

Stromy, kronikáři přírodních katastrof

Přírodní katastrofy, jako jsou povodně, sesuvy nebo sněhové laviny, trápí lidstvo po celou dobu jeho existence. Znalost minulých katastrof je důležitá pro předpověď těch budoucích a pro minimalizaci hmotných škod i ztrát na lidských životech. Pomoc s mapováním neklidné minulosti nabízí dendrogeomorfologie.

text a snímky **KAREL ŠILHÁN**

SVĚDECTVÍ o přírodních katastrofách podávají archivní záznamy, novinové články i vzpomínky pamětníků. Ale čím hlouběji do minulosti jdeme, tím více se záznamy omezují pouze na největší události a postupně zcela mizí (viz také Vesmír 99, 51, 2020/1). Mnoho událostí se navíc odehrálo v odlehlých místech, kde nebyly vůbec zaznamenány. Kvůli tomu je chronologie katastrof nekompletní, a tudíž hůře využitelná.

„Letokruhy navazující na poškozenou kambiální zónu jsou obvykle tlustší a jsou tvořeny buňkami, které mají velmi variabilní velikost a chaotické uspořádání.“

Čím více se toho o minulých přírodních katastrofách dozvíme, tím lépe budeme chápat souvislosti mezi jejich vznikem a spouštěcími faktory - vysoce intenzivními krátkodobými srážkami, středně intenzivními dlouhodobějšími srážkami, rychlým táním sněhové pokrývky... V kombinaci s klimatickými

předpovědními modely pak lze tyto znalosti využít k odhadu charakteru a četnosti budoucích přírodních katastrof, což je s ohledem na probíhající klimatické změny stále důležitější.

Různými metodami absolutního datování lze nahlédnout hluboko do minulosti, ale většinou není možné určit přesný okamžik nebo alespoň rok katastrofy. Metody založené na studiu letokruhů stromů umožňují datovat přírodní katastrofy staré několik set

využívá přístupy založené na porovnávání a synchronizaci různých letokruhových řad (tzv. křížové datování). Dokonalá synchronizace a určení přesného roku, kdy každý letokruh vyrostl, je tedy základním předpokladem pro následné datování přírodních katastrof.

RŮSTOVÉ ODEZVY

Kromě klimatických výkyvů jsou stromy schopny ve svých letokruzích zaznamenat i jiné vnější vlivy, které působí na jejich růst. Tohoto jevu si byli vědomi pionýrství výzkumníci již začátkem 20. století, ovšem obecné principy vlivu geomorfologických procesů na růst stromů sestavil až v roce 1978 americký geolog John „Jack“ Shroder. Celý systém vazeb mezi působením přírodních katastrof a růstovou reakcí stromů na ně shrnul do schématu „proces - událost - odezva“, které je dodnes základním stavebním kamenem dendrogeomorfologické analýzy přírodních katastrof.

Procesem může být libovolný přírodní proces, včetně těch katastrofických. Událostí se rozumí viditelný vliv tohoto procesu na růst stromu (např. poškození nebo naklonění kmene). Klíčová je poslední složka konceptu - odezva. Ta popisuje způsob, jakým se strom s událostí vypořádá. Jedná se o specifickou růstovou reakci stromů, kterou můžeme v letokruzích identifikovat a následně dendrochronologicky zjistit rok, v němž k ní došlo.

Povodně, sněhové laviny nebo sesuvné pohyby ovlivní svým agresivním charakterem růst stromu různými způsoby. Pro dendrogeomorfologii je nejčastějším projevem působení těchto procesů poškození kmene stromů. Strom se následně snaží poškození co nejrychleji zakrýt a soustředí svůj růst do tohoto místa. Letokruhy navazující na

(až první tisíce) let s přesností na rok nebo dokonce na několik měsíců. Dendrogeomorfologie, do níž tyto metody patří, umožnila datování přírodních katastrof již před více než sto lety, ale jako samostatnou vědní disciplínu ji definoval až v roce 1971 finský přírodovědec Jouka Alestalo.

Zjednodušeně lze říci, že nové letokruhy vznikají v zóně dělivých buněk kambia na rozhraní lýka a dřeva. Buňky následně odumírají, z dřevnatí, ale plní svou vodivou nebo stabilizační funkci. Každý rok tedy v této zóně postupně přibývají nové buňky k těm z minulých růstových sezon, čímž se dokonale konzervují informace obsažené ve starších letokruzích. V ideálních podmínkách strom vytvoří jeden letokruh každý rok. Ale vzhledem k tomu, že růst letokruhů je z velké části řízen podmínkami podnebí, může strom během klimaticky obzvláště extrémních let vytvořit letokruhy dva nebo naopak žádný. K odstranění těchto chyb dendrochronologie



Prof. RNDr. KAREL ŠILHÁN, Ph.D., (*1982) vystudoval fyzickou geografii a geoeologii na

Ostravské univerzitě v Ostravě, na jejíž Přírodovědecké fakultě působí jako profesor environmentální geografie. Přednáší i na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové.

BÁZE KMENŮ pohřbené štěrko-písčítým materiálem vlivem povodňových událostí (povodí řeky Bogluca v jihozápadní Anadolii – Turecko).



VŠESMĚRNĚ nakloněné kmeny stromů vlivem sesuvných pohybů (údolí řeky Karacay v jihozápadní Anadolii v Turecku).

poškozenou kambiální zónu jsou tak obvykle tlustší a jsou tvořeny buňkami, které mají velmi variabilní velikost a chaotické prostorové uspořádání (tzv. kalus, jizva).

Kromě této růstové odezvy si některé druhy jehličnatých stromů vytvořily rychlejší mechanismus zakrytí obnaženého dřeva. Začnou mezi nově vznikajícími buňkami letokruhu tvořit výrazné přírodní cesty pro pryskyřici, kterou poškozené místo zalepí. Tyto přírodní cesty (tzv. traumatické pryskyřičné kanálky) se tvoří v paralelních řadách a jsou silným důkazem poškození, jakkoli už zarostlého a nezřetelného.

Materiál unášený povodněmi nebo vodou nasycená hmota sesuvu může bázi kmene pohřbit a odříznout strom od vlhkosti ze srážek a od živin. Na takto vyvolaný stres strom reaguje náhlým zúžením letokruhů. Pokud byl ovšem materiál, který kmen částečně pohřbil, bohatý na vodu a živiny, strom ve vzácných případech může z nové situace naopak profitovat a letokruhy náhle rozšířit (tzv. růstové uvolnění). Stejnou růstovou reakci může vyvolat i úmrtí sousedních stromů, k čemuž obvykle dochází opět v důsledku přírodní katastrofy, která je schopná zničit lesní porost. Přeživší stromy

následně využijí sníženého konkurenčního tlaku, což se projeví zmíněným růstovým uvolněním.

Některé stromy mohou být působením přírodních živlů nakloněny, ale přežijí. V takovém případě se strom snaží navrátit do své původní svislé pozice tím, že z jedné strany kmene začne tvořit tlustší letokruhy, které jsou navíc tvořeny buňkami s mírně odlišnými anatomickými vlastnostmi než normální letokruhy. Tato dřevní struktura se nazývá reakční dřevo a např. u jehličnatých stromů je v letokruzích velmi dobře vizuálně pozorovatelná.

Popsané růstové odezvy stromů představují signály v letokruhových sériích, po kterých dendrogeomorfologové pátrají, a pokud jsou úspěšní, zjistí rok, kdy k nim došlo. Některé růstové odezvy však mohou být vyvolány i působením jiných vnějších vlivů, např. klimatickými výkyvy. Pro odfiltrování těchto signálů se analyzují i letokruhy ze stromů, které rostly mimo dosah zkoumané přírodní katastrofy. Pokud v těchto neovlivněných (referenčních) stromech najdeme stejné růstové odezvy jako ve stromech poškozených geomorfologicky, musíme tyto signály vyloučit, protože jsou pravděpodobně klimatického

původu a se zkoumaným sesuvem, povodní nebo lavinou nemají nic společného.

Pro datování přírodních katastrof je potřeba odebrat vzorky ze stromů, u nichž je evidentní jejich ovlivnění zkoumaným procesem. Vzorky se nejčastěji odebírají v podobě tenkého válečku pomocí speciálního nástroje, tzv. přírůstového nebozezu. Stejným způsobem se odeberou i vzorky z referenčních stromů. Laboratorní zpracování vzorků spočívá v jejich sušení, stabilizaci v podpůrných prefabrikátech a broušení. Dendrochronologické zpracování zahrnuje počítání letokruhů, měření jejich šířek,

synchronizaci letokruhových sérií a korekci případných falešných nebo chybějících letokruhů. Následně se identifikují růstové odezvy a určí se rok jejich výskytu, čímž se zároveň zjistí i rok ovlivnění stromu, a tedy vzniku přírodní katastrofy.

PODROBNOSTI O KATASTROFĚ
Moderní dendrogeomorfologické přístupy ale umožňují kromě prostého datování přírodních katastrof mnohem víc. Kombinací chronologických informací s daty o pozicích analyzovaných stromů je možné zrekonstruovat i prostorový rozsah studovaného procesu nebo analyzovat jeho příčiny.

Jižní svahy Krymských hor jsou typické vysokými skalními stěnami s četnými epizodami skalního řízení, které může být velmi destruktivní. Analýza letokruhových řad borovic černých umožnila zrekonstruovat

intenzitu opadávání skalních bloků za více než dvě stě posledních let [1]. Ukázala se velmi silná vazba mezi extrémními případy řízení a výskytem zemětřesení. Náhlým nárůstem počtu datovaných jizev na kmenech stromů vlivem uvolněných skalních bloků se projevilo např. silné zemětřesení z roku 1927, které v oblasti jižního Krymu způsobilo četné ztráty na lidských životech.

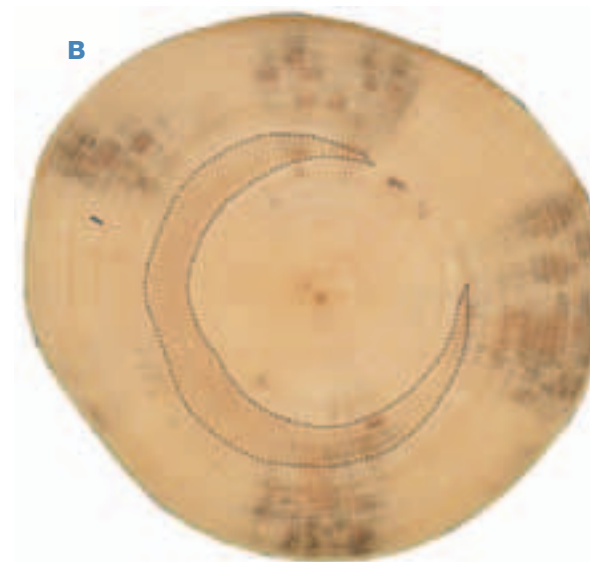
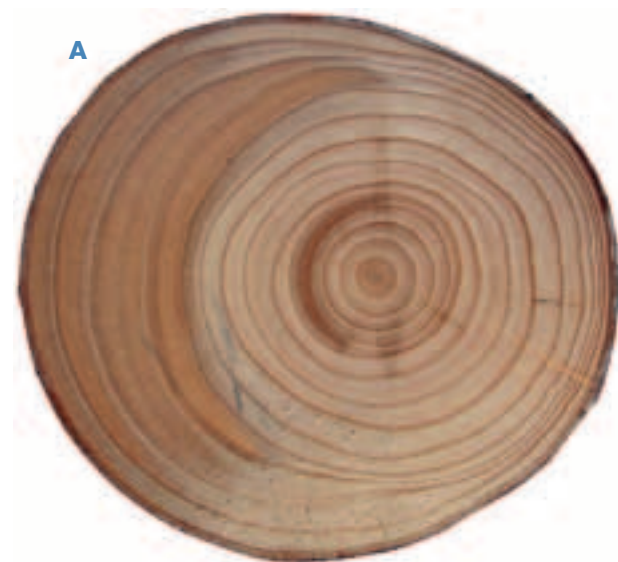
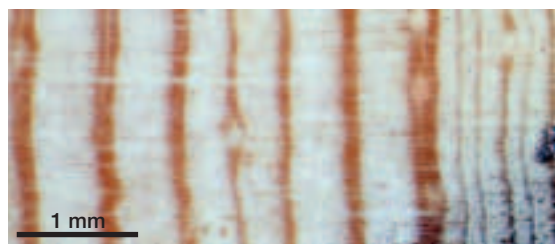
Dendrogeomorfologické metody mohou kromě datování konkrétních katastrofických událostí odhalit i to, co jim předcházelo. Příkladem může být sesuv pod vrcholem Girová v Jablunkovském mezihoří, který vznikl v květnu 2010 [2]. Letokruhy stromů, které tuto událost přežily, potvrdily, že se svah mírně pohyboval již minimálně osmdesát let před vlastní katastrofickou reaktivací. Navíc se frekvence těchto stěžích postihnutelných pohybů neustále zvyšovala [3].

Dendrogeomorfologie tak potvrdila chování svahu před samotnou katastrofou, které se předpokládá nebo bylo popsáno i u jiných katastrofických sesuvů z celého světa. ●

K dalšímu čtení...

- [1] Šilhán K. et al.: Tree-ring analysis in the reconstruction of slope instabilities associated with earthquakes and precipitation (the Crimean Mountains, Ukraine). *Geomorphology* 173–174, 174–184, 2012, DOI: 10.1016/j.geomorph.2012.06.010.
- [2] Pánek T., Šilhán K. et al.: Catastrophic slope failure and its precedings: case of the May 2010 Girová Mountain long-runout rockslide (Czech Republic). *Geomorphology* 130, 352–364, 2011, DOI: 10.1016/j.geomorph.2011.04.020.
- [3] Šilhán K.: Tree ring evidence of slope movements preceding catastrophic landslides. *Landslides* 17, 615–626, 2020, DOI: 10.1007/s10346-019-01300-w.

Vlevo: **NÁHLÉ ZÚŽENÍ** tlouštěk letokruhů vlivem stresu vyvolaného pohřbením části kmene stromu. Vpravo: **POŠKOZENÝ POVRCH** kmene vlivem padajících úlomků hornin při skalním řízení (jihozápadní Anadolie v Turecku).



PROJEVY PŘÍTOMNOSTI reakčního dřeva v letokruzích nakloněných stromů. **A.** Kompresní (tlakové) reakční dřevo u jehličnatých druhů stromů; **B.** tenzní (tahové) reakční dřevo u listnatých druhů stromů.