

JAN DAÑHELKA

DENDROGEOMORFOLOGICKÝ VÝZKUM SESUVNÉ LOKALITY U ČEŘENIŠTĚ

J. Daňhelka: *Dendrogeomorphological research of a landslide area near Čeřeniště*. – Geografie – Sborník ČGS, 106, 3, pp. 166 – 177 (2001). This paper presents the results of the dendrogeomorphological research in a landslide area in the České středohoří Mts. on the right bank of the Labe River antecedent valley (Ústí nad Labem district, Czechia). At first some dendrogeomorphologic methods are outlined. A short view of physical geography of the region and the landslide locality is also mentioned. The history of landslide activity in the last 60 years and a geomorphologic map of area were constructed.

KEY WORDS: dendrogeomorphology – landslide activity – České středohoří Mts. – Labe River valley.

Práce vznikla v rámci řešení grantového projektu GAČR č. 205/98/1551.

Úvod

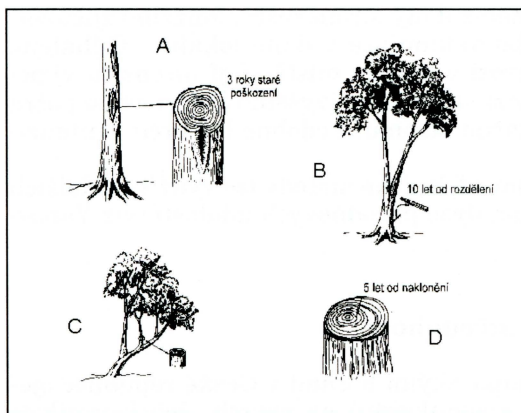
Dendrogeomorfologie se zabývá získáváním údajů o geomorfologických procesech ze záznamů uchovaných v letokruzích stromů, které byly těmito procesy ovlivněny nebo mají spojitost s danými tvary georeliéfu. Článek by měl ukázat možnost využití těchto metod na příkladě datování aktivity svahových procesů a upozornit na u nás zatím opomíjenou metodu geomorfologického výzkumu.

Metody

Metoda je založena na skutečnosti, že stromy v našich podmínkách tvoří dřevní hmotu rytmicky. Na jaře s počátkem vegetačního období se vytváří silná vrstva dřeva s póry, jejichž prostřednictvím je zásobována vodou a živinami koruna a zelené části stromu. Později se mění charakter vytvářeného dřeva a vzniká tmavší a slabší část letokruhu s menšími buňkami. Na počátku podzimu se přírůstání zcela zastaví a nastává období vegetačního klidu.

Tvorba letokruhu je ovlivněna různými faktory (stáří a zdraví stromu, mikroklima stanoviště a různými disturbancemi – antropogenními, geomorfologickými aj.). Podle různých deformací letokruhů lze usuzovat na to jak tyto nehomogenity vznikly a co bylo jejich příčinou. Tou často bývají geomorfologické procesy probíhající na stanovišti stromu.

Záznamy zachované v letokruzích, jejichž příčinou jsou geomorfologické procesy lze rozdělit na pět základních typů (Hupp 1984) takto: 1. excentrický růst letokruhů, 2. zhuštěné a rozvolněné letokruhy, 3. neobvyklé pučení okolo hlavního kmene, rozdělení základny, 4. poškození povrchu kmene (jizvy), 5. stáří stromu ve vztahu k povrchu (viz obr. 1).



Obr. 1 – Záznamy v letokruzích stromů. A – jizvy, B – rozdělený kmen, C – neobvyklé pučení, D – excentrický růst (Hupp 1984).

Je-li strom náhle nějakou vnější silou nakloněn (např. pohybem sesuvu, při povodních aj.), navazují na vnitřní soustředné letokruhy excentrické, vytvořené ve snaze stromu o znovunabytí rovnovážného stavu nejpозději v následujícím roce po iniciující události.

Zhuštěné a rozvolněné letokruhy neodpovídají běžnému uspořádání silnějších letokruhů uprostřed kmene a užších na okraji. Jedná se tedy o sérii relativně úzkých letokruhů následovaných prudkou změnou v široké. Zhuštění letokruhů je nejčastěji výsledkem konkurence mezi daným stromem a sousedními rostlinami. Dojde-li nějakým způsobem k omezení konkurence (přemístění, nebo odumření sousedních rostlin), dochází u stromu k období klidného a rychlejšího růstu, jenž vyúsťuje ve vytváření širších letokruhů (Simon, Hupp 1992). K odstranění konkurenčních rostlin může vést mimo jiné i aktivita sesuvu. V příčném řezu pak hranice mezi hustými a rozvolněnými letokruhy časově odpovídá době průchodu sesuvu okolo rostliny a zničení konkurence. Rozvolnění letokruhů může být také výsledkem zlepšených půdních podmínek, přičemž opět je možný vliv sesuvu (Fantucci, McCord 1992).

Poškození kmene stromu vzniká při kolizi s pevným materiálem (úlomky hornin, plovoucí předměty při povodni), kdy dochází k porušení kambia (tj. vrstvy v níž dochází k tvorbě nového dřeva – v místě porušení je znemožněn další radiální růst) a vytváří se jizva, která ze stran pomalu zarůstá. Stáří dosud nezarostlé jizvy lze určit pomocí vyříznutí malých klínů do boku jizvy bez úplného zničení stromu (Hupp 1984). Jizvy jsou nejnápadnějším znakem, který povodně zanechávají na příbřežní vegetaci stromů a keřů. Přitom výška jizev představuje přibližnou úroveň výšky hladiny v okamžiku jejich vzniku.

Neobvyklé pučení doprovází velmi prudké naklonění, nebo dekapitaci vrcholových partií. V takových případech dochází k pučení nových partií z hlavního kmene, které je u normálně rostoucích stromů v daných partiích a polohách neobvyklé (Simon, Hupp 1992). Zjištěním stáří těchto „nově pučících“ větví získáme údaj o tom, kdy došlo k naklonění stromu. Pučení se mnohem častěji vyskytuje u listnatých stromů.

V místech, kde byla odstraněna vegetace a vytvořen volný povrch pro uchycení nové generace stromů, lze určit přibližný věk tohoto povrchu, respektive jeho spodní hranici, podle stáří stromů na něm rostoucích. Pomocí

Excentricky uspořádané letokruhy a zhuštěné letokruhy ve středu kmene porušují běžné uspořádání (sérii) letokruhů (tj. soustředné a od středu kmene se zužující letokruhy). Excentrické uspořádání letokruhů vzniká tedy, když jedna část kmene produkuje více dřevní hmoty než ostatní, což může mít množství příčin. Často se asymetrie v letokruzích objevuje právě u stromů rostoucích na svazích. Jehličnany přitom tvoří silnější letokruhy směrem po svahu, u listnáčů je tomu naopak (Hupp, Sigafos 1982). Přirozený rozdíl v šířce letokruhů na obou stranách stromu je však velmi malý.

vztahu stáří stromu a povrchu, na němž daný strom roste, můžeme zjišťovat také intenzitu erozního odnosu nebo akumulace v dané lokalitě. Odhalené kořeny stromů na svahu svědčí o erozi v daném místě. Její intenzitu vypočteme tak, že kolmou vzdálenost mezi středem nejvyššího kořenového patra a současným povrchem vydělíme stářím stromu. Podobně lze určit i intenzitu sedimentace.

Dendrochronologické a dendrogeomorfologické metody lze využít i v dalších případech například při datování a analýze povodňových událostí (viz Yanosky 1983, 1984).

České středohoří

České středohoří tvoří spolu s Doupovskými horami v České republice ojedinelé území souvislejšího výstupu neovulkanitů na povrch. Jejich vznik je spjat se saxonskými tektonickými pohyby, kdy se oživením zlomů v této oblasti otevřely cesty pro výstup magmatu.

Významným fenoménem Českého středohoří je antecedentní údolí Labe. Právě jeho výrazné zahlobnutí je příčinou vzniku hluboce zaříznutých údolí krátkých přítoků Labe a prudkých svahů, na kterých poměrně často dochází ke svahovým deformacím. Pravděpodobný průběh vývoje antecedentního údolí Labe (od jeho založení ve svrchním miocénu až po 7 úrovní kvartérních teras) na základě výsledků předchozích výzkumů podávají B. Balatka a J. Kalvoda (1995).

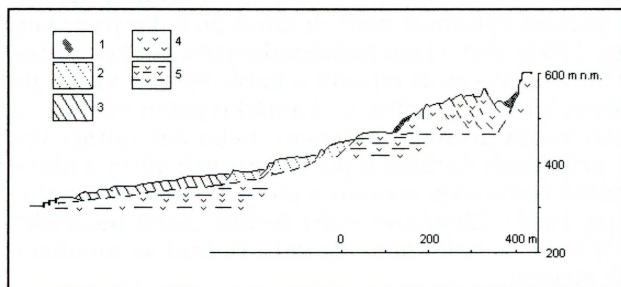
Čeřeniště – lokalita sesuvných deformací

Na území CHKO České Středohoří, asi 10 km severně od Litoměřic, leží obec Čeřeniště. Asi 0,5 km na jihozápad od ní se nachází rozsáhlé území svahových deformací. Postižen je západní svah vrchu Kupa (635 m n. m.) tvořeného bazalty a tufity (Rybář, Stemberk, Novotný 1993). Porušené území je 1 050 m dlouhé, 700 m široké a rozkládá se ve výškách přibližně mezi 340 – 600 m n. m. Průměrný sklon svahu je okolo 14°.

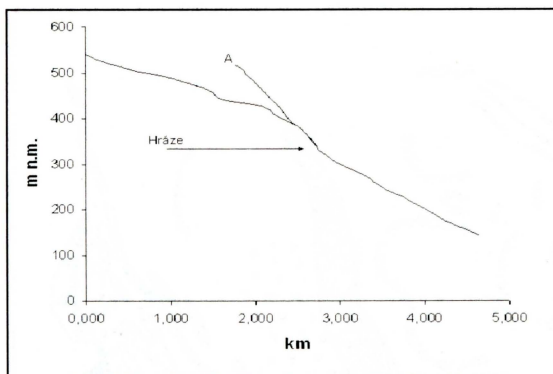
V geologickém podloží horní části svahu nalezneme rigidní bazalty s vložkami tufů a tufitů. Střední část svahu je tvořena tufity s vložkami diatomitů a dolní část svahu tvoří tufity s podložím bazaltů (obr. 2). Všechny zmiňované vulkanické horniny jsou miocenního stáří. Dále geologická situace naznačuje mož-

nou existenci zlomu v této lokalitě (Rybář, Stemberk, Novotný 1993).

Sesuvné území u Čeřeniště lze rozdělit na tři části. V horní části svahu byly zjištěny hluboko zasahující pohyby translačního (laterálního) charakteru. Pohyby jsou fosilního stáří a byly projevem snížení stability okraje čedičového tělesa (lávového příkrovu) nejspíše



Obr. 2 – Profil sesuvného svahu. 1 – blokové akumulace, 2 – starší sesuvy, 3 – aktivní sesuvy, 4 – basalt, 5 – tufity (Rybář, Stemberk, Novotný 1993).



Obr. 3 – Podélný profil toku Rytiny (5krát převýšeno). A – periodický přítok.

Z našeho pohledu je mnohem zajímavější dolní část svahu, kde nalezneme stopy recentních a subrecentních pohybů typu plošného a proudového sesuvu. Ty postihují zvětralínový plášť tufů a tufitů přibližně do hloubek 20 – 30 m. Území má tvar trojúhelníku, jehož jednu stranu tvoří okraj úzké plošiny a další dvě pak tok Rytiny a údolí jejího periodického přítoku.

Hlavním faktorem vývoje sesuvů je eroze potoka Rytina. Ten se 1,8 km od čela sesuvu vlévá zprava do Labe. Na spádové křivce Rytiny je velmi dobře zřetelné prudké zvýšení sklonu toku až na 9,5° (průměrný sklon Rytiny je 5°) přibližně mezi 320 a 390 m n. m., tedy právě v místech, kde se nachází čelo sesuvu (340 m n. m.). Zatímco zbylé dva úseky toku se zdají být poměrně vyrovnané, v tomto úseku výrazně roste gradient toku a zároveň s ním i schopnost hloubkové eroze Rytiny. To vyvolává dojem, že se zde zřejmě nachází vlna zpětné eroze. Nejspíše právě ona má na svědomí proudové sesuvy v dané lokalitě. Lze také rozpoznat vliv kamenných přehrad vybudovaných na Rytině těsně pod čelem sesuvu začátkem 20. století. Ty postup zpětné eroze v těchto místech tvořených relativně méně odolnými sériemi tufů a tufitů dočasně zastavily, či alespoň značně zpomalily.

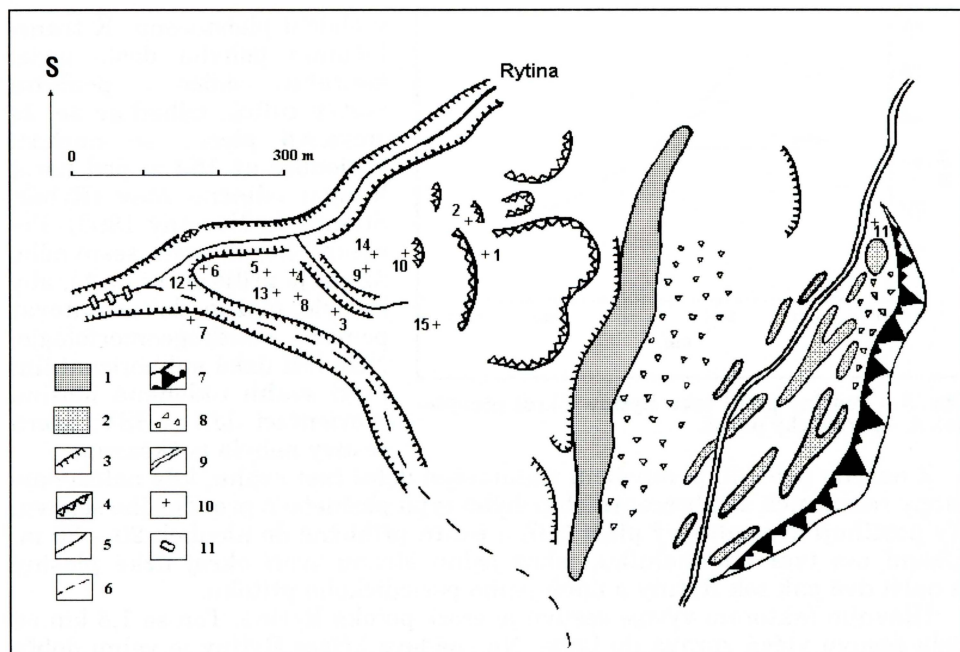
Zajímavý je periodický přítok Rytiny označený A, jehož spádová křivka zhruba od 390 m n. m. až k ústí ve výšce 340 m n. m. přesně kopíruje spádovou křivku Rytiny (obr. 3).

Na povrchu sesuvů je množství dílčích sesuvných tvarů, malých jezírek, zamokřených prohlubní a sufozních depresí. Ale nejvýraznější známkou pohybu je množství různými směry nakloněných stromů (obr. 4).

Dendrogeomorfologický výzkum lokality

Odběr vzorků pro dendrogeomorfologické analýzy byl uskutečněn ve dvou fázích 22. 3. 1999 a 14. 6. 1999. Vybráno bylo celkem 15 stromů různého stáří. Pro srovnatelnost údajů z jednotlivých vzorků byly vybírány převážně buky lesní (*Fagus sylvatica*) a dále javory horské (*Acer pseudoplatanus*), vynechány byly evidentně nemocné stromy a stromy v nereprezentativních polohách (například svahy erozních rýh, kde jsou stromy ovlivněny právě zvýšenou erozní aktivitou). Naopak přednostně byly pro odběr vybrány stromy vykazující co nejvýraznější vizuální známky porušení sesuvnou činností, tedy stromy nejvíce nakloněné a to především ty, které dosud své naklonění

v období pleistocénu. K translačnímu pohybu došlo podél kontaktu čedičů a podložní vrstvy tufitů, odhaduje se, že smyková plocha se nachází v hloubce až 150 m pod horní hranou odlučné zóny (Rybář, Stemberk, Novotný 1993). Porušení horní části sesuvného území je příliš staré na to, aby je bylo možno dokumentovat pomocí dendrogeomorfologie. Níže leží úzká subhorizontální proti svahu ukloněná plošina s orientací JJZ – SSV, která sesuvy nebyla poškozena.



Obr. 4 – Geomorfologický plán území. 1 – platforma, 2 – deprese mezi bazaltovými bloky, 3 – erozní hrany, 4 – odlučné zóny sesuvů, 5 – toky, 6 – občasně toky, 7 – skalní stěna, 8 – blokové akumulace, 9 – silnice, 10 – zkoumané stromy, 11 – hráze.

nedokázaly vyrovnat (u takových stromů se dá předpokládat, že disturbance, které náklon způsobily, jsou mladšího data).

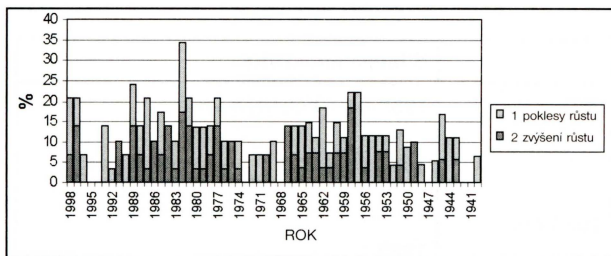
Dva stromy (strom č. 7 a č. 11) rostou mimo vlastní sesuvné území a vzorky z nich byly odebrány jako kontrolní vzorky pro odstranění případných nehomogenit v sérii letokruhů způsobených regionálními vlivy (především klimatickými), jež by jinak mohly být považovány za projev aktivity sesuvu.

Z každého vybraného stromu byly odebrány dva vzorky dřevě, a to jeden ve směru naklonění stromu (u nenakloněných stromů ve směru spádnice v daném stanovišti), a druhý buď kolmo nebo o 180° naproti k prvnímu vzorku. Při optické analýze za použití lupy byl kladen důraz na rozpoznání především dále popsaných dvou druhů informací obsažených v záznamech letokruhů.

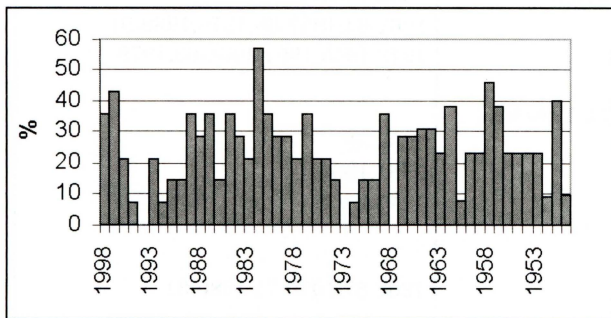
1. Byly vzájemně porovnány vzorky pocházející z jednoho stromu. V případě, že došlo k relativně prudkému naklonění stromu, pak daný strom reaguje tvorbou silnějšího letokruhu směrem proti směru naklonění – snaží se tak vyrovnat zmíněnou disturbance. V takovém případě nalezneme různé silné letokruhy ve vzorcích z jednoho stromu. Nastane-li takováto situace, vypovídá o aktivitě sesuvu v období tvorby zmínovaných letokruhů.

2. Pozornost byla věnována prudkým změnám růstu mezi jednotlivými letokruhy. Byla provedena vizuální analýza velikosti této změny růstu a letokruhy vykazující změny růstu rozřazeny do šesti kategorií (S1 – pokles o 40 – 55 %; S2 – 56 – 70 %; S3 – více než 70 %; R1 – zvýšení o 50 – 100 %; R2 101 – 200 %; R3 více než 200 %).

Prudké změny růstu vypovídají o změně okolních podmínek. Poklesy růstu ukazují na aktivitu sesuvu v daném časovém období v místě stanoviště stro-



Obr. 5 – Index It. 1 – poklesy růstu, 2 – zvýšení růstu.



Obr. 6 – Modifikace It

kloněny v jejich směru na jih, respektive na sever.

Protože pro každý strom je nutné provádět analýzu při znalosti obou vzorků, byl časový záznam z každého stromu omezen tak, aby odpovídal dosahu kratšího z obou příslušných vzorků. Celkově pak analýzy nezasahují před rok 1940. U stromu číslo 9 nebylo možné datovat vzorek B z důvodu nečitelné sekvence vnějších letokruhů.

Výsledné hodnoty It pro jednotlivé roky (1940 – 1998) jsou zobrazeny v grafu na obrázku 5. Je třeba upozornit na skutečnost, že s rostoucí časovou vzdáleností od roku 1998 nepravidelně klesá počet vzorků se záznamem požadovaného roku. To vede k tomu, že se zvyšuje procentní podíl každého zbývajících vzorků na hodnotě It.

Z grafu na obrázku 5 je možné rozpoznat období, kdy je počet narušení plynulosti růstu nižší (1941-42; 1945-48; 1968; 1970-73; 1992; 1994-96) a naopak období s největším počtem postižených vzorků (1957-58; 1977; 1981-82; 1987; 1989 a 1997-98). Hodnota indexu pro žádný ze sledovaných roků nedosahuje hodnoty větší než 35 %. To vypovídá o skutečnosti, že nedochází k současnému pohybu celého sesuvného území.

Vypočteny byly i hodnoty modifikace indexu It (obr. 6), v tomto případě jde o procentní podíl stromů, jejichž alespoň jeden vzorek vykazuje v daném roce změnu rychlosti růstu (tj. vznikl excentrický letokruh) – výsledky pochopitelně korelují s obrázkem 5 – vrcholy v letech 1958 a 1982. Protože pohyb pravděpodobně probíhá v rámci dílčích sesuvů, kterých je zde několik, byly podobné grafy zpracovány i pro menší skupiny stromů rostoucích blízko sebe, u kterých je tedy větší pravděpodobnost, že reagují na pohyb menších částí území. Pro skupinu stromů č. 3, 4, 5, 8, 10, 12, 13 a 14 (skupina 1), tedy stromů rostoucích ve spodní části sesuvného území se již výrazněji profilují některé roky (1945; 1957-58; 1989 – srovnej s obrázkem 6) s vysokým procentem stromů vykazujících změny růstu.

mu. Prudké zvýšení rychlosti růstu je zpravidla způsobeno odstraněním okolních konkurenčních rostlin, ale může být i výsledkem změn půdních podmínek stanoviště, jako například zlepšení aerace, přívodu vody a živin (Fantucci, McCord 1995). Pro každý rok byl vypočten index It, který udává procento vzorků vykazující aktivitu v daném roce t.

U zkoumaných stromů jednoznačně převládá naklonění kmene západním směrem, tedy přibližně směrem dolů po svahu (ve směru pohybu sesuvu). Jedinou výjimku jsou stromy č. 1 a č. 5, které rostou na krátkých nerovných svazích a jsou nakloněny v jejich směru na jih, respektive na sever.

Tab. 1 - Slabší a silnější letokruhy

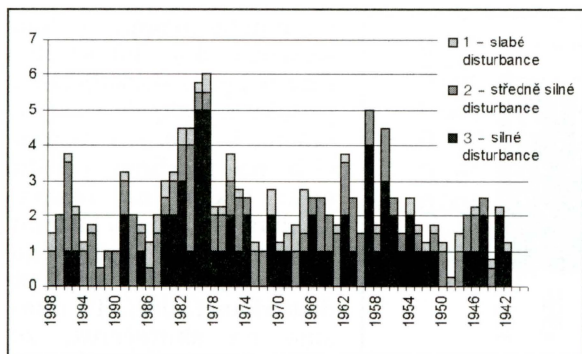
Vzorek	Slabší letokruhy	Silnější letokruhy
1a		1959-61,1963,1975-76
1b	1977	
2a	1979-81	1967-68
2b		
3a	1952-55,1974,1980-81,1985-86, 1989-90,1993-96,1998	1962
3b	1964,1971,1974-75	1948-50
4a	1956-57,1983,1985,1987-88	1949,1964-5
4b	1996	1961-64,1967-68,1976,1989-91
5a	1950,1974-76,1997	1948,1953,1961,1964-65,1979
5b	1968-69,1981-84,1994	
6a	1951,1959-62,1969,1973,1990-98	
6b	1965-66,1982	1983-86
7a	1962-63	1981,1984
7b	1959,1961	1940-43*
8a	1965,1972-73,1978	
8b	1957,1978	
9a	1998	1962-67,1970-71,1980-81
9b		
10a	1955-59,1963-65	1942-47,1954,1979, 1981-82,1988,1991-92
10b	1957-59,1962-66,1975-80	1941,1943,1960,1991-92
11a	1942-47,1981-82	1997
11b		
12a	1946-48,1982-83	1940
12b	1976,1979-80	1959,1984-86
13a	1980,1995-96	
13b	1945-48	
14a	1974,1979,1981	1982-88
14b	1969-73	1982-86
15a	1963	1967-69
15b	1958,1993,1996-97	1954,1989

Pozn.: * Rozšíření je způsobeno blízkostí středu stromu, kde jsou letokruhy přirozeně silnější, a ne zcela kolmým směrem navrtání.

Další skupinu stromů (skupina 2), pro niž byly vytvořeny obdobné grafy tvoří stromy č. 4, 5, 8 a 10, tedy čtveřice blízko k sobě sebe rostoucích javorů (*Acer pseudoplatanus*). Z období s vyšším počtem anomálií růstu se dobře profilují zejména roky 1950, 1954, 1957-58, 1965-66, 1985-86, 1989 a 1997).

Skupinu 3 tvoří stromy č. 1, 2, 3, 6, 12, 13, 14 a 15. Jde o skupinu buků bez kontrolních stromů a stromu č. 9. Výrazné roky prudkých změn růstu jsou zde především rok 1945 a 1982.

Převážná většina pozorovaných změn rychlosti růstu, ať poklesů či zvýšení, spadá do kategorie S1, respektive R1. Kromě sledování změn rychlosti růstu byly porovnány také vzorky pocházející ze stejného stromu. Jejich prohlídka byla zaměřena na vyhledání roků, jejichž letokruhy vykazují v každém vzorku protichůdné tendence růstu. Dále byly vyhledány výrazně užší leto-



Obr. 7 – Vážený součet počtu letokruhů s poškozením. 1 – slabé disturbance, 2 – středně silné disturbance, 3 – silné disturbance.

Výskyt letokruhů prvního typu svědčí o klidném vývoji stanoviště bez rušivých vlivů na strom. Naopak letokruhy druhé kategorie vypovídají o narušení plynulosti růstu s velkou pravděpodobností vlivem sesuvné činnosti. Do třetí kategorie byly zařazeny letokruhy vykazující poněkud méně výrazné porušení plynulosti růstu a letokruhy vyskytující se v sousedství letokruhů druhé kategorie (a to tak, že spolu těsně sousedí a letokruhy třetího typu jsou mladší než letokruhy druhé kategorie). Tyto letokruhy totiž mohou mít, a v některých případech s velkou pravděpodobností mají, své abnormality „zdeděné“ z předešlých let – například setrvačnost tvorby excentrických letokruhů několik let po naklonění stromu. Čtvrtá kategorie zahrnuje letokruhy, které nejsou bez známek anomálií, ale tyto anomálie jsou buď velmi malé, nebo ne zcela jasné (například u stromu č. 9, kde je k dispozici pouze jeden ze vzorků).

Chceme-li nějakým způsobem postihnout určitý rok z hlediska disturbancei zaznamenaných v letokruzích zkoumaných stromů, je nutné přiřadit třem vytvořeným kategoriím míry poškození letokruhu různou váhu. Silným disturbancem byla přiřazena váha 1,00, středně silným disturbancem váha 0,50 a slabým disturbancem váha 0,25. V grafu na obrázku 7 je zobrazen jejich vážený součet.

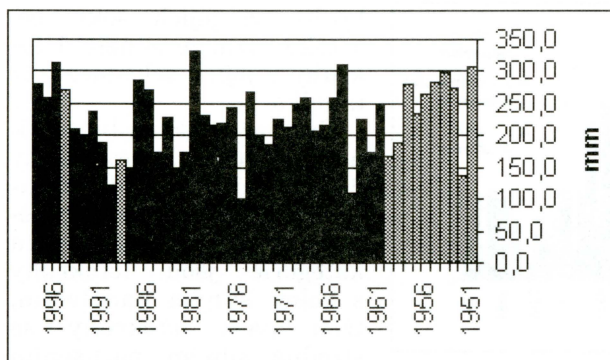
Z tohoto grafu je patrné, že nejvíce disturbancei se objevuje v letokruzích vzniklých v letech 1957-59 a nejvýraznější vrchol potom odpovídá letům 1979-82. Zajímavá je skutečnost, že i oba stromy, které byly vybrány jako kontrolní vzorky, vykazují v záznamu některé anomálie svědčící o vnějších disturbancech. U stromu č. 7 se s největší pravděpodobností jedná rovněž o sesuvné pohyby, ačkoliv na žádném ze stromů, rostoucích stejně jako strom č. 7 na stupních nad soutokem Rytiny a jejího periodického přítoku, nejsou patrné žádné vnější deformace (rostou vzpřímeně).

Původ disturbancei z první poloviny čtyřicátých let u stromu č. 11 je nejasný. Připomínám, že tento strom roste na okraji území fosilního blokového pohybu, poměrně blízko obce Čereniště a silnice vedoucí přes zkoumané území. Tento ani žádné blízko rostoucí stromy nejeví žádné stopy poškození. U zkoumaných stromů č. 6 a 12 je dobře vidět podobnost reakce na začátku 80. let a také středně silné poškození v posledních letech. Lze předpokládat, že se jedná o reakci na erozní destrukci čela sesuvu tokem Rytiny.

Celkově bylo zjištěno, že více disturbancei se objevuje u stromů rostoucích na geomorfologicky výrazných tvarech (jedná se o dílčí sesuvy ve spodní části

kruhy, či jejich sekvence, a také výrazně silnější letokruhy a jejich sekvence (viz tabulka 1).

Pro každý strom byly jednotlivé letokruhy rozřazeny do čtyř kategorií podle narušení. První kategorií jsou letokruhy bez narušení, druhá kategorie jsou letokruhy s velmi silným narušením, třetí tvoří letokruhy se středně silným narušením a poslední čtvrtou kategorií pak letokruhy s náznakem narušení.



Obr. 8 – Srážkové úhrny ve vegetačním období



Obr. 9 – Stromy nakloněné působením sesuvu (foto J. Daňhelka)

sesuvného území a čelo sesuvu nad soutokem Rytiny a jejího periodického přítoku). Naopak u stromů (4, 5, 8 a 13) rostoucích na plochem reliéfu mezi tokem na sesuvu a čelem sesuvu a u stromů v horní části sesuvného území (1, 2 a 15) je počet disturbancí nižší. To ukazuje na skutečnost, že v době po roce 1940 docházelo spíše k pohybům na dílčích plochách, než souvisle k pohybu celého území.

Porovnání se srážkami

Dalším krokem bylo porovnání množství srážek s jejich možným působením na aktivitu sesuvu. Tedy vyloučení možnosti, že tvorbu zjištěných abnormálních letokruhů mají na svědomí extrémní klimatické podmínky daného roku (velká sucha nedovolují vytvoření silných letokruhů). Pro dané stanoviště je výhodné použít měsíční srážkové úhrny srážkoměrné stanice Ústí nad Labem – Církvičce. Pro doplnění chybějících údajů byla použita data z profesionální klimatické stanice v Doksaňech. Lineární korelace byla provedena pro jednotlivé měsíce z údajů z obou stanic za roky 1961 – 1998. Z hlediska ročních srážkových úhrnů jsou celkově nejsušší roky 1959, 1964, 1973, 1976 a 1982. Graf na obrázku 8 ukazuje úhrn srážek za vegetační období každého roku (IV.

– VII.). Podobně byly zhodnoceny i úhrny srážek za duben a květen, tedy za měsíce, kdy je vývoj stromu a jeho letokruhů nejvýraznější.

Na jejich základě byly vytypovány „kritické“ roky s minimem srážek a také s velkou meziroční změnou srážkových úhrnů. Jedná se o roky 1952, 1953, 1957, 1961, 1962, 1965, 1976, 1977, 1978, 1985, 1986, 1988 a 1992. Především tyto roky byly porovnány se záznamy zkoumaných stromů. Zjištěny byly následující skutečnosti.

Při porovnávání se vzorky 11 – a, b se nenalezla žádná výrazná shoda mezi údaji o srážkách a letokruhy stromu. Naopak letokruhy vykazují jisté nepatrné zúžení v letech 1981-82 – tedy v letech s poměrně vysokými srážkami.

Při porovnání s celým souborem je vyšší výskyt porušení v letech 1957, 1962 a 1976, které odpovídají „kritickým“ létům s podprůměrnými srážkami a poklesy proti předešlým. V ostatních „kritických“ rocích množství poškození letokruhů nepřevyšuje výrazně průměr, nebo je ještě nižší. Ze získaných srážkových údajů tedy vyplývá skutečnost, že zjištěné disturbance letokruhů s největší pravděpodobností nejsou způsobeny extrémními klimatickými faktory daného roku, ale v našem případě nejspíše aktivitou sesuvného území. Vliv klimatických podmínek se mohl promítnout pouze do velkého množství disturbance v letech 1957, 1962 a 1976. U všech ostatních let mezi roky 1951 a 1998 lze vyloučit vliv extrémních srážek na tvorbu příslušného letokruhu. Před rokem 1951 nejsou k dispozici srážkové údaje ze žádné blízké reprezentativní stanice a proto není možné určit, zda letokruhy, vykazující nehomogenitu, nejsou spíše důsledkem nedostatečných srážek než aktivity sesuvu.

Závěr

Z provedeného výzkumu vyplývá, že k pohybům částí sesuvného území dochází odděleně a s různou intenzitou. Celkově nejvýraznější stopy pohybu byly zaznamenány v obdobích na konci 50. let a na přelomu 70. a 80. let. V mezidobích byla celková aktivita sesuvu nižší. (Nejvíce disturbance se objevuje v letokruzích vzniklých v letech 1959, 1979-82 a 1996. Naopak nejméně disturbance se vyskytuje v letech 1940-41, 1949 a dále také v obdobích 1972-73 a 1990-92).

Dále bylo zjištěno, že více disturbance se objevuje u stromů rostoucích na dílčích sesuvných tvarech a na čele sesuvu nad soutokem Rytiny a jejího periodického přítoku. Z toho lze odvodit, že se ve zkoumaném období nepohybovalo celé území, ale spíše jeho dílčích částí.

Dendrogeomorfologický výzkum sesuvné lokality u Čeřeniště ukázal oprávněnost jeho použití v geomorfologickém výzkumu. Údaje získané o aktivitě sesuvu v krátké minulosti by byly jiným způsobem těžko zjistitelné a v územích bez historických záznamů prakticky nedostupné.

Literatura:

- BALATKA, B., KALVODA, J. (1995): Vývoj údolí Labe v Děčínské vrchovině, Sborník ČGS 100, č. 3, Nakl. ČGS, Praha, s. 173-192.
- DANĚLKA, J. (1999): Dendrogeomorfologický výzkum sesuvného území u obce Čeřeniště, okres Ústí nad Labem. Magisterská práce, katedra fyzické geografie a geoekologie, PřF UK, Praha, 34 s.
- FANTUCCI, R., McCORD, A. (1995): Reconstruction of landslide dynamic with dendrochronological methods; Estratto da „Dedrochronologia“, vol.13, Torino, s. 43-58

- HUPP, C. R. (1984): Dendrogeomorphic evidence of debris flow frequency and magnitude at Mount Shasta, California; *Environ. Geol. Water Sci.*, 6, č. 2, New York, s.121-128.
- HUPP, C. R. (1988): Plant ecological aspects of flood geomorphology and paleoflood history; *Flood Geomorphology*, New York, s. 335-356.
- HUPP, C. R., SIGAFOOS, R. S. (1982): Plant growth and block-field movement in Virginia; in Swanson and others – sediment budgets and routing in forested drainage basins; U.S. geological Survey prof. paper 1250, Washington, s. 461-478.
- RYBÁŘ, J., STEMBERK, J., NOVOTNÝ, J. (1993): Slope deformation of Čerěníště. Field workshop guidebook – seventh stop, 7th ICFL '93, s. 3-2 a 3-5.
- SIMON, A., HUPP, C. R. (1992): Geomorphic and vegetative recovery processes along modified stream channels of West Tennessee. U.S. Geological Survey, Open-file report 91-502, Nashville, 142 s.
- YANOSKY, T. M. (1983): Evidence of floods on the Potomac River from anatomical abnormalities in the wood of the flood plain trees; Geological Survey prof. paper 1296, Washington, s 1-42.
- YANOSKY, T. M. (1984): Documentation of high summer flows on the Potomac River from the wood anatomy of ash trees; *Water resources bulletin*, 20, č. 2, Washington, s. 241-250.

S u m m a r y

DENDROGEOMORPHOLOGICAL RESEARCH OF A LANDSLIDE AREA NEAR ČERENIŠTĚ

Dendrogeomorphology is used for dating geomorphologic processes and landforms according to the changes in the tree's stem anatomy caused by these processes. There are five categories of abnormalities of tree's stems caused by the geomorphologic processes activity (according to Hupp 1984). 1. scars of the stem, 2. unusual sprouting, 3. eccentric growth, 4. suppressed and released tree rings, 5. new surface creation (see Fig. 1).

The western slope of the Kupa Hill (635 m) is affected by landslide deformations. The Kupa Hill is located on the right bank of the Labe River antecedent valley in the volcanic České středohoří Mts. near Ústí nad Labem. There are three different parts of the slope. There is a fossil block movement (with a deeply located slide platform – about 150 m) in the upper part, a horizontal platform and an area of recent slumps activity (about 30 m thick layer) in the lower part of the slope (see Fig. 3).

The activity of the Rytina Brook is the factor causing slumps. The long profile of the Rytina Brook shows a rising steepness (from 5° to 9.5°) in the parts where it flows along the head of the landslide area (see Fig. 2). The impact of rock dams under the landslide area is also visible. The Rytina Brook and its periodical tributary damage the accumulated slumped mass by an intensive erosion causing instability of the above slope.

A simplified geomorphologic plan (Fig. 4) shows the complicated situation of the locality as well as the positions of sampled trees. Fifteen trees were sampled (twice each) from different sides. During analysing it was searched for sudden changes in the width of the neighbouring tree rings (suppression and release), and for extremely thin tree rings and for differences in the thickness of the corresponding tree rings in two samples from the same tree.

Some results are shown in Fig. 5 and Fig. 6 (Graphs show the It index – a share of the samples with deformation out of the total number of samples). Every single tree ring of each tree was sorted to one of the four categories of the deformation intensity. A graph of the deformation intensity for the whole area and all the sampled trees was made (Fig. 7).

Some years were chosen as the critical that means that these years manifest the highest number of deformations caused probably by landslide activities. The most of deformations are visible in the tree rings from years 1957-59 and especially 1979-82.

The critical years were compared to the precipitation data from the nearest gauge (Cirkvice, Doksany – see Fig. 8). The comparison shows that the years 1957, 1962 and 1976 with the great number of deformations had a very low rainfall during the vegetation period. This result leads to the conclusion that the deformations of those years were caused not by the water stress of trees, but by the landslide activity.

After eliminating the years 1957, 1962 and 1976, there are two main periods with higher landslide activity during the last 60 years left – the end of the fifties and the turn of the

seventies to the eighties, especially the years 1959, 1979-82. Besides that 1996 is also the year with higher landslide activity. On the other side, the years 1940-41, 1949 1972-73 and 1990-92 are the years of small landslide activity in the studied area.

The area as a whole has not probably been moving for the last 60 years. It seems to be much more probable that there are some more active parts of the slope, especially smaller slumps, which were active during some periods.

Fig. 1 – Some types of disturbances in trees anatomy. A – scars, B – divided stem, C – new sprout, D – eccentric growth (Hupp 1984).

Fig. 2 – The long profile of the landslide area near Čeřeniště. 1 – debris accumulation, 2 – older landslides, 3 – active landslides, 4 – basaltic rock, 5 – tuffites (Rybář, Stemberk, Novotný 1993).

Fig. 3 – The long profile of the Rytina Brook (vertical exaggeration = 5). The arrow shows dams under the head of the landslide area. A – The long profile of a periodical brook.

Fig. 4 – A sketch geomorphologic map of the landslide area. 1 – platform, 2 – depressions between basalt blocks, 3 – erosion edge, 4 – landslide separation area, 5 – brooks, 6 – occasional brooks, 7 – rock wall – separation area of block's movement, 8 – debris accumulation, 9 – road, 10 – sampled trees, 11 – dams.

Fig. 5 – It index. 1 – decreases of growth, 2 – increase of growth.

Fig. 6 – Modified It indexes.

Fig. 7 – Rate of disturbances for each year. 1 – feeble disturbances, mean disturbances, strong disturbances.

Fig. 8 – Rainfall during the period of growth (April – July).

Fig. 9 – Stromy nakloněné působením sesuvu (photo J. Daňhelka)

(Pracoviště autora: autor je postgraduálním studentem katedry fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty UK, Albertov 6, 128 43 Praha 2.)

Do redakce došlo 27. 6. 2000