

ORIENTAČNÍ STANOVENÍ RECENTNÍ MÍRY DENUDACE FLYŠOVÉHO PÁSMÁ VNĚJŠÍCH ZÁPADNÍCH KARPAT NA PŘÍKLADU POVODÍ BYSTRĚČKY VE VSETÍNSKÝCH VRŠÍCH

Preliminary assessment of a recent denudation rate of the Flysch Belt of Outer West Carpathians – Case study: Bystřička River catchment in Vsetínské Hills

Ivo Baroň¹, Vít Baldík², Martina Fiferňová³

¹Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien; e-mail: ivo.baron@geologie.ac.at

²Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno; e-mail: vit.baldik@geology.cz

³Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha; e-mail: martina.fiferňova@geology.cz

(25–23 Rožnov pod Radhoštěm)

Key words: Outer West Carpathians, flysch rocks, dam sediments, erosion, denudation

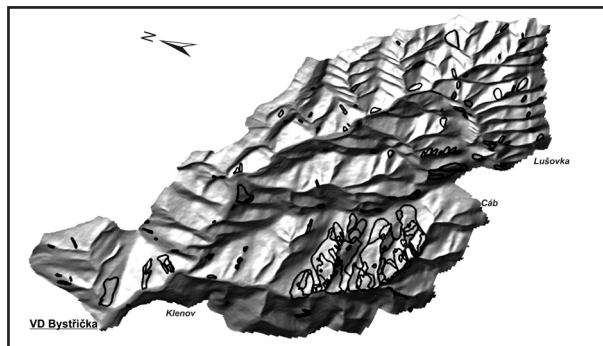
Abstract

Dating and quantifying of denudation rates is still quite difficult task for any terrestrial setting at a local scale. We realized a rough analysis of recent denudation rate within a small catchment of the Bystřička River in the Czech part of the Flysch Belt of Outer West Carpathians near Vsetín by balancing the dam clastic sediments with the area of the catchment above. The recent denudation rate of the flysch rocks within the catchment is assumed to be between 0.0821 mm and 0.0287 mm per year. However, we must respect a fact that we omitted many important factors and unknowns and thus, the results are just an estimation.

Úvod

Datování a kvantifikace míry denudace je doposud pro jakoukoliv konkrétní terigenní oblast v lokálním měřítku poměrně složitou záležitostí. Je to především kvůli absenci či minimálnímu výskytu datovatelných sedimentů na povrchu datovaných povrchů a terénních úrovní a tedy omezené uplatnitelnosti přímých datovacích metod. Dalším důvodem je obtížné balancování úbytku hmoty s materiálem deponovaným v rozsáhlých a málo prozkoumaných depozičních prostředích. V Západních Karpatech se omezovalo datování stáří povrchu terénu převážně na nepřímé morfostratigrafické metody (např. Lukniš 1964, Mazúr 1963, Petrvalská 2009), v krasových územích s dostupnými datovatelnými sedimenty v různých jeskynních úrovních pak na sporadické paleomagnetické stanovení stáří příslušných horizontů reliéfu (Kadlec et al. 2003). V případě flyšového pásma Vnějších Západních Karpat je situace ještě mnohem méně uspokojivá. Je zde uváděno několik zarovnaných povrchů (denudačních úrovní), přičemž jejich stáří bylo odvozeno pouze na základě nepřímých pozorování a srovnání s jinými horskými celky a pánvemi (Unucka 2003). Hypotézu zarovnaných povrchů ve své práci mírně zpochybnil Bíl (2002). Stejněmu autorovi se v jiné práci (Bíl et al. 2004) podařilo kvantifikovat plošnou míru denudace díky datování stáří neovulkanitů u Uherského Brodu, které utuhly pod zemským povrchem a které se nyní nachází na povrchu. Přitom znalost současné míry eroze je nejen zajímavou teoretickou otázkou, ale má i důležitý praktický dopad na udržitelný management krajiny a vodních zdrojů (Kučera – Palíková 2009). V době recenzního řízení předloženého článku byla publikována práce Pánka et al. (2010), uvádějící minimální a maximální mechanickou denudaci v Moravskoslezských Beskydech stanovenou na základě kvantifikace sedimentární výplně holocenních hrazených sesuvných jezer.

Předložená studie prezentuje prvotní výsledky orientační analýzy recentní míry denudace flyšových Karpat ve Vsetínských vrších pomocí balancování úbytku materiálu v povodí s jeho akumulací v tomtéž povodí na příkladu Bystřičky nad přehradním dílem (obr. 1).



Obr. 1: Šikmý 3D náhled DMR povodí Bystřičky nad přehradní nádrží s vyznačenými svahovými deformacemi (zdroj: Zabaged, databáze ČGS).

Fig. 1: 3D view of a DTM of the Bystřička river basin with marked landslides (source: Zabaged, database of Czech Geological Survey).

Charakteristika studované oblasti

Vodní dílo (dále VD) Bystřička na toku Bystřička bylo vybudováno v letech 1908 až 1912 pro ochranu území pod nádrží před povodněmi. Je první a jedinou z plánovaných nádrží, které byly projektovány v povodí Vsetínské Bečvy pro napájení Průplavu dunajsko-oderického. V roce 1997 se na VD Bystřička vyskytla povodeň s kulminačním průtokem o velikosti ca 100leté povodně, při které byla dosažena max. hladina v nádrží. V roce 2004 proběhlo vypuštění a rekonstrukce VD Bystřička, jehož součástí bylo i zjištění objemu a základních parametrů klastických sedimentů deponovaných v nádrží po dobu

| Parametr | Hodnota |
|---|------------------------|
| Plocha povodí nad přehradním profilem S | 65 km ² |
| Průměrné roční srážky | 940 mm |
| Celkový objem sedimentů v nádrži V | 491 000 m ³ |
| Doba sedimentace ΔT | 1912–2004 (92 let) |
| Pórovitost n | 62–68 % |

Tab. 1: Přehled základních parametrů studie (dle analýzy GIS a Aquatis 2004).

Tab. 1: Overview of the input data for the study (after: analysis of GIS and Aquatis 2004).

její existence (tab. 1). Plocha povodí nad přehradním profilem činí 65 km² s průměrným ročním úhrnem srážek 940 mm. V průběhu 92 let provozu nádrže docházelo k postupnému usazování splavenin, které byly do nádrže přinášeny korytem Bystřičky a Lhotským potokem (obr. 2 a 3). Nánosy byly uloženy v celém rozsahu zátopy, přičemž v konci vzdutí dosáhly sedimenty takové mocnosti (3 až 5 m), že došlo ke zkrácení vodní plochy nádrže o ca 400 m. Mocnost sedimentů v údolním dně nádrže kolísala v rozmezí 1,5 a 5 m (Aquatis 2004).

Geologický podklad povodí Bystřičky patří k račanské jednotce magurské skupiny příkrovů v rámci flyšového pásma Západních Karpat. Nejstarší sedimentární horniny jsou černé jílovce, prachovce a pískovce rajnochovického souvrství (barrem–cenoman). V jejich nadloží se v turonu až campanu ukládaly červené oceánské vrstvy – převážně jílovcové kaumberské souvrství. V campanu až paleocénu převládla hrubě rytmická turbiditní sedimentace soláňského souvrství s převahou biotitových pískovců a v z. části vápnatých pískovců. Od paleocénu do středního eocénu se obnovila sedimentace červených oceánských vrstev v rámci belovežského souvrství, následovaná hrubě rytmickým flyšem zlínského souvrství, který můžeme členit na facii pískovcovo-slepencovou, s převahou pískovců a s převahou prachovitých jílovců (Bubík et al. 2007). Celkově jsou flyšové horniny račanské jednotky s různým podílem jílovců, prachovců, pískovců a slepenců málo odolné vůči zvětrávání a erozi.

Současný reliéf povodí byl v kvartéru modelován především intenzivním působením exogenních činitelů (Bubík et al. 2007). V chladných obdobích svrchního pleistocénu se akumulovaly písčité šterky teras jednotlivých toků, které byly druhotně nabohaceny hlinitou frakcí vzniklou rozpadem flyšových hornin. V pleistocénu a holocénu docházelo k ukládání sedimentů výplavových kuželů, které byly následně částečně erodovány. V mladší části posledního glaciálu a na počátku holocénu docházelo k akumulaci písčitých až šterkovitých fluvialních sedimentů, které vyplňují spodní části koryta hlavního toku Bystřičky. V holocénu se ukládaly deluviofluvialní písčito-prachovité sedimenty s valouny a úlomky hornin, tvořící materiál výplavových kuželů v bočních údolích a strmých toků s občasným průtokem. Plošně významným sedimentem jsou deluvialní sedimenty, utvářející se zřejmě od pleistocénu až do současnosti. Charakteristickým geodynamickým jevem v okolí vodního díla Bystřička jsou sesuvy, zemní proudy, erozní rýhy, ale také skalní řícení, které zásadně ovlivňují celkovou denudaci terénu.



Obr. 2: Letecké ortofotografie výplně přehradní nádrže Bystřička (zdroj: aplikace GoogleEarth).

Fig. 2: Airborne orthophotograph of the Bystřička dam deposits (source: GoogleEarth).



Obr. 3: Fotografie výplně horní části přehradní nádrže Bystřička (foto: J. Hrabovský 2004).

Fig. 3: Photo of the Bystřička dam deposits (photo by: J. Hrabovský 2004).

Metodika

Podstatou analýzy byla úvaha, že objem materiálu usazeného za určitou konkrétní dobu v prostoru vodní nádrže přibližně odpovídá objemu materiálu erodovaného za přibližně stejnou dobu výše v povodí. I když se jedná jen o velmi hrubou úvahu, která opomíjí složitost časoprostorových vztahů mezi zvětráváním a erozí podloží na jedné straně, a transportu, sedimentace a redepozice klastických sedimentů v rámci povodí, přesto může studie přinést alespoň orientační objektivní data přispívající ke kvantifikaci recentní míry denudace v povodí.

Objem a vlastnosti materiálu usazeného v prostoru vodního díla za dobu jeho existence byly stanoveny v účelové studii Aquatisu (tab. 1, Aquatis 2004). Plocha povodí nad vodní nádrží pak byla stanovena z digitálního modelu reliéfu ZABAGEDu v prostředí ArcGIS. Hrubý odhad mocnosti sneseného materiálu z plochy povodí vychází z jejího vztahu k objemu sedimentu v nádrži:

$$V = H \cdot S$$

kde: **V** je objem sedimentu v nádrži

H je mocnost denudovaného materiálu

S je plocha povodí

Výsledky

Základními parametry studie byly tedy mimo zjištěvanou mocnost ročního denudovaného materiálu (H_D) plocha povodí nad přehradním profilem (S), celkový objem sedimentů v nádrži (V), doba sedimentace (ΔT) a pórovitost sedimentu (n) (tab. 1).

Mocnost materiálu (H), uloženého po dobu existence nádrže (ΔT) a přepočteného na plochu povodí nad nádrží (S) tedy byla:

$$H = V/S = 7,55 \text{ mm}$$

což odpovídá ročnímu množství denudovaného materiálu:

$$H_{D(\max)} = H/\Delta T = 0,0821 \text{ mm} \quad (\text{nebrána v potaz pórovitost sedimentu}).$$

Pokud pak vezmeme v potaz průměrnou pórovitost sedimentu v nádrži (n), pak bude minimální mocnost sneseného materiálu z povodí za rok:

$$H_{D(\min)} = H_{D(\max)} * (1-n/100) = 0,0287 \text{ mm}$$

Diskuze a závěr

Výsledná přepočtená mocnost sedimentované hmoty na plochu povodí nad vodní nádrží Bystřička za rok byla 0,0821 mm a výsledná mocnost sedimentované hmoty bez pórů na plochu povodí za rok byla 0,0287 mm, což vede k velmi hrubému odhadu **denudace terénu v povodí Bystřičky 28,7–82,1 m/milion let**. Výsledek však zcela ignoruje odnos nejjemnějších částic v suspenzi a v roztočích vně povodí. Rovněž nebyla brána v potaz pórovitost původních podložních hornin račanské jednotky. Kromě výše zmíněného bude pro jakoukoliv extrapolaci do delších časových geologických horizontů rovněž nutno výsledek korigovat i vzhledem k paleoenvironmentálním změnám v oblasti, hlavně drastickým změnám klimatu v kvartéru a s nimi spojenými změnami srážkových úhrnů a vegetačního krytu. Ty totiž zásadně ovlivňují denudační procesy v oblasti: intenzitu / charakter zvětrávání, povrchové eroze a intenzitu svahových pohybů.

Přesto se námi získaný výsledek řádově poměrně dobře shoduje s výsledky práce, kterou publikoval Bíl et al. (2004). Ten totiž stanovil na základě anizotropie magnetické susceptibility, analýzy reflektivity vitrinitu a K/Ar datování sarmatských vulkanických hornin míru denudace v bělokarpatské jednotce na 1400 m od sarmatu (ca před 12 miliony let), což činí 102–127 m/milion let. Také minimální průměrná denudace povodí v pohorích flyšového pásma Vnějších Západních Karpat stanovená Pánkem et al. (2010) na základě lineární míry sedimentace v holocenních sesuvných hrazených jezerech a jejich radiokarbonovým datováním se pohybovala v rozmezí 2,5 a 13,4 mm.ky⁻¹. I tento údaj velmi dobře koreluje s našimi daty ze současnosti, přičemž bohužel rovněž nebere v potaz únik materiálu z povodí v podobě suspenze a roztoků solí. Předložená studie položila několik zajímavých otázek k dalšímu výzkumu eroze flyšových pohoří v nejmladší geologické minulosti.

Poděkování

Děkujeme M. Bubíkovi za kritické pročtení a připomínky k rukopisu.

Studie byla provedena v rámci projektu GAČR TOP/08/E014: Kvantifikace výzdvihu a eroze v Západních Karpatech a přilehlém Českém masivu ve vztahu k transportu sedimentů do aktivních sedimentárních pánví.

Literatura

- Aquatis (2004): VD Bystřička – odstranění nánosů z nádrže – projektová dokumentace. – MS. Průvodní zpráva, archiv Aquatis Brno a povodí Moravy, a. s., pobočka Valašské Meziříčí.
- Bíl, M. (2002): The identification of neotectonics based on changes of valley floor width. – *Landform analysis*, 3, 77–85.
- Bíl, M. – Krejčí, O. – Franců, J. – Hrouda, F. – Přichystal, A. (2004): Approximation of the missing eroded sediments in the Bílé Karpaty Unit (Outer West Carpathians). – *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*. Geographical Commission of Cracow Branch of Polish Academy of Sciences, 38, 58–66.
- Bubík, M. – Adamová, M. – Baroň, I. – Gilíková, H. – Kašperáková, D. – Kolejka, V. – Krejčí, O. – Havlín Nováková, D. – Pecina, V. – Poul, I. – Skupien, P. – Stráník, Z. – Švábenická, L. – Vít, J. (2007): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČR 1:25 000, 25-233 Valašská Bystřice. – MS ČGS, 75 str. Praha.
- Kadlec, J. – Pruner, P. – Chadima, M. (2003): Magnetostratigraphy of sediments preserved in caves in the Nizke Tatry Mts. and correlation with the Vah River terrace system. – *Geoph. Res. Abst.*, 5 (03499).
- Kučera, A. – Palíková, M. (2009): Analysis of erosion factors of Ostravice basin (water tank Šance) based on specific pedological and geological properties using GIS: development of methodology. – *Beskydy*, 2, 1, 39–50.
- Lukniš, M. (1964): Pozostatky starších povrchov zarovňavania reliéfu československých Karpát. – *Geografický časopis*, 16, 3, 289–299.
- Mazúr, E. (1963): Žilinská kotlina a príhlé pohoria (Geomorfológia a kvartér). – SAV, 184 str. Bratislava.
- Pánek, T. – Smolková, V. – Hradecký, J. (2010): Reconstruction of a Holocene average catchment denudation from the landslide-dammed lakes in the OuterWestern Carpathians. – *Geophysical Research Abstracts*, 12, EGU General Assembly 2010, Vienna.
- Petrvalská, A. (2009): Vývoj názorov na vznik a genézu zarovnaných povrchov Západných Karpát. – *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 2009, 2, 64–77.
- Unucka, J. (2003): Vybrané problémy geomorfologie Vsetínských vrchů. – *Geomorfologický sborník*, 2, 195–203.