

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

**FAKULTA PEDAGOGICKÁ
KATEDRA CBG**

RECENTNÍ STRŽOVÁ AKTIVITA VE STŘÍBRSKÉ

PAHORKATINĚ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Tomáš Vyrobik

Přírodovědná studia, obor Geografie pro vzdělávání

Vedoucí práce: RNDr. Václav Stacke, Ph.D.

Plzeň, 2015

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Plzeň, 1. června 2013

.....
vlastnoruční podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu RNDr. Václavu Stacke, Ph.D. a doc. RNDr. Pavlu Mentlíkovi, Ph.D. za trpělivost a užitečné rady jak do terénního výzkumu, tak při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat doc. RNDr. Karlovi Šilhánovi, Ph.D. z Ostravské univerzity za čas věnovaný mi při práci v dendrochronologické laboratoři a za půjčené pomůcky. Mgr. Jindřichovi Frajerovi, Ph.D. za pomoc s překladem výřezu indikační skici stabilního katastru. Také děkuji ČÚZK za poskytnutí dat DMR 4. generace a katedře CBG za poskytnutí licenčního klíče k programu ArcGIS.

ANOTACE V ČEŠTINĚ

Bakalářská práce se zabývá rozšiřováním strže ležící mezi městem Stříbro a městem Kladruba. Tato strž je zajímavá tím, že se nachází mezi zemědělsky obhospodařovanými pozemky. Za její aktivitu nemohou jen lidské změny v krajině, ale i změna klimatu. V posledních letech je strž neaktivnější v místech s největším sklonem. Strž byla podrobena dendrogeomorfologickému výzkumu, který pomohl popsat probíhající změny v její aktivitě. K doplnění časových údajů byla využita metoda dendrochronologie. Výsledky byly zpracovávány v prostředí GIS, které posloužilo také k následné vizualizaci.

ANOTACE V ANGLIČINĚ

Bachelor thesis deals with widening of a gully lying between Střibro and Kladruba. This gully is interesting by being placed between agricultural lands. Not only human changes of surface is responsible for its activity, but also climate change. The recent gully activity correlates with high slope value. The gully was examined in a dendrogeomorphology research, which has helped to describe ongoing changes in its activity. Dendrochronology enrich them with time data. The results were processed in a GIS software environment.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ITRDB – International Tree-Ring Data Bank

GIS – geografický informační systém

DMR 4G – digitální model reliéfu České republiky 4. Generace

ZÚ – zájmové území

USDA – United States department of agriculture (Ministerstvo zemědělství Spojených států amerických)

ČÚZK – Český úřad zeměměřický a katastrální

OBSAH

1 ÚVOD.....	2
2 CÍLE PRÁCE	3
3 ROZBOR LITERATURY	4
3.1 Reliéf a jeho ovlivňování.....	4
3.2 Geomorfologická hodnota hornin.....	4
3.3 Zvětrávání a eroze	5
3.4 Strže.....	6
3.5 Dendrochronologie a dendrogeomorfologie.....	8
3.5.1 Zásady dendrochronologie	10
3.5.2 Problémy spojené s dendrochronologií	12
3.5.3 Aplikace dendrochronologie.....	14
3.5.3.1 Datování teplotního záznamu na severní polokouli dlouhého 2000 let.....	14
3.5.3.2 Datování historických srážkových rekordů	15
3.6 Geografické informační systémy (GIS).....	15
4 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	17
4.1 Vymezení.....	17
4.2 DMR 4G	19
4.3 Geomorfologické, geologické a pedologické charakteristiky	21
4.4 Klima	22
4.5 Porosty a zemědělská činnost	24
5 METODY	27
5.1 Dendrochronologické a dendrogeomorfologické metody	27
5.2 Tvorba modelu vývoje sledované strže	32
6 VÝSLEDKY.....	34
7 DISKUZE	40
8 ZÁVĚR.....	44
9 SEZNAM OBRÁZKŮ	45
10 SEZNAM LITERATURY.....	47

1 ÚVOD

Má bakalářská práce se zabývá odezvou stržové eroze na probíhající environmentální změny ve Stříbrské pahorkatině. Zkoumá, zdali může být proces stržové eroze akcelerován probíhajícími klimatickými změnami.

Erozní a geomorfologická činnost je úzce spjata s chováním naší atmosféry (Huggett, 2007). Počasí je dáno rotací Země a vyrovnáváním teplot mezi pólem a rovníkem. Počasí a lidská aktivita silně ovlivňují míru eroze. Současná míra eroze byla zrychlena lidskou činností, výstavbou a zejména zemědělstvím (Montgomery, 1997). Stržová eroze zmenšuje plochy hospodářsky využívaných půd (Stankoviansky, 2003). Zkoumané území je hospodářsky využívanými půdami těsně obklopeno.

Terénní výzkum, přispěl k rozšíření práce „Odezva stržové eroze na probíhající environmentální změny“ (Veselý, 2012). Práce Veselého (2012) byla rozšířena o dendrogeomorfologický průzkum a dendrochronologické datování. Cílem těchto výzkumů bylo určení nejmladších změn jedné ze strží, jež Veselý (2012) ve své bakalářské práci přesně zaměřil a zmapoval. Konkrétně právě strž č. 1 vykazovala zřetelné znaky současné aktivity (pokroucené stromy, čerstvě uložený materiál na výplavovém kuželu pod strží) a byla tedy určena jako vhodná pro dendrochronologický a dendrogeomorfologický výzkum.

2 CÍLE PRÁCE

Jako cíl práce jsem si určil doplnit časově-prostorové údaje o nejmladší aktivitě ve zvolené strži nalezením vhodně datovatelných stromů, a na nich použít dendrogeomorfologické a dendrochronologické metody. Na pozadí probíhajících klimatických změn je pravděpodobné, že stržová aktivita akceleruje. Tuto hypotézu se také pokusím ověřit. Dendrogeomorfologická část terénního výzkumu pomůže zachytit procesy ovlivňující morfologii strže a tyto budou následně absolutně datovány pomocí dendrochronologických metod. Pokusím se také určit příčiny její aktivity. Dále stanovím rychlost rozpínání strže, případně i dobu jejího vzniku, a vymezím místa recentní geomorfologické aktivity. Za pomoci nových výsledků a poznatků interpretovaných v prostředí GIS následně rozšířím závěry, které ve své bakalářské práci uvádí Veselý (2012).

Cíle práce tedy jsou:

1. Dendrochronologické datování stržové aktivity.
2. Dendrogeomorfologická analýza nejmladších procesů ve vytipované strži.
3. Tvorba modelu aktivity sledované strže.

3 ROZBOR LITERATURY

3.1 Reliéf a jeho ovlivňování

Reliéf je produkt vzniklý působením interakce endogenních a exogenních procesů probíhajících v čase, jakožto jedna ze základních složek sféry Země - výsledek komplexního vývoje, působení geologických i fyzickogeografických sil (Horník, 1984).

V poslední době je reliéf silně ovlivňován přítomností lidské společnosti a jejími zásahy. Při jeho studiu se geomorfologie opírá také o výsledky jiných vědních oborů, zvláště geologie, geofyziky a geochemie. Z oboru teoretického se mění na obor s úzkou vazbou na praxi (Huggett, 2007).

Dle Huggetta (2007) po vyvinutí pevného zemského povrchu a atmosféry, koloběh vody a tektonické procesy vytvořily horninový cyklus. Zvětrávání, transport a ukládání jsou v tomto cyklu základními procesy. Ve spojení s geologickými strukturami, tektonickými procesy, podnebím s organismy, přetvořily reliéf a krajinu.

Během posledních dvou století lidé měli stále významnější vliv na úpravy reliéfu. To zejména prostřednictvím zemědělských činností, těžby nerostných surovin, budováním silnic či měst (Huggett, 2007).

3.2 Geomorfologická hodnota hornin

Horník (1984) říká, že každá hornina má svoji geomorfologickou hodnotu. Tato hodnota je definována odolností horniny vůči exogenním procesům odolnost hornin vůči exogenním procesům. Je dána hlavně litologickými vlastnostmi horniny a charakterem procesů exogenních.

K nejodolnějším horninám řadíme křemité sedimenty s křemitým tmelem, v terénu vytvářejí ostře ohraničené konvexní tvary. Vůči zvětrávání a odnosu jsou odolné také amfibolity a většina vulkanických hornin (Horník, 1984).

Při zkoumání stržové aktivity je tedy důležité znát horninové podloží. Může nám pomoci například i při odhadování rychlosti rozpínání strže. Zájmové území analyzované v této práci je velmi náchylné na erozní činnost. Je tvořeno málo odolnými horninami (viz kapitola 4.3) a dá se odhadovat, že rozpínání strže bude probíhat rychleji, než kdyby byla strž tvořena odolnějšími horninami.

Tab. 1: Třídění nejrozšířenějších hornin podle jejich geomorfologické hodnoty.
(upraveno dle Horník, 1984)

<i>Stupeň odolnosti horniny</i>	<i>Hornina</i>
vysoce odolná	křemenec, čedič
poměrně vysoce odolná	melafyr, gabro, žula, křemenný porfyr
velmi odolná	porfyrít, andezit, syenit
poměrně velmi odolná	vápenec, sádrovec, pískovec, dolomit, trachyt, porfyr
středně odolná	krystalické břidlice
málo odolná	jílovité břidlice, jílovité pískovce, tufy

3.3 Zvětrávání a eroze

Zvětrávání je proces přeměny hornin a minerálů skrze atmosférická a biologická činidla. Odehrává se ve styčné zóně litosféry s ostatními složkami fyzickogeografické sféry (Huggett, 2007).

Je to proces, při kterém se horniny přizpůsobují fyzikálním a chemickým podmínkám prostředí, přičemž se na zemském povrchu vytvoří zvětralinový plášť. Jelikož je zkoumaná strž z velké části zbavena půdního pokryvu, dá se čekat, že odkrytý materiál bude náchylnější k zvětrávání, což také může pomoci akcelerovat probíhající procesy.

Charakter těchto procesů závisí především na podnebí, typu a struktuře horniny, expozice reliéfu, přítomnosti organických i anorganických kyselin (produkty biotických pochodů), charakteru organismů, zvláště rostlinné pokrývky a podzemní vodě (Horník, 1984).

Fyzikální, mineralogické a chemické vlastnosti materiálů jsou upravovány tak, že tento produkt zvětrávání je postupně narušován a transportován probíhající mechanickou nebo biochemickou erozí (Huggett, 2007).

Montgomery (1997) říká, že zatímco zvětrávání je jakési „zhroucení“ horniny nebo minerální látky, kdy se hornina nachází stále na svém místě, eroze zahrnuje fyzický transport materiálu z jednoho místa na druhé. Zvětrávání může erozi urychlit. Střet deště se zemí pomáhá uvolnit narušené půdní částice, ty jsou pak pomocí povrchového odtoku a větru nesený pryč. Plošný svahový splach může přepravovat nezpevněný horninový

materiál. Kde voda začíná erodovat malé nově vzniklé kanály, začíná rýhová eroze. Zvětšující se rýhy potom vytváří kanály tak hluboké, že případně přítomná kultivace půdy zcela zmizí. Výsledkem je stržová eroze – proces, kdy voda tvoří velké erozní kanály na šikmém povrchu (Montgomery, 1997).

Recentní stržové procesy jsou důsledkem lidské modifikace zemského povrchu, což narušuje rovnováhu svahového systému (Huggett, 2007), dále o tomto tématu píšu v části práce zabývající se analýzou zájmového území (kapitola 4.5).

Eroze po přivalovém dešti může nastat všude, kde není zem vegetací zcela pokryta, třebaže má silnější erozní potenciál tam, kde je vegetačního pokryvu málo nebo zcela chybí. Experimentální studie prokázaly, že na svazích se sklonem nižším než 5° je jen asi 60% částic uvolněných dopadem dešťových kapek pohybováno po svahu dolů, ale toto procento se zvyšuje až k 95% ve svazích se sklonem 25° (Summerfield, 1991).

3.4 Strže

Různí autoři popisují do značné míry shodné útvary, jako strž, nejednotnou terminologií. Vznik, vývoj a typologická klasifikaci těchto erozních útvarů je také odlišná.

Například Kliment (1985), označuje proporcčně a geneticky srovnatelné tvary prostě jako „erozní tvary“, vzniklé výsledkem působení lineární (rýhové) eroze. Sestavil typologickou klasifikaci erozních tvarů na základě čtyř základních kritérií, těmi jsou geologické podloží, stupeň zaříznutí erozních tvarů, protékanost erozních tvarů, tvary příčných profilů a jako doplňkové kritérium uvádí rozměr erozních tvarů (Kliment, 1985).

Dle Huggeta (2007) jsou strže pouze přechodem mezi rýhami a „arroyos“, což jsou hluboké, dlouhé rokle či kanály s nestále proudícím tokem. „Arroyos“ obvykle mají relativně plochá dna, jsou obklopena strmými stěnami a skládají se z nekonsolidovaných sedimentů. Nejsou tak dlouhá jako údolí, ale jsou příliš hluboká na to, aby přes ně mohla přejet vozidla s koly, nebo aby mohla být zarovnána orbou. Často začínají hned ve vrchní části srázu či převisu (Huggett, 2007).

Pech (1983) uvádí, že počátek erozních rýh je převážně vázán na svahy se sklonem 4°-6°. Dle tohoto autora je zase strž původu ronového. Má hloubku větší než 2,5 m, sklon stěn přesahuje 45°, bývají obvykle i hlubší, místy s tržnými stěnami vzniklými sesuvy na stěnách a sesouvající se materiál je hromaděn na dně. Následně je transportován protékající vodou směrem k ústí strže, kde se vytváří nánosové kužele (Pech, 1983).

Za klíčové faktory ovlivňující vznik těchto erozních útvarů Pech (1983) považuje svažítost terénu, stáří základního tvaru reliéfu, petrografické složení reliéfu, mocnost zvětralinového pláště, jeho složení a klimatické podmínky místa vzniku. Nejhlouběji zaříznuté erozní rýhy se soustřeďují do oblastí sklonu svahů od 6° do 30°. V místech, kde sklon klesá pod 3° z příkrého na pozvolný svah, je povětšinou jejich zakončení. Ronová rýha při náhlých prudkých přechodech sklonitosti začíná v místě počátku většího sklonu a její velikostní průměr bývá větší než příčný profil dále se vyvíjejícího zářezu (Pech, 1983).

Dle Pecha (1983) vliv složení, vlastností a mocnosti zvětralinového pláště na vývoj strží ovlivňuje především zrnitostní složení a mocnost zvětralinového pláště. Lehké až středně těžké horniny snáze propouštějí vodu a tím usnadňují transport mobilnějších částic uvolněných působením vody po svahu ve směru spádnice i v hlubších vrstvách svrchních horizontů, čímž umožňují vznik hlubších erozních rýh. Soudržné jílovité horizonty zabraňují průsaku dešťové vody, která je nucena k povrchovému odtoku, kde je menší možnost eroze. Nejdůležitějším faktorem je však množství a intenzita srážek. Dále regulace na povrchu země ovlivněna délkou trvání sněhové pokrývky, přízemní mrazíky, expozice vzhledem k Slunci a převládající vzdušné proudění (Pech, 1983).

Ve slovenštině strže pojmenované jako „výmole“ popisuje i Stankoviansky (2003), jako morfometricky a geneticky srovnatelný útvar, který má původ ve výmolové erozi. Stankoviansky (2003) dále uvádí, že se nejvíce výmolů váže na pahorkatiny a nižší vrchoviny tvořené horninami méně odolnými proti působení ronových procesů. Hlavní příčina tvorby strží je nadměrné množství vody v krajině, což je způsobeno buď klimatickou změnou, nebo způsobem využívání země. Stržové systémy však mohou vznikat i během lokálních krátkodobých, ale intenzivních dešťů, které se objevují i několikrát během století (Stankoviansky, 2003).

Summerfiel (1991) nazývá stržemi rýhy (mikrokanálky dlouhé a široké jen pár centimetrů), které se za vhodných podmínek zvětší a zahloubí. V humidním prostředí se rýhy vyvíjejí spíše pouze na uměle narušeném povrchu. V aridním a semi-aridním prostředí se mohou utvořit zcela běžně. Původem rýh je eroze způsobená koncentrovaným svahovým odtokem. Míra eroze koncentrovaného odtoku je určena především hloubkou a rychlostí proudu, dále pak i velikostí částic povrchu, mírou vzájemné koheze částic, rozsah a typ vegetačního krytu a sklonitostní gradient.

3.5 Dendrochronologie a dendrogeomorfologie

Dendrochronologie (dendron = strom, chronos = čas, logos = nauka) je vědecká disciplína zabývající se časovým určením stáří stromu, respektive jeho části skrze studium letokruhů a následně obsažených informací ve struktuře datovaných letokruhů (Šilhán, 2013). Je to technika, která využívá roční přírůstky kmene stromu jako základ pro chronologii (Walker, 2005).

Dendrochronologie je metodou exaktní. Žádná tolerance u ní prakticky neexistuje. Vzorek se buď podaří datovat do konkrétního roku, nebo se datovat vzorek do konkrétního roku nepodaří (Walker, 2005).

Šilhán (2013) zmiňuje, že vlivem střídajících se ročních období jsou jednotlivé sezónní růstové cykly ovlivněny měnícími se klimatickými podmínkami. U jehličnatých stromů se v první fázi vytváří jarní dřevo. Vlivem tenkých buněčných stěn je jarní dřevo světlejší než dřevo letní – fáze druhá, kdy se buněčné stěny vytváří později v letním období. Vrstva jarního a letního dřeva vytvořená v jednom vegetačním období dává dohromady letokruh. Více letokruhů pak tvoří letokruhovou sérii (Šilhán, 2013).

Listnaté stromy rozlišujeme dle výskytu pór (cév) na roztroušeně pórovité, zde se póry vyskytují nepravidelně v celé šíři letokruhu a letokruhy jsou obtížně čitelné, a kruhovitě pórovité. U nich se póry nahlučují na začátku vznikajícího letokruhu v jarním období, tudíž jsou letokruhy těchto dřevin dobře čitelné (Šilhán, 2013).

Ne všechny stromy jsou vhodné pro letokruhové datování. Nejčastěji využívané k dendrochronologii jsou duby (*Quercus*) a některé jehličnany, převážně borovice (*Pinus*), ale také sekvoj a douglaska tisolistá (Walker, 2005).

Dendrochronologie jako systematická datová technika byla vyvinuta ve Spojených státech, zejména díky úsilí Andrewa Douglassa, který založil světově první letokruhovou laboratoř na univerzitě v Tusconu (Arizona) v roce 1937. Douglass a jeho následovníci, zejména Edmund Schulman a Hans Fritts, se zasloužili o vývoj prvních dlouhých letokruhových záznamů, čímž dopomohli i k rozvoji dalšího využívání těchto metod. Douglass také vyzoroval potenciál stromů jakožto archívu informací o klimatu. Práce s těmito druhy informací se váže na nově vzniklý obor známý jako dendroklimatologie (Douglass, 1919; Schulman, 1956; Fritts, 1976).

V letech 1960 až 1970 dendrochronologové z Tree-Ring laboratoře v Tusconu spolupracovali s vědci zabývajícími se radiokarbonovým datováním v průkopnické práci o kalibraci radiokarbonového časového horizontu (Suess, 1970; Ferguson a Graybill, 1983). Ve výzkumu byly využity především druhy jehličnatých stromů. Zejména pozoruhodně dlouho žijící borovice osinatá.

V Evropě sice vývoj dendrochronologie začal později, ale řada letokruhových laboratoří již založena byla a to na několika univerzitách v Německu (např. Göttingen, Heidelberg, Hohenheim) a např. také v Belfastu v severním Irsku. V Irsku byla většina dendrochronologických prací provedena na dubu, zatímco v Německu vyvinuli chronologii jak dubů, tak borovic (Walker, 2005).

Dendrogeomorfologie (dendron = strom, morphé = forma, logos = věda) je založena na analýze ročních letokruhů stromů a dřevin a jejich růstových forem. Používá se ke zkoumání procesů týkající se zemského povrchu, působících v průběhu holocénu. Vytváří časová a prostorová fakta. Je to technika úzce spojená s dendroklimatologií a používá do značné míry stejné metody jako dendrochronologie (Goudie, 2004).

Dendrogeomorfologické metody se využívají k datování frekvence bouří, záplav, mrazových událostí, změny říčních koryt, pohybů ledovců, sněhových lavin, požárů, pohybů mas a k zobrazení vztahů událostí s klimatem (Goudie, 2004).

Jiné metody než ty, které používá dendrochronologie, zahrnují studie věku, anatomie, morfologie a struktury kořenů, kmenů a korun stromů. Vzory letokruhů kořenů mohou být použity k dataci sedimentové agradace/degradace (Goudie, 2004).

Stromy reagují na zvýšení hloubky půdy produkcí nových kořenů. Kořenová struktura se ohýbá působením pohybů půdy, když pohybující se půda opouští nyní již obnažené kořeny. Vzdálenosti mezi změnami růstu letokruhů, ukazují časový rozsah událostí (Goudie, 2004). Excentrické letokruhové vzory se vyvíjejí tam, kde jsou kořeny obnažené, nebo kde je denudace přivádí do blízkosti povrchu. Změny vzorů podporované změnami v buněčné struktuře mohou být datovány (Goudie, 2004).

Před odebráním vzorků z pohřbených nebo obnažených kořenů, je důležité pečlivě zaznamenat pozici odebraného vzorku, vzdálenost od povrchu půdy i výšku neobnažených částí kořene (Šilhán, 2013).

Po poranění kmene nebo kořene se vytvoří lokální jizvy. Vzorek je třeba odebrat z nepoškozené oblasti v blízkosti rány (ale je třeba vyhnout se opětovnému růstu pletiva)

nám pomůže stanovit číslo, udávající počet let uplynulých od dané události (Goudie, 2004). Vývoj koruny poskytne informace o větrných a bouřkových událostech, o sněhové pokrývce a zdraví stromu.

3.5.1 Zásady dendrochronologie

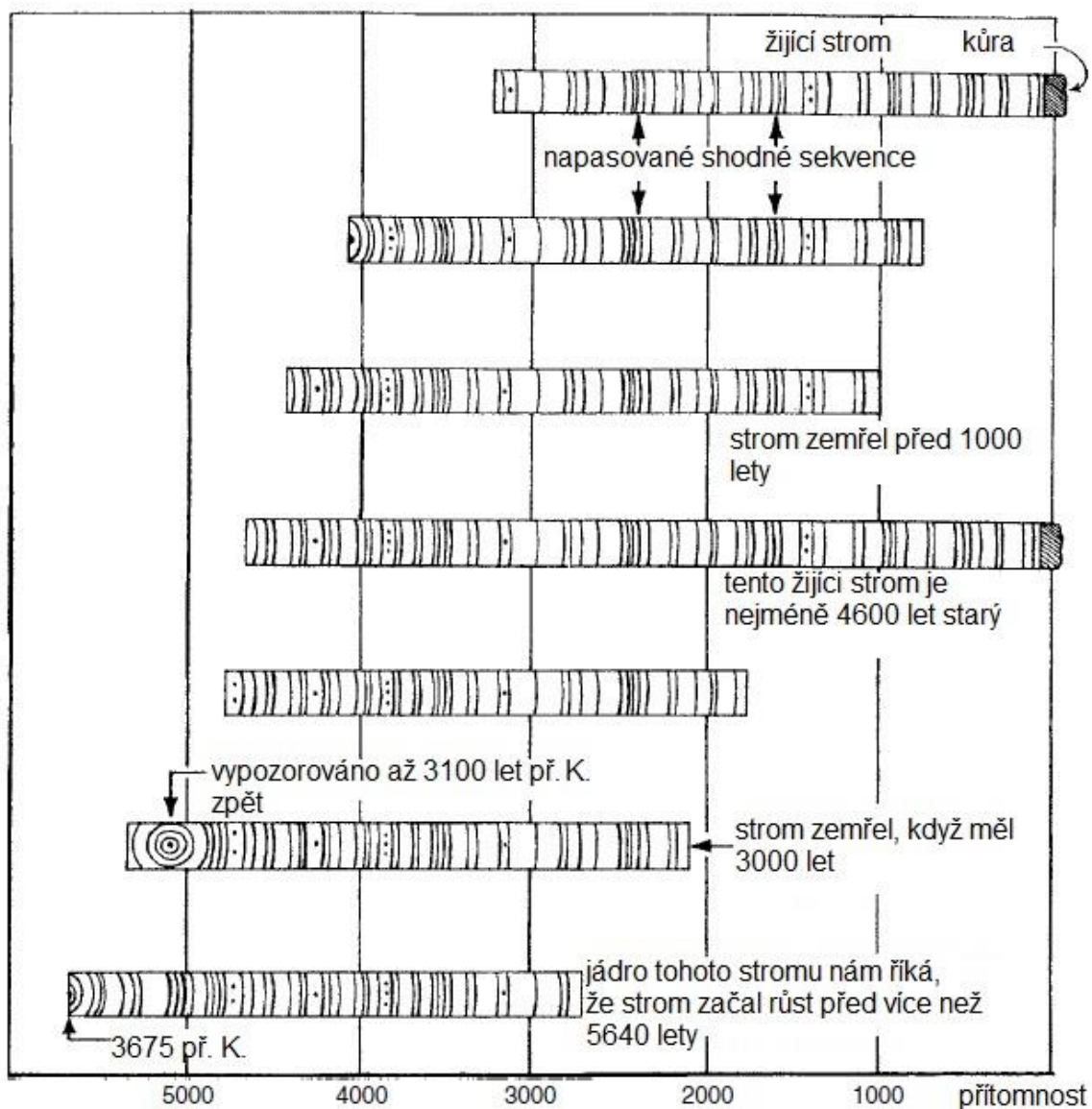
Dendrochronologie může být aplikována na dřevo různého druhu. Strom může být stojící i pokácený, může být součástí stavby, může být pohřben na archeologickém stanovišti, nebo v subfossilním stavu – nez kamenělé dřevo s výrazně černou barvou, uložené po stovky až tisíce let např. v rašelině, řekách, bažinách nebo morénových sedimentech (Dendrochronologie.cz, 2014).

V některých případech může dřevo pocházet ze sekundárního zdroje, jako je hromada dřeva zbouraného domu, nebo nějaká drenážní operace. Odebírání ze stojícího stromu se provádí přírůstkovým vykrajovačem – dutou kovovou trubičkou, která extrahuje válece z dřeva kmene stromu o malých průměrech. Mrtvé nebo subfossilní dřevo je třeba řezat tak, aby byla v řezu vidět letokruhovatá řada. V laboratoři se vzorky dřeva vyčistí a zafixují a změří. Měření se provádí vizuálně pod mikroskopem. Jiné přístupy zahrnují použití elektronického měřicího zařízení (Cook a Kariukistis, 1990) nebo rentgenová denzitometrii, která určuje roční rozdíly v hustotě dřeva (Schweingruber, 1988).

Protože růst stromu je úzce závislý na klimatu, šířky (nebo hustota dřeva) z každého ročního letokruhu se budou lišit v závislosti na tom, zda byly klimatické podmínky pro růst stromu v průběhu každého jednoho roku příznivé nebo nepříznivé (Walker, 2005). To znamená, že v dané oblasti se šířky letokruhů budou lišit v závislosti na lokálních nebo regionálních změnách. Výsledkem je charakteristický prstencovitý vzor s výraznými letokruhy (představující především špatné nebo dobré podmínky pro růst), skupiny letokruhů určitých znaků a ty mohou být použity jako základ pro „cross-matching“ či „cross-dating“ k překrývání dosažených věkových rozmezí (Walker, 2005).

Jak Baillie (1995) vyzoroval, pomocí metody „cross-dating“ lze časovou řadu vytvořenou ze vzorků ze žijících stromů, prodloužit o vhodně zvolené vzorky z již mrtvých stromů, případně z ještě staršího dřevěného materiálu. Tímto způsobem může být záznam letokruhů rozšířen retrospektivně dále v čase. Po odebrání mrtvého dřeva z budovy nebo například z rašeliniště, umožní spočítání letokruhů stanovit takzvanou „floating chronology“ a ta může být napasována na hlavní chronologii, a to za pomoci použití

výrazných vzorů letokruhových šířek (obr. č. 1). Proto vzorkům dřeva dosud neznámého data může být přiřazen přesný kalendářní věk (Walker, 2005).



Na obrázku č. 1 můžeme vidět, jak metoda „cross-dating“ pracuje. Výrazné vzory šířek letokruhů umožní živé stromy napojit na mrtvá dřeva a mrtvá dřeva zas na subfossilní dřeva, tím se rozvíjí kontinuální chronologie, které se mohou rozšířit přes několik tisíc let. (upraveno dle Walker, 2005)

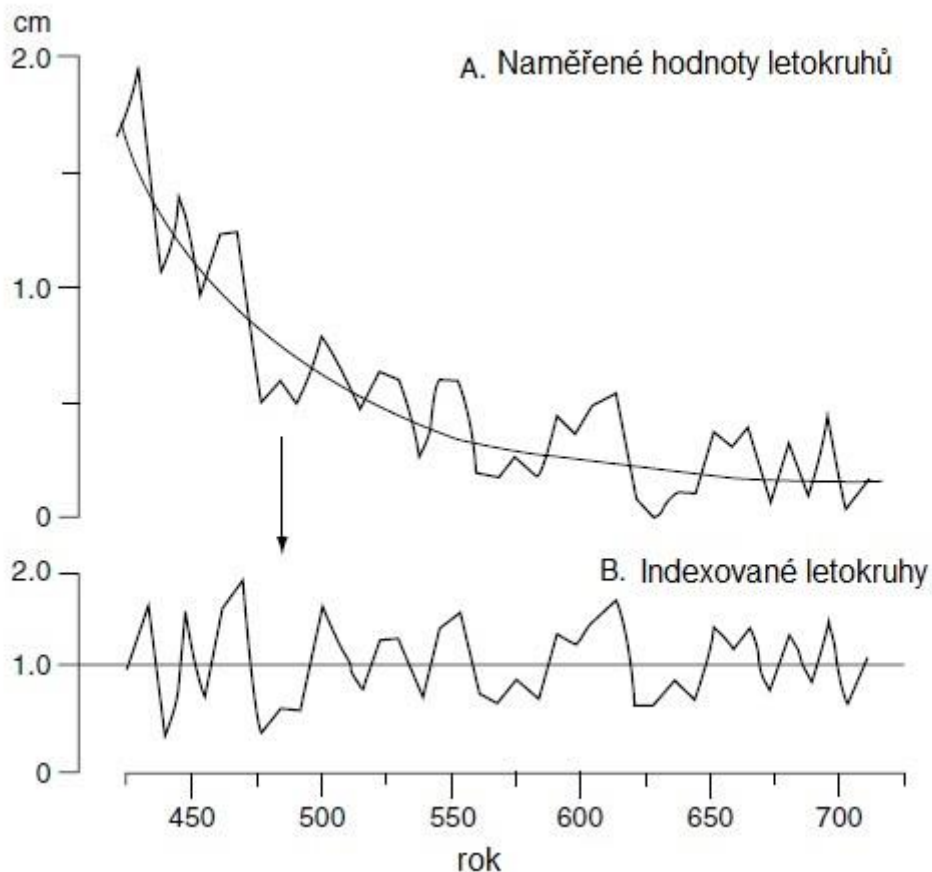
3.5.2 Problémy spojené s dendrochronologií

U stromů mladších je růst dřeva rychlejší, než u stromů starších (Baillie, 1982). S rostoucím věkem tedy strom inklinuje k redukci šířek letokruhů. To může způsobit problémy s datováním. Hledané kolísání šířek letokruhů, které odráží klimatické či environmentální faktory, může být skryto ve variacích šířek letokruhů způsobených věkem. Šířka letokruhů se liší i s výškou kmene a neexistuje žádný způsob, jak u vzorku starého nebo subfossilního dřeva zjistit, z jaké části kmene pochází. Jedním ze způsobů, kterým tyto potíže mohou být překonány, je standardizace sérií prstencových šířek a vygenerování indexu prstencových šířek (Baillie, 1982).

Tyto indexy lze vypočítat pomocí řady statistických metod, včetně regresní analýzy (obr. č. 2) (Walker, 2005).

Ovšem existují problémy, které je mnohem těžší vyřešit. Stromy mohou růst v lokalitách, kde proběhla buď malá, nebo zanedbatelná změna klimatu. Někde, kde klimatické podmínky mohou mít tak nízkou amplitudu, že zapříčiní minimální úroveň stresu na stromech. Nemusíme tak najít téměř žádné rozdíly v šířce letokruhů v průběhu času (Walker, 2005). Je to z toho důvodu, že dendrochronologické metody se nejnadhěji aplikují na stromy, rostoucí v oblastech, kde určitý stupeň klimatického stresu (nízké teploty, nedostatek vláhy, atd.) vytváří výraznější série letokruhů.

Pokud je stres působící na strom příliš extrémní, pro daný rok strom vůbec nemusí vyprodukovat letokruh, nebo může vyrábět pouze nový buněčný materiál na části kmene. V těchto případech může částečně či zcela chybět i celá série letokruhů. Je-li období jarního přirůstání narušeno například silnými pozdními mrazy, může se v jednom roce vyvinout více než jeden letokruh. Tyto letokruhy jsou označeny za falešné či za jednorocní skupinu přírůstků. Individuální sérii letokruhů tak nemusí být snadné rozpoznat (Walker, 2005). Identifikaci falešných nebo chybějících letokruhů můžeme provést prostřednictvím pečlivého porovnávání přírůstové křivky analyzovaného vzorku s křivkou referenční chronologie (Šilhán, 2013).



Na obrázku č. 2, ukazujícím standardizaci měření šířek prstenců k vytvoření indexů, můžeme vidět: (A) záznam je navázán na regresní linii pro měření šířek letokruhů, což poskytuje indikaci obecného poklesu šířky letokruhů s věkem stromu. Hodnota pro každý rok se vydělí hodnotou roku získaného z regresní křivky. (B) To vytváří série indexů letokruhových šířek, kde byl zkorigován efekt stárnutí a z toho důvodu kolísání letokruhové křivky odráží už jen pouze vliv faktorů životního prostředí (Baillie, 1982). (upraveno dle Walker, 2005)

Nejvýznamnější úložiště letokruhových dat je International Tree-Ring Data Bank (ITRDB). Sídlí ve World Data Center-A for Paleoclimatology v National Geophysical Data Center v Boulderu (Colorado, USA). Společnost byla založena v roce 1974. ITRDB obsahuje více než 3275 letokruhových chronologických záznamů z více než 1500 míst po celém světě. Je volně k dispozici všem vědcům, kteří pracují v oboru dendrochronologie, či s ní souvisejících oborech (Grissino-Mayer a Fritts, 1997).

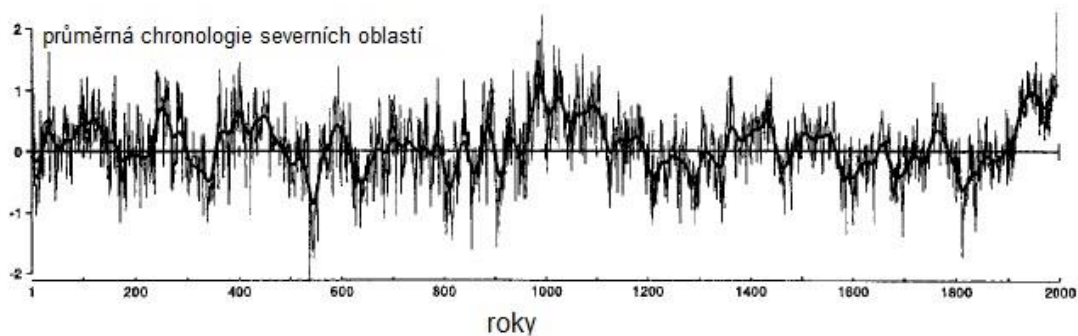
3.5.3 Aplikace dendrochronologie

Vzhledem k tomu, že dendrochronologie může generovat dlouhé a kontinuální záznamy, umožňuje přesné určení stáří široké škály holocenních událostí. Patří k nim, mimo jiné, sopečné erupce, hlavní změny v klimatu, dokonce i vzestupy a pády civilizací. V archeologii se tato technika ukázala jako zvláště cenná. Umožňuje přiřadit věk k různým objektům, jako jsou stavby, vybudované ze dřeva, prehistorické stezky pohřbené pod rašelinami, trámy lodí a ostatní námořní artefakty (Baillie, 1995).

Letokruhy obsahují řadu možných důkazů o změnách klimatu v minulosti (McCarroll a kol., 2003). Dendrochronologie poskytuje nové pohledy na holocenní klimatické změny, které jsou důležité nejen z hlediska historických rekonstrukcí klimatu (Briffa, 2000), ale jsou důležitým směrníkem pro vědce, zabývající se modelováním minulosti a budoucnosti klimatu (Briffa a Matthews, 2002).

3.5.3.1 Datování teplotního záznamu na severní polokouli dlouhého 2000 let

Přesně datované dendrochronologické záznamy jsou nyní k dispozici v mnoha částech světa. Obrázek č. 3 ukazuje složení několika takových záznamů z regionů severní polokoule (Briffa, 2000). Jednotlivé záznamy, na kterých je tato kompilace založena, jsou z Mongolska, sibiřské části severního Uralu, severního Švédska, severu Severní Ameriky a kanadských Skalistých hor (region mezi Albertou a Britskou Kolumbií). Normalizovaná referenční křivka poskytuje informace o relativních změnách teplot ve vysokých zeměpisných šířkách, nejčastěji mezi 60 °-70 ° s. š., během posledních 2000 let. Tyto výhradně na letokruzích založené chronologické průměry ze severních oblastí ukazují počet jasně definovaných klimatických fází a změn, z nichž mnohé byly identifikovány i v dalších klimatických záznamech. Patří mezi ně výrazný pokles teploty v průběhu šestého století našeho letopočtu a následné období chladnějšího klimatu. Dále výrazně teplejší podmínky během středověkého klimatického optima od desátého do dvanáctého století. A také mezi ně patří malá doba ledová a zaznamenaný teplotní vzestup, který začal v devatenáctém století. V průběhu století dvacátého tento vzestup ještě nabral na intenzitě (Walker, 2005).



Na obrázku č. 3 můžeme vidět průměrné změny teplot na severní polokouli v posledních 2000 let, na základě dendrochronologických dat z několika lokalit severní Asie, severní Evropy a Severní Ameriky byl vytvořen Přesně datovaný dendrochronologický záznam (Briffa, 2000). (upraveno dle Walker, 2005)

3.5.3.2 Datování historických srážkových rekordů

Kromě poskytnutí údajů o změnách teplot, mohou být letokruhové záznamy použity k odvození minulých změn ve srážkových úhrnech a tyto změny mohou být také přesně datovány (Walker, 2005).

Watson a Luckman (2001) popisují takový záznam z jižní části kanadských Skalisticých hor. V oblasti národních parků Banff a Jasper a nedalekého Cranbrook v Britské Kolumbii bylo vytvořeno sedm časových řad douglasky tisolisté. Na základě porovnání naměřených odchylek šířek letokruhů se záznamy srážek a teplot z blízkých meteorologických stanic, byl zjištěn těsný statistický vztah mezi rychlostí růstu stromů (která byla zaznamenána právě ve změnách šířek letokruhů) a množstvím srážek.

Ukázalo se také, že je možné kalibrovat variace šířek letokruhů s množstvím srážek. Tudiž mohl být stanoven kvantitativní odhad minulých změn ve srážkovém režimu (Walker, 2005).

3.6 Geografické informační systémy (GIS)

Geografickým informačním systémem se myslí označení počítačových systémů orientovaných na zpracování geografických dat, prezentovaných především v podobě map. Jejich výhodou je, že důkladně oddělují funkci ukládání geografických dat od funkce jejich prezentování (Rapant, 2002). Projeví se to na tom, že stejná data mohou být snadno aktualizována, analyzována a prezentována různými způsoby. Můžeme tak pomocí GIS

uspokojit různé požadavky uživatelů z různých oblastí, jakož jsou například maloobchod, inženýrské sítě, doprava, komunikace atd. (Rapant, 2002).

Všeobecně přijatelná a jednoznačná definice pojmu GIS ještě neexistuje, jsou totiž značně poznamenány prostředím, z něhož jejich autoři pocházejí.

Například dle Rapant (2002) by definice pojmu GIS měla říkat z čeho se GIS skládá, co dělá, proč a za jakým účelem byl vytvořen. „GIS je funkční celek vytvořený integrací technických a programových prostředků dat, pracovních postupů, obsluhy, uživatelů a organizačního kontextu, zaměřený na sběr, ukládání, správu, analýzu, syntézu a prezentaci prostorových dat pro potřeby popisu, analýzy, modelování a simulace okolního světa s cílem získat nové informace potřebné pro racionální správu a využívání tohoto světa“ (Rapant, 2002).

Základem každého geografického informačního systému jsou geografická data. Bez demografických dat by byl software prakticky k ničemu.

Mně byla poskytnuta data DMR 4. generace z ČÚZK, která jsem zpracoval v obrázku č. 6. Pojmem digitální model reliéfu se rozumí digitální zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu formou výšek diskrétních bodů v pravidelně nebo nepravidelné síti nebo pomoci vrstevnic a terénních hran (Brázdil, 2009).

V obrázku č. 6 je vidět více stržových systémů, ale zkoumaná strž v této práci je znatelně nejzhloubanější a největší. Tuto informaci si lze ověřit v prostředí ArcGIS, pomocí měřítka a informaci o nadmořské výšce zvoleného bodu.

Trendem v poskytování on-line GIS služeb je sdílení informací, ale i šablon a aplikačních řešení (Arcdata, 2014). I díky této skutečnosti mi bylo umožněno připojit se k serveru INSPIRE a získat tak přístup k mapám, které jsem mohl vyžít v obrázcích č. 4, č. 9 a č. 11.

4 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

4.1 Vymezení

Vymezení zájmového území bylo pro lepší návaznost výzkumů převzato z bakalářské práce Veselého (2012). Leží mezi městy Stříbro a Kladruby. Po pravé straně silnice 2. třídy č. 193, vedoucí z Kladrub do Stříbra. Blíže je to do Kladrub, cca 800 metrů.

Na obrázku č. 4 je zachycen i levostranný přítok Úhlavky, potok č. 1-10-01-127 (číslování dle Základní vodohospodářské mapy ČR 1:50000).

Tab. 2: Souřadnice lomových bodů hranic zájmového území. (vlastní zpracování)

	Y (S-JTSK)	X (S-JTSK)
1	850797,46	1067381,23
2	850683,65	1067413
3	850633,36	1067597,39
4	850819,52	1067668,85
5	850875,98	1067529,46



Obr. č. 4: Vymezení zájmového území. (vlastní zpracování dle podkladu z Národního geoportálu INSPIRE, 2014)

V našem zájmovém území se nachází více stržových komplexů. Já se však budu zabývat pouze strží č. 1 (obr. č. 5), u které je silný předpoklad aktivní činnosti. Zbylá část zájmového území sloužila pro sběr vzorků ze stromů, které sloužili k sestavení referenční chronologie.

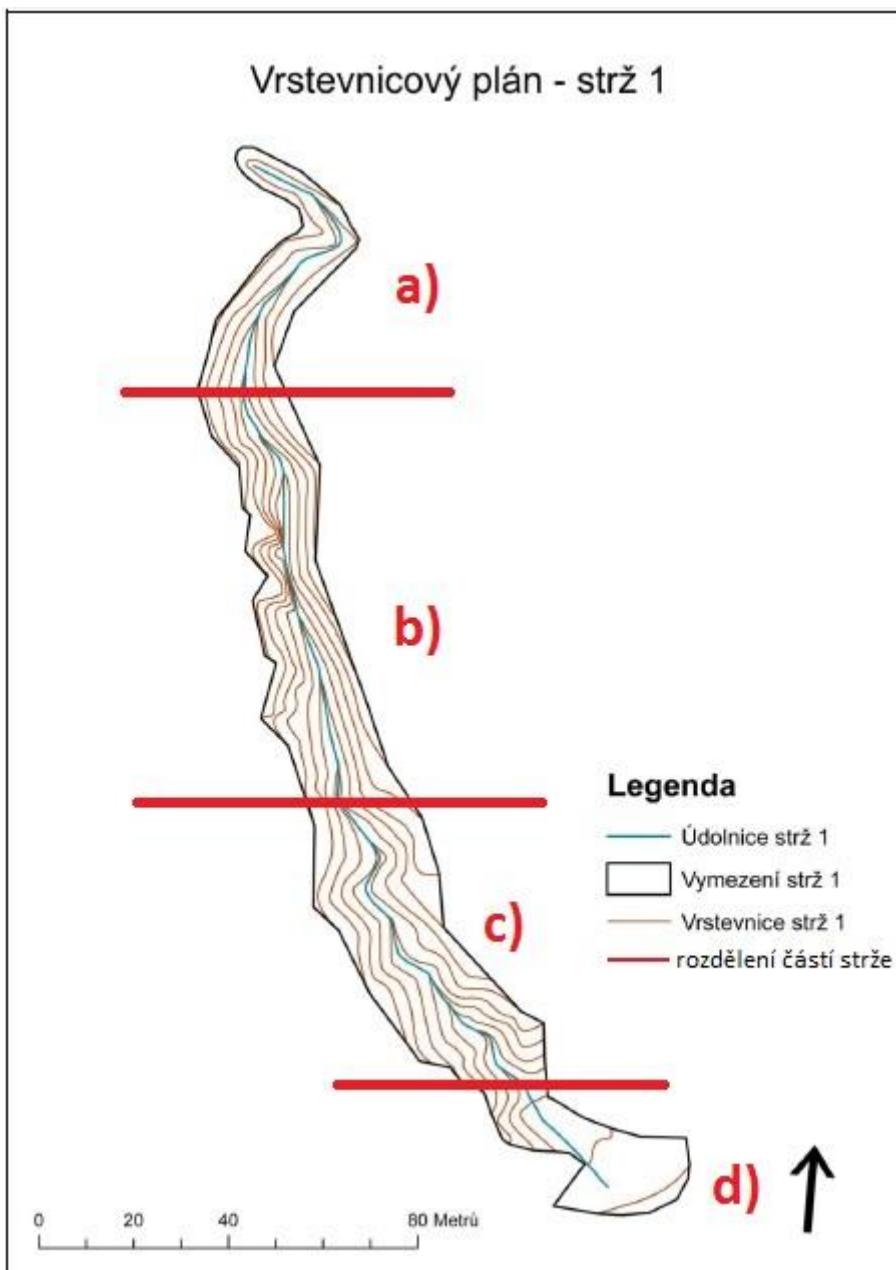
Tato strž je nepravidelně protékaná. Množství protékané vody závisí s největší pravděpodobností na množství vody, které je do ní dodávána ze srážek a tajícího sněhu. Na jejím úpatí pod ústím se hromadí transportovaný materiál, ten tvoří přibližně 25 metrů dlouhý a 20 metrů široký akumulací kužel (Veselý, 2012).

Voda zde plní hlavně úlohu transportní. Gravitační procesy se zde prezentují opady a odtrhy, především pak u materiálu horních hran strží. Vysoká aktivita těchto procesů byla zjištěna na západní hraně strže. Díky tomu místy zůstávají stěny strže kolmé až převislé. Na dně strže se hromadí odtržený materiál a vodou je transportován do akumulací oblasti (Veselý, 2012).

Sledovanou strž lze dle Veselého (2012) rozdělit na tyto čtyři základní morfologické části:

- a) Mělká část bez hlavního směru (prvních cca 75 m strže). Maximální hloubka zde dosahuje šesti metrů a zde také bylo zaznamenáno rozšiřování strže na pařezu smrku ztepilého (*Picea abies*) (Veselý, 2012). Pokud se kmen jehličnatých stromů začne naklánět, pak je náklon stromu kompenzován vyšším tempem přirůstání dřevní hmoty na straně náklonu, příčiny náklonu jsou u jehličnatých stromů uvažovány úlomkotoky, které tlačí na spodní část kmenů svou masou (Bollschweiler a kol., 2007).
- b) Středně hluboká část strže s lineárním průběhem (zhruba 75. až 165. metr strže). Šířka se zde pohybuje mezi 17-19 m. Lineární eroze se projevuje na svazích. V horních částech svahů se vyskytují četné nátrže. Byla zjištěna přítomnost bahenního proudu a opadu úlomků. V této části strže se vyskytují nejprůkřejší svahy, se sklony dosahujícími 45 - 60° (Veselý, 2012).
- c) Po změně směru strže následuje hluboká část. V těchto místech studovaná strž dosahuje největší hloubky. Z velké části je stabilně protékána a na dně i ve spodních částech stěn výrazně vystupuje skalní podloží. Na svazích jsou v této části méně výrazné současné projevy aktivity (Veselý, 2012).

d) Výplavový kužel – rozkládá se pod ústím strže, akumulovaný materiál i o velikostech cca 2 cm je protékáním vyplavován ze strže. Dostatečné množství vody dodané do strže, občas způsobí, že síla protékání dosáhne až do přilehlého potoka (Veselý, 2012).



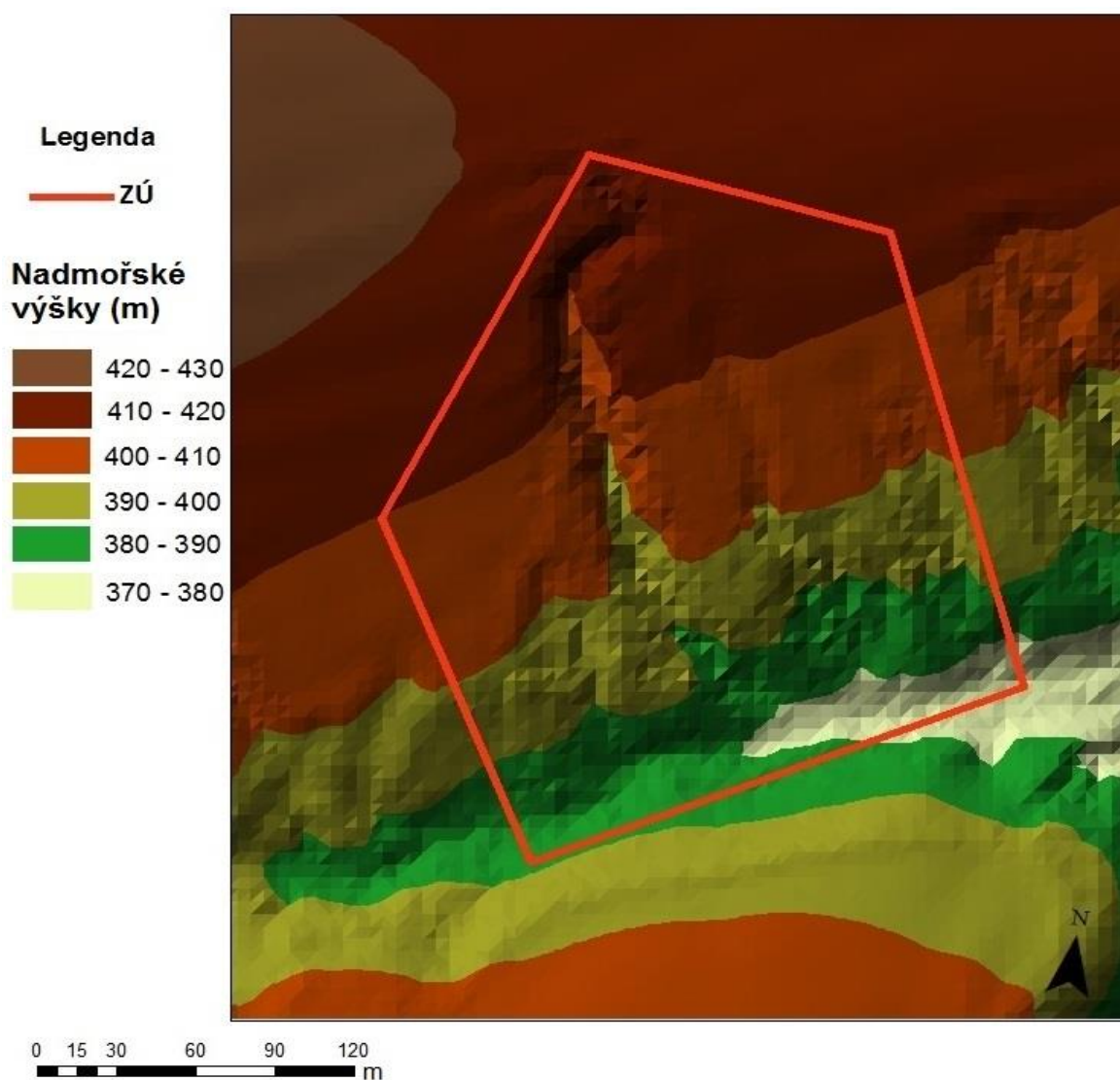
Obr. č. 5: Vrstevnicový plán strže č. 1 a její rozdělení (vlastní zpracování dle Veselý, 2012)

4.2 DMR 4G

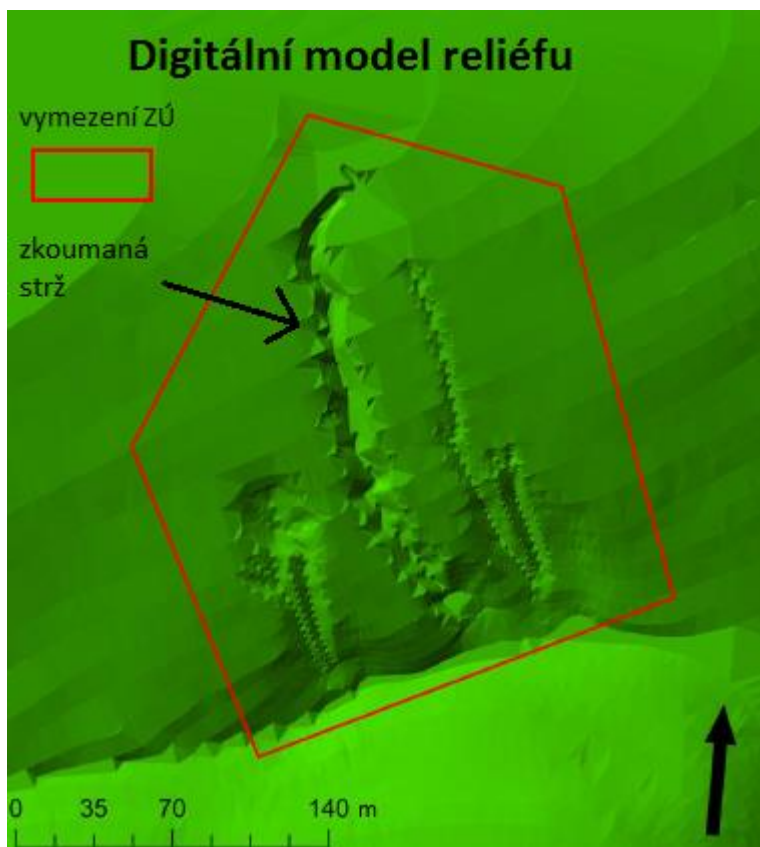
„Digitální model reliéfu 4. generace je jedním z realizačních výstupů společného projektu Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK), Ministerstva obrany

(MO) a Ministerstva zemědělství (MZe) České republiky s názvem „Projekt tvorby nového výškopisu České republiky“ (Zeměměřický úřad, 2009).

Digitální model reliéfu České republiky 4. generace (DMR 4G) je digitální zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu. Jeho základem jsou výšky diskrétních bodů v pravidelné síti (5 x 5 m) o souřadnicích X, Y, Z, kde Z reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,3 m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu (CUZK, 2013).



Obr. č. 6. Digitální model reliéfu 4. Generace. (vlastní zpracování na základě dat z ČÚZK)



Obr. č. 7: DMR. (vlastní zpracování dle Veselý, 2012)

4.3 Geomorfologické, geologické a pedologické charakteristiky

Tab. 3: Zařazení zájmového území dle Demkova geomorfologického členění ČR. (upraveno dle Národní geoportál INSPIRE, 2012)

provincie	Česká vysočina
soustava	Poberounská
oblast	Plzeňská pahorkatina
celek	Plaská pahorkatina
podcelek	Stříbrská pahorkatina

Geologické podloží horní části zájmového území je tvořeno horninami nejmladší části starohor - neoproterozoickými fylity s vložkami drob s flyšovým vývojem, slabě metamorfované (chloritová a biotitová zóna) (Česká geologická služba, 2013). Převážná část fylitů vznikla z jílovitých a jim chemicky příbuzných hornin, stejně jako svory a pararuly, fylit je však produkt nejslabší. Jsou to jemnozrnné horniny, složené ze sericitu,

chloritu, křemene a popřípadě i albitu (Hejtman, 1969). Plochy její velmi výrazné foliace jsou rovinné nebo zvrásněné do vrásek a mají hedvábný lesk, pro fylity tak typický (Hejtman, 1969).

Půdním typem jsou kambisoly. Subtypem je kambizem luvická. Spodní část v modální pseudogleji je pak tvořena písčito-hlinitými až hlinito-písčitými sedimenty (Česká geologická služba, 2013), které jsou překryty svahovými hlínami (Pech, 1983).

Pech (1983) po jeho terénním výzkumu strží ve Stříbrské pahorkatině píše, že typická sklonitostní asymetrie svahových zářezů je zapříčiněna geologickým podkladem z hornin proterozoika a je dána především stupněm provrásnění rozličně postavených vrstev břidlic. K zahloubení obvykle dochází dle vrstevních ploch. Rozhodující je i směr a sklon vrstev břidlic. Pokud směr vrstev probíhá šikmo ke svahu nebo napříč svahem, vývoj erozních rýh bude asymetrický, odkloněn od spádnice svahu ve směru vrstev a zahloubenější s výrazně zaříznutým dnem. Uložení vrstev ve směru spádnice naopak podporuje vznik strží symetrických (Pech, 1983).



Obr. č. 8: Horninové podloží ZÚ. (vlastní zpracování dle Česká geologická služba, 2013)

4.4 Klima

Zájmové území se rozkládá v mírně teplé oblasti MT11, dle Quittovy klasifikace (viz obr. č. 9) (Tolasz, 2007).



Základní vybrané klimatické charakteristiky mírně teplé oblasti MT11 (Tolasz, 2007).

- a) počet letních dní v rozmezí 40–50
- b) počet ledových dní 30–40
- c) průměrná lednová teplota (-2)-(-3) °C
- d) průměrná červencová teplota 17-18 °C
- e) průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více 90–100, dle obrázku č. 12 z portálu INSPIRE z ArcGis Online (2014) (služba zobrazuje klimatické a srážkové oblasti ČR, vrstvy vznikly na základě dat Výzkumného ústavu Silva Taroucy, pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.) lze také vyčíst, že oblast je srážkově chudá
- f) počet dní se sněhovou pokrývkou 50–6,
- g) průměrný úhrn srážek v letním půlroce se drží mezi 325–350 mm
- h) jednodenní absolutní srážková maxima 61–80 mm
- i) dvoudenní absolutní srážková maxima spíše do 80 mm
- j) průměrný roční úhrn srážek 500–600 mm (největší v létě), roční maxima jsou nízká

Legenda

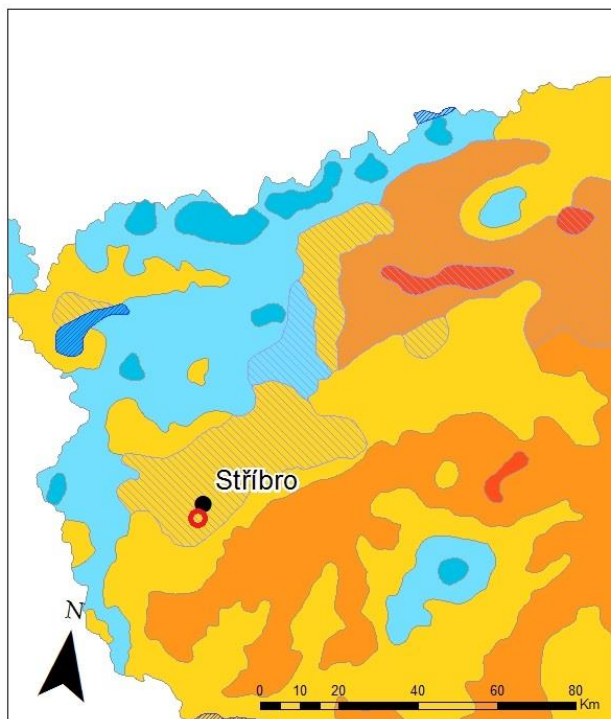
-  ZÚ
-  Stříbro

srážkové oblasti

-  srážkově bohaté
-  srážkově chudé

klimatické oblasti

-  velmi chladné
-  chladné
-  mírně teplé
-  teplé
-  velmi teplé



Obr. č. 9: Klimatické a srážkové oblasti ČR. (vlastní zpracování dle vrstvy z portálu INSPIRE (2014) - ArcGIS online)

Jelikož na stržovou erozi v zájmovém území mají zřejmě větší vliv dešťové srážky, bude důležitější z hlediska srážek letní polovina roku (Stankoviansky, 2003). Stankoviansky uvažuje náhlé tání sněhu za faktor ovlivňující vznik a vývoj strží. Většina klimatických charakteristik týkajících se sněhu zde dosahuje nízkých hodnot (Tolasz, 2007). Od dubna do září spadne v oblasti zájmového území 325–350 mm srážek z celkových ročních 450–500 mm (Tolasz, 2007). Jelikož se vznik a vývoj strží váže taktéž na extrémní srážkové události, může být přínosné zaměřit se na jednodenní, dvoudenní a třídenní absolutní maxima srážek (Stankoviansky, 2003).

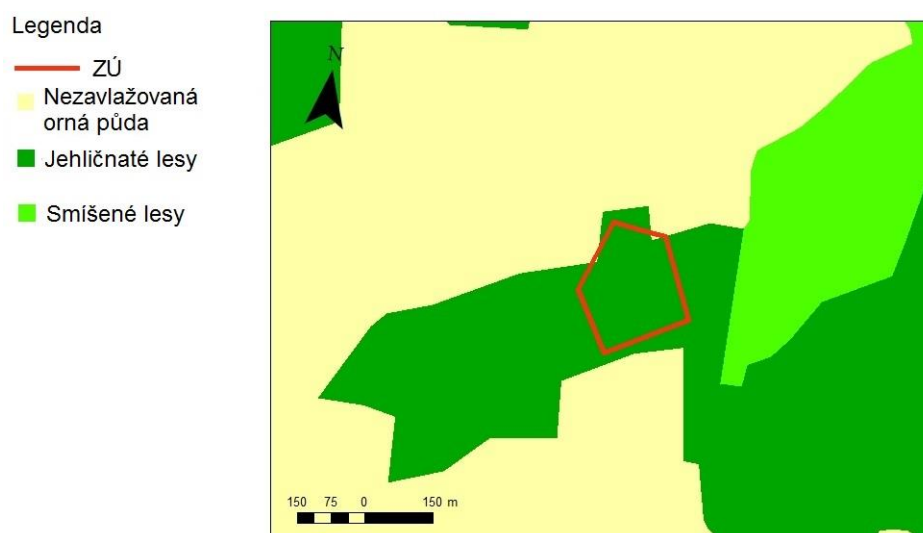
Jednodenní absolutní srážková maxima zachycená měřicí stanicí ve Stříbře se pohybují v rozmezí 61–80 mm. V případě dvoudenních maxim se jedná o hodnoty do 80mm. Hodnoty byly vyčísleny z nejméně třicetileté řady pozorování (Tolasz, 2007). Tyto hodnoty sice patří mezi ty nejnižší měřené, ale nemusí být zcela přesné. Silné přívalové deště mívají často lokální charakter a síť měřících stanic, kterých je po České republice nepravidelně rozmístěno jen 570, nemusí být vůbec zaznamenány (Tolasz, 2007). Měřicí stanice ve Stříbře je od zájmového území vzdálena vzdušnou čarou přibližně 4 kilometry.

4.5 Porosty a zemědělská činnost

Zájmové území je dostatečně velké, aby poskytlo možnost získání přijatelně kvalitního dendrochronologického standardu, což je důležité, hlavně pro nalezení dostatečného množství starších stromů. Přirozených lesů je v Česku velmi málo. V drtivé většině došlo v minulosti alespoň k částečným zásahům do struktury či druhového složení porostů (Vrška a Hort, 2003). V poslední době se zvedá úsilí lesníků o přírodě bližší druhovou strukturu lesů ČR, co se týče obnovy lesních porostů. „Průměrné stáří dřevin v našich lesích dosáhlo v roce 2012 65 let, ve srovnání s rokem 1950 jsou tak naše lesy starší průměrně o 12 let. Nejvyšší střední věk z hlavních dřevin má borovice (73 let), nejnižší bříza (48 let).“ (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2014).

V obrázku č. 10 a 11 můžeme vidět, že prakticky celá část ZÚ je pokryta jehličnatým lesem. Jelikož se ve zkoumané lokalitě nacházejí především porosty jehličnaté (obr. č. 10), byl proveden výzkum převážně na borovicích (*Pinus*), které mají dřevo měkké a křehčí než smrkové. Bělová část je smetanově bílá až okrová. Jádro oranžově hnědé až do rezava. Má výrazné letokruhy (LESY ČR, 2012). A pak také na smrcích (*Picea*). Jejich dřevo je

smetanově bílé až nahnědlé s výraznými letokruhy. Na řezu příčném podélném i tečném snadno zaznameneáme zřetelné barevné odlišení jarní a letní přírůstkové vrstvy dřeva (LESY ČR, 2012). Smrk je poměrně pevný a pružný i přes svou měkkost. Zvláštností je tzv. rezonanční smrk s velkou hustotou letokruhů. Z něho se vyrábí hudební nástroje (LESY ČR, 2012).

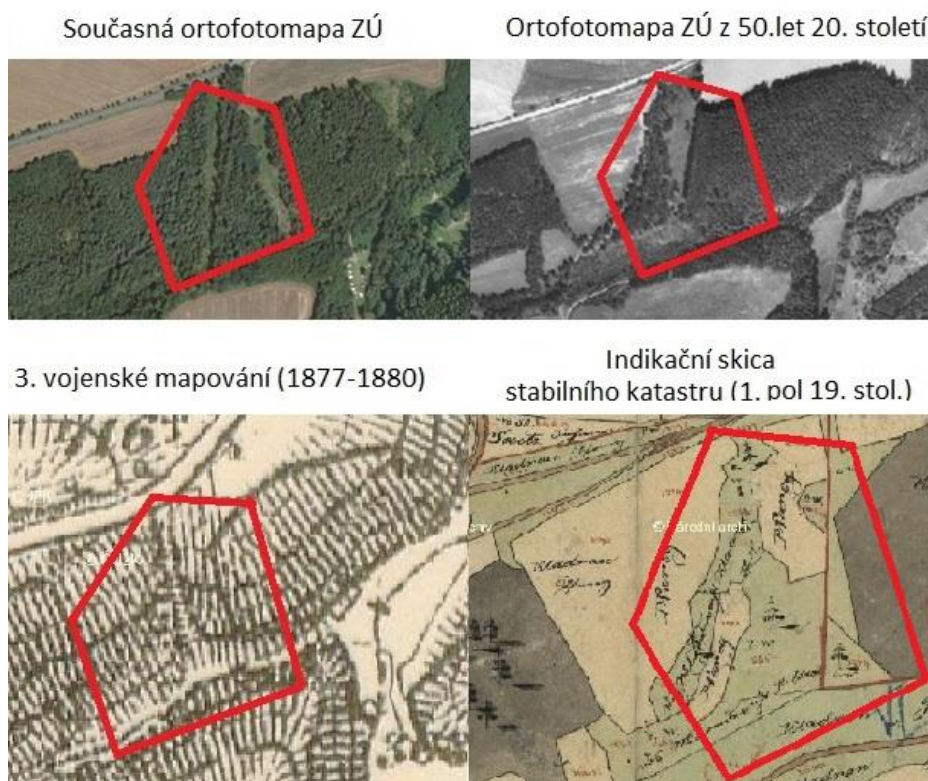


Obr. č. 10: Obrázek vrstvy využití půd a druhů lesa v okolí ZÚ za rok 2006. (vlastní zpracování dle dat CzechINSPIRE, 2013 dostupných v ArcGIS online)

Zájmové území bylo intenzivně zemědělsky využíváno viz. ortofotomapa z 50. let 20. století (obr. č. 11). Pro utlumení svahové erozní činnosti je výhodné, že struktura krajiny byla fragmentovaná četnými polními cestami a remízky, které dělí svah nad zájmovým územím na menší celky. Ale aktuální ortofotomapy na Národním geoportálu INSPIRE (2012), zobrazují krajinu již viditelně změněnou (obr. č. 11). To může podpořit akceleraci svahových erozních procesů. Na obrázku č. 11 u současné ortofotomapy, vidíme denudační svah, který nevykazuje téměř žádnou fragmentaci. Jediná přítomná protierozní opatření jsou orba půdy ve směru vrstevnic (Montgomery, 1997) a příkopy podél silnice č. 193, které v lepším případě odvedou stékající vodu do vodního toku. V horším případě by mohla být z propustí vypouštěna do krajiny, která na zvětšený koncentrovaný odtok reaguje odnosem půdy a stržovou erozí.

Avšak vliv tohoto svahu na procesy, probíhající v ZÚ, není uvažován, poněvadž je svah přerušen silnicí s odvodňovacími příkopy. V severo-západní části ZÚ lze z obrázku

č. 11 vyzorovat současnou vyšší míru zalesnění oproti stavu z poloviny 20. století, ta může mít i vliv na omezení erozních účinků, které jsou v lese nižší než na zemědělsky využívaném území (Stankoviánsky, 2003). Žádný materiál naakumulovaný lidskou činností nebyl u strže č. 1 zjištěn.



Obr. č. 11: Porovnání snímků a starších map ZÚ (Národní geoportál INSPIRE, 2012)

5 METODY

Jako první je třeba udělat analýzu topografických, geologických map či leteckých a laserových snímků (viz kapitola 4).

Pro naše zájmové území máme i k dispozici z ČÚZK Digitální model reliéfu 4. generace (obr. č. 6) ve formě mřížky 5 x 5 m s úplnou střední chybou výšky 0.30 m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu (výsledek předběžného automatizovaného zpracování) (Brázdil, 2010). DMR 4G jsem zpracoval v prostředí ArcGIS for desktop (verze 10.2.)

Další krok je zaznamenat akumulace materiálu pocházejícího z lidské aktivity. Následně vytipovat stromy, vhodné k datování. Pomocí GPS pak budou zaznamenány polohy stromů, jejichž letokruhy zachycují procesy probíhající ve strži (Šilhán, 2013). Tyto procesy budou datovány a graficky znázorněny ve vyhotovené mapě.

5.1 Dendrochronologické a dendrogeomorfologické metody

V zájmovém území byla při rekognoskační pochůzce vytipována aktivní místa zkoumané strže. V těchto místech pak bylo ze 46 stromů odebráno 96 vzorků. Většina stromů měla ohnuté kmene. 16 stromů bylo uvnitř strže a ostatní byly na okrajové hraně strže.

V terénu byly odebírány vzorky pro datování ve výseči zájmového území pomocí vrtáku (Presslerova nebozezu). Náš Presslerův nebozez má rozměry 20 x 0,5 mm. Vzorky byly odebrány ze stromů, které měly jizvy na kmenech, ohnuté kmene, částečně zasypané či obnažené a poškozené kořeny. U nakloněných kmenů byl proveden pravouhlý vrt ve směru nejsilnějšího naklonění kmene a druhý ve směru opačném. Stromy, jejichž malá šířka umožní realizovat jeden vrt napříč celým kmenem, budou navrtány pouze z jedné strany. Stromy, jejichž báze byla pohřbena novým materiálem, poskytnou vrty dva. Jeden ve směru proti svahu, případně proti směru odkud doputoval materiál a druhý opět ze směru opačného (Šilhán, 2013). Náročnost terénu nedovolila, odebrat příčné řezy z obnažených kořenů.

Destruktivní metoda (získání příčných řezů kmenu) nemohla být kvůli materiálové náročnosti provedena, stejně tak metoda klínovitého řezu.

Vyvrtné vzorky byly uloženy do označených dutin tak, aby při jejich případném zlomení nedošlo k posunu jednotlivých fragmentů. Každý samostatný vzorek si pak i nese údaje o typu stromu, v našem případě to jsou převážně borovice lesní (*Pinus sylvestris*), zbytek pak smrk ztepilý (*Picea abies*), údaje o výšce odběru, o objemu stromu v místě odběru a o poloze ve směru působení svahu (horní, dolní vzorek stromu).

Vzorky byly během 14 dnů vysušeny při pokojové teplotě. Aby tedy bylo možné vývrty dále zpracovávat a analyzovat, je potřeba je stabilizovat ideálně v dřevěné liště o šířce drážky 5 mm a hloubce 2,5-3 mm lepidlem vhodným na lepení dřevěných materiálů (Šilhán, 2013).

Pomocí vibrační brusky (se vzorkem smirkového papíru 80, 160) jsem se zbavil nerovností, prasklinek a roztřepeného povrchu. Tyto nerovnosti téměř znemožňují přesné odečítání letokruhů nebo i analýzu anatomických změn ve dřevě (Šilhán, 2013). Pro dokonalé zahlázení povrchu se používá taktéž vibrační bruska, tentokrát s jemnějším vzorem (1000, 2000).

Pomocí metody dendrochronologie přidělíme jednotlivým letokruhům roky a sestavíme křivku referenční chronologie. Křivka referenční chronologie se posléze porovnává s křivkami postižených stromů. To nám pomůže zařadit jednotlivé události do konkrétního časového období.

Pro sestavení referenční chronologie bylo odebráno 24 vzorků z 12 stromů. Více se odebrat nepodařilo z důvodu otupení jediného dostupného Presslerova nebozezu. Aby křivka referenční chronologie plnila svou funkci, byla sestavena z křivek chronologií stromů, u nichž lze vyloučit vliv geomorfologického procesu na velikost letokruhového přírůstku (Šilhán, 2013).

Nejdříve pracujeme se dvěma přírůstovými křivkami z každého stromu. Křivky následně zprůměrujeme. Získáme jednu průměrnou přírůstovou křivku pro každý strom (Šilhán, 2013).

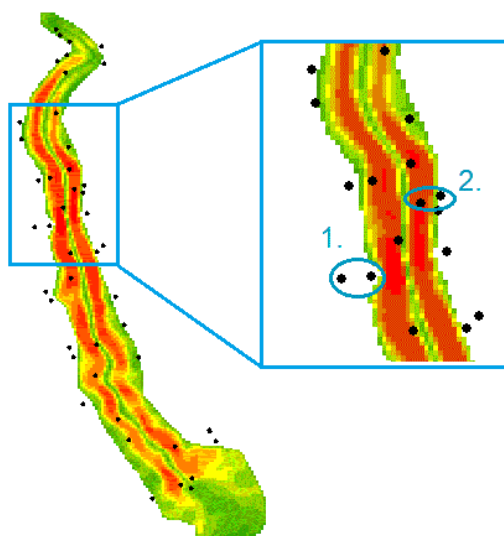
Pro odstranění věkového trendu je nám k dispozici velké množství matematických vzorců v programu ARSTAN. Při jeho použití můžeme využít tzv. dvojitou detrendační proceduru. Procedura kombinuje v prvním kroku aplikaci deterministických funkcí jako je lineární či negativní exponenciální funkce se stochastickými funkcemi (např.: kubická spline funkce) v druhém kroku (Šilhán, 2013). Tyto operace jsou důležité z toho důvodu, že většina stromů se svým rostoucím věkem snižuje šířky letokruhů. U porovnávání velmi

mladých stromů s velmi starými stromy, by bylo obtížné srovnávat úzké letokruhy starších jedinců s širokými letokruhy mladých stromů (Šilhán, 2013).

Odstranění věkového trendu probíhá tak, že se na jednotlivé letokruhové série napasuje lineární či exponenciální funkce. Pak se dají do poměru skutečné šířky letokruhů a šířky modelované funkcí. Vznikne bezrozměrný letokruhový index (Šilhán, 2013).

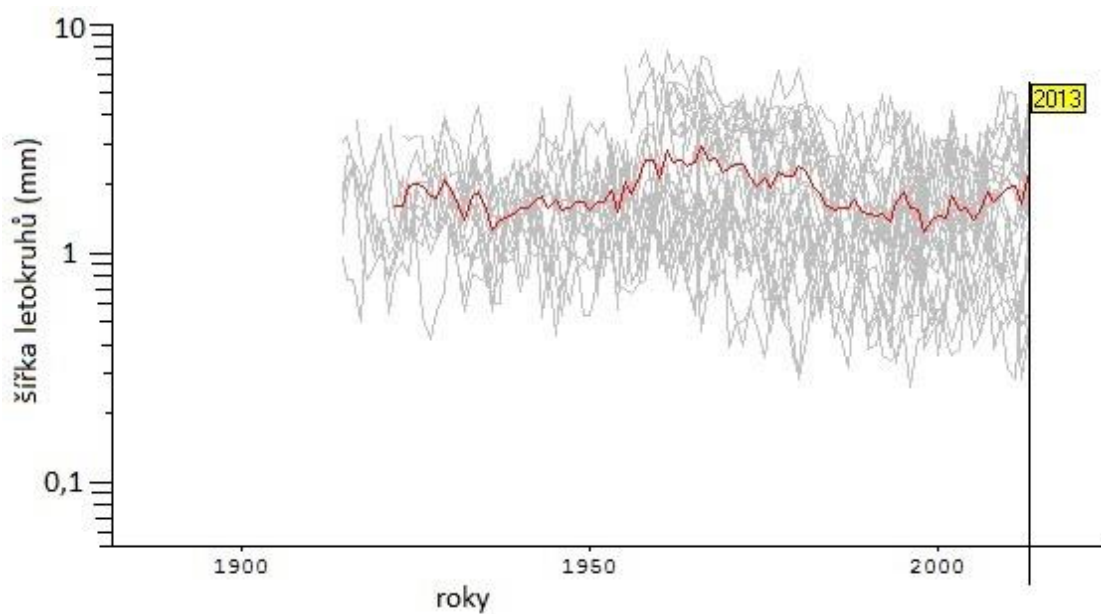
Metodou zkoumání šířky rozestupů letokruhů se také podařilo zachytit a datovat několik sesuvů půdy (obr. č. 18). Rozestupy letokruhů stromů zasažené sesuvem skočně nabraly na šířce na spodní straně kmene a rapidně se zužovali na straně horní. Bahenní proudy potom měli charakter spíše pozvolného nárůstu zužujících se letokruhů na straně kmene zasažené tekoucím proudem. Někdy se může stát, že tato strana kmene bude paradoxně vytvářet rozšiřující se letokruhy. Způsobí to nadměrný přísun živin, transportovaný proudem (Šilhán, 2013).

Ke stanovení rychlosti rozpínání strže byly použity 2 dvojice stromů. První dvojice stromů má rozestup 6 m. Druhá dvojice stromů má mezi sebou 5,5 metrový rozestup (obr. č. 12). Na základě délky rozestupu dvojice stromů a časové prodlevy mezi počátky působení rozšiřující se boční hrany strže na dvojici stromů bude stanovena přibližná rychlost rozpínání strže.

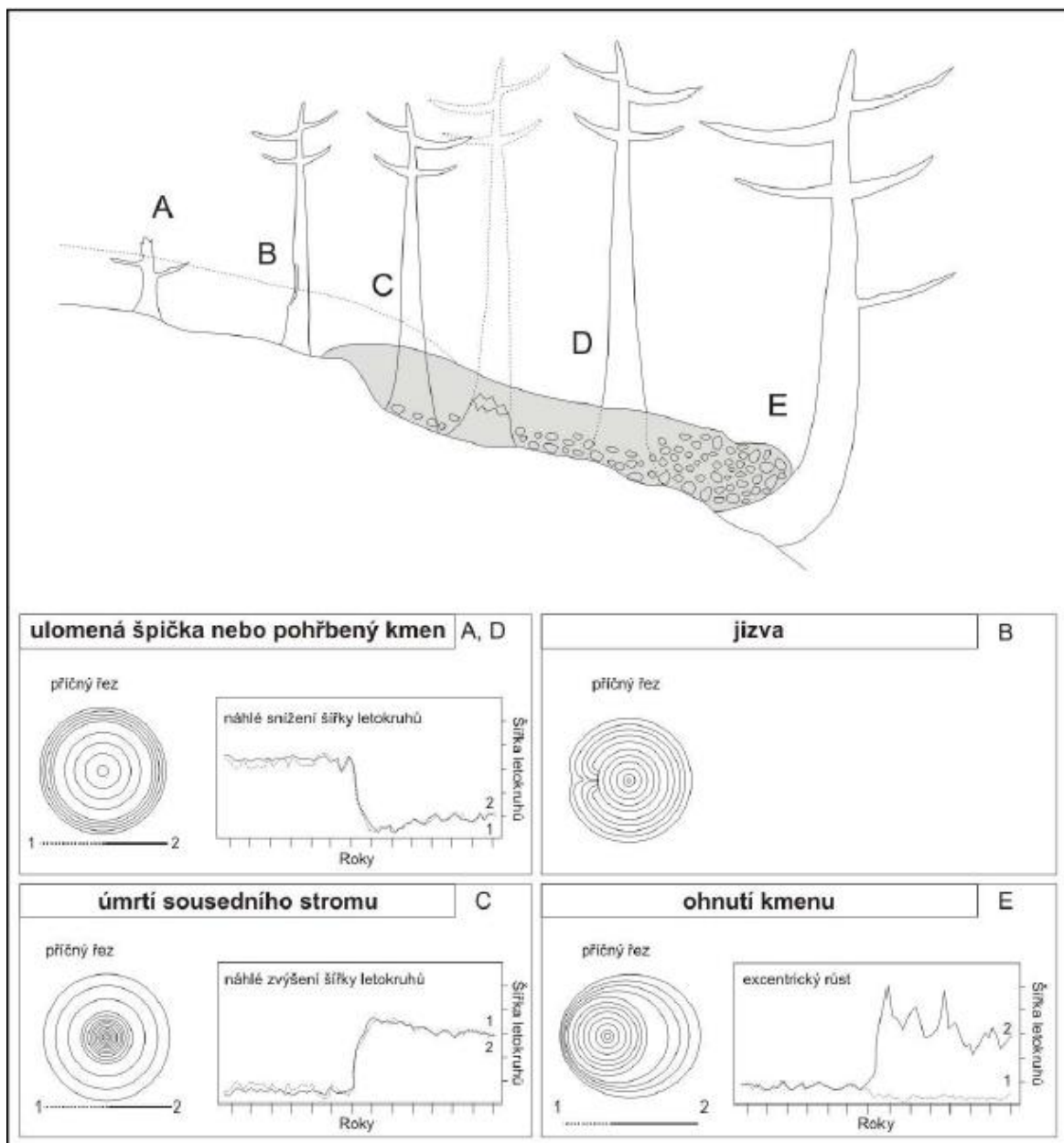


Obr. č. 12: Vybrané dvojice stromů pro stanovení rychlosti rozpínání strže. (vlastní zpracování)

Samotné počítání letokruhů a jejich vyhodnocení jsem provedl na dendrochronologickém měřicím stole (TimeTable). Měřicí stůl je propojen s počítačem. Software PAST 4 pak zaznamenával počet a šířku letokruhů. V tomto software prostředí pak bylo provedeno i vyhodnocení. Za relevantní se může považovat, pokud jde do vzorku alespoň 5 vstupů (Šilhán, 2013), proto je křivka zhotovena až od roku 1922.



Obr. č. 13: Standardizovaná křivka. (vlastní zpracování)



Obr. 14: Reakce stromů v důsledku působení blokovobahenního proudu. (Bollschweiler a kol. 2007 a Šilhán 2009)

Nebozez byl 20 centimetrů dlouhý a ne vždy bylo možné dosáhnout jádra stromu. Obrázek č. 17 sice přiřazuje roky počátkům aktivity segmentů strže, ale nesmíme zapomenout. Na délce vrtného jádra mělo vliv také postupné otupení vrtáku a zasmolenost stromu. Vrtná jádra se tak občas na svých koncích bližších ke středu stromu fragmentovala a nebylo je tak možné datovat v celé své délce. Stanovený počátek aktivity může být milný, pokud nastal v „nedosažené minulosti“ a opět se po několika letech přírůstek letokruhů vrátil do normálu.

5.2 Tvorba modelu vývoje sledované strže

Pro tvorbu GIS byla použita vrstva elementárních forem a rastrová reprezentace zkoumané strže dosažená funkcí Toporaster, vytvořená na základě tvorby modelu strží Veselého (2012), kde jako jeho výstup vznikla atributová tabulka s následujícími hodnotami pro jednotlivé elementární formy (zóny): area, min, max, range, mean, std a sum. Vstupní data byla získána z práce Veselého (2012), díky vytvořené vrstvě „vymezení strže“ byla zachována jednota v použité výseči zkoumané strže. Nicméně už nebyla zachována jednota v rámci elementarizace strže. Z důvodu nepřístupnosti terénu či z důvodu nepřítomnosti vhodného stromu pro odebrání vrtných jader nešlo odebrat vzorky takovým způsobem, aby byla místa odběrů rozprostřena v rámci strže zcela rovnoměrně. Oblasti strže, které své probíhající či již proběhlé procesy mohli promítnout do buněčné struktury stromu, který byl určen k odběru vrtných jader, byly elementarizovány do celkem 32 územních jednotek (segmentů). Jednodušeji řečeno, každý úspěšně datovaný strom či skupinka stromů má své přiřazené území. Každé jednotlivé území je charakteristické svojí podobností sklonitostí terénu a orientací svahu.

Souřadnice datovaných stromů byly převedeny z WGS84 do S-JTSK. Poté byly body implementovány do vrstvy bodového zobrazení. V atributové tabulce vrstvy „lokace stromů“ byly doplněny hodnoty:

- „císlo stro“ – identifikační číslo stromu
- „druh“ – druh stromu
- „obvod“ – obvod stromu v centimetrech
- „D odber“ – výška odběru z dolní strany kmene stromu v centimetrech
- „H odber“ – výška odběru z horní strany kmene stromu v centimetrech

V polygonové vrstvě vzniklé elementarizací pak jsou obsaženy tyto hodnoty:

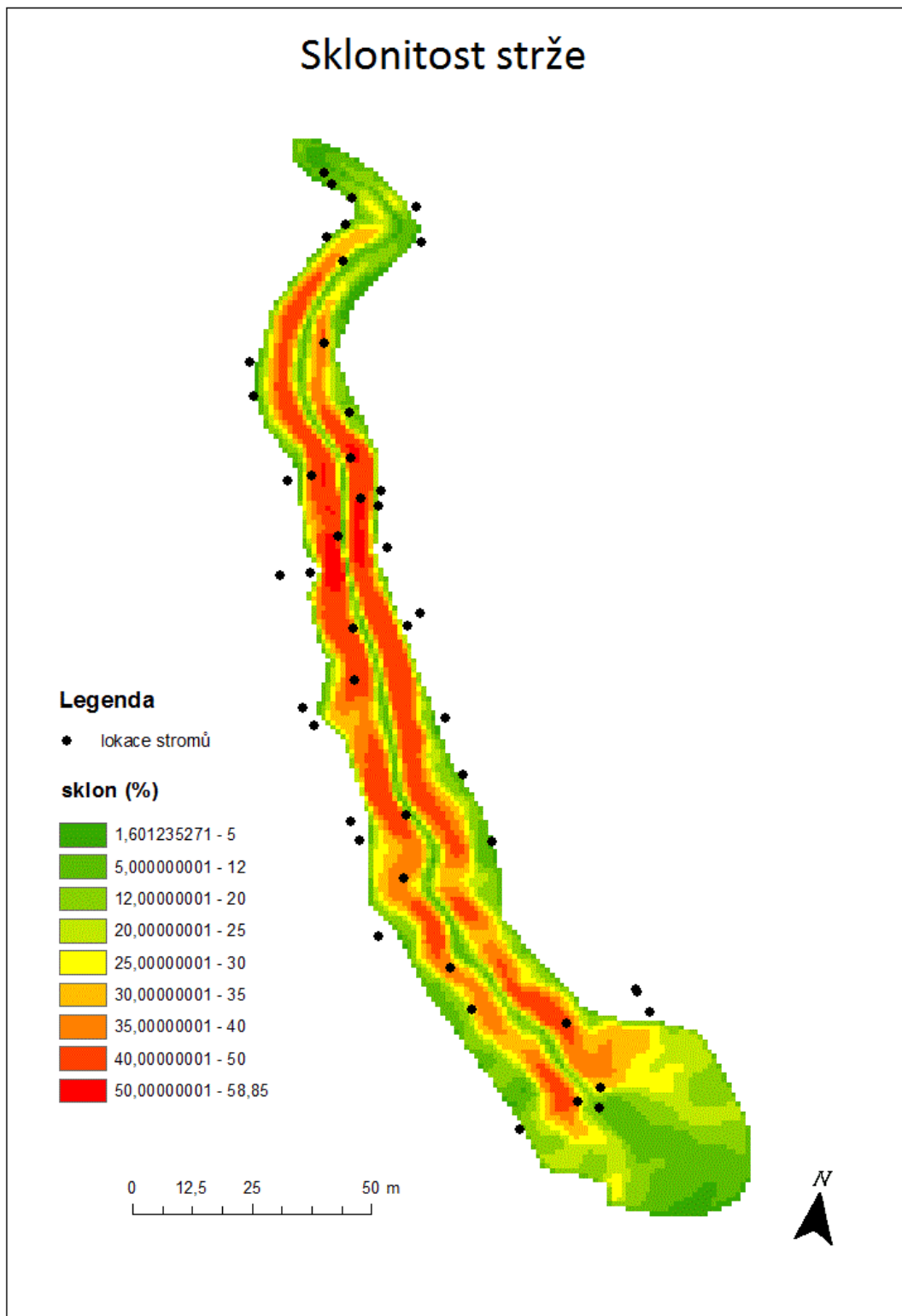
- „Id“ – identifikační číslo elementární jednotky
- „mladá akti“ – údaj v textových hodnotách (ano/ne) poskytující informaci, zdali byla elementární forma aktivní v letech 1990 až 2013
- „roky“ – roky počínající aktivity elementární jednotky

V liniové vrstvě zachycující místa viditelných geomorfologických procesů a vzniklých geomorfologických forem jsou hodnoty:

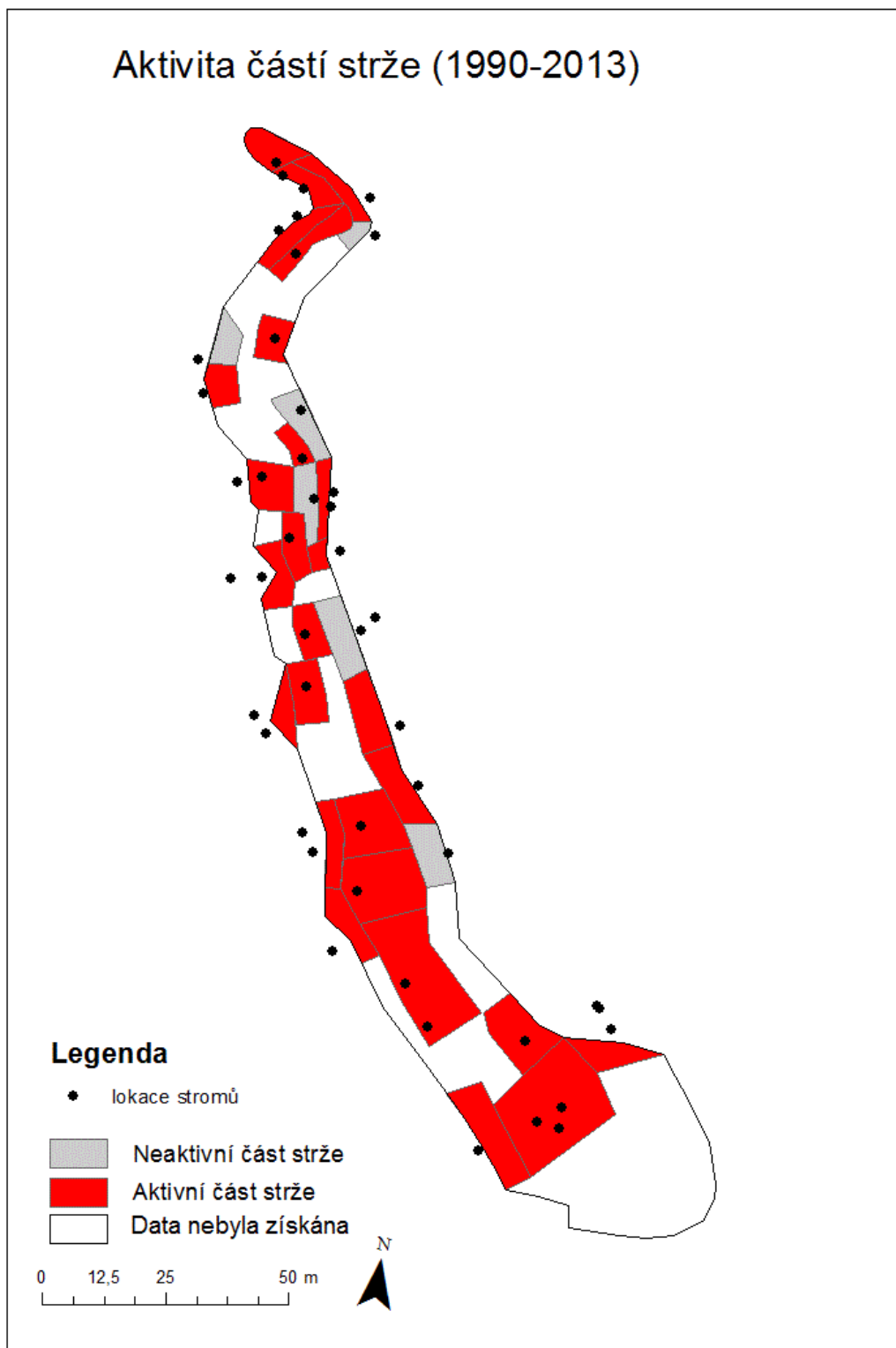
- „Popis“ – odtrh, bahenní proud, zářez, opad úlomků, zahlubování, skalní výchoz

Data byla zpracována v softwaru ArcGIS verze 10.2 a posloužila také k tvoření výstupních modelů aktivity a vývoje sledované strže.

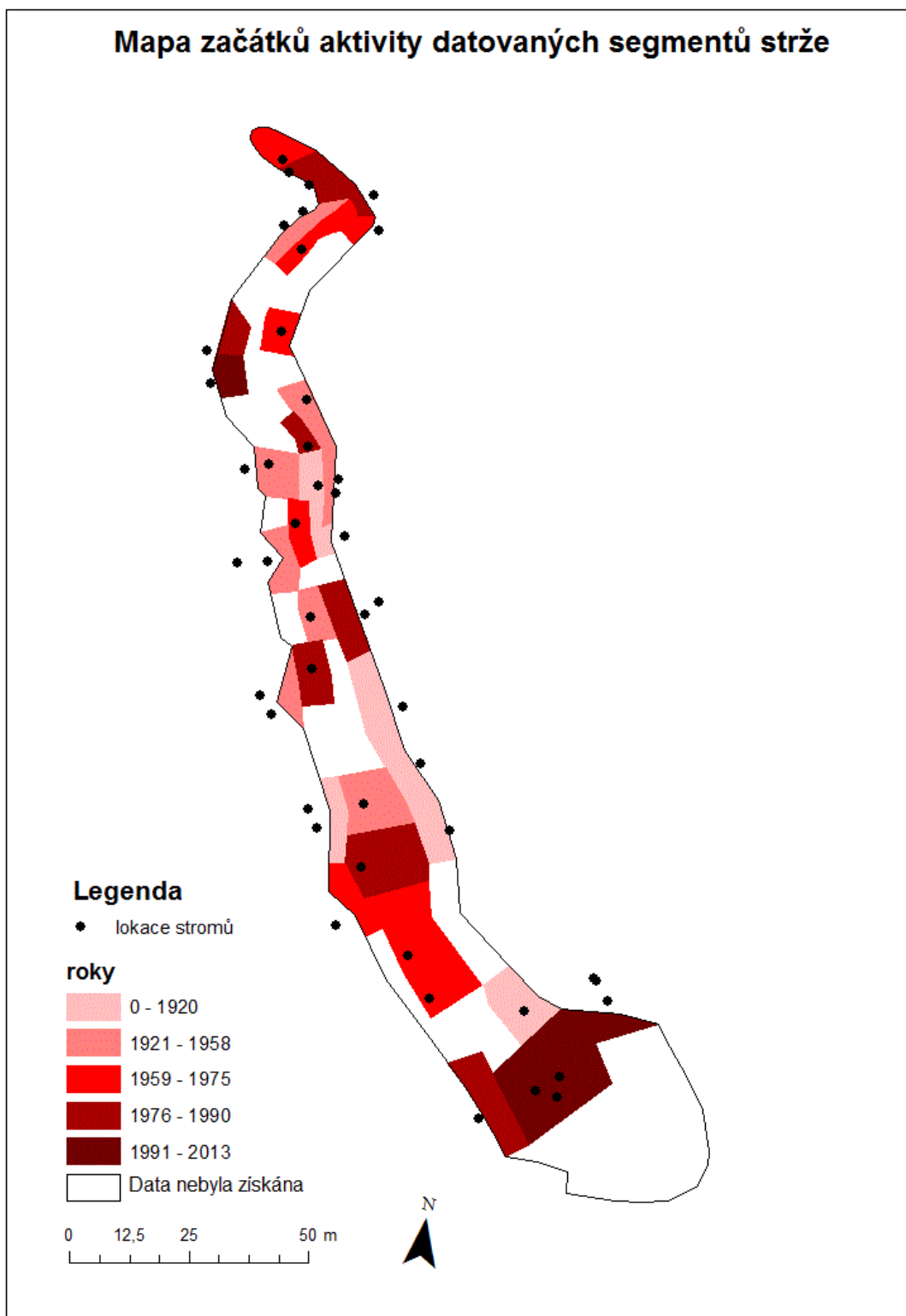
6 VÝSLEDKY



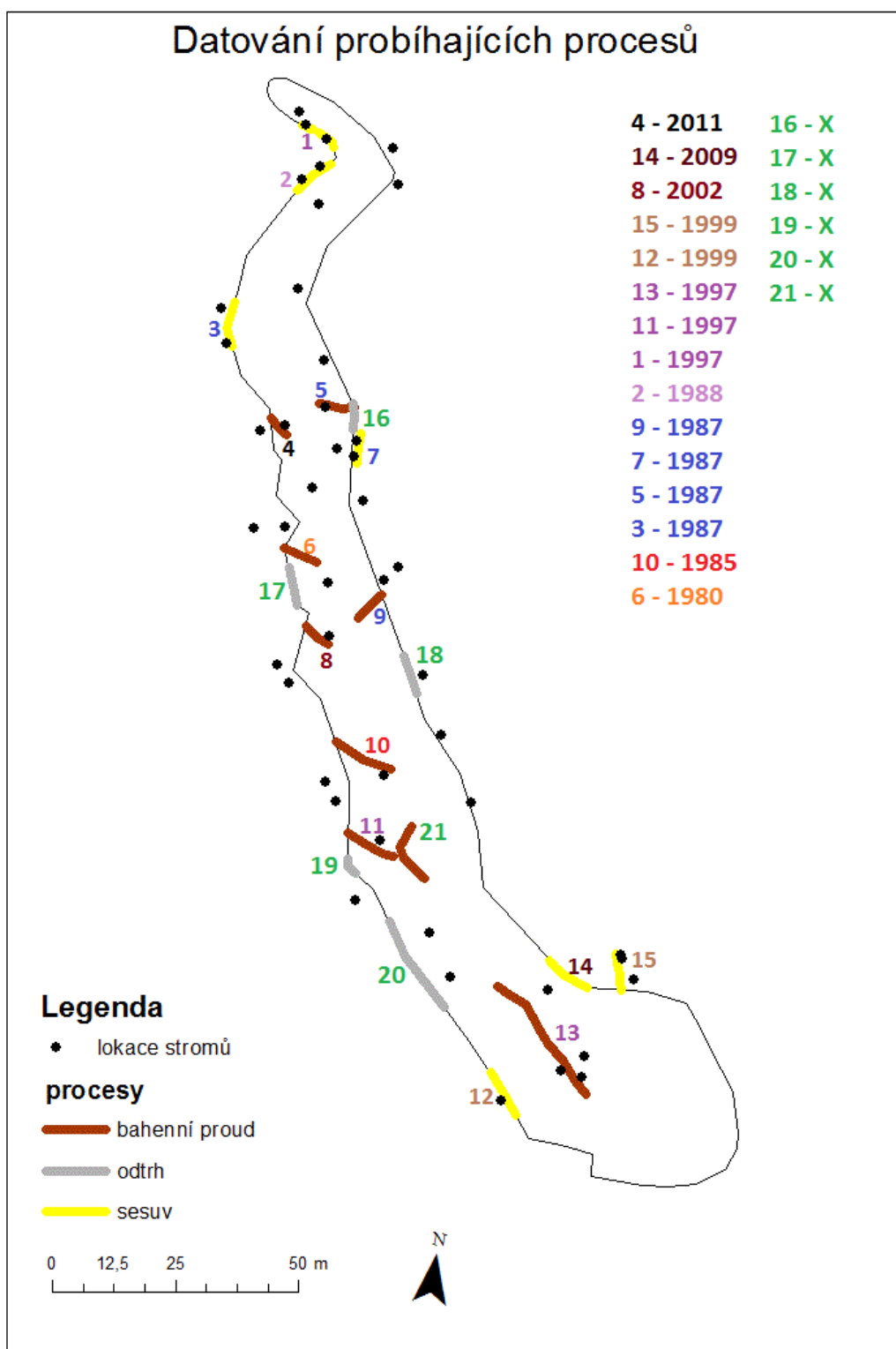
Obr. č. 15: Mapa znázorňující sklonitost strže a místa odběrů vzorků pro geomorfologické analýzy. (vlastní zpracování)



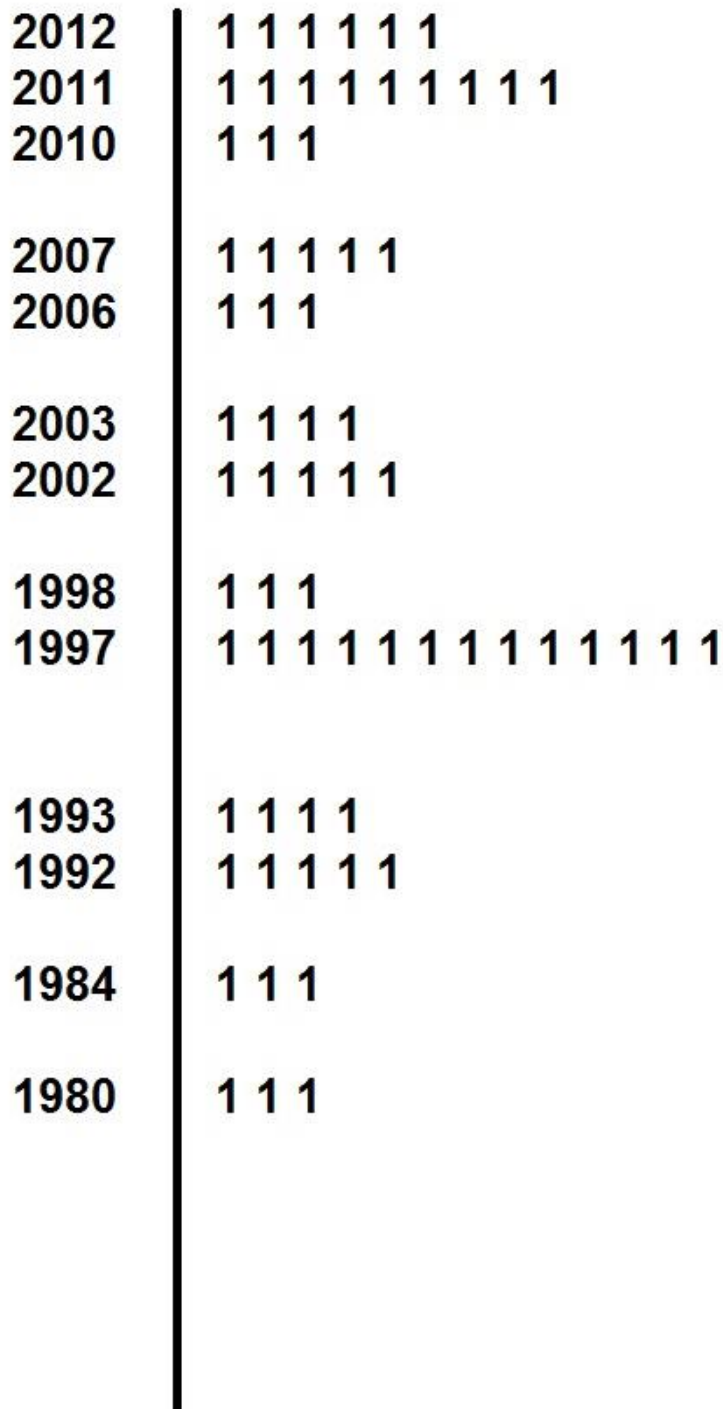
Obr. č. 16: Mapa recentní stržové aktivity (v úvahu byla brána aktivita od roku 1990 do současnosti). (vlastní zpracování)



Obr. č. 17: Mapa znázorňující roky prvních známek aktivit v datovatelných částech strže.
(vlastní zpracování)



Obr. č. 18: Mapa nejmladších datovatelných začátků procesů strže. (vlastní zpracování)



Obr. č. 19: Datované projevy přivalových dešťů. 1 = aktivita zaznamenaná jedním stromem. V obrázku jsou opomíjeny roky s počtem projevů 2 a méně. (vlastní zpracování)

Na obrázku č. 15 je znázorněno umístění 46 datovaných stromů. Značná část stromů se nachází poblíž míst, kde sklonitost strže nabývá největších hodnot. Hodnoty sklonu se pohybují zhruba od 1,5° do 60°. Tam kde strž nabývá největších sklonitostních hodnot, byla očekávána největší recentní aktivita. Právě v těchto místech se často nachází bahenní

proudy (obr. č. 18) a odtrhy. Lokace stromů, použitých pro tento dendrogeomorfologický výzkum, jsou rozmístěné po celém území strže. Nejvíce stromů se však soustředí do střední části strže, kde má strž nejstrmější stěny a je zde nejaktivnější. Stromy se vlivem náporu materiálu ohnuly v kmenech. V části kmene přilehlému ke svahu se vytvořily smrštěné letokruhy, ty byly posléze datovány. V místech, kde byl patrný sesuv půdy a jejího podloží, se nacházely stromy, které tento proces zachytily. Bylo to patrné z jejich ohnutých kmenů, které se snažily opět vyrovnat. Tato místa se vázala hlavně na druhou třetinu strže.

Obrázek č. 16 zachycuje recentní stržovou aktivitu strže. Roční škála pro recentní stržovou aktivitu byla uměle zafixována mezi roky 1990 až 2013. Aby územní jednotka byla považována za aktivní, musela projevit svou aktivitu právě mezi těmito lety. Z 32 územních jednotek jich právě 26 vykazuje recentní aktivitu. Územní jednotky vyznačené šedě, nebyly aktivní mezi lety 1990-2013. Dle obrázku č. 17 můžeme zjistit, že každá z 6 šedých územních jednotek aktivní byla. Jejich aktivita se ale datuje před rok 1990. Dále na obrázku č. 17 můžeme vidět, že nejmladší počátky geomorfologické aktivity se převážně vážou na začátek (horní část strže) a konec (dolní část) strže. V horní části strže probíhá zpětná eroze, která strž prodlužuje severo-západním směrem. Dolní část strže je zakončena aluviálním kuzelem a potokem. Zde se nacházejí tři stromy, jejichž letokruhy nejrazantněji zúžili své letokruhy v letech 1993, 1997, 2002 a 2012.

Na obrázku č. 18 můžeme vidět datované geomorfologické procesy, které bylo možné vizuálně zachytit. Rok u příslušného čísla se vztahuje k počátku aktivity jednotlivého procesu. Procesy označené čísla 16-21 se nepodařilo datovat. Ve většině případů se v dané lokalitě (u geomorfologických procesů označených 16-21) nenacházel bezpečně dostupný strom, který by daný proces zachytil v přírůstkové křivce. Nejvíce bahenních proudů se nachází ve střední části strže. Zde se strž začíná nejvíce prohlubovat, má zde nejstrmější stěny a zhruba od poloviny strže je strž protékána. Rok 1987 se zde objevuje nejčastěji. V roce 1987 se podařilo datovat 2 bahenní proudy a 2 sesuvy a to zhruba v 2. čtvrtině části strže. Druhý nejčastější rok je rok 1997. V tomto roce se podařilo datovat 2 bahenní proudy a jeden sesuv. Nyní jsou však datované události rozprostřeny po celé délce strže.

Obrázek č. 19 zaznamenává četnost projevů příválových dešťů v jednotlivých letech na jednotlivých stromech. Významný počet projevů byl zjištěn v roce 1997, stejně tak jako

v práci docenta Šilhána – Geomorfologie blokovobahenních proudů v Moravskoslezských Beskydech (2009) a také v roce 2002, 2011 a 2012.

Nejdelší datované vzorky sahají do roku 1874 a 1879. Dvacet jedna vzorků obsahuje více jak 100 letokruhů.

Dvě dvojice stromů byly určeny k stanovení rychlosti rozpínání strže. U první dvojice stromů s rozestupem 6 m se boční hrana strže rozšířila o 33 cm/rok. U druhé dvojice s rozestupem 5,5 m to bylo o 27 cm/rok. Průměrná rychlost rozpínání strže pak byla stanovena na 30 cm/rok.

7 DISKUZE

Cílem této práce bylo odpovědět na otázky týkající se recentní stržové aktivity. Získané záznamy křivek vypovídají o propojenosti vysokého sklonu povrchu s neaktivnějšími místy strže. Chtěl jsem se i pokusit stanovit dobu jejího vzniku, ale neměl jsem dostatečně dlouhé křivky letokruhů. Ačkoliv 7 vzorků sahá k roku 1900 a ještě dál, i přes aplikovanou transformaci negativní exponenciální funkcí, vrhají křivky své hodnoty okolo roku 1900 razantně nízko (v případě odběru jádra ve směru proti svahu), nebo naopak hodně vysoko (odběru ve směru opačném). A to platí hlavně pro vzorky odebrané z dolní poloviny strže. Nicméně přístup k několika ohnutým stromům, ve straně po směru svahu, se zdál být bez horolezecké výbavy nemožným. Což byla škoda i kvůli přítomným obnaženým kořenům, jejich buněčná struktura sesuvy určitě zachytila. Díky jejich obnažení či poškození by byly sesuvy snadno datovatelné.

U vzorků ve vrchní části strže se dala předpokládat recentní aktivita. V této strži stále probíhá zpětná eroze, která poškodila horní část strže a pomáhá k jejímu zarývání a prodlužování, jako se zmiňuje i Stankoviansky (2003). Její intenzita závisí na spádu údolnice či sklonitosti svahu a na odolnosti hornin. Zpětná eroze bude pokračovat tak dlouho, dokud nedosáhne temena či sedla svahového hřbetu. V našem případě je svah přerušen silnicí 2. třídy č. 193. V blízkých dekádách let se dá předpokládat její podmílání.

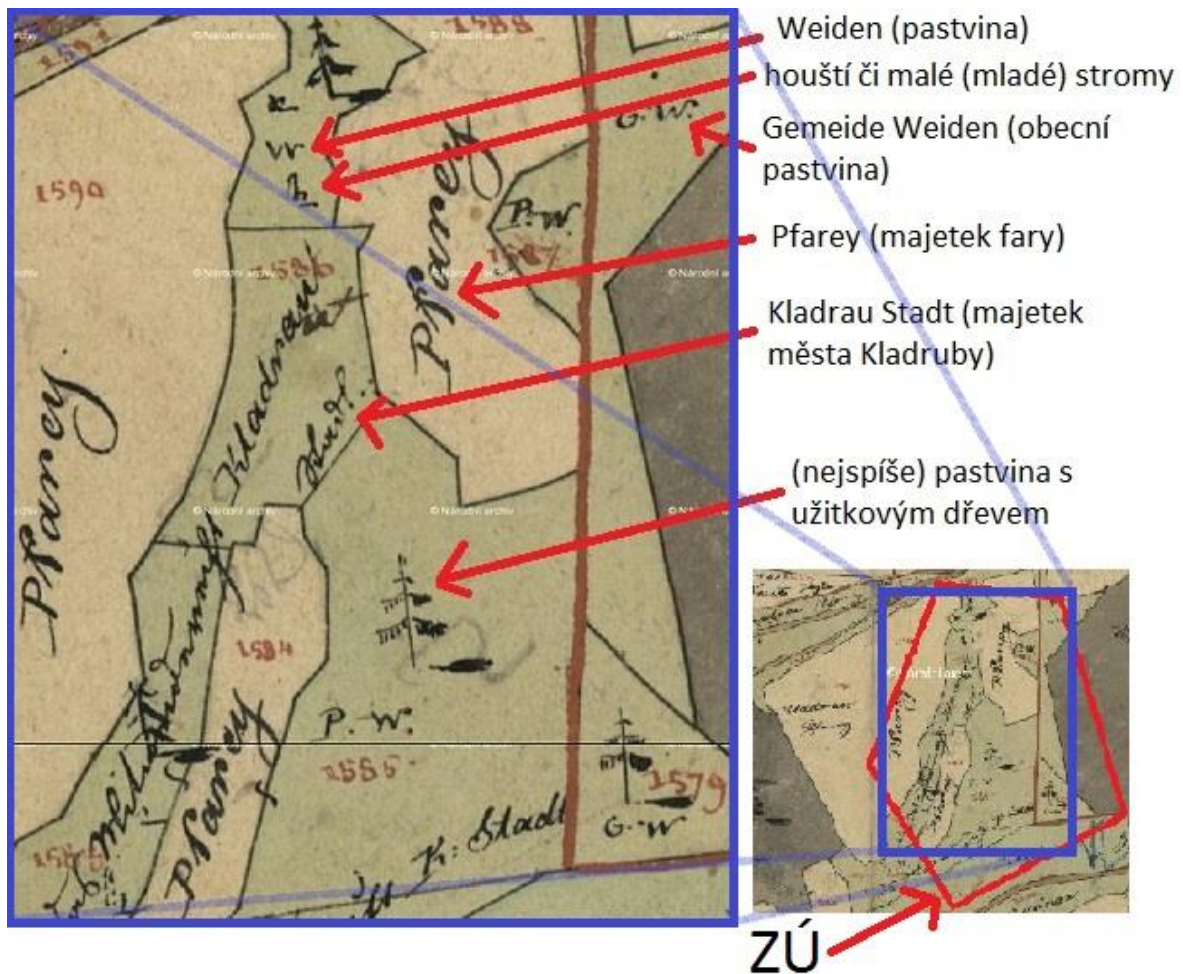
Výsledky udávající průměrnou rychlost rozpínání strže mohou být zkráceny faktem, že stromy použité pro stanovení rychlosti jsou lokalizovány ve střední části strže. Střední část strže je vysoce aktivní.

Za příčinu vzniku strže můžeme považovat následující sled událostí. Odlesnění krajiny značně svažitého terénu, zvětrávání urychlilo erozi, hlavně tam, kde zem nebyla pokryta vegetací, kinetická energie dešťových kapek při přívalových deštích narušila půdní částice, ty byly plošným splachem nesený pryč, voda eroduje malé kanálky vzhledem k přítomnosti hornin méně odolných vůči působení ronových procesů a díky nadměrnému množství vody v krajině. Obdobně, jako píše i Stankoviansky (2002).

Summerfield (1991) píše, že dešťové kapky mají kinetickou energii danou na základě jejich hmotnosti a rychlosti. I když se rychlost nárazu kapek liší v závislosti na jejich velikosti, rychlosti větru a turbulenci, za normálních podmínek o maximální velikosti kapek kolem průměrných 6 mm, mají nárazovou rychlost asi 9 m/s. Při této rychlosti mohou kapky přímo pohybovat částicemi většími než 10mm v průměru a hrubší materiál může být uvolněn odstraňováním svahové „výztuže“ tvořené jemnějším sedimentem.

Zemědělci zřejmě začali tento svah zalesňovat. Na obrázku č. 20 můžeme vidět v místech dnešní strže houštiny či mladé stromky. Tato skutečnost naznačuje tomu, že se však rýhy začaly postupně prohlubovat a zvětšovat. Což vedlo k tomu, že zemědělci začali místo zalesňovat kvůli zpomalení erozních procesů.

Můžeme tedy odhadovat, že strž vznikala před začátkem 19. století. Nejspíše v druhé vlně formování strží, o které píše Stankoviansky (2002), zhruba mezi lety 1780-1840. Zpětná eroze deformovala vršek strže. Zde byl narušen horninový materiál, který se díky přívalovým deštům uvolňoval a transportoval směrem dolů. Vzhledem k svažitosti terénu, uvolněné částičky nesené proudem vody nabývaly na kinetické energii. Vlivem proudu vody a transportovaného materiálu probíhala hloubková a boční eroze strže. Což pomohlo strži v jejím rozšiřování. Materiál byl akumulován do potoku č. 1-10-01-127 (levostranný přítok Úhlavky). Spojitost transformace půdy pro zemědělství s přívalovými dešti se pokouší vyzdvihnout Stankoviansky (2003).



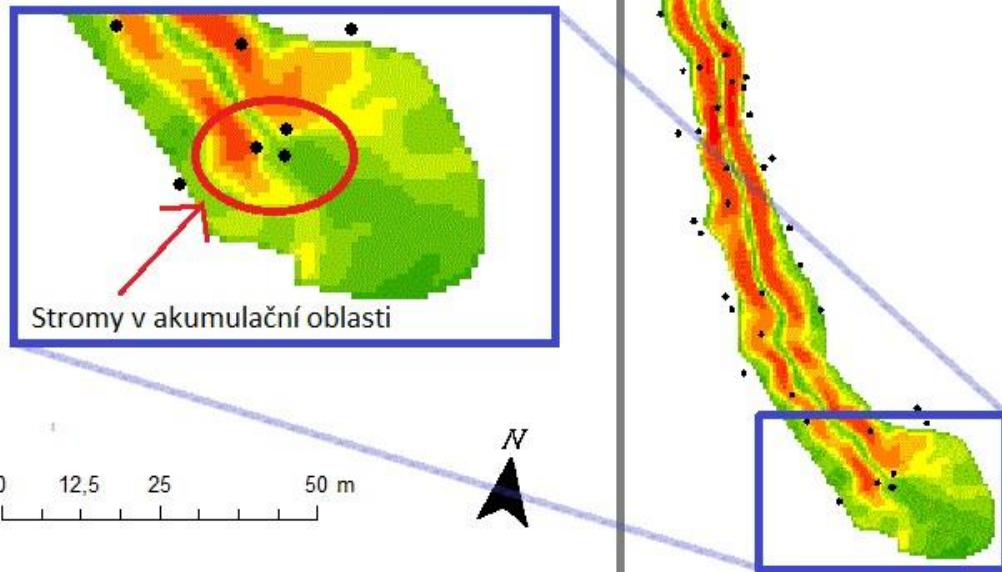
Obr. 20: Výřez z indikační skici stabilního katastru. (vlastní zpracování s pomocí Mgr. Jindřicha Frajera, Ph.D. - překlad legendy, dle CUZK)

Bohužel se mi však nepodařilo pořídit data z ČHMÚ ze stanice v nedalekém Stříbře. Nicméně i přes tyto potíže se podařilo získat ze stromů kvalitní data. Vzorky odebrané ze stromů v akumulární oblasti (obr. č. 21) zvyšující se aktivitu strže jen potvrdily. Křivky sestavené z letokruhů se u těchto tří stromů stále výrazněji zužují. Recentní akceleraci erozně-akumulačních procesů potvrzují i Stankoviansky (2002), Brázdil (2000) a Jones a Bradley (1992). Nejsou si však jistí, co je jejím hlavním spouštěčem. Zda změny ve využití půdy nebo změny klimatické.

Do budoucna by bylo vhodné provést v akumulární oblasti odběr pomocí půdních vpichovacích sond. Ve stejných místech jako v práci Veselého (2012).

Legenda

- lokace stromů



Obr. 21: Stromy v akumulční oblasti strže. (vlastní zpracování)

8 ZÁVĚR

Výzkum v této práci má obohatit práci „Odezva stržové eroze na probíhající environmentální změny“ (Veselý, 2012) o další analýzu geomorfologických procesů. Avšak nyní už pouze u strže č. 1, u které byl silný předpoklad aktivní činnosti. Zpětná eroze prodlužuje délku strže. Voda zde má jak transportní úlohu, tak erozní úlohu. Proudící voda obsahující částičky hornin rozemílá a prohlubuje strž. Transportovaný materiál se hromadí pod ústím. Akumulační kužel je zakončen potokem, který pak odnáší materiál dál do Úhlavky. K analýze geomorfologických procesů jsem použil dendrogeomorfologické metody. Pomocí dendrochronologické metody byla vytvořena standardizovaná křivka. V dendrogeomorfologickém výzkumu jsem použil vzorky z 46 stromů. Vybíral jsem především stromy, které byly deformovány rozšiřující se strží a byly ovlivněny působícími procesy. Díky získaným křivkám z každého stromu, jsem zjistil, že zhruba dvě třetiny strže jsou stále aktivní. Dále se mi podařilo zjistit, že strž se může v nejaktivnějších částích rozšiřovat až o 30 centimetrů za rok. Vzorky odebrané ze stromů v akumulační oblasti strže zvyšující se aktivitu strže potvrdily.

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Tab. 1: Třídění nejrozšířenějších hornin podle jejich geomorfologické hodnoty (dle Horník, 2004) 5

Tab. 2: Souřadnice lomových bodů hranic zájmového území (vlastní zpracování) 17

Tab. 3: Zařazení zájmového území dle Demkova geomorfologického členění ČR. (upraveno dle Národní geoportál INSPIRE, 2012) 21

Obr. č. 1: „Cross-dating“ letokruhů (upraveno dle Walker, 2005) 11

Obr. č. 2: Standardizace měření šířek prstenců k vytvoření indexů (upraveno dle Walker, 2005) 13

Obr. č. 3: Přesně datovaný dendrochronologický záznam (upraveno dle Walker, 2005) 15

Obr. č. 4: Vymezení zájmového území (Vlastní zpracování dle podkladu z Národního geoportálu INSPIRE, 2014) 17

Obr. č. 5: Vrstevnicový plán strže č. 1 a její rozdělení (vlastní zpracování dle Veselý, 2012) 19

Obr. č. 6: Digitální model reliéfu 4. generace (vlastní zpracování na základe dat z ČÚZK) 20

Obr. č. 7: DMR (vlastní zpracování dle Veselý, 2012) 21

Obr. č. 8: Horninové podloží ZÚ (Vlastní zpracování dle Česká geologická služba, 2013) 22

Obr. č. 9: Klimatické a srážkové oblasti ČR (Vlastní zpracování dle vrstvy z portálu INSPIRE (2014) - ArcGIS online) 23

Obr. č. 10: Obrázek vrstvy využití půd a druhů lesa v okolí ZÚ za rok 2006 (vlastní zpracování dle dat CzechINSPIRE, 2013 dostupných v ArcGIS online) 25

Obr. č. 11: Porovnání snímků a starších map ZÚ (Národní geoportál INSPIRE, 2012) 26

Obr. č. 12: Vybrané dvojice stromů pro stanovení rychlosti rozpínání strže.(vlastní zpracování) 29

Obr. č. 13: Standardizovaná křivka (vlastní zpracování) 30

Obr. č. 14: Reakce stromů v důsledku působení blokovobahenního proudu (Bollschweiler a kol. 2007 a Šilhán 2009) 31

Obr. č. 15: Mapa znázorňující sklonitost strže a místa odběrů vzorků pro geomorfologické analýzy (vlastní zpracování) 34

Obr. č. 16: Mapa recentní stržové aktivity (v úvahu byla brána aktivita od roku 1990 do současnosti) (vlastní zpracování) 35

Obr. č. 17: Mapa znázorňující roky prvních známek aktivit v datovatelných částech strže (vlastní zpracování) 36

Obr. č. 18: Mapa nejmladších datovatelných začátků procesů strže (vlastní zpracování) 37

Obr. č. 19: Datované projevy přívalových dešťů (vlastní zpracování) 38

Obr. 20: Výřez z indikační skici stabilního katastru. (vlastní zpracování s pomocí Mgr. Jindřicha Frajera, Ph.D. - překlad legendy, dle CUZK) 42

Obr. 21: Stromy v akumulární oblasti strže. (vlastní zpracování) 43

10 SEZNAM LITERATURY

Baillie, M. G. L. 1982, *Tree-Ring Dating and Archaeology* (London: Croom Helm).

Baillie, M. G. L. 1995, *A Slice Through Time* (London: Batsford).

Bollschweiler, M. a kol. 2007. Reconstructing spatio-temporal patterns of debris-flow activity using dendrogeomorphological methods. *Geomorphology* 87(4): 337–351 pp.

Brázdil, R. 2000. Historical climatology: definition, data, methods, results. *Geografický Časopis* 52: 99– 121 pp.

Brázdil K. a kol. 2010: Technická zpráva k digitálnímu modelu reliéfu 4. generace. Zeměměřický úřad vojenský geografický a hydrometeorologický úřad.

Briffa, K. R. 2000. Annual climatic variability in the Holocene: interpreting the message of ancient trees. *Quaternary Science Reviews* 19: 87–105 pp.

Briffa, K. R. a Matthews, J. A. 2002, Analysis of dendrochronological variability and associated natural climates in Eurasia. *The Holocene* 12: 639–794 pp.

Cook, E. R. and Kariukistis, L. A. 1990. *Methods of Dendrochronology*. Dordrecht: Kluwer.

Douglass, A. E. 1919. *Climatic Cycles and Growth* 1. Washington, DC: Carnegie Institute.

Eronen, M., Zetterberg, P., Briffa, K. R., Lindholm, M., Mariläinen, J. a Timonen, M. 2002. The supra-long Scots pine tree-ring record for Finnish Lapland: Part 1. Chronology construction and initial inferences, *The Holocene* 12: 673–680 pp.

Fairbridge, Rhodes. 1968. *The Encyclopedia of Geomorphology*. Reinhold Book Corp, New York. 1296 pp.

- Ferguson, C. W. and Graybill, D. A. 1983. Dendrochronology of bristlecone pine: a progress report, *Radiocarbon* 25: 287–288 pp.
- Fritts, H. C. 1976. *Tree-Rings and Climate*. London: Academic Press. Geography. 395 pp.
- Goudie, Andrew S. 2004. *Encyclopedia of geomorphology*. London Routledg. 1124 pp. ISBN 0–415–32737–7.
- Grissino-Mayer, H. D. a Fritts, H. C. 1997. The International Tree-Ring Data Bank: an enhanced global database serving the global scientific community. *The Holocene* 7: 235–239 pp.
- Grudd, H., Briffa, K. R., Karlén, W., Bartholin, T. S., Jones, P. D. a Kromer, B. 2002. A 7400-year tree-ring chronology in northern Swedish Lapland: natural climatic variability expressed on annual to millennial timescales. *The Holocene* 12: 657–665 pp.
- Hejtman, Bohuslav. 1969. *Petrografie*. Nakladatelství ALFA. Vyd. 1. 252 pp. ISBN 04-409-69.
- Hornik, Stanislav. 1984. *Fyzická geografie*. Státní pedagogické nakladatelství. Vyd. 2. 319 pp. ISBN 14-380-86.
- Huggett, John Richard. 2007. *Fundamentals of geomorphology*. Taylor & Francis e-Library. 472 pp. ISBN 0-203-94711-8.
- Jones, P.D. Bradley, R.S. 1992. Climatic variations over the last 500 years. *Climate Since A.D. 1500*. Routledge, London: 649– 665 pp.
- Kliment, Z. 1985. *Lineární eroze v povodí Manětínského potoka*. ZČU Plzeň Geomorfologický sborník 2. Vyd. 1. 95 pp. 106. ISBN: 80-7082-946-X

McCarroll, D., Jalkanen, R., Hicks, S., Tuovinen, M., Gagen, M., Pawellek, F., Eckstein, D., Schmitt, U., Autio, J. a Heikkinen, O. 2003. Multiproxy dendroclimatology: a pilot study in northern Finland. *The Holocene* 13: 829–838 pp.

Montgomery, C. W. 1997. *Fundamentals of geology*. William C Brown Publishers. Vyd. 3. 412 pp. ISBN: 0-697-32986-0.

Pech, J. 1983. *Komplexní geomorfologický výzkum střední části Stříbrské pahorkatiny*. Plzeň: Pedagogická fakulta v Plzni. Vyd. 1. 246 pp.

Roberts, Neil. 1998. *The Holocene: An Environmental History*. Blackwell Publishers Inc. 316 pp. ISBN 0-631-18637-9.

Scuderi, L. A. 1987. Glacier variations in the Sierra Nevada, California, as related to a 1200-year tree-ring chronology. *Quaternary Research* 27: 220–231 pp.

Scuderi, L. A. 1990. Tree-ring evidence for climatically-effective volcanic eruptions. *Quaternary Research* 34: 67–85 pp.

Schulman, E. 1956. *Dendroclimatic Changes in Semiarid America*. Arizona: University of Tuscon.

Schweingruber, F. H. 1988. *Tree Rings. Basics and Applications of Dendrochronology*. Dordrecht: Reidel.

Stankoviansky, M. 2003. *Geomorfologická odozva environmentálnych zmien na území Myjavskej pahorkatiny*. Bratislava: Univerzita Komenského Bratislava. Vyd. 1. 152 pp. ISBN: 80-223-1784-5.

Stankoviansky, M. 2002. *Historical evolution of permanent gullies in the Myjava Hill Land, Slovakia*. Bratislava: Univerzita Komenského Bratislava.

Stankoviansky, M. 2003. Historical and present slope evolution in hilly farmland (on the example of the Myjava Hill Land, Slovakia. *Supplementi di Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*. Vyd. 4. 91-97 pp.

Stokes, Stephen. 2007. *Global Environments Through the Quaternary: Exploring Environmental Change*. Oxford University Press. 359 pp. ISBN 978-0-19-874226-5.

Suess, H. E. 1970. Bristlecone pine calibration of the radiocarbon time-scale 5000 BC to the present. I.U. Olsson, *Radiocarbon Variations and Absolute Chronology*: 303–311 pp.

Summerfield, M. A. 1991. *Global Geomorphology*. Pearson Education Limited. 537 pp. ISBN 978-0-582-30156-6.

Šilhán, Karel. 2009. *Geomorfologie blokovobahenních proudů v Moravskoslezských Beskydech*. Ostravská univerzita v Ostravě, katedra fyzické geografie a geologie. 156 pp.

Šilhán, Karel. 2013. *Základy dendrogeomorfologie*. Universitas Ostraviensis Facultas Rerum Naturalium. 114 pp. ISBN 978-80-7464-285-2.

Škvor, V., Zeman, J. 1976. *Vnitřní dynamika Země*. Praha Academia. Vyd. 1. 277 pp.

Škvor, V., Zeman, J. 1976. *Vnitřní dynamika Země*. Praha, Academia.

Tolasz, R. 2007. *Atlas podnebí česka*. Olomouc: Český hydrometeorologický ústav. Vyd. 1. 254 pp. ISBN: 978-80-86690-26-1.

Veselý, Tomáš. 2012. *Odezva stržové eroze na probíhající environmentální změny*. ZČU Plzeň, katedra geografie. 58 pp.

Walker, M. J. C. 2005. *Quaternary Dating Methods*. Vyd. John Wiley and Sons Inc. 286 pp. ISBN 0-470-86926-7.

Watson, E. a Luckman, B. H. 2001. Dendroclimatic reconstruction of precipitation for sites in the southern Canadian Rockies. *The Holocene* 11: 203–213 pp.

Wolman, M. G. 1967. *Landscape and processes: Essays in geomorphology*. Geografiska Annaler, Blackwell Publishing on behalf of the Swedish Society for Anthropology and Geography. 395 pp.

Elektronické zdroje:

Arcdata. 2014. Geografické informační systémy [online]. Arcdata Praha, ESRI [cit. 28. 7. 2014]. Dostupné na WWW: <<http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/>>.

CUZK. 2013. Geoprohlížeč ČÚZK [online]. Český ústav zeměměřičský a katastrální [cit. 24. 5. 2014]. Dostupné na WWW: <<http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>>.

CUZK. 2012. Stabilní katastr. Ústřední archív zeměměřictví a katastru [cit. 23. 3. 2015]. Dostupné na WWW: <<http://archivnimapy.cuzk.cz/>>.

CUZK. 2013. Digitální model reliéfu České republiky 4. generace (DMR 4G) [online]. Český ústav zeměměřičský a katastrální [cit. 24. 5. 2014]. Dostupné na WWW: <[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(552wrvb4zigd2gmixrronxt\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR4G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=301](http://geoportal.cuzk.cz/(S(552wrvb4zigd2gmixrronxt))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR4G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=301)>.

Dendrochronologie. 2014. Subfossilní kmeny [online]. Dendrochronologická společnost 2003 [cit. 24. 5. 2014]. Dostupné na WWW: <http://dendrochronologie.cz/aktualita_47>.

Geology. 2013. Mapy on-line [online]. Česká geologická služba [cit. 24. 5. 2014]. Dostupné na WWW: <<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online>>.

Lesy ČR. 2012. Charakteristika dřeva jednotlivých dřevin [online]. Lesy ČR [cit. 25. 4. 2014]. Dostupné na WWW: <<http://www.lesy-cr.cz/drevo/charakteristika-dreva/Stranky/default.aspx>>.

Rapant, Petr. 2002. Úvod do geografických informačních systémů [online]. Institut geoinformatiky, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava [cit. 25. 4. 2014]. Dostupné na WWW: <<http://gis.vsb.cz/dokumenty/ugis>>.

UHUL. 2014. Lesy v ČR stárnou [online]. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem [cit. 25. 4. 2014]. Dostupné na WWW: <<http://www.uhul.cz/rychle-informace/284-lesy-v-cr-starnou>>.

Vrška a Hort. 2013. Studie o parametrech hodnocení přirozenosti lesních porostů v ZCHÚ [online]. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti [cit. 25. 4. 2014]. Dostupné na WWW:<<http://vulhm.cz>>.