitovápnné prachovce a jemnozrné pískovce (střední křída); i – střední oddíl godulského souvrství: zrnitostně gradační pískovce (střední křída); j – přechod svrchního a středního oddílu godulského souvrství: zrnitostně gradační pískovce (střední až svrchní křída); k – svrchní oddíl godulského souvrství: zrnitostně gradační pískovce (střední až svrchní křída); l – pískovce Malinowecké skály: pískovce (svrchní křída). A' – podélný profil řeky Morávky; B' – gradient podélného profilu; C' – regulované úseky koryta do lichoběžníkového tvaru v příčném profilu; D' – SL index v podélném profilu.

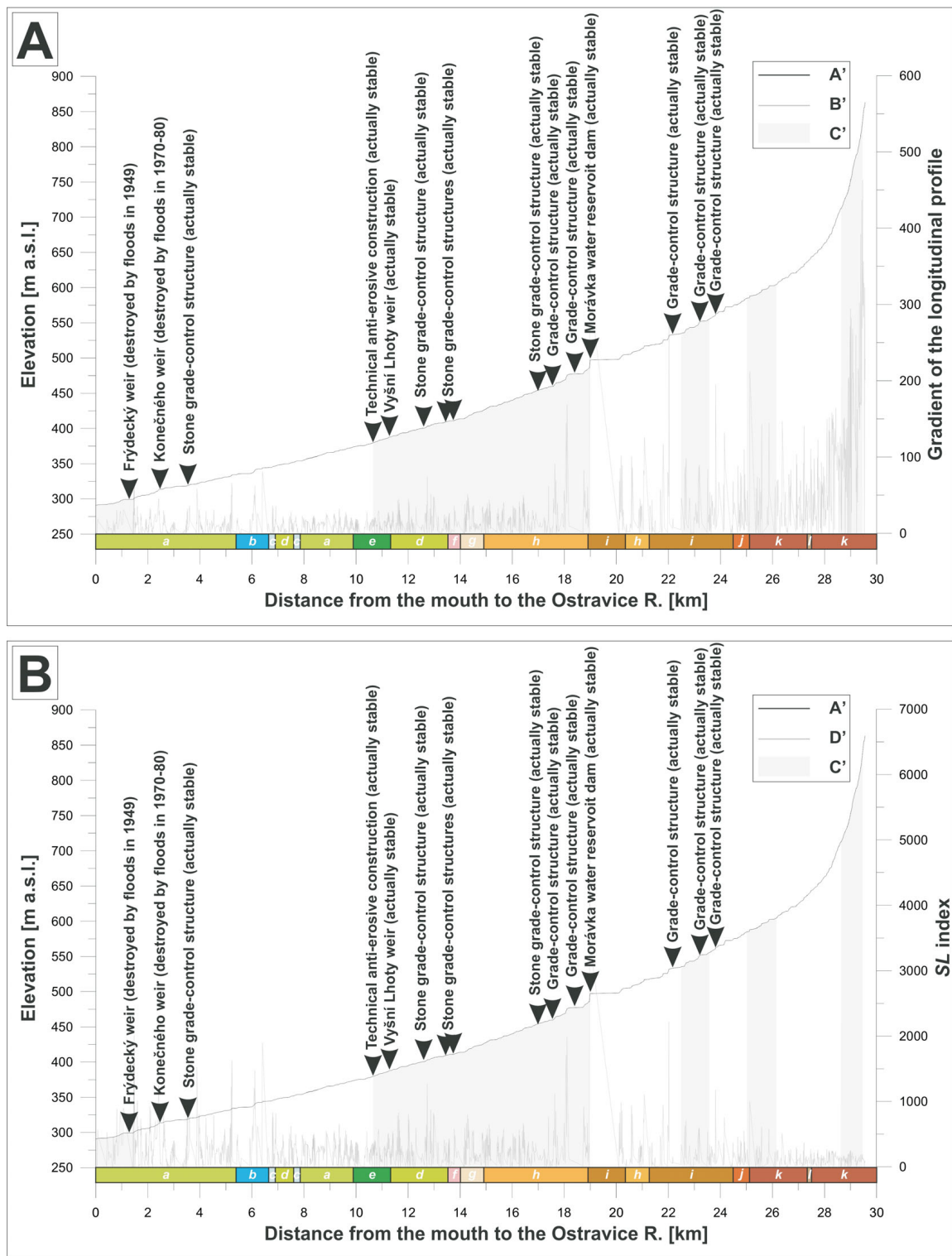


Fig. 2. Longitudinal profile of the Morávka River with identified river training structures and with: A – gradient of the longitudinal profile; B – SL index in the longitudinal profile; geological conditions (sensu Menčík – Tyráček 1985): a – Frýdek layers of calcareous claystones (Upper Cretaceous); b – Lower Těšín layers of calcareous claystones belonging to pelagic facies (Upper Jurassic); c – Těšín micritic limestone (Upper Jurassic to Lower Cretaceous); d – Těšín-Hradiště Formation of calcareous claystones and sandstones (Lower Cretaceous); e – Třínec layers of non-calcareous sandy claystones (Palaeogene); f – Red Beds of the Godula: non-calcareous claystones (Middle Cretaceous); g – Ostravice Sandstone: conglomerate-sandstone and conglomerates (Middle Cretaceous); h – Lower Godula Member: siliceous and siliceous-calcareous siltstones and fine-grained sandstones (Middle Cretaceous); i – Middle Godula Member: graded bedded sandstones (Middle Cretaceous); j – Middle-Upper Godula Member: graded bedded sandstones (Middle and Upper Cretaceous); k – Upper Godula Member: graded bedded sandstones (Middle and Upper Cretaceous); l – Malinowská skála Sandstone: sandstones (Upper Cretaceous). A' – longitudinal profile of the Morávka River; B' – gradient of the longitudinal profile; C' – regulated channel reach with trapezoid cross-profile; D' – SL index in the longitudinal profile.

Tabulka 1. Úseky koryta řeky Morávky a Mohelnice s popisem převládajících morfologických charakteristik
Table 1. Morávka River channel reaches with identification of the main morphological characteristics

| River | Channel reach (river km) | Morphology characteristics of channel reach |
|--------------|--------------------------|---|
| Morávka R. | 0.0–7.0 | Channel reach incised into the bedrock. |
| | 7.0–10.5 | Preserved anabranching channel reach with high amount of transportable sediment material and gravel bars. |
| | 10.5–18.3 | Incised and regulated channel reach with concentrated water flow and local occurrence of gravel bars. |
| | 20.5–27.0 | Regulated channel reach with local occurrence of bedrock in channel. |
| | 27.0–29.5 | Headwater channel reach. |
| Mohelnice R. | 0.0–2.5 | Regulated channel reach with occurrence of grade-control structures which is stabilised of the longitudinal channel course. |
| | 2.5–9.5 | Locally regulated channel reach with occurrence of local bedrock in channel. |
| | 9.5–12.8 | Headwater channel reach. |

Tabulka 2. Aritmetický průměr, směrodatná odchylka a rozptyl souboru hodnot gradientu podélného profilu a *SL* indexu ve sledovaných úsecích řeky Morávky

Table 2. Arithmetic mean, standard deviation and variance of gradient of the longitudinal profiles and *SL* indices values in the Morávka River channel reaches

| Channel reach | Gradient of the longitudinal profile | | | <i>SL</i> index | | |
|---------------|--------------------------------------|--------------------|----------|-----------------|--------------------|----------|
| | Arithmetic mean | Standard deviation | Variance | Arithmetic mean | Standard deviation | Variance |
| 0.0–7.0 | 12.36 | 12.16 | 147.92 | 325.31 | 313.82 | 98486.09 |
| 7.0–10.5 | 10.51 | 7.16 | 51.26 | 221.57 | 150.87 | 22761.02 |
| 10.5–18.3 | 16.23 | 15.91 | 253.10 | 245.15 | 216.60 | 46915.01 |
| 20.5–27.0 | 36.42 | 38.34 | 1469.64 | 213.90 | 250.31 | 62656.67 |
| 27.0–29.5 | 100.92 | 88.41 | 7817.16 | 110.52 | 70.07 | 4910.35 |

ke snížení gradientu od pramene k ústí. (Dis)konektivity fluviačního systému však mají za následek rozkolísaný průběh.

Gradient podélného profilu však neodráží průtočné poměry analyzovaného úseku. Proto bývá velmi hojně využíván tzv. *SL* index (z angl. *stream-length gradient index*), někdy také uváděn jako Hackův index (Hack 1957, 1973), odrážející potenciální relativní energii vodního toku v daném úseku. Vyjadřuje jej vztah:

$$SL = (\Delta H * L) / \Delta L, \quad [2]$$

kde ΔH je převýšení daného úseku, L vyjadřuje horizontální vzdálenost od rozvodnice po střed daného úseku a ΔL horizontální délku úseku (Hack 1957, 1973). *SL* index je důležitým nástrojem při porovnání energie jednotlivých úseků i přes neznalost výše zmíněných průtočných poměrů (např. dlouhodobý průměrný průtok). Průtok je zde nahrazen veličinou L , kdy sklon je brán jako základní faktor ovlivňující rychlost proudění (resp. energii reliéfu). Analýza tak poskytuje srovnání relativní („jednotkové“) energie úseků s různou morfologií koryta (např. tvar koryta v pří-

ném řezu nebo sklonové poměry koryta v korytovém úseku) (Hack 1973).

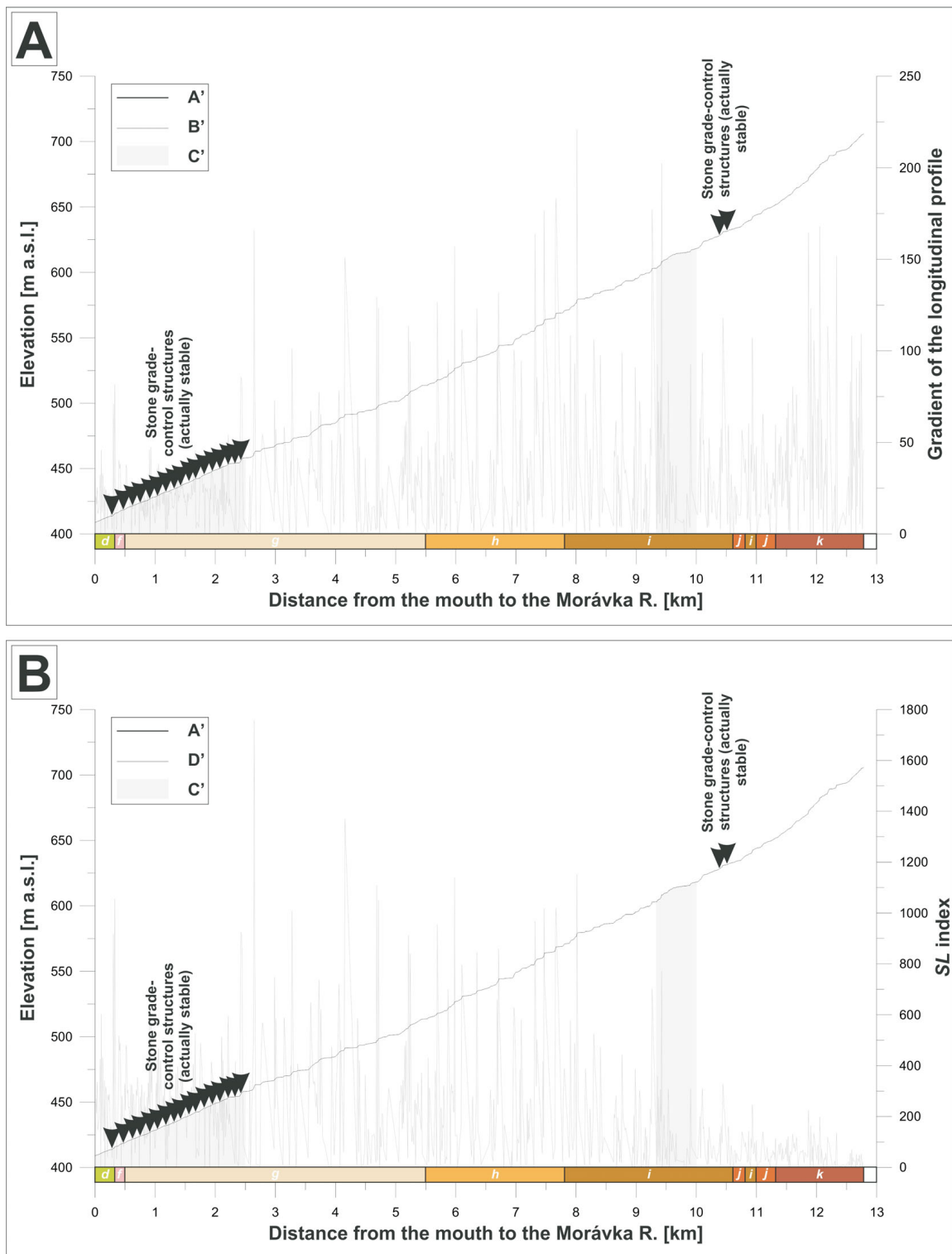
Na základě převládajících morfologických charakteristik koryta a přílehlé říční nivy byly vyčleněny jednotlivé úseky koryta řek Morávky a Mohelnice, které byly následně korelovány s hodnotami gradientu podélného profilu a *SL* Indexu. Morfologickými charakteristikami je zde míněn především říční styl: (i) jednoduchého koryta zahloubeného ve skalním podloží, (ii) zahloubeného jednoduchého koryta s výskytem šterkových lavic a za (iii) větvičího se koryta, dále pak vliv antropogenního impaktu ve formě regulací jako jsou stabilizace břehů koryta, výskyt příčných překážek ve formě jezů, hradicích prvků a další. Tyto úseky koryta i s jejich charakteristikami přehledně uvádí tab. 1.

Výsledky a diskuse

V souvislosti s identifikovanými morfologickými podmínkami koryta (říčního stylu, antropogenním ovlivněním) řek

→

Obr. 3. Podélný profil řeky Mohelnice s identifikací základních vodohospodářských úprav a se znázorněním: A – gradientu podélného profilu; B – *SL* indexu v podélném profilu; geologické poměry (sensu Menčík – Tyráček 1985): *d* – těšínsko-hradištské souvrství: vápnité jílovce nebo pískovce (spodní křída); *f* – pestré godulské vrstvy: nevápnité jílovce (střední křída); *g* – ostravický pískovec: slepencové pískovce a slepence (střední křída); *h* – spodní oddíl godulského souvrství: křemité až křemitovápnné prachovce a jemnozrné pískovce (střední křída); *i* – střední oddíl godulského souvrství: zrnitostně gradační pískovce (střední křída); *j* – přechod svrchního a středního oddílu



godulského souvrství: zrnitostně gradační pískovce (střední až svrchní křída); *k* – svrchní oddíl godulského souvrství: zrnitostně gradační pískovce (střední až svrchní křída). *A'* – podélný profil řeky Morávky; *B'* – gradient podélného profilu; *C'* – regulované úseky koryta do lichoběžníkového tvaru v příčném profilu; *D'* – *SL* index v podélném profilu.

Fig. 3. Longitudinal profile of the Mohelnice River with identified river training structures and with: *A* – gradient of the longitudinal profile; *B* – *SL* index in the longitudinal profile; geological conditions (sensu Menčík – Tyráček 1985): *d* – Těšín-Hradiště Formation of calcareous claystones and sandstones (Lower Cretaceous); *f* – Red Beds of the Godula: non-calcareous claystones (Middle Cretaceous); *g* – Ostravice Sandstone: conglomerate-sandstone and conglomerates (Middle Cretaceous); *h* – Lower Godula Member: siliceous and siliceous-calcareous siltstones and fine-grained sandstones (Middle Cretaceous); *i* – Middle Godula Member: graded bedded sandstones (Middle Cretaceous); *j* – Middle-Upper Godula Member: graded bedded sandstones (Middle and Upper Cretaceous); *k* – Upper Godula Member: graded bedded sandstones (Middle and Upper Cretaceous). *A'* – longitudinal profile of the Morávka River; *B'* – gradient of the longitudinal profile; *C'* – regulated channel reach with trapezoid cross-profile; *D'* – *SL* index in the longitudinal profile.

Tabulka 3. Aritmetický průměr, směrodatná odchylka a rozptyl souboru hodnot gradientu podélného profilu a *SL* indexu ve sledovaných úsecích řeky MohelniceTable 3. Arithmetic mean, standard deviation and variance of gradient of the longitudinal profiles and *SL* indices values in the Mohelnice River channel reaches

| Channel reach | Gradient of the longitudinal profile | | | <i>SL</i> index | | |
|---------------|--------------------------------------|--------------------|----------|-----------------|--------------------|----------|
| | Arithmetic mean | Standard deviation | Variance | Arithmetic mean | Standard deviation | Variance |
| 0.0–2.5 | 21.45 | 14.18 | 201.14 | 255.51 | 167.26 | 27975.30 |
| 2.5–9.5 | 36.69 | 38.06 | 1448.31 | 257.77 | 264.32 | 69862.87 |
| 9.5–12.8 | 35.49 | 30.40 | 924.07 | 65.53 | 59.77 | 3572.35 |

Morávky a Mohelnice je patrný rozdíl v hodnotách gradientu podélného profilu a *SL* indexu u jednotlivých hodnotěných úseků.

Analýza gradientu podélného profilu řeky Morávky v předpolí Moravskoslezských Beskyd prokazuje značnou rozkolísanost v úsecích 0,0–7,0 a 10,5–18,3 oproti úseku v ř. km 7,0–10,5 (aritmetický průměr, směrodatná odchylka a rozptyl souboru hodnot u gradientu podélného profilu přehledně uvedeny v tab. 2). Tento stav je způsoben výskytem množství skalních stupňů zahloubeného kaňonovitého koryta ve skalním podloží v úseku ř. km 0,0–7,0, resp. zahloubeným regulovaným korytem se soustředěným odtokem s vyšší energií toku v příčném profilu se spádovými stupni a jezy (viz obr. 2A, B) v úseku ř. km 10,5–18,3. Úsek ř. km 7,0–10,5 se zachovalým větvicím se říčním stylem vykazuje nižší rozkolísanost hodnot gradientu podélného profilu. Tento stav je ovlivněn nižším gradientem koryta, ve kterém absentují procesy hloubkové eroze. Tato koryta jsou charakteristická především erozí boční (laterální migrace koryta a přeplavování štěrkového materiálu). Také hodnoty aritmetického průměru, směrodatné odchylky a rozptylu *SL* indexu poukazují na stejné podmínky u těchto sledovaných úseků (viz tab. 2).

Výsledné hodnoty indexů jsou velmi dobře korelovatelné s litologickými poměry podloží. Tyto podmínky jsou významným podmiňujícím faktorem výsledné morfologie koryta. V úseku ř. km 0,0–7,0, kde je koryto výrazně zahloubeno, řeka Morávka protéká oblastí s výskytem méně odolného podloží frýdeckých vrstev, tvořených vápnitými jílovcí a prachovci. Zachování větvicího se říčního stylu na ř. km 7,0–10,5 v jisté míře podmiňuje těšínsko-hradištské souvrství (srovnej na obr. 2A a B v ř. km 6,7–7,8) se zastoupením odolnějších pískovcových lavic v podloží koryta v dolní části tohoto úseku. Pískovcové lavice tvoří v této oblasti odolný práh, zabraňující zpětné erozi z úseku položeného níže po toku, který je v současnosti výrazně zahlouben ve zmíněných vápnitých jílovcích a prachovcích.

Analýzy podélného profilu v horních částech povodí poukazují na značné rozdíly mezi hodnotami gradientu podélného profilu a *SL* indexu. Důvodem jsou především průtočné poměry analyzovaných úseků, se kterými *SL* index počítá v podobě parametru *L*. Aritmetický průměr, směrodatná odchylka a rozptyl u *SL* indexu v horních částech povodí vykazuje nižší hodnoty oproti úsekům v předpolí Moravskoslezských Beskyd (srovnej v tab. 2), i přes znatelnou nižší erozivní schopnost vodních toků v horních částech povodí podle této analýzy.

Při analýze byl vynechán úsek vodního toku v ř. km 18,3–20,5. Důvodem je existence údolní nádrže řeky Morávky v tomto úseku. V těsné blízkosti pod tělesem hráze údolní nádrže je při vizuálním zhodnocení gradientu podélného profilu a *SL* indexu (obr. 2A, B) viditelná silná rozkolísanost. Tento stav je způsoben tělesem hráze údolní nádrže Morávka a působením tzv. efektu hladové vody (Kondolf 1997) a podmiňuje zahloubení koryta do skalního podloží se vznikem velkého množství skalních stupňů a nižších vodopádů. Za stavu bez výskytu bariér v korytě dochází k tomu, že energie proudící vody je spotřebována na pohyb sedimentů. V případě výskytu bariér v korytě (jezy, údolní nádrže) nastává tzv. efekt hladové vody (podle Kondolfa 1997), kdy dochází k zastavení kontinuálního pohybu sedimentů (především akumulací sedimentů v zátopách nádrží nebo v jezových zdržích). Následkem chybějících sedimentů v korytě pak energie proudící vody způsobuje erozi dna a břehů koryta a s tím spojené postupné zahlubování koryta.

Dolní úsek koryta řeky Mohelnice v úseku ř. km 0,0–2,5 je výrazně ovlivněna antropogenními zásahy v podobě stabilizace dna velkým množstvím spádových stupňů a přehrázek (viz obr. 3). Spádové stupně a přehrázky (podobně jako např. jezy nebo nádrže na vlastním toku) vytvářejí bariéru pro pohybující se sedimenty v říční síti. V minulosti byly budovány především na vodních tocích s výrazným chodem sedimentů. Hlavním účelem bylo snížení intenzity transportovaných dnových splavenin a zajištění stability nivelety koryta. U koryt, pro která jsou charakteristická velká množství přeplavovaného materiálu, snížení chodu sedimentů hraje poté velmi významnou roli při vývoji koryta z pohledu erozně-akumulačních procesů (viz Kondolf 1997, Škarpich et al. 2013 nebo Galia et al. 2016). V úseku ř. km 0,0–2,5 tak výskyt těchto staveb reflektuje nižší potenciální relativní energii vodního toku v daném úseku (viz tab. 3). Avšak aritmetický průměr, směrodatná odchylka a rozptyl souboru hodnot pro *SL* index mají vyšší hodnoty, což by ukazovalo na relativně vysokou energii vodního toku. Hlavním důvodem je nejspíše rozdílnost mezi vyjádřením potenciální energie za pomoci gradientu podélného profilu a *SL* indexu, kdy *SL* index hodnotí také průtočné poměry v daném úseku za pomoci veličiny *L* (viz výše vyjádření *SL* indexu [1]) a gradient podélného profilu tyto průtočné podmínky nebere v potaz.

V úseku ř. km 2,5–9,5 indikuje analýza gradientu podélného profilu a *SL* indexu vyšší hodnoty statistických ukazatelů (tab. 3). Odráží tak skutečnost výskytu velkého

množství skalních stupňů a vodopádů v korytě. I přes tento charakter podélného profilu se v korytě vyskytuje také velké množství akumulovaného štěrkového materiálu s potenciálem distribuce pro dolní část povodí řeky Morávky v předpolí Beskyd. Vliv na výskyt akumulovaného materiálu mohou mít především samotné skalní stupně v korytě. Nad těmito stupni je lokálně nižší gradient, který poté ovlivňuje snížené transportní poměry v korytě. Díky snížení transportní kapacity koryta pak může docházet k ukládání materiálu.

Úsek v ř. km 9,5–12,8, kde lze hypoteticky předpokládat vyšší rozkolísanost gradientu podélného profilu a *SL* indexu, podobně jako u řeky Morávky v závěrové části povodí ř. km 27,0–29,5, je naopak charakteristický nižšími hodnotami statistických ukazatelů (srov. hodnoty v tab. 2 s hodnotami v tab. 3). Tento stav je způsoben především rozdílností charakteru území, která se do těchto morfometrických parametrů výrazně promítá. Oblast pramenného úseku řeky Morávky je charakteristická údolími typu V, s vyššími hodnotami energie reliéfu. Naopak pro pramený úsek řeky Mohelnice je typické údolí úvalovitého charakteru s nižším relativním převýšením od rozvodnice vůči úrovni koryta, resp. nižší hodnotou energie reliéfu.

Závěr

Při analýze podélného profilu řek Morávky a Mohelnice bylo zjištěno, že morfologické parametry koryt zahluobených, popř. regulovaných, vykazují vyšší hodnoty gradientu podélného profilu i *SL* indexu. Především pak rozkolísanost trendu hodnot v podélném průběhu vodního toku u těchto dvou indexů poukazuje na přímý vliv vystupujícího skalního podloží v korytě, tvořícího stupňovitou morfologii. Úseky s nižší hodnotou těchto indexů a nižší rozkolísaností trendu v podélném průběhu vodního toku pak ve spojení s pozorovanými morfologickými charakteristikami koryt a přílehlé říční nivy mají nízké nebo zcela absentující procesy zahlubování. Obecně řečeno – nižší gradient koryta poukazuje na nižší erozní potenciál, a tím pádem snížení aktivity procesů vedoucích k hloubkové erozi. V kombinaci s litologickými podmínkami byl však také například v úseku 6,7–7,8 ř. km na řece Morávce zjištěn výskyt odolného strukturního prahu, který podmiňuje v současnosti

zastavení zpětné eroze postupující z nižších úseků koryta řeky Morávky (Škarpich et al. 2013).

Data pro tuto studii vycházejí pouze z analýzy dvou vodních toků z oblasti karpatského flyše, přesněji řeky Morávky a jejího levostranného přítoku řeky Mohelnice. Pomocí těchto dvou metod (gradientu podélného profilu a *SL* indexu) je možné demonstrovat potenciál v identifikaci příčin erozně/akumulačních procesů a impaktu člověka na koryta vodních toků. Otázkou zůstává vhodnost užití těchto metod na tocích v odolnějších litologických podmínkách, popř. s jinými charakteristikami týkajícími se průtočných poměrů, kdy lze předpokládat změnu vazby mezi výsledky užitých metod, morfometrií korytových úseků a hlavními ovlivňujícími faktory.

Poděkování. Výzkum byl realizován v rámci projektu SGS18/PřF/2015 – Vývoj krajiny Západních Karpat a východosudetských pohoří s ohledem na současné přírodní hazardy.

Literatura

- DEMOULIN, A. (1998): Testing the tectonic significance of some parameters of longitudinal river profiles: the case of the Ardenne (Belgium, NW Europe). – *Geomorphology* 24, 189–208.
- FRYIRS, K. A. – BRIERLEY, G. J. – PRESTON, N. J. – KASAI, M. (2007): Buffers, and blankets: The (dis)connectivity of catchment-scale sediment cascades. – *Catena* 53, 49–67.
- GALIA, T. – ŠKARPICH, V. – PŘIBYLA, Z. – HRADECKÝ, J. (2016): Effect of grade-control structures at various stages of their destruction on local channel parameters. – *Geomorphology* 253, 305–317.
- HACK, J. T. (1957): *Studies of Longitudinal Stream Profiles in Virginia and Maryland*. – U. S. Gov. Print. Office, Washington.
- HACK, J. T. (1973): Stream-profile analysis and stream gradient index. – *Journal Research U. S. Geological Survey* 1, 421–429.
- KONDOLF, G. M. (1997): Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels. – *Env. Mgmt* 21, 533–551.
- MACKIN, J. H. (1948): Concept of the graded river. – *Geol. Soc. Amer. Bull.* 59, 463–511.
- MENČÍK, E. – TYRÁČEK, J. (1985): Přehledná geologická mapa Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny, 1 : 100 000. – Ústř. úst. geol. Praha.
- ŠKARPICH, V. – HRADECKÝ, J. – DUŠEK, R. (2013): Complex transformation of the geomorphic regime of channels in the forefield of the Moravskoslezské Beskydy Mts: case study of the Morávka River (Czech Republic). – *Catena* 111, 25–40.
- TROIANI, F. – DELLA SETA, M. (2008): The use of the Stream Length-Gradient index in morphotectonic analysis of small catchments: A case study from Central Italy. – *Geomorphology* 102, 159–168.