

## DENDROGEOMORFOLOGICKÁ ANALÝZA ČASOVÉ DOTACE SEDIMENTŮ DO VYSOKOGRADIENTOVÉHO TOKU (PŘÍKLADOVÁ STUDIE SATINA; MORAVSKOSLEZSKÉ BESKYDY)

Dendrogeomorphic analysis of temporal sediment supply into high-gradient stream (case study of the Satina River; the Moravskoslezské Beskydy Mts.)

Karel Šilhán

Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF OU, Chittussiho 10, 710 00 Ostrava-Slezská Ostrava; e-mail karel.silhan@osu.cz, dendroman.cz

(25–22 Frýdek Místek)

*Key words:* dendrogeomorphology, sediments, flood, extreme precipitation, the Moravskoslezské Beskydy Mts.

### Abstract

*Sediment supply into gravel-bed stream in the Moravskoslezské Beskydy Mts. constitutes an interesting question. This paper brings new possibility of temporal reconstruction of material movement from gullies and bank scours, using methods of dendrogeomorphology. Growth disturbances on trees and their roots due to material movement were used for dating. Nine years of slope material movement within the last 50 years were identified. Extreme one-day and one-week precipitation totals seem to be important triggering factors of slope material movement.*

Vybrané toky Moravskoslezských Beskyd představují unikátní fluvialní systémy spojené s intenzivním transportem dnových sedimentů (Hradecký – Škarpich 2009). V posledních letech je pozornost fluvialně-geomorfologického výzkumu na Katedře fyzické geografie a geoekologie PřF OU obrácena na patrné diskonektivity těchto toků, přičemž diskonektivity v transportu sedimentů patří k nejběžnějším (Škarpich et al. 2010). Mezi uvažované příčiny lze zahrnout antropogenní zásahy na tocích (příčné stavby, těžba štěrků), případně poruchy v dotaci sedimentů z přirozených zdrojnic přímo ve zdrojových povodích. Antropogenními zásahy v tocích se zabýval např. Škarpich a Hradecký (2010). Tento příspěvek představuje nastínění možnosti analýzy časové dotace sedimentů do vysokogradientových toků pomocí metod dendrogeomorfologie. Tato disciplína má dobře vyvinuté metody pro výzkum blokovobahenních proudů (Bollsweiler – Stoffel 2010), skalního řízení (Perret et al. 2006), sesuvů (Stefanini 2004), eroze (Malik 2008) i povodní (Zielonka et al. 2008). Za hlavní přirozené zdrojnice sedimentů je možné považovat strže ústící do hlavního toku, břehové nátrže, případně akumulace starých stabilizovaných forem (náplavové kužely, valy blokovobahenních proudů). V této studii byla pozornost věnována dotaci materiálu z břehových nátrží a bočních strží.

Jako příkladové území byl vybrán ~800 m dlouhý úsek horního toku řeky Satiny (obr. 1), pramenící na s. svahu Lysé hory (1 323 m n. m.). Pramenná oblast je budována mocnými pískovci a slepenci středního oddílu godulského souvrství, zatímco studovaný úsek leží v převažujících jílovcích spodního oddílu godulského souvrství. Horní hranice úseku leží v nadmořské výšce 630 m, horizontálně vzdálená asi 1400 m od pramene. Spodní hranice leží v nadmořské výšce 580 m. Průměrný podélný sklon koryta nepřekračuje 10° a šířka se pohybuje v rozmezí 10–60 m.

V zájmové části koryta bylo zmapováno celkem 9 segmentů štěrkových lavic a 2 ústící náplavové kužely.

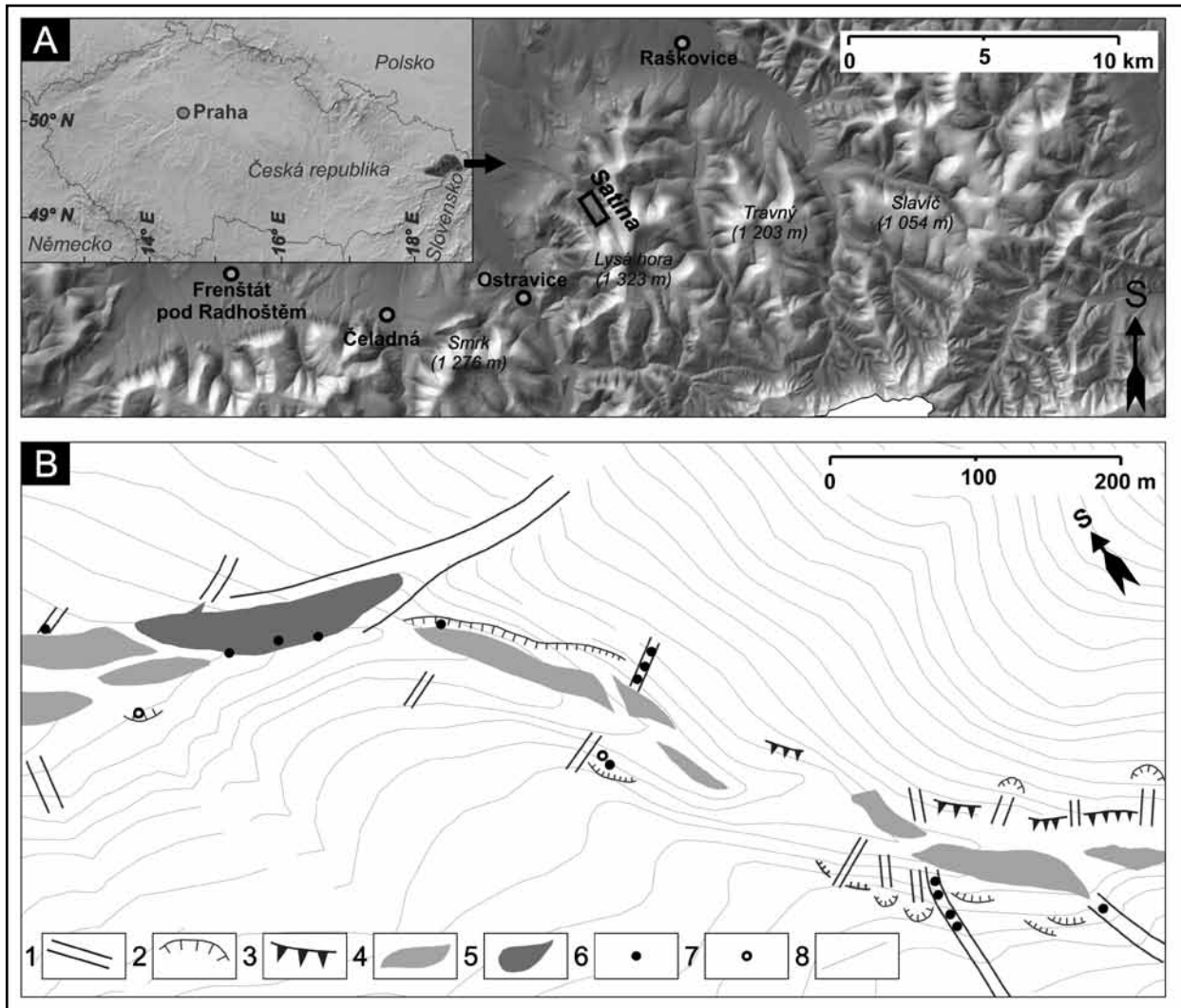
Základní procedurou předcházející dendrogeomorfologickému výzkumu je podrobné geomorfologické mapování erozních a akumulačních forem spojených s aktivitou studovaného procesu. V zájmové lokalitě bylo provedeno v měřítku 1 : 500 se zaměřením na štěrkové lavice, náplavové kužely, strže a břehové nátrže.

Ve světové literatuře je popsána celá řada reakcí stromů na různé typy geomorfologických procesů odvíjejících se od charakteru působení procesu na strom (Shroder 1978, Stoffel – Bollsweiler 2008). Pro účely této studie jsme si všimli dvou přístupů:

1) Stromy rostoucí na svahu, postiženém břehovou nátrží, mohou být destabilizovány vlivem pohybujícího se materiálu. Nezřídka dochází až k celkovému spadnutí stromu, který tímto způsobem může zahynout. Od okamžiku svého naklonění začne strom formovat z jedné strany kmenu širší letokruhy tzv. reakčního dřeva, aby se navrátil do původní vertikální pozice (obr. 2a).

2) Pohybující se materiál z nátrže nebo ve strži může poškodit povrch přítomných kořenů nebo kmenu stromu. Strom na takovou událost reaguje zajizvením svého poškození. Některé jehličnaté druhy (např. smrk ztepilý) navíc začnou tvořit v několika nových letokruzích tzv. traumatické pryskyřičné kanálky (traumatic resin ducts – TRD; Nagy et al. 2000) (obr. 2b).

Na studované lokalitě bylo zmapováno celkem 16 strží a 12 břehových nátrží. To je 1 potenciální zdroj sedimentů na téměř 30 m délky úseku. Stromy vhodné pro datování pohybu materiálu se však vyskytovaly pouze ve 4 stržích a 3 nátržích. Celkem byla odebrána 4 vrtná jádra ze 2 nakloněných smrků ztepilých [*Picea abies* (L.) Karst.] a 14 příčných řezů z poškozených kořenů *P. abies*, buků lesních (*Fagus sylvatica* L.) a javorů klenů (*Acer*



Obr. 1: A – pozice příkladové lokality v rámci Moravskoslezských Beskyd (černý obdélník), B – geomorfologická mapa příkladové lokality. Legenda: 1 – strž, 2 – břehová nátrž, 3 – skalní výchoz, 4 – šterková lavice, 5 – náplavový kužel, 6 – pozice příčných řezů, 7 – pozice vrtných jader, 8 – vrstevnice 5 m.

Fig. 1: A – position of case locality in the scope of the Moravskoslezské Beskydy Mts. (black rectangle), B – geomorphic map of case locality. Legends: 1 – gully, 2 – bank scour, 3 – rock outcrop, 4 – gravel bar, 5 – alluvial fan, 6 – position of cross sections, 7 – position of increment cores, 8 – isoline 5 m.

druh	stromů	vrťů	řezů	celkem
<i>Picea abies</i>	5	4	3	7
<i>Fagus sylvatica</i>	9		9	9
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2		2	2
celkem	16	4	14	18

Tab. 1: Počet a typ vzorků z jednotlivých druhů stromů.

Tab. 1: Number and types of samples from individual tree species.

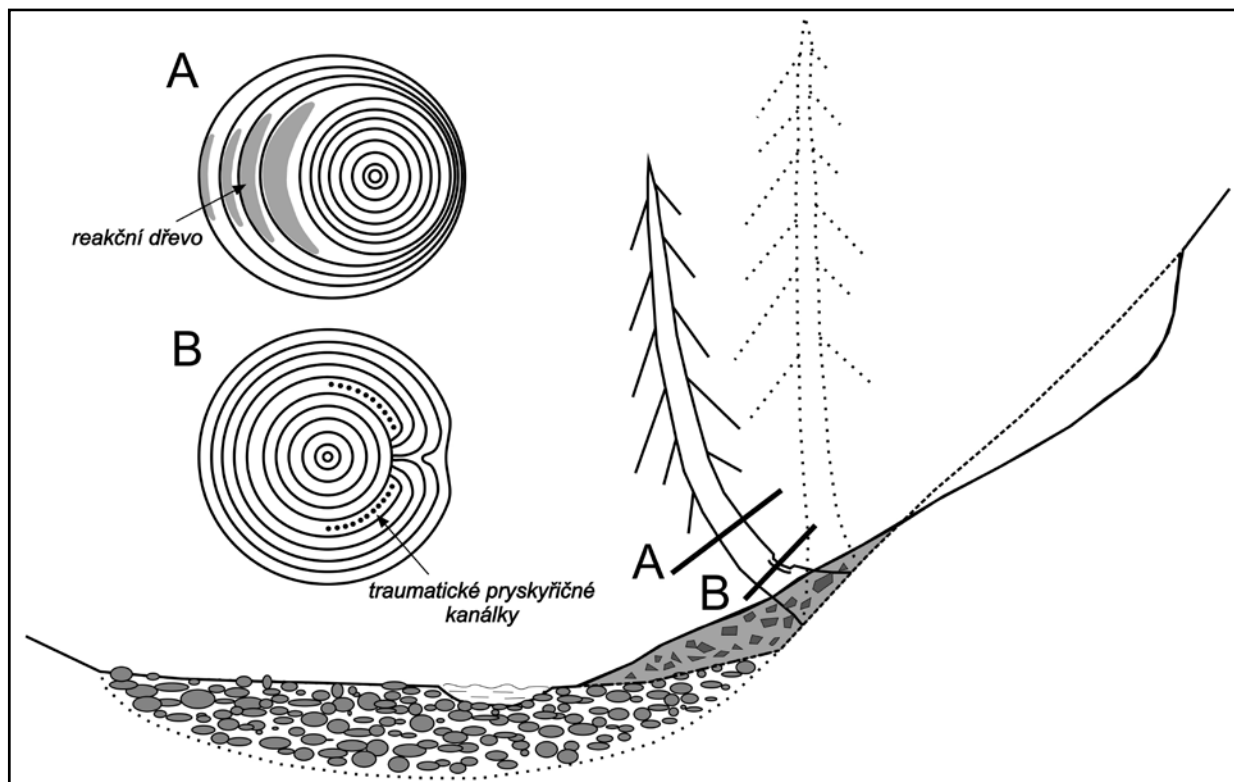
*pseudoplatanus* L.) (tab. 1). Datováním růstových disturbancí ve vzorcích bylo identifikováno 9 let, ve kterých pravděpodobně došlo k pohybu materiálu do koryta toku. Jelikož stáří vzorkovaných kořenů bylo omezené, tak nejstarší událost datovaná pomocí zajizvení nebo TRD byla z roku 1997, kdy zároveň nejvíce vzorků (7) vykazovalo růstové disturbance. Další jizvy a TRD jsou datovány do let 2000, 2002, 2006 a 2007. Oproti tomu reakční dřevo, jehož přítomnost byla zjišťována z odebraných vrtných jader, bylo identifikováno v letech starších (1964, 1970, 1972, 1977) (tab. 2).

rok	zdrojnice	jizev	TRD	reakční dřevo	max. srážka v roce (mm/den)	maximální týdenní srážka v roce (mm)
2007	strž	1			75	244
2006	strž	3			88,3	148
2002	strž, nátrž	2	1		97,6	201
2000	strž	1	1		135,3	329
1997	strž, nátrž	4	1	2	233,8	596
1977	nátrž			1	111,3	264
1972	nátrž			2	211,7	462
1970	nátrž			1	148,6	304
1964	nátrž			1	89	194

Tab. 2: Datované růstové disturbance v jednotlivých letech a potenciální příčinné meteorologické události.

Tab. 2: Dated growth disturbances in individual years and potential causal meteorologic events.

Z výsledků v tabulce 2 je patrné, že aktivita strží i nátrží je za zrekonstruované období srovnatelně zastoupena. Je rovněž patrné, že materiál se z břehových nátrží



Obr. 2: Základní schéma použitých dendrogeomorfologických přístupů: A – příčný řez ohnutou částí kmenu s přítomností reakčního dřeva, B – příčný řez poškozenou a zajizvenou částí kmenu s přítomností traumatických pryskyřičných kanálků.

Fig. 2: Basic scheme of used dendrogeomorphic methods: A – cross section of bended part of stem with occurrence of reaction wood, B – cross section of damaged and cicatrized part of stem with occurrence of traumatic resin ducts.

do hlavního toku dostával spíše ve starším období. Naopak materiál ze strží byl významně transportován až v období posledních dvou dekad. Pro komplexní výzkum je však v budoucnu potřeba vybrat další vhodnou lokalitu, s vyšší hustotou stromů, pro dendrogeomorfologickou analýzu.

Je možné předpokládat, že nejintenzivnější dotace sedimentů do toku nastává buďto během vysokých vodních stavů při povodních, kdy tok podemílá břehy, přičemž může dojít k sesutí nepevněného materiálu ze svahů, nebo při extrémních srážkových událostech. Pro vyhodnocení vlivu srážkových úhrnů na pohyb materiálu ze zdrojnic byla využita data z nejbližší meteorologické stanice Lysá hora. Vyhodnoceny byly maximální jednodenní srážky a maximální týdenní srážky za každý datovaný rok (tab. 2). Ve více než polovině případů byl maximální jednodenní srážkový úhrn vyšší než 100 mm a ve dvou případech dokonce vyšší než 200 mm. Jedná se o velmi vysoké srážkové úhrny, při nichž v Moravskoslezských Beskydech vznikají i blokovobahenní proudy (Šilhán – Pánek 2010).

Průměrná roční hodnota srážek za celé období 1964–2007 je 1 491 mm. Průměrný maximální týdenní úhrn srážek za všechny zjištěné roky je 304 mm. Je to tedy téměř 20 % průměrného ročního úhrnu srážek. Takové množství srážek v daném časovém horizontu může dostatečně nasycit vrstvu zvětraliny, která je následně mobilizována do říčního koryta a představuje tak zdroj sedimentů.

Tato studie se pokusila naznačit možnost nového přístupu ke zjišťování časové dotace sedimentů do vodních toků, a to pomocí dendrogeomorfologických metod. I přes omezení, zejména stářím analyzovaných stromů a jejich prostorovou distribucí, je možné získat velmi hodnotná data, jinými způsoby nedosažitelná.

*Tento příspěvek vznikl za podpory projektu Grantové agentury ČR č. P209/10/0309: „Vliv historických klimatických a hydrometeorologických extrémů na svahové a fluvialní procesy v oblasti Západních Beskyd a jejich předpolí“.*

**Literatura**

- Bollschiweiler, M. – Stoffel, M. (2010): Tree rings and debris flows: recent developments, future directions. – *Progress in Physical Geography*, 34, 625–645.
- Hradecký, J. – Škarpich, V. (2009): General Scheme of the Western Carpathian Stream Channel Behaviour. – In: Mentlík, P. (ed.): *Geomorfologický sborník* 8, 19–19. Česká asociace geomorfologů. Kašperské hory.
- Malik, I. (2008): Dating of small gully formation and establishing erosion rates in old gullies under forest by means of anatomical changes in exposed tree roots (Southern Poland). – *Geomorphology*, 93, 421–436.
- Nagy, E. – Franceschi, R. V. – Solheim, H. – Krekling, T. – Christiansen, E. (2000): Wound-induced traumatic resin duct development in stems of Norway spruce (Pinaceae): anatomy and cytochemical traits. – *American Journal of Botany*, 87, 302–313.
- Perret, S. – Stoffel, M. – Kienholz, H. (2006): Spatial and temporal rockfall activity in a forest stand in the Swiss Prealps—A dendrogeomorphological case study. – *Geomorphology*, 74, 219–231.
- Shroder, J. F. (1978): Dendrogeomorphological analysis of mass movement on Table Cliffs Plateau, Utah. – *Quaternary Research*, 9, 168–185.
- Stefanini, M. C. (2004): Spatio-temporal analysis of a complex landslide in the Northern Apennines (Italy) by means of dendrochronology. – *Geomorphology*, 63, 191–202.
- Stoffel, M. – Bollschiweiler, M. (2008): Tree-ring analysis in natural hazards research – an overview. – *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8, 187–202.
- Šilhán, K. – Pánek, T. (2010): Fossil and recent debris flows in medium–high mountains (Moravskoslezské Beskydy Mts, Czech Republic). – *Geomorphology*, 124, 238–249.
- Škarpich, V. – Galia, T. – Hradecký, J. – Peč, J. (2010): Identifikace (dis)konektivit vodních toků za využití makrogranulometrické analýzy korytových sedimentů (Moravskoslezské Beskydy). – *Geol. Výzk. Mor. Slez.* 2009, 199–204.
- Škarpich, V. – Hradecký, J. (2010): Vliv vodních staveb na změny morfologie toků v předpolí Moravskoslezských Beskyd. – In: *Juniorstav 2010*, 269–269, *Vysoké učení technické v Brně. Brno*.
- Zielonka, T. – Holeksa, J. – Ciapała, S. (2008): A reconstruction of flood events using scarred trees in the Tatra Mountains, Poland. – *Dendrochronologia*, 26, 173–183.