

Dendrogeomorphic research in Department of physical geography and geoecology, University of Ostrava

Dendrogeomorfologický výzkum na KFGG PřF OU

Karel ŠILHÁN

Ostravská univerzita, karel.silhan@osu.cz

Abstract

Dendrogeomorphology is modern method of absolute dating in geomorphological processes. Our dendrogeomorphological laboratory has been established in 2007 and today we have got some research results. Dendrolab focus especially on debris flows, rockfall, landslides, floods and gully erosion. There is prepared some publications for printing in that time.

Keywords: KFGG OU, dendrogeomorphology, rockfall, debris flows, the Moravskoslezské Beskydy Mts.

Klíčová slova: KFGG OU, dendrogeomorfologie, skalní říčení, blokovobahenní proudy, Moravskoslezské Beskydy

Při současném moderním řešení geomorfologických problematik, je prakticky samozřejmostí využití metod absolutního datování ke stanovení doby vzniku nebo vývoje forem reliéfu. Mezi dnes běžně používané metody patří konvenční i AMS radiokarbonové datování organických materiálů, U/Th datování nebo luminiscenční metody (OSL, TL). Tyto přístupy jsou však vhodné výhradně pro velmi staré formy (min. stovky let). Pro datování mladších forem se již několik desítek let využívají metody dendrochronologické (Alestalo 1971). Teprve v posledních letech však tyto metody prožívají v geomorfologii skutečný rozmach (Stoffel and Bollschweiler 2008). Jejich aplikací na datování geomorfologických procesů tak vzniklo nové interdisciplinární odvětví dendrogeomorfologie.

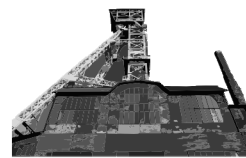
Dendrochronologické datování je založeno na principu, že v mírných klimatických šířkách stromy každý rok tvoří jeden ohraničený letokruh, jejichž pomocí lze datovat. Dendrogeomorfologie tohoto využívá a pracuje na principu Proces – Událost – Odezva (Schroder 1978). Procesem rozumíme libovolný geomorfologický proces (např. skalní říčení), který způsobí na stromě konkrétní událost (např. poškození kmenu). Strom pak na tuto událost reaguje příslušnou odezvou (např. zarůstání svého poškození a vytvoření jizvy) (obr. 1). Nejběžnější studovanými procesy jsou blokovobahenní proudy (Santilli and Pelfini 2002; Bollschweiler et al. 2007; Stoffel and Bollschweiler 2009), skalní říčení (Stoffel et al. 2005; Perret et al. 2006; Schneuwly and Stoffel 2008), eroze (Vandekerckhove et al. 2001; Gärtner 2007; Malik a Matyja 2008), povodně (Hrádek and Malik 2007; Zielonka et al. 2008), ale i sesuvné pohyby (Corominas and Moya 1999; Fantucci and Sorriso-Valvo 1999).

V České republice nemá geomorfologie dosud dostatečně pevně vybudovanou pozici. Přesto je

v současnosti patrný zvýšený zájem o tyto metody a začínají vycházet první publikace. Aktuálně existují dvě geografická pracoviště se zbudovanou dendrogeomorfologickou laboratoří (KFGG PřF OU a KFGG PřF UK). Jedny z prvních „dendro“ studií z našeho území se zabývaly analýzou sesuvných pohybů (Daňhelka 2001, Klimeš et al. 2009, Žižala et al. in press, Vilímek et al. 2002). Poněkud menší zájem je o analýzu skalního říčení (Raška 2007, Šilhán 2009, in press) nebo povodní (Hrádek and Malik 2007). V poslední době byl zvýšený zájem o studium dendrogeomorfologie blokovobahenních proudů (Šilhán 2008, Šilhán a Pánek 2008).

Na Katedře fyzické geografie a geoekologie Ostravské univerzity existuje dendrogeomorfologická laboratoř od roku 2007. Cílem založení laboratoře bylo rozšíření metodického aparátu, poskytnutí nových dat a podpora pro probíhající výzkum svahových deformací na KFGG. Do současnosti bylo publikováno několik prací se zaměřením na historickou aktivitu blokovobahenních proudů a skalního říčení v Moravskoslezských Beskydech. Intenzivní výzkum probíhá i v současnosti, přičemž analyzované procesy byly rozšířeny o stržovou erozi, povodně a sesuvné pohyby. Rovněž bylo rozšířeno zájmové území o jednu lokalitu ve Vsetínských vrších a jednu lokalitu na jižních svazích Krymských hor (Ukrajina). Rozmístění zájmových lokalit a studovaných procesů ukazuje obr. 2.

Analýze historické aktivity blokovobahenních proudů se laboratoř věnuje nejdelší dobu. Využívají se moderní zpracované přístupy (Bollschweiler et al. 2007) a první výsledky byly již publikovány v IF publikaci (Šilhán a Pánek in press). Základem je přesná lokalizace výskytu historických blokovobahenních proudů a následný odběr vzorků ze stromů, jejichž růst byl tímto procesem ovlivněn. Nejběžnějšími událostmi je částečné pohřbení



kmene stromu materiálem proudu, poškození kmene pohybujícími se klasty, nebo vychýlení stromu z jeho horizontálního růstu vlivem bočního tlaku materiálu proudu. Určení kdy došlo k tomuto ovlivnění pomocí letokruhových sérií umožňuje přesné datování procesu. V Moravskoslezských Beskydech bylo tímto způsobem doposud datováno 33 blokovobahenních proudů na několika lokalitách (obr. 3) přičemž nejstarší datovaný proud vznikl v roce 1939 (Šilhán a Pánek 2008). Analýzou extrémních srážkových událostí bylo dále zjištěno, že většina datovaných proudů vznikla v letech, kdy byl v zájmovém území zaznamenán srážkový úhrn přesahující 100 mm/den.

Analýzou prostorově časové distribuce intenzity skalního řícení se zabýváme poslední dva roky. V Moravskoslezských Beskydech byly vybrány 4 lokality s výskytem skalního řícení, které je v interakci s lesním porostem. Výzkum probíhá odběrem vzorků z geodeticky zaměřených stromů, poškozených skalním řícením a datováním jizev na kmenech. Doposud se podařilo zrekonstruovat časové řady dlouhé max. 80 let. Momentálně probíhá vyhodnocení hodnot intenzity skalního řícení a jejich komparace s klimatickými daty za účelem stanovení řídicích faktorů vzniku skalního řícení v MS Beskydech, na které laboratoř pracuje s MU v Brně a ČHMÚ. Předběžné výsledky rovněž ukazují na silnou prostorovou vazbu intenzity řícení na přítomnost zlomů ve skalních výchozech ve zdrojových zónách (Šilhán in press) (obr. 4) a silnou variabilitu klimatických faktorů řídicích vznik řícení. Aktuálně je v rozpracování IF publikace shrnující komplexní výsledky.

Analýza sesuvných pohybů je v rámci výzkumu v laboratoři relativně čerstvá problematika. Jednak jsme se zaměřili na podrobnou analýzu pohybů vybraných skalních bloků. Vybrány byly bloky, v jejichž blízkosti roste dospělý strom, do kterého se pohybující blok epizodicky zabojuje. Takto bylo zanalyzováno celkem 6 stromů. U jednoho stromu bylo možné odebrat příčný řez kmenem v místě největšího poškození blokem, u ostatních byla odebrána vrtná jádra. V příčném řezu bylo identifikováno celkem 13 jednoznačných projevů o zaboření skalního bloku do kmene v různých letech (obr. 5). Momentálně probíhá vyhodnocení nashromážděných dat a příprava publikace.

Přímo sesuvné pohyby jsou zkoumány na vybrané lokalitě ve Vsetínských vrších. Na vybraném sesuvu bylo možné odebrat příčné řezy z kmenů 73 stromů rovnoměrně rozmístěných po ploše celého sesuvu. Při sesuvném pohybu dochází k naklonění kmene stromu, který se v následujících letech snaží toto vychýlení vyrovnat tvorbou asymetrického tzv. reakčního dřeva. Kmen stromu poté vykazuje ve své spodní části kolenovité ohnutí. V příčných řezech tímto místem kmene je reakční dřevo dobře identifikovatelné a díky němu je možné datovat pohyb sesuvu. Na námi vybrané

lokalitě se předběžně jako nejaktivnější rok jeví 2006 kdy reakční dřevo vykazuje přes 60 % všech stromů. Další výrazně aktivní rok je 2002. Zejména aktivita v roce 2006 je pravděpodobně spojena s náhlým táním sněhu v jarním období (Klimeš et al. 2009), kdy i v širším okolí lokality vzniklo větší množství sesuvů (Bíl a Müller 2008). Kromě analýzy reakčního dřeva byly provedeny analýzy časového vývoje asymetrie letokruhů a analýza náhlých změn v šířce letokruhů podle běžných dendrogeomorfologických metodik (Fantucci and Sorriso-Valvo 1999).

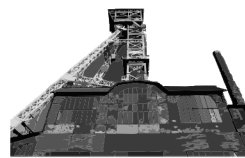
Na počátku roku 2010 bylo spektrum studovaných procesů rozšířeno o časovou analýzu povodňových událostí ve vysokogradientových tocích MS Beskyd. Vycházelo se z předpokladu poškození kmenů stromů rostoucích v blízkosti vodního toku při jeho vyšších stavech vlivem unášeného materiálu povodňovou vlnou. Prozatím bylo odebráno cca 200 vzorků z poškozených stromů. Výzkum je však ve fázi zpracování vzorků. Předpokládá se v dalším postupu výpočet hydraulických parametrů koryt a modelace podmínek pro transport dnových sedimentů.

Dosud posledním procesem, na který se laboratoř zaměřila je stržová eroze. Pro tuto analýzu je nejdůležitější výběr vhodné lokality. V současnosti provádíme výzkum na dvou lokalitách kde vznikly relativně čerstvé strže, přes jejichž šířku stále rostou kořeny stromů. Výzkum je založen na principu, že nové buňky dřeva v letokruzích kořenů po jejich obnažení se vyznačují odlišnou morfologií. U většina jehličnatých stromů dojde po obnažení kořenu k nárůstu až o 50 % menších buňek, které se navíc začnou meziročně formovat do jarního a letního dřeva jako na kmene stromu. Těto anatomické změny je možné využít k datování postupující eroze a obnažování kořenů (Malik a Matyja 2008). Na vybraných lokalitách je výzkum teprve v počátku a vyhodnocení vzorků se předpokládá v nejbližší době.

V květnu v roce 2010 byla provedena terénní část výzkumu na jižních svazích Krymských hor (Ukrajina) v oblasti Taraktash. Jedná se o komplexní svahovou deformaci s převýšením cca 700 m s pokleslými odkloněnými bloky v nejvyšší části, dlouhým osypem se skalním řícením ve střední části a blokovým sesuvem, částečně překrytým materiálem skalního, řícení v nejnižší části. Ve všech těchto částech bylo odebráno cca 1100 vzorků ze stromů pro komplexní postižení historického vývoje celé této lokality. Hlavní pracovní hypotézou je předpoklad velmi silného svázání vývoje lokality se seismickou aktivitou. Aktuálně dochází ke zpracovávání vzorků. Dendrogeomorfologická laboratoř na KFGG je tak v současnosti plně vytížena. Rovněž se podílí na zadávání a vypracování závěrečných prací studentů bakalářského, magisterského i doktorského studia. Výsledky laboratoře tak doplňují aktuálně vedený



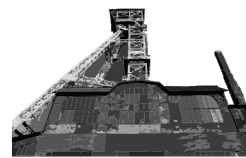
XXII SJEZD ČESKÉ GEOGRAFICKÉ SPOLEČNOSTI OSTRAVA 2010



výzkum na KFGG PřF OU. Poskytuje naprosto jedinečná data o aktivitě vybraných geomorfologických procesů v časovém horizontu prakticky v dané kvalitě nepostižitelným.

Použité zdroje:

- ALESTALO, J. (1971): Dendrochronological interpretation of geomorphic processes. *Fenina*, 105, s. 1–139.
- BÍL, M., MÜLLER, I. (2008): The origin of shallow landslides in Moravia (Czech Republic) in the spring 2006, *Geomorphology*, 99, s. 246–253.
- BOLLSCHWEILER, M., STOFFEL, M., EHMISCH, M., MONBARON, M. (2007): Reconstructing spatio-temporal patterns of debris-flow activity using dendrogeomorphological methods. *Geomorphology*, 87, s. 337–351.
- COROMINAS, J., MOYA, J. (1999): Reconstructing recent landslide activity in relation to rainfall in the Llobregat River basin, Eastern Pyrenees, Spain. *Geomorphology*, 30, s. 79–93.
- DAŇHELKA, J. (2001): Dendrogeomorfologický výzkum sesuvné lokality u Čefeniště. *Geografie – Sborník ČGS*, s. 166–176.
- FANTUCCI, R., SORRISO-VALVO, M. (1999): Dendrogeomorphological analysis of a slope near Lago, Calabria (Italy). *Geomorphology*, 30, s. 165–174.
- GÄRTNER, H. (2007): Tree roots – Methodological review and new development in dating and quantifying erosive processes. *Geomorphology*, 86, s. 243–251.
- HRÁDEK, M., MALIK, I. (2007): Dendrochronological records of the floodplain morphology transformation of Desná river Halley in the last 150 years, The Hrubý Jeseník Mts. (Czech republic). *Moravian Geographical reports*, 15, s. 2–15.
- KLIMEŠ, J., BAROŇ, I., PÁNEK, T., KOSAČÍK, T., BURDA, J., KRESTA, F., HRADECKÝ, J. (2009): Investigation of recent catastrophic landslides in the flysch belt of Outer Western Carpathians (Czech Republic): progress towards better hazard assessment. *Natural Hazards and Earth System Science*, 9, s. 119–128.
- MALIK, I., MATYJA, M. (2008): Bank erosion history of a mountain stream determined by means of anatomical changes in exposed tree roots over the last 100 years (Bílá Opava River — Czech Republic). *Geomorphology*, 98, s. 126–142.
- 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, s. 219–231.
- RAŠKA, P. (2007): Comments on the recent dynamics of scree slopes in the Czech Middle Mountains. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 1, s. 43–49.
- SANTILLI, M., PELFINI, M. (2002): Dendrogeomorphology and dating of debris flows in the Valle del Gallo, Central Alps, Italy. *Dendrochronologia*, 20, s. 269–284.
- SHRODER, J., F. (1978): Dendrogeomorphological analysis of mass movement on Table Cliffs Plateau, Utah. *Quaternary Research*, 9, s. 168–185.
- SCHNEUWLY, D., STOFFEL, M. (2008): Tree-ring based reconstruction of the seasonal timing, major events and origin of rockfall on a case-study slope in the Swiss Alps. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8, s. 203–211.
- STOFFEL, M., BOLLSCHWEILER, M., LIEVRE, I., DELALOYE, R., MYINT, M., MONBARON, M. (2005): Analyzing rockfall activity (1600–2002) in a protection forest—a case study using dendrogeomorphology. *Geomorphology*, 68, s. 224–241.
- STOFFEL, M., BOLLSCHWEILER, M. (2008): Tree-ring analysis in natural hazards research – an overview. *Natural hazards and earth system sciences*, 8, s. 187–202.
- STOFFEL, M., BOLLSCHWEILER, M. (2009): Tree-ring reconstruction of past debris flows based on a small number of samples—possibilities and limitations. *Landslides*, 6, s. 225–230.
- ŠILHÁN, K. (2008): Dendrochronologie kuželu blokovobahenních proudů na západním svahu masivu Travný (Moravskoslezské Beskydy). *Časopis slezského Muzea Opava (A)*, 57, s. 270–275.
- ŠILHÁN, K. (2009): Dynamics of rockfall on the western slope of Smrk Mt. (the Moravskoslezské Beskydy Mts.). In: Mentlík, P. (ed.): *Geomorfologický sborník* 8, s. 59–60.
- ŠILHÁN, K., PÁNEK, T. (2008): Historická chronologie blokovobahenních proudů v Moravskoslezských Beskydech. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 8, s. 82–94.
- ŠILHÁN, K. (in press): Dendrogeomorphic assessment of spatio-temporal activity of rockfall in the Flysch Carpathians: a case study on the western slope



of Mt Smrk, the Moravskoslezské Beskydy Mts. Moravian Geographical Reports.

ŠILHÁN, K., PÁNEK, T. (in press): Fossil and recent debris flows in medium-high mountains (Moravskoslezské Beskydy Mts, Czech Republic). *Geomorphology*.

VANDEKERCKHOVE, L., MUYS, B., POESEN, J., DE WEERDT, B., COPE, N. (2001): A method for dendrochronological assessment of medium-term gully erosion rates. *Catena*, 45, s. 123–161.

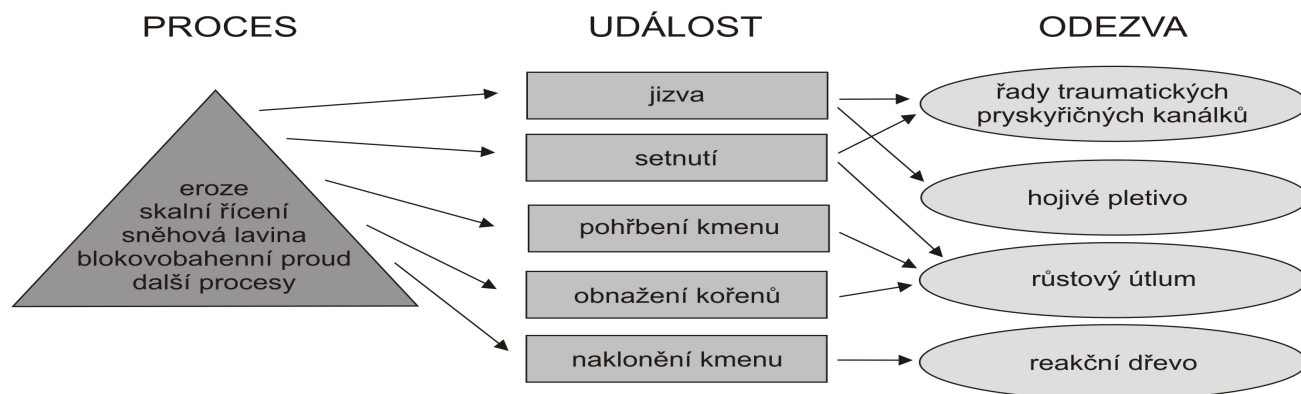
VILÍMEK, V., FANTUCCI, R., STEMBERK, J. (2002): Dendrogeomorphological investigations of slope deformation on Salenius Hill in the Krusné Hory Mts. In: Rybar, J., Stemberk, J.,

Wagner P. (eds): *Landslides: Proceedings of the First European Conference on Landslides*. Lisse, The Netherlands, s. 321–326.

ZIELONKA, T., HOLEKSA, J., CIAPAŁA, S. (2008): A reconstruction of flood events using scarred trees in the Tatra Mountains, Poland. *Dendrochronologia*, 26, s. 173–183.

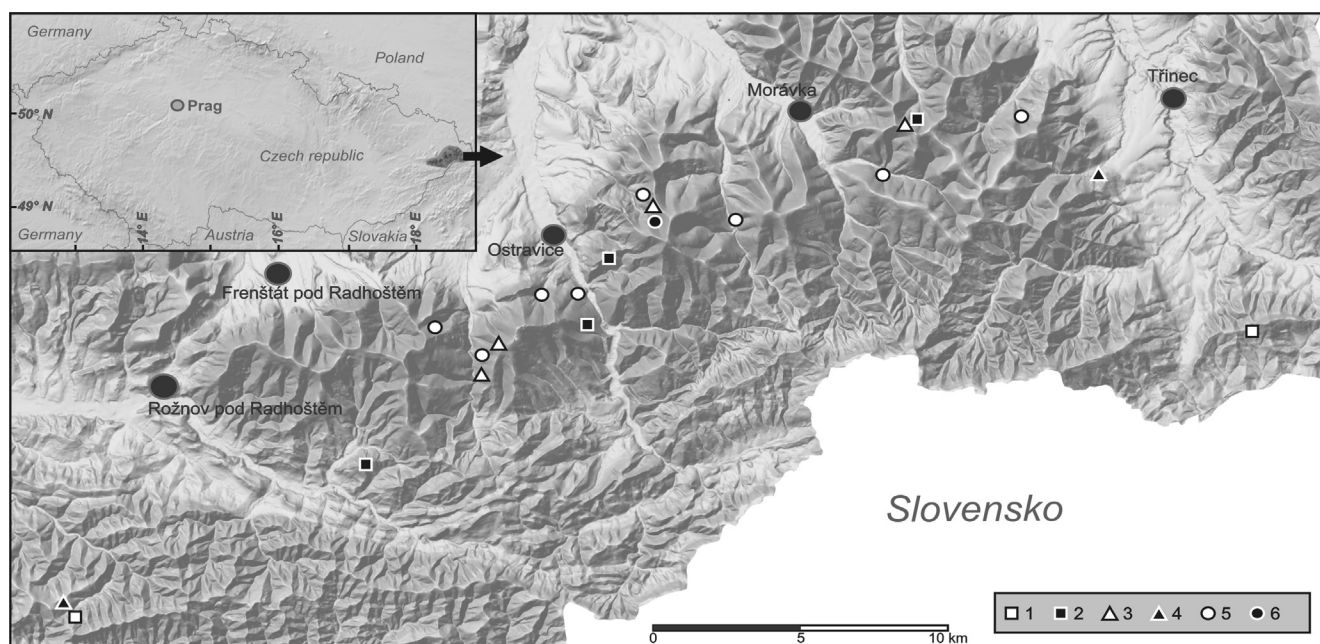
ŽÍŽALA, D., ZVELEBIL, J., VILÍMEK, V. (in press): Using dendrogeomorphology in research on a slope deformation in Běleč, Czech-Moravian Highland (Czech Republic). *Acta Universitatis Carolinae Geographica*.

Přílohy:

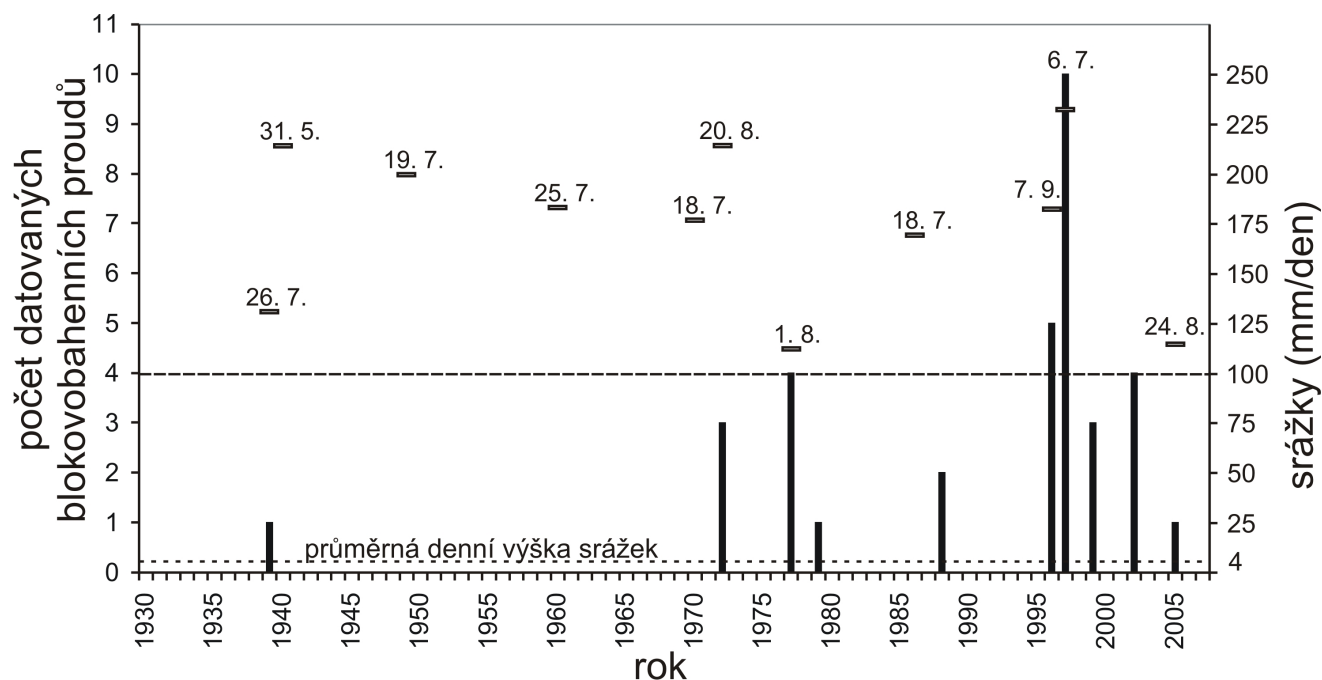
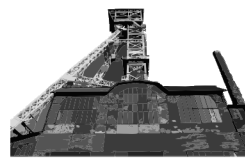


Obr. 1: Schéma základního principu využívaného v dendrogeomorfologii

Zdroj: (upraveno podle Schroder 1978)

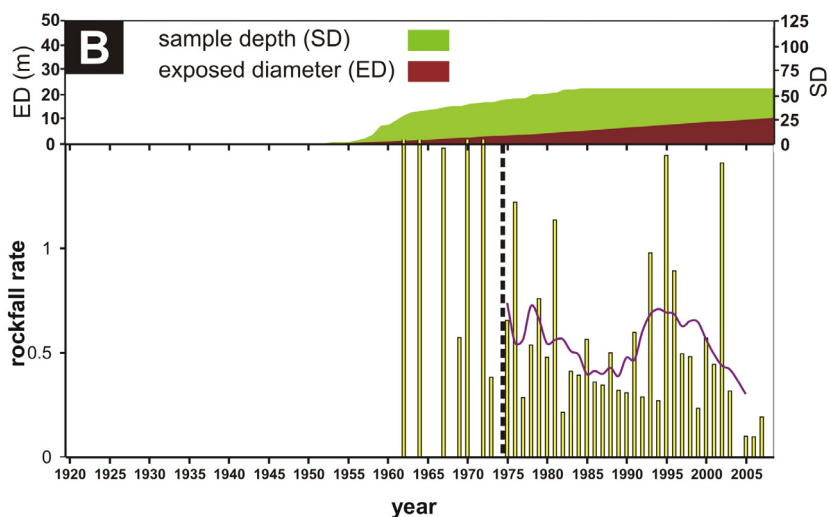
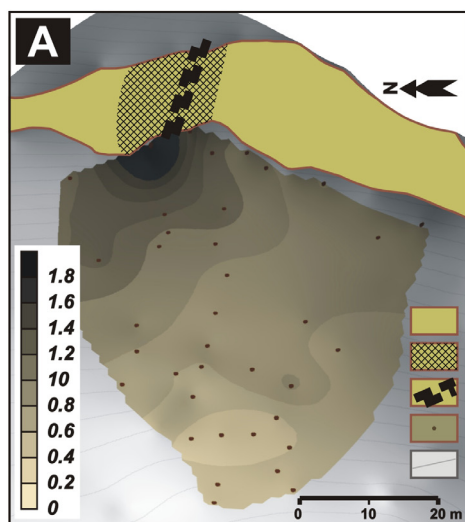


Obr. 2: Distribuce analyzovaných procesů v Moravskoslezských Beskydech a Vsetínských vrších (1 – sesuvné pohyby, 2 – pohyby skalních bloků, 3 – skalní říční, 4 – stržová eroze, 5 – blokovobahenní proudy, 6 – povodně).



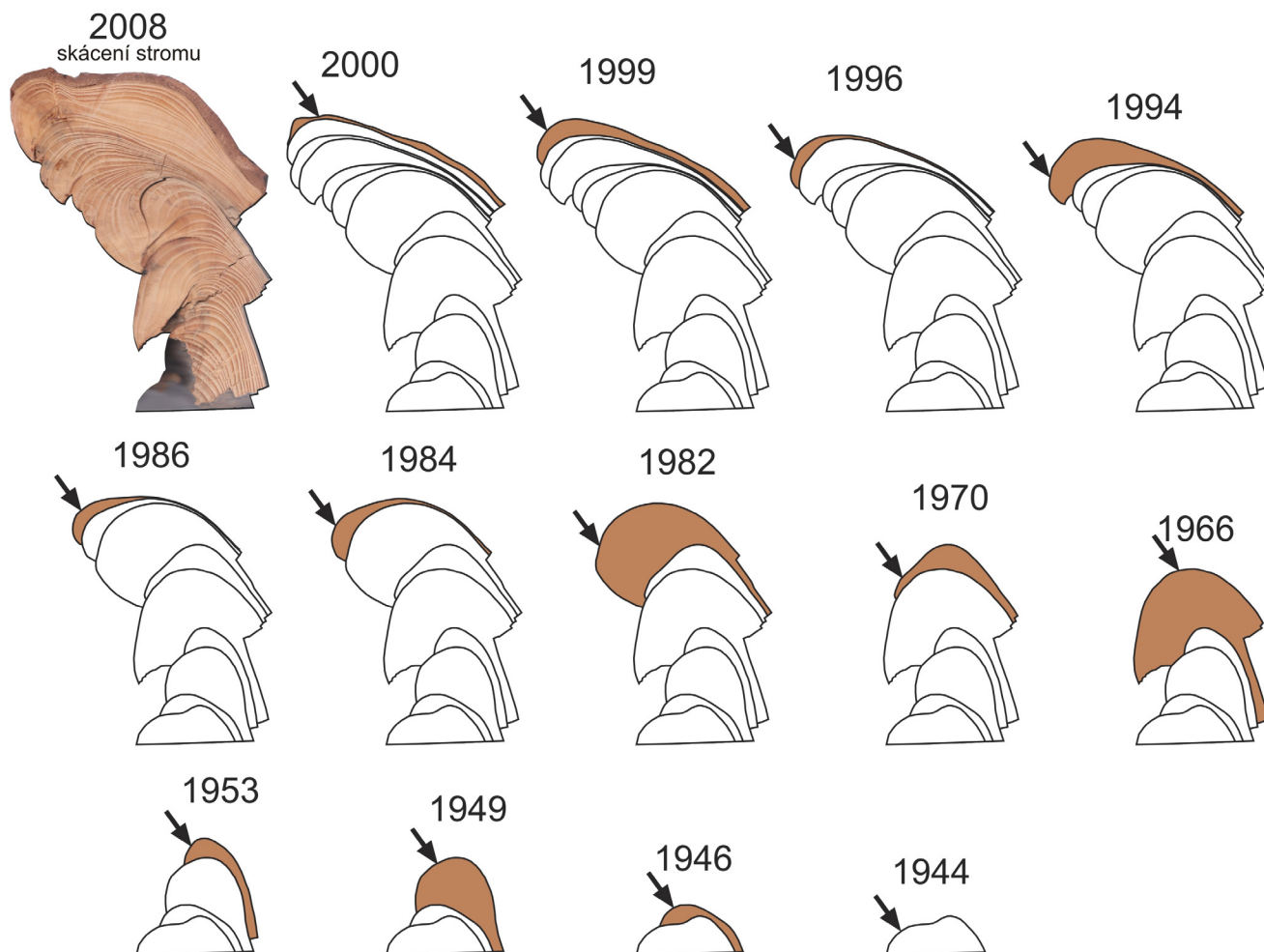
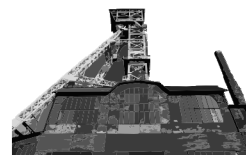
Obr. 3: Časové rozložení datovaných blokovabahenních proudů

Zdroj: upraveno podle Šilhán a Pánek in press



Obr. 4: A – prostorová distribuce aktivity skalního řícení ($\text{jizev.m}^{-1}.\text{rok}^{-1}$), B – časový průběh intenzity skalního řícení ($\text{jizev.m}^{-1}.\text{rok}^{-1}$)

Zdroj: upraveno podle Šilhán in press



Obr. 5: Časový vývoj zabořování skalního bloku do kmene stromu zaznamenaný v příčném řezu kmenem.

Adresa autora:

RNDr. Karel Šilhán, Ph.D.

Katedra fyzické geografie a geoekologie

Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity

Dvořákova 10

701 03 Ostrava

karel.silhan@osu.cz