

Back to results | < Previous 4 of 10 Next >

View at Publisher |  Export | Download | Add to List | More...

Geoscience Research Reports

Volume 2014, 2014

What preceded the catastrophic reactivation of the L'ubietová landslide 1977? (Article)**[Co předcházelo katastrofické reaktivaci sesuvu L'ubietová 1977?]**Šilhán, K.^a, Prokešová, R.^b, Medvědová, A.^c, Škodová, M.^c, Kardoš, M.^c^a Katedra Fyzikální Geografie a Geoekologie, Přírodovědecká Fakulta, Ostravská Univerzita, Chittussiho 10, Ostrava, Czech Republic^b Inštitút Výskumu Krajiny A Regiónov, Fakulta Prírodných Vied, Univerzita Mateja Bela, Tajovského 40, Banská Bystrica, Slovakia^c Katedra Geografie A Geológie, Fakulta Prírodných Vied, Univerzita Mateja Bela, Tajovského 40, Banská Bystrica, Slovakia[View additional affiliations](#)

Abstract

[View references \(9\)](#)

The origin of many recent catastrophic landslides is commonly preceded by some minor movements. On the other hand, it is usual that large landslide events are followed by minor movements as well. Information about these movements is very important for assessment of potential landslide hazards or risks. Unfortunately, data on pre-landslide activity are very scarce (if any). Nevertheless, dendrogeomorphic methods can actually bring good results in this way. In our study the pre- and post-catastrophic activity of the L'ubietová landslide was studied. The landslide is 1200 m long and about 10-20 m deep. Catastrophic reactivation of this landslide occurred during February 1977. Trees with clearly visible signs of the previous landslide activity (tilted or bended stems) were sampled by Pressler increment borer in the area of 1977 source zone and in the position of old landslide blocks lying above the 1977 reactivation. A total of 19 individuals of *Picea abies* (L.) Karst. were sampled and samples were processed using a standard procedure. Twelve landslide reactivation events were dated (two of them, i.e. 1972 and 1974 were older than the main event in 1977). The activity of the superposed block was at least comparable with 1977 landslide prior to its movement. The question stays, why this area has remained outside the reactivation in 1977? Moreover, the comparison of reconstructed chronology with precipitation record shows good conformity with some extremely wet seasons, although some events occurred in exceptionally dry seasons. Based on our results new questions emerged, which should be answered in the future at other localities using larger size of samples.

Author keywords

Chronology; Dendrogeomorphology; L'ubietová landslide; Tree-rings

ISSN: 05148057 Source Type: Book series Original language: Czech

DOI: 10.3140/zpravy.geol.2014.06 Document Type: Article

Publisher: Czech Geological Survey

References (9)

[View in search results format](#)☐ Page ☐ Export ☐ Print ☐ E-mail ☐ Create bibliography

- ☐ Cook, E.R.
1 (1985) *A Time Series Analysis Approach to Tree-ring Standardization*. Cited 875 times.
PhD. Dissertation. - The Univ. of Arizona, Tucson, USA

- ☐ Corona, C., Lopez Saez, J., Stoffel, M.
2 **Defining optimal sample size, sampling design and thresholds for dendrogeomorphic landslide reconstructions**

(2014) *Quaternary Geochronology*, 22, pp. 72-84. Cited 7 times.

doi: 10.1016/j.quageo.2014.02.006

[View at Publisher](#) 

Saez, J.L., Corona, C., Stoffel, M., Astrade, L., Berger, F., Malet, J.-P.

Cited by 0 documents

Inform me when this document is cited in Scopus:

☐ Set citation alert | ☐ Set citation feed

Related documents

Can tree tilting indicate mechanisms of slope movement?Šilhán, K.
(2015) *Engineering Geology***Impacts of age-dependent tree sensitivity and dating approaches on dendrogeomorphic time series of landslides**Šilhán, K., Stoffel, M.
(2015) *Geomorphology***Dendrogeomorphological analysis of the evolution of slope processes on flysch rocks (Vsetínské vrchy Mts; Czech Republic)**Šilhán, K.
(2012) *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*[View all related documents based on references](#)

Find more related documents in Scopus based on:

☐ Authors | ☐ Keywords

- ☐ **Dendrogeomorphic reconstruction of past landslide reactivation with seasonal precision: The Bois Noir landslide, southeast French Alps**

3

(2012) *Landslides*, 9 (2), pp. 189-203. Cited 24 times.
doi: 10.1007/s10346-011-0284-6

View at Publisher 

- ☐ Nemčok, A.

4

(1982) *Zosuvy v Slovenských Karpatoch*, p. 319. Cited 5 times.
Veda, Bratislava

- ☐ Pánek, T., Šilhán, K., Tábořík, P., Hradecký, J., Smolková, V., Lenart, J., Brázdil, R., (...), Pazdur, A.

5

Catastrophic slope failure and its origins: Case of the May 2010 Girová Mountain long-runout rockslide (Czech Republic)

(2011) *Geomorphology*, 130 (3-4), pp. 352-364. Cited 26 times.
doi: 10.1016/j.geomorph.2011.04.020

View at Publisher 

- ☐ Petley, D.N., Allison, R.J.

6

The mechanics of deep-seated landslides

(1997) *Earth Surface Processes and Landforms*, 22 (8), pp. 747-758. Cited 49 times.

View at Publisher 

- ☐ Prokešová, R., Kardoš, M., Tábořík, P., Medved'ová, A., Stacke, V., Chudý, F.

7

Kinematic behaviour of a large earthflow defined by surface displacement monitoring, DEM differencing, and ERT imaging

(2014) *Geomorphology*, 224, pp. 86-101. Cited 3 times.

www.elsevier.com/locate/publications/store/5/0/3/3/4/

doi: 10.1016/j.geomorph.2014.06.029

View at Publisher 

- ☐ Prokešová, R., Medved'ová, A., Tábořík, P., Snopková, Z.

8

Towards hydrological triggering mechanisms of large deep-seated landslides

(2013) *Landslides*, 10 (3), pp. 239-254. Cited 7 times.

doi: 10.1007/s10346-012-0330-z

View at Publisher 

- ☐ V.I.A.S.

9

(2005) *Time Table. Installation and Instruction Manual. Ver. 2.1*. Cited 5 times.
Vienna Institute of Archaeological Science, Vienna

© Copyright 2015 Elsevier B.V., All rights reserved.

Back to results | < Previous **4 of 10** Next >

Top of page ▲

About Scopus
What is Scopus
Content coverage
Scopus Blog
Scopus API

Language
日本語に切り替える
切换到简体中文
切换到繁体中文

Customer Service
Help and Contact
Live Chat

ELSEVIER

Terms and Conditions Privacy policy
Copyright © 2016 Elsevier B.V. All rights reserved. Scopus® is a registered trademark of Elsevier B.V.
Cookies are set by this site. To decline them or learn more, visit our Cookies page

RELX Group™

Co předcházelo katastrofické reaktivaci sesuvu Ľubietová 1977?

What preceded the catastrophic reactivation of the Ľubietová landslide 1977?

KAREL ŠILHÁN¹ – ROBERTA PROKEŠOVÁ² – ALŽBETA MEDVEĐOVÁ³ – MARTINA ŠKODOVÁ³ – MIROSLAV Kardoš⁴

¹ Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Chittussiho 10, 710 00 Ostrava; karel.silhan@osu.cz; dendroman.cz

² Inštitút výskumu krajiny a regiónov, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, Slovensko

³ Katedra geografie a geológie, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, Slovensko

⁴ Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie, Lesnícka fakulta, Technická univerzita Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovensko

Key words: dendrogeomorphology, chronology, tree-rings, Ľubietová landslide

Summary: The origin of many recent catastrophic landslides is commonly preceded by some minor movements. On the other hand, it is usual that large landslide events are followed by minor movements as well. Information about these movements is very important for assessment of potential landslide hazards or

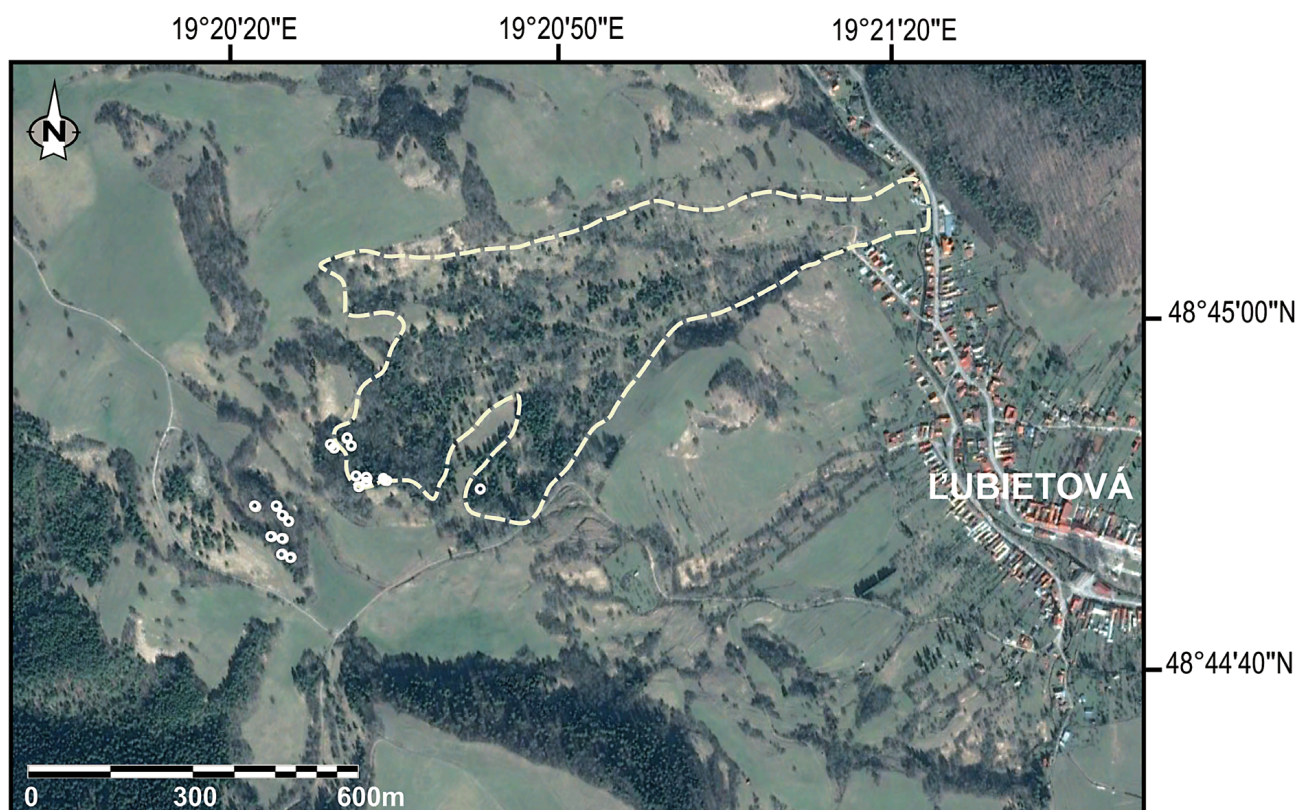
risks. Unfortunately, data on pre-landslide activity are very scarce (if any). Nevertheless, dendrogeomorphic methods can actually bring good results in this way. In our study the pre- and post-catastrophic activity of the Ľubietová landslide was studied. The landslide is 1200 m long and about 10–20 m deep. Catastrophic reactivation of this landslide occurred during February 1977. Trees with clearly visible signs of the previous landslide activity (tilted or bended stems) were sampled by Pressler increment borer in the area of 1977 source zone and in the position of old landslide blocks lying above the 1977 reactivation. A total of 19 individuals of *Picea abies* (L.) Karst. were sampled and samples were processed using a standard procedure. Twelve landslide reactivation events were dated (two of them, i.e. 1972 and 1974 were older than the main event in 1977). The activity of the superposed block was at least comparable with 1977 landslide prior to its movement. The question stays, why this area has remained outside the reactivation in 1977? Moreover, the comparison of reconstructed chronology with precipitation record shows good conformity with some extremely wet seasons, although some events occurred in exceptionally dry seasons. Based on our results new questions emerged, which should be answered in the future at other localities using larger size of samples.

Je známo, že po velkých sesuvných událostech následují různě dlouhá období doznívání četnosti pohybů, převážně se snižující se intenzitou. Na druhou stranu, katastrofickým sesuvným událostem často předchází období postupného snižování stability svahu, které rovněž může být doprovázeno dílčími deformacemi reliéfu (Petley – Allison 1997). Tyto dílčí pohyby mohou sloužit jako varovné signály zvýšené nestability svahu nebo dokonce jeho blížící se destrukce. Informace o těchto pohybech jsou tak velice cenné, ovšem bez dlouhodobého monitoringu velmi obtížně získatelné, jelikož archivní záznamy jsou většinou nekompletní. Nachází-li se zájmová oblast v zalesněném území mírných šířek, mohou poskytnout užitečná data dendrogeomorfologické metody. Stromy představují prostřednictvím svých letokruhů velmi citlivý a přesný přírodní archiv a s jejich pomocí je možné datovat až několik stovek let staré sesuvné pohyby dokonce se sezónní přesností (Lopez Saez et al. 2012).

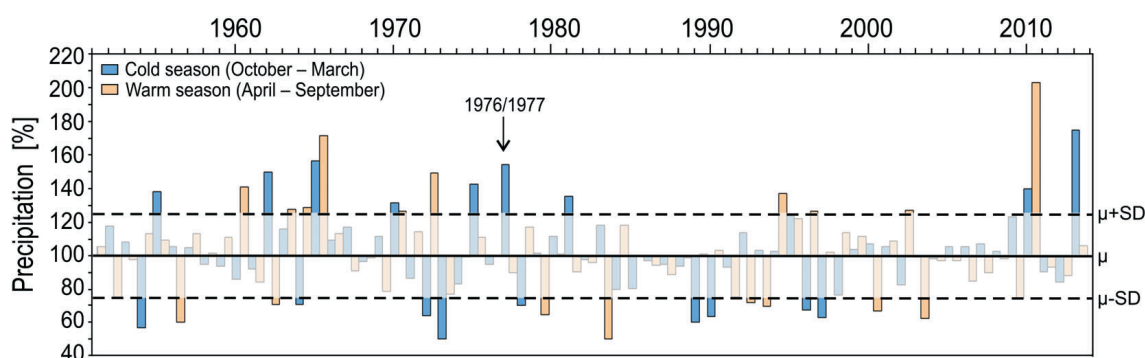
Jedním z katastrofických sesuvů, po kterém následuje několik desítek let dlouhé období menších pohybů, je sesuv u obce Ľubietová na středním Slovensku (obr. 1). Přes 1200 m dlouhý a 10–20 m hluboký proudový sesuv je největším z řady sesuvných těles, postihujících západní svahy Ľubietovské doliny. Z geologického hlediska je území situováno na severním okraji neogenního stratovulkánu Polana. Rigidní vulkanické horniny zde leží přímo na jilovi-

tých horninách neogenního a paleogenního stáří. Reologický kontrast nadložních a podložních hornin je tak primární geologickou příčinou rozvoje svahových poruch v této oblasti. Podrobnější informace o samotném sesuvu lze najít kupříkladu v práci Prokešové et al. (2014). Za bezprostřední příčinu katastrofální reaktivace na konci února 1977 bývá považována výraznější srážková anomálie od listopadu 1976 do února 1977 (Nemčok 1982). Detailnější analýza hydroklimatických podmínek v zájmové oblasti (Prokešová et al. 2013) však prokázala, že nebyla ve druhé polovině dvacátého století zdaleka jedinou a ani nejvýraznější anomálií (obr. 2). Otázkami tak zůstává, do jaké míry se na reaktivaci podílel člověk svými negativními zásahy do hydrologického režimu území a zda samotné reaktivaci předcházely pohyby v oblasti blokových deformací nad hlavní odlučnou hranou (obr. 3), s nimiž je vývoj sesuvu úzce spjat. Detailní strukturu těchto blokových deformací je možné vidět také na digitálním modelu terénu (DMT) s vysokým rozlišením (viz obr. 3), který byl vytvořen z LiDAR-ových dat poskytnutých firmou Photomap Košice (Prokešová et al. 2014).

Cílem tohoto příspěvku je odpovědět právě na poslední nastíněné otázky, tedy zda tomuto sesuvu předcházely výraznější pohyby, kdy se udály a zda docházelo nebo stále dochází k pohybům i u starých sesuvných bloků nad hlavní odlučnou hranou reaktivace z roku 1977. Jako optimální



Obr. 1. Lokalizace zkoumaného sesuvu s vyznačenými odběry vzorků pro dendrogeomorfologickou analýzu (bílé body) / Fig. 1. Position of the investigated landslide with sampled trees location (white points).



Obr. 2. Odchytky hodnot sezónních srážkových úhrnů (vyjádřené v procentech) proti dlouhodobému průměru ($\mu = 100\%$). SD – standardní odchylka / Fig. 2. Deviation of seasonal precipitation totals (expressed in percent) against the long-term average ($\mu = 100\%$). SD – standard deviation.

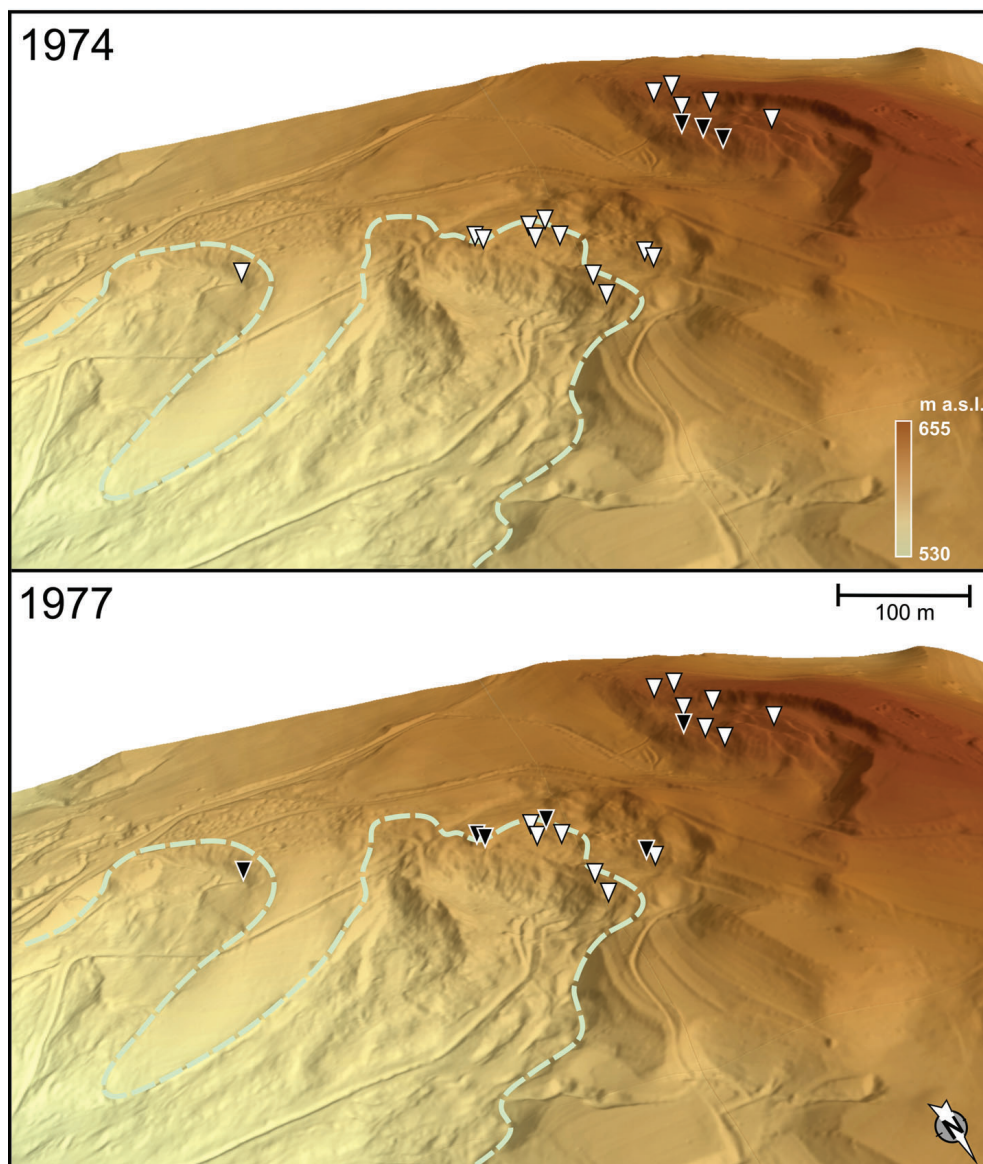
prostředek pro řešení těchto otázek byly použity dendrogeomorfologické metody.

Metody

Pro zrekonstruování sesuvné aktivity byla využita letokruhová data. Stromy vykazující ovlivnění sesuvnými pohyby (ohnuté nebo nakloněné kmeny) byly vzorkovány pomocí Presslerova přírůstového nebozezu (maximální délka 40 cm, průměr 0,5 cm). Pozice každého stromu byla zaznamenána pomocí GPS. Jedno vrtné jádro bylo extrahováno ze spodní strany nakloněných stromů a druhé z opačné strany.

Vzorky byly zpracovány standardní metodikou, sušeny, stabilizovány v dřevěných drážkách a broušeny. Letokruhy byly počítány a byla měřena jejich šířka pomocí Time-Table a programu PAST4 (VIAS 2005). Přírůstové křivky byly křížově datovány s referenční chronologií pro identifikaci falešných nebo chybějících letokruhů. Referenční chronologie byla sestavena ze stromů mimo sesuvné území v programu Arstan (Cook 1985). Po chronologických korekcích byly v letokruhových sériích makroskopicky identifikovány růstové disturbance spojené s nakloněním kmenu (tzv. reakční dřevo – specifická dřevní struktura vyvíjející se na spodní straně kmenů jehličnatých stromů po jejich naklonění). Chronologie sesuvných

Obr. 3. Detailní morfologie oblasti nad hlavní odlučnou hranou katastrického sesuvu Ľubietová (LiDAR-ový DMT) se zobrazením prostorové distribuce disturbovaných stromů v sesuvně nejaktivnějším roce (1974) před hlavní událostí a v roce hlavní události (1977). Bílé body – vzorkované stromy; černé body – disturbované stromy; čárkovaná linie – hranice reaktivity z roku 1977 / Fig. 3. Detailed morphology of the area above main scarp upper edge of the catastrophic Ľubietová landslide (high-resolution LiDAR DTM) with spatial distribution of disturbed trees in the most active year (1974) before the main event, and in the year of the main event (1977). White points – sampled trees; black points – disturbed trees; dashed line – boundary of the 1977-reactivation.



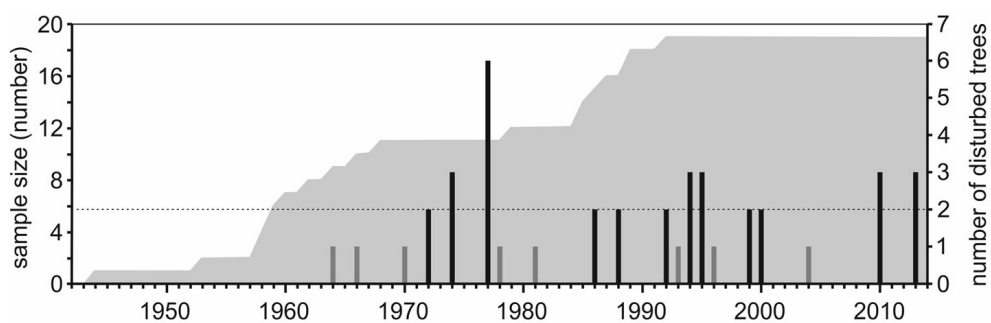
pohybů byla kvantifikována standardním ukazatelem, tzv. I_t (event-response) indexem, který vyjadřuje procentuální zastoupení stromů obsahujících sesuvný signál (např. reakční dřevo) ze všech vzorkovaných stromů, žijících v konkrétním roce. Jako prahová hranice pro určení sesuvného pohybu byla stanovena hodnota $I_t \geq 10\%$ a zároveň alespoň dva stromy musely vykazovat sesuvný signál (reakční dřevo).

Výsledky

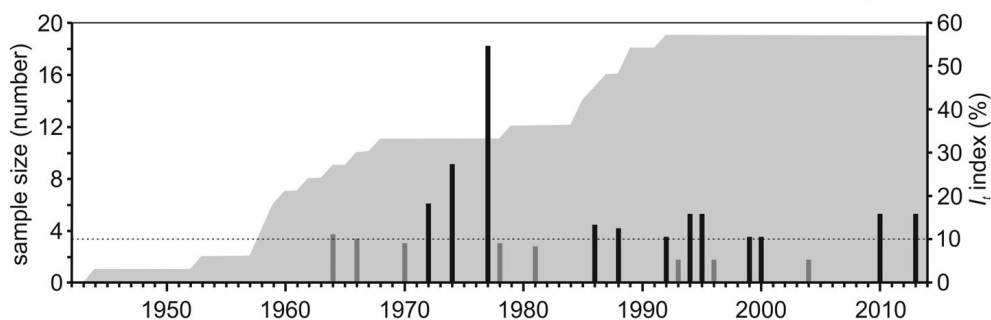
Celkem bylo vzorkováno 19 jedinců smrku ztepilého *Picea abies* (L.) Karst. prostřednictvím 38 vrtných jader. Devět stromů bylo vzorkováno na starých sesuvných blocích nad katastrofickým sesuvem z roku 1977. Dvacet vrtných jader bylo odebráno z deseti stromů v blízkosti odlučné hrany sesuvu z roku 1977. Celkově starší stromy byly vzorkovány v prostoru bloků (průměrné stáří 47,9 let) oproti sesuvu 1977 (průměrné stáří 41,1 let). Nejmladší strom měl stáří

23 let, nejstarší 71 let. Celkem 11 stromů bylo starších než 37 let (tj. doba od sesuvu 1977) – sedm z prostoru bloků a čtyři ze sesuvu 1977.

Ve všech letokruhových sériích bylo identifikováno 41 iniciálních výskytů reakčního dřeva. Na výsledné chronologii se však podílela pouze část z nich (osm případů), jelikož některé se v daný rok vyskytovaly pouze u jednoho stromu a byly tak standardně považovány za šum. Nejstarší zrekonstruovaná sesuvná událost je z roku 1972. Celkem bylo datováno 12 událostí, přičemž nejmladší pochází z roku 2013. Nejvyšší hodnoty I_t indexu byly dosaženy v roce 1977 (54,5 %). Této události předcházely pouze dvě (1972 a 1974). Obě události se vyznačují, po té v roce 1977, nejvyššími hodnotami I_t (18,2, resp. 27,3 %). Zrekonstruované sesuvné události jsou koncentrovány do tří období: 1972–1977, 1986–2000 a 2010–2013 (obr. 4). Při všech datovaných událostech, kromě roku 1994, vykazovaly sesuvný signál i stromy z horních bloků. Ve čtyřech případech to dokonce byly výhradně tyto stromy (1974, 1986, 1992 a 2013). Do roku 1994 je počet signálů z horních bloků



Obr. 4. Chronologie sesuvných pohybů vyjádřena pomocí I_t indexu (vertikální černé linie – jistý event; šedé vertikální linie – šum) / Fig. 4. Chronology of landslide movements expressed by I_t index (vertical black line – proven event; vertical grey line – noise).



Obr. 5. Zastoupení stromů vzorkovaných na blocích nad sesuvem 1977 a stromů vzorkovaných v odlučné zóně sesuvu 1977 v jednotlivých sesuvných letech / Fig. 5. Proportion of trees sampled in blocks above 1977 landslide and trees sampled in main scarp of 1977 landslide in individual landslide years.

i sesuvu 1977 v průměru vyrovnány. Po roce 1994 je však patrný postupný útlum pohybů v oblasti odlučné hrany sesuvu 1977 a naopak nárůst pohybů v oblasti horních bloků (obr. 5). Prostorově časovou distribuci stromů vykazujících sesuvný signál ze dvou vybraných let (1974 a 1977) ilustruje obr. 3. V roce 1974 je patrná sesuvná aktivita výhradně v prostoru vyššího ze starých sesuvných bloků ležících nad sesuvem 1977. V roce 1977 je vidět rozložení stromů, které byly touto katastrofickou reaktivací ovlivněny.

Diskuse a závěr

Sesuvná aktivita v prostoru katastrofického sesuvu Lubietová byla zpětně rekonstruována pomocí dendrogeomorfologických metod. Důležité je, že stáří vzorkovaných stromů umožnilo také náhled do období, které předcházelo nejvýraznější reaktivaci sesuvu v roce 1977. Ačkoliv bylo vzorkováno maximální množství dostupných stromů, je jejich celkové množství mírně omezené (19 jedinců). Nicméně i toto množství může poskytnout minimálně orientační náhled na historickou sesuvnou aktivitu (Corona et al. 2014).

Získaná data jasně potvrzují známou post-1977 aktivitu sesuvu (Prokešová et al. 2014). Výsledky navíc ukazují fakt, že k menším sesuvným pohybům docházelo i před samotnou nejvýraznější reaktivací. Lze tedy vysledovat

analogické chování sesuvu srovnatelné s jinými katastrofickými sesuvy (Petley – Allison 1997, Pánek et al. 2011). Kromě těchto nových informací je výrazným posunem ve znalosti vývoje tohoto území i zjištěná aktivita starých sesuvných bloků nad sesuvem 1977. Výsledky ukazují, že aktivita v těchto místech byla před rokem 1977 minimálně srovnatelná s reaktivovaným sesuvem. Další otázkou k řešení tedy zůstává, proč nenastala katastrofická reaktivace i toho prostoru, ačkoliv k pohybům ve zmíněný rok došlo zde také. Počet sesuvných signálů navíc naznačuje, že k pohybům zde dochází dodnes, ale zatímco intenzita pohybů v oblasti sesuvu 1977 se postupně snižuje (Prokešová et al. (2014), aktivita horních bloků se dokonce jeví jako postupně rostoucí. Další vyvstalou otázkou tak je, zda existuje riziko další katastrofické reaktivace i tohoto prostoru v budoucnu.

Zajímavým problémem se pak jeví i korelace pohybů s klimatickými signály (obr. 2). I když mnohé sesuvné signály odvozené z disturbovaných stromů velice dobře korelují s pozitivními klimatickými signály, některé disturbance naopak korelují spíše se zápornými klimatickými signály (výrazně podprůměrné srážky; např. 1986, 1988 a 1992). Tyto disturbance vykazují především stromy rostoucí na horním bloku a mohou tak indikovat, že ke zvýšení pohybové aktivity u tohoto bloku dochází nejen v důsledku pozitivních, ale také negativních klimatických signálů. Jelikož pohyby bloků významně ovlivňují zhoršení stability

níže položených částí svahů v oblasti neogenních vulkanických pohoří Západních Karpat (Nemčok 1982), může mít toto zjištění velký význam. Jeho případné zobecnění však vyžaduje rozšíření výzkumu i na další obdobné systémy svahových deformací.

Poděkování. Výzkum byl realizován v rámci projektu Grantové agentury ČR 15-02067S „Optimalizace dendrogeomorfologických metod pro výzkum sesuvů“ a projektu APVV-0625-11 „Nová syntéza vývoje reliéfu Západních Karpat – příprava databáze pre testovanie klúčových hypotéz“, financovaného Agenturou pro podporu výzkumu a vývoje SR, a projektu ITMS: 26220120069 (Operační program výzkum a vývoj financovaný z prostředků ERDF). Autoři děkují za cenné připomínky editorovi J. Schröfelovi a recenzentům M. Bednarikovi a R. Holzerovi.

Literatura

- COOK, E. R. (1985): A time series analysis approach to tree-ring standardization. PhD. Dissertation. – The Univ. of Arizona, Tucson, USA.
- CORONA, C. – LOPEZ SAEZ, J. – STOFFEL, M. (2014): Defining optimal sample size, sampling design and thresholds for dendrogeomorphic landslide reconstruction. – *Quat. Geochronol.* 22, 72–84.
- LOPEZ SAEZ, J. – CORONA, C. – STOFFEL, M. – ASTRADE, L. – BERGER, F. – MALET, J. P. (2012): Dendrogeomorphic reconstruction of past landslide reactivation with seasonal precision: Bois Noir landslide, southern French Alps. – *Landslides* 9, 189–203.
- NEMČOK, A. (1982): Zosuvy v Slovenských Karpatoch. – 319 str. Veda, Bratislava.
- PÁNEK, T. – ŠILHÁN, K. – TÁBOŘÍK, P. – HRADECKÝ, J. – SMOLKOVÁ, V. – LENÁRT, J. – BRÁZDIL, R. – KAŠÍČKOVÁ, L. – PAZDUR, A. (2011): Catastrophic slope failure and its origins: case of the May 2010 Girová Mountain long-runout rockslide (Czech Republic). – *Geomorphology* 130, 352–364.
- PETLEY, D. N. – ALLISON, R. J. (1997): The mechanics of deep-seated landslides. – *Earth Surf. Proc. Land.* 22, 747–758.
- PROKEŠOVÁ, R. – Kardoš, M. – TÁBOŘÍK, P. – MEDVEĐOVÁ, A. – STACHE, V. – CHUDÝ, F. (2014): Kinematic behaviour of a large earthflow defined by surface displacement monitoring, DEM differencing, and ERT imaging. – *Geomorphology* 224, 86–101.
- PROKEŠOVÁ, R. – MEDVEĐOVÁ, A. – TÁBOŘÍK, P. – SNOPOKOVÁ, Z. (2013): Towards hydrological triggering mechanisms of large deep-seated landslides. – *Landslides*, 10, 239–254.
- V.I.A.S. (2005): Time Table. Installation and instruction manual. Ver. 2.1. – Vienna Institute of Archaeological Science. Vienna.